

# Odsumporavanje dimnih gasova u termoelektranama na lignitni ugalj – Analiza uticajnih parametara i izbor tehničkog rešenja

Aleksandar Jovović, Dragoslava Stojilković, Dejan Radić, Dušan Todorović, Marko Obradović, Vladimir Jovanović, Nenad Manić, Đorđina Milovanović

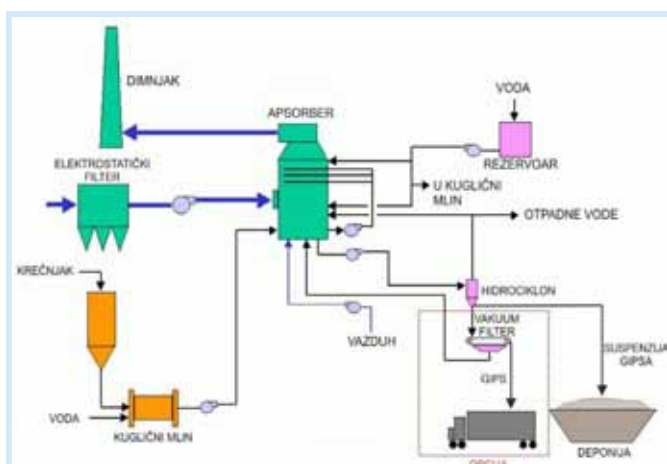
U sklopu usklađivanja sa zakonskim obavezama u oblasti zaštite vazduha i donetim strateškim dokumentima Republike Srbije u oblasti energetike, sprovode se aktivnosti na realizaciji projekata izgradnje postrojenja za smanjenje emisija sumpor dioksida iz dimnih gasova uvođenjem postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova (ODG). Imajući u vidu planirani vek eksploatacije i angažovanje blokova domaćih termoelektrana, doneta je odluka da se odsumporavanje dimnih gasova vrši primenom vlažnog krečnjačkog postupka.

Tehnologija odsumporavanja dimnih gasova vlažnim postupkom, uz korišćenje krečnjaka kao reagensa i tzv. vlažno tretiranje dimnog gasa predstavlja najčešće primenjivanu tehnologiju smanjenja sadržaja sumpor dioksida ( $\text{SO}_2$ ) u dimnim gasovima emitovanim iz postrojenja sa kotlovima na lignit, snaga većih od 300 MW predstavlja komercijalno postojano tehnologiju.

Blokovi su projektovani za rad od 6000 h/god. Planirani radni vek blokova je do 2030. godine.

## Osnovni principi tehnologije vlažnog postupka

Odsumporavanje dimnih gasova se vrši posle prečišćavanja u elektrofiltarskom postrojenju. Oprašeni dimni gas usmerava se ka ventilatorima dimnog gasa i buster ventilatorima, a potom u apsorbere gde se odvija njegovo prečišćavanje. Prečišćen dimni gas se zatim ispušta u vazduh kroz dimnjak. Shematski prikaz postupka prikazan je na Slici 1.



Slika 1. Shematski prikaz procesa odsumporavanja

Prečišćavanje dimnog gasa vrši se u kontaktu dimnog gasa sa suspenzijom krečnjaka, koji se odvija u apsorberu sistema za odsumporavanje. Strujanje dimnog gasa i suspenzije u apsorberu je suprotnosmerno: gas se uvodi u apsorber u donjem delu i struji nagore, dolazeći u kontakt sa raspršenom suspenzijom krečnjaka, koja pada naniže sa nekoliko nivoa za raspršivanje. Broj nivoa raspršivanja zavisi od zahtevane efikasnosti odsumporavanja, kao i zadatog opsega ulaznih koncentracija sumpor dioksida.

Priprema suspenzije krečnjaka vrši se u postrojenju za mlevenje u kom se odvija mokro mlevenje krečnjaka u mlinovima sa kuglama uz kontrolu kvaliteta finoće mlevenja. Od mlevenog krečnjaka zadate finoće dodavanjem vode formira se suspenzija (sadržaj čvrste materije 30%), koja se odvođuje u rezervoar suspenzije krečnjaka. Napajanje apsorbera svežom suspenzijom ostvaruje se kroz cevnu petlju u kojoj neprekidno cirkuliše suspenzija, a doziranje potrebne količine suspenzije se vrši kontrolom parametara procesa (pH vrednost recirkulacione suspenzije u apsorberu ili odnos ulazne i izlazne koncentracije  $\text{SO}_2$ ).

Suspenzija koja cirkuliše u apsorberu se recirkulacionim pumpama propušta kroz mlaznice za raspršivanje suspenzije raspoređene na konzolnim nosačima u apsorberu, gde se raspršuje do finih kapljica i tako dovodi u ravnomeran kontakt sa strujom dimnog gasa. Kapljice suspenzije apsorbuju  $\text{SO}_2$  iz dimnog gasa putem reakcije koja se odvija između  $\text{SO}_2$  i reagensa tj. sorbenta iz suspenzije. Hlorovodonik (HCl), koji se nalazi u dimnom gasu, se takođe apsorbuje i neutralizuje reagujući sa krečnjakom, formirajući rastvorljive soli, što dovodi do akumulacije jona hlorida u procesnoj suspenziji.

Prečišćeni dimni gas prolazi kroz eliminator kapi kako bi se iz njega uklonile kapljice vode pre ulaska u dimnjak. Kako se, po ulasku u apsorber dimni gas naglo hladi u kontaktu sa vodom, određena količina vode isparava tako da je dimni gas na izlazu iz apsorbera zasićen vlagom. Temperatura dimnog gasa na izlazu iz apsorbera je oko 65 °C.

Efikasnost smanjenja sadržaja  $\text{SO}_2$  u postrojenju za vlažno odsumporavanje dimnih gasova direktno zavisi od odnosa količine suspenzije koja se rasprši u apsorberu u odnosu na količinu tretiranog dimnog gasa. Ovaj odnos naziva se odnos tečne i gasne faze tj. T/G (engl. liquid-to-gas (L/G) ratio).

Viša vrednost T/G odnosa omogućava efikasnije uklanjanje SO<sub>2</sub> jer se u tom slučaju dimni gas tretira većom količinom apsorbujuće tečnosti.

Kao rezultat reakcije dimnog gasa i suspenzije krečnjaka formira se kalcijum sulfit koji, kao teži pada na dno reakcionog bazena, koji je smešten u donjem delu apsorbera. Kako bi se sprečilo njeno taloženje, suspenzija se stalno meša pomoću mešalica. U cilju formiranja stabilnog jedinjenja, kalcijum sulfata, tj. gipsa, u reakcionim bazenima se uduvava određena količina vazduha koja omogućava oksidaciju kalcijum sulfitu u kalcijum sulfat, koji se potom taloži. Dimenzije reakcionog bazena se određuju tako da se obezbedi dovoljno vreme boravka produkata u suspenziji potrebno da se formiraju dovoljno veliki kristali molekula gipsa (CaSO<sub>4</sub> x 2H<sub>2</sub>O).

Deo suspenzije odstranjuje se iz procesa u cilju uklanjanja nagomilanog gipsa koji se odvodi na proces primarnog ugušćenja i dalji tretman. Količina suspenzije koja se odvodi kontroliše se stalnim merenjem gustine suspenzije. Ukoliko je gustina suspenzije manja od zahtevane vrednosti, ista se recirkuliše kroz rezervoare filtrata. Kada vrednost gustine suspenzije dostigne zahtevanu vrednost, vrši se odmuljenje ugušćene suspenzije (sadržaj čvrste materije 50%) u rezervoar suspenzije gipsa, sve dok se gustina ne smanji na donju zahtevanu vrednost.

Iz ovog rezervoara suspenzija se usmerava na sistem vakuum filtera radi dobijanja komercijalnog gipsa, ili se otprema na deponiju gipsa.

Deo preliva hidrociklona za primarno ugušćenje suspenzije odstranjuje se iz procesa odsumporavanja u vidu otpadne vode, a u cilju sprečavanja prekomerne akumulacije korozivnih soli hlorida i čestica u procesnoj suspenziji.

### **Analiza uticajnih parametara i izbor tehničkog rešenja**

Osnovni kriterijumi koje treba uvažiti prilikom izbora tehničkog rešenja odnose se na sledeće:

- Karakteristike dimnog gasa na ulazu u postrojenje za ODG
- Raspoloživi prostor za smeštaj osnovne opreme
- Raspoloživi prostor za smeštaj prostora za tretman i skladištenje krečnjaka i gipsa
- Mogućnosti rekonstrukcije postojećih dimnjaka i potrebno vreme zastoja blokova
- Mogućnosti snabdevanja postrojenja električnom energijom
- Mogućnosti rekonstrukcije ventilatora dimnog gasa i potrebno vreme zastoja blokova.

U odnosu na navedene kriterijume, razmatrane su različite varijante rešenja pojedinih podsistema postrojenja za ODG i donete su projektno odluke koje su prikazane u ovom poglavlju.

### **Varijantna rešenja apsorbera**

Apsorber predstavlja ključnu komponentu sistema za apsorpciju sumpor dioksida i celokupnog postrojenja za ODG. Dimenzije apsorbera zavise od količine dimnog gasa (prečnik apsorbera) i zahtevane efikasnosti postupka odsumporavanja (visina apsorbera), pri čemu se na osnovne dimenzije može uticati izmenama u samom tehničkom rešenju apsorbera tj. intenzitetu međusobnog kontakta sorbenta i dimnog gasa. Brzina dimnog gasa u apsorberu predstavlja jedan od najvažnijih parametara procesa. Efikasnost uklanjanja SO<sub>2</sub> opada sa porastom brzine gasa, jer je vreme kontakta struje gasa i reagensa kraće. Pored toga, ograničenje brzine strujanja gasa kroz apsorber vezano je i za ograničenje brzine kroz eliminator kapi. Pri većim brzinama strujanja, kapljice izdvojene u eliminatoru kapi bivaju povučene strujom dimnog gasa i tako ponovo dospevaju u dimni gas koji napušta apsorber.

Savremena praksa poznaje dva osnovna tipa apsorbera, suprotnostrujni i istostrujni, kao i njihove podvarijante i modifikacije:

- Suprotnostrujni apsorber, u kome je smer strujanja gasne i tečne faze međusobno suprotan, pri čemu obično dimni gas struji u smeru odozdo na gore, dok se suspenzija u apsorberu raspršuje odozgo na dole. U suprotnostrujnim apsorberima tipična brzina strujanja dimnog gasa kreće se u opsegu 2,5-5 m/s;
- Istostrujni apsorber, u kojem je smer strujanja gasne i tečne faze isti. Pomenuti tip apsorbera dozvoljava veće brzine gasne i tečne faze, koje se kreću u opsegu 5-7 m/s, što za posledicu ima manje dimenzije apsorbera. Smer kretanja gasne tj. tečne faze obično je ka donjem delu apsorbera, odnosno ka rezervoaru suspenzije.
- Apsorber u kojem se kontakt suspenzije krečnjaka i dimnog gasa ostvaruje prolaskom dimnog gasa kroz sloj mehurića koji se formira u suspenziji uduvanjem vazduha pod pritiskom, tako da je dimni gas praktično uronjen u tečnost (eng. "bubbling effect"), što utiče na povećanje efikasnosti uz smanjenje potrebne visine apsorbera.

Projektnim rešenjem usvojen je suprotnostrujni apsorber otvorenog toranjskog tipa sa raspršivanjem, koji je najčešće zastupljen i komercijalno najdostupniji tip konstrukcije apsorbera. Sastavni deo apsorbera je reakcionni bazen u kome se odvija proces proizvodnje gipsa. Pored navedenih karakteristika, izabrani tip apsorbera omogućava primenu optimalnog rešenja dimnjaka.

Zbog ograničenog prostora za smeštaj postrojenja, usvojeno je tehničko rešenje po kome će na jedan apsorber biti povezana dva bloka, tako da će se odsumporavanje sva četiri predmetna bloka vršiti preko ukupno dva apsorbera.

### **Varijantna rešenja dimnjaka**

U slučaju kada se postrojenje za ODG ugrađuje u postojeću

elektranu na raspolaganju su sledeće varijante:

**Opcija 1: Rekonstrukcija postojećeg dimnjaka za rad u novim uslovima:**

Postojeći dimnjaci projektovani su za rad sa toplim dimnim gasom, čija je temperatura znatno viša od tačke rose dimnog gasa. Ispuštanje dimnog gasa ranije navedenih karakteristika kroz postojeći dimnjak uslovlilo bi pojavu intenzivne akumulacije vlage na zidovima dimnjaka, dodatnu kondenzaciju čestica koje bi sa strujom gasa dospevale u atmosferu, a koje bi, zbog sadržaja rastvorenih kiselih oksida, izazivale i značajno oštećenje zidova dimnjaka i narušavanje integriteta samog dimnjaka. Zbog svega navedenog, neophodno je da se unutrašnja strana dimnjaka obloži specijalnom oblogom, otpornom na koroziju.

Rekonstrukcija postojećeg dimnjaka zahteva aktivnosti u dužini od nekoliko meseci kada je neophodan i zastoj bloka.

**Opcija 2: Izgradnja novog dimnjaka**

Podrazumeva projektovanje tzv. „vlažnog“ dimnjaka, koji je namenjen radu sa vlažnim dimnim gasom na izlasku iz apsorbera i koji obezbeđuje optimalne uslove disperzije dimnog gasa nakon njegovog izlaska iz dimnjaka.

Moguće su dve varijante izvedbe vlažnog dimnjaka: prva podrazumeva izgradnju samostojećeg dimnjaka koji se tretira kao poseban objekat, dok se druga varijanta odnosi na postavljanje vlažnog dimnjaka na vrhu apsorbera.

U slučaju izgradnje samostojećeg dimnjaka u zajedničkom omotaču dimnjaka može se smestiti više dimnih cevi izrađenih od odgovarajućeg materijala, pri čemu bi svaka dimna cev bila vezana na zaseban apsorber. Tokom strujanja gasa kroz novo-izgrađenu dimnu cev dolazi do kondenzovanja vlage na unutrašnjoj površini cevi, koja se drenira i odstranjuje iz dimnjaka. Za izgradnju razmatranog tipa dimnjaka potrebno je obezbediti dodatni prostor koji je u slučaju samo jedne dimne cevi približno jednak prostoru postojećeg dimnjaka, dok je u slučaju potrebe izgradnje više dimnih cevi, smeštenih unutar zajedničkog omotača, čak i znatno veći.

Sa druge strane, postavljanje vlažnog dimnjaka na vrhu apsorbera ne zahteva dodatni prostor, ali u građevinskom smislu predstavlja zahtevan objekat za visine dimnjaka preko 130 m. Kondenzovana vlaga direktno se drenira u apsorber.

Sa aspekta uticaja na rad bloka, opcija postavljanja vlažnog dimnjaka na vrhu apsorbera ne zahteva duži period obustave rada blokova.

Iskustva u izgradnji postrojenja za ODG na elektranama u pogonu u poslednjoj dekadi sve češće govore o rešenjima sa izgradnjom novog dimnjaka u odnosu na adaptaciju postojećih.

Analizom uslova na lokaciji u vezi sa prezentiranim opcijama rešenja dimnjaka zaključeno je sledeće:

- Rekonstrukcija dimnih cevi postojećih dimnjaka uslovlila bi dug period zastoja blokova;
- Dužina kanala prečišćenog gasa je velika i zahteva dodatni prostor;
- Instalacija gasno-gasnog dogrejača zahteva dodatni prostor i investicione troškove;
- Instalacija novog samostojećeg vlažnog dimnjaka zahteva značajan dodatni prostor.

Na osnovu svega iznetog, kao optimalno rešenje definisano je rešenje izgradnje vlažnog dimnjaka koji je postavljen na apsorberu. Na taj način postižu se sledeći pozitivni efekti:

- Izbegava se postojanje dimnih kanala prečišćenog gasa;
- Vreme zastoja blokova je minimalno;
- Zauzimanje prostora je najmanje;
- Investiciona ulaganja u sistem dimni kanali-apsorber su minimalna.

**Varijantna rešenja isporuke krečnjaka i pripreme suspenzije**

Imajući u vidu da ostvarena efikasnost postrojenja u pogonu, kao i kvalitet dobijenog gipsa bitno zavise od finoće mlevenog krečnjaka, potrebne količine krečnjaka i mogućnosti potencijalnih isporučilaca, generalni stav je da se krečnjak isporučuje u vidu zrna veličine do 20 mm, a da će se suspenzija krečnjaka pripremati postupkom vlažnog mlevenja na samoj lokaciji. Ovakav oblik isporučene sirovine omogućava takođe i veću fleksibilnost u mogućnostima nabavke, imajući u vidu da se na svim rudnicima može lakše obezbediti drobljeni u odnosu na mleveni krečnjak.

Doprema krečnjaka vršice se kamionima i železnicom, tako da je koncepcija prijemnog mesta i skladišta krečnjaka definisana tako da su zadovoljeni zahtevi oba načina isporuke (ulaz-prijem krečnjaka-istovar-izlaz kamiona i prilaz-prijem-istovar-manevriranje vagona).

**Varijantna rešenja ventilatora dimnog gasa**

Uvođenjem sistema za ODG, postojeći ventilatori dimnog gasa nemaju dovoljnu snagu da savladaju dodatni otpor strujanja gasa. Rešavanje ovog problema moguće je na dva načina:

- Dodavanjem novih - buster ventilatora, pri čemu se ugradnja buster ventilatora može izvršiti tokom rada termoelektrane, tako da je potreban relativno mali period prekida rada kako bi se novi ventilatori povezali na izlazne kanale postojećih ventilatora dimnog gasa. Buster ventilatori mogu se dodati na strani neprečišćenog dimnog gasa (pre apsorbera), kao i na strani prečišćenog dimnog gasa (posle apsorbera).
- Zamenom postojećih ventilatora dimnog gasa novim ventilatorima, pri čemu ugradnja novih ventilatora i pratećih kanala dimnog gasa zahteva značajno duži prekid rada bloka, ali je potrošnja energije u ovom

slučaju manja u poređenju sa varijantom sa buster ventilatorima.

### Odabrano projektno rešenje

Na osnovu navedenih opcija tehničkih rešenja najvažnijih delova postrojenja za ODG, karakteristike predloženog rešenja postrojenja za ODG su sledeće:

- Postupak odsumporavanja je vlažni krečnjak/gips postupak;
- Za prečišćavanje dimnih gasova predviđena su dva apsorbera, po jedan za dva bloka;
- Tip apsorbera je toranjski, suprotnostrujni;
- Emisija prečišćenih dimnih gasova će se vršiti preko vlažnog dimnjaka koji je smešten na apsorberu;
- Snabdevanje čistom vodom predviđa se iz dovodnih cevovoda rashladne vode
- Dorema krečnjaka do TE vršiće se železnicom i/ili kamionima.
- U okviru TE predviđeno je zatvoreno skladište suvog gipsa odakle će se otprema vršiti kamionima.
- Odlaganje suspenzije gipsa predviđeno je na Kaseti 1 postojeće deponije pepela i šljake.

### Modelovanje uticaja postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova na kvalitet vazduha

Da bi se stvorila mogućnost preduzimanja adekvatnih preventivnih, prostorno -planerskih i ekoloških mera za zaštitu vazduha od prekomernog zagađenja treba obezbediti sistem za praćenje kvaliteta vazduha, sa ciljem da se dobije precizna slika zagađenosti vazduha na teritoriji posmatranog područja.

U slučajevima kada se ne raspolaže podacima merenja kvaliteta vazduha sa terena (u fazi projektovanja novih industrijskih objekata), pristupa se matematičkom modeliranju, to jest simulaciji procesa u atmosferi uz pomoć matematičkih modela. Kvantitativno određivanje atmosferskih efekata vrši se modeliranjem atmosferske disperzije, disperzionim modelima.

Disperzioni model predstavlja matematički izraz delovanja atmosferskih procesa na zagađujuće materije u atmosferi. Sadrži efekte advekcije i disperzije (slabljenje zagađenja pod uticajem vetra i rasejavanje pod uticajem turbulencije). Model takođe obuhvata i podizanje dimne perjanice, skretanje vetra i hemijske i fizičke transformacije aerozagađenja. Pomoću njih se dobijaju neophodne informacije o zadržavanju i rasprostiranju zagađujućih materija, na osnovu kojih se daju upozorenja samim zagađivačima u cilju održanja njihovih koncentracija u dozvoljenim granicama.

Rezultat modeliranja je procena koncentracija zagađujućih materija u različitim vremenskim periodima.

U okviru predmetne studijske analize uticaja izgradnje postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova na životnu sredinu korišćen je standardni model ERA-a (U.S. Envi-

ronmental Protection Agency) AERMOD. Model AERMOD uključuje širok opseg mogućnosti za modelovanje uticaja polutanata na zagađenje vazduha. Navedeni model uključuje modelovanje većeg broja izvora zagađenja uključujući tačkaste, linijske, površinske i zapreminske. Model sadrži algoritme za analizu aerodinamičkog strujanja u blizini i oko zgrada (building downwash). Vrednosti emisija zagađujućih materija iz izvora mogu biti tretirane kao konstante u toku perioda analize, ili mogu varirati u toku meseca, posmatranog perioda, časa ili nekog opcionog vremena promena.

Rezultati prikazani u ovom poglavlju dobijeni su korišćenjem modela kojim su obuhvaćene emisije SO<sub>2</sub> za postojeće stanje i buduće stanje sa postrojenjem za ODG. Modelom nisu obuhvaćeni ostali izvori emisija, niti je uračunato pozadinsko zagađenje. Cilj modela nije da pokaže kvalitet vazduha na posmatranom području, već da reprezentativnu procenu uticaja postrojenja za ODG, koje se razmatra ovom Studijom, na kvalitet vazduha na posmatranom području.

Modeliranja za potrebe ove studije obuhvatila su zonu uticaja od 50 km x 50 km, u čijem se centru nalazi izvor zagađenja, odnosno površinu od 2500 km<sup>2</sup>. Prilikom izrade modela korišćen je kartezijanski koordinatni sistem sa rastojanjem od 100m između susednih tačaka (receptora), što znači da je modelom obrađeno 251001 tačaka (receptora).

Meteorološki podaci za ovaj model unose se kroz podatke o parametrima površinskog graničnog sloja i podatke o profilu promenljivih meteoroloških parametara u koje se uključuje brzina vetra, pravac vetra i parametri turbulencije. Navedena dva tipa meteoroloških parametara za AERMOD model generišu se meteorološkim pretprocesorom koji se zove AERMET.

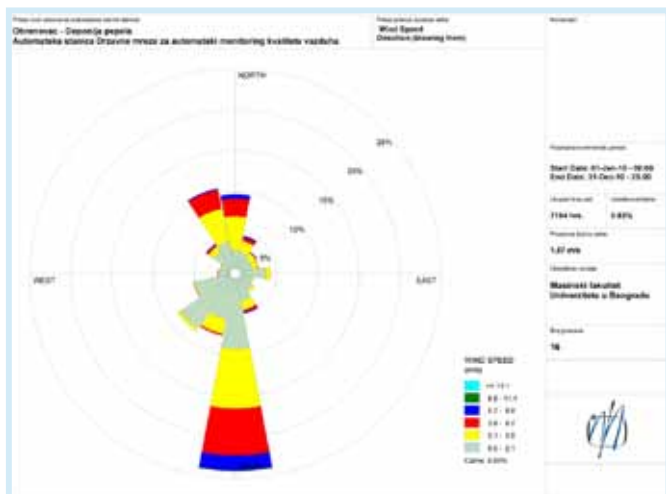
Disperzioni modeli pokušavaju da predstavljaju reagovanje perjanice na atmosferske turbulencije putem brzine i pravca vetra, temperature i stabilnosti.

Za potrebe studije korišćeni su meteorološki podaci sa lokalne automatske stanice (podaci za 2010. godinu), koja je u nadležnosti Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije i sastavni je deo Državne mreže za automatski monitoring kvaliteta vazduha. Rezultati, sa svim relevantnim podacima, su prikazani putem ruže vetrova na Slici 2.

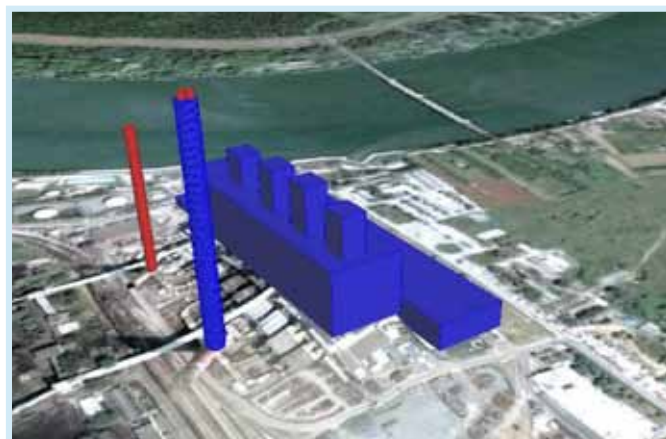
Za potrebe ove studije, takođe primenom AERMOD-a, izrađen je 3D model postrojenja, pri čemu su modelom su obuhvaćeni samo emiteri i objekti značajni za modeliranje disperzije, odnosno objekti kod kojih se može javiti downwash efekat. Na slikama 3 i 4 prikazan je 3D model postrojenja sa postojećim i budućim emiterima.

Na Slici 5 prikazani su rezultati modeliranja rasprostiranja sumpornih oksida prikazanih kao SO<sub>2</sub> iz postojećih dimanjaka 1 i 2, odnosno za postojeće stanje bez postrojenja za

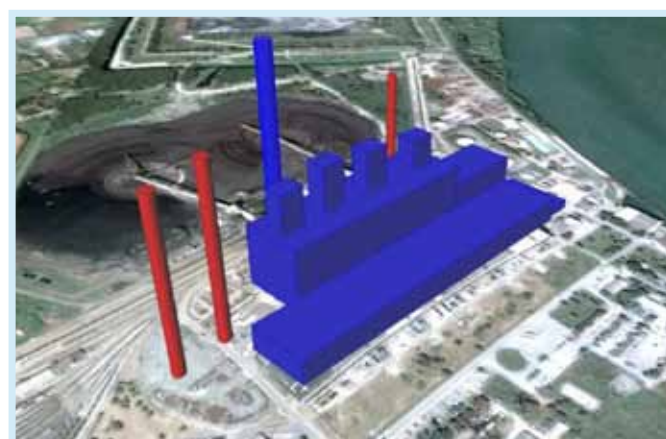
odsumporavanje dimnih gasova. Maksimalna dobijena vrednost za period usrednjavanja od jedne godine iznosi 78,49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , i ova vrednost je zabeležena severno od termoelektrane na udaljenosti od oko 4 km.



**Slika 2.** Ruža vetrova na automatskoj stanici za 2010. godinu.



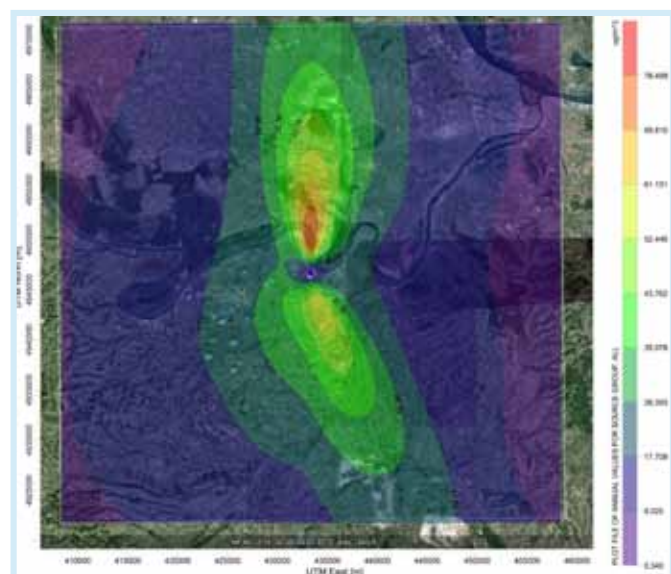
**Slika 3.** 3D model postrojenja sa postojećim emiterima



**Slika 4.** 3D model postrojenja sa budućim emiterima

Imajući u vidu konfiguraciju terena, koji je ravničarskog tipa bez uzvišenja, i meteorološke uslove, posebno karakter-

istika vetra, koji, ako posmatramo definisane granice modela, ima presudnu ulogu za disperziju, može se zaključiti da je visoka koncentracija  $\text{SO}_2$  u ovom slučaju isključivo direktna posledica visokih emisijih vrednosti. Ako se uzme u obzir maksimalna dozvoljena vrednost za ovu zagađujuću komponentu, može se zaključiti da je uticaj ovih izvora zagađenja pri postojećem stanju, bez sistema za odsumporavanje dimnih gasova, viši od maksimalne dozvoljene koncentracije za  $\text{SO}_2$  propisanom Uredbom, i da nepovoljno utiče na kvalitet okolnog vazduha.



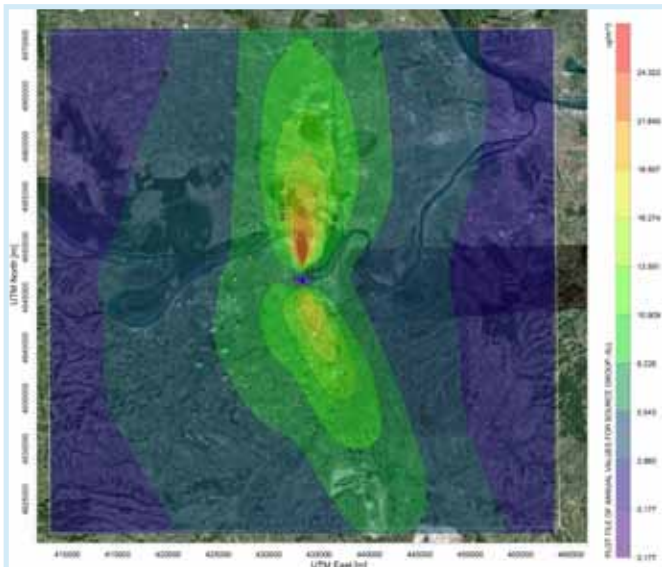
**Slika 5.** Prikaz rezultata modeliranja rasprostiranja sumpornih oksida prikazanih kao  $\text{SO}_2$  iz postojećih dimanjaka 1 i 2, odnosno za postojeće stanje bez postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova.

Na Slici 6 prikazani su rezultati modeliranja rasprostiranja sumpornih oksida prikazanih kao  $\text{SO}_2$  iz budućih dimanjaka 1,2 i 3 odnosno za buduće stanje koje predviđa postrojenje za odsumporavanje dimnih gasova. Maksimalna dobijena vrednost za period usrednjavanja od jedne godine, u ovom slučaju, iznosi 24,32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , i ova vrednost je zabeležena severno od termoelektrane na udaljenosti od oko 4 km. Ako dobijenu vrednost uporedimo sa vrednošću dobijenom za slučaj bez postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova, može se uvideti da je maksimalna koncentracija gotovo tri puta manja.

Takođe sa aspekta maksimalne dozvoljene vrednosti za ovu zagađujuću komponentu, može se zaključiti da bi se izgradnjom sistema za odsumporavanje dimnih gasova, pozitivno uticalo na kvalitet vazduha, odnosno uticaj termoelektrane na ovom području bi se sveo daleko ispod maksimalne dozvoljene koncentracije za  $\text{SO}_2$ , koja je propisana Uredbom.

Jugoistočno od postrojenja, na udaljenosti od oko 3,5 km nalazi se naseljeno mesto, koje predstavlja najveće naselje u okolini. Rezultati modelovanja pokazuju da bi se izgradnjom postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova znatno do-

prinelo na kvalitetu vazduha u ovom gradu, a koncentracije sumpor dioksida, koje potiču iz rada termoelektrane, bi bile daleko ispod dozvoljene vrednosti propisane Uredbom.



**Slika 6.**

Prikaz rezultata modeliranja rasprostiranja sumpornih oksida prikazanih kao SO<sub>2</sub> iz budućih dimnjaka 1, 2 i 3, odnosno za buduće stanje koje predviđa postrojenje za odsumporavanje dimnih gasova.

Zahvalnica. Rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu „Smanjenje aerozagađenja iz termoelektrana u JP ELEKTROPRIVREDA SRBIJE“ – III 42010, Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

### Literatura

- [1] *European Commission - Reference document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants*, 2006
- [2] *Ekološki atlas Beograda*, Gradski zavod za javno zdravlje Beograd, 2002
- [3] *Kvalitet životne sredine grada Beograda u 2008.* – Zavod za javno zdravlje Beograd, 2009
- [4] *Pravci optimalnog smanjenja emisija sumpornih oksida iz termoelektrana EPS-a*, Energoprojekt Entel a.d., jun 2006
- [5] *Studija o mogućnostima snabdevanja krečnjakom za potrebe odsumporavanja dimnih gasova TE „Kostolac B“, TE „Nikola Tesla A“ i TE „Nikola Tesla B“ i novog termo kapaciteta na kolubarski lignit približne snage 700 MW*, Rudarsko geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, jul 2007
- [6] *Costs and Benefits Of Flue Gas Desulfurization For Pollution Control at the Mae Moh Power Plant*, Faculty of Economics, Maejo University, Thailand

