

**REKONSTRUKCIJA EKOLOŠKO TEHNOLOŠKOG SISTEMA ZA SAGOREVANJE FLUIDA U POGONU ZA PRIPREMU I TRANSPORT NAFTE I GASA****RECONSTRUCTION OF THE ECOLOGICAL TECHNOLOGICAL SYSTEM FOR THE COMBUSTION OF FLUIDS IN THE PLANT FOR THE PREPARATION AND TRANSPORTATION OF OIL AND GAS**Dušan Marić, Borislav Savković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

**Kratak sadržaj** – Cilj rekonstrukcije sistema za prikupljanje i spaljivanje fluida i izgradnjom visoke baklje u Pogonu za PITNIG Elemir jeste da se postignu visoki standardi očuvanja životne sredine i ekoloških sistema, uz značajne ekonomske i sigurnosne benefite.

**Ključne reči:** Rekonstrukcija, baklja, ekologija, ekološki sistemi, sagorevanje, gasovi

**Abstract** - The goal of the reconstruction of the fluid collection and burning system and the construction of a high flare in the PITNIG Elemir Plant is to achieve high standards of environmental protection and ecological systems, with significant economic and safety benefits.

**Keywords:** Reconstruction, torch, ecology, ecological systems, combustion, gases

**1. UVOD**

U okviru ovog rada izvršen je opis rekonstrukcije niske baklje u visoku baklju. Sam opis instalacije, procesi koji se dešavaju i način funkcionisanja baklje i njenih delova. Prednosti koje donosi u odnosu na nisku baklju i benefite sa aspekta ekoloških sistema i zaštite životne sredine.

Životna sredina ili čovekova okolina predstavlja sve ono što nas okružuje, odnosno sve ono sa čime je direktno ili indirektno povezana čovekova životna i proizvodna aktivnost [1,2].

Zagađenje životne sredine jeste unošenje zagađujućih materija ili energije u životnu sredinu, izazvano ljudskom delatnošću ili prirodnim procesima koje ima ili može imati štetne posledice na kvalitet životne sredine i zdravlje ljudi [3-6].

**2. POGON „PITNIG“ ELEMIR**

Pogon za PITNIG Elemir projektovan je za preradu i pripremu prirodnog gasa, gasnog kondenzata i sirovog gazolina. Sirovine u pogonu za proizvodnju TNG i gazolina su prirodni gas, gasni kondenzat i sirovi gazolin. Postrojenje je izgrađeno 1963. godine, kasnije rekonstrukcije obuhvatale su i domaću opremu i izgradnja se izvodila na osnovu zakonske regulative naše zemlje,

**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Borislav Savković, vanr. prof.

slika 1. Postrojenje bez nekih posebnih popravki radi sve do danas [7].



Slika 1. Skladište „PITNIG“ Elemir

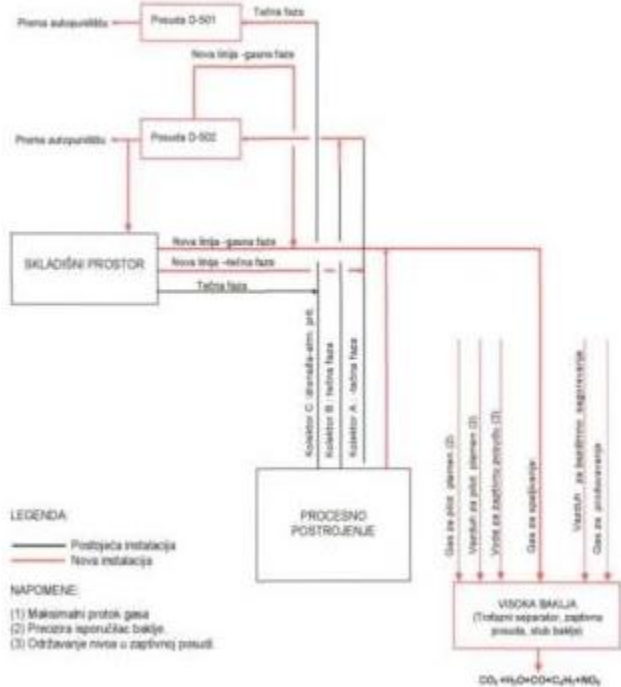
Proizvodni program Pogona za PITNIG Elemir čine: pripremljeni prirodni gas koji se direktno otprema u distributivnu mrežu, propan, n-butan, i-butan, debutanizirani gazolin.

Procesno postrojenje radi 350 dana u toku godine. Pogon raspolaže sa potrebnom električnom energijom, instrumentalnim vazduhom, pripremljenom vodom i gorivim gasom za odgovarajuću opremu i objekte. Proces pripreme prirodnog gasa i proizvodnje TNG i gazolina u pogonu za PITNIG Elemir čine šest tehnoloških operacija: separacija, dehidracija, apsorpcija, desorpcija, destilacija i rektifikacija. Uzroci koji najčešće dovode do poremećaja tehnološkog procesa, a samim tim i potrebe za postojanjem sistema za prikupljanje i spaljivanje procesnih fluida na baklji su [7,8]:

- Nestanak električne energije,
- Otkaz na merno regulacionoj opremi ili procesnim uređajima,
- Gašenje procesne peći,
- Promena kvaliteta, protoka ili pritiska ulaznog gasa, ili gasnog kondenzata u kraćem vremenskom periodu.

Problem rasterećenja i sagorevanja tečnih i gasovitih ugljovodonika na niskoj baklji – grabi, koja je po današnjim standardima neprihvatljiva sa aspekata ekologije, industrijske bezbednosti i tehnologije, se rešava na način da se gasna faza usmerava na sagorevanje na savremenoj visokoj baklji, a sva tečna faza se prikuplja, skladišti i čuva za kasniju preradu, a postojeća linija koja ide prema niskoj baklji-grabi se ukida, a samim tim se ukida i niska graba-baklja.

Rekonstrukcija i proširenje sistema za sakupljanje i spaljivanje fluida u Pogonu PITNIG Elemir treba da obezbedi ekološke, ekonomske i sigurnosne zahteve, a to će se postići odvajanjem gasne i tečne faze i izgradnjom visoke baklje za spaljivanje gasova, slika 2.



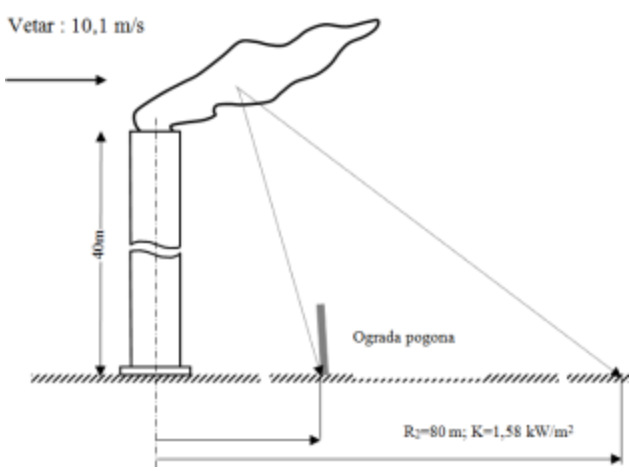
Slika 2. Rekonstruisani sistem-visoka baklja

### 3. VISOKA BAKLJA

Da bi se odredila moguća lokacija baklje neophodno je sa dovoljnom tačnošću odrediti dimenzije baklje i zone intenziteta toplotnog zračenja, slika 3.

Prečnik baklje je dimenzionisan na osnovu maksimalnog protoka gasa koji u vanrednim situacijama može doći na baklju. Određivanje maksimalnog protoka gasa zasniva se na analizi procesa (kapacitet, radni uslovi i dr.) i situacijama kada može doći do povećanog protoka gasa u sistemu baklje (nestanak električne energije, prestanak protoka rashladne vode itd.).

Visina baklje se izračunava na osnovu dozvoljenog intenziteta toplotnog zračenja prihvatljivog za ljude i opremu, slika 4.



Slika 3. Prikazani su intenziteti toplotnog zračenja i odgovarajući radijusi



Slika 4. Ispuštanje viška gasova na visokoj baklji

Sastav gasa je jedan od bitnih faktora od koga direktno zavisi ogreivna vrednost smese gasa koji sagoreva na vrhu baklje. Što je veća ogreivna vrednost gasa to su i radijusi zahtevanih sigurnosnih vrednosti intenziteta toplotne radijacije veći.

Aktuelni sastav gasa, koji ulazi u postrojenje kao sirovina, ima veliki sadržaj ugljendioksida koji smanjuje ogreivnu vrednost gasa, tabela 1.

Tabela 1. Karakteristike ulaznih sirovina

Карактеристике улазних сировина :

ПРИРОДНИ ГАС	
Компонента	% мол.
Метан	74,88
Етан	4,91
Пропан	2,29
n-Бутан	0,88
изо-Бутан	0,75
n-Пентан	0,26
изо-Пентан	0,30
хексани +	0,12
Угљен-диоксид	12,61
Азот	3,00
средња молекуларна тежина g/mol	22,34
густина у односу на ваздух	0,771
топлотна вредност kJ/m <sup>3</sup>	33 186

### 4. RAZLOG REKONSTRUKCIJE NISKE BAKLJE

Tečna i gasna faza su se do sada spaljivali u grabi (jami) nedaleko od postrojenja. Pri spaljivanju tečne faze javljao se veliki oblak crnog dima. Sa druge strane gubila se značajna količina tečnog proizvoda, slika 5.

Da bi se ovo izbeglo, tečna faza (operacije pri remontu postrojenja) se šalje gravitaciono u ukopane rezervoare, (u zavisnosti od pritiska pare tečne faze) D-501 (atmosferski rezervoar), čiji se sadržaj dalje odvozi cisternom u rafineriju na dalju obradu i u posudu D-502 (rezervoar pod pritiskom) čiji se sadržaj ponovo vraća pumpom P-502 u sirovinske rezervoare D-27B i D-27C, a iz njih

kasnije u procesno postrojenje na preradu i proizvodnju TNG i gazolina.

Parna faza, preko cevovoda, koji je priključen za svaku posudu, u kojoj se nalazi parna faza, šalje se u kolektor baklje, (ukoliko dođe do povećanja pritiska iz bilo kog razloga i preti da ugrozi posudu), i dalje prema separatoru para tečno - nadzemna posuda D-503. Iz nadzemne posude gas ulazi u tzv. zaptivnu posudu D-504, prolazi kroz sloj vode (vodeni zaptivač) i odlazi na vrh baklje gde se spaljuje. Iz posude D-503 tečna faza se pumpom P-504 vraća u ukopanu posudu D-502 i dalje ponovo na obradu u postrojenje.

Ovom instalacijom postiže se sledeće:

- tečna faza se sakuplja i vraća u proces,
- sprečava se emisija gasova preko sigurnosnih ventila, koji bi dalje mogli da formiraju eksplozivni oblak, već se sagorevaju u eksplozivno neaktivne proizvode.

Dakle, ugrađena oprema je sledeća:

- Posude: D-501, D-502, D-503, D-504
- Odgovarajuća instrumentacija; merači nivoa: pritiska, temperature, sa odgovarajućim alarmima,
- Pumpe: P-502, P-503A/B (radna i rezervna),
- Stub baklje: B-501 opremljen pilotima.



Slika 5. Niska baklja-graba

## 5. INSTALACIJA VISOKE BAKLJE

**Stub visoke baklje B-501**(1), slika 6.

Namena: Bezdimno sagorevanje ugljovodonika, putem dodatnog uduvavanja "viška vazduha".

Procenjeni prečnik (mm): 258,

Procenjena visina (m): 40,

Materijal: ugljenični čelik, vrh baklje-neršajući čelik.



Slika 6. Visoka baklja

**Posude**, slika 7 i 8.

### D-503

Namena: Separator.

Zapremina (m<sup>3</sup>): 10,

Radni pritisak (bar): 0,1 do 2,

Projektni pritisak (bar): 6,

Radna temperatura (°C): -30 do 200,

Projektna temperatura (°C): 250,

Prečnik D (mm): 1600,

Dužina L (mm): 4830,

Materijal: ugljenični čelik.



Slika 7. Posuda D-503 (horizontalni separator gas-tečnosti)

### D-504

Namena: Zaustavljač plamena.

Zapremina (m<sup>3</sup>): (2),

Radni pritisak (bar): 0 do 0,34,

Projektni pritisak (bar): 6,

Radna temperatura (°C): -30 do 200,

Projektna temperatura (°C): 250,

Prečnik D (mm): (1),

Dužina L (mm): (2,5),

Materijal: ugljenični čelik.



Slika 8. Posuda D-504 (zaptivna posuda)

### Pumpe

#### P-503 A/B

Namena: Prepumpavanje iz posude D-503 u posudu D-502.

Tip: centrifugalna - horizontalna,

Protok (m<sup>3</sup>/h): 25,

Pritisak na potisu (bar): 8,5,

Radna temperatura: (°C): -30 do 200,

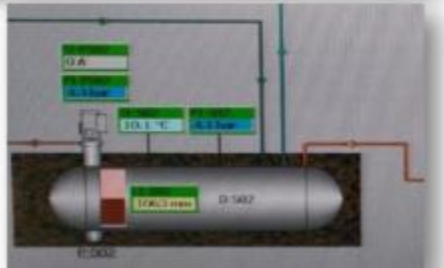
Snaga (kW): 14,6.

#### D-502, slika 9.

Daljinsko merenje nivoa, temperature, pritiska,

Alarmi nivoa, temperature, pritiska,

Uključivanje/isključivanje pumpe.



Slika 9. Ukopani drenažni rezervoar

## 6. OPIS REKONSTRUKCIJE EKOLOŠKO TEHNOLOŠKOG SISTEMA ZA SAGOREVANJE FLUIDA

Rekonstrukcija i proširenje instalacije obuhvata sledeće:

- Ukidanje niske baklje (grabe): razdvajanje kolektora A (kolektor gasne ugljovodonične faze), kolektora B (kolektor tečne ugljovodonične faze) i linije niske baklje (grabe).
  - Kolektor A (kolektor gasne ugljovodonične faze) se povezuje na novi glavni kolektor ka visokoj baklji, namenjenoj za kontrolisano i ekološki prihvatljivo sagorevanje isključivo gasne ugljovodonične faze.
  - Kolektor B se povezuje sa novim ukopanim rezervoarom za prikupljanje i privremeno skladištenje tečne ugljovodonične faze. Sakupljena tečna faza se pumpom prebacuje u postojeće sirovinke rezervoare odakle se kasnije vraća u procesno postrojenje na preradu. Na ovaj način se ukida spaljivanje tečne faze.
  - Povezivanje kolektora C, koji je pod atmosferskim pritiskom, sa novom posudom D-501 za prikupljanje drenažnih negorivih fluida. Prikupljeni fluidi se iz posude transportuju autocisternom dalje na preradu.
  - Uvođenje novog glavnog kolektora za prikupljanje gasne faze na koji se priključuje postojeći kolektor A gasna faza iz posude i gasna faza ulaznog trofaznog separatora. Gas se iz glavnog kolektora uvodi u separator gde se eventualno kondenzuje voda i ugljovodonični koji se pumpom transportuju u posudu (sakupljanje tečne faze i sprečavanje njenog spaljivanja).
- Gasna faza iz trofaznog separatora prolazi kroz zaptivnu posudu. Pilot plamen na vrhu stuba baklje pali gas koji dalje sagoreva. Zaptivna posuda je napunjena vodom do određenog nivoa i njena je osnovna uloga da spreči povrat plamena u kolektorski sistem baklje. Ubacivanjem vazduha u struju stuba baklje obezbeđuje se bezdimno sagorevanje. U glavni kolektor baklje se ubacuje loživi gas čija je osnovna uloga da sistem bude stalno pod nad pritiskom.

Takođe, u stub baklje se ubacuje loživi gas koji sprečava prodor kiseonika i stvaranje eksplozivne smeše.

## 7. TEHNOLOGIJA TRETIRANJA SVIH VRSTA OTPADNIH MATERIJAMA

Glavni cilj rekonstrukcije starog sistema za prikupljanje i spaljivanje fluida jeste upravo smanjenje emisije štetnih gasova nastalih sagorevanjem.

Pošto je ovim projektom predviđen sistem za prikupljanje tečne ugljovodonične faze koji će omogućiti da se i tečni naftni gasovi (propan, n-butan, i-butan, njihove smeše) prikupe i sačuvaju u rezervoarskom prostoru, potreba za spaljivanjem ovih produkata i poluprodukata je svedena samo na njihovu gasnu fazu, što predstavlja značajan ekološki napredak u odnosu na postojeće stanje u kome nije moguće sačuvati navedene tečne naftne gasove, pa ih je neophodno spaljivati kompletno (i tečnu i gasnu fazu) prilikom svakog rasterećenja procesnog postrojenja.

S obzirom da se sagorevanje gasne faze dešava uz priliv kiseonika iz okolnog vazduha i da se dodavanjem „viška vazduha“ pomoću uduvanja dodatne količine vazduha pomoću ventilatora, kojim se omogućava bezdimno sagorevanje, ne očekuje se značajno aerozagađenje nakon spaljivanja procesnih fluida iz procesa.

### 7.1. Zaštita vode i zemlje od zagađenja

Zemljište i voda su zaštićeni od zagađenja u slučaju akcidenta, jer će drenažne posude biti ukopane u vodonepropusnoj betonskoj tankvani. Verovatnoća procurivanja rezervoara tečne faze i kondenzata je jako mala - oko  $10^{-5}$ .



Slika 10. Zagađenost reka otpadnim vodama

### 7.2. Tretiranje čvrstog otpada

Prilikom intervencija na održavanju opreme, manjih ili većih curenja iz i pored rezervoara, pumpi za utakanje i istakanje i sl, generisaće se određena količina čvrstog otpada koji ima svojstva opasnog otpada, slika 11. Sa ovom vrstom otpada, postupaće se na adekvatan način. Za sve navedene aktivnosti sa otpadom koji ima svojstva opasnog otpada, obaveza je Nosioca projekta da izvrši njegovo pravilno odlaganje i karakterizaciju i kategorizaciju od strane ovlašćenih i nadležnih institucija pre bilo kakvog drugog postupanja sa njim. Muljevi i čvrsti otpad se ne tretiraju na predmetnom lokalitetu. Mulj i opasni čvrsti otpad iz svih posuda u sistemu Visoke baklje se cisternom transportuje van kruga Pogona za PITNIG Elemir u rezervoar tehnološke kanalizacije (RTK) na Sabirnu stanicu SS-1 Elemir.



Slika 11. Čvrsti otpad

## 8. UTICAJ REKONSTRUKCIJE NA ŽIVOTNU SREDINU U TOKU REDOVNOG RADA POGONA

Kompleks Pogona za PITNIG je sa dugogodišnjom tradicijom u proizvodnji tečnog naftnog gasa. Prateći zahteve zaštite životne sredine, rekonstrukcijom pogona za prikupljanje i spaljivanje procesnih fluida želelo se postići smanjenje emisije ugljovodoničnih gasova nastalih sagorevanjem, a time i poboljšanje stanja životne sredine i zaštita zdravlja okolnog stanovništva.

Poboljšaće se proces sagorevanja (povećati mogućnost potpunog sagorevanja frakcija gasne faze) i smanjiti količina emitovanog ugljen-monoksida. Efekat zaštite okruženja u rekonstrukciji sistema za razdvajanje kolektora gasne i tečne faze je poboljšanje kvaliteta vazduha smanjenjem emisije isparljivih organskih komponenti koje, između ostalog, učestvuju u stvaranju troposferskog (prizemnog) ozona.

### 8.1. Uticaj na promenu ekosistema

Rekonstrukcija sistema za prikupljanje i spaljivanje fluida vrši se unutar proizvodnog kompleksa Pogona za PITNIG Elemir u okviru kojeg postoji već dugi niz godina sistem sa istom namenom. Na samom prostoru pogona nema biljnih i životinjskih vrsta, ali u široj okolini su identifikovane mnoge retke i ugrožene biljne i životinjske vrste. Svako narušavanje i degradacija prostora dovelo bi u pitanje opstanak živog sveta te stoga treba posebno obratiti pažnju na merenje emisije produkata sagorevanja kao i sprečavanja kontaminacije zemljišta i podzemnih voda da ne bi bilo negativnog uticaja na staništa prirodnih retkosti.

## 9. ZAKLJUČAK

Rekonstrukcijom sistema za prikupljanje i spaljivanje fluida i izgradnjom visoke baklje u Pogonu za PITNIG Elemir postignuti su visoki standardi očuvanja životne sredine i ekoloških sistema, uz značajne ekonomske i sigurnosne benefite.

Realizacijom projekta su zadovoljeni najviši evropski standardi ekološke zaštite, a resursi koji su se ranije spaljivali na staroj niskoj baklji (tečni ugljovodonični i tečni naftni gasovi) se danas razdvajaju od gasova koji idu na sagorevanje, čuvaju i skladište u prihvatnim posudama i rezervoarima, odakle se kasnije vraćaju u proces, tj. prerađuju u krajnje proizvode proizvodnog postrojenja. Ovakav način prikupljanja tečnih fluida u zatvorenom sistemu minimizuje rizike od zagađenja zemljišta i

podzemnih voda, i povećava bezbednost rafinerijskih procesa.

Na sagorevanje danas ide samo gasna faza, pri čemu se sagorevanje obavlja bezdimno na visokoefikasnim gorionicama visoke baklje, što sve u značajnoj meri minimalizuje emisije štetnih materija u vazduhu i obezbeđuje malo toplotno zračenje.

## 10. LITERATURA

- [1] PIK GROUP d.o.o.  
<https://www.pikgroup.rs/blog/zastita-zivotne-sredine/82/> (pristupljeno u oktobru 2023.)
- [2] Zaštita životne sredine, ekologija knjige Marije Brenan  
<https://sr.wikipedia.org/sr> (pristupljeno u oktobru 2023.)
- [3] <https://www.dropbox.com/s/kz0zufp8nqj7pzh/Seminar%20ski%20rad%20-> (pristupljeno u oktobru 2023.)
- [4] Socijalna ekologija kompendijum Banja Luka  
<https://www.scribd.com/doc/256349018/> (pristupljeno u oktobru 2023.)
- [5] Ekologija zagađene sredine  
<https://www.dropbox.com/s/30zb0k92jrmzh6t/Seminar%20ski> (pristupljeno u oktobru 2023.)
- [6] <https://www.seminarski-diplomski.co.rs/BIOLOGIJA/Biologijaseminarski.html> (pristupljeno u oktobru 2023.)
- [7] Projektovanje infrastrukture NIS <https://ntc-nis.rs/nase-usluge/projektovanje-infrastrukture/> (pristupljeno u oktobru 2023.)
- [8] Rafinerija gasa Elemir  
<https://www.scribd.com/document/-Rafinerija-Gasa-Elemir-Finalna-Verzija> (pristupljeno u oktobru 2023.)

### Kratka biografija:



**Dušan Marić** rođen je u Novom Sadu, 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Proizvodno mašinstvo odbranio je 2023. godine.

kontakt: [maricdusan98@gmail.com](mailto:maricdusan98@gmail.com)



**Borislav Savković** rođen je u Novom Sadu 1982. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2015. god., a od 2021 je u zvanju vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja su procesi obrade skidanjem materijala, simulacije kao i ekološko tehnološki sistemi.