

Modernizacijom energane, nakon 30 godina rada kogeneracije CPS Molve, povećana energetska učinkovitost

After 30 years of cogeneration at Molve GTP, energy plant modernisation increases energy efficiency

Saša Matić
INA–Industrija nafte, d.d.
Sasa.Matic@ina.hr

Filip Turkalj
INA–Industrija nafte, d.d.
Filip.Turkalj@ina.hr

Mijo Sobota
INA–Industrija nafte, d.d.
Mijo.Sobota@ina.hr

dr.sc. Ines Hemetek–Potroško
INA–Industrija nafte, d.d.
Ines.Hemetek-Potrosko@ina.hr



Ključne riječi: prirodni plin, kogeneracijsko postrojenje

Key words: natural gas, cogeneration plant

Sažetak

Proizvodnja prirodnog plina iz Podravine u postrojenjima za obradu i pročišćavanje plina u Molvama predstavlja važan čimbenik za energetiku Hrvatske jer su od svog projektiranja do danas postrojenja stalno usavršavana od strane vlastitih stručnjaka u skladu sa zahtjevima tehnologije i zaštite okoliša uz primjenu najmodernijih tehnoloških dostignuća te danas predstavljaju moderan i siguran kompleks postrojenja uz maksimalnu energetska efikasnost i zaštitu okoliša.

Racionalno korištenje plina te razvijanje svijesti o štednji energije bitni su preduvjeti održivog razvoja u budućnosti. Energetska neovisnost, pouzdanost rada i dostupnost energenata bitni su faktor neprekidnog i sigurnog rada postrojenja za proizvodnju i pripremu plina za transport. Vlastita proizvodnja toplinske i

električne energije u kogeneraciji omogućuju energetska neovisnost. Maksimalna proizvodnja električne i toplinske energije u kogeneracijskom postrojenju energani, povećavaju indeks uštede primarne energije kao i ukupnu učinkovitost proizvodnje korisne energije.

Abstract

Production of natural gas from Podravina in gas treatment and purification plants in Molve is an important factor for Croatia's energy since their design has been continuously upgraded by its own experts in accordance with the requirements of technology and environmental protection with the application of state-of-the-art technological achievements and today they represent a modern and a secure complex of installations with maximum energy efficiency and environmental protection.

Rational use of gas and the development of energy saving awareness are essential prerequisites for sustainable development in the future. Energy independence,

reliability of operation and the availability of energy sources are an essential factor for the continuous and safe operation of the production and preparation of gas for transport. Own generation of heat and electricity in cogeneration enable energy independence. Maximum production of electricity and heat in the cogeneration Power Plant increases the primary energy savings index as well as the overall efficiency of the production of useful energy.

1. Uvod

Početak proizvodnje prirodnog plina iz polja Duboke Podravine obuhvatio je tehnološke i strojarske izazove koji su doveli do primjene novih, do tad slabo poznatih, sofisticiranih tehnologija i materijala. Puštanjem u rad novih polja, povećanjem proizvodnje te razvitkom procesa bilo je potrebno osigurati vlastiti pouzdan i efikasan izvor električne i toplinske energije.

Pogonska stanja postrojenja karakterizirali su česti ispadi električne energije iz vanjske mreže, a posljedica toga bio je prekid procesa obrade plina i spaljivanje plina na baklji, što je predstavljalo ogroman gubitak za kompaniju.

2. Izgradnja kogeneracijskog sustava na CPS Molve

Elektroenergetski sustav ondašnje Elektroprivrede nije zadovoljavao potrebe trajnog rada Ininih postrojenja, stoga je, kao alternativa, izgrađen je turboelektrični agregat proizveden u brodogradilištu Uljanik 1982. godine koji se sastojao od plinske turbine Allison CX501, ASP 708 sa generatorom nazivne snage 3 MVA, spojen na 6 kV sabirnice MCC CPS I. Agregat je osiguravao je stabilnu opskrbu električnom energijom za postrojenja CPS I i CPS II do svibnja 1987. godine. Izgradnjom i pokretanjem postrojenja CPS II u jesen 1984. godine bila potrebna tri puta veća snaga od one koja je instalirana na CPS-u Molve I, električki konzum je porastao na 4 MW, a postrojenje je ovisilo o utjecajima u vanjskoj mreži.

U srpnju i kolovozu 1986. zabilježeno je čak šezdesetak propada napona koji su uzrokovali prekid rada postrojenja. To je bio jedan od razloga da INA-Naftaplin u Molve gradi vlastitu energanu te realizira izgradnju elektroenergetskih objekata sa svrhom povećanja pouzdanosti cjelokupnog sustava u sklopu projekta Podravina:

- zamjena glavnih transformatora T1, T2 (sa 4MV na 8 MV) – 1985.;
- trafostanica 110/35 kV Virje, – 1985.;
- dalekovod 110 kV Koprivnica – Virje, – 1986.;
- trafostanica TS 35/6 kV CPS Molve, – 1987.;
- dalekovod prema istočnim poljima – 1987. ;
- kogeneracijsko postrojenje - energana – 1987.

U sklopu projekta kogeneracijskog postrojenja, kupljena su prva dva skida sa plinskim turbinama Allison CX501 ASP 941 i ASP 942 koje su imale maksimalnu temperaturu izgaranja 982°C, maseni protok gorive smjese 16 kg/s i temperaturu ispušnih plinova do 540°C te generator 4 MVA. Zagrijavan vrelim ispušnim plinovima, svaki utilizacijski kotao proizvodio je 8 t/h suhozasićene vodene pare tlaka 13 bar. Ovakav način proizvodnje pare se po prvi puta pojavio u Ini. Turbo-električni agregati su sinkronizirani na mrežu 11. studenog 1987. i pripadni kotlovi uključeni u parni sustav postrojenja te se gore navedeni datum smatra datumom početka rada kogeneracije na CPS Molve.

Usporedan rad generatora i vanjske mreže u to je vrijeme bio veliki izazov za kontinuirani rad. Energana se dokazala kao pouzdan izvor električne energije, a dokaz tome su samo dva prekida rada u 1988. Izgradnjom objekata Projekta Podravina, u sklopu kojeg je i CPS III, kupljen je i treći turboelektrični agregat TEA 3 sa strojem ASP 1387 KB5 (1036°C u komori izgaranja) i generatorom 4,5 MVA, a izgrađene su i dvije nove trafostanice Molve Istok i Kalinovac IP. Time je u potpunosti zaokružen elektroenergetski sustav te osigurano dovoljno energije i snage za sve tehnološke objekte u Podravini.

Uključivanjem u rad postrojenja CPS III u prosincu 1992. do travanja 1993. električni konzum je porastao na 6-7 MW ovisno o dinamici rada polja i radu postrojenja., a povećao se puštanjem polja Gola Duboka 2000. godine i optimizacijom aMDEA sustava na CPS III u rujnu 2003.godine na 8,5 MW. Projektom dogradnje KS Kalinovac 2004. godine povećao se postojeći konzum, stoga je pokrenut projekt izgradnje TEA 4. Agregat je instaliran i pušten u rad 19. prosinca 2006. godine. Stare turbine s postrojenja Etilen i agregata proizvedenog u Uljaniku servisirane su i nadograđene na tip turbine KB5. Time je uvedena praksa da se kod generalnog popravka svake stare turbine stroj uređuje kao KB5 sa svrhom podizanja temperature izgaranja sa 982 °C na 1036 °C, a rezultat je podizanje snage stroja na 3,82 MW.

U očekivanju nadolazećih projekata (kompresorska proizvodnja, EOR) u području elektroenergetike pokrenuti su projekti:

- Povećanje snage rasklopnog postrojenja 6kV;
 - Selektivnost istosmjernog razvoda 110 V DC;
 - Numerička zaštita;
 - Optimizacija plinskih turbo-električnih agregata i prateće opreme na CPS Molve.

Realizacijom ovih projekata od 2008. do 2010. omogućeno je priključenje novih trošila na konzum elektroenergetskog sustava. Realizacijom projekata ostvareni su uvjeti za nadolazeće projekte i obnovu energane.

Kompresorska proizvodnja polja Molve započela je 2010. U KS CPS I ugrađena su 3 stroja po 700 kW od čega jedan regulirani 690V, 650 -900 min⁻¹ i preostala dva u direktnom startu 6 KV, 700 kW pri 740 min⁻¹. U rujnu 2012. izvršena je zamjena plinskog motora CD-3502 A s pogonskim elektromotorom u reguliranom pogonu 2500 kW, 650 – 900 min⁻¹. Krajem 2013., prije završetka projekta EOR, reguliran je odnos sa HEP-om i plaćena nova elektroenergetska suglasnost za naša postrojenja.

3. Poboljšanja i modernizacija kogeneracije od 2014. do 2019.

Početkom rada kompresora EOR-a 1. srpnja 2014. vršna snaga je porasla na 12 – 13,5 MW. Istovremeno su počeli radovi na projektu obnove energane zbog zadovoljenja zakonske regulative emisija NO_x spojeva. Nova zakonska regulativa najavljena je 2014. sa stupanjem na snagu 2016. Nova ekološka dozvola propisuje maksimalne emisije NO_x plinova koje se spuštaju s 200 mg/m³ na 75 mg/m³. Projekt obnove energane je odobren 2015., ugovoren 2016., a realizacija je tekla od 2017. do 2018. godine.

Izvršeni su sljedeći zahvati:

- Zamijenjena je instrumentacija skida procesa i vatrozaštite;
- Sustav plinskih startera zamijenjen je hidrauličkim sustavom pokretanja;
- Zamijenjen je kompletan sustav vatrozaštite;
- Zamijenjeni su strujni mjerni transformatori u priključnim kutijama generatora;
- Ugrađen sustav za ubrizgavanje demineralizirane vode u turbinu;
- Zamijenjena su sva ožičenja i upravljački sustav na agregatima;
- Ugrađeni su novi tipovi kontrolera snage turbine, napona generatora i rasporeda tereta kod paralelnog rada;
- Instalirana je nova SCADA koja je u ispitnoj fazi.

Projekt obnove energane u razdoblju od 2017. do 2019. rezultirao je sljedećim poboljšanjima:

Smanjenje emisije NO_x

Odabrana je tehnologija injektiranja demineralizirane vode u komore za izgaranje turbine koja smanjuje temperaturu izgaranja plina te se time stvara manje NO_x spojeva prilikom izgaranja metana. Time je zadovoljena nova zakonska regulativa koja propisuje maksimalno dopuštene emisije NO_x 75 mg/m³.

Zamjena upravljačkih sustava

Nakon 30 godina rada smanjila se pouzdanost starih upravljačkih sustava, a rezervni dijelovi se više ne proizvode. Stari analogni upravljački sustav su zamijenjeni novim digitalnim. Turbinu vode 2 PLC-a. Zaštitni PLC koji vodi računa o svim sigurnosno-blokadnim parametrima kao npr. tlak plina, temperatura plina, položaj blokadnih ventila. Glavni PLC koji vodi računa o svim ostalim parametrima koji se prate u normalnom radu plinske turbine i generatora električne energije. Novi sustav uključuje i SCADA sustav preko kojeg se na ekranu jasno vide ključni parametri koje turbinski operateri prate.

Zamjena plinskog pokretača sa hidrauličkim ustavom

Stari način pokretanja turbine je bio plinski pokretač. Plinski pokretač je radio na principu razlike tlaka gorivog plina i okoline. Gorivi plin se puštao u pokretač koji pokreće turbinu na zadani broj okretaja. Time je dolazilo do ispuštanja gorivog plina u atmosferu. Novi hidraulički sustav se sastoji od elektromotorne pumpe, uljnih vodova i hidrauličkog pokretača. Pumpa diže tlak ulja na 200 barg, ulje pod tim tlakom vodovima ulazi u hidraulički pokretač koji posredno pokreće turbinu. Sustav ubrza turbinu do 8000 min⁻¹, kada se isključuje, te turbina dalje nastavlja ubrzavanje do nazivnih 14 250 min⁻¹.

Zamjena sustava detekcije i gašenja požara

Stari sustav za detektiranje i gašenje požara sa CO₂ je zamijenjen novim. Instalirana je nova protupožarna centrala koja detektorima temperature, plina, dima i plamena nadzire rad turbine. U slučaju detekcije previsoke temperature, plamena ili prisutnosti plina u turbinskom prostoru signal za gašenje turbine se šalje u PLC te se turbina zaustavlja. Po potrebi se CO₂ iz boca ispušta u turbinski prostor te tako gasi mogući požar.

Instrumentacija

Kompletna instrumentacija turbo-generatorskog skida je zamijenjena. Ugrađeni su novi transponderi temperature, tlaka i protoka, servisirani su ventili i pokazivači položaja ventila. Dodana je nova sklopka nivoa na dnu turbinskog prostora. Ona služi za gašenje

turbine ukoliko se detektira voda u turbinskom prostoru u slučaju propuštanja sustava za injektiranje vode u turbinu.

Od lipnja 2018. proizvode električnu energiju četiri turbo-električna agregata s nazivnim snagama generatora:

- TEA 1 - 4 MVA
- TEA 2 - 4 MVA
- TEA 3 - 4,5 MVA
- TEA 4 - 6,3 MVA

Svi pogonski strojevi turbo-električnih agregata na CPS Molve su od 2017. isti tip KB5 i međusobno su zamjenjivi.

Ostatak električne energije se kupuje iz vanjske mreže. Iz postrojenja se napajaju i obližnje manje plinske stanice i neke bušotine, a ukupni prosječni električni konzum iznosi oko 13 MW. Raspodjela potrošnje se vidi na slici 1.

U planu je nekoliko projekata koji će povećati ukupne električne potrebe postrojenja, stoga je pokrenut projekt zamjene transformatora T1 s novim transformatorom nazivne snage 12 MVA koji će povećati pouzdanost rada postrojenja. Planira se projekt povećanja efikasnosti energane ugradnjom većih filtera usisa zraka za sagorijevanje, a time će se smanjiti pad tlaka i povećati protok zraka kroz

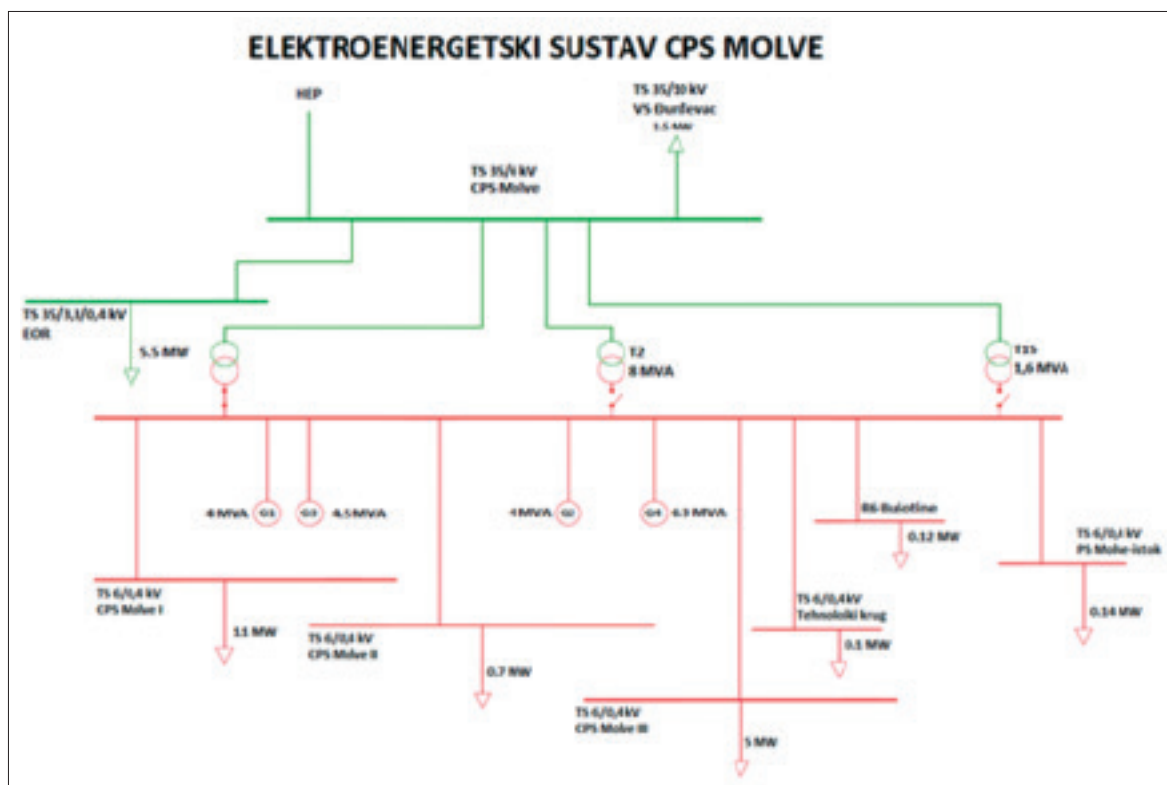
turboelektrične agregate što će rezultirati povećanjem radne snage.

4. Zaključak

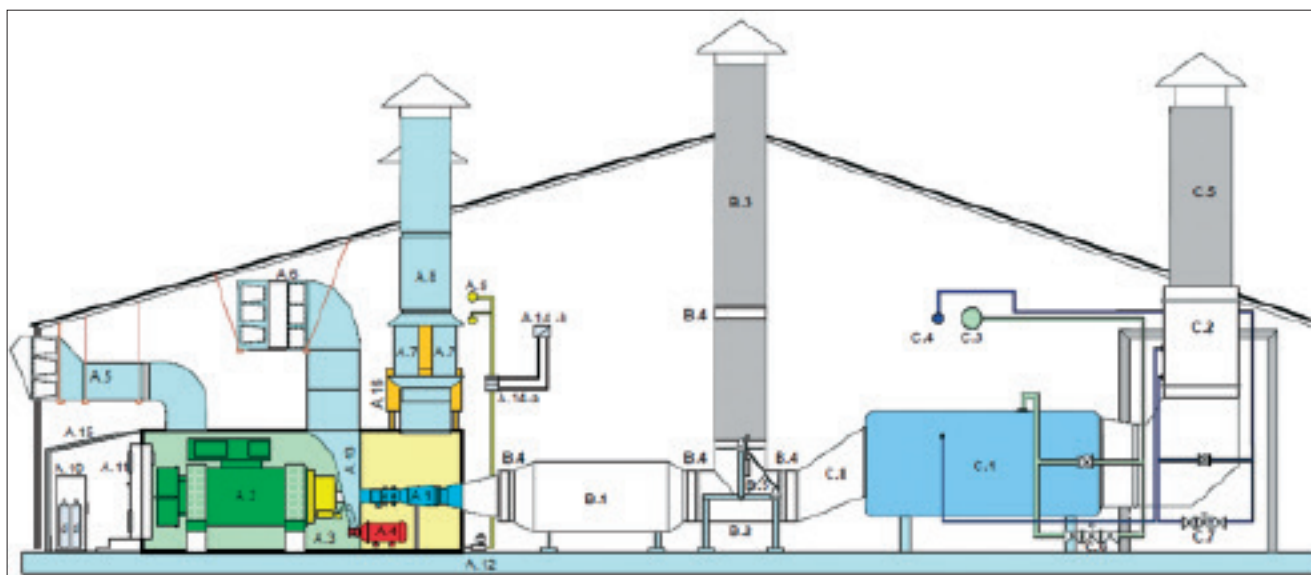
Proizvodnja ugljikovodika i energetski značaj CPS Molve i energane – kogeneracijskog postrojenja Molve je od velike važnosti jer je uz očekivani tehnološki napredak u cijelom tehnološkom lancu od istraživanja, eksploatacije, proizvodnje i transporta do potrošača zadovoljena sigurnost, pouzdanost i izvjesnost opskrbe energijom.

Energetski značaj postrojenja CPS Molve koji je u radu već 38 godina i kogeneracije koja je u funkciji opskrbe električnom i toplinskom energijom 31 godinu je od velike važnosti za opskrbu energijom Republike Hrvatske.

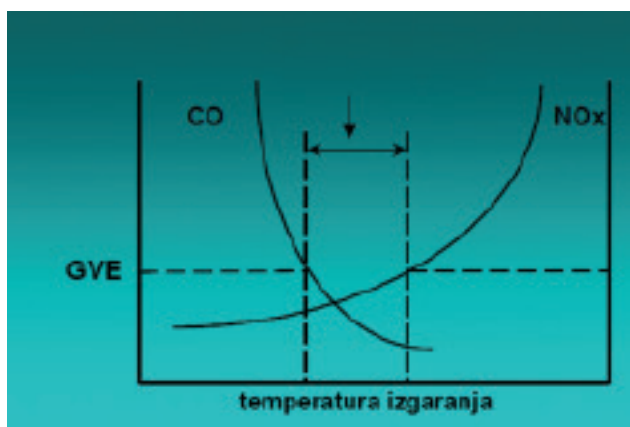
Projektima koji su doprinijeli povećanju energetske učinkovitosti na CPS Molve smanjene su emisije NO_x -a, nabavljeni su novi upravljački sustavi za turbine, pumpe za injektiranje demi vode, povećana je električna snaga turbina za 7% te je omogućen konstantan rad turboelektričnih agregata s maksimalnom proizvodnjom električne i toplinske energije što je rezultiralo smanjenjem troškova za kupnju električne energije od HEP-a za oko 20 milijuna kuna godišnje.



Slika 1. Raspodjela potrošnje električne energije na CPS Molve



Slika 2. Kogeneracijsko postrojenje - energana CPS Molve

Slika 3. Smanjenje emisije NO_x -a

Slika 4. Zamjena upravljačkih sustava

Literatura

1. Horlock, J.H. (1987): Cogeneration-Combined Heat and Power (Thermodynamics and Economics), Pergamon Press
2. Bejan, A., Tsatsaronis G., Moran M. (1996): Thermal Design and Optimization, John Wiley and Sons Inc, New York
3. Berl, A., de Meer, H. (2011): An energy consumption model for virtualized office environments, Future Generation Computer System, Vol. 27 Issue 8, p 1047-1055
4. Bonnans, J. F., Gilbert, J., C. Lemarechal, Sagastizabal, C., A.: (1997): Numerical Optimization Theoretical and Practical Aspects (Second Edition), ISBN: 3-540-35445, Berlin.
5. Hemetek-Potroško, I.: Importance of domestic production – the contribution of Croatian Energy Sector, SPE, Budapest, 2010
6. Hemetek-Potroško, I.: Optimization of energy consumption on Molve site, The first central and eastern european international oil and gas conference and exhibition, Siofok, 2011
7. Hemetek-Potroško, I.: Optimizacija potrošnje energije u energetskim i procesnim postrojenjima na primjeru Pogona Molve (Optimization of energy consumption on example of Molve site)-PhD Thesis, Faculty of mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb, Zagreb 2011, 92 p.
8. Optimizacija i proširenje kogeneracijskog sustava pogona Molve, Studija izvedivosti, Fakultet elektrotehnike i računarstva Zagreb, Zavod za elektrostrojstvo i automatizaciju, Zagreb i Đurđevac 2004.