

Kristina Glavaš, dipl. ing. el.
KONČAR – Inženjering za energetiku i transport d.d.,
Zagreb
kristina.glavas@koncar-ket.hr

Zdravko Herenčić, dipl.ing. st.
INA - Industrija nafte d.d. Sektor proizvodnje nafte i plina,
Zagreb
Zdravko.herenic@ina.hr

Mr. sc. Mario Perić, dipl. ing. el.
KONČAR – Inženjering za energetiku i transport d.d.,
Zagreb
mario.peric@koncar-ket.hr

Željko Šetka, ing.el., dipl.oecc.
INA - Industrija nafte d.d. Sektor proizvodnje nafte i plina,
Zagreb
Zeljko.setka@ina.hr

REVITALIZACIJA PLINSKOG KOGENERACIJSKOG POSTROJENJA ETAN

SAŽETAK

U radu je ukratko prikazana revitalizacija plinskog kogeneracijskog sustava pomoću kojeg se postrojenje za preradu plina ('Pogon Etan') opskrbljuje toplinskom i električnom energijom. U sklopu projekta revitalizacije na mjestu starih turboelektričkih agregata ugrađuju se novi. Pored toga, zamjenjuju se i utilizatori –dimocijevni kotlovi za proizvodnju tehnološke pare.

Energana, izgrađena početkom 80-ih namijenjena je za neprekidno i stabilno napajanje postrojenja električnom energijom, te služi kao primarni izvor električne energije. Proces proizvodnje, pripreme i obrade fluida na proizvodnim objektima odvija se kontinuirano i u svakom trenutku neophodno je osigurati napajanje električnom energijom, što je moguće postići vlastitom energanom. Revitalizacijom se nastoji povećati efikasnost i pouzdanost rada cijelog kogeneracijskog sustava, ali i osigurati izvor energije za buduće povećanje potreba.

U nove turboelektričke agregate tvrtke Centrax ugrađene su renovirane turbine Rolls-Royce Allison KB501 snage 4 MW i novi trofazni sinkroni generatori proizvođača Končar-GIM, snage 5 MVA.

Generatori su priključeni na postojeći elektroenergetski sustav postrojenja koji je kabelskim vodovima povezan s transformatorskom stanicom TS 35/10 kV Ivanić Grad.

Otpadna toplota ispušnih plinova turbine iskorištava se u novim generatorima pare kapaciteta 8 tona/sat. Proizvedena tehnološka para, radnog tlaka od 9 bara, koristi se za potrebe procesnog postrojenja.

Projektom revitalizacije predviđeni su građevinski radovi na prilagodbi postojećih temelja i ostali radovi potrebni za prihvrat novih agregata. Strojarsko-montažerski radovi obuhvaćaju prilagodbu pomoćnih sustava poput sustava gorivog plina, zraka itd. Elektrotehničkim projektom predviđene su prilagodbe i nadogradnja postojećeg elektroenergetskog sustava, sukladno zahtjevima revitaliziranog kogeneracijskog postrojenja. Također predviđen je i sustav pomoćnog napajanja dizel agregatom koji omogućuje neprekidni izvor napajanja ventilatora kojim se održava klasifikacija prostora ugroženog eksplozivnom atmosferom u akcidentnim uvjetima. Pored toga omogućeno je pokretanje novih turboelektričkih agregata i u uvjetima ispada distribucijske mreže ('black start').

Tehničko rješenje obuhvaća prilagodbu na novi sustav ventilacije i usisnog zraka, kao i tehničko rješenje priključenja na distribucijsku mrežu s mogućnošću izvoza/prodaje električne energije u javnu distribucijsku mrežu. Ovime se otvara mogućnost primjene hrvatskih propisa i direktiva europske zajednice za kogeneracijsku proizvodnju električne energije (Directive 2001/77/EC)

Ključne riječi: kogeneracija, on – site proizvodnja električne energije, distribuirana proizvodnja

RENOVATION OF THE GAS COGENERATION FACILITY ETAN

SUMMARY

The paper is an overview of the renovation project of the cogeneration facility which is part of the gas refinery Etan. Cogeneration facility serves as a power generation plant as well as source of the heat for steam generation. Old turboelectric generating sets and corresponding steam generators are removed and replaced with the new ones.

The purpose of the small power plant, which was build at the begging of 80's, is to secure uninterrupted and stable power supply, and to serve as a primary source of energy on the industrial facility.

Production process, preparation and treatment of the fluids done at the production facilities, must be continuous and it is necessary to secure stable supply of the electric power, which is achievable with the own plant.

By renovation, the efficiency and reliability of the whole cogeneration system is improved, but also it is a future proof solution regarding increased power consumption on the site. New turboelectric gensets assembled by Centrax Ltd. contain overhauled Rolls-Royce Allison KB501 (4 MW) gas turbines and synchronous alternators produced by Končar GIM rated to 5 MVA.

Alternators operate within existing power system that is connected to the distribution grid by means of the feeders located in the transformation station TS 35/10kV Ivanić Grad. Waste heat from the exhaust gas is utilized by the steam generation which delivers 8 tones of steam per hour into the process facility.

Design of the renovation include civil engineering project of adaptation of the existing foundation and other works necessary for the implementation of the new gensets. Mechanical project is related to the adaptation of the auxiliary systems (gas, air, oil) Electrical project deals with changes of the existing switchgear in accordance with the renewed cogeneration system.

An auxiliary supply system is provided by means of the diesel generator which secures uninterrupted power supply of the ventilation fans, which operation maintains the classification of the space with potentially explosive atmosphere. Beside that, it is used to start the main generator during the process of restoring of power plant's operation ('black start')

Design incorporates technical solutions for connection to the distribution grid with the possibility of the export of the power to the grid, as well as the adaptation to the new ventilation and air intake system of the new turboelectric gensets. This opens way for the application of the Croatian an EU legislation and directives in the field of the cogeneration (Directive 2001/77/EC).

Key words: cogeneration, distributed generation, on – site power generation

1. UVOD

Etansko postrojenje u Ivanić - Gradu izgrađeno je 1980. prema tehnologiji tvrtke Pritchard, slijedeći rast proizvodnje prirodnog plina u Hrvatskoj i zbog boljeg vrednovanja sastojaka prirodnog plina. Smješteno je na raskrižju tehnološkog i distributivnog plinskog sustava Hrvatske i regulator je proizvodnje, skladištenja i prodaje plina, kao i ključni čimbenik pripreme plina za transport do potrošača. Osnovna zadaća Etanskog postrojenja je obrada prirodnog plina do razine pogodnosti za distributivni transport, izdvajanje etana i ukapljenih naftnih plinova (propana i butana) te proizvodnja prirodnog benzina iz ulazne smjese plinova i C2+ komponente iz pravca CPS Molve III.

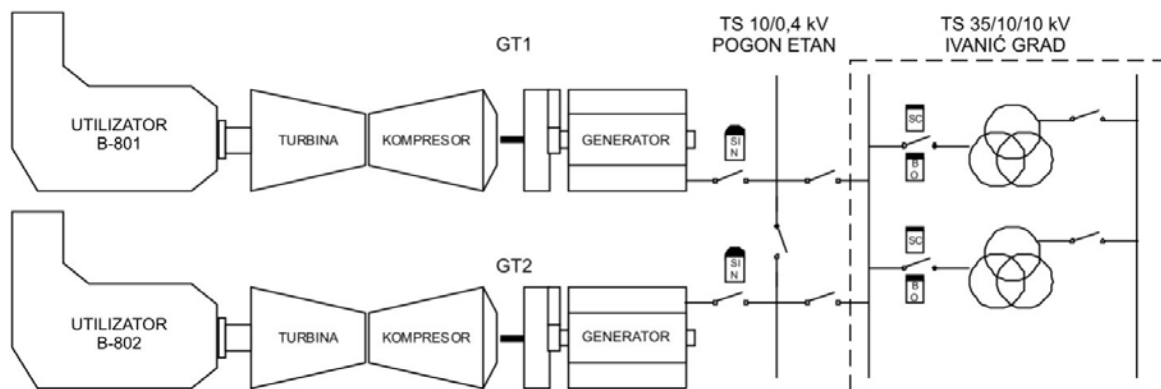
Ukapljeni naftni plinovi skladište se u spremnicima Etanskog postrojenja, a potom otpremaju kupcima u auto i vagon cisternama, odnosno produktovodom do skladišta Proplina u Zagrebu. Prirodni benzin se otprema produktovodom prema Sabirnoj stanici IVA-II, a zatim zajedno s naftom prema Strušcu, odnosno Rafineriji nafte Sisak.

Energana Pogona Etan se sastoji od dva generatora pokretana parnim turbinama. Generatori su namijenjeni da osiguraju neprekidno i stabilno napajanje Pogona električnom energijom. Energija ispušnih plinova turbine se koristi za proizvodnju pare, koja služi za potrebe procesnog postrojenja. Kao pogonsko gorivo se koristi metan, s tlakom od približno 18 bar ispred regulatora.

Projektom revitalizacije predviđeni su građevinski radovi na prilagodbi postojećih temelja i ostali radovi potrebni za prihvrat novih agregata. Strojarsko - montažerski radovi obuhvaćaju prilagodbu pomoćnih sustava poput sustava gorivog plina, zraka itd. Elektrotehničkim projektom predviđene su prilagodbe i nadogradnja postojećeg elektroenergetskog sustava, sukladno zahtjevima revitaliziranog kogeneracijskog postrojenja. Također predviđen je i sustav pomoćnog napajanja dizel agregatom koji

omogućuje neprekidni izvor napajanja ventilatora kojim se održava klasifikacija prostora ugroženog eksplozivnom atmosferom u akcidentnim uvjetima. Pored toga omogućeno je pokretanje novih turboelektričnih agregata i u uvjetima ispada distribucijske mreže ('black start').

Tehničko rješenje obuhvaća prilagodbu na novi sustav ventilacije i usisnog zraka, kao i tehničko rješenje priključenja na distribucijsku mrežu s mogućnošću izvoza/prodaje električne energije u javnu distribucijsku mrežu. Ovime se otvara mogućnost primjene hrvatskih propisa i direktiva europske zajednice za kogeneracijsku proizvodnju električne energije (Directive 2001/77/EC).



Slika 1. Blok shema elektroenergetskog sustava pogona Etan

2. NOVI KOGENERACIJSKI BLOKOVİ, STRUKTURA

Novi kogeneracijski blokovi GT1 i GT2 su kontejnerskog tipa kao što su bili i postojeći blokovi, s tim da su GT1 i GT2 izvedeni s primjenom novih tehnologija kojima se povećava pouzdanost rada, postiže bolja energijska iskoristivost i smanjuje negativni utjecaji na okolinu. U tablici 1. su dani osnovni tehnički podaci za nova kogeneracijska postrojenja.

Tablica 1. Osnovni tehnički podaci kogeneracijskog postrojenja GT1, GT2

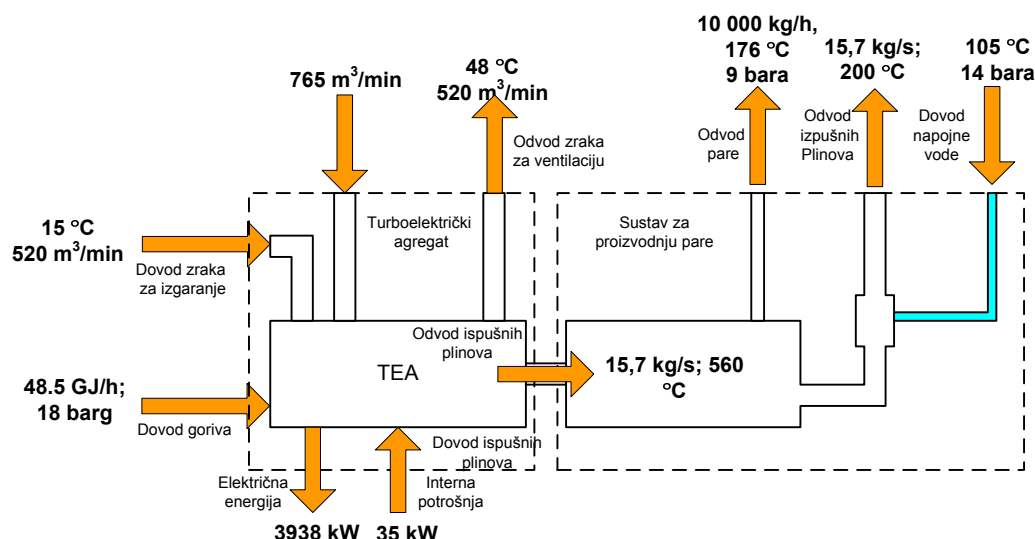
TURBINA		GENERATOR	
Proizvođač	ALLISON	Proizvođač	KONČAR – GIM
Tip	501 – KB5	Tip	SB1250-4
Brzina vrtnje	14600 min ⁻¹	Snaga	5 MVA
Snaga (ISO uvjeti)	3938 KW	Napon i frekvencija	10,5 kV, 50 Hz
Zakretni moment	17000 Nm	Brzina vrtnje	1500 min ⁻¹
REDUKTOR		UTILIZATOR	
Proizvođač	ALLEN GEARS	Proizvođač	Đuro Đaković
Tip	Epiciklični reduktor	Tip	Dimocjevni
Veličina	ASG 34	Temp. i tlak pare	176 °C, 9 bara
Prijenosni odnos	9,714:1 (14751:1500)	Proizvodnja pare	10000 kg/h
Snaga	6650 kW	Temp. i tlak napojne vode	105 °C, 14 bara
		Nazivna termička snaga	4,45 MW

Kao što se vidi na slici 1 i u tablici 1 novi kogeneracijski sustav čine: aeroderativna plinska turbina Rolls - Royce Allison 501 KB5, sinkroni trofazni generator KONČAR, 5 MVA, $\cos \varphi=0,8$, 1500 r/min; 10,5 kV, 50 Hz i dimocjevni kotao - utilizator tvrtke Đuro Đaković termičke snage 4,45 MW.

Kogeneracijski blokovi GT1 i GT2 imaju kapacitet proizvodnje određen karakteristikama ugrađenih turbina i to 3,938 MW električne snage i 10 t/h vodene pare 9 bara i 176 °C (navedeni podaci se odnose na temperaturu okolnog zraka u energani od 15 °C).

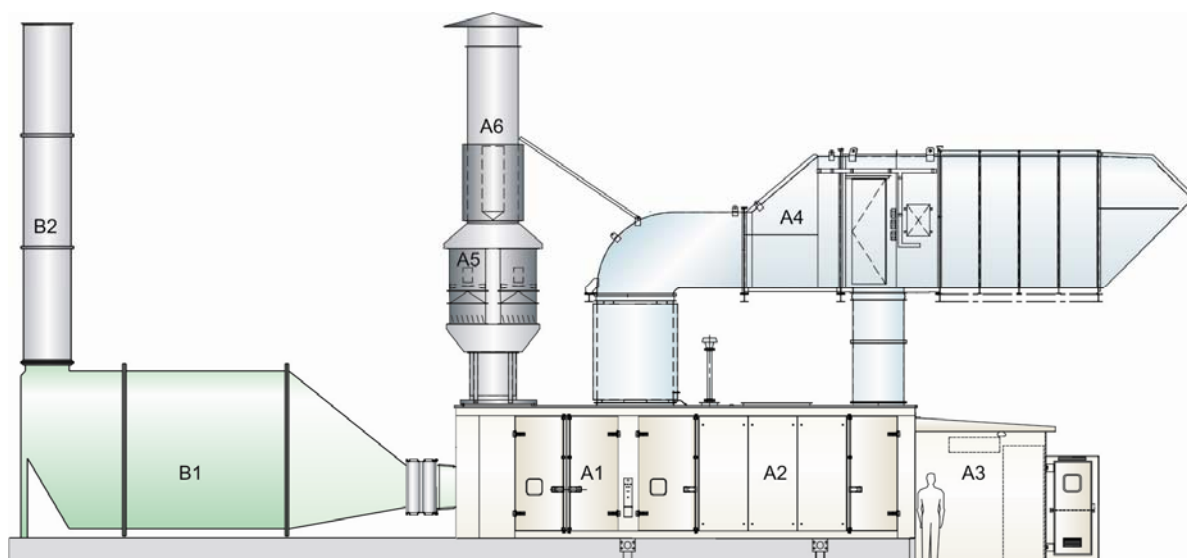
Na slici 2 je ilustracija – globalni dijagram toka turboagregata, prema dokumentaciji isporučitelja CENTRAX, sa svim ključnim podacima pri temperaturi okolnog zraka 15 °C.

Novo kogeneracijsko postrojenje GT1, GT2 je smješteno na vanjskom dijelu postrojenja, uz zgradu Energane.



Slika 2. Opći dijagram toka turboagregata s plinskom turbinom KB 5

Na slici 3 je presjek "arhitektura" kogeneracijskog postrojenja GT1 (GT2). Postrojenje se može razmatrati kroz 2 cjeline i to: A. turboelektrični agregat sa svim pomoćnim sustavima, B. sustav za proizvodnju pare s pomoćnim sustavima.



Slika 3. Arhitektura kogeneracijskog postrojenja GT1, GT2

Prema oznakama na slici 2 A. i B. sustavi i njihove komponente su:

TURBOELEKTRIČNI AGREGAT		SUSTAV ZA PROIZVODNJU PARE	
A1	Turbinski dio	B1	Kotao - utilizator
A2	Generatorski dio	B2	Ispust plinova izgaranja
A3	Ormar upravljanja turboelektričkim agregatom		
A4	Usis i filtracija zraka za ventilaciju, razrjeđivanje i izgaranje		
A5	Ventilatorske cijevi za ventilaciju i razrjeđivanje		
A6	Odvod zraka za ventilaciju i razrjeđivanje		

3. TURBOELEKTRIČNI AGREGAT

Turboelektrični agregat (GT1 i GT2) je kompaktan sustav kojeg čini primarna oprema: plinska turbina, reduktor i sinkroni generator. Kod izbora elektroopreme i sve druge opreme, pošlo se od pretpostavke da jedan generator može pokriti i povećanu buduću vlastitu potrošnju pogona Etan, uz predaju viškova električne energije u distribucijsku mrežu. Na temelju te pretpostavke je odabran sinkroni generator i sva elektrotehnička oprema. Sinkroni generator ima prividnu snagu od 5 MVA što pri faktoru snage od 0,8 daje radnu snagu 4 MW. Reduktor je odabran da može prenijeti snagu 6,65 MW.

3.1. Generator

Trofazni sinkroni generator SB1254-4 je proizvod KONČAR – GIM. Najnovije je konstrukcije tzv. brushless izvedbe s digitalnim regulatorom napona i rotirajućim uzбудnikom, prividne snage 5000 kVA nazivnog napona 10,5 kV i struje 275 A. Generator je izveden kao turbogenerator s 4 pola za brzinu vrtnju 1500 min^{-1} i za brzinu pobjega 1800 min^{-1} . Uzбудnu struju daje mali trofazni izmjenični generator s permanentnim magnetima (PMG) invertirane koncepcije smješten na rotoru generatora. Hlađenje generatora je vlastito, s prigradenim ventilatorom na rotoru. Ležajevi generatora se podmazuju uljem pri čemu se ležaj na pogonskoj strani podmazuje uljem iz zajedničkog sustava agregata a ležaj na suprotnoj strani maznim prstenom.

Električna energija iz generatora se odvodi s dva paralelna visokonaponska kabela do postojeće 10/0,4 kV energane pogona Etan. Energana pogona Etan povezana je s transformatorskom stanicom TS 35/10/10 kV Ivanić Grad preko dva kabela voda. Kako vlastita potrošnja pogona Etan iznosi 1,5 MW, u normalnom režimu rada će jedan agregat pokrivati vlastitu potrošnju, a višak proizvedene električne energije će se izvoziti u distribucijsku mrežu. U slučaju povećanja vlastite potrošnje na pogonu Etan (budući projekt utiskivanja plina CO_2 u naftne bušotine), oba agregata će biti u pogonu i višak energije će se slati u distribucijsku mrežu.

3.2. Reduktor

Prijenos mehaničke energije s turbine na generator osigurava planetarni reduktor proizvođača ALLEN GEARS. Nazivni prijenosni omjer je 14571:1500 u smjeru sniženja brzine, pri čemu može prenijeti snagu do 6650 kW. Reduktor je prigraden na generator, tako da je spoj na prirubnicu generatora izveden direktno. Na pogonskoj strani reduktora je spojena tzv. PTO osovina kojom se mehanička energija od turbine prenosi na reduktor. Reduktoru je prigradena glavna uljna pumpa za prisilnu cirkulaciju ulja za podmazivanje. Pored ove pumpe na reduktor je priključen hidraulični pokretač agregata koji je spojkom priključen na hidrauličnu pumpu za pokretanje turbine.

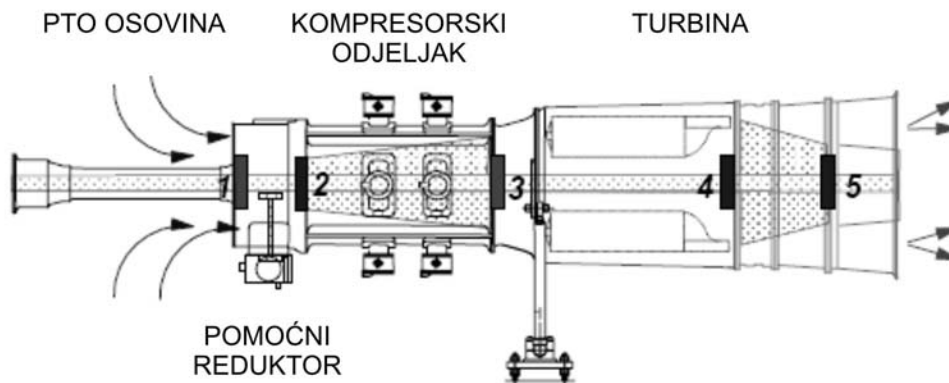
3.3. PTO osovina

Prijenos mehaničke energije od turbine do reduktora obavlja PTO osovina. Ona je opremljena mehanizmom za zaštitu od prevelikog momenta koji se može pojaviti kod udarnih opterećenja generatora (npr. pogrešna sinkronizacija).

3.4. Turbina

Plinska turbina Allison KB5 - 501, snage 3,938 MW (pri temperaturi okoline od 15°C) čini okosnicu kogeneracijskog sustava. To je aeroderivativni motor temeljen na izvedbi s jednim vratilom. Zahvaljujući njegovoj svojstvenoj pouzdanosti, jednostavnom održavanju i produljenom vremenu između remonta, idealan je kao pogon električnih generatora, bilo kao primarni pokretač ili kao rezerva. Specifična potrošnja plina iznosi $1220 \text{ m}^3/\text{h}$, pri temperaturi ambijenta 27°C .

Ilustracija primijenjene turbine prikazana je na slici 4. Zrak zahvaćen na usisu se dovodi u kompresor koji ga tlači do radne vrijednosti tlaka. Stlačeni zrak ulazi u komoru za izgaranje gdje mu se dovodi gorivi plin i gdje se obavlja sagorijevanje smjese zraka i plina. Nakon sagorijevanja pri temperaturi do 1038°C i ekspanzije u turbinskom dijelu, plinovi izgaranja izlaze prema kotlu pri temperaturi oko 560°C .



Slika 4. Poprečni presjek turbine Rolls - Royce Allison 501 KB5

4. SUSTAV UTILIZATORA

Napojna voda pri tlaku oko 14 bara i temperaturi 105 °C dovodi se u utilizator iz pripreme vode koja je zajednička za oba kogeneracijska bloka na Pogonu Etan. Voda se u pregrijaču zagrijava do temperature od 176 °C, nakon čega se u bubanju dodatno zagrijava do temperature isparavanja koja odgovara tlaku od 9 bara. Tako dobivena para odlazi u glavnu parnu sabirnicu koja se dalje usmjerava prema trošila. Bubanj je osnovni dio utilizatora u kojemu se nalaze dimovodne cijevi kao izmjenjivači topline u jednom prolazu. Za siguran i pouzdan rad, bubanj utilizatora je opremljen finom i grubom armaturom. Ogrjevna površina iznosi 580 m².

5. POMOĆNI SUSTAVI I OPREMA ZA EKSPLOZIJSKI UGROŽENI PROSTOR

5.1. Sustav filtracije zraka

Ovaj sustav filtrira zrak za izgaranje gorivog plina u turbini. Uzima se iznad kontejnera turboelektričnog agregata iz eksplozijski neugroženog prostora. Podtlak koji stvara kompresor osigurava protok zraka zadovoljavajućeg iznosa. Zrak prolazi kroz dvostruki sustav filtracije kojeg čine dva stupnja: 15 vrećastih filtera tipa F744 i kasetni filtri tipa MX95. Čistoća svakog od tih stupnjeva se nadzire davačima diferencijalnog tlaka koji u slučaju prekoračenje zadanih limita uzrokuju alarm 1. ili 2. stupnja. Sustav ventilacije za hlađenje i razrjeđivanje potencijalno zapaljive smjese plina i zraka. Sustav za filtraciju zraka je izveden tako da uklanja 100% krutih čestica veličine iznad 3 µm, 99% krutih čestica veličine od 0,5 do 3 µm. Što se tiče kapljica, uklanja se 100% kapljica većih od 8 µm i 99,5% veličine od 0,5 do 8 µm.

5.2. Sustav ventilacije za hlađenje i razrjeđivanje potencijalno eksplozivne smjese plina i zraka

Ovaj, za sigurnost pogona, ključni sustav sastoji se od sklopa za usis zraka i sklopa za ventilaciju. Sklop za usis zraka čini 12 vrećastih filtera tipa F744 s kućištem kojima se zrak za ventilaciju dovodi u prednji generatorski dio odmah iznad uzбудnika. Sklop za ventilaciju čini dvije ventilatorske cijevi u kojim se nalazi ventilatori snaga 7,5 kW, protočnog kapaciteta 4,335 m³/s svaki. Ventilatorske cijevi se na izlazu spajaju u jednu ventilacijsku cijev koja zrak za ventilaciju vodi u okolni prostor. S donje strane ventilatorske cijevi su odvojene protupožarnim zaklopkama koje imaju dvostruku ulogu: sprječavaju širenje požara i recirkulacije zraka uslijed kvara jednog ventilatora. Dva ventilatora osiguravaju dovoljnu količinu zraka za hlađenje turbine kao i za razrjeđivanje plina u smislu primarne protueksplozijske zaštite. Kvarom jednog ventilatora, turbina se isključuje i signalizira stanje „shut down“. Drugi ventilator nastavlja osiguravati klasifikaciju prostora do potpunog zaustavljanja sustava i nastavlja ventilirati ugroženi prostor slijedećih 30 minuta. U slučaju nestanka mrežnog napona kojim se napajaju ventilatori, starta dizel agregat (koji je u stand-by) te preuzima napajanje ventilatora i turboelektrični agregati nastavljaju sigurno raditi.

5.3. Sustav pokretanja

Pokretanje turboelektričnog agregata izvedeno je preko elektrohidrauličkog pokretača. Asinkroni trofazni elektromotor snage 132 kW pokreće hidrauličnu pumpu za hidraulički motor smješten na kućištu reduktora. Protok i tlak ulja su elektronički regulirani. Hidraulični motor pokretač je preko spojke spojen na prijenosni zupčanik reduktora na strani generatora.

5.4. Sustav plina

Sustav plina je temeljni pomoćni sustav koji osigurava dovod plinskog goriva, regulaciju snage turbinu u užem smislu. Gorivi plin se dovodi izvan kontejnera na vanjski blokadni ventil. Plin nakon toga ulazi u kontejner te se preko filtra dovodi u plinsku rampu. Rampu čine dva blokadna i dva rasteretna ventila. Iza rampe plin ulazi u završni filter te preko električki upravljivog regulacijskog ventila dovodi se u turbinu. Radni tlak sustava plina je 7 do 9 bara. Svi blokadni i rasteretni ventili su pneumatski upravljivi. Zrak za upravljanje ventilima dovodi se iz zajedničkog sustava opskrbe instrumentacijskim zrakom energane.

5.5. Klasifikacija ugroženog prostora i protueksplozijska zaštita:

U turboelektričnim agregatima turbinski i generatorski odjeljak su spojeni u jedan ventilacijski prostor. Primarnu protueksplozijsku zaštitu čini ventilacija cijelog prostora s ciljem razrjeđivanja i hlađenja. Ventilacija je izveden sa dva ventilatora koji se napajaju s dviju različitih sabirnica kućne potrošnje. Zalihost u napajanju ventilacije ostvarena je dizel agregatima i lokalnom elektroenergetskom mrežom. Na taj način osigurana je klasifikacija prostora kao zona 2 i to samo za turbinski odjeljak za vrijeme pogona agregata.

6. KOGENERACIJSKI UČINAK GT1 I GT2

Kogeneracijsko Etansko postrojenje je kako je već napisano u uvodnom dijelu industrijsko kogeneracijsko postrojenje prvenstvene namjene osiguravanja pouzdanog izvora električne energije u smislu besprekidnog napajanja i u količinama koje zadovoljavaju sve tehnološke potrebe zaokruženog elektroenergetskog sustava pogona Etan i planiranih povećanja proizvodnih kapaciteta. Da bi sigurnost besprekidne opskrbe električnom energijom bila što veća, elektroenergetski sustav pogona Etan je trajno povezan na javnu distributivnu mrežu HEP - a . Proizvodnja pare za tehnološke potrebe i popratna grijanja na lokaciji pogona Etan je pri gradnji postrojenja planirana tako da u što većoj mjeri zadovolji vlastite potrebe te lokacije, zajedno s kotlovima u klasičnim kotlovnica. Postrojenje se ne optimira i ne vodi prema potrebama za toplinskom energijom već električnom.

Nakon zamjene agregata i puštanja novih u pogon, bit će moguće optimirati čitav kompleks na način da se može proizvoditi električna i toplinska energija pri najvećim stupnjevima kogeneracijske korisnosti i za plasman viškova električne energije u distribucijsku mrežu. S tim u svezi, bit će moguće na temelju *Pravilnika o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (NN 67/2007)* [2] zatražiti status povlaštenog proizvođača, na temelju dokaza o odgovarajućoj energetske učinkovitosti kogeneracijskih blokova GT1 i GT2. U tu svrhu će se prikupljati mjerodavna mjerenja kroz period od godinu dana, kako bi se pokazala da je ušteda primarnog energenta veća od 10% u slučaju kombinirane proizvodnje električne i toplinske energije.

Pri ovim razmatranjima trebat će uzeti u obzir da su u kogeneracijske blokove GT1 i GT2 ugrađene turbine proizvedene prije 1991., da je prosječna godišnja temperatura na lokaciji +10 °C, i da se otpadna toplota izravno koristi (opaska za slučaj da je temperatura plinova veća od 250 °C). Pored toga ključno je naglasiti da će proizvodnja električne energije pokrivati vlastitu potrošnju i da će se višak isporučivati u distribucijsku mrežu.

Stvarne efekte kogeneracije u smislu navedene regulative će se moći računati nakon jednogodišnjeg pogona uzimajući u obzir da će se sustav vođenja oba turboagregata s vremenom optimirati tako da se pored primarne funkcije, zadovoljavanja svih potreba za električnom energijom dobije što više tehnološke pare i topline za popratna grijanja na lokaciji.

7. PARALELNI RAD S MREŽOM

Redovito stanje pogona je da oba turboelektrična agregata rade, napajaju postrojenje Etan i višak proizvedene energije isporučuju u distributivnu mrežu. Mjesto primopredaje električne energije predviđeno je u TS 35/10 kV Ivanić Grad, točnije u vodnim poljima =K5 i =K6, u koje su ugrađeni naponski i strujni transformatori na koje su spojeni zaštitni uređaji i oprema za obračunsko mjerenje i mjerenje kvalitete električne energije. Upravljanje aparatima smještenim u tim poljima (=K5 i =K6) je u nadležnosti HEP ODS-a.

Operatoru distribucijskog sustava i Pogonu Etan je izuzetno važno očuvati stabilnost sustava napajanja. Zato treba svesti na najmanju mjeru mogućnost nesinkronog uklopa dva izvora napajanja, što bi moglo dovesti do raspada sustava i do veće materijalne štete na opremi turboelektričnih agregata.

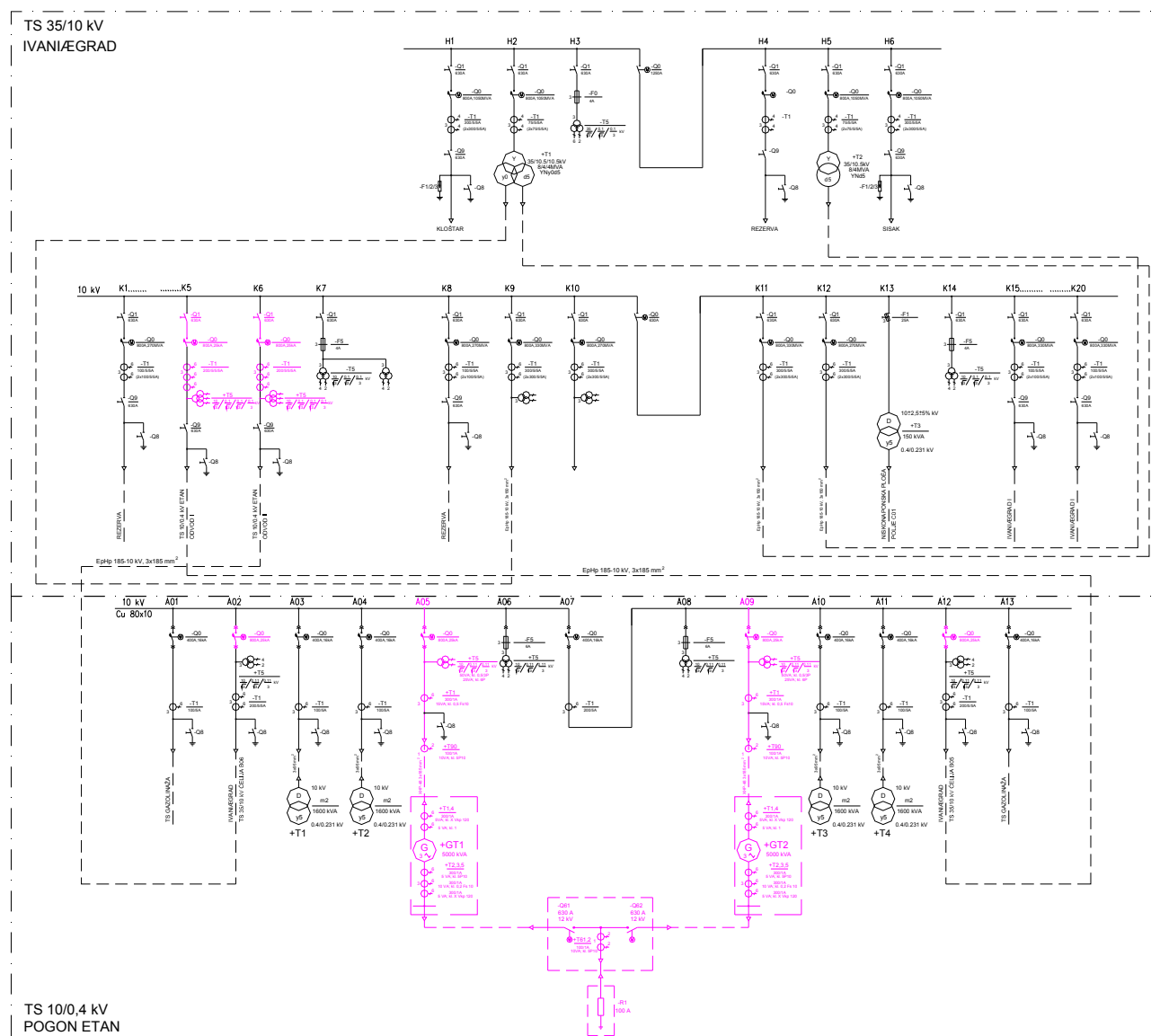
Najčešći uzrok mogućeg asinkronog uklopa su prolazni kvarovi na distributivnoj mreži. Zbog toga su na mjestu mrežnih priključaka ugrađeni zaštitni releji koji će brzo detektirati kvar na mreži i prije djelovanja generatorske zaštite odvojiti sabirnice 10 kV Pogona Etan od mreže. Time postrojenje Etan ostaje u otočnom pogonu i spremno za ponovnu re-sinkronizaciju čim se stanje na distribucijskoj mreži stabilizira.

Kod poremećaja-kvarova u mreži 10 kV, pa čak i kod mogućeg raspada sistema, vrši se automatsko odvajanje od vanjske mreže, tj. prelazak u otočni režim kako bi se osiguralo napajanje vlastitog pogona. Radi se o zaštiti sa visokim zahtjevima na pouzdanost, kritičnost, brzinu i osjetljivost.

Sustav za automatsko rasterećenje nije predviđen.

U slučaju poremećaja-kvara u vanjskoj mreži može doći do znatnog toka snage iz agregata GT1 i GT2 u distributivnu mrežu. Sistem za automatsko odvajanje treba proraditi u vrlo kratkom vremenu kako bi se izbjegla mogućnost ispada generatora uslijed preopterećenja.

Osnovni kriterij odvajanja je nadzor frekvencije, a odgovarajućom kombinacijom nadstrujnih-usmjerenih i podnaponskih releja postiže se odvajanje od vanjske mreže i u slučaju kvarova u vanjskoj mreži koji mogu biti kritični za lokalnu mrežu.



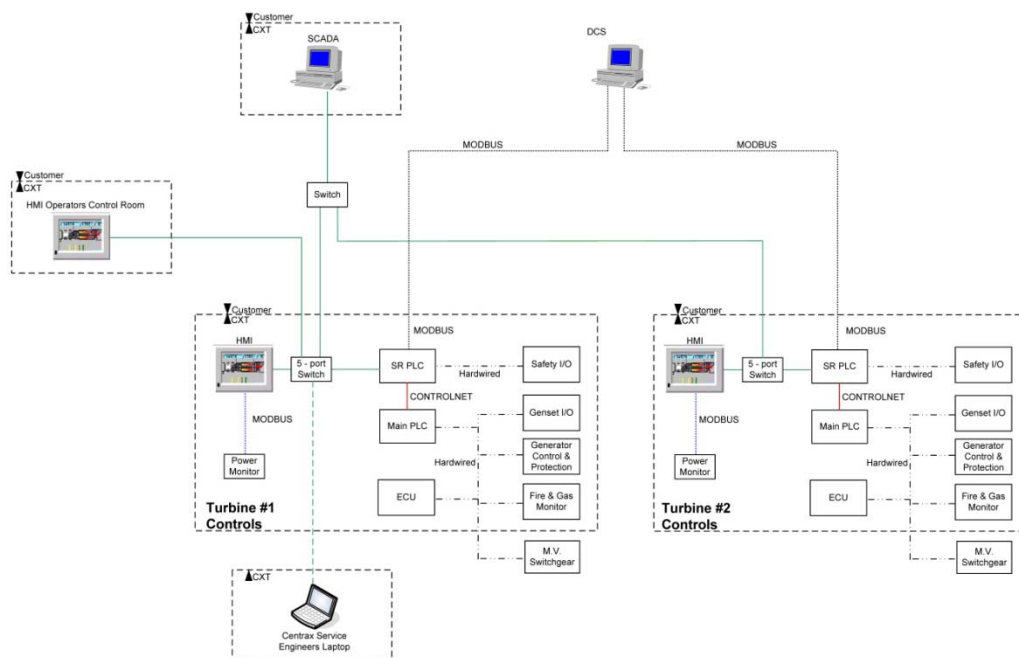
Slika 5. Jednopolna shema postrojenja Etan i priključak na TS 35/10 kV Ivanić Grad

8. PRIMIJENJENE NOVE TEHNOLOGIJE

U odnosu na postojeće stare turboagregate u novom je ugrađena najsuvremenija oprema upravljanja i regulacije, protupožarna oprema i oprema koja osigurava da ne dođe do eksplozije unutar kontejnera.

Nadzor i upravljanje turbоеlektričnim agregatom se ostvaruje programibilnim logičkim kontrolerom (PLC) smještenim u ormaru upravljanja na prednjoj strani kontejnera agregata. Komunikacija čovjek-stroj (HMI) izvedena je lokalno preko operatorskog panela i daljinski preko SCADA sustava smještenog u prostoriji komande energane. Sinkronizacija i upravljanje sklopnim aparatima izvodi se iz prostorije glavnog operatera u transformatorskoj stanici. Operatorski panel je izveden kao „touch“ panel sa prikazom sustava, odakle je moguće imati pregled nad svim trenutnim veličinama stanja sustava (tlakovi, temperature, struje, naponi,...), trend stanja, alarmna stanja i drugo. Operater na panelu može izvršiti pokretanje, zaustavljanje, povećanje i smanjenje brzine vrtnje agregata, aktiviranje pranja agregata itd. Kada se uspostave uvjeti vrtnje u praznom hodu, sinkronizacija se vrši s upravljačkog panela na pripadajućem turbоеlektričnom agregatu. Regulacija brzine vrtnje i snage turbine te napona generatora su izvedeni zasebnim digitalnim regulatorima. Nadzorno - upravljački sustav moguće je spojiti u jedinstvenu računalnu mrežu s drugim procesnim računalima na pogonu Etan radi efikasnijeg nadzora i upravljanja.

Turboelektrični agregati GT1 i GT2 opremljeni su najnovijim, numeričkim zaštitama generatora koje su izvedene nezavisno od ostalog sustava. Zaštite su realizirane u dvije fizičke odvojene jedinice; diferencijalna zaštita generatora i digitalni zaštitni relej (povratna snaga, gubitak uzbuđ, zemljospoj, podfrekvencijska, nadfrekvencijska, podnaponska, prenaponska, prekostrujna i krivi redoslijed faza).



Slika 6. Principna shema sustava upravljanja agregatima GT1 i GT2

9. ZAKLJUČAK

Novo industrijsko kogeneracijsko postrojenje GT1 i GT2 ostvareno plinskom turbinom uz korištenje energenta - plina iz vlastite proizvodnje i na mjestu upotrebe je najbolje rješenje za postavljene zahtjeve; raspolaganje sigurnim izvorom električne energije za ukupne vlastite potrebe i s mogućnošću prodaje viška električne energije u distribucijsku mrežu.

Primjenom novih tehnologija i odabirom najsuvremenije opreme za elektromehaničku konverziju energije i opreme za korištenje otpadne topline iz plinske turbine moguće je ostvariti i zadovoljavajuće kriterije stjecanja statusa povlaštenog proizvođača električne energije.

LITERATURA

- [1] Ž. Bogdan, „Direktiva 2004/8/EC o kogeneraciji“, 2005.; Fakultet strojarstva i brodogradnje.
- [2] „Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije“, NN 67/2007, lipanj 2007.
- [3] „Commission decision of EC 2007/74/EC“, veljača 2007.
- [4] „CX501-KB5 Operation and Maintenance“, Centrax UK, 2006.
- [5] „CX501-KB5 Generator sets – Technical Description“, Centrax Ltd. UK, 2008.
- [6] Dokumentacija izvedbenog projekta broj 8365-54-07-0012, Etan – Zamjena TEA GT1, GT2 i pomoćne opreme, 2007., Končar – Inženjering za energetiku i transport
- [7] M. Zaglavnik, „Mala kogeneracijska postrojenja danas i sutra“, RGR 5/2004, Zagreb, 2004., str 131-134.
- [8] M. Perić, D. Ban, M. Lujčić, I. Mađer, M. Sobota, I. Vulić, K. Glavaš, „Novo kogeneracijsko postrojenje CPS Molve 2 – TEA 4“, 22. Međunarodno znanstveno stručni susret stručnjaka za plin Opatija, svibanj 2007.

- [9] M. Perić, D. Ban, K. Spiegl, K. Glavaš, M. Sobota, „Proširenje kogeneracijskog sustava na CPS Molve 2“, 8. Savjetovanje HRO CIGRE Cavtat, studeni 2007.
- [10] M. Perić, K. Spiegl, M. Piteša, „Kogeneracijsko postrojenje TEA4, CPS Molve 2 – analiza nakon 1 godine rada“, 1. Savjetovanje HO CIRED Šibenik, svibanj 2008.