

ZAŠTITA OD POŽARA I EKSPLOZIJA PRI PROJEKTIRANJU, IZVEDBI I POGONU KOMBI I KOMBIKOGENERACIJSKIH POSTROJENJA

Mr. sc. Miroslav ŠANDER, Zagreb

UDK 621.165:699.81
STRUČNI ČLANAK

Prikazan je pristup zaštiti od požara i eksplozija pri projektiranju, izvedbi i pogonu kombi i kombikogeneracijskih postrojenja. Kod kombi i kombikogeneracijskih postrojenja je osnovno gorivo zemni plin, a pričuvno gorivo ekstra lako lož ulje, ali osnovno gorivo može biti samo plin. Blok K u TE-TO Zagreb je kombikogeneracijsko postrojenje s dvojnim loženjem; plin i ulje. HEP planira u bliskoj budućnosti graditi elektrane ložene samo plinom; novi kombikogeneracijski blok od 100 MW u TE-TO ZAGREB, na lokaciji TE Sisak planira se izgradnja kombikogeneracijske elektrane 250 MWe Sisak, a u Osijeku slične od 250 MWe. Uz pogone u eksploataciji u Zagrebu, Osijeku, Jertovcu, može se naslutiti važnost problematike zaštite od požara i eksplozija takvih postrojenja.

Ključne riječi: zaštita od požara, zaštita od eksplozija, kombi postrojenje, kombikogeneracijsko postrojenje, izvori požarnih opasnosti, hidrantska mreža, aparati za gašenje požara, dojava požara, zaštitne mjere na instalacijama, procjena ugroženosti od požara, primarna protueksplozijska zaštita, sekundarna protueksplozijska zaštita

1. UVOD

Današnji trend kod termoenergetskih postrojenja je izgradnja kombi i kombikogeneracijskih elektrana te okrenutost prema zemnom plinu i izbjegavanje ugljena. Glavni proizvodi kombikogeneracijske elektrane; električna energija, pregrijana vodena para visokog tlaka, pregrijana vodena para niskog tlaka (za pogon parnoturbinskog agregata), industrijska para, topla voda u vrelovodnom zagrijaču (za potrebe daljinskog grijanja) su proizvodi dobiveni uz izuzetno visok stupanj djelovanja te nisko zagađivanje okoliša. U standardnim izvedbama osnovno gorivo je zemni plin, a rezervno ekstralako ulje za loženje. Srce kombi elektrane je plinska turbina, stroj na samom vrhu tehnološkog i industrijskog razvoja. HEP planira u bliskoj budućnosti graditi dosta plinskih elektrana, kao; novi kombikogeneracijski blok od 100 MW u TE-TO ZAGREB, na lokaciji TE Sisak planira se izgradnja kombikogeneracijske elektrane 250 MWe Sisak, a u Osijeku slične od 250 MWe. Na lokaciji TE Sisak planira se izgradnja kombikogeneracijske elektrane 250 MWe Sisak koja će se sastojati od: plinskoturbinskog agregata snage cca 157 MWe, postrojenja kotla na ispušne plinove, parne

turbine snage cca 93 MWe, postrojenja za dobavu goriva, postrojenja za opskrbu rashladnom vodom.

Plinskoturbinsko postrojenje smješta se u Hrvatskoj (pa i u Europi) u strojarnicu, tj. zatvoreni prostor. U strojarnici se pored same turbine i generatora nalaze i pomoćni moduli, moduli zraka za raspršivanje tekućeg goriva (ako je alternativno gorivo lako loživo ulje), pomoćni moduli generatora, ormari lokalnog upravljanja, uređaji za pranje kompresora, stabilni uređaji za gašenje požara, uređaji za pripremu zraka, mosna i pomoćne dizalice, ventilacijski kanali za ventilaciju turbinskih i pomoćnih modula, itd. Kod HEP-ovih planiranih postrojenja vrući ispušni plinovi iz plinske turbine odvođe se u kotlove na ispušne plinove gdje se proizvodi para za pogon parnih turbina. Kako bi se što bolje iskoristila toplina ispušnih plinova, obično se koriste dvotlačni kotlovi s bubnjevima i prirodnim optokom. Kotao se projektira tako da može pratiti sve promjene stanja plinske turbine nastale promjenom njene električne snage, bez posljedica i ograničenja. Postrojenje parne turbine može biti kondenzacijsko ili protutlačno s reguliranim oduzimanjima.

Termoelektrana pored toga što mora zadovoljiti funkcionalne energetske zahtjeve, kao što su pouzdanost, raspoloživost

i održavanje, također mora biti projektirana i izvedena tako da ispunjava bitne zahtjeve za svaku građevinu; tj. mehaničku otpornost i stabilnost, da ne ugrožava higijenu i zdravlje ljudi i njihov okoliš, da bude sigurna u eksploataciji, da ne stvara prekomjernu buku, da uređaji za grijanje, hlađenje i ventilaciju štede energiju te da dijelovi koji su vrući budu dobro izolirani i da bude zaštićena od požara i eksplozija [1]. Termoelektrana po svojoj biti ima posla sa izgaranjem i gorivima te u njoj postoji stalna opasnost od požara i eksplozija. Osim manjih incidenata, dosada se nije dogodio nijedan veliki požar ili eksplozija u nekoj od elektrana ili elektroenergetskih objekata u vlasništvu Hrvatske elektroprivrede, što govori da se u Hrvatskoj elektroprivredi pridaje znatna pažnja tom segmentu zaštite postrojenja (slika 1.). Međutim, to ne znači da se zaštititi od požara i eksplozija ne bi mogao pridavati još i veći značaj u fazi projektiranja, izvedbi kao i u pogonu. U projektiranju to se postiže građevinskim mjerama i predviđanjem odgovarajućih uređaja za gašenje i dojavljivanje. U korištenju, tj. u pogonu, to se postiže organizacijskim mjerama i čvrstim provođenjem discipline te redovitim ispitivanjem električnih, plinskih i drugih instalacija kao i ZOP (Zaštita od požara) uređaja. Isto tako je nužno stalno osposobljavanje i opremanje vatrogasne postrojbe zadužene za pojedinu termoelektanu.



Slika 1. TE-TO Zagreb pridaje posebnu pozornost zaštiti od požara i eksplozija

Da bi uopće krenuli s projektiranjem, a izvedbeno s provedbom ZOP-a, moramo odrediti koje klase požara su moguće u pojedinim požarnim sektorima termoenergetskog postrojenja. U skladu s klasifikacijom požara prema HRN Z.C0.003 i vrsti zapaljivih materija koje mogu biti obuhvaćene požarom mogu se općenito, a isto tako i u elektranama pojaviti požari:

Klase A – požari čvrstih zapaljivih tvari,

Klase B – požari zapaljivih tekućina (požari bez žara – benzin, ulje, masti, lakovi itd.),

Klase C – požari zapaljivih plinova (metan, propan, butan itd.),

Klase D – požari zapaljivih metala (aluminij, magnezij, itd.),

Klase E – požari na uređajima instalacijama pod električnim naponom.

Prema klasi požara odabrat ćemo sredstva za gašenje u pojedinim dijelovima postrojenja. Sredstva za gašenje pojedinih klasa požara prikazana su u tablici 1. (FE-25TM i FM-200 su zamjena za halone koji oštećuju ozonski sloj)

Tablica 1. Sredstva za gašenje pojedinih klasa požara prema HRN Z.C0.003

Sredstva za gašenje	Klasa požara				
	A	B	C	D	E
Voda u punom mlazu	+	-	-	-	-
Vodena magla	+	+ / -	-	-	+ / -
Laka pjena	+ / -	+	-	-	-
Teška pjena	+ / -	+	-	-	-
BCE - prah	-	+	+	-	+ / -
ABCE - prah	+	+	+	-	+ / -
ABCD - prah	+	+	+	+	+
Ugljik - dioksid	-	+	+	-	+
FE-25 TM (ili FM-200)	-	+	+	-	+

U tablici je:

+ prikladno sredstvo za gašenje

+ / - ograničeno prikladno sredstvo za gašenje

- neprikladno sredstvo za gašenje

Potreban broj, vrsta i veličina jediničnih vatrogasnih aparata određuju se u skladu s klasom požara koji može nastati u građevini, požarnom opterećenju pojedinog požarnog sektora, površinama požarnih sektora te s Pravilnikom o održavanju i izboru vatrogasnih aparata [2]. Također nam je važan stupanj otpornosti nosive konstrukcije strojarne, kotlovnice, centralne komande, prostora glavnog transformatora, transformatora vlastite potrošnje kao i dijelova građevine kojeg ćemo određivati prema nekoj od normi, ali najčešće prema HRN.U.J1.240 - Tipovi konstrukcija zgrada prema njihovoj unutrašnjoj otpornosti protiv požara [3]. Niz hrvatskih zakona, pravilnika i normi uz europske bit će nam dobar vodič, a oni važniji bit će spomenuti u ovom radu.

2. IZVORI POŽARNIH OPASNOSTI KOD KOMBI I KOMBIKOGENERACIJSKIH POSTROJENJA

Potencijalni izvori požarnih opasnosti kod termoenergetskih postrojenja mogu se podijeliti prema građevinskim i funkcionalnim cjelinama termoenergetskog postrojenja. U prostoru postrojenja plinskih turbina kod kombikogeneracijskog postrojenja (ili kotlova dodatno loženih plinom to mogu biti):

a. neispravna električna oprema, uređaji i instalacije

- b. plinsko gorivo (zemni plin), u slučaju nekontroliranog propuštanja na spojevima ili pucanja cjevovoda plin može dospjeti u prostor strojarnice ili kotlovnice i izazvati požar i eksploziju
- c. tekuće gorivo (ekstralako lož ulje), u slučaju nekontroliranog istjecanja, propuštanja na spojevima ili pucanja cjevovoda, ulje može dospjeti na vruće dijelove turbine i tamo se zapaliti. Teške posljedice ima proširenje takvog požara na izolaciju kabela (izgaranjem PVC izolacije nastaju agresivne pare i solne kiseline)
- d. ulje za podmazivanje turbine, u slučaju nekontroliranog istjecanja, propuštanja na spojevima ili pucanja cjevovoda može dospjeti na vruće površine i tamo se zapaliti.

Potencijalni izvori požarnih opasnosti u prostoru parnih turbina te kotlovnici kotla na ispušne plinove to mogu biti:

- a. neispravna električna oprema, uređaji i instalacije
- b. ulje za podmazivanje turbine.

Potencijalni izvori požarnih opasnosti u transformatorskim stanicama s uljnim transformatorima su:

- a. neispravna električna oprema, uređaji i instalacije
- b. ulje za hlađenje transformatora, u slučaju neispravnog rada, transformatora ulje se može pregrijati i izazvati požar.

Potencijalni izvori požarnih opasnosti u kontejneru dizelskog agregata su:

- a. neispravna električna oprema, uređaji i instalacije
- b. dizelsko gorivo.

Potencijalni izvori požarnih opasnosti u kompresorskoj stanici ili nekim drugim pomoćnim postrojenjima to mogu biti:

neispravna električna oprema i instalacije.

Jedan od izvora požarnih opasnosti je grom. U termoelektranama moraju biti postavljene gromobranske instalacije prema tehničkim propisima o gromobranama. Preventivno gromobranska instalacija mora biti izvedena, održavana i postavljena tako da se spriječi svaka mogućnost nastanka požara zbog atmosferskog pražnjenja. O gromobranskim instalacijama mora postojati tehnička dokumentacija i mora se voditi revizijska knjiga gromobranskih instalacija. Preventivne mjere su jedan od glavnih zadataka pri projektiranju i izvedbi postrojenja.

3. PREVENTIVNE MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

Preventivne mjere odabiremo u fazi projektiranja, ali isto tako ako se uoče nedostaci. Nadopune se mogu izvršiti tijekom izvedbe ili kasnije u pogonu rekonstrukcijom. Kod termoelektrani postrojenja mora biti omogućen kružni tok prometa prometnicama širine 3 m za jednosmjerno kretanje, odnosno 5,5 m za dvosmjerno kretanje [4]. Nosivost

vatrogasnih pristupa mora biti takva da podnosi osovinski pritisak veći od 100 kN. Svi prolazi kroz građevine unutar termoelektrane moraju imati slobodan profil veći od 3x4 m [4]. Bilo bi dobro da pristup zgradama plinskoturbinskog postrojenja, kotlovnici ili postrojenju parne turbine bude moguć sa sve četiri strane, ili prema Pravilniku o uvjetima za vatrogasne pristupe sa dvije dulje strane građevine [4]. Ukoliko unutar termoelektrane imamo spremnike tekućeg goriva (slika 2.), osiguravamo ih požarno kao i od izljevanja zaštitnim zidom [5]. Stabilni sustavi za hlađenje vodom postavljaju se u skladu s "Pravilnikom o izgradnji postrojenja za upaljive tekućine i o uskladištavanju i pretakanju upaljivih tekućina" na spremnicima lakog ulja za loženje 2 i 3, i pretakalištu vagon cisterni. Stabilni sustavi za hlađenje krovova spremnika u obliku prstenastih cjevovoda sa sapnicama su također dio preventive na spremnicima tekućeg goriva. Stabilni sustavi za gašenje teškom pjenom se postavljaju na spremnicima lakog ulja za loženje 2 i 3 u skladu s istim pravilnikom.



Slika 2. Spremnik ekstra lakog lož ulja sa zaštitnim zidom (TE-TO Zagreb)

Kod većine termoenergetskih postrojenja predviđaju se sljedeće tehničke mjere zaštite od požara:

- A. IZVORI VODE ZA POTREBE – ZOP
- B. VANJSKA HIDRANTSKA MREŽA
- C. UNUTARNJA HIDRANTSKA MREŽA
- D. PRISILNA VENTILACIJA
- E. STABILNI SUSTAV ZA GAŠENJE PLINOM CO₂
- F. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE RASPRŠENOM VODOM
- G. APARATI ZA GAŠENJE POŽARA
- H. ZAŠTITNE MJERE NA INSTALACIJAMA
- I. RUČNA DOJAVA POŽARA
- J. SUSTAV AUTOMATSKOG OTKRIVANJA I JAVLJANJA POŽARA
- K. SUSTAV AUTOMATSKOG OTKRIVANJA I JAVLJANJA PLINA

A. IZVORI VODE ZA POTREBE - ZOP

Kao izvor vode za potrebe zaštite od požara može poslužiti voda bunara koji stoje na raspolaganju ili spremnika koji se posebno grade, a uz njih i pumpno postrojenje. Uvijek je dobro da jedna od protupožarnih pumpi bude priključena na dizelski agregat. Pumpe se vežu na hidrantsku mrežu preko tlačnog spremnika.

B. VANJSKA HIDRANTSKA MREŽA

Vanjska hidrantska mreža izvodi se u obliku prstena iz čeličnih cijevi dimenzija NO 100, NO 125, NO 150 i NO 200. Na čvornim mjestima ugrađuju se zasuni za odvajanje pojedinih sekcija vanjske hidrantske mreže, ako se ova sastoji od više prstenova. Cjevovodi vanjske hidrantske mreže ukopavaju se u zemlju na dubini cca 1m i u njima se nastoji održavati stalni tlak od 8 bara (ne smije biti niži od 2,5 bara). Na vanjskoj hidrantskoj mreži postavljaju se nadzemni hidranti. Za razliku od podzemnih hidranata, nadzemni su vidljivi i ne dozvoljavaju onemogućavanje pristupa kada primjerice nesavjesni vozač parkira svoje vozilo unutar kruga termoelektrane upravo nad hidrantom (koji je slučajno podzemni). Udaljenosti između dva hidranta iznose manje od 80 m [6]. Razmještaj hidranata mora omogućiti gašenje objekta s najmanje dva hidranta. Nadzemni hidranti se izvode od lijevanog željeza.

C. UNUTARNJA HIDRANTSKA MREŽA

Unutarnja hidrantska mreža postavlja se u termoenergetskim objektima u: strojarnicu parnih turbina, kotlovnice, strojarnicu postrojenja plinskih turbina. Međusobni razmak između dva unutarnja hidranta je manji od 30 m, a raspoređuju se tako da se požar može gasiti s dva hidranta. Na cjevovodima unutarnje hidrantske mreže postavljaju se unutarnji hidranti u zidne hidrantske ormariće sa svom potrebnom opremom. Zidni hidrantski ormarići postavljaju se na visini 1,5 m od poda i označavaju propisanom oznakom za hidrant (slovo H).

D. PRISILNA VENTILACIJA

Kod plinskoturbinskih postrojenja se kao mjera zaštite od eksplozije određuje prisilna ventilacija strojarnice prije puštanja u rad plinske turbine i plinskih modula s ugrađenim ventilatorima u "S" izvedbi i odvodom iznad krova strojarnice. U strojarnici plinskoturbinskog postrojenja, kotlovnici i strojarnici postrojenja parnih turbina mogu se predvidjeti posebni sustavi za odvođenje dima i topline nastalih u požaru. Odvođenje dima i topline nastalih u požaru može se također omogućiti ventilacijskim otvorima na krovu strojarnice plinskoturbinskog postrojenja, ventilacijskim otvorima kotlovnice te prozorima i ventilacijskim otvorima u strojarnici parnih turbina.

E. STABILNI SUSTAV ZA GAŠENJE PLINOM CO₂

Stabilni sustavi za gašenje sa CO₂ postavljaju se za gašenje plinskih turbina te za gašenje parnih turbina.

Stabilni sustav za gašenje sa CO₂ postrojenja plinskih turbina (slika 3.)

Za protupožarnu zaštitu postrojenja plinskih turbina obično služi stabilni sustav za gašenje sa CO₂ kojim se štite moduli plinskoturbinskog postrojenja [7].



Slika 3. Sustav za gašenje sa CO₂ isporučuje se u sklopu postrojenja plinskih turbina (TE-TO Zagreb)

Stabilni sustav za gašenje sa CO₂ isporučuje se u sklopu postrojenja plinskih turbina i izvodi se u skladu s američkim propisima NFPA12 [8]. Ugljični dioksid uskladišten je u spremniku potrebnog volumena niskog tlaka (20 bara) koji se zajedno s odjeljkom upravljanja sustava smješta u strojarnicu plinskih turbina izvan požarnih sektora koji se štite tako da je omogućen pristup i eventualno ručno aktiviranje. Automatski sustav za gašenje sa CO₂ projektiran je kao potapajući. Detekcija i aktiviranje stabilnog sustava za gašenje požara plinskih turbina obavlja se automatskim javljačima požara, odnosno sustavom dojava požara koji registrira jednu od sljedećih pojava: porast temperature iznad najviše radne temperature u požarnom sektoru koji se štiti, brzinu porasta temperature veću od (primjerice 20 °K/min), pojavu dima u požarnom sektoru, pojavu plamena u požarnom sektoru

Alarmiranje i indikacija

Budući da u štićenim prostorima modula mogu boraviti ljudi, aktiviranje sustava daje alarm (zvučni i optički) i odlaže istjecanje ugljičnog dioksida 10 do 30 sekundi. Alarm se daje s električnim sirenama. Alarm prorade sustava izveden je tako da se ne može nehotice isključiti.

Stabilni sustav za gašenje požara ugljičnim dioksidom projektira se kao sustav potpune zaštite. Pri potpunoj zaštiti predviđeno je automatsko zatvaranje svih otvora na granicama požarnog sektora pri aktiviranju sustava. Aktiviranjem stabilnog sustava za gašenje automatski se istodobno isključuje prisilna ventilacija tog prostora.

Pothlađeni ugljični dioksid pri niskom tlaku se može uskladištiti pod tlakom od 15 do 25 bara i pri temperaturi od -30 °C do -10 °C. Spremnik je sa specijalnom izolacijom,

a radni tlak i temperatura se održavaju pomoću agregata za hlađenje (kompresora). Spremnik i agregat za hlađenje se postavljaju na zajedničko postolje. Spremnici su izrađeni od hladno vučenog, sitnozrnatog konstrukcijskog čelika. Opremljeni su opremom za mjerenje razine punjenja i pražnjenja, alarmiranje, dvostrukim sigurnosnim ventilima, sigurnosnim uređajima za porast temperature i priključcima za punjenje i pražnjenje.

Stabilni sustav za gašenje požara sa CO₂ generatora parne turbine (slika 4.)

Za protupožarnu zaštitu generatora parne turbine također se koristi stabilni sustav za gašenje sa CO₂ ali visokog tlaka (59 bara). Uređaj za gašenje sastoji se obično od dvije baterije boca CO₂, od kojih jedna služi za početno gašenje požara, a druga za održavanje koncentracije CO₂ u trajanju od 20 min. Ukupni broj boca je uobičajno 10. Potrebna količina CO₂ određuje se u skladu s američkim propisima NFPA 12. Na svakoj boci ugrađuje se uređaj za kontrolu mase ili uređaj koji pokazuje gubitak punjenja >10 %. Boce koje su izgubile više od 10 % punjenja moraju se zamijeniti u roku od 36 h. Baterije boca nalaze se izvan prostora koji se štiti.



Slika 4. Baterija boca CO₂ generatora parne turbine nenametljivo uza zid pored ostale opreme

Svaka boca CO₂ spojena je cijevima na razdjelne cjevovode. Razdjelni cjevovodi opremljeni su sapnicama za raspršivanje CO₂. Cjevovodi za početno gašenje su čelični, a cjevovodi za održavanje koncentracije bakreni. Sigurnosni ventil s odvodom u atmosferu ugrađuje se između baterije boca i razvodnog ventila. Stabilni sustav za gašenje može se aktivirati: ručno, daljinski-električno, automatski-električno.

Automatsko aktiviranje stabilnog sustava za gašenje požara omogućen je automatskim sustavom za detekciju požara koji se sastoji od termičkih javljača požara i središnje ADC (Automatske Dojavne Centrale). Središnja ADC se sastoji od

nekoliko polica na koje su postavljene odgovarajuće jedinice za nadzor opreme stabilnog sustava, aktiviranje gašenja i druge signalizacije. Jedinice su modulnog tipa. Svi vodovi priključeni na jedinicu su pod neprekidnim nadzorom radi prekida, kratkog spoja ili zemljospoja. Termički javljači požara nadziru porast temperature generatora s temperaturom aktiviranja (obično od 110 °C).

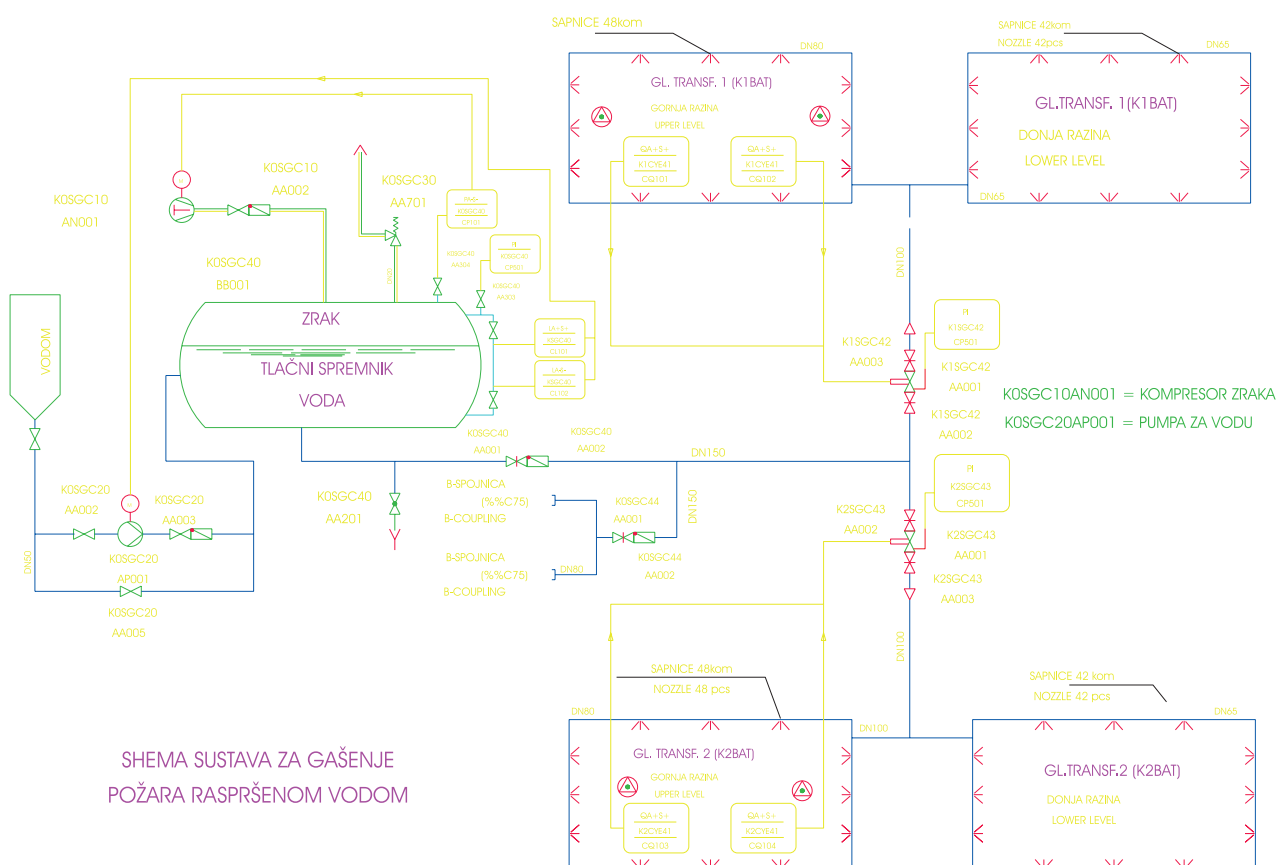
F. STABILNI SUSTAVI ZA GAŠENJE RASPRŠENOM VODOM

Ako je potrebno postavljanje sustava za gašenje, za protupožarnu zaštitu glavnih transformatora generatora plinskih i parnih turbina treba se projektirati stabilni sustav za gašenje raspršenom vodom (Slika 5 je primjer iz TE-TO ZAGREB s KKS oznakama). Stabilni sustav za gašenje požara raspršenom vodom je stabilna automatska instalacija za gašenje požara vodom s otvorenim mlaznicama pa se gašenje obavlja istodobno sa svim postavljenim mlaznicama iznad površine koja se štiti.

Otvorene mlaznice postavljene su na cjevovode koji su spojeni s izvorom vode preko ventilске stanice. Na impuls dojave požara (K1CYE41CQ 101, 102 za transformator K1BAT ili K2CYE41CQ 103, 104 za transformator K2BAT) čiji su javljači postavljeni u istom prostoru gdje su i otvorene mlaznice, otvara se Deluge ventil K1SGC42AA001 ili K2SGC43AA001 (već prema tome je li požar izbio na transformatoru K1BAT ili K2BAT) na ventilskoj stanici, voda ulazi u cjevovode i istodobno izlazi iz svih mlaznica, raspršena u fine čestice koje pokrivaju cijelu površinu i gase nastali požar. Uvjet da bi se uopće započelo raspršivanjem vode je automatsko odvajanje visokonaponske i niskonaponske strane transformatora K1BAT ili K2BAT. Stabilni sustav za gašenje požara raspršenom vodom (slika 6.) sastoji se od tlačnog spremnika vode K0SGC40BB001, kompresora za održavanje tlaka u spremniku K0SGC10AN001, ventilске stanice, razvodnog cjevovoda, cjevovoda s mlaznicama, javljača požara i vatrodajne centrale.



Slika 6. Gašenje transformatora - dvije razine cijevi za vodu i požarni zidovi F90



Slika 5. Shema sustava za gašenje požara raspršenom vodom – primjer iz TE-TO Zagreb

Količina vode u spremniku određuje se u skladu s američkim propisima NFPA 15 i dostatna za trajanje gašenja od 10 min na jednom glavnom transformatoru. Ventilna stanica prikazana na shemi sastoji se od dva “DELUGE” ventila. Stabilni sustav za gašenje može se aktivirati: ručno, poluautomatski, automatski. Ručno aktiviranje obavlja se izravnim otvaranjem ručnog ventila koji je ugrađen na DELUGE ventilu. Poluautomatsko aktiviranje obavlja se tipkalom ručnog aktiviranja koji je postavljen uz transformator. Automatsko aktiviranje obavlja se pomoću termomaksimalnih javljača požara ugrađenih kod transformatora koji proslijede signal na vatrodjavnu centralu. Nakon aktiviranja otvara se DELUGE ventil i instalacija dolazi pod tlak vode iz tlačnog spremnika.

G. APARATI ZA GAŠENJE POŽARA

Aparati za gašenje požara postavljaju se u blizini opasnih mjesta na uočljivim i lako pristupačnim mjestima, pri čemu se nastoji da međusobna udaljenost aparata nije veća od 20 m, a visina postavljenih aparata nije viša 1,5 m od poda. Uz nadzemne vanjske hidrante postavljaju su samostojeći ormarići s opremom ZOP.

H. ZAŠTITNE MJERE NA INSTALACIJAMA

Instalacije klimatizacije, ventilacije i grijanja

Svi ventilacijski kanali koji vode iz požarnih sektora koji se štite stabilnim sustavima za gašenje požara ugljičnim dioksidom izvede se plinotijesno, iz negorivih materijala s ispuštom jedan metar iznad krova zgrade strojnarnice. Svi prodori kanala kroz granice požarnog sektora moraju biti opremljeni protupožarnim zaklopkama klase T30 (ili prema konkretnim zahtjevima) koji se aktiviraju na dva načina: stabilnim sustavom dojava požara i lokalno pomoću termomaksimalnog okidača. Zaklopke se aktiviraju termičkim okidačem ukoliko temperatura u kanalu bude viša od maksimalno dozvoljene temperature. Uz svaku zaklopku se mora osigurati servisni otvor za njeno resetiranje i održavanje. U prostorima koji se štite stabilnim sustavima za gašenje požara ugljičnim dioksidom sve elektroinstalacije opreme dojava požara, rasvjete i nužne rasvjete i ventilacije moraju biti u “S” izvedbi.

Krovnji ventilatori za odvod zraka iz zgrade postrojenja plinskih turbina moraju biti u “S” izvedbi. Između faznih vodiča i uzemljenja postavljaju se odvodnici prenapona koji se lociraju izvan ugroženog prostora (što dalje od plinskih instalacija). Sve električne instalacije koje prolaze kroz granice požarnih sektora zaštićuju se protiv požara tako, da je njihov prodor nakon polaganja instalacija zabrtvljen smjesom vatrootpornosti u klasi zida kroz koji prolaze, a

sami kabeli zaštićuju se protupožarnom smjesom na dužini od jednog metra s obje strane granice požarnog sektora u klasi vatrootpornosti zida kroz kojeg prolaze. Napajanje električnom energijom izvodi se tako da za svaki požarni sektor postoji sklopka izvan požarnog sektora kojom se može isključiti napajanje istog električnom energijom kada u njemu dođe do pojave požara. U visokonaponskim postrojenjima nije dozvoljeno gašenje požara pod naponom, već se prije početka gašenja postrojenja mora isključiti.

I. RUČNA DOJAVA POŽARA

Ručni klasični javljači se postavljaju na izlazima štice prostora, a aktivira ih operator postrojenja ili djelatnik ukoliko primijeti da je došlo do požara. U spoju s modulom jedinice za nadzor zone konvencionalnih ručnih javljača požara omogućeno je spajanje na vatrodojavnu centralu.

J. SUSTAV AUTOMATSKOG OTKRIVANJA I JAVLJANJA POŽARA

U tehnološkim cjelinama se raspoređuju javljači požara u dvije međusobno nezavisne električne petlje. Vatrodojavni sustav se sastoji od automatskih analogno adresabilnih javljača, automatskih binarnih javljača, prilagodnih naprava, ručnih javljača, javljača CO₂ i vatrodojavne centrale. Javljači požara se postavljaju kao dimni ili optički u prostorijama zgrade, a kao osjetila prekoračenja zadane temperature (termomaksimalni ili termodiferencijalni) na transformatorima, prigušnicama i sličnim uređajima. Glede automatskog otkrivanja i javljanja požara koriste se "Upute – NN 41/91" [9].

K. SUSTAV AUTOMATSKOG OTKRIVANJA I JAVLJANJA PLINA

Sustav plinodjave osigurava nadzor koncentracije eksplozivnih i zagušljivih plinova u strojnici plinskih turbina (CO₂, zemni plin), kotlovnici (CO₂, zemni plin), plinskoj stanici (zemni plin). U tehnološkim cjelinama se raspoređuju plinodojavnici, koji s mjernim pojačalima koncentracije plina smještenim u centralnoj komandi, generiraju strujni signal proporcionalan koncentraciji zemnog plina, odnosno CO₂. Prekoračenjem zadanih vrijednosti koncentracije zemnog plina, aktiviraju se dojavne naprave u centralnoj komandi i nadziranim tehnološkim cjelinama, te se bilježe na kronološkom registratoru događaja toplane-elektrane. Mjerni krug koncentracije plina se sastoji od davača i središnje jedinice s napravama za prikaz i obradbu mjernih signala. Davači koncentracije zemnog plina su smješteni u masivna kućišta od nehrđajućeg čelika, IP54, vrste "Neprodorni oklop". Dojavne naprave u tehnološkim cjelinama uočljivo, jednoznačno i pouzdano moraju upozoravati osoblje na opasnosti.

4. POŽARNI SEKTORI I PROCJENA UGROŽENOSTI

Požarni sektori i požarne jedinice termoelektrana se oblikuju na temelju sadržaja koji se u njima nalaze kao i na temelju funkcionalnih cjelina i tehnoloških procesa koji se u njima odvijaju. Veličina požarnih sektora ovisi o požarnom opterećenju, otpornosti građevine na požar, visini (katnosti), vrsti procesa, postojanju uređaja za automatsko gašenje požara, postojanju uređaja za automatsko otkrivanje požara. Svi požarni sektori na svim razinama i u svim smjerovima (vodoravno i okomito) odjeljuju se od susjednih sektora pregradama u skladu s HRN.UJ1.240 i HRN DIN 4102 - 1

Ponašanje građevnih gradiva i građevnih elemenata u požaru [10]. Svi otvori za prodor instalacija koji se nalaze na granicama požarnih sektora nakon postavljanja instalacija moraju se zabrtviti sa smjesom vatrootpornosti u klasi zida kroz kojeg prolaze. Otvori na granicama požarnih sektora koji u normalnom pogonu moraju biti prolazni, opremaju se vratima i zaklopkama klase T 30 (ili više prema zahtjevima) koje se automatski zatvaraju na znak detekcije požara ili startanja stabilnog sustava za gašenje požara. Vrata na granicama požarnih sektora naime moraju imati istu vatrootpornost kao i zid u koja su ugrađena, što proizlazi iz tehničke prakse. Budući da to dosada u pravilnicima nije izričito napisano, stručna grupa iz HEP-a s vanjskim suradnicima je izradila prijedlog jedinstvenog pravilnika u kojemu se to eksplicite izriče te ga predala MUP-u na usvajanje. Pravilo je, dakle, da se svi otvori na granici između požarnih sektora zaštićuju atestiranim samozatvarajućim protupožarnim vratima tražene klase vatrootpornosti. Vrata na granicama požarnih sektora koja u normalnom pogonu moraju biti otvorena, opremaju se mehanizmom koji ih automatski zatvara na znak detekcije požara i/ili prorade stabilnog sustava za gašenje požara. Ovaj mehanizam napaja se besprekidnim izvorom električne energije.

Sva vrata na granicama požarnih sektora koja su u normalnom pogonu zatvorena opremaju se mehanizmom koji ih stalno drži u zatvorenom položaju, odnosno automatski zatvara nakon otvaranja [11]. Svi vertikalni kanali za razvod instalacija požarno se odjeljuju od ostalog prostora pregradama klase I60 (ili više prema zahtjevima). Stubišta i okna dizala moraju biti odijeljeni požarnim zidovima od ostalih prostora.

Radne prostorije moraju imati osigurane slobodne površine za prolaz i evakuaciju ljudi. Protupožarna vrata na vodoravnim izlazima treba izvoditi kao zakretna. Rasvjeta evakuacijskih prostora iz požarnog sektora mora biti osigurana u svakom trenutku. Svi otvori na izlaznim putevima iz prostorija koje se štite stabilnim sustavom za gašenje s CO₂, se moraju zaštititi samozatvarajućim vratima. Sva stubišta koja se koriste kao dio evakuacijskog puta iz određenog požarnog sektora bi trebala biti fiksne konstrukcije. Konstrukcija zaštitnih ograda i rukohvata mora biti izvedena

bez dijelova koji strše ili umetnute oplata. Vrata koja vode iz požarnog sektora na stubište moraju imati ispred stuba ravan dio dužine jednake širine vratiju. Vanjska stubišta na zgradi kotlovnica i strojarnica bi trebala biti izvedena od negorivog materijala u skladu s "Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu visokih objekata od požara" (SI 71/84). Metalni dijelovi stubišta se moraju zaštititi od korozije u skladu s važećim propisima i dobrom inženjerskom praksom.

Kada je termoelektrana u pogonu, protupožarna vrata trebaju biti uvijek u takvom stanju da sprječavaju širenje požara, a to znači da dovratnik ne smije biti odvaljen od zida, fuga između vrata i zida mora biti zabrtvljena, krila vrata ne smiju biti iskrivljena ili oštećena, okov ne smije biti labav.

Svi uljni transformatori koji se smještaju na otvorenom prostoru kao zasebni požarni sektori zaštićuju se od širenja požara armiranobetonskim pregradnim zidovima vatrootpornosti F90, visine do gornjeg ruba dilatacijske posude transformatora i dužine koja odgovara dužini odnosno širini slivnog lijevka ispod transformatora ovisno o položaju transformatora u odnosu na susjedni objekt (zgradu). Primjerice, to vrijedi za transformator od 200 MVA koji je od susjednog objekta na udaljenosti manjoj od 15 m [12]. Ispod svakog uljnog transformatora izvode se sabirne uljne jame takvog obujma da mogu primiti ukupnu količinu ulja koju sadrži pojedini energetska transformator. Sabirna uljna jama izvodi se tako da oborinske ili podzemne vode ne ometaju njezinu namjenu.

Podjela požarnog opterećenja radi se prema HRN U.J1.030. Prema HRN U.J1.030 specifično požarno opterećenje se dijeli na nisko (do 1 GJ/m²), srednje (do 2 GJ/m²) i visoko požarno opterećenje (preko 2 GJ/m²). Veličina požarnog opterećenja Q može se odrediti prema smjernici TRVB 100 [13], TRVB 126 a dobro je požarna opterećenja prikazati tabelarno. Glavni transformatori plinskih turbina, glavni transformator parne turbine, transformatori vlastite potrošnje plinskih turbina te dizelski agregat se obično tretiraju kao posebne požarne jedinice, a Q se proračunava i izražava direktno u MJ.

Prvi važni korak u pitanju ZOP (Zaštite od požara) pri projektiranju termoelektrani, paralaeno s podjelom na požarne sektore, je procjena ugroženosti od požara i eksplozija na plinskoturbinskim postrojenjima (procjena ugroženosti od požara i eksplozija je zakonska obveza kod termoelektrana u pogonu). Metode koje dolaze u obzir kod termoelektrana su austrijska TRVB 100, Dow, Euroalarm i Gretner.

Jedna od često primjenjivanih metoda je procjena ugroženosti od požara prema TRVB 100 [13]. Analiza mora poći od osnovnih građevinsko-konstruktivskih parametara: izvedbe objekta glede vatrootpornosti pri čemu se misli na osnovno svojstvo konstrukcije, veličine objekta i geometrije požarnih sektora, lokacije građevine u smislu udaljenosti od ostalih objekata i vatrogasne postrojbe,

požarnog opterećenja u požarnim sektorima (upaljivost, brzina izgaranja, dimni plinovi, toksičnost, korozivnost) mogućnost odvođenja dima i topline. Pored građevinsko-konstruktivskih parametara uzimaju se u obzir i tehnički sustavi: sustav prijave požara, stabilni automatski uređaji za gašenje, vanjska i unutarnja hidrantska mreža, rasvjeta, odvođenje dima i topline, aparati za gašenje, organizacijske mjere ZOP-a.

Druga vrlo česta metoda je procjena ugroženosti od požara prema Dow metodi [14]. Požarna ugroženost se izražava preko Indeksa opasnosti od požara i eksplozije kao numeričkog pokazatelja razine požarnog rizika te se preko indeksa, tj. korespondentno indeksu određuju nužne mjere zaštite. Dow daje i Indeks toksičnosti koji je numerički pokazatelj opasnosti procesa pri propuštanju i prolijevanju, ali i prilikom vatrogasne intervencije, tj. prilikom gašenja požara. Metoda se sastoji u: podjeli na požarne sektore, određivanju učinka materijala, određivanju učinka općih opasnosti, određivanju učinka posebnih opasnosti, izboru indeksa opasnosti od požara i eksplozije, te određivanju mjera zaštite od požara i eksplozije prema Dow indeksu.

Procjena ugroženosti od požara prema metodi Euroalarm analizira ugroženost građevine i ugroženost sadržaja u građevini [15]. Pri ugroženosti građevine (UG) potrebno je analizirati intenzitet i moguće trajanje požara te otpornost na vatru glavnih i nosivih konstrukcija objekta. Na ugroženost građevine UG utječu; požarna opterećenost i upaljivost (Požarna opterećenost je $Q = QM + QI$ tj. jednaka je zbroju mobilne i imobilne požarne opterećenosti) zatim položaj i veličina požarnog sektora te učinak kašnjenja gašenja. U smislu smanjenja požarne ugroženosti djeluju: vatrootpornost nosivih građevinskih dijelova i dobar pristup za gašenje. Požarnu ugroženost smanjuje, dakle, dobar pristup za gašenje i mogućnost efikasnog odvođenja topline.

Četvrta značajna metoda procjene ugroženosti od požara je po Gretneru [15]. Ukratko, procjena ugroženosti od požara prema Gretneru se određuje prema formuli $B = P / NXSXF$, pri čemu je B=Požarna ugroženost, N=Normalne mjere zaštite, S=posebne mjere zaštite, F=Vatrootpornost, a P je umnožak svih faktora požara.

Metode možemo primjenjivati kombinirano jer svaka od njih se optimalno primjenjuje na određeni objekt u termoelektrani – toplani te svaka od njih ima određene prednosti i nedostatke.

5. ZAŠTITA OD EKSPLOZIJE

Zaštitne mjere za smanjenje opasnosti formiranja eksplozivne atmosfere, a koje nazivamo primarnom protueksplozijskom zaštitom, su prirodna ventilacija prostora i prisilna ventilacija prostora. Sastavni dio te zaštite u provedbi je kontrola i analiza prostora koja se obavlja pomoću intereferometara, detektora plina, infracrvenih mjerača koncentracije plina, plinskim

kromatografima, itd. Kod sekundarne protueksplozijske zaštite radi se o metodama i sustavima izrade električnih uređaja u termoenergetskom postrojenju kojima onemogućujemo da električni uređaji postanu uzrokom eksplozije. Vrste sekundarne protueksplozijske zaštite su: neprodorni oklop, povećana sigurnost, samosigurnost, punjenje čvrstim materijalima, uranjanje u tekućinu, pretlak, punjenje pijeskom, te ostale kao sprječavanje probojnog paljenja, gušenje paljenja, ograničenje energije strujnog kruga, hermetično zatvaranje, brtvljenje, ograničeno disanje kućišta [16].

Neprodorni oklop se sastoji u ograničavanju efekta eksplozije kućištem električnog uređaja pri čemu kućište mora izdržati unutarnji tlak eksplozije bez oštećenja i trajnih deformacija te spriječiti probojno paljenje okolne eksplozivne atmosfere. Probojno paljenje se sprječava zaštitnim rasporima u izvedbi; ravni, cilindrični, vijčani, labirintni.

Protueksplozijska zaštita, odnosno povećana sigurnost se odnosi samo na električne uređaje koji u normalnom radu ne proizvode električne iskre ili električni luk pa su time sklopni uređaji s mehanizmom prekidanja strujne staze isključeni. Temelj ove zaštite je da u uvjetima normalnog rada ili greške, ali bez električne iskre, uređaj neće biti uzrokom paljenja prisutne eksplozivne smjese. Zaštita povećanom sigurnosti se sastoji od zaštite od mehaničkog oštećenja, poboljšane izolacije i povećanih razmaka dijelova pod naponom, ograničavanja zagrijavanja i aktiviranja električne zaštite prije prekoračenja opasne temperature te otpornosti na dinamička opterećenja strujama kratkog spoja. U povećanoj sigurnosti je osnovna namjera da se neki standardni profesionalni električni uređaji poboljšane kvalitete mogu koristiti i u eksplozivnoj atmosferi.

Samosigurnost se temelji na eliminiranju uzroka paljenja tako da je energija uzroka pouzdano manja od minimalno potrebne energije za paljenje najzapaljivije eksplozivne smjese, pa se svodi na to da je energija strujnog kruga tako malena da otvorena električna iskra ili efekti zagrijavanja nisu u stanju izazvati inicijalno paljenje eksplozivne smjese, iako je temperatura električne iskre znatno iznad minimalne temperature paljenja plinova ili para.

Kod punjenja čvrstim materijalima se polimerizacijske izolacijske smole (epoksidne smole) oblijevaju na kućište uređaja u tekućem stanju, pa nakon polimerizacije otvrdnu i tako u potpunosti oklope električni uređaj ili komponentu, tj. mogući uzročnik paljenja, tako da ne može doći u dodir s okolnom eksplozivnom atmosferom.

Uranjanje u tekućinu znači da se električni uređaji koji mogu uzrokovati paljenje eksplozivne smjese uranjaju u posudu s izolacijskim uljem, i to tako da je tekućina iznad uređaja najmanje 25 mm ako se ispitivanjem ne utvrdi potreba za još dubljim uranjanjem.

Pretlak je vrsta protueksplozijske zaštite kod koje se električni uređaji smještaju u zatvoreno kućište ili prostoriju u pretlaku sa zrakom ili inertnim plinom u odnosu na

okolnu atmosferu čime se onemogućuje kontakt električnog uređaja sa eksplozivnom atmosferom.

Kod punjenja pijeskom se uređaji koji mogu uzrokovati paljenje eksplozivne atmosfere zatvaraju u kućišta ispunjena kvarenim pijeskom.

Općenito se može reći da se primarna protueksplozijska zaštita sastoji u eliminaciji eksplozivne smjese (prirodna i prisilna ventilacija) dok se sekundarna protueksplozijska zaštita svodi na to da električni uređaj u termoenergetskom postrojenju ne bude uzročnik paljenja eksplozivne smjese koja se pojavljuje ili se može pojaviti u blizini uređaja. U praksi se kombiniraju primarna i sekundarna protueksplozijska zaštita što se ponekad naziva posebnim mjerama zaštite protiv eksplozije. Takav je slučaj kod plinske turbine (primjer je plinska turbina u TE-TO ZAGREB). Kod plinske turbine se rješava protueksplozijska zaštita prisilnom ventilacijom, stvaranjem potlaka u modulu plinske turbine i odsisavanjem eventualne eksplozijske smjese zemnog plina i zraka prema krovu strojarnice (slika 7.), [17], ali ventilacija također služi za intenzivno hlađenje turbinskog kućišta koje je u zatvorenom modulu (slika 8.).



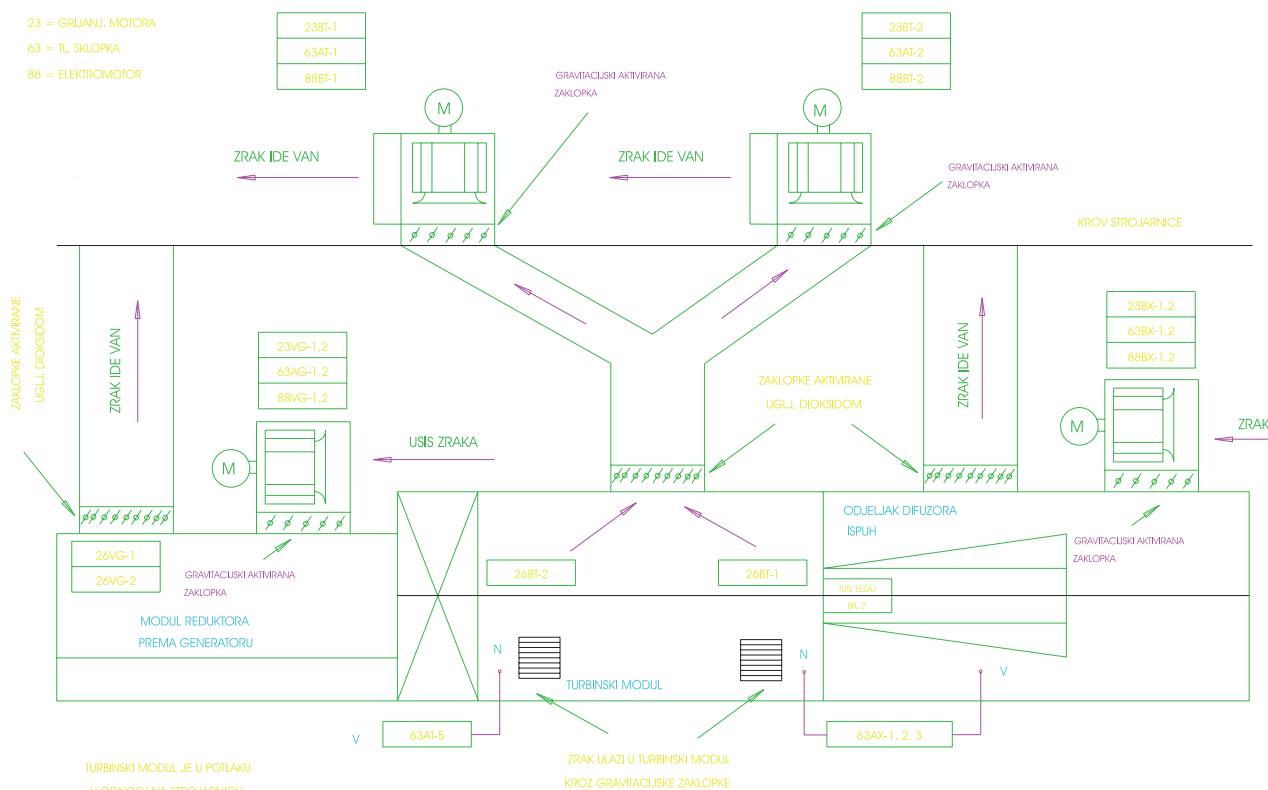
Slika 7. Ventilacija na strojarnici – odsisavanje prema krovu strojarnice

Ventilacijski sustav za turbinski modul (odjeljak) sastoji se od dva ventilatora pogonjena motorima izmjenične struje, 88BT-1 i 88BT-2. Ventilatori se smještaju na krov strojarnice plinskih turbina (kada je postrojenje u strojarnici). Zrak se izvlači iz turbinskog odjeljka i izbacuje izvan strojarnice. U turbinskom odjeljku se održava lagani podtlak u odnosu na strojarnicu. Zrak ulazi u turbinski odjeljak kroz gravitacijske protupožarne zaklopke s bočne strane oplate. Nešto zraka također ulazi u turbinski odjeljak iz oplate susjednog ispušnog difuzora. Tlak u turbinskom modulu je nešto niži od tlaka u modulu (odjeljku) izlaznog difuzora što osigurava da smjer strujanja zraka bude uvijek od odjeljka izlaznog difuzora prema turbinskom odjeljku. Naime, eksplozivni zemni plin može prodrijeti samo iz

komore izgaranja u turbinski modul pa je važno da on tu i ostane te da se evakuira prema krovu strojarnice, a ne da se širi prema modulu izlaznog difuzora ili strojarnici što se postiže nižim tlakom u turbinskom modulu. Zaklopka upravljana pomoću CO₂ smještena je na ulazu kanala zraka koji ide od krova turbinskog modula do ventilatora na krovu strojarnice. Zaklopka se normalno drži u otvorenom položaju pomoću zasuna s kojim upravlja sustav CO₂. Protupožarna zaklopka CO₂, zajedno s automatskim isključivanjem ventilatora i zatvaranjem gravitacijskih zaklopki brtvi turbinski odjeljak u slučaju da je CO₂ aktiviran i smanjuje na minimum propuštanje CO₂. Svaki ventilator također ima nepovratnu gravitacijsku zaklopku za sprječavanje povratnog strujanja kroz rezervni ventilator. U normalnom pogonu radni ventilator starta automatski pri potpali turbine. Ventilatori rade u spoju radni-pričuvni. Jedan ventilator je odabran i radi kao "radni" ventilator. Drugi ventilator je "pričuvni" ventilator. Ako odabrani "radni" ventilator ispadne iz pogona, diferencijalna tlačna sklopka 63AT-1 ili 63AT-2 uključuje "pričuvni" ventilator [18]. Slijedeći isključivanje, termostat 26BT-1, koji je smješten u turbinskom odjeljku, kontrolira rad radnog ili vodećeg ventilatora uključujući ga kada temperatura prijeđe 46 °C, a isključujući ga kada temperatura u odjeljku padne ispod 35 °C. Termostat 26BT-2, koji je također smješten u turbinskom odjeljku, izaziva alarm ako temperatura u turbinskom odjeljku prekorači 177 °C.

Za regulaciju vlažnosti u razdoblju mirovanja, motori ventilatora turbinskog odjeljka opremljeni su grijačima 23BT-1 i 23BT-2.

Modul turbinskog ispuha ili odjeljak izlaznog difuzora je formiran pregradnom stijenkom ili dijeljenjem između njega i turbinskog modula. Sustav ventilacije oplata izlaznog difuzora sastoji se od dva centrifugalna tlačna ventilatora, 88BX-1 i 88BX-2. Ventilatori su smješteni na krovu modula. Svaki ventilator ima gravitacijsku nepovratnu zaklopku za sprječavanje povratnog strujanja kroz rezervni ventilator. Zrak ulazi u odjeljak kroz radni ventilator i kako struji kroz odjeljak preuzima na sebe toplinu. Nakon toga zrak se izbacuje u atmosferu kroz zaklopku sa zasunom koji je upravljana pomoću sustava CO₂. Zaklopka je smještena na krovu oplata modula. Zaklopka se normalno drži u otvorenom položaju pomoću zasuna kojim upravlja sustav CO₂. U slučaju požara, zaklopke zatvaraju što zajedno s automatskim isključivanjem ventilatora i zatvaranjem nepovratnih zaklopki na tlačnim ventilatorima brtvi odjeljak jer je CO₂ aktiviran. Ventilatori također rade u spoju radni – pričuvni. Jedan ventilator je odabran i radi kao "radni". Drugi ventilator je "pričuvni". Ako odabrani "radni" ventilator ispadne iz pogona, tlačna diferencijalna sklopka 63BX-1 ili 63BX-2 uključuje "pričuvni" ventilator. Kao što je rečeno, pregrada dijeli odjeljak izlaznog difuzora od turbinskog modula. Pregrada



VENTILACIJA PL. TURBINE I PROTUEKSPLOZIJSKA ZAŠTITA

Slika 8. Ventilacija plinske turbine i protueksplozijska zaštita

nije plinonepropusna, tako da dio zraka iz odjeljka izlaznog difuzora prolazi kroz pregradu u turbinski odjeljak odakle se evakuira ventilatorom turbinskog odjeljka. Budući da je odjeljak izlaznog difuzora u pretlaku, a turbinski odjeljak u podtlaku (odsisni ventilatori), strujanje zraka će biti od odjeljka izlaznog difuzora prema turbinskom odjeljku. Diferencijalne tlačne sklopke 63AX-1, 63AX-2 i 63AX-3 kontroliraju tlakove u oba odjeljka. Pojavit će se alarm ako razlika tlaka između odjeljka izlaznog difuzora i turbinskog odjeljka padne ispod namještene vrijednosti na 63AX-1. Na električnim uređajima plinske turbine bit će primijenjena neka od sekundarnih protueksplozijskih zaštita.

6. ZAKLJUČAK

Zaštita od požara i protueksplozijska zaštita na termoenergetskim objektima mora biti u suglasju s hrvatskim zakonima [19, 20] i regulativom. Cjelokupno projektno rješenje kombi i kombikogeneracijskih postrojenja mora osigurati rano otkrivanje požara te učinkovito gašenje uz minimalne troškove. Sva tehnička rješenja moraju uzeti u obzir zaštitu ljudskog zdravlja, a u slučaju najgoreg akcidenta sigurne putove evakuacije. Zaštita od požara i protueksplozijska zaštita u toplanama – elektranama nije samo zakonska nego i moralna obveza kod projektanta, graditelja, izvođača i pogonskog voditelja postrojenja. Formalno pravno zadovoljavanje mjera zaštite u projektu, a kasnije i u eksploataciji ostat će promašeno ako mjere i uređaji funkcionalno ne zadovoljavaju. Vrlo kvalitetni uređaji neće spriječiti širenje požara ako nisu projektno dobro ukomponirani u tehnološku cjelinu te ako pri korištenju nisu periodično ispitivani i adekvatno održavani. Uz tehnički kvalitetan uređaj potrebno je dobro projektno rješenje, a u eksploataciji održavanje i tehnički nadzor. Pri projektiranju nakon određivanja glavnih projektnih karakteristika kombi i kombikogeneracijskih postrojenja, dobro je prvo procijeniti ugroženost postrojenja od požara i eksplozija. Na raspolaganju nam stoji cijeli niz metoda od kojih su ovdje spomenute metode po TRVB 100, Dow metodi, Euroalarm i Gretner. Iz rezultata procjene ugroženosti od požara i važećih zakona, pravilnika i normi donose se odluke o preventivnim mjerama zaštite od požara, a ujedno se određuju granice požarnih sektora. Preventivne mjere zaštite od požara kroz građevinske mjere (požarno sektoriranje s vatrootpornošću zidova na granicama sektora, dimni sektori i dimne zavjese, zaštita od prijenosa među susjednim građevinama, vatrogasni pristupi, evakuacijski putevi itd.), kroz tehničko – tehnološke mjere (protueksplozijska izvedba, plinske instalacije, gromobranske instalacije, klimatizacijski i ventilacijski kanali itd.) te kroz organizacijske mjere (planovi zaštite od požara, vatrogasne postrojbe, nadzor nad provedbom mjera zaštite itd.) garantiraju da će ljudske i materijalne štete na kombi i kombikogeneracijskim postrojenjima biti minimalne u slučaju izbijanja požara (eksplozije). Pri projektiranju i izvedbi (posebno u građevinskom dijelu) osim hrvatskih

(od kojih je ovdje naznačen samo manji broj) stoje nam na raspolaganju europski standardi i norme.

Kod kombi i kombikogeneracijskih postrojenja se kombinira primarna protueksplozijska zaštita (eliminacija eksplozivne smjese pomoću prirodne i prisilne ventilacije) i sekundarna protueksplozijska zaštita (električni uređaj u termoenergetskom postrojenju nije uzrok paljenja eksplozivne smjese koja se pojavljuje ili se može pojaviti u blizini uređaja). Na primjeru plinske turbine vidi se kompleksnost i međusobna povezanost ventilacije čija svrha je hlađenje stroja i ventilacije čija svrha je evakuacija eksplozivne smjese iz neposredne blizine stroja. Ili, prikazan je ventilacijski sustav projektiran da bi ispunio dvije tehničke svrhe: evakuaciju topline i protueksplozijsku.

7. LITERATURA

- [1] Zakon o gradnji (NN 175/03) Zagreb, listopad 2003.
- [2] Pravilnik o održavanju i izboru vatrogasnih aparata (NN 35/94,103/96)
- [3] HRN.U.J1.240 Zaštita od požara - Tipovi konstrukcija zgrada prema njihovoj unutrašnjoj otpornosti protiv požara
- [4] Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94)
- [5] Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 54/99)
- [6] Pravilnik o tehničkom normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara - (Sl. list 30/91)
- [7] "Standard for Low Pressure Carbon Dioxide Systems at Consumer Sites", Document Number: CGA G-6.1 Compressed Gas Association, Arlington, VA 22202-4102, USA, Jan. 1995
- [8] NFPA 12, "Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems", National Fire Protection Association, 2000
- [9] Upute o zaštiti od požara za daljinski nadzirana elektroenergetska postrojenja (NN 41/91)
- [10] HRN DIN 4102 - 1 Ponašanje građevnih gradiva i građevnih elemenata u požaru (Preuzeti DIN)
- [11] Pravilnik o tehničkim normativima za uređaje za automatsko zatvaranje vrata ili zaklopki otpornih prema požaru (NN 53/91 preuzet SL 35/80)
- [12] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara (NN 53/91 preuzet SL 74/90)
- [13] Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz TRVB 100, TRVB 124, TRVB 125, TRVB 126 (1975)
- [14] Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide, May 1976, DOW
- [15] P. JUKIĆ i ostali "Numeričke metode za procjenu ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija", Zbornik radova, IPROZ, Zagreb, lipanj 1994.
- [14] N. MARINOVIĆ "Protueksplozijska zaštita električnih uređaja", 1986, Školska knjiga, Zagreb

- [15] KKE TE-TO Zagreb – “ Instalacije strojarnice plinskih turbina” – Glavni projekt, ELEKTROPROJEKT Zagreb, 26.03.1999.
- [16] “FP4040 - Gas turbine MS6001FA fire protection system” GE, Schenectady, NY General Electric Company, Schenectady, listopad 1999
- [17] Zakon o zaštiti od požara (NN 58/93)
- [18] Zakon o zaštiti na radu (NN 59/96).

FIRE AND EXPLOSION PROTECTION BY DESIGNING, CONSTRUCTING AND OPERATING COMBINE AND COMBINE COGENERATION PLANTS

This technical paper deals with fire protection and explosion protection, in design phase, in building phase and operation of the Combined Cycle Cogeneration Power and Combined Cycle Power Plants. Basic fuel for Combined Cycle Cogeneration Power and Combined Cycle Power Plants is Natural gas and back up fuel is light distillate. Very often there is only Natural gas without back up fuel. In near future HEP plans to build new Power plants based on fuel gas only; new Combined Cycle Cogeneration unit 100 100 MW in TE-TO Zagreb, new 250 MWe Plant in TE Sisak and similar one; 250 MWe Osijek. With operational gas turbine power plants in Zagreb, Osijek, Jertovec, we can guess importance of fire protection and explosion protection in these type of plants for HEP.

BRAND- UND EXPLOSIONSSCHUTZ BEIM ENTWERFEN, AUSFÜHREN UND BETRIEB DER KOMBI- UND MITERZEUGUNGSANLAGEN

In dieser Arbeit wird der Zutritt dem Brand- und explosionsschutz beim Entwerfen, Ausführen und Betrieb der Kombi- und Miterzeugungsanlagen dargestellt. Der Hauptbrennstoff in den Kombi- und Miterzeugungsanlagen kann nur das Erdgas sein; als Ersatzbrennstoff dient das extraleichte Heizöl. So ist die 100 MW Gruppe „K“ im

Wärmeleistungwerk “TE-TO Zagreb” für zwei Brennstoffe entworfen worden. Für die nahe Zukunft sind in der “kroatischen Elektrizitätswirtschaft” Anlagen geplant die nur Gas als Brennstoff verwenden werden: eine neue Kombi- und Miterzeugungsgruppe von 100 MW im Wärmeleistungwerk “TE-TO Zagreb”, ein neues Kombi- und Miterzeugungsleistungwerk von 250 MWe in der Stadt Sisak und ein ähnliches auch von 250 MWe in der Stadt Osijek. Die bereits im Einsatz stehenden Betriebe in Zagreb, Osijek und Jertovec berücksichtigend, liegt die Wahrnehmung der Fragen des Brand- und explosionsschutzes solcher Anlagen auf der Hand. Dabei werden dargestellt: Brandursachen, Vorbeugungsmassnahmen gegen Brand und Explosion -wie der Grosszapfennetz im Freien und in Gebäuden-, das ortsfeste Löschsatz mit Wasserzersprengung u. ä., die Einteilung in Brandsektoren und die Grundmethoden für die Beurteilung der Brandgefahr -wie in Vorschriften und in der Literatur angeführt (TRVB, DOV, Euroalarm, Gretnet). grössenordnungshalber werden in diesem Text einige, sich allgemein auf eine Erzeugungsanlage (einer Leistung ähnlich jener der Gruppe „K“ im TE-TO “Zagreb” entsprechend) beziehende numerische Werte, angegeben. So sind diese Werte beim Entwurf einer jeweiligen Anlage nicht bedenkenlos anwendbar. Ein Beispiel des primären Explosionsschutzes, bestehend in der Abschaffung des explosiven Gemisches (durch den natürlichen und den erzwungenen Luftwechsel) ist für den Fall einer Gasturbine dargestellt. Der sekundäre Explosionsschutz - bestehend im wesentlichen in der Enthebung der Möglichkeit des Explosionsgemischzündens durch elektrische Einrichtungen einer gasbetriebenen Anlage - ist nur im Prinzip beschrieben.

Naslov pisca:

Mr. sc. Miroslav Šander, dipl. ing.
Elektroprojekt, Alexandra von Humboldta 4
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2004-12-20