

## Primena komprimovanog prirodnog gasa i mešanog gasa (kao alternativno gorivo) u fabrici konditorskih proizvoda

**R**adom je prikazana instalacija komprimovanog prirodnog gasa (engl. CNG, od engl. Compressed natural gas) i instalacija mešanog gasa (engl. SNG, od Synthetic natural gas) za potrebe tehnoloških potrošača u proizvodnji konditorskih proizvoda i grejanja poslovnog i kancelarijskog prostora.

Fabrika je koristila TNG (propan-butan gas) pri čemu je prosečna potrošnja iznosila oko 350 kg/h.

Izvedena instalacija komprimovanog prirodnog gasa je kapaciteta  $2 \cdot 600 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Potrošači su ovim prešli na jeftinije i bezbednije gorivo CNG, a TNG se zadržao kao rezervni energent. Međutim, da bi se omogućio brz i jednostavan prelaz sa osnovnog na rezervni energent i obrnuto bez zastoja u proizvodnji i bez podešavanja parametara na gasnim rampama i gorionicima, izvedena je instalacija mešanog gasa koja omogućava mešanje TNG-a sa vazduhom kako bi se dobio gas istog Vobe-indeksa sa prirodnim gasom.

Instalacija mešanog gasa zadržava veći deo postojeće instalacije TNG-a (pretakalište, skladišne rezervoare, isparivače), a umesto redukcione stanice se uvodi injektorska mešačka stanica opremljena potrebnom pumpnom stanicom i pripadajućom armaturom.

Mešani gas, kao rezervni energent, ima i prednosti u odnosu na ostale komercijalne energente, a to su:

- jednostavan i brz prelazak sa osnovnog na rezervni energent i obrnuto
- prelazak sa prirodnog gasa na mešani gas se vrši bez podešavanja parametara na gorionicima uz zadržavanje optimalnog procesa sagorevanja,
- omogućava zalihu i korišćenje alternativnog goriva u kritičnim vremenima kada nema dovoljno prirodnog gasa.

### I. Opis i princip rada instalacije komprimovanog prirodnog gasa

Instalacija CNG-a sastoji od sledećih sastavnih delova:

- rezervoarskog prostora tj. pokretnih platformi svaka kapaciteta  $2520 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , koje su sa MRS-CNG povezane visokopritisnim crevima za komprimovani prirodni gas,
- merno-regulaciona stanica MRS-CNG kapaciteta  $2 \cdot 600 = 1200 \text{ Nm}^3/\text{h}$  prirodnog gasa
- izlaznog razvodnog gasovoda koji gas iz MRS-CNG trans-

portuje do potrošača

Rezervoarski prostor (pokretne platforme) za gas pod visokim pritiskom sastavljene su od cilindričnih boca koje formiraju dve ili više baterija boca smeštene na kamionsku poluprikolicu.

Tabela 1. Karakteristike pokretnih platformi

Karakteristika	Vrednost
Ukupna zapremina	156 boca · 90 l = 14040 l → 3510 Nm <sup>3</sup> /h
Ispitni pritisak	300 bar
Radni pritisak	250 bar

Na lokaciji su uvek predviđene dve pokretne platforme u cilju obezbeđenja kontinualnog rada bez zastoja u snabdevanju potrošača.

Merno-regulaciona stanica za CNG je sledećih karakteristika

- tip stanice: dvolinijska dvostepena regulaciona stanica
- kapacitet:  $Q_{\max} = 2 \cdot 600 = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$  prirodnog gasa
- opseg vrednosti ulaznog pritiska:  $p_{ul} = 15 \div 200 \text{ bar}$
- opseg vrednosti pritiska posle prvog stepena redukcije pritiska  $p_2 = 6 \div 8 \text{ bar}$
- opseg vrednosti pritiska posle drugog stepena redukcije pritiska :  $p_{izl} = 1 \div 2 (1,4) \text{ bar}$

U stanici se vrši prijem gasa iz pokretnih platformi, zagrevanje gasa, dvostepena redukcija pritiska, i merenje protekle količine gasa.

Redukcija pritiska vrši se u regulacionoj liniji opremljenom sledećom opremom:

- blokadnim ventilom visokog pritiska
- zagrejačem gasa
- regulatorom visokog pritiska – prvi stepen redukcije,
- regulatorom srednjeg pritiska – drugi stepen redukcije,
- ventilima sigurnosti posle svakog stepena redukcije.

Blokadni ventil visokog pritiska ima ulogu prekida dotoka gasa u stanicu u sledećim slučajevima:

- usled nestanka električne energije,
- usled niske temperature gasa ili temperature vode u zagrejaču gasa,
- usled aktiviranja tastera za nužno isključenje instalacije.

Zbog sprečavanja pojave Džul-Tompsonovog efekta ( $0,4 \text{ }^\circ\text{C} / 1$

bar redukcije) gas se pre prvog stepena regulacije dogreva u zagrejaču gasa. Zagrejači gasa se izvode sa integrisanim električnim grejačima u Ex izvedbi snage  $6 \cdot 4,5 = 27 \text{ kW}$ , a kao medijum za prenos toplote koristi se voda sa dodatkom sredstava za snižavanje temperature smrzavanja do  $-30 \text{ °C}$ .

Nakon dogrevanja vrši se regulacija pritiska u prvom i drugom stepenu redukcije kojim se pritisak gasa reguliše na vrednost potrebnu za nesmetan rad gasnih potrošača koji u ovom slučaju iznosi 1,4 bar. Svaki stepen redukcije pritiska zaštićen je ventilima sigurnosti, kao i potrebnom mernom armaturom (manometri i termometri).

Merna linija u MRS-CNG opremljena je rotacionim meračem protoka prirodnog gasa tip RVG, nazivnog otvora DN100 PN16, klase protoka G-250 čiji je meri opseg  $2,5 \div 400 \text{ m}^3/\text{h}$  na atmosferskom pritisku, proizvod "Elster" - Nemačka. Kapacitet merača na apsolutnom radnom pritisku  $1,01325 + 1,4 = 2,41325$  iznosi  $6,03$  do  $965,3 \text{ m}^3/\text{h}$ . Takođe, zbog preciznosti očitavanja predviđen je elektronski korektor pritiska i temperature model EK 220.

U slučaju remonta merača protok gasa se preusmerava kroz

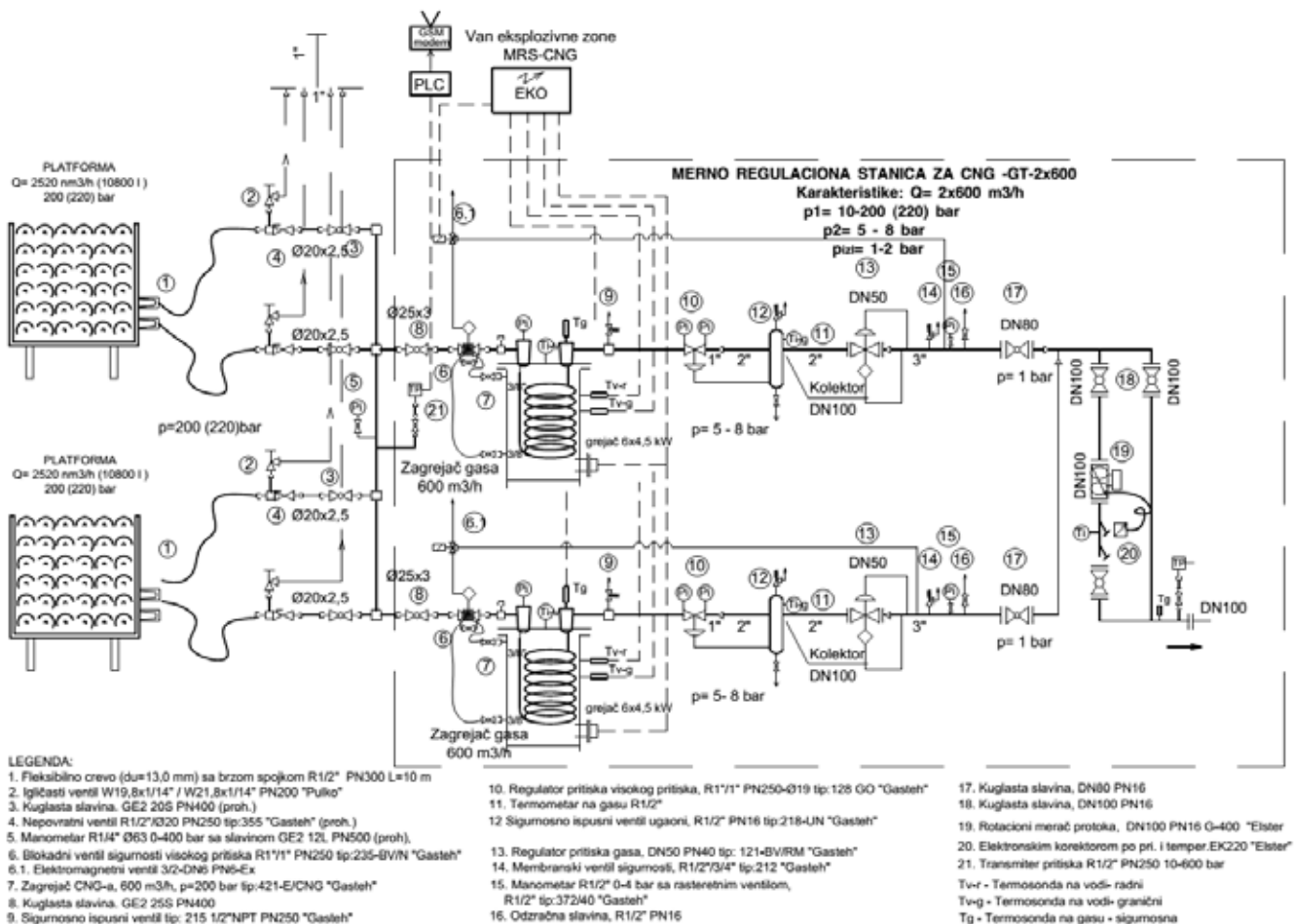
obilazni vod koji je u normalnom radu zaključan i plombiran, kako bi se mogući zastoji u proizvodnji sveli na najmanju moguću meru.

U elektro delu predviđen je SMS sistem za daljinsko javljanje pritiska gasa na ulazu u CNG stanicu (količina gasa) i signalizacija minimalno zadatog pritiska u platformi i trajlerima

Transmitter pritiska u Ex izvedbi koji je preko jednokanalne barijere povezan za PLC koji čita vrednost ulaznog pritiska. PLC je povezan sa GSM modemom i po zahtevu putem SMS-a javlja distributeru trenutni pritisak na ulasku u CNG stanicu i signalizira zadati minimalni pritisak (količinu gasa).

Od MRS-CNG gasovod  $\text{Ø}114,3 \text{ mm}$  će se voditi podzemno do postojeće IRS u kojoj će se izvršiti priključenje na postojeći razvodni gasovod ka potrošačima.

Merno-redukciona stanica postavlja se u metalnu kućicu veličine  $3,3 \cdot 1,35 \cdot 2,0$  na betonskom temelju, propisno uzemljena.



Slika 1: Tehnološka šema merno regulacione stanice za CNG

## II. Opis i princip rada instalacije mešanog (propan butan-vazduh) gasa

Instalacija mešanog gasa se sastoji od:

- rezervoarskog prostora za propan butan koji čini dva nadzemna rezervoara zapremine  $2 \cdot 100 \text{ m}^3$  - postojeći,
- pumpna stanica za obezbeđenje pritiska gasa neophodnog za pravilno mešanje,
- isparivačko mešačke stanice u daljem tekstu IRMS – zadržava se postojeća isparivačka stanica, a dograđuje se mešačka stanica,
- nadzemnog gasovoda od IRMS do gasovoda kojim se transportuje CNG.

Isparivačko redukciono-mešačka stanica (max. kapaciteta 600 kg/h isparenog gasa), je dvolinijska i i biće smeštena u postojeću isparivačko redukcionu stanicu.

Sastoji se od:

- isparivačke stanice koja sadrži tri postojeća električna isparivača,
- regulaciono mešačke stanice.

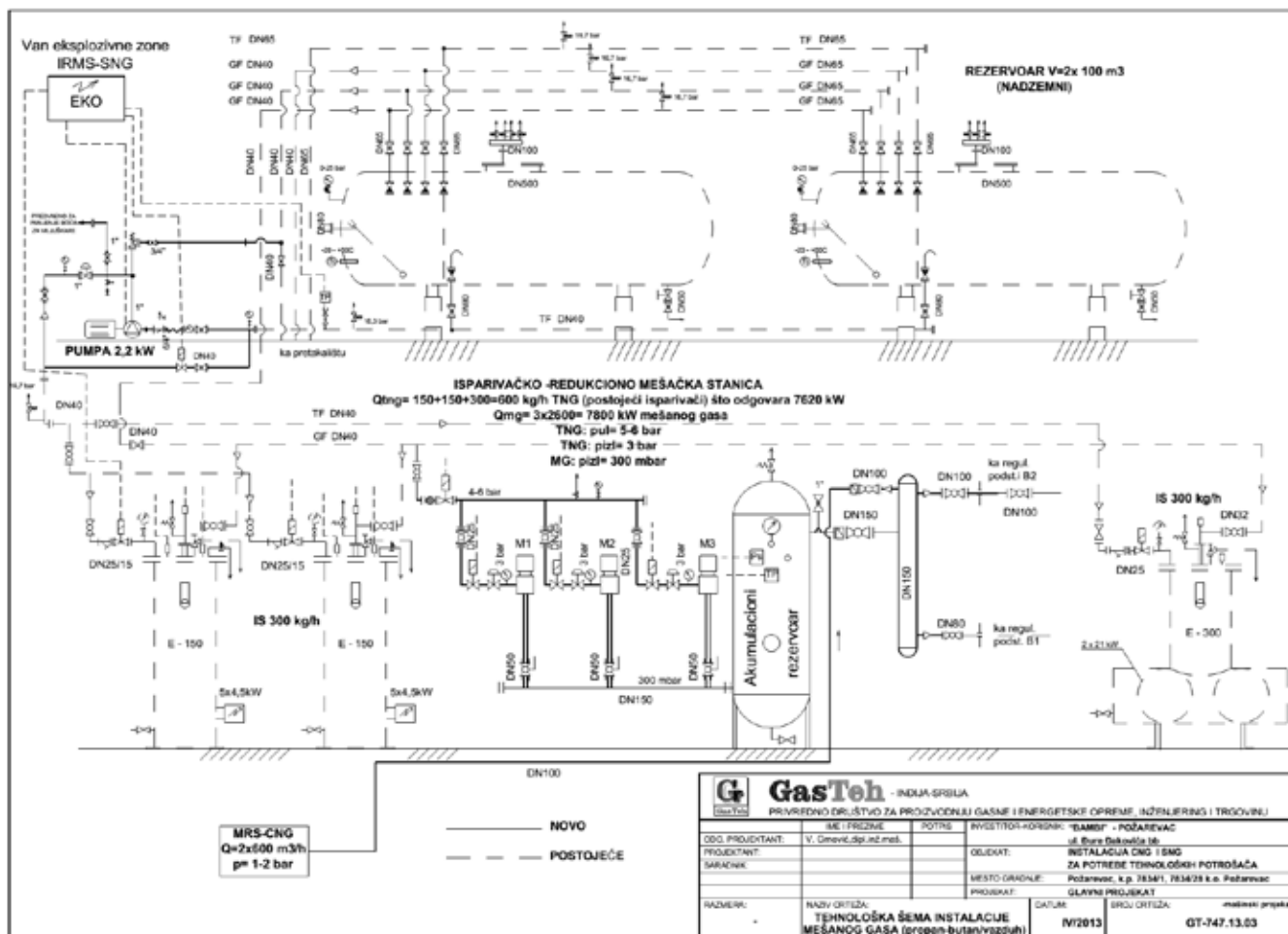
Zadatak IRMS je da izvrši redukciju pritiska, mešanje isparenog

TNG-a sa vazduhom u strogo propisanom odnosu i skladištenje mešanog gasa u akumulacionom rezervoaru.

**Isparivačka stanica** - Isparavanje TNG će se vršiti u postojećim električnim isparivačima (proizvodnje Gasteh, Indija, tip: 423/E, kapaciteta  $2 \cdot 150 \text{ kg/h} + 300 \text{ kg/h} = 600 \text{ kg/h}$ ). Na isparivačima od 150 kg/h izvršena je rekonstrukcija ulaznog cevovoda tečne faze, koja podrazumeva demontažu mehaničkih zaustavljača tečne faze gasa i montaža elektro magnetnih ventila u Ex izvedbi na ulazu tečne faze u isparivače, montaža termosondi PT100 na gasu i vodi čime se obezbeđuje automatsko upravljanje radom isparivača zasnovano na regulaciji temperature.

Merenje trenutnih temperatura gasa i vode u isparivaču se izvodi PT100 sondama (Sg i Sv). Ukupno ih je tri, i to: dve koje mere temperaturu grejnog medijuma - vode (jedna radna i druga granična (sigurnosna)) i jedna koja meri temperaturu samog gasa.

Signal sa sonde se vodi do kontrolera temperature koji direktno upravlja radom električnih grejača i elektro magnetnog ventila na ulazu tečne faze u isparivač. Ukoliko nije postignuta adekvatna temperatura grejnog medijuma, gasa ili dođe do nestanka električne energije elektromagnetni ventil zatvara dotok gasa u isparivač.



Slika 2: Tehnološka šema instalacije mešanog gasa

**Regulaciono - mešačka stanica** sastoji se od:

- redukcione linije,
- mešača injektorskog tipa,
- akumulacionog rezervoara,
- potrebne armature i cevovoda.

RMS je proizvodnje Gasteh, Indija, sledećih karakteristika:

- kapacitet isparivača TNG-a  
 $Q = 150 + 150 + 300 = 600 \text{ kg/h}$
- donja toplotna moć mešanog gasa  $H_{dmgas} = 51.000 \text{ KJ/m}^3 \pm 5\%$
- ulaz gasne faze TNG-a DN25,  $p_{ul} = 5 \div 6 \text{ bar}$ ,
- izlaz gasne faze TNG-a DN25,  $p_{izl} = 3 \text{ Bar}$ ,
- izlaz mešanog gasa DN50,  $p_{izl} = 300 \text{ mbar}$

Kapacitet regulaciono-mešačke stanice  $Q=3 \cdot 2600 = 7800 \text{ kW}$  je adekvatan potrošnji prirodnog gasa  $Q_{pg} = 3 \cdot 290 = 870 \text{ m}^3/\text{h}$ . Za ostvarenje tog kapaciteta i izlaznog pritiska 300 mbar potrebno je da TNG bude kvaliteta po SRPS-u (propan min. 35%, butan 65%).

Regulaciono-mešačka stanica opremljena je automatikom, zapornom, regulacionom i sigurnosnom opremom, akumulacionim rezervoarom za mešani gas i smeštena je na sopstveni nosač. Redukciona linija je opremljena: filterom za gas, EMV, regulatorom pritiska, a ima funkciju da ulazni pritisak gasne faze TNG-a  $p_1 = 5 \div 6 \text{ bar}$  redukuje na  $p_2 = 3 \text{ bar}$ .

Mešač je injektorskog tipa proizvodnje Gasteh, Indija, tip 751 i spada u grupu mešača koji obebeđuju potpunu sigurnost i bezbednost u radu uređaja, jer sprečava stvaranje eksplozivne smeše propan butan gas - vazduh, u granicama eksplozivnosti ( $2 \div 9,5\%$ ). To se obebeđuje na taj način što radi na principu injektovanja vazduha u struju gasne faze propan butana. Gasna faza, prolazeći kroz Venturijevu cev stvara podpritisak neophodan za usisavanje potrebnih količina vazduha za stvaranje smeše TNG-a i vazduha, odnosno - MEŠANOG GASA.

Na ovaj način, smeša mešanog gasa je u traženim granicama, a eventualno može biti samo bogatija TNG-om, koji ne može da injektuje toliku količinu vazduha, sa kojom bi stvorio eksplozivnu smešu.

Sistem za mešanje propan butana i vazduha, poseduje sledeće karakteristike:

- obebeđuje potpunu sigurnost i bezbednost u radu,
- fleksibilan je u radu, tj. može koristiti razne tipove TNG-a (propan, butan, mešavine propana i butan-a),
- ostvaruje preciznu regulaciju odnosa gasa i vazduha, nezavisno od zahteva pot-rošača,
- radi sa širokim opsegom izlaznih pritisaka,
- poseduje širok obim kapaciteta, iz razloga pokrivanja promenljivih zahteva potrošača,
- lako se montira i podešava na radne uslove.

Akumulacioni rezervoar je sa mešačem povezan cevovodom DN150. Njegova geometrijska zapremina iznosi  $1 \text{ m}^3$ , a namenjen je za akumulaciju mešanog gasa. Izlazni vod mešanog gasa je  $\varnothing 168,3$  (sa kuglastom slavinom i nepovratnom klapnom DN150), gasovod se spaja sa izlaznim vodom iz MRS-CNG. MRS se postavlja u postojeći

zidani objekat IRS.

Pumpna stanica služi za usis tečne faze gasa iz rezervoara i potiska ka IRMS, iz razloga obezbeđenja kontinualnog ulaznog pritiska u redukciono-mešačku stanicu.

Izabrana je klipna pumpa:

- tip: DL 12CD3A, proizvođač: Corken USA
- kapacitet pretakanja: 40 l/min
- izlazni pritisak:  $P = 1,5 \div 5,2 \text{ bar}$
- snaga elektromotora:  $p = 2,2 \text{ kW}$
- broj obrtaja :  $n = 2880 \text{ min-}$
- prir.priključci: DN40 (1 1/2")

U kompletu pumpne stanice nalazi će se :

- usisna grana sa transponderom pritiska, indikatorom protoka, hvatačem nečistoće, kompenzatorom, manometrom i zapornom slavinom
- potisna grana sa sigurnosnim ventilom, prestrujnim ventilom, regulatorom pritiska tečne faze, manometrom, priključkom i zapornom slavinom,
- spojni cevovodi tečne i gasne faze
- by-pass sa elektromagnetnim ventilom 6/4" i slavinom DN40 PN25 za rad instalacije u letnjem periodu kad je pritisak TNG-a u rezervoarima viši od 4 bar

Sistem za mešanje propan butana i vazduha, poseduje sledeće karakteristike:

- obebeđuje potpunu sigurnost i bezbednost u radu,
- fleksibilan je u radu, tj. može koristiti razne tipove TNG-a (propan, butan, mešavine propana i butan-a),
- ostvaruje preciznu regulaciju odnosa gasa i vazduha, nezavisno od zahteva pot-rošača,
- radi sa širokim opsegom izlaznih pritisaka,
- poseduje širok obim kapaciteta, iz razloga pokrivanja promenljivih zahteva potrošača,
- lako se montira i podešava na radne uslove.

## Literatura

- [1] **Mušović, F.**, *Propan-butan*, IBC d.o.o, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, 2006.
- [2] **Grnović, V., Grubiša, J.**, *Glavni projekat instalacije komprimovanog prirodnog gasa i mešanog gasa*

## Autori

**Vanja Grnović**  
GasTeh d.o.o Indija, vanjag@gasteh.com

**Jovan Grubiša,**  
GasTeh d.o.o Indija, jovang@gasteh.com

**Marko Jovičin**  
GasTeh d.o.o Indija, markoj@gasteh.com