

# Buduća potrošnja prirodnog plina u rafinerijama Hrvatske 2013. - 2023.

I. Billege, D. Ahmetović, I. Medarac, Z. Hill

IZLAGANJE SA ZNANSTVENIH I STRUČNIH SKUPOVA

Razumijevajući planetarnu i lokalnu ograničenost i dostupnost energetske resursa, rastuće trendove i mjere smanjenja ukupnih emisija, rastuće civilizacijske potrebe zadovoljenja energentima te intenziviranje napetosti oko raspolaganja i/ili pretenzija za postojećim i potencijalnim energetske resursima, povećanje osjetljivosti odnosa njihove ponude prema potražnji, zatim povećanje volatilnosti cijena energenata te spekulacija o dostupnosti/povoljnosti financiranja buduće kupnje energenata, nužno aktualizira svaki pa i najmanji lokalni energetski subjekt u smislu daljnje tehničke i ekonomske održivosti. Tim fenomenima su posebno snažno zahvaćeni konvencionalni energetski resursi koji čine preko 90% ukupnih energetske resursa a među njima nafta i plin imaju udjel od dvije trećine. Rafinerije nafte u aktualnim okolnostima imaju potrebu postojanja radi sveopće potražnje za naftnim proizvodima a onda i potrebu održivosti radi sveprisutne konkurencije. suočene su kako s potrebama za usvajanjem dostupne tehničko-tehnološke modernizacije s jedne tako i rješenjem konkurentne tj. relativno jeftine proizvodnje s druge strane. Rafinerije u Hrvatskoj suočene su s istim općim stanjem i trendovima uz razliku što lokalni reviri raspolazu s (10-15%) potrebne nafte te dovoljnim količinama potrebnog prirodnog plina a geografska pozicija s postojećim i potencijalnim naftovodnim i plinovodnim trasama čine realni potencijal današnje i buduće održivosti. Postojećim planom modernizacije hrvatskih rafinerija u Rijeci i Sisku u okviru INA d.d. i njenog strateškog partnera MOL-a, zadovoljavajuće su osmišljeni i usklađeni razvojno-investicijski pothvati u odnosu na postojeću i potencijalnu konkurenciju uvažavajući navedene opće trendove i mjere te regionalne i lokalne specifičnosti s postojećim prednostima i ograničenjima. Stoga bi Hrvatska po pitanju dostupnosti ugljikovodičnih energenata i raspoloživosti naftnih proizvoda kao što su motorni benzini, dizelska goriva i tekući naftni plin trebala i u daljnjim desetljećima imati visoku pouzdanost i kvalitetnu i zadovoljavajuću pokrivenost.

Prema službenom planu modernizacije INA Rafinerije nafte Rijeka i INA Rafinerije nafte Sisak, potrošnja prirodnog plina je usmjerena dijelom kao energent zajedno s rafinerijskim suhim plinom u cilju loženja procesnih i energetske postrojenja a dijelom kao sirovina u cilju proizvodnje vodika za visoko-zahjevno pročišćavanje benzina i dizelske goriva, prvenstveno uklanjanje sumpora. U ovom radu, imajući u vidu objavljenu specifičnu vrstu i način modernizacije spomenutih rafinerija te stanje i moguću perspektivu zadovoljenja regionalnih tržišta rafinerijskim proizvodima u slijedećem desetljeću, analizirana je specifična potrošnja prirodnog plina u rafinerijama za isti period. Ta specifična projekcija potrošnje prirodnog plina može biti doprinos projekciji ukupne industrijske potrošnje a onda i sveukupne potrošnje prirodnog plina u Hrvatskoj. Uz to takva projekcija biti će i doprinos kako bilanciranju specifičnih nisko-emisijskih zagađenja atmosfere tako i segment u mozaiku ukupnih emisija u industriji Hrvatske.

*Ključne riječi:* prirodni plin, opskrba rafinerija energijom, projekcija potrošnje energije

## 1. Filozofija modernizacije rafinerija INE

Desetgodišnja projekcija potrošnje prirodnog plina u Rafinerijama INE bazira se na analizi potrošnje prirodnog plina kako za loženje procesnih i energetske procesa pojedinačne modernizirane rafinerije tako i procjeni participacije u postojećim i budućim tržištima proizvoda ovih rafinerija. Iz participacije tržišta ovih rafinerija su onda izvedeni potrebni kapaciteti rada tih rafinerija a onda i odgovarajuće potrošnje prirodnog plina. Ukupna potrošnja rafinerijske proizvoda na bivšim i postojećim tržištima Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Slovenije, Srbije, Crne Gore i područja Mediterana je temeljno izvedena na bazi dugoročnih projekcija rasta bruto domaćih proizvoda odgovarajućih državnih banaka te simulacijom lokacije, kapaciteta, dinamike i kvalitete modernizacije regionalnih rafinerija kao izravnim faktorom participacije u odgovarajućem tržištu rafinerijske proizvoda.

Modernizacija INA Rafinerija nafte Rijeka i INA Rafinerija nafte Sisak su osmišljene ugradnjom tržišno dostupnih rafinacijske i rezidualne tehnologija u postojeći noviji procesni sustav što predstavlja preko 90% realiziranih koncepata modernizacije rafinerija širom svijeta u zadnja dva desetljeća. Rafinacijske tehnologije imaju zadatak visokog stupnja pročišćavanja specifički lakih, srednjih i teških rafinerijske frakcija od postojećih hetero-spojeva tj. neugljikovodičnih spojeva koji uglavnom dolaze s naftom. Rezidualne tehnologije imaju zadatak podizanja iscrpka visoko-vrijednih rafinerijske proizvoda iz nafte (motorni benzin, dizelsko gorivo, tekući naftni plin) uz istodobno smanjenje iscrpka nisko-vrijednih rafinerijske proizvoda iz nafte (ulje za loženje, ugljikovodični ostaci) i uglavnom se ugrađuju iz ekonomskih razloga.

Ugradnjom suvremenih rafinacijske tehnologija odgovarajućeg usklađenog kapaciteta s postojećim kapacitetima rafinerije postiže se Euro5 kvaliteta motornih

benzina i dizelskih goriva (s manje od 10 ppm sumpora u gorivu) i Euro5 kvaliteta ulja za loženje (s manje od 1% sumpora u gorivu). Te tehnologije se baziraju na katalitičko-termičkoj obradi s vodikom pod visokim tlakom pri čemu se odvija kemizam supstitucije hetero-spoja s vodikom u strukturi ugljikovodika i izravno podiže čistoća ugljikovodika a reducirani hetero-spojevi se dalje tehnološki obrađuju i uglavnom izdvajaju u elementarnom obliku. Najpoznatije i najzastupljenije spomenute tehnologije obrade s vodikom su proces hidrokrekinga (HC) i proces hidrodesulfurizacije (HDS). Kako klasična tehnologija reforminga benzina kao jedini klasični postupak proizvodnje vodika ne daje dovoljnu količinu vodika za potrebe proizvodnje visoko-čistih Euro5 rafinerijskih proizvoda, moderne rafinerije nužno trebaju posjedovati i dodatnu tehnologiju proizvodnje vodika, češće na bazi prirodnog plina (ako je dostupan) kao sirovine ili benzina (u nedostatku raspoloživog prirodnog plina) kao sirovine. U svijetu poznati prvoklasni komercijalno dostupni licencori HC tehnologije su Axens, Chevron Lummus Global LLC, Du Pont, Haldor Topsoe A/S, Shell Global, UOP, ExxonMobil a licencori HDS tehnologije su UOP, ExxonMobil, CDTECH, Chevron Lummus Global LLC, Du Pont, Haldor Topsoe A/S, GTC Technology. Poznati licencori tehnologije za proizvodnju vodika su Technip, Uhde GmbH, Haldor Topsoe A/S, Air Products and Chemicals Inc., Foster Wheeler USA Corp., Davy Process Technology, ExxonMobil. Ovim tehnologijama se primarno doprinosi smanjenju štetnih emisija korištenjem rafinerijskih proizvoda na trošilima potrošača (automobili, brodovi, lokomotive, termoelektrane, toplane i dr.).

Rezidualnim tehnologijama se u rafinerijama pri maksimalnom kapacitetu ovisno o postojećoj tehnološkoj strukturi, instaliranim kapacitetima i načinu međusobne povezanosti, može dodatnom rezidualnom tehnologijom podići iscrpак vrijednih benzinskih i dizelskih komponenti najčešće za 5-15% a u ekstremnim slučajevima i više. Službenim planom modernizacije ININIH rafinerija izabrana je rezidualna tehnologija kokinga (s alternativom rezidualnog hidrokrakinga) čime se potencijalno omogućuje podizanje iscrpka benzinskih i dizelskih komponenti za 11-12%. U svijetu poznati prvoklasni komercijalno dostupni licencori koking tehnologije su Foster Wheeler USA Corp., KBR, Lummus Technology and CB&I Co., ExxonMobil.

Protu-emisijskim tehnologijama (obrada rafinerijskih plinova aminom, izdvajanje elementarnog sumpora i dr.) se ili izravno smanjuju štetne emisije ili se kemijski prevode u manje ili potpuno ne-štetne emisije iz samih proizvodnih procesa rafinerije. Poznati licencori ovih tehnologija su: Air Products Co., Worley Parsons, Haldor Topsoe A/S, ExxonMobil, Belco Technologies Corp., Merichem Chemical & Refinery Services LLC.

## 2. Bilanca potrošnje prirodnog plina u moderniziranim rafinerijama INE

Službenim planom modernizacije INA Rafinerije nafte Rijeka određen je maksimalni kapacitet prerade nafte od 4,5 milijuna tona/god., a INA Rafinerije nafte Sisak od 3,2 milijuna t/god. Proizvodnja visko-čistih proizvoda u obje rafinerije bi trebala potencijalno omogućiti u početku djelomično a kasnije gotovo potpuno vraćanje izgubljenog udjela u regionalnim tržištima a povećani udio visoko-vrijednih a traženih proizvoda (motorni benzini, dizelsko gorivo, ukapljeni naftni plin) bi trebao podići profitabilnost i konkurentsku sposobnost rafinerija INE te omogućiti širenje tržišta i trajnijim ublažavanjem komercijalnih uvjeta prodaje, ako to bude potrebno.

Planiranu projekciju prerade nafte INA Rafinerije nafte Rijeka i INA Rafinerije nafte Sisak u skladu sa spomenutom projekcijom povrata dijela tržišta i prednosti lokacijskog faktora te postojeće i nove infrastrukture, prikazuje tablica 1.

Kao što je vidljivo, puni kapacitet prerade bi bio postupno dostignut za jedno desetljeće ili 5 do 6 godina nakon potpune modernizacije rafinerija.

Za planirani maksimalni kapacitet INA Rafinerije nafte Rijeka (4,5 milijuna t/god) bi ukupni dnevni zahtjev za proizvodnjom topline loženjem bio 13 391 milijuna kcal, od čega bi 8 389 milijuna kcal/dan bilo zadovoljeno iz raspoloživog rafinerijskog suhog plina koji bi se trošio u količini od 714,5 t/dan a preostalih 5 002 milijuna kcal/dan bi bilo zadovoljeno prirodnim plinom izvana u količini 430,8 t/dan.

Za planirani maksimalni kapacitet INA Rafinerije nafte Sisak (3,2 milijuna t/god) bi ukupni dnevni zahtjev za proizvodnjom topline loženjem bio 11 684 milijuna kcal, od čega bi 6 755 milijuna kcal/dan bilo zadovoljeno iz raspoloživog rafinerijskog suhog plina koji bi se trošio u količini od 616,8 t/dan a preostalih 4 929 milijuna kcal/dan bi bilo zadovoljeno prirodnim plinom izvana u količini 424,5 t/dan.

Tablica 1. Projekcija visine prerade u rafinerijama INE od 2012. do 2023., u milijunima t/god.

Raf. prerada	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Rafinerija Rijeka	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Rafinerija Sisak	1,5	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,2
Ukupna raf. prerada	4,9	4,9	4,9	5,1	5,3	5,5	6,0	6,3	6,7	7,1	7,5	7,7

RS(FO+FG) RS(FO+FG) RS(FO+FG) RS(FO+FG) RS(FO+FG) RS(FO+FG) RS(FG+H<sub>2</sub>) RS(FG+H<sub>2</sub>) RS(FG+H<sub>2</sub>) RS(FG+H<sub>2</sub>) RS(FG+H<sub>2</sub>) RS(FG+H<sub>2</sub>) RS(FG+H<sub>2</sub>)

Opaska: RS = Rafinerija Sisak  
FG = Fuel Gas (rafinerijski plin za loženje)  
FO = Fuel Oil (ulje za loženje)  
H<sub>2</sub> = Hydrogen (vodik)

**Tablica 2. Potrošnja prirodnog plina 2013. - 2023. u rafinerijama INE (bazirano na službenom planu INE od 2008. god. i usporenju realizacije 2012.)**

POTROŠAČ, t/god	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
INA Rafinerija Rijeka za loženje	126 684	131 611	138 538	145 465	152 392	155 855	155 855	155 855	155 856	155 855	155 855
INA Rafinerija Rijeka za H <sub>2</sub>	125 794	132 782	139 771	146 759	153 748	157 242	157 242	157 242	157 242	157 242	157 242
INA Rafinerija Rijeka, ukupno	250 478	264 393	278 308	292 224	306 139	313 097	313 097	313 097	313 097	313 097	313 097
INA Rafinerija Sisak za loženje	62 945	53 261	53 261	53 261	53 261	72 629	87 155	106 523	125 891	145 259	154 943
INA Rafinerija Sisak za H <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	65 700	78 840	96 360	113 880	131 400	140 160
INA Rafinerija Sisak, ukupno	62 945	53 261	53 621	53 261	53 261	138 329	165 995	202 883	239 771	276 659	295 103
UKUPNO INA (Ri+Si) Rafinerije	313 423	317 570	331 570	345 485	359 401	451 426	479 092	515 980	552 868	589 756	608 200

Napomena: Rafinerija Rijeka može završiti planiranu modernizaciju (druga etapa) iza 2016 (Coking ili neka druga rezidualna tehnologija) kojom bi bilo omogućeno daljnje povećanje proizvodnje tzv. bijelih proizvoda za 11-12% a čime bi bila dostignuta planirana ekonomska isplativost modernizacije Rafinerije Rijeka.

Prva etapa planirane modernizacije Rafinerije Rijeka je završena (HC, HDS, i proizvodnja H<sub>2</sub>) što omogućuje proizvodnju motornih benzina, dizelskog goriva i ulja za loženje po Euro5 kvaliteti.

Rafinerija Sisak će bez obzira na značajno usporenje planirane modernizacije (prva i druga etapa) već iza 1.7.2013. radi emisijskih normi, morati za potrebe loženja uz rafinerijski plin koristiti prirodni plin jer će proizvedeno ulje za loženje imati 2,3% S

Ključni procesi planirane modernizacije Rafinerije Sisak (HC, HDS, proizvodnja H<sub>2</sub> i koking) do 2012. god. nisu pokrenuti pa bi planirana realizacija zahtjevala frontalno pokretanje projektiranja i izgradnje svih ključnih procesa što bi se moglo izvesti do 2018. god. U suprotnom, Rafinerija Sisak će nužno morati biti zatvorena radi neekološke i neprofitabilne proizvodnje.

**Tablica 3. Potrošnja prirodnog plina 2013. - 2023. u rafinerijama INE (bazirano na službenom planu INE od 2008. god. i usporenju realizacije 2012.)**

POTROŠAČ, milijuni m <sup>3</sup> /god	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
INA Rafinerija Rijeka za loženje	171,98	181,53	191,09	200,64	210,20	214,97	214,97	214,97	214,97	214,97	214,97
INA Rafinerija Rijeka za H <sub>2</sub>	173,51	183,15	192,79	202,43	212,07	216,89	216,89	216,89	216,89	216,89	216,89
INA Rafinerija Rijeka, ukupno	345,49	364,68	383,87	403,07	422,26	431,86	431,86	431,86	431,86	431,86	431,86
INA Rafinerija Sisak za loženje	86,82	73,46	73,46	73,46	73,46	100,18	121,20	146,93	173,64	200,36	213,71
INA Rafinerija Sisak za H <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90,62	108,74	132,91	157,08	181,24	193,32
INA Rafinerija Sisak, ukupno	86,82	73,46	73,46	73,6	73,46	190,80	228,96	279,84	330,72	381,60	407,04
UKUPNO INA (Ri+Si) Rafinerije	432,31	438,14	457,34	476,53	495,73	622,66	660,82	711,70	762,58	813,46	838,90

Napomena: Rafinerija Rijeka može završiti planiranu modernizaciju (druga etapa) iza 2016 (Coking ili neka druga rezidualna tehnologija) kojom bi bilo omogućeno daljnje povećanje proizvodnje tzv. bijelih proizvoda za 11-12% a čime bi bila dostignuta planirana ekonomska isplativost modernizacije Rafinerije Rijeka.

Prva etapa planirane modernizacije Rafinerije Rijeka je završena (HC, HDS, i proizvodnja H<sub>2</sub>) što omogućuje proizvodnju motornih benzina, dizelskog goriva i ulja za loženje po Euro5 kvaliteti.

Rafinerija Sisak će bez obzira na značajno usporenje planirane modernizacije (prva i druga etapa) već iza 1.7.2013. radi emisijskih normi, morati za potrebe loženja uz rafinerijski plin koristiti prirodni plin jer će proizvedeno ulje za loženje imati 2,3% S.

Ključni procesi planirane modernizacije Rafinerije Sisak (HC, HDS, proizvodnja H<sub>2</sub> i koking) do 2012. god. nisu pokrenuti pa bi planirana realizacija zahtjevala frontalno pokretanje projektiranja i izgradnje svih ključnih procesa što bi se moglo izvesti do 2018. god. U suprotnom, Rafinerija Sisak će nužno morati biti zatvorena radi neekološke i neprofitabilne proizvodnje.

Potrošnja prirodnog plina u t/god. temeljem simulacije rafinerijskih modela i odgovarajućih kapaciteta po godinama bi se prema spomenutoj simulaciji kretala kako slijedi prema tablici 2.

Istu potrošnju prirodnog plina u milijunima m<sup>3</sup>/god. prikazuje tablica 3.

Spomenutu potrošnju prirodnog plina u Rafineriji Rijeka i Rafineriji Sisak također prikazuju i odgovarajući dijagrami.

Pošto je još uvijek upitan rok početka a onda i završetka izgradnje koking procesa u INA Rafineriji nafte Rijeka, korisno je računati s podatkom simulacije da će potrošnja prirodnog plina za potrebe ukupnog loženja modernizirane rafinerije bez koking procesa biti 11%

manja i kretat će se za maksimalni rafinerijski kapacitet prerade na razini od 383,7 t/dan ili 140 051 t/god.

Što se tiče INA Rafinerije Sisak još uvijek je također upitan rok početka a onda i završetka izgradnje temeljnih procesa modernizacije tj. kako rafinacijskih procesa (HC/HDS, proizvodnja vodika) tako i rezidualnog procesa (koking), potrošnja prirodnog plina za potrebe procesnog i energetskog loženja bi iza 1.7.2013. god. kada se radi ograničenja emisija više neće moći koristiti ulje za loženje sa sadržajem sumpora iznad 1%, tehnički mogla biti supstituirana uzornim uljem za loženje Euro5 kvalitete s količinom sumpora ispod 1% ali tehnički je jednostavnije dobiti prirodni plin koji je već davno dostupan praktički na granici Rafinerije nego ulje za loženje koje bi se trebalo uvoziti bilo iz sjevernih susjednih država bilo s Mediterana.

### 3. Zaključak

1. Planom i realizacijom modernizacije gorivaških rafinerija INE u Rijeci i Sisku, dolazi do značajnog reprofiliranja proizvodnog sustava samih rafinerija što za posljedicu ima slijedeće nove i bitne značajke; povećanu količinu i kvalitetu Euro5 proizvoda, praktičko ukidanje do sada količinski značajne proizvodnje ulja za loženje, potrošnju prirodnog plina kako za interno tehnološko pridobivanje vodika tako i za kombinirano interno loženje umjesto ulja za loženje, te ono što je najvažnije - značajno povećanu konkurentsku sposobnost kroz visoko podignut ekonomski potencijal akumulacije.
2. Prema provedenoj analizi, očito je da modernizacijom INA Rafinerije nafte Rijeka i INA Rafinerije nafte Sisak, iste sa stajališta potrošnje prirodnog plina postaju značajan potrošač u Republici Hrvatskoj.
3. Proizlazi da će trebati istražiti i uskladiti participaciju potrošnje domaćeg prirodnog plina, prema onim prvenstveno domaćim potrošačima kojima će kvaliteta domaćeg prirodnog plina igrati značajnu ulogu u odnosu na uvoznu kvalitetu.
4. Projekcija potrošnje prirodnog plina prema načinu modernizacije INA Rafinerije nafte Rijeka i INA Rafinerije nafte Sisak, svrstava ova dva buduća potrošača na drugo mjesto po visini potrošnje u Republici Hrvatskoj iza HEP-a (buduća potrošnja prirodnog plina pri proizvodnji električne energije u HEP-u će premašiti današnjih 750 milijuna m<sup>3</sup>/god. najmanje za 15%, pa će HEP i dalje biti najveći potrošač a slijedit će ga rafinerije INE dok će Petrokemija Kutina kao potrošač pasti s drugog na treće mjesto.
5. Imajući u vidu samo tri najveća potrošača prirodnog plina u Hrvatskoj (HEP, Rafinerije INE i Petrokemiju Kutina), potrošnja će im sa sadašnjih 1,15 milijardi m<sup>3</sup>/god., u slijedećem desetljeću postupno porasti na preko 2,15 milijardi m<sup>3</sup>/god.
6. Opisanim optimalnim izborom snažne supstitucije ulja za loženje s prirodnim plinom u dva najveća potrošača u Hrvatskoj (HEP, INA), neusporedivo više se štedi na isključivanju potrebe za skupim tehnologijama pročišćavanja emisijskih tokova ako bi se koristili dostupni alternativni energenti (ulje za loženje, ugljen). Prirodni plin ne samo da je optimalni izbor supstitucije najvećim energetske potrošačima u Hrvatskoj, nego je i dostupan zahvaljujući značajnoj lokalnoj proizvodnji (sjeverna Hrvatska, sjeverni Jadran) i značajno izgrađenoj plinovodnoj infrastrukturi.



Autori:

**Ivica Billege**, MSc

**Dunja Ahmetović**, grad. eng.

**Ivan Medarac**, MSc

**Zlatko Hill**, DSc

UDK : 665.6/.7 : 662.767 : 629.97 : 339.1/.4 (497.5) "2013/2023"

665.6/.7	industrija nafte i plina
662.767	prirodni plin
629.97	energetika, energija
339.1/.4	tržište, ponuda, potrošnja-projekcija
(497.5)	R. Hrvatska
"2013/2023"	razdoblje 2013.-2023.