



HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA D.D.

HEP Proizvodnja d.o.o.
Sektor za termoelektrane
Pogon TE Rijeka
Kostrena



TERMoeLEKTRANA RIJEKA

- 116** Bojan FILIPOVIĆ, dipl. ing. **ZAMJENA PAROVODA VRUĆE MEĐUPREGRIJANE PARE GLAVNOG KOTLA**
- 118** Žarko ROLIH, dipl. ing. **REKONSTRUKCIJA SUSTAVA VAKUUMA**
- 120** Zoran KRŠUL, ing., Žarko ROLIH, dipl. ing. **KONTROLA ISPRAVNOSTI ODVODNIKA KONDENZATA U FUNKCIJI PRIKUPLJANJA I REKUPERACIJE KONDENZATA**
- 122** Tina SOLDATIĆ, dipl. ing. **PROJEKT REKONSTRUKCIJE DRENAŽNOG SUSTAVA NA POSTROJENJU PROČIŠĆAVANJA KONDENZATA**
- 124** Davor FRKETIĆ, dipl. ing., mr. sc. Marko ČAVRAK dipl. ing., dr. sc. Zoran ČARIJA, dipl. ing., prof. dr. sc. Zoran MRŠA, dipl. ing. **MODEL DISPERZIJE I DISTRIBUCIJE ONEČIŠĆUJUĆIH SASTOJAKA DIMNIH PLINOVA**
- 126** Celio KLAPČIĆ, ing. **ZAMJENA SUSTAVA UZBUDE GENERATORA**
- 128** Ivica BLAŽEVIĆ, dipl. ing. **ZAMJENA SUSTAVA RELEJNE ZAŠTITE TURBOAGREGATA**





ZAMJENA PAROVODA VRUĆE MEĐUPREGRIJANE PARE GLAVNOG KOTLA

Bojan FILIPOVIĆ, dipl. ing.

Zbog dugogodišnjeg rada kotlovskog postrojenja TE Rijeka došlo je do istrošenja parovoda vruće međupregrijane pare. Naime, taj parovod na glavnom kotlu TE Rijeka snage 320 MW izrađen je u kvaliteti materijala 14MoV63 i radi na temperaturi pare $540 + 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ i tlaku 50 bar.

Kako su već dulje vrijeme u Europi uočeni problemi na parovodima od materijala 14MoV63 (zavareni spojevi), njegova se upotreba napušta pa se postojeći parovod planira zamijeniti drugim, izrađenim od kvalitetnijeg materijala. Čelik 14MoV63 bio je jedan od čelika primjenjivih za kotlovske komponente sa zajamčenim svojstvima do najviše temperature $500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Od legirnih elemenata čelik sadrži jedino vanadij (u količini 0,22 - 0,32%). Čelik je zavariv jedino uz predgrijavanje s obaveznom toplinskom obradom nakon zavarivanja. Toplinski obrađen odlikuje se tvrdim zonama u zoni utjecaja topline što znači smanjenu duktilnost u istim zonama koje predstavljaju potencijalnu mogućnost nastanku pukotina. Nakon zavarivanja neophodno je popuštanje napetosti (toplinska obrada) bez hlađenja na sobnu temperaturu. Deformabilnost čelika je ograničena. Razvoj metalurgije rezultirao je pojavom novih čelika od kojih je danas u primjeni najčešći čelik skraćene oznake P91 (X10CrMoVNb91). Čelik je mikrolegirani elementima vanadij, niobij, natrij, aluminij i nikal što mu daje finožrnatu strukturu sa značajno boljim svojstvima, posebno na visokim temperaturama. Zajamčenu trajnu vremenisku čvrstoću ima do temperature $650\text{ }^{\circ}\text{C}$, a zbog sadržaja kroma (8 - 9,5%) ima dobra korozijska svojstva. Zavarivanje se izvodi uz obvezno predgrijavanje i naknadnu toplinsku obradu. Čelik je deformabilan i dobro obradiv svim klasičnim metodama obrade.

Parovod vruće međupregrijane pare najveći je parovod u postrojenju i ima dimenzije $\varnothing 510 \times 22\text{ mm}$ (vanjski promjer $\times$ debljina stijenke). Sastoji se od dvije grane koje se spajaju u miješalici VMPP-a. U njoj se miješaju lijeva i desna strana međupregrijane pare na izlazu iz kolektora međupregrijača 2. S miješalice VMPP-a parovod ima priključke na srednjotlačni dio turbine i na niskotlačne prenosne ('bypass') ventile (dimenzija $\varnothing 419 \times 20$). U remontu postrojenja 2004. godine zamijenjena je miješalica VMPP-a te su na njezinim priključcima ubačeni montažni dodaci. U remontu 2007. godine planirana je zamjena preostalih dijelova parovoda. Pri izradi priključaka novog parovoda trebalo je uzeti u obzir izbjegavanje pozicije trenutanih zavarenih spojeva (izbjegavanje zone utjecaja topline montažnih zavara) kako bi se kasnije montažni zavari mogli kvalitetno izvesti.

Pri dimenzioniranju novog parovoda VMPP-a treba voditi računa o zadržavanju preporučljivih brzina strujanja pare, a koje su bile poštivane kod dosadašnje izvedbe. Također treba voditi računa o tome da novi unutarnji promjeri ne budu manji od postojećih jer bi to značilo povećanje gubitka tlaka u parovodu, odnosno snižavanje tlaka pare koji je na raspolaganju turbini. Proračun treba provesti za parametre pare 5,0 MPa i $545\text{ }^{\circ}\text{C}$. S obzirom na podatke iz originalne dokumentacije za sve dijelove parovoda i zbog provjere stanja nakon dugogodišnje eksploatacije, treba obaviti geodetska snimanja geometrije postojećeg parovoda što će poslužiti za definiranje geometrije novog parovoda VMPP-a.

U sklopu zamjene parovoda treba zamijeniti i njegova zavješnja. Pri tome kod izbora novih zavješnja treba koristiti postojeće koncepcije i lokacije nošenja parovoda. Vodoravni dijelovi parovoda moraju se izvesti s nagibom prema



mjestima dreniranja kako bi se omogućilo njegovo potpuno pražnjenje, odnosno spriječilo zadržavanje kondenzata. Prema današnjoj praksi projektiranja, nagib vodoravnih dionica treba biti najmanje 1% u bilo kojem slučaju (hladno ili toplo stanje). To znači da se u obzir moraju uzeti toplinski pomaci krajnjih točaka vodoravnih ploha, a montažni nagib izvesti tako da, kada parovod promijeni položaj, u hladnom stanju nagib ostane najmanje 1%.

Montažu treba izvesti s prednapinjanjem cjevovoda. Elemente parovoda treba postaviti u predviđeni položaj i zavariti uvažavajući postupke i propise koji vrijede za materijal parovoda. Nakon spajanja zavare treba izbrusiti do razine cijevi kako bi se smanjio koeficijent intenzifikacije naprezanja. Zavješnja treba montirati u blokiranom stanju tako da parovode u hladnom stanju nose oslonci u predviđenom položaju. Nakon završenih zavarivanja i toplinske obrade

parovoda obaviti će se ispitivanja zavarenih spojeva i odgovarajuća ispitivanja prema važećim propisima (metodama) kao zamjena za tlačnu probu vodom. Kod prvog puštanja parovoda u pogon treba pratiti pomake na zavješnjima radi provjere ispravnog pomicanja parovoda. Također je nužno praćenje i kod zaustavljanja bloka te ponovnog puštanja u pogon.

U sklopu rekonstrukcije treba zamijeniti i kompletnu toplinsku izolaciju na pozicijama na kojima se odvijaju aktivnosti.

S obzirom na to da kotlovsko postrojenje TE Rijeka potpada pod nadležnost Inspekcije posuda pod tlakom Državnog inspektorata, za izvođenje zamjene parovoda VMPP-a treba izraditi svu potrebnu projektnu dokumentaciju za dobivanje njezine suglasnosti. Projektna dokumentacija mora biti izrađena u skladu s normama i propisima HRN, TRD, DIN i VGB koji se primjenjuju za projektiranje parovoda. ■

Ilustracija 1
Nekoliko detalja izvođenja radova na zamjeni parovoda vruće međupregrijane pare glavnog kotla

REKONSTRUKCIJA SUSTAVA VAKUUMA

Žarko ROLIH, dipl. ing.

Za stvaranje i održavanje vakuumu u postrojenju TE Rijeka koriste se dva parna ejektora i dvije vakuumske pumpe s vodenim zaporom. Pri pripremi za pokretanje pogona vakuum se postiže parnim ejektorima nakon čega se održava vakuumskim pumpama.

Vakuum treba postići u kondenzatoru parne turbine i sustavu rashladne morske vode. Naime, protočni rashladni sustav za hlađenje kondenzatora turbine koristi sifonski efekt. Stoga se na izlaznim i ulaznim komorama rashladne morske vode turbinskog kondenzatora stvara vakuum kako bi nastao sifonski efekt i smanjio potreban napor pumpi rashladne morske vode. Glavni rashladni sustav kondenzatora i zatvorenog ciklusa hlađenja koristi dvije okomite propelerne pumpe s ukupnom dobavom oko 43 000 m³/h morske vode i visinom dobave do 7 m što je bez uspostave sifona visinski nedovoljno za protok morske vode kroz cijevi kondenzatora jer se one nalaze na visini 6 - 10 m.

Tijekom rada pogona proteklih godina pojavili su povremeni problemi na vakuumskom sustavu zbog otežanog postizanja vakuumu i njegovog održavanja (il. 2). Taj je problem riješen odvajanjem vakuumskog sustava kondenzatora

parne turbine i protočnog sustava rashladne morske vode.

Opis postojećeg stanja

Za početno stvaranje vakuumu kod pokretanja postrojenja koriste se parni ejektori kojima se postiže vakuum oko 70%. Nakon postizanja početnog vakuumu uključuju se vakuumske pumpe s vodenim zaporom kojima se postiže i održava vakuum od najmanje 95 % ($p_a = 50$ mbar).

Pumpe s vodenim zaporom u početku su bile predviđene za rad u kombinaciji radna i pričuvna, no zbog dotrajalosti opreme došlo je do nepoželjnog prodora zraka u instalaciju i gubitka vakuumu pa danas najčešće treba koristiti obje pumpe.

Vakuum na strani rashladne morske vode održava se pomoću usisnog kolektora koji je zbog vodenog zapora smješten na visini 24,5 m i koji je spojen sa sljedećim uređajima:

- ulaznom komorom kondenzatora
- izlaznom komorom kondenzatora
- hladnjacima zatvorenog ciklusa
- hladnjacima turbinskog ulja
- glavnim cjevovodom rashladnih pumpi mora (tlačna i izlazna strana)
- pomoćnom pumpom za morsku vodu (dok se ne pokrene glavni rashladni sustav).

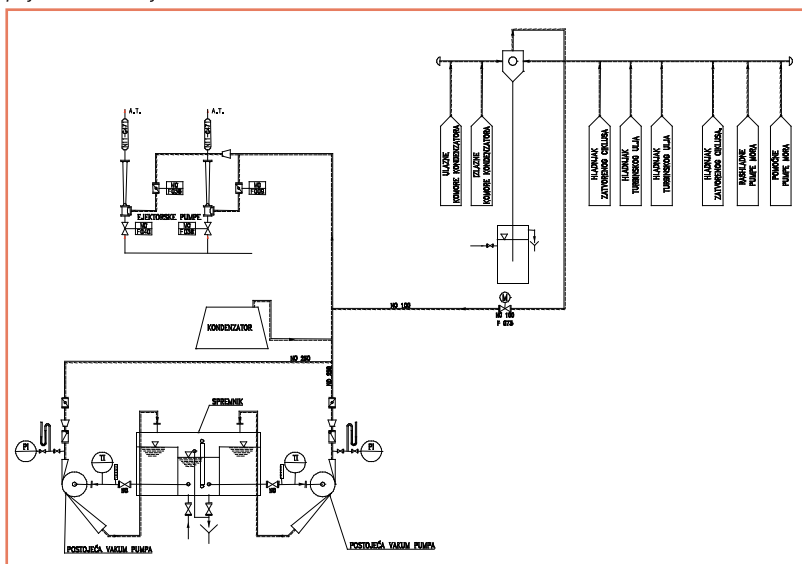
Na spojnom cjevovodu od vakuumskih pumpi do kolektora ugrađen je elektromotorni zasun koji omogućava odvajanje dijela cjevovoda spojenog sa stranom morske vode. Zasun je zatvoren samo pri pokretanju postrojenja (odraživanju) i otvara se nakon postizanja početnog vakuumu u kondenzatoru.

Opis rekonstrukcije

Analizirane su dvije varijante:

- ugradnja nove vakuumske pumpe u sklopu postojećih i rekonstrukcija postojećeg spremnika
- odvojeni vakuumski sustav kondenzatora i rashladne morske vode ugradnjom dodatne nove vakuumske pumpe i spremnika na odvojenoj lokaciji (il. 3 i 4).

Ilustracija 2
Shema vakuumskog sustava
prije rekonstrukcije



Usvojena je druga varijanta jer se time omogućuje potpuna neovisnost oba vakuumska sustava. Izvedba je predvidjela i mogućnost zajedničkog paralelnog rada. Izvedena rekonstrukcija je u potpunosti opravdala svrhu povećanja pouzdanosti rada pogona i bitno skraćivanje vremena stvaranja vakuuma.

Vakuumska pumpa s vodenim zaporom je po svojem načelu rada injekcijska hidraulična turbina pokretana elektromotorom. Sastoji se od rotorskog i statorskog dijela. U statorskom se dijelu nalazi vodena komora s distributerom koji usmjerava vodu prema rotoru koji je ubrzava i 'reže' na tanke slojeve. Vodeni tanki slojevi zatvaraju zasićenu paru i zrak koji dolazi iz kondenzatora te ga dalje komprimiraju u difuzoru.

Zbog činjenice da zasićena para prenosi apsorbirani zrak pomoću radne vode, pneumatski kapacitet pumpe izražen je u kg/h suhog zraka. Pneumatski kapacitet je u pravilnom odnosu s parcijalnim tlakom zraka, tj. s razlikom apsolutnog tlaka kondenzacije i parcijalnog tlaka radne vode vakuumske pumpe.

Temperatura radne vode je najčešće jednaka temperaturi radne vode kondenzatora. Vakuumska pumpa se na najbolji način prilagođava određenom vakuumu osciliranjem te temperature.

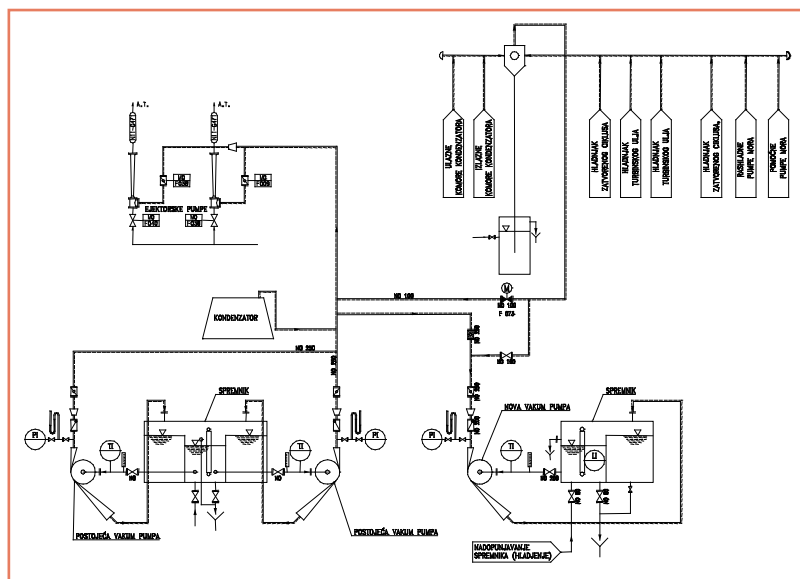
Za kontrolu rada vakuumske pumpe ugrađeni su manovakuometri na usisnoj strani vode i usisnoj strani zraka.

Na usisnoj strani zraka iz kondenzatora postavljen je nepovratni ventil koji u slučaju neočekivanog zaustavljanja pumpe sprječava ulaz radne vode u usisni kolektor zraka. Nepovratni je ventil postavljen izravno na usisnu priрубnicu kako bi se izbjegao pre jaki vodeni udar.

Konstruktivna izvedba spremnika omogućava odvajanje zraka iz radne vode prije ponovnog uvođenja u ciklus. Za tu je svrhu dio spremnika pregrađen na dva dijela: dio je spojen na tlačnu, a dio na usisnu stranu pumpe. U tlačnom dijelu spremnika postavljen je mrežasti filter koji omogućava raspršivanje mjehurića zraka i bolje odzračivanje.

Tijekom rada vakuumske pumpe radna voda se zagrijava zbog kondenzacije zasićene pare usisane sa zrakom i samog njezinog rada.

Kako bi se temperatura radne vode mogla zadržavati u okviru radnih parametara postrojenja u usisnom dijelu spremnika izveden je dovod vode za hlađenje čija se količina može namještati, a konstantna razina u spremniku održava se preljevom.



Ilustracija 3
Shema vakuumskog sustava nakon rekonstrukcije

Na vrhu spremnika smješteno je revizijsko okno koje služi i za odzračivanje spremnika.

Toplinska dilatacija cjevovoda je zanemariva, oslonci izvedeni tako da omogućavaju nesmetane uzdužne, a dijelom i bočne pomake cijevi koji nastaju zbog vibracija opreme. Oslanjanje cjevovoda izvedeno je tako da su sile na priрубnice opreme svedene na najmanju mjeru.

Zaključak

Izvedena rekonstrukcija je posve opravdala svrhu povećanja pouzdanosti rada pogona i bitno skraćivanje vremena stvaranja vakuuma. U pogonu se ostvaruje viša razina vakuuma što ima izravnu posljedicu na veću učinkovitost pogona, a eventualna mjesta propuštanja brže se i lakše detektiraju. ■

Ilustracija 4
Nova vakuumska stanica rashladne morske vode



Literatura:

- ... 'Projekt rekonstrukcije vakuum sustava', AT ENEKO, Rijeka, 2005.

KONTROLA ISPRAVNOSTI ODVODNIKA KONDENZATA U FUNKCIJI PRIKUPLJANJA I REKUPERACIJE KONDENZATA

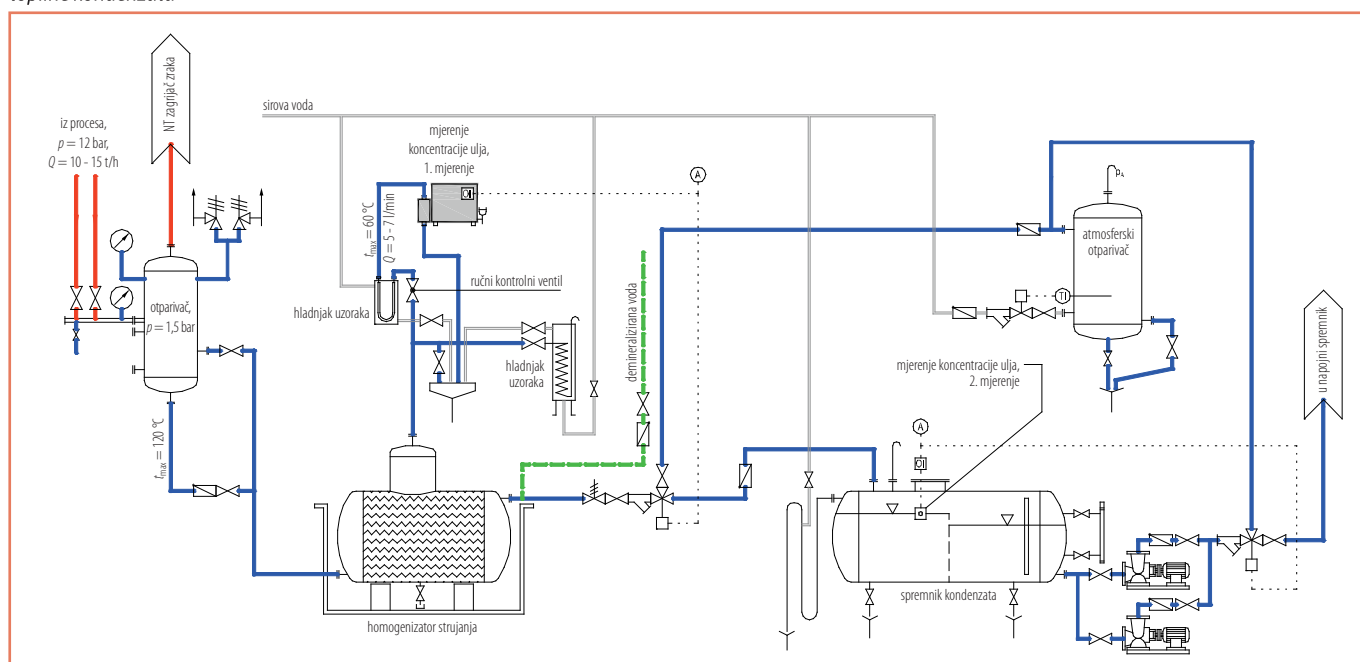
Zoran KRŠUL, ing.

Žarko ROLIH, dipl. ing.

U TE Rijeka provedena je cjelovita analiza funkcionalnosti kondenzatnog sustava koja uključuje kontrolu ispravnosti odvodnika kondenzata u svrhu smanjenja toplinskih gubitaka.

Prva rekonstrukcija kondenzatnog sustava izvedena je 1987. godine (il. 5). Cjelokupni se kondenzat iz pomoćnih postrojenja prikuplja u zatvorenom sustavu pa je minimirana količina toplinskih gubitaka. Za tlak pare $p = 12$ bar, toplinski gubici iznose manje od 2% (il. 6). Tijekom eksploatacije zbog dotrajalosti odvodnika kondenzata dolazi do propuštanja svježe pare i povećanja toplinskih gubitaka. Ispravno funkcioniranje sustava prikupljanja i rekuperacije kondenzata podrazumijeva ispravnost rada odvodnika kondenzata što se postiže njihovim redovitim praćenjem i održavanjem.

Ilustracija 5
Shema iskorištavanja
topline kondenzata



Kontrola ispravnosti odvodnje kondenzata

Kontrola rada odvodnika kondenzata izvedena je kombinirano: vizualno, mjerenjem temperature i ultrazvučnim mjerenjem.

Vizualna metoda je učinkovita ako je ugrađen ispusni ventil za kontrolu propuštanja. Ta metoda podrazumijeva sposobnost prepoznavanja razlike između propuštanja mlaza svježe pare i mlaza vrućeg kondenzata.

Upotreba infracrvenog termometra i ultrazvučno mjerenje dvije su najčešće metode koje se koriste za detekciju ispravnosti rada odvodnika kondenzata. Približna procjena stanja odvodnika kondenzata može se dobiti na osnovi rezultata snimke IC termometra, dok se pomoću UZV mjernog uređaja može precizno odrediti u kakvom je stanju odvodnik kondenzata. Ultrazvučni mjerni

uređaj pretvara visokofrekventne impulse nastale kao posljedica strujanja pri velikim brzinama u audiosignale koji se prikazuju na mjernoj skali. Rezultati se dobivaju u realnom vremenu.

Korištenje UZV mjernog uređaja zahtijeva iskustvo mjeritelja jer su odvodnici kondenzata različitih konstruktivnih karakteristika i rade prema različitim načelima: mehanički, termostatski i termodinamički. Svaki tip odvodnika ima zasebnu zvučnu karakteristiku. Mjernim se uređajem ne dobiva kvantitativna vrijednost propuštanja, već se ocjena o ispravnosti odvodnika kondenzata donosi na osnovi razine zvučnog signala mjernog uređaja i vrijednosti namještene osjetljivosti mjernog uređaja koja se definira ovisno o tlaku ispred odvodnika.

Pri kontroli ispravnosti samog odvodnika kondenzata kontrolira se i armatura pripadajuće drenažne stanice. Često se puta u praksi nailazi na slučaj neispravnih ventila na prenosnom ('bypass') cjevovodu odvodnika kondenzata.

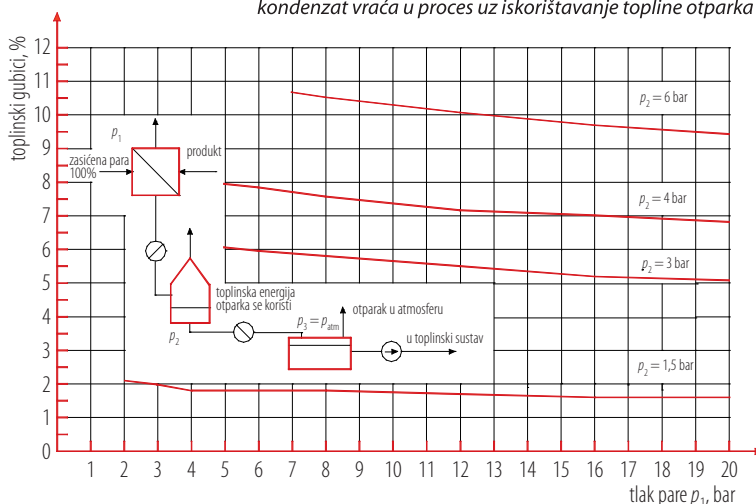
Uobičajeno je da se najmanje jednom godišnje provede kontrola svih odvodnika i da se rezultati kontrole zaveđu u evidencijski list. Posebno je važno snimiti nultu (početno) stanje nakon ugradnje novog odvodnika. Evidencija podataka o ugrađenim odvodnicima kondenzata dat će i podatke o kvaliteti pojedinih isporučitelja opreme i preporučiti ugradnju onih odvodnika koji su se u praksi pokazali najkvalitetnijima. Korisnik treba imati na umu činjenicu da je to oprema za koju je bitna pouzdanost i kvaliteta, a ne niska cijena. Nekvalitetan odvodnik može samo u jednom danu uzrokovati gubitke koji premašuju cijenu najkvalitetnijeg!

Rezultati ispitivanja odvodnika kondenzata

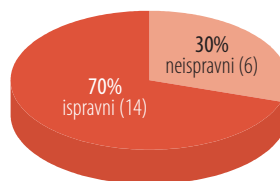
Učinkovit i kontinuiran nadzor ispravnog rada odvodnika kondenzata daje najveće učinke ušteđe u toplinskim sustavima (il. 7). Dok neispravni otvoreni odvodnik kondenzata proizvodi enormno velike toplinske gubitke, neispravni zatvoreni odvodnik uzrokuje naplavljivanje kondenzata u instalaciji što bitno smanjuje učinkovitost rada uređaja, a može uzrokovati oštećenje opreme zbog hidrauličkog udara i predstavlja potencijalnu opasnost od nesreće.

Postojeća je dokumentacija ažurirana s ucrtanim pozicijama svih odvodnika kondenzata na procesnim shemama i dispozicijskim crtežima (tablice 1 i 2). Svi odvodnici kondenzata dobili su odgovarajuću pogonsku oznaku s informacijama u izvještaju o tehničkim karakteristikama (dimenzija, tip, isporučitelj, radni tlak i temperatura i dr) i podacima o datumu provedene kontrole.

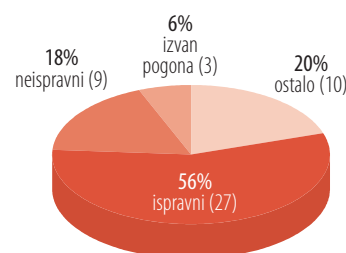
Ilustracija 6
Smanjeni toplinski gubici kondenzatnog sustava u kojem se kondenzat vraća u proces uz iskorišćavanje topline otparka



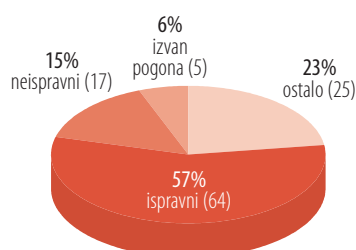
a) turbinsko postrojenje



b) kotlovsko postrojenje



c) pomoćna postrojenja



Napomena
Odvodnike kondenzata svrstane u skupinu 'ostalo' treba demontirati i pregledati jer se s potpunom sigurnošću nije moglo diagnosticirati stanje.

Ilustracija 7
Broj ispravnih odvodnika kondenzata

pogon	ukupni broj odvodnika kondenzata
kotlovsko postrojenje	49
turbinsko postrojenje	20
pomoćna postrojenja	111
ukupno	180

Tablica 1
Cjeline po kojima je provedena kontrola funkcionalnosti odvodnika kondenzata

pogon	broj evidentiranih odvodnika u dokumentaciji SUPO	udio evidentiranih odvodnika u dokumentaciji SUPO
kotlovsko postrojenje	44	90%
turbinsko postrojenje	17	85%
pomoćna postrojenja	20	18%
ukupno	81	45%

Tablica 2
Registrirani odvodnici kondenzata u dokumentaciji sustava upravljanja poslovanjem održavanja

Procjena toplinskih gubitaka zbog propuštanja odvodnika kondenzata.

Uz pretpostavku da je ispred odvodnika tlak pare $p = 12$ bar i da površina poprečnog presjeka rupice kroz koju struji svježa para iznosi $A = 1$ mm², nastaje gubitak pare oko 10 kg/h.

Za ukupan broj utvrđenih neispravnih odvodnika ($6 + 9 + 17 = 32$) gubitak pare iznosi $10 \times 32 = 320$ kg/h. Uz pretpostavku da pogon godišnje radi 5000 h, ukupni gubitak izražen količinom goriva iznosi 87,2 t godišnje.

Zaključak

Po prvi puta provedena je cjelovita evidencija svih odvodnika kondenzata i ispitana njihova funkcionalnost. Utvrđeno je značajno odstupanje u broju odvodnika kondenzata koja je evidentirana (evidentirano je samo 45%) od one koja se stvarno nalazi u pogonu.

Rezultati kontrole evidentirani su u izvješću u kojem su definirani neispravni odvodnici kondenzata koje treba zamijeniti. Na taj se način smanjuju toplinski gubici. ■

PROJEKT REKONSTRUKCIJE DRENAŽNOG SUSTAVA NA POSTROJENJU PROČIŠĆAVANJA KONDENZATA

Tina SOLDATIĆ, dipl. ing.

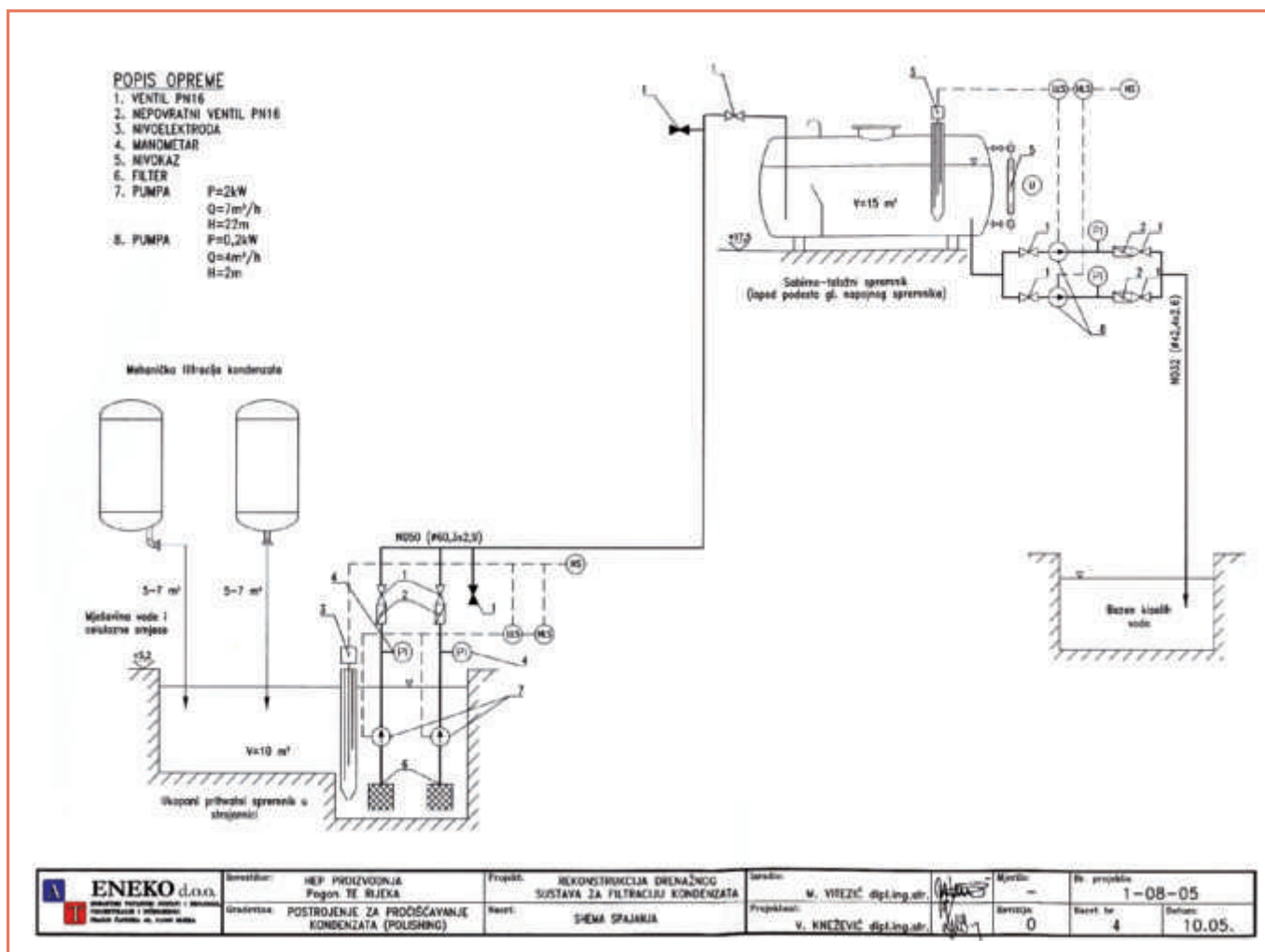
Cilj projekta rekonstrukcije drenažnog sustava na postrojenju pročišćavanja kondenzata je smanjiti proizvodnju opasnog otpada u tehnološkom procesu filtracije kondenzata.

Termoelektrana Rijeka je investiranjem u projekt rekonstrukcije drenažnog sustava na postrojenju pročišćavanja kondenzata ušla svjesna nužnosti smanjivanja stvaranja opasnog otpada u skladu s vlastitom politikom zaštite okoliša i sukladno sve većim zahtjevima regulative iz tog područja. Prvo načelo u pristupu gospodarenja otpadom je prevencija nastanka otpada. Projektom rekonstrukcije drenažnog sustava regeneracije predfiltra u postrojenju za pročišćavanje kondenzata ('Polishing') rješava se problem opasnog otpada na mjestu nastanka (il. 8).

Za mehaničku filtraciju kondenzata koriste se dvije filterske posude napunjene filtracijskim slojem celuloze. Kada se na filtrima postigne pad



Ilustracija 8
Drenažni sustav na postrojenju pročišćavanja kondenzata



Ilustracija 9
 Shema rekonstrukcije
 drenažnog sustava
 predfiltera na 'Polishingu'

tlaka $\Delta p = 1,5$ bar potrebno je provesti regeneraciju filtracijskog sloja celuloze koji se nalazi na posebno konstruiranim nosačima (svijećama). Pomoću komprimiranog zraka koji se upuhuje u protustruji razbija se celulozni sloj, nakon čega se pod tlakom u kanal izbaceju cjelokupna mješavina vode, zraka i celulozne mase. Problem nastaje kada se ona odvodi kanalizacijskim sustavom u bazen gdje se miješa s otpadnim vodama, pri čemu se celulozna smjesa miješa sa zauljenom emulzijom stvarajući opasni otpad. Takav se otpad taloži u bazenu i stvara poteškoće pri separaciji, uklanjanju i zbrinjavanju.

Tehničko rješenje uključuje izoliranje drenažnog sustava filterskih posuda od sustava za prikupljanje otpadnih voda. Izgradnjom novog prihvatnog spremnika za mješavinu vode i celulozne smjese, mješavina se transportira u novi sabirno-taložni spremnik. Nakon taloženja celuloze u sabirno-taložnom spremniku, bistra tekućina se transportira u bazen kiselih voda, dok se istaložena celuloza može zbrinuti kao neopasni otpad. Prihvatni spremnik je dimenzioniran tako

da može prihvatiti cjelokupnu mješavinu vode i celulozne mase za oba spremnika (5 - 7 m³ po posudi). Nakon prihvata se automatski započinje s transportiranjem mješavine u sabirno-taložni spremnik. Transportiranje se izvodi pomoću uronjene pumpe. Sabirno-taložni spremnik je dimenzioniran tako da može prihvatiti cjelokupnu mješavinu, omogućiti maksimalnu separaciju celuloze i povremeno čišćenje spremnika.

Idejni projekt s detaljnim tehničkim specifikacijama opisom i grafičkim prikazima izradila je tvrtka AT ENEKO iz Rijeke prema konceptu i zahtjevu odgovornih osoba TE Rijeke (il. 9).

Prema financijskim pokazateljima, primjenom tog projekta TE Rijeke će godišnje uštedjeti oko 14 000 eura, pri čemu se veći dio odnosi na uštede kod zbrinjavanja otpada (10 500 eura), a manji na potrebe čišćenja bazena zauljenih voda (3500 eura).

Od nemjerljivih koristi valja istaknuti poboljšanje okolišnih uvjeta u TE Rijeke i lakše postupanje s nastalim otpadom. ■

MODEL DISPERZIJE I DISTRIBUCIJE ONEČIŠĆUJUĆIH SASTOJAKA DIMNIH PLINOVA

Davor FRKETIĆ, dipl. ing.
mr. sc. Marko ČAVRAK, dipl. ing.
dr. sc. Zoran ČARIJA, dipl. ing.
prof. dr. sc. Zoran MRŠA, dipl. ing.

Visoke koncentracije zračnih onečišćavala snažno utječu na ekosustav i ljudsko zdravlje. Modeliranje onečišćenja zraka važan je sastavni dio studije utjecaja planiranih industrijskih postrojenja na okoliš i postupak za kontinuirano procjenjivanje razine onečišćenosti sa stanovišta utjecaja na okoliš i na čovjekovo zdravlje. Korištenjem podataka iz državnih i lokalnih mjernih stanica za praćenje kakvoće zraka moguće je utvrditi razinu onečišćenosti, ali ne i utvrditi pravi izvor onečišćenja (industrijski dimnjak i dr) koji bi u incidentnim situacijama mogao smanjiti emisiju prelaskom na kvalitetnija goriva ili smanjenjem kapaciteta rada tog izvora.

Tijekom 2007. godine u TE Rijeka prišlo se izradi projekta modela disperzije i distribucije onečišćujućih sastojaka dimnih plinova u okoliš s ciljem kontrole kvalitete zraka u smislu smanjenja onečišćujućih sastojaka dimnih plinova u zraku u okolici postrojenja te njihove primjene u realnim pogonskim i okolišnim uvjetima.

Kako bi se provela kontrola kvalitete zraka u okolici postrojenja i primijenila u stvarnim pogonskim i okolišnim uvjetima trebalo je odabrati model brze procjene distribucije onečišćenja u zadanim meteorološkim i uvjetima emisije onečišćivača (tzv. screening model) te izraditi računalni program za odabrani model koji će imati prijateljsko sučelje prema sustavu izbornika.

Do početka srpnja 2007. godine izrađen je sustav za pripremu, proračun i vizualizaciju imisija iz dimnjaka TE Rijeka. Tijekom razrade sustava definirani su pojedini dijelovi sustava i radovi koje treba obaviti za pojedini dio sustava. Prvi dio sustava čini pronalaženje izvora za prikupljanje potrebnih informacija o dimnjaku TE Rijeka, informacije o emisijama i meteorološkim uvjetima. U sklopu tog dijela sustava definirana je dinamika prikupljanja podataka i svi mehanizmi

za pripremu baze podataka. Nakon prikupljenih informacija slijedi proračunski dio sustava.

U drugom su dijelu izdvojene mogućnosti obrade podataka koristeći i modificirajući postojeći standardizirani model disperzije onečišćujućih tvari ISCST3 (eng. Industrial Source Complex for Short-Term Simulations, Version 3) koji je podijeljen u dvije zasebne proračunske cjeline.

Prvu cjelinu predstavlja pristup bazi povijesnih podataka potrebnih za ISCST3 kako bi se omogućio uvid u povijesne imisije (imisije za odabrani datum i sat u prošlosti).

Druga se cjelina sastoji od cjelogodišnje simulacije za određenu prethodnu godinu za koju postoje dostupni podaci, a na temelju koje bi se provela analiza te izdvojila područja i razdoblja najnepovoljnijih imisija te odredili pragovi u meteorološkim i ostalim podacima koji su uzrokovali porast imisija, odnosno prekoračenja graničnih vrijednosti.

Korisnički dio sustava predstavlja posljednji treći dio sustava, a čini ga grafičko sučelje kojim se upravlja ulaznim podacima, odabirom proračunskih cjelina i načinom prikaza imisija u obliku pogodnom za analizu i izradu slikovitih izvještaja.

U sljedećoj fazi projekta analizirana je dostupnost meteoroloških podataka potrebnih za ISCST3 i uvidjelo se da postoje tri varijante prikupljanja informacija, a to su:

- instalacija vlastite meteorološke stanice koja bi omogućavala prikupljanje što većeg broja potrebnih meteoroloških podataka
- komercijalni produkti Državnog hidrometeorološkog zavoda
- slobodna baza meteoroloških informacija Svjetske meteorološke agencije (WMO) na internetskoj stranici američke Državne uprave za oceane i atmosferu (NOAA) i prognoziranim meteorološkim poljima (simulacije globalne atmosferske cirkulacije, odnosno algoritam GFS američkog Državnog centra za predviđanja u okolišu, NCEP) vodoravne rezolucije $0,5 \times 0,5^\circ$ i okomite rezolucije u 26 slojeva (prizemnih deset slojeva pojedinačne debljine 60 - 120 m).

Nakon analiziranja dostupnih meteoroloških podataka pristupilo se izradi automatizirane skripte za kontinuirano prikupljanje i izradu baze trenutnih i prognoziranih meteoroloških varijabli koristeći bazu povijesnih meteoroloških podataka NOAA-e i prognoze meteoroloških polja NCEP-a. Izrađena lokalna baza meteoroloških podataka odnosi se na specificiranu lokaciju dimnjaka TE Rijeka.

U završnoj fazi projekta nabavila bi se vlastita meteorološka stanica pa bi se dobiveni podaci ovim programom trebali ispitati usporedbom s rezultatima mjerenja imisijskih stanica u okolici TE Rijeka.

Model simulacije disperzije

Najčešće korišten model simulacije disperzije onečišćenja, zbog svoje robusnosti i jednostavnosti, je Gaussov model disperzije onečišćenja koji je u projektu korišten.

Gaussov model ISCST3 korišten je za simulaciju disperzije na temelju osnovne Gaussove distribucije za točkaste izvore i za utvrđivanje stacionarnih prizemnih koncentracija za određeni vremenski trenutak. Model uzima u obzir kompleksnu konfiguraciju terena (definiranu pravokutnom receptorskom mrežom), a finoća opisa terena izravno utječe na točnost rezultata. Gaussov model računa vrijednosti koncentracije onečišćenja na svakom unaprijed definiranom mjestu, a prema unaprijed definiranim meteorološkim podacima.

Time je omogućeno praćenje utjecaja svakog pojedinog izvora onečišćenja na koncentraciju onečišćenja u svim unaprijed definiranim čvorovima receptorske mreže.

Formiranje perjanice dima (podizanje, transport, difuzija i taloženje) pod izravnim je utjecajem satno definiranih meteoroloških podataka koji mogu biti rezultat mjerenja 'in situ' ili procijenjeni. Ishodište koordinatnog sustava, za svaki izvor i za svaki sat proračuna, smješteno je na površini zemlje pri osnovici izvora onečišćenja, a apsolutni položaj čvora receptorske mreže preračunava se u lokalni koordinatni sustav izvora onečišćenja. Za promatrani izvor, koncentracija onečišćujuće tvari na udaljenosti x (m) nizstrujno i y (m) bočno od izvora dana je jednadžbom (il. 10):

$$\lambda = \frac{Q \cdot K \cdot V \cdot D}{2 \cdot \pi \cdot U_s \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2}$$

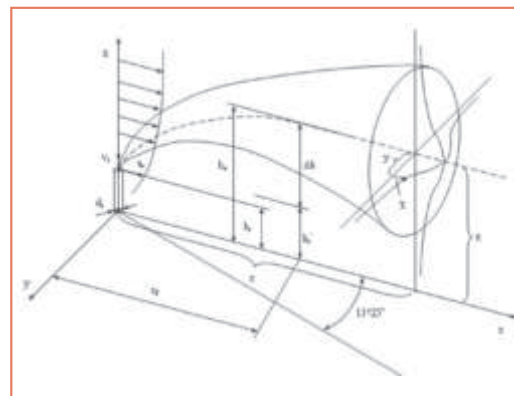
Domena za modeliranje

Korištenje modela disperzije za kontinuirano procjenjivanje prizemnih koncentracija onečišćujućih tvari iz pojedinog izvora zahtijeva odabir domene za modeliranje. Naime, treba

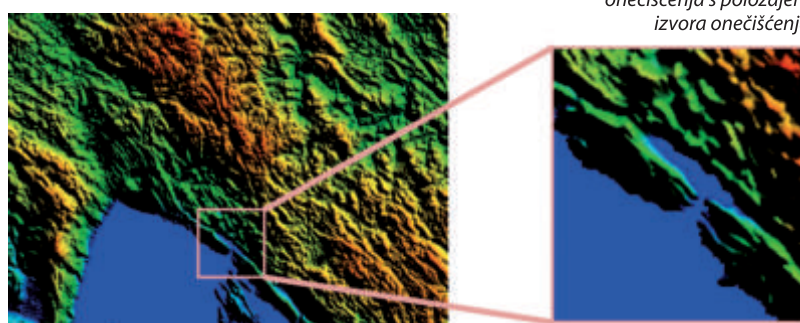
odrediti veličinu domene i gustoću receptorskih točaka za koje će se procijeniti prizemne koncentracije onečišćujuće tvari. Optimalna veličina domene izabire se tako da se korištenjem izmjerenih emisija onečišćujućih tvari iz izvora i meteoroloških podataka iz najbliže meteorološke postaje provedu simulacije za niz prethodnih godina i utvrdi područje u kojem su prizemne koncentracije iznad godišnjih graničnih vrijednosti za zaštitu ljudi, ekosustava i vegetacije. Domenom također treba obuhvatiti lokacije mjernih postaja za kakvoću zraka radi validacije i verifikacije modela te utvrđivanja udjela pojedinog izvora onečišćenja u ukupnoj izmjerenoj razini onečišćenosti. Zatim nad odabranim područjem treba definirati receptorsku mrežu. Vodoravna mrežna udaljenost receptora ili vodoravna rezolucija receptorske mreže utječe na točnost procjene koncentracija onečišćujućih tvari. Stoga treba koristiti digitalne topografske karte horizontalnih rezolucija 100 - 300 m. Za simulacije distribucije onečišćenja koriste se dvije domene. Prva je opisana ortogonalnom mrežom veličine $113 \times 121 = 13\,673$ receptorskih čvorova međusobno udaljenih 100 m čime je predočen teren površine $136,73 \text{ km}^2$ (il. 11). Druga domena vodoravne rezolucije 300 m pokriva Riječki zaljev, otok Krk i okolni kompleksni teren, a postavljena je središnje s obzirom na izabrani izvor onečišćenja uključujući i dio urbanog područja Rijeke. U većini slučajeva koristi se mala domena koja opisuje bližu okolicu izvora onečišćenja, dok se simulacija nad velikom domenom provodi isključivo u situacijama kada prekoračenje graničnih i tolerantnih vrijednosti prelazi rubove male domene.

Sustav za procesiranje ulaznih podataka

Ulazni podaci za model ISCST3 uključuju receptorsku mrežu, podatke o emisijskim izvorima

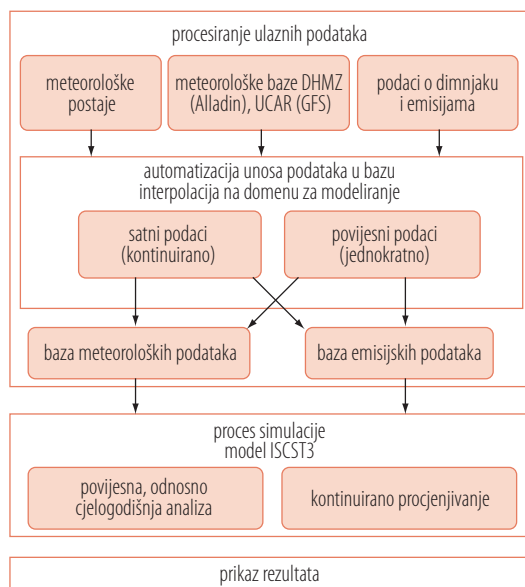


Ilustracija 10
Prikaz osnovnih veličina Gaussovog modela perjanice dima



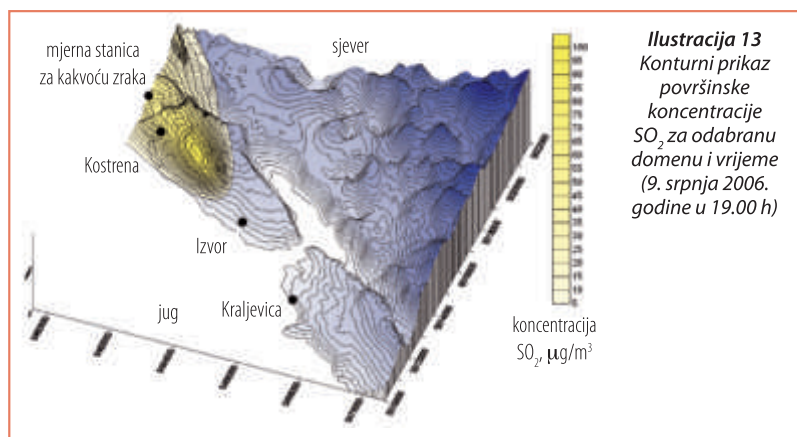
a) velika domena

b) mala standardna domena



Ilustracija 12
Sustav za pripremu, proračun i vizualizaciju prizemnih koncentracija onečišćenja iz industrijskih izvora onečišćenja

(visina i promjer dimnjaka te brzina, sastav i količina dimnih plinova) i meteorološke parametre. Meteorološki podaci koje on zahtijeva uključuju brzinu i smjer vjetra, temperaturu zraka, visinu miješanja i klasu stabilnosti atmosfere koja se određuje metodom SRDT na temelju vertikalnoga gradijenta temperature i Sunčevog zračenja. Kontinuirano procjenjivanje prizemnih koncentracija onečišćenja moguće je uspostaviti korištenjem višestrukih izvora ulaznih podataka



Ilustracija 13
Konturni prikaz površinske koncentracije SO_2 za odabranu domenu i vrijeme (9. srpnja 2006. godine u 19.00 h)

izradom automatiziranih računalnih postupaka za interpolaciju podataka na domenu za modeliranje (il. 12). Prikupljeni podaci smještaju se u emisijsku i meteorološku bazu podataka u svrhu povijesnih i cjelogodišnjih analiza ili za istodobno procjenjivanje razina prizemne onečišćenosti. Neophodno potrebni meteorološki podaci prikupljaju se iz najbližih meteoroloških postaja ili se koriste podaci dobiveni regionalnim mezoskalnim meteorološkim modelima (Alladin od DHMZ-a ili MM5/WRF od američke Agencije za zaštitu okoliša, EPA) i iz javno dostupnih baza (NCEP/UCAR/DSS) koje su razmjerno grube rezolucije pa ih treba interpolirati na lokaciju izvora onečišćenja (il. 13). ■

ZAMJENA SUSTAVA UZBUDE GENERATORA

Celio KLAPČIĆ, ing.

Ostvarenjem projekta zamjene uzbudnog sustava generatora 370 MVA u TE Rijeka izvan funkcije se stavlja postojeći sustav uzbude i uzbudni transformator te mijenja statičkim sustavom uzbude s digitalnim regulatorom napona i novim uzbudnim transformatorom.

Izvorni sustav uzbude bio je statički sustav samo-uzbude s tiristorskim usmjerivačem napajanim preko uzbudnog transformatora sa sabirnicama vlastite potrošnje agregata 6 kV koji su napajani sa stezaljki generatora preko transformatora vlastite potrošnje ili sabirnice opće potrošnje priključenih preko transformatora opće potrošnje na sabirnice 220 kV. Automatski regulator napona bio je izveden u tehnologiji analognih elektroničkih modula, dok je uzbudni transformator bio uljni.

Novi sustav uzbude generatora je statički sustav uzbude. Sustav uzbude izveden je s digitalnim regulatorom napona čije su odlike: visoki početni odziv, održavanje točnog iznosa postavljenog napona na stezaljkama generatora, velika brzina regulacije napona i osiguravanje kvalitete kompenzacije vanjske karakteristike generatora po naponu i reaktivnoj snazi. Novi uzbudni transformator je izveden kao suhi epoksidni i smješten je u kućištu.

Tiristorski usmjerivač

Sustav uzbude generatora je izveden u konfiguraciji s dva nezavisna tiristorska mosta, od kojih je jedan u pogonu, a drugi blokiran i spreman ("hladna pričuva") na trenutačno preuzimanje funkcije prema vanjskom nalogu ili automatski u slučaju kada proradi zaštita usmjerivača ili njegovog sustava hlađenja. Tiristorski usmjerivač (tiristorski most) je punouprtljivi, prisilno hlađen vodom, u trofaznom mosnom spoju. Svaki tiristorski usmjerivač ima svoj sustav zaštite:

- zaštitu od predugog forsiranja
- nadzor impulsa za upravljanje tiristorima
- nadzor osigurača tiristora
- nadzor simetrije vođenja tiristora (raspodjele struje po tiristorima)
- nadzor temperature tiristora (u dva stupnja)
- nadzor protoka rashladne vode u sustavu hlađenja usmjerivača
- nadzor temperature rashladne vode na ulazu i izlazu primarnog rashladnog sustava usmjerivača
- nadzor tlaka rashladne vode.

Kada proradi neka od zaštita, generirat će se zbirni signal neraspoloživosti jednog usmjerivača i inicirati automatski prijelaz na pričuveni usmjerivač, uz odgovarajuću signalizaciju. U slučaju neraspoloživosti i drugog (pričuvnog) usmjerivača, svaka od zaštitnih funkcija generirat će nalog za isključenje prekidača bloka i brzu razbudu generatora prekidačem za razbuđivanje, uz odgovarajuću signalizaciju. Sustav hlađenja usmjerivača je tipa voda - voda, s prisilnom cirkulacijom rashladnog sredstva u zatvorenom primarnom krugu i sadrži sve potrebne uređaje za pripremu rashladne vode i nadzor bitnih parametara stanja rashladnog medija (protok, tlak, temperatura). U sekundarnom krugu koristi rashladnu vodu iz postojećeg zatvorenog rashladnog sustava voda - voda u elektrani. Sustav hlađenja usmjerivača je projektiran i izveden tako da ne postavlja ograničenja na traženu redundanciju tiristorskog usmjerivača glede normalnog pogona i forsiranih svojstava sustava uzbude. U slučaju kvara ili neraspoloživosti sustava hlađenja radnog usmjerivača osiguran je automatski prijelaz na pričuveni usmjerivač. Tiristorski usmjerivač je izveden tako da se preko petopolnog rastavljača omoguće zahvati na usmjerivaču koji je u kvaru, dok je drugi u pogonu (zamjena tiristora i osigurača, zahvati na sustavu hlađenja). Parametri postojećeg rashladnog sustava na elektrani su:

- maksimalna temperatura rashladne vode: 32 °C
- razlika tlaka između dovodne i povratne cijevi: 2,5 bar

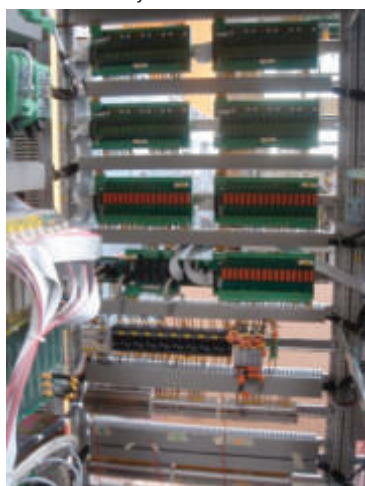
Ilustracija 14
Sustav uzbude na ispitivanju u ispitnoj stanici



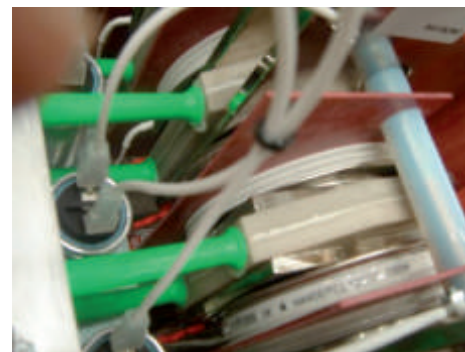
Ilustracija 15
Montaža sustava



Ilustracija 16
Ulazno-izlazna jedinica



Ilustracija 17
Vodom hlađen tiristorski most



Ilustracija 18
Detalj hlađenja tiristora vodom

- tlak na izlazu iz pumpe: 7 - 9 bar
- minimalni protok rashladne vode: 20 l/min.

Izmjenjivač topline se nalazi izvan ormara sustava uzbude i povezan je s pripadajućim poljem ormara sustava uzbude (tiristorskim usmjerivačem u polju AMKC04.1, AMKC04.2). Ormari sustava uzbude se nalaze u klimatiziranoj prostoriji, gdje temperatura iznosi oko 25 °C.

Sustav uzbude generatora također osigurava regulaciju uzbudne struje postupno od nule, radi potrebe snimanja karakteristika praznog hoda i kratkog spoja te ispitivanja generatorskih zaštita.

U funkcionalnom smislu, sustav uzbude generatora sadržava dodatne regulacijske funkcije kao što su ograničavači, regulator jalove snage i stabilizator elektroenergetskog sustava te sve potrebne zaštitne, upravljačke i signalizacijske funkcije.

Novi sustav uzbude generatora doprinit će povećanju kvalitete rada, poboljšati pouzdanost i raspoloživost, olakšati komunikaciju čovjeka i sustava te biti prilagođen za daljinsko upravljanje iz nadređenog centra upravljanja u cilju smanjenja troškova rada i održavanja. ■

ZAMJENA SUSTAVA RELEJNE ZAŠTITE TURBOAGREGATA

Ivica BLAŽEVIĆ, dipl. ing.

U postrojenju TE Rijeka instaliran je turboagregat nazivne snage 320 MW pogonjen akcijskom kondenzacijskom turbinom.

Pogon TE Rijeka smješten je na jadranskoj obali, jugoistočno od Rijeke, na lokaciji Urinj (područje općine Kostrena). U postrojenju je instaliran turboagregat nazivne snage 320 MW koji je pogonjen akcijskom kondenzacijskom turbinom, a kao gorivo koristi loživo ulje. Postrojenje je izgrađeno u razdoblju 1974. - 1978, a s redovnom je eksploatacijom započelo 1979. godine.

Sinkroni generator nazivne prividne snage 376,47 MV A priključen je preko blok-transformatora na prijenosnu mrežu naponske razine 220 kV i s dva 220 kV dalekovoda povezan s trafostanicom 400/220/110 kV Melina.

Turboagregat u TE Rijeka ima značajnu ulogu u hrvatskom elektroenergetskom sustavu. Zahvaljujući velikoj pogonskoj fleksibilnosti (promjene snage u rasponu od 0,5 - 5% nazivne djelatne snage u minuti) sposoban je za rad u sekundarnoj regulaciji frekvencije i snage razmjene.

Sinkroni generator je opremljen statičkim sustavom samouzbude s tiristorskim usmjerivačem napajanim sa sabirnica vlastite potrošnje agregata 6 kV. Automatski regulator napona izveden je u tehnologiji analognih elektroničkih modula. U tijeku je projekt zamjene sustava uzbude novim statičkim sustavom s digitalnim regulatorom napona.

Agregatom se upravlja iz komande elektrane. Pokretanje i zaustavljanje je automatizirano, uključujući i automatsku sinkronizaciju generatora na mrežu. Sustav sinkronizacije agregata realiziran je pomoću automatskog sinkronizatora TAS u okviru digitalnog kontrolnog sustava i sinkronizacijskog uređaja Synchrotact 4 u funkciji sinkroček-releja. Posebno je ostvaren sustav automatske i ručne sinkronizacije prekidačima vodnih polja i prekidačem spojnog polja u funkciji zamjene jednog od prekidača vodnih polja. Taj je sustav ostvaren pomoću sinkronizacijskog uređaja Synchrotact 5 u funkciji automatskog sinkronizatora sa sinkroček-funkcijom.

Upravljanje, signalizacija i nadzor sinkronog generatora, odnosno agregata integrirani su u okviru DCS-a (procesno-informacijskog sustava) elektrane. Sustav se sastoji od sustava vođenja turbine i elektropostrojenja Elsag-Bailey i sustava vođenja bloka Siemens Teleperm XP. Sustav relejne zaštite agregata je u neposrednoj interakciji s tim sustavima.

Za kronološku registraciju događaja na razini elektrane koriste se: KRĐ (kronološki registrator događaja), SER (eng. Sequence-of-Events-Recorder, proizvođača Elsag-Bailey) i Teleperm XP. Sustav relejne zaštite agregata također je u neposrednoj interakciji s tim sustavima.

Izvedena je sinkronizacija vremena podsustava mjerenja, zaštite, nadzora i upravljanja na razini elektrane (Elsag Bailey, KRĐ i DAS, Teleperm-Siemens). Globalna sinkronizacija sa signalom točnog vremena izvest će se u sklopu projekta zamjene sustava zaštita.

Osnovi podaci o štićenim objektima

Sinkroni generator turboagregata u TE Rijeka je vodikom hlađeni generator s tri moguća stanja tlaka: 1, 2 i 3 bar (tablica 3).

Blok-transformator GT-1 je trofazni uljni, hlađen prisilnom cirkulacijom ulja i zraka te sa šest hladnjaka (tablica 4). Spojen je preko oklopljenih sabirnica na generator.

Tablica 3
Osnovni podaci o sinkronom generatoru

proizvođač	Ansaldo, Italija
tip	THAR-2-376470-3000-20000
nazivna prividna snaga S_n	376,47 MV A

Tablica 4
Osnovni podaci o blok-transformatoru

proizvođač	Savigliano, Italija
nazivna prividna snaga pri temperaturi okolice S_n	370 MV A
prijenosni omjer NN/VN	20 / 240 kV
grupa spoja	YNd11
hlađenje	OFAF

Od šticeh uređaja, još treba spomenuti transformatore vlastite potrošnje 1UT-1 i 2UT-1 te transformator opće potrošnje ST (tablice 5 i 6)

Opis i specifikacija postojećeg sustava zaštite

Postojeća zaštita sabirница 220kV i zaštita od zatajenja prekidača 220 kV proizvođača ASEA i Iskra izvedena je u modularnoj statičkoj tehnologiji, a u pogonu je od 1977. godine. Smještena je u jedan ormar +R1. Ormar sabirničke zaštite je postavljen u relejnjoj kućici br. 2.

Postojeća zaštita generatora, blok-transformatora te transformatora vlastite i transformatora opće potrošnje proizvođača ASEA izvedena je u modularnoj statičkoj tehnologiji i u pogonu je od 1977. godine. Smještena je u tri ormara zaštite +ELE-2/R1, +ELE-2/R2, +ELE-2/R3. Ormari su postavljeni u prostoru iza komandne ploče, na razini komande elektrane.

Isklopna logika riješena je djelovanjem na zbirne isključno-blokirne releje. Isključno-blokirni releji su tipa AM21 (PSU14 + F) proizvođača BBC. Smješteni su na stražnjoj strani komandne ploče.

U sustavu zaštite bloka i transformatora opće potrošnje ugrađena su četiri zbirna isključno-blokirna releja:

- isključni relej 86G (A i B)
- isključni relej 98G
- isključni relej 86ST
- isključni relej 98ST.

Predmet i opseg isporuke opreme

Predmet isporuke prema ugovoru sklopljenim s tvrtkom Energocontrol Zagreb iz Zagreba je demontaža i ekološko zbrinjavanje opreme postojećeg sustava zaštite i isporuka sustava relejne zaštite turboagregata u TE Rijeka prema načelu 'ključ u ruke' što obuhvaća:

- sustav numeričke zaštite sabirnica i zaštite od zatajenja prekidača 220 kV postrojenja
- sustav numeričkih relejnih zaštita generatora, blok-transformatora i transformatora vlastite potrošnje (1UT-1, 2UT-1) sa 100%-tnom redundancijom
- sustav numeričkih relejnih zaštita transformatora opće potrošnje (ST) sa 100%-tnom redundancijom
- zbirne isključno-blokirne releje (master-releje)
- sustav numeričke zaštite 6 kV postrojenja
- sustav za mjerenje i registraciju pri poremećajima

proizvođač	Končar
godina proizvodnje	1976.
tip	2 TRP 20000-24
nazivna snaga	20 MV A
nazivna frekvencija f	50 Hz
napon kratkog spoja u_k	10,5 %
grupa spoja	Yy0
nazivni napon U_n	20 / 6,3 / 10,5 kV
nazivna struja I_n	577 / 1833 / 127 A

Tablica 5
Osnovni podaci o transformatorima vlastite potrošnje 1UT-1 i 2UT-1

proizvođač	Končar
godina proizvodnje	1976.
tip	1 TRP 25000-245s
nazivna snaga	25 MV A
nazivna frekvencija f	50 Hz
napon kratkog spoja u_k	10,21 %
grupa spoja	YNd5
nazivni napon U_n	220 / 6,3 kV
nazivna struja I_n	66 / 2291 A

Tablica 6
Osnovni podaci o transformatoru opće potrošnje ST

- sustav za daljinski nadzor zaštite s radne konzole u komandi agregata i u uredu inženjera za zaštitu
- sustav sinkronizacije sa signalom točnog vremena.

Funkcijska specifikacija

Zaštita sabirnica je numerička niskoimpedantna stabilizirana diferencijalna zaštita sa sljedećim karakteristikama:

- centralizirana izvedba za jednostruke sabirnice (glavne i pomoćne)
- niskoimpedantna stabilizirana diferencijalna zaštita sabirnica 220 kV (87B)
- integrirana zaštita kod zatajenja prekidača 220 kV u dva stupnja (50BF)
- vanjski start zaštite kod zatajenja prekidača (jednopolni i trolpolni)
- integrirana zaštita u zoni između prekidača i strujnih mjernih transformatora 51/62EF
- isklopni kontakti za dva isklopna svitka i isklop druge strane voda (jednopolno i trolpolno)
- zapisivač događaja i poremećaja
- mjerenje diferencijalnih struja i struja pojedinog polja
- vremenska sinkronizacija iz središnjeg sustava sinkronizacije sa signalom točnog vremena
- lokalni ekran (HMI) za prikaz mjerenja i događaja

Ilustracija 19

Novi sustav zaštita u fazi ožičenja i ispitivanja



- komunikacijska jedinica (prema IEC 61 850 ili 60 870-5-103) za potrebe sustava daljinskog nadzora zaštite
- blokada pojedinih funkcija pomoću vanjskih preklopki.

Sustav relejne zaštite generatora, blok-trasformatora i transformatora vlastite potrošnje 1UT-1 i 2UT-1 (relejne zaštite bloka) ostvaren je u numeričkoj tehnologiji pomoću višefunkcionalnih zaštitnih releja kao posve udvojeni sustav za zaštitu bloka u cjelini, u dvije posve neovisne sklopovske i softverske cjeline, odnosno skupine (100%-tna redundancija), tako da bude osigurana neprekinutost pune funkcije relejne zaštite bloka u slučaju kvara jedne skupine.

Višefunkcionalni zaštitni releji sadržavaju biblioteku zaštitnih funkcija tako da se svaka od njih može više puta upotrijebiti, zatim programabilnu isključnu logiku, programabilne binarne ulaze, izlaze, lokalnu (LED) signalizaciju, samonadzor, ispitivanja kroz program i funkcije mjerenja te zapisivanja događaja i poremećaja.

Zamjena sustava zaštite 6 kV postrojenja vlastite i opće potrošnje (1U-1, 2U-1 i GS-1) izvedena je pomoću numeričkih višefunkcionalnih uređaja za zaštitu, mjerenje i upravljanje u srednjonaponskim postrojenjima. Uređaji su ugrađeni na vrata postojećih poslužnih ormarića 6kV. Svi isporučeni releji su spojeni na komunikacijski koncentrator po funkcionalnim cjelinama te spojeni na sustav za daljinski nadzor zaštite prema protokolu IEC 61 850.

Za registriranje dinamičkog ponašanja agregata tijekom raznih poremećaja, a posebno tijekom perturbacija u elektroenergetskom sustavu, ugrađen je sustav za akviziciju podataka koji omogućuje zapis odgovarajućeg broja analognih i binarnih signala i to:

- automatski kada se ostvare postavljeni okidni uvjeti
- ručno, prema nalogu operatera

Sustav je predviđen za sveobuhvatno i kompleksno istodobno registriranje svih električnih veličina karakterističnih za ponašanje agregata i postrojenja 220 kV u cjelini, uz istodobni zapis određenog broja odabranih procesnih veličina agregata, u trajanju dovoljnom za analizu ponašanja agregata pri poremećaju, ali u vremenu od nekoliko desetaka sekundi. Predviđeno je korištenje analognih mjernih signala iz postojećih mjernih pretvornika i mjernih transformatora.

U opseg isporuke nove numeričke zaštite uključena je odgovarajuća programska podrška za parametriranje te dohvat i evaluaciju arhiviranih podataka. ■

Ilustracija 20

Čelija sabirnice vlastite potrošnje pri zamjeni releja

