

Fakultet za fizičku hemiju, Beograd
Projekat TD-7084B

**BAZNI TEHNOLOŠKO-TEHNIČKI PROJEKAT
POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU ETANOLA
KORIŠĆENJEM OTPADNOG
LIGNOCELULOZNIG MATERIJALA
KAPACITETA 20 000 t/god.**

Beograd 2006. godina

Sadržaj:

1. Projektni zadatak
2. Specifikacija fizičko-hemijskih svojstava proizvedenog etanola
3. Specifikacija fizičko-hemijskih svojstava sirovina, materijala, energenata i pomoćnih fluida
4. Optimalni tehnološki parametri
5. Detaljan opis tehnološkog postupka
6. Materijalno energetske bilans postupka
7. Specifikacija procesne opreme sa glavnim karakteristikama
8. Specifikacija fizičko-hemijskih svojstava reakcionih medijuma u procesnim cevovodima
9. Specifikacije tačnosti merno regulacione opreme (MRO)
10. Specifikacija procesnih pumpi
11. Specifikacija cevovoda
12. Otpadni materijali
13. Zaštita okoline i mere sigurnosti
14. Zahtevi u pogledu građevinskog objekta i zemljišta

1. Projektni zadatak

Izraditi bazni tehnološko-tehnički projekat postrojenja za proizvodnju etanola na bazi sledećih zahteva:

- 1.1 Projektovati fabriku kapaciteta 20 000 t/god, računato na 99 mas. % etanola,
- 1.2 Proizvodnju etanola organizovati na bazi sledećih sirovina: otpadni lignocelulozni materijal, (pšenična slama, kukurzovina), H_2SO_4 , H_2O ,
- 1.3 Postrojenje projektovati za kontinualan rad tokom 320 dana u tri smene i četiri brigade,
- 1.4 Pri projektovanju fabrike primeniti savremene koncepte u organizaciji, vođenju i upravljanju radom postrojenja,
- 1.5 Postrojenje projektovati kao zatvoren ekološki sistem,
- 1.6 Ostvariti kvalitet gotovog proizvoda definisan JUS. E. M. 3. 020 odnosno ISO 13801,
- 1.7 Izostaviti iz projektovanja postrojenje za gajenje i imobilizaciju mikroorganizama

2. Fizičko-hemijska svojstva proizvedenog etanola

U tabeli 1. prikazana su fizičko-hemijska svojstva proizvedenog etanola (JUS.E. M3. 020; I).

Tabela 1: Fizičko-hemijska svojstva proizvedenog etanola

<i>Fizičko-hemijska svojstva</i>	<i>Kvalitet</i>	
Izgled	bezbojan, bistar	
pH	4-8	
Sadržaj C ₂ H ₅ OH	min	99%(v/v)
Sadržaj CH ₃ OH	max	0.1% (v/v)
Proba Barbet	min	25 min
Sadržaj kiselina (kao CH ₃ COOH)	max	20mg/l
Sadržaj estara (kao etilacetat)	max	40 mg/l
Sadržaj aldehida (kao acet aldehida)	max	0.001% (v/v)
Sadržaj patočnog ulja (kao izoamilalkohol)	max	0.0005% (v/v)
Sadržaj furfurola	Ø	

3. Fizičko-hemijska svojstva sirovina, materijala, energenata i pomoćnih fluida (SMEPF)

U proizvodnji etanola koriste se sledeći SMEPF: pšenična slama, sumporna kiselina (H₂SO₄), voda (H₂O), jonoizmenjivačka smola, imobilisani mikroorganizmi, zeolit, električna energija (EE) i vodena para niskog pritiska (WP) i komprimovani vazduh.

Osnovna fizičko-hemijska svojstva pšenične slame prikazana su u tabeli 2.

Tabela 2: Osnovna fizičko-hemijska svojstva pšenične slame

<i>Fizičko-hemijska svojstva</i>	<i>Vrednost</i>
Sadržaj celuloze na suvu osnovu	46 %
Sadržaj hemiceluloze na suvu osnovu	31 %
Sadržaj lignina na suvu osnovu	16 %
Sadržaj pepela na suvu osnovu	7 %
Sadržaj H ₂ O	10 %
Dimenzija komada	1-2 mm

U tabeli 3 prikazana su fizičko-hemijska svojstva H₂SO₄ (JUS.H.B1.013).

Tabela 3: Fizičko-hemijska svojstva H₂SO₄

<i>Fizičko-hemijska svojstva</i>	<i>Vrednost</i>	
Sadržaj H ₂ SO ₄	min	96%
Sadržaj Fe	max	0.004%
Sadržaj Cl ⁻	max	0.001%
Sadržaj Mn	max	0.00005%
Potrošnja KMnO ₄ (0:1)	max	5ml
Gustina na 20°	1820-1840 kg/m ³	
OstatAk pri žarenju 600-800°	max	0.03%

Fizičko-hemijska svojstva H₂O prikazana su u tabeli 4.

Tabela 4: Fizičko-hemijska svojstva H₂O

<i>Fizičko-hemijska svojstva</i>	<i>Vrednost</i>	
Ukupna tvrdoća	max	10° dH
Karbonatna tvrdoća	max	8° dH
Sadržaj Fe	max	0.01%
Sadržaj Cl ⁻	max	20 mg/l
pH	7-7.2	
Pritisak	min	5 bar± 5%
Suvi ostatak	max	0.1 g/l
Količina bakterija	min	100/100 ml

U tabeli 5 prikazana su fizičko-hemijska svojstva jonoizmenjivačke smole.

Tabela 5: Fizičko-hemijska svojstva jonoizmenjivačke smole

<i>Fizičko-hemijska svojstva</i>	<i>Vrednost</i>
Tip	jako kisela, polistiren-divinilbenzen
Jonoizmenjivački kapacitet	min 2meq/g
Nasipna težina	700 kg/m ³
Dijametar čestice	200-500µm

Fizičko-hemijska svojstva imobilisanog mikroorganizma su u tabeli 6.

Tabela 6: Fizičko-hemijska svojstva imobilisanog mikroorganizma

<i>Fizičko-hemijska svojstva</i>	<i>Vrednost</i>
Tip mikroorganizma	<i>Zymomonas mobilis</i> CP4 (pZB5)
Sredstvo za imobilizaciju	Želatin
Sredstvo za umrežavanje	Glutar dialdehid
Količina vidljivih ćelija	6×10^9 ćelija/g
Dijametar čestica	2-3 mm
Nasipna težina	500 kg·m ³

U tabeli 7 prikazana su fizičko-hemijska svojstva zeolita.

Tabela 7: Fizičko-hemijska svojstva zeolita

<i>Fizičko-hemijsko svojstvo</i>	<i>Vrednost</i>
Adsorpcioni kapacitet prema etanolu	min 13 %
Sadržaj H ₂ O	max 0.3 %
Nasipna težina	715 kg/m ³
Veličina čestice	1-2 mm
Tip	CMS

U tabeli 8 prikazana su fizičko-hemijska svojstva CO₂.

Tabela 8: Fizičko-hemijska svojstva CO₂

<i>Fizičko-hemijska svojstva</i>	<i>Vrednost</i>
Sadržaj CO ₂ vol. %	min 99
Sadržaj CO vol %	max 0.05
Sadržaj H ₂ O (g/m ³)	max 0.1
Sadržaj redukujućih sastojaka (mgKMnO ₄ /m ³)	max 20
Sadržaj mineralnih ulja, glicerina, H ₂ S, HCl, NH ₃ ,	0

Fizičko-hemijska svojstva energenata i pomoćnih fluida koji se koriste u proizvodnji etanola date su u tabeli 9.

Tabela 9: Fizičko-hemijska svojstva energenata i pomoćnih fluida

<i>Komponenta</i>	<i>Vrednost</i>
Napon	380± 5%V; 220± 5%V

Električna energija	Faza	3, 1
	Frekvencija	50 Hz
Vodena para	Pritisak	5 bar $\pm$ 5%
	Temperatura	140°C zasićena
Komprimovani vazduh	Pritisak	7 bar
	Tačka rose	-40°C
	Sadržaj ulja	max 0.1 ppm
	Sadržaj čestica	max 0.1 μ g/g
Industrijska voda		Na raspolaganju

4. Optimalni tehnološki parametri proizvodnje

Proizvodnja etanola iz otpadnog ligno celularnog materijala realizuje se kroz 5 međusobno povezanih procesa:

- 4.1 Priprema materijala (prijem, sitnjenje, mlevenje, skladištenje)
- 4.2 Kiselinom hidrolizovana razgradnja celuloze i hemiceluloze do monosaharida (KHLCM)
- 4.3. Odvajanje kiseline od monosaharida (SMSK)
- 4.4 Fermentacija monosaharida do etanola (FMS)
- 4.5 Adsorpciono koncentrovanje vodenih rastvora etanola (AKE).

Optimalni tehnološki parametri procesa KHLMC prikazani su u tabeli 10

Tabela 10: Optimalni tehnološki parametri procesa KHLCM

<i>Tehnološki parametar</i>	<i>Vrednost</i>
Tip procesa	dvofazni
Kiselina	H ₂ SO ₄
Koncentracija kiseline u I fazi	70 %
Koncentracija čvrste materije u polaznoj suspenziji I faze	10 %
Temperatura I faze	50° C
Vreme interakcije I faze	20 min
C _{kis} III faze	33 %
C _č II faze	4.7 %
Temperatura II faze	70° C
Vreme interakcije II faze	40 min

U tabeli 11 prikazani su optimalni tehnološki parametri procesa odvajanja kiseline od monosaharida

Tabela 11: Optimalni tehnološki parametri procesa odvajanja kiseline od monosaharida.

<i>Tehnološki parametar</i>	<i>Vrednost</i>
Jonoizmenjivačka smola	XFS 43281.01
Zapreminska brzina sirovine	3.5 h ⁻¹
Vreme kontakta	17 min
Temperatura	60° C
Sredstvo za eluiranje	H ₂ O

U tabeli 12 prikazani su optimalni tehnološki parametri procesa fermentacije monosaharida u etanol

Tabela 12: Optimalni tehnološki parametri procesa fermentacije monosaharida u etanol

<i>Tehnološki parametar</i>	<i>Vrednost</i>
Tip procesa	Fluidni sloj
Tip katalizatora	Imobilisani mikroorganizmi
Koncentracija glukoze	min 3%
Koncentracija ksiloze	max 1.5 %
Vreme kontakta	2 h
Temperatura	35° C
pH	5

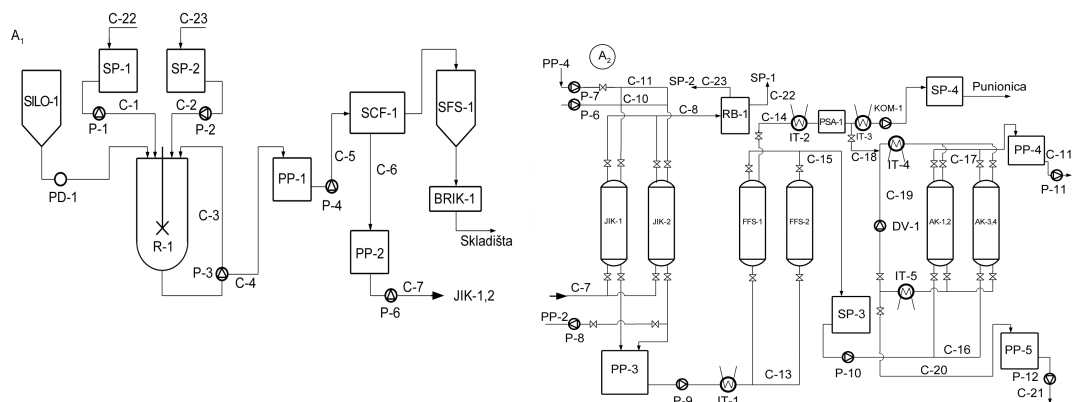
Optimalni tehnološki parametri procesa adsorpcionog koncentrovanja etanola dati su u tabeli 13.

Tabela 13: Optimalni tehnološki parametri procesa adsorpcionog koncentrovanja etanola

<i>Tehnološki parametar</i>	<i>Vrednost</i>
Tip procesa	Stacionarni sloj
Tip adsorbera	Zeolit
Koncentracija etanola	min 1%
Temperatura	25°C
Vreme kontakta	1h
Desorpciono sredstvo	CO ₂
Pritisak	2 bar

5. Detaljan opis tehnološkog procesa

Na slici 1 prikazana je shema tehnološkog postupka dobijanja etanola iz otpadnog LCM.



Slika 1: Tehnološka shema postupka dobijanja etanola

Bale pšenične slame (kukurzovine) se uvode u uređaj za sečenje i mlevenje (SIM-1). Pužnim transporterom (PT-1) sa protokom 20t/h čestice LCM se odvede u skladišni silos (SIL-1) radi skladištenja.

Iz skladišne posude 70% H_2SO_4 kiseline (SP-1) pumpom (P-1) u reaktor za KHLCH (R-1) se dozira 64.5 t kiseline. Pužnim dozatorom (PD-1) u R-1 dozira se 14.5 t pšenične slame.

KHLCH se odvija u dve faze. Prva faza procesa se odvija na $T=50^\circ C$ i traje $t=20min$. Druga faza procesa se odvija na $T=70^\circ C$ i traje 40 min. U cilju realizacije druge faze procesa u R-1 se iz skladišne posude (SP-1), pumpom (P-2), uvodi 130 t zagrejane vode.

Reakciona smeša (hidrolizat i nerastvoreni ostatak) se pumpom (P-3) transportuje u prihvatnu posudu reakcione smeše (PP-1). Pumpom (P-4) reakciona smeša se odvodi do filtracionog postrojenja (SCF-1) gde se razdvaja na hidrolizat i nerastvoreni ostatak. Nerastvoreni ostatak se ispira sa vodom, suši na sušionom postrojenja (SFS-1) i briketira u (B-1).

Hidrolizat se odvodi u prihvatnu posudu hidrolizata (PP-2). Separacija hidrolizata na rastvor monosaharida i kiseline vrši se postupkom jonske izmene.

Hidrolizat (smeša monosaharida i kiseline) se pumpom (P-5), protokom 134.9 t/h dozira u jonoizmenjivačke kolone (JK-1,2). Monosaharidi (5.5 t/h) se vezuju za jonoizmenjivačku smolu, a rastvor kiseline se odvodi u postrojenje za koncentrovanje u cilju dobijanja 70% H_2SO_4 (RB-1).

Zaostali rastvor se eluira iz jonoizmenjivače kolone tokom CO₂ i odvodi u PP-2. Eluacija monosaharida vezanih za JIS se vrši vodom, koja se pumpom (P-6) sa protokom 100t/h uvodi u JIK-1,2.

Vodeni rastvor monosaharida se odvodi u svoju prihvatnu posudu PP-3.

Fermentacija monosaharida u etanom se vrši u fluidnom sloju na imobilisanim mikroorganizmima.

Pumpom (P-9) vodeni rastvor monosaharida se dozira u fermentator sa fluidnim slojem (FFS-1,2) sa protokom 52,75 t/h.

Formirani CO₂ se u izmenjivaču toplote (IT-1) hladi. Sušenje CO₂ se vrši u PSA-1 postrojenju. Osušeni CO₂ se kompresorom (K-1) utečnjava i skladišti u posudi za tečni CO₂ (SP-4).

Vodeni rastvor etanola se iz FFS-1,2 odvodi u skladišnu posudu(SP-3).

Adsorpcioni postupak dobijanja etanola se sastoji od dve faze: adsorpcione i regeneracione.

- Adsorpciona faza

NKVE iz skladišne posude SP-3 pumpom P-10 se konstantnim protokom (105.5 t/h) i pritiskom (2 bar) preko ventila V.1 ili V.2 uvodi u adsorpcionu kolonu AK-1 ili AK-2. U adsorpcionoj koloni vrši se selektivna adsorpcija etanola na hidrofbnom zeolitu. Rafinat-voda se preko ventila V.3 ili V.4 i ultrafiltera UF-1 odvodi u prihvatnu posudu za vodu PP-6.

- Regeneraciona faza

Regeneraciona faza sastoji se od četiri stadijuma: istiskivanje zaostalnog NKVE, primarnog zagrevanja adsorpcione kolone, desorpcije etanola i hlađenja adsorpcione kolone.

Regeneraciona faza procesa dobijanja etanola, na primeru AK-2, realizuje se na sledeći način.

U adsorpcionu kolonu AK-2, preko ventila V.7 uvodi se CO₂ iz skladišne posude SP-4 i podiže pritisak u njoj do 5 bara. Nakon postizanja zadatog pritiska iz kolone se pod uticajem CO₂ pri otvorenim ventilima V.8 i V.9 istiskuje zaostali NKVE i odvodi u SP-3. Trajanje ovog stadijuma je 15 min. Po istiskivanju NKVE ventili V.8 i V.9 se zatvaraju, a ventili V.10 i V.11 se otvaraju. U cilju ostvarivanja cirkulacije ubačenog u sistem CO₂ uključuje se u rad duvaljka DV-1. Cirkulišući CO₂ zagreva se u IT-3 do temperature T=80°C. Trajanje stadijuma primarnog zagrevanja je 30 min. Prve količine desorbovanog etanola (T≈45°C) se preko ventila V.13 odvođe u atmosferu na baklju. Desorbovani etanol hladi se u IT-4 do temperature T=20°C i preko UF-2 odvodi u PP-5.

U glavnom desorpcionom stadijumu cirkulišući CO₂ zagreva se u IT-3 do T=120°C i dovodi do kompletne desorpcije adsorbovanog etanola. Trajanje ovog stadijuma je 75 min. Desorbovani etanol se hladi u IT-4 i preko UF-2 odvodi PP-5. Nakon potpune desorpcije etanola adsorpciona masa se hladi do temperature od T=20°C. Stadijum hlađenja traje 120 min. U tom cilju, prekida se dovod vodene pare u IT-3, a cirkulišući CO₂ se dalje hladi u IT-4 dok se ne postigne temperatura apsorpcione mase od T=20°C.

Ohlađeni CO₂ se pomoću kompresora K-1 utečnjava i skladišti u rezervoaru SP-4.

6. Materijalno-energetski bilans proizvodnje etanola

U tabeli 14 prikazan je materijalno-energetski bilans proizvodnje etanola (specifični, satni, smenski, dnevni, mesečni, godišnji).

Tabela 13: Materijalno-energetski bilans proizvodnje etanola

<i>Sirovina, materijal, energent, pomoćni fluid</i>	<i>Specifični i sj/t</i>	<i>Satni sj/t</i>	<i>Smensk sj/ti</i>	<i>Dnevni sj/t</i>	<i>Mesečni i sj/t</i>	<i>Godišnji sj/t</i>
LCM t	3.1	8.1	64.48	193.33	5162	61943
H ₂ SO ₄ (96%) t	0.3	0.78	6.24	18.72	499.8	5998
H ₂ O t	42	109.2	873.6	2 621	69 975	839 704
JIS t	0.002	0.005	0.042	0.125	3.332	40.0
IBMO t	0.015	0.039	0.312	0.936	24.991	300
Elek. energija kWh	85	221	1 768	5 304	141 617	1 699 402
W.P t	10	26	208	624	16 661	199 930
Komp.vazduh Nm ³	20	52	416	1 248	33 322	399 859
Nus proizvodi:						
CO ₂ t	0.9	2.34	18.72	56.12	1 499	17 994
Lignin t	0.6	1.56	12.48	37.44	999.6	11 996

7. Specifikacija procesne opreme sa glavnim karakteristikama

7.1 Skladišne posude

7.1.1 Oznaka na shemi SP-1

- Namena: Smensko skladištenje 70% kiseline
- Osnovna svojstva :
 - Zapremina: 270 m³,
 - Oblik : cilindričan, D= 7m, H= 7m,
 - Masa: praznog – 5.4 t, punog – 500 t,
 - Materijal: Polipropilen, poliestar,
 - Merno regulaciona oprema (MRO):
 - LIC
 - TIC

- DI

- Prikjučci:

- Dovodi:

- koncentrovanje kiseline iz RB-1,
 - koncentrovanje kiseline iz cisterne
 - H₂O iz PP-4

- Odvodi:

- 70 % kiseline ka R-1
 - prema deponiji.

- Ostalo:

- Revizioni otvor,
 - Otvor za čišćenje
 - Termoizolacija
 - Mehanička mešalica.

7.1.2 Oznaka na shemi SP-2

- Namena: skladištenje tople vode

- Osnovna svojstva:

- Zapremina: 170 m³,
 - Oblik : cilindričan, D= 6m, H= 6m,
 - Materijal: 304 SS,
 - Masa: praznog – 3.9 t, punog – 175 t,
 - Merno regulaciona oprema:

- LIC

- TIC.

- Prikjučci:

- Dovodi:

- H₂O iz RB-1,
 - H₂O iz mreže.

- Odvodi:

- prema R-1,
 - prema deponiji.

- Ostalo:

- Revizioni otvor,
 - Otvor za čišćenje
 - Termoizolacija.

7.1.3 Oznaka na shemi SP-3

- Namena: Skladištenje nisko koncentrovanog rastvora etanola

- Osnovna svojstva:

- Zapremina: 270 m³,
 - Oblik : cilindričan, D= 7 m, H= 7 m,
 - Materijal: 304 SS,

- Masa: praznog – 5.4 t, punog – 275 t,
- Merno regulaciona oprema:
 - LIC
 - TIC
 - AI.
- Prikjučci:
 - Dovodi:
 - NKRE iz FFS-1,2,
 - H₂O za pranje.
 - Odvodi:
 - prema AK1,2,
 - prema deponiji.
- Ostalo:
 - Revizioni otvor,
 - Otvor za čišćenje
 - Termoizolacija.

7.1.4 Oznaka na shemi SP-4

- Namena: Skladištenje utečnjenog CO₂
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 31 m³,
 - Oblik : cilindričan, D= 2 m, H= 10 m,
 - Materijal: 304 SS ,
 - Masa: praznog – 8 t, punog – 35 t,
 - Merno regulaciona oprema:
 - LIC
 - TIC
 - PIC.
- Prikjučci:
 - Dovodi:
 - utečnjenog CO₂
 - Odvodi:
 - utečnjenog CO₂ ka punionici.
- Ostalo:
 - Revizioni otvor,
 - Termoizolacija.

7.2 Prihvatne posude

7.2.1 Oznaka na shemi PP-1

- Namena: Prihvat reakcione smeše iz R-1
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 400 m³,
 - Oblik : cilindričan, D= 8 m, H= 8 m,

- Materijal: Poliestar, polipropilen
- Masa: praznog – 7 t, punog – 505 t,
- Merno regulaciona oprema:
 - LIC
 - TIC.
- Prikjučci:
 - Dovodi:
 - reakcione smeše iz R-1
 - voda.
 - Odvodi:
 - reakcione smeše ka TF-1
 - ka deponiji.
- Ostalo:
 - Revizioni otvor,
 - Termoizolacija,
 - Mehanička mešalica

7.2.2 Oznaka na shemi PP-2

- Namena: Prihvat hidrolizata (smeše monosaharida i kiseline)
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 170 m³,
 - Oblik : cilindričan, D= 6 m, H= 6 m,
 - Materijal: Poliestar, polipropilen
 - Masa: praznog – 4 t, punog – 220 t,
 - Merno regulaciona oprema:
 - LIC,
 - TIC.
- Prikjučci:
 - Dovodi:
 - hidrolizata sa TF-1,
 - filtrata sa TF-1,
 - voda.
 - Odvodi:
 - hidrolizata ka JIK-1,2
 - hidrolizata prema PP-1,
 - hidrolizata ka deponiji.
- Ostalo:
 - Revizioni otvor,
 - Termoizolacija,
 - Mehanička mešalica.

7.2.3 Oznaka na shemi PP-3

- Namena: Prihvat rastvora monosaharida
- Osnovna svojstva:

- Zapremina: 270 m³,
- Oblik : cilindričan, D= 7 m, H= 7 m,
- Materijal: 304 SS
- Masa: praznog – 5.4 t, punog – 280 t,
- Merno regulaciona oprema:
 - LIC,
 - TIC
 - DI
 - AI.
- Prikjučci:
 - Dovodi:
 - rastvor monosaharida sa JIK-1,2,
 - voda.
 - Odvodi:
 - rastvor monosaharida ka FFS-1,2
 - rastvor monosaharida ka otpadnim vodama,
 - hidrolizata ka deponiji.
- Ostalo:
 - Revizioni otvor,
 - Termoizolacija,
 - Mehanička mešalica.

7.2.4 Oznaka na shemi PP-4

- Namena: Prihvat vode iz adsorpcionog postrojenja
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 170 m³,
 - Oblik : cilindričan, D= 6 m, H= 6 m,
 - Materijal: 304 SS
 - Masa: praznog – 3.9 t, punog – 175 t,
 - Merno regulaciona oprema:
 - LIC,
 - TIC.
- Prikjučci:
 - Dovodi:
 - vode iz AK-1,2
 - Odvodi:
 - vode ka SCF-1,
 - vode ka SP-2,
 - vode ka JIK-1,2.
- Ostalo:
 - Revizioni otvor,
 - Termoizolacija.

7.2.5 Oznaka na shemi PP-5

- Namena: Prihvat i skladištenje koncentrovanog etanola
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 100 m³,
 - Oblik : cilindričan, D= 5 m, H= 5 m,
 - Materijal: 304 SS
 - Masa: praznog – 2.7 t, punog – 80 t,
 - Merno regulaciona oprema:
 - LIC,
 - TIC
 - DI
 - AI.
- Prikjučci:
 - Dovodi:
 - koncentrovanog hidrolizata iz AK-1,2,
 - voda.
 - Odvodi:
 - etanola ka punionici

7.3 Reaktori

7.3.1 Oznaka na shemi R-1

- Namena: Reaktor u kome se odvija hidroliza LCM
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 280 m³,
 - Oblik : konusni, D= 5 m, H_c= 12.5 m, H_n=2.5 m
 - Materijal: 304 SS, prevučen poliestarom ili polipropilenom,
 - Masa: praznog – 7.25 t, punog – 350 t,
 - Spoljna zaštita: nema,
 - Merno regulaciona oprema:
 - TIC
 - LIC
- Prikjučci:
 - Dovodi:
 - 70% kiseline iz posude SP-1
 - LCM iz SIL-1,
 - vode iz SP-2,
 - recirkulacionog cevovoda.
 - Odvodi:
 - reakcione smeše ka PP-1,
 - ka deponiji,
 - ka kanalizaciji.
- Ostalo:
 - Revizioni otvor,
 - Termoizolacija,
 - EKATO mešalica.

7.4 Oznaka na shemi SCF-1

- Namena: Separacija reakcione smeše na hidrolizat, nerastvorni ostatak i filtrat
- Osnovna svojstva:
 - Protok reakcione smeše: 136t/h,
 - Koncentracija čvrstih supstanci u sirovini-1.9 %,
 - Temperatura: 70° C
 - pH: jako kisela (33% H₂SO₄)
 - Srednja dimenzija čestice nerastvorenog ostatka : ≈ 1 mm
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.5 Oznaka na shemi SFS-1

- Namena: Sušenje nerastvorenog ostatka
- Osnovna svojstva:
 - Protok nerastvorenog ostatka: 2.4 t/h
 - Vlažnost nerastvorenog ostatka: max 20%
 - Temperatura nerastvorenog ostatka: 50° C
 - Količina isparenja vode: 0.5 t/h,
 - Tip sušenja: u struji gasova sagorevanja
 - Gorivo: briktirani osušeni nerastvoreni ostatak
 - Vlažnost osušenog: max 1%
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.6 Oznaka na shemi BRIK-1

- Namena: Briktiranje osušenog nerastvorenog ostatka
- Osnovna svojstva:
 - Protok suvog nerastvorenog ostatka: 2 t/h,
 - Srednja veličina čestice: 1 mm
 - Temperatura: 80°C,
 - Vlažnost: max 1%,
 - Dimenzija brikata: D=10 cm, H=20 cm
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme.

7.7 Oznaka na shemi JIK-1,2

- Namena: Separacija hidrolizata na monosahride i kiselinu
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 35 m³,
 - Oblik: cilindričan, D= 2.5m, H=8 m,
 - Materijal: 304 SS,

- Masa: praznog – 1.5 t, punog – 35 t,
- Masa JIS: 20 t
- Protok hidrolizata: 135 t/h,
- Protok efluenta : max 150t/h,
- Temperatura: 60° C
- Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.8 Oznaka na shemi RB-1

- Namena: Koncentrovanje 33 % rastvora H_2SO_4
- Osnovna svojstva:
 - Protok 33 % rastvora H_2SO_4 : 130 t/h
 - Temperatura 33 % rastvora H_2SO_4 : 70° C
 - Protok 70 % rastvora H_2SO_4 : 61 t/h,
 - Zagrevanje koncentratora vodenom parom $p=5$ bar
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.9 Oznaka na shemi FFS-1,2

- Namena: Fermentacija monosaharida u etanol
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 250 m³,
 - Oblik: cilindričan, $D=4$ m, $H=20$ m,
 - Masa: praznog – 6.5 t, punog – 280 t,
 - Protok monosaharidnog rastvora: 53 t/h,
 - $pH=5$,
 - Temperatura: 35° C,
 - Masa imobilisanog mikroorganizma: 90 t
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.10 Oznaka na shemi PSA-1

- Namena: Sušenje dobijenog CO_2 u FFS
- Osnovna svojstva:
 - Protok CO_2 : 2.5 t/h (1360 Nm³/h),
 - Vlaga: 100 %,
 - Temperatura: 35° C
 - Vlažnost osušenog CO_2 : $TR=-40^\circ C$
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.11 Oznaka na shemi AK-1,2,3,4

- Namena: Koncentrovanje vodenog rastvora etanola
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 125 m³,
 - Oblik: cilindričan, D= 2 m, H=20 m,
 - Masa: praznog – 2 t, punog – 85 t,
 - Protok nisko koncentrovanog rastvora etanola: 27 t/h
 - Koncentracija etanola u sirovini: 2.5 %
 - Temperatura: 35° C,
 - Protok desorpcionog gasa max 20 000 Nm³/h
 - Temperatura desorpcionog gasa: T=150°C
 - Masa dsorbenta: 80 t
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.12 Izmenjivači toplote

7.12.1 Oznaka na shemi IT-1

- Namena: Hlađenje nisko koncentrovanog rastvora etanola
- Osnovna svojstva:
 - Protok nisko koncentrovanog rastvora etanola 105 t/h
 - Količina razmenjene toplote: 3 750 000 Kcal/h,
 - $\Delta T=30^{\circ}$ C,
 - Medijum za hlađenje. voda,
 - Tip: pločast
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.12.2 Oznaka na shemi IT-2

- Namena: Hlađenje proizvedenog CO₂ u FFS
- Osnovna svojstva:
 - Protok CO₂. 2.5 t/L,
 - Količina razmenjene toplote: 12 500 Kcal,
 - $\Delta T= 25^{\circ}$ C,
 - Medijum za hlađenje vazduha,
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.12.3 Oznaka na shemi IT-3

- Namena: Hlađenje CO₂ osušenog u PSA-1
- Osnovna svojstva:
 - Protok CO₂: 2.5 t/L,
 - Količina razmenjene toplote: 12 500 Kcal,
 - $\Delta T= 25^{\circ}$ C,

- Medijum za hlađenje vazduha,
- Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.12.4 Oznaka na shemi IT-4

- Namena: Zagrevanje CO₂ u cilju desorpcije etanola
- Osnovna svojstva:
 - Protok do 20 000 Nm³/h
 - Količina razmenjene toplote: 1 200 000 Kcal,
 - ΔT= 150° C,
 - Medijum za zagrevanje vodene pare,
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.12.5 Oznaka na shemi IT-5

- Namena: Hlađenje smeše CO₂ i etanola
- Osnovna svojstva:
 - Protok do 20 000 Nm³/h,
 - Količina razmenjene toplote: 1 200 000 Kcal,
 - ΔT= 120° C,
 - Medijum za hlađenje vode,
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.13 Oznaka na shemi Kotao-1

- Namena: Proizvodnja vodene pare
- Osnovna svojstva:
 - Količina proizvedene vodene pare: 15 t/h
 - p=5 atm,
 - Gorivo: briketirani nerastvoreni ostatak,
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.14 Uređaj za sečenje i mlevenje LCM

7.14.1 Oznaka na shemi SIM-1

- Namena: Sečenje i mlevenje baliranog LCM
- Osnovna svojstva:
 - Protok LCM: 25 t/h,
 - Vлага LCM: max 10%,
 - Srednja veličina mlevenog LCM: 1-2 mm,
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema

specifikaciji proizvođača opreme
7.15 Silos

7.15.1 Oznaka na shemi SILO-1

- Namena: Skladištenje mlevenog LCM
- Osnovna svojstva:
 - Zapremina: 250 m³,
 - Oblik: cilindričan sa konusnim završetkom, Dc= 4.5m, Hc= 15.5m, Hk= 2.5m
 - Materijal: 304 SS,
 - Masa: praznog – 10.5t, punog – 300 t,
 - Termoizolacija,
 - Merno regulaciona oprema:
 - LIC
- Prikjucci:
 - Dovodi:
 - pneumo transportni vod za punjenje silosa,
 - komprimovanog suvog vazduha.
 - Odvodi:
 - vazduha,
 - komprimovanog vazduha.
- Ostalo:
 - Čelijski izuzimač prema odmernoj vagi,
 - Sistem za vibraciono pražnjenje,
 - Vazdušni ciklon,
 - Odmerna vaga kapaciteta: 5t,
 - Pužni dozator kapaciteta: 0-10t/h,
 - Otvor za čišćenje.

7.16 Kompresori i duvaljke

7.16.1 Oznaka na shemi KOMP-1

- Namena: Utečnjavanje osušenog CO₂
- Osnovna svojstva:
 - Protok osušenog CO₂: 2,5 t/h,
 - Temperatura : 20° C
 - Pritisak: 20 bar,
 - Tip: bez ulja
 - Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

7.16.1 Oznaka na shemi DV-1

- Namena: Recikliranje CO₂ namenjenog za desorpciju etanola
- Osnovna svojstva:

- Protok : do 20 000 Nm³/h,
- Nadpritisak: +0.3 bar
- Temperature: 35° C
- Konstrukcija, materijali, priključci, merno-regulaciona oprema prema specifikaciji proizvođača opreme

8. Specifikacija fizičko hemijskih svojstava medijuma u procesnim cevovodima

Specifikacija fizičko hemijskih svojstava medijuma u procesnim cevovodima prikazana je u tabeli 15.

Tabela 15: Specifikacija fizičko hemijskih svojstava medijuma u procesnoj opremi

<i>Oznaka cevovoda</i>	<i>Medium</i>	<i>Cčm %</i>	<i>T °C</i>	<i>ρ kg/m³</i>
C-1	70 % H ₂ SO ₄	-	50	1 610
C-2	H ₂ O	-	70	1 000
C-3	Reakciona smeša iz R-1	10	50; 70	1 610 1 250
C-4	Reakciona smeša iz R-1	4.5	70	1 250
C-5	Reakciona smeša iz R-1	4.5	70	1 250
C-6	Hidrolizat	-	60	1 220
C-7	Hidrolizat	-	60	1 200
C-8	33 % H ₂ SO ₄	-	60	1 250
C-9	Hidrolizat	-	60	1 220
C-10	CO ₂	-	25	1 290
C-11	H ₂ O	-	25	1 000
C-12	Rastvor monosaharida	-	45	1 020
C-13	Rastvor monosaharida	-	45	1 020
C-14	CO ₂	-	35	1.29
C-15	Nisko koncentrovani rastvor etanola	-	35	1 020
C-16	Nisko koncentrovani rastvor etanola	-	35	1 020
C-17	H ₂ O	-	25	1 000
C-18	CO ₂	-	25-150	1.29
C-19	CO ₂	-	25-150	1.29
C-20	Koncentrovani etanol	-	35	789
C-21	Koncentrovani	-	25	789

	etanol			
--	--------	--	--	--

9. Specifikacija merno-regulacione opreme u postrojenju za proizvodnju etanola

U tabeli 16 data je specifikacija merno-regulacione opreme u fabrici etanola.

Tabela 15: Specifikacija merno-regulacione opreme u fabrici etanola

<i>MRO</i>	<i>Tačnost %</i>
LIC	0.2
TIC	0.2
FIC	0.2
FIC Q	0.1
PIC	0.2
DI	0.2
AI	0.1

10. Specifikacija pumpi

Specifikacija procesnih pumpi data je u tabeli 17.

Tabela 17: Specifikacija procesnih pumpi

<i>Oznaka</i>	<i>Protok (t/h)</i>	<i>H (m)</i>	<i>Medium</i>	<i>Cevovod</i>
P-1	150	20	70 % H ₂ SO ₄	C-1
P-2	300	20	H ₂ O	C-2
P-3	500	12	Reakciona smeša iz R-1	C-3,4
P-4	150	10	Reakciona smeša iz R-1	C-5
P-5	150	12	Hidrolizat	C-7
P-6	150	12	H ₂ O	C-11
P-7	0.1	12	CO ₂	C-10
P-8	20	12	Hidrolizat	C-9
P-9	120	25	Rastvor monosaharid a	C-13
P-10	120	25	Rastvor monosaharid a	C-15

P-11	120	20	H ₂ O	-
P-12	50	10	Etanol	Punionica

11. Specifikacija glavnih cevovoda

Specifikacija glavnih cevovoda u fabrici etanola prikazana je u tabeli 18.

Tabela 18: Specifikacija glavnih cevovoda

<i>Oznaka</i>	<i>Medium</i>	<i>Protok (t/h)</i>	<i>Dimenzije Øxd (mm)</i>	<i>Materijal</i>
C-1	70 % H ₂ SO ₄	130	100x2	polipropilen, poliester (PP,PE)
C-2	H ₂ O	160	210x2	304 SS
C-3	Reakciona smeša R-1	500	270x3	PP, PE
C-4	Reakciona smeša R-1	500	270X3	PP, PE
C-5	Reakciona smeša R-1	140	150X2	PP, PE
C-6	Hidrolizat	140	150x2	PP, PE
C-7	Hidrolizat	140	150x2	PP, PE
C-8	33% H ₂ SO ₄	140	150X2	PP, PE
C-9	Hidrolizat	50	90x2	PP, PE
C-10	CO ₂	0.1	40X2	304 SS
C-11	H ₂ O	150	170X2	304 SS
C-12	Rastvor monosaharida	150	170x2	304 SS
C-13	Rastvor monosaharida	110	140x2	304 SS
C-14	CO ₂	2.5	220X3	304 SS
C-15	Rastvor etanola	110	140x2	304 SS
C-16	Rastvor etanola	110	140x2	304 SS
C-17	H ₂ O	100	100x2	304 SS
C-18	CO ₂	25	650X3	304 SS
C-19	CO ₂	25	650X3	304 SS
C-20	Etanol	5	40x2	304 SS
C-21	Etanol	50	110x2	304 SS

12. Otpadni materijali

U proizvodnji etanola ne pojavljuju se otpadni materijal.

Otpadne vode od pranja posuda i postrojenja ne zahtevaju posebnu obradu već se direktno odводе u kanalizacioni sistem i na deponiju.

13. Zaštita okoline i mere sigurnosti

Fabrika za proizvodnju etanola, sa aspekta mera sigurnosti, zaštite i očuvanja čovekove okoline, tehnološko-tehnički je zaokružen proces.

Proizvodnja etanola ovim postupkom, u pogledu zona opasnosti, spada u grupu proizvodnja koje ne zahtevaju posebne mere zaštite.

Fizičko-hemijska svojstva, opasnosti, rukovanje, mere zaštite na radu, upotreba lične i kolektivne zaštitne opreme i prve pomoći u slučaju opasnosti za korišćenje sirovine, energente, pomoćne fluide, međuproizvode i proizvode poznate su i koriste se u Rafineriji nafte Pančevo.

Posebnu pažnju treba obratiti pri rukovanju sa H_2SO_4 i etanolom.

14. Zahtevi u pogledu građevinskog zemljišta i građevinskog objekta

Sva procesna oprema, sem (SILO-1, SP-1.SP-2) zbog tehnološko-tehničkih zahteva mora se nalaziti u građevinskom objektu.

Potrebna površina građevinskog objekta od 2000 m². Fabrici je, takođe, potreban građevinski prostor od 2 000 m².