

Energetska efikasnost termoenergetskih postrojenja

Faze i metodologija realizacije izrade Studije na primjeru RiTE Ugljevik instalisane snage 300 MW

Zdravko Milovanović¹, Momir Samardžić², Vinko Babić¹, Svetlana Dumonjić-Milovanović³

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet, Banja Luka, Republika Srpska

²JMDP Elektroprivreda Republike Srpske, ZP RiTE Gacko, Gacko, Republika Srpska

³Partner Inženjering d.o.o., Banja Luka, Republika Srpska

zdravko.milovanovic@mf.unibl.org, samarmo@gmail.com, vinko.babic@mf.unibl.org, svetlanadm@yml.com

Sažetak—Energetska efikasnost predstavlja odnos između ostvarenog rezultata u proizvodnji električne energije i utrošene primarne energije za njenu proizvodnju (iz energenata i za vlastite potrebe). Uz pojam "efikasnost", u srpskom jeziku se često koriste i pojmovi "efektivnost" ili "djelotvornost", za opisivanje radnje koja donosi željeni rezultat, bez obzira na njene karakteristike kao i uz nju vezane gubitke. Energetsku efikasnost bloka termoelektrane treba da slijede aktivnosti i radnje koje u normalnim okolnostima dovode do provjerljivog i mjerljivog povećanja energetske efikasnosti postrojenja bloka, tehničkih sistema bloka, proizvodnih procesa i uštede primarne energije goriva. Ove aktivnosti se zasnivaju na primjeni energetske efikasne tehnologije, odnosno postupaka kojima se postižu uštede energije i drugi prateći pozitivni efekti, a mogu da uključe odgovarajuća rukovanja, održavanja i podešavanja na bloku termoelektrane. Energetska efikasnost ima tri komponente: ekonomsko-finansijsku, tehničku, ljudsku i organizacijsku. Razlozi za realizaciju projekata iz oblasti poboljšanja energetske efikasnosti mogu biti: ekonomski (troškovi energije), energetska (lokalni i globalni), zakonodavni (Republika Srpska i BiH u cjelini, Jugoistočna Evropa i EU), zaštita životne sredine (lokalni i globalni) i konkurentnost (lokalno, EU i globalno). Energetsku efikasnost bloka termoelektrane treba da slijede aktivnosti i radnje koje u normalnim okolnostima dovode do provjerenog i mjerljivog povećanja energetske efikasnosti postrojenja bloka, tehničkih sistema bloka, proizvodnih procesa i uštede primarne energije. U okviru ovog rada dat je pregled aktivnosti realizacije izrade Studije na primjeru RiTE Ugljevik instalisane snage 300 MW.

Ključne riječi—termoenergetska postrojenja; energetska efikasnost; studijske analize, ciljevi energetske efikasnosti; optimizacija;

I. UVOD

Kako bi se postigao ambiciozan nivo energetske efikasnosti do 2030. godine, evropska komisija je počela uspostavljati sredstva i instrumente kojima se energetska efikasnost tretira kao zaseban izvor energije. Komisija je tokom 2015. godine kao prvi korak predložila reviziju Direktive o označavanju energetske efikasnosti, čime bi se povećala djelotvornost postojeće legislative o označavanju energetske efikasnosti i jačala baza za njenu realizaciju. Takođe, u toku 2015. godine na snagu su stupile mjere za ekološki dizajn i označavanje energetske efikasnosti, koje bi mogle dodatno smanjiti potrošnju energije u domaćinstvima, a

time i račune. Energetska efikasnost igra važnu ulogu u Evropskom fondu za strateška ulaganja, iz kojeg se već podstiču strateški projekti u području energetske efikasnosti u Francuskoj i Italiji, kao i nekim drugim zemljama iz EU. Takođe, u pripremi je i mnogo drugih projekata za koje se čeka odobrenje.

Izvjestaj o napretku u postizanju cilja povećanja energetske efikasnosti za 20 % do 2020. godine, ukazuje na to da je zajedničkim naporima država članica postignuto samo 17,6 % uštede primarne energije u odnosu na projekcije za 2020. godinu. Ipak, EU komisija vjeruje da se cilj od 20 % može postići, pod uslovom da se postojeće zakonodavstvo EU-a sprovede pravilno i u cjelini. Države članice trebale bi postati ambicioznije i poboljšati uslove za ulaganja kako bi energetska efikasnost u Evropi mogla i dalje rasti. Kao jedan od ciljeva strategije energetske unije navednen je dalji napredak koji treba ostvariti od privrede koje je zasnovana na fosilnim gorivima. Tokom 2015. godine postignut je napredak u tri područja koja su ključna za taj prelaz - trgovanju emisijama, obnovljivim izvorima energije i daljim ulaganjima u niskougljenične tehnologije i energetska efikasnost. Sporazumom o uvođenju rezervi za stabilnost tržišta, koje će biti na raspolaganju od 2019. godine, očekuje se stabilizacija i povećanje efektivnosti sistema EU-a za trgovanje emisijama. Kao rezultat obavljenih analiza, EU komisija je sredinom 2015. godine predstavila prijedlog za reviziju sistema EU-a za trgovanje emisijama, kao zadnji korak prilagođavanja sistema EU-a za trgovanje emisijama, s ciljem ostvarenja preduslova za njegovu punu primjenu, potencirajući ga kao glavni instrument EU za postizanje ciljeva u pogledu emisija stakleničkih gasova do 2030. godine. Podržavajući ambiciju da EU preuzme vodeći položaj u svijetu u području obnovljivih izvora energije, komisija je takođe 2015. godine objavila savjetodavnu komunikaciju o novom modelu tržišta električne energije, čiji je glavni cilj priprema tržišta na sve veći udio obnovljivih izvora energije, koji bi trebali postati uobičajen izvor energije. Iz njih se već danas zadovoljavaju potrebe za energijom 78 miliona Evropljana, dok je EU na dobrom putu da postigne cilj od 20 % konačne potrošnje energije iz obnovljivih izvora do 2020. godine. Svakako da prelaz na niskougljeničnu privredu zahtijeva znatnija ulaganja (posebno u elektroenergetske mreže, proizvodnju energije, energetska efikasnost i inovacije i sl.). Jedna od značajnijih stavki budžeta EU-a planirana je kao doprinos ostvarivanju tog

napretka, uz uključivanje ciljeva u području klime u sve relevantne političke inicijative i osiguranjem minimuma od 20 % budžeta EU-a za ove namjene u periodu od 2014. do 2020. godine (planiran okvirni budžet u okviru evropskih strukturnih i investicijskih fondova od oko 180 milijardi EUR-a). Takođe, projekti u području održivih izvora energije bili su jedni od prvih projekata odobrenih za podršku u vidu izdatih finansijskih garancija Evropskog fonda za strateška ulaganja, posebno u Danskoj, Finskoj, Francuskoj, Španjolskoj i Ujedinjenoj Kraljevini. Na osnovu energetske i klimatske okvira komisije do 2030. godine, EU je, kao obavezujući cilj smanjenja domaćih emisija stakleničkih gasova u odnosu na nivo iz 1990. godine, definisala prag na nivou cijele privrede od 40 % do 2030. godine. Ovo je predstavljalo i njihov polazni stav za konferenciju o klimi u Parizu, čime je trasirana spremnost da se pregovara o ambicioznom, obavezujućem i transparentnom globalnom klimatskom dogovoru, koji bi jasno odredio put ka ograničavanju rasta prosječne globalne temperature na manje od 2 °C. Za postizanje tih ciljeva potrebne su dalje odlučne mjere na lokalnom nivou. Kao rezultat ove inicijative EU komisija je 15. oktobra 2015. godine sazvala predstavnike iz gradova u okviru EU-a i šire, s ciljem redefinisavanja postojećeg ili pokretanja novog sporazuma gradonačelnika, kojim bi se dodatno obuhvatilo, pored ublažavanja klimatskih promjena, i inicijative za prilagođavanje novim pravilima u oblasti zaštite životne sredine. Pokretanje globalnog sporazuma gradonačelnika gradova treba dodatno da podstakne djelovanje lokalnih vlasti širom svijeta, uključujući u regijama koje dosad nisu bile uključene. Takođe, značajan broj preduzeća je uzelo aktivno učešće u preduzimanju mjera do početka i nakon održavanja konferencije u Parizu, što je za rezultat imalo značajnih poslovnih prilika za inovativna poduzeća iz EU-a, ako i stvaranju novih radna mjesta i rast GDP u EU-u.

Energetska efikasnost je sastavni dio razvojnih smjernica svih sektora energetske sistema. Posebnu pažnju treba posvetiti energetske efikasnosti u sektorima neposredne potrošnje, zgrada, industrije i saobraćaja, jer su tu najveći mogući efekti. Mjerama energetske efikasnosti smanjuje se porast potrošnje energije (što smanjuje potrebu za izgradnjom novih kapaciteta), kao uvoz energije i povećava sigurnost i kvalitet snabdijevanja. Povećanje energetske efikasnosti, uz ostvarene energetske uštede, doprinosi smanjenom korišćenju fosilnih goriva i smanjenju emisija štetnih gasova u okolinu, a ubrzava i razvoj privrede, kroz povećanje broja radnih mjesta, te većoj konkurentnosti na liberalizovanom tržištu.

II. PROJEKTI ENERGETSKE EFIKASNOSTI I PRATEĆA DOKUMENTACIJA

A. *Mogućnosti i potencijali poboljšanja energetske efikasnosti upravljanja energetskim tokovima u Republici Srpskoj*

U razmatranju mogućnosti i potencijala poboljšanja energetske efikasnosti, te racionalnog upravljanja energijom u svim sektorima potrošnje u Republici Srpskoj, sagledana je trenutna situacija u sektoru zgrada (zgrade stambene i nestambene namjene), saobraćaja i industrije, te su na osnovu prikupljenih podataka i saznanja identifikovane moguće

konkretne mjere za povećanje energetske efikasnosti u pojedinim sektorima potrošnje, uz analizu uticaja i posljedica njihove implementacije, [2,3]. Pri tome je dat naglasak na potrebu izgradnje institucionalnog i zakonodavnog okruženja, kao jednog od osnovnih preduslova uspješne implementacije mjera energetske efikasnosti. Sva raspoloživa iskustva drugih zemalja su jednoglasna u zaključku da je bez podsticajnih mjera izuzetno teško, gotovo nemoguće, pokrenuti primjenu mjera energetske efikasnosti (EE), koje traže veće investicije, [4].

B. *Faze realizacije projekata energetske efikasnosti iprateća dokumentacija*

Faze realizacije projekata energetske efikasnosti u industriji mogu se prikazati u sljedećoj hijerarhiji, [1, 17]:

- preliminarni audit (saznanja o potencijalima);
- puni energetske audit (snimljeno stvarno stanje i poznate potrebne mjere);
- studija izvodljivosti (tehnička i ekonomsko-finansijska analiza);
- projekat za izvođenje (tehnički detalji i finansijski plan);
- implementacija projekta (uštede i racionalno korišćenje energije).

Zastupljenost svih navedenih elemenata zavisi od kompleksnosti projekata, ali u osnovi rezultati jedne faze omogućuju kvalitetnu pripremu druge. U skladu sa tim, tamo gdje su pojedine faze realizacije nedovoljne ili izostaju, potrebno ih je promotivno, finansijski i organizaciono podržati. Tako, potencijali uštede kod potrošnje električne energije efektivno se mogu grupisati na uštede kod elektromotornih pogona postrojenja, uređaja i aparata, rasvjete, klimatizacije i ventilacije, kao i grijanja. Pomenute grupe uglavnom su prisutne pri posmatranju svih grupa potrošača. Specifične tehnološke procese u industriji, koje troše veće količine električne ili toplotne energije, treba analizirati zasebno. Korišćenje toplotne energije u industriji vezano je uz specifičnosti tehnološkog procesa pojedine industrije. Kao medij se najčešće koristi voda, dok procesna industrija u svojoj tehnologiji koristi i druge fluide kao medije za prenos toplote. Ovdje treba posmatrati efikasnost toplotnih agregata – uglavnom kotlova, zavisno od korišćenog goriva, zatim gubitke pri distribuciji radnog medijuma, kao i racionalnost korišćenja toplotne energije u samom proizvodnom procesu.

Sprovođenje energetske pregleda (audita) u industrijskim postrojenjima se pokazalo kao izuzetno efikasna mjera povećanja energetske efikasnosti. Elementi sprovođenja energetske pregleda proizvodnih postrojenja, koji se baziraju na praćenju i analizi korišćenja toplotne i električne energije za razne kategorije potrošača, najčešće se odnose na sljedeća područja korišćenja energije: rasvjetu, elektromotorne pogone, ventilatore i pumpe, kompresore i sisteme sabijenog vazduha, sisteme pare, kao i ostale proizvodne procese karakteristične za pojedina industrijska postrojenja (hlađenje, sušenje, specifične toplotne procese, druge zasebne industrijske procese). Treba uzeti u obzir to da je proizvodnja i prerađiva

aluminijuma energetska naročito intenzivna industrija, gdje se specifično troši približno 22,3 GJ energije po toni glinice (Alumina Zvornik, Aluminijski kombinat Mostar i dr.). Pozicija ove industrije naglašava posebnu pažnju u razmatranju energetske racionalnosti. Potrošnju energije u sljedećem sektoru po iznosu potrošnje u industriji hrane, pića i cigareta, teško je specificirati, jer se radi o puno različitih procesa, pri čemu se sve donedavno smatralo da u ovoj grani industrije utrošak energije i nije tako značajan. Međutim, analize pokazuju da se u razvijenim zemljama na prehrambenu industriju troši oko 10% od ukupne količine energije potrebne za cjelokupni industrijski sektor. Ovdje su posebno značajne mjere štednje toplotne energije.

Prethodne analize govore da se, među industrijskim preduzećima u Republici Srpskoj (osim u Alumini Zvornik), u većini slučajeva ne smatra da postoji potreba za naporima u povećanju racionalnosti korišćenja energije. Posebno kod toplotne energije, gdje se u preko 90% situacija smatra da nema te potrebe, dok u slučaju električne energije u nešto preko 15% situacija se smatra da su potrebna poboljšanja. Da bi se stanje u tom području popravilo, Vlada Republike Srpske će preduzeti konkretne mjere kako bi se podigla svijest o važnosti racionalizacije potrošnje energije kod industrijskih subjekata, [2].

Energetsku efikasnost bloka termoelektrane treba da slijede aktivnosti i radnje koje u normalnim okolnostima dovode do provjerljivog i mjerljivog povećanja energetske efikasnosti postrojenja bloka, tehničkih sistema bloka, proizvodnih procesa i uštede primarne energije goriva (ugalj kao osnovni energent, nafta i naftni derivati kao pomoćni energent). Ove aktivnosti se zasnivaju na primjeni energetske efikasne tehnologije, odnosno postupaka kojima se postižu uštede energije i drugi prateći pozitivni efekti, a mogu da uključe odgovarajuća rukovanja, održavanja i podešavanja na bloku termoelektrane. Pri tome, energetska efikasnost ima tri komponente: ekonomsko-finansijsku, tehničku, ljudsku i organizacijsku. Razlozi za realizaciju projekata iz oblasti poboljšanja energetske efikasnosti mogu biti: ekonomski (troškovi energije), energetska (lokalni i globalni), zakonodavni (Republika Srpska i BiH u cjelini, Jugoistočna Evropa i EU), zaštita životne sredine (lokalni i globalni) i konkurentnost (lokalno, EU i globalno).

Rad u oblasti obuke za energetsku efikasnost treba da bude neprekidan (kontinuirana aktivnost). Povećanje energetske efikasnosti rezultat je korišćenja novih tehničkih znanja i primjene savremenog iskustva kroz obuke osoblja, s ciljem ostvarivanja politike štednje energije, uz zadržavanje postignutog nivoa kvaliteta korisnika energije. Program obuke naglašava prenos znanja i iskustava kroz razmatranje energetike u međunarodnim razmjerama radi izvlačenja koristi iz iskustava drugih zemalja, prije svega kako bi se obezbijedilo razumijevanje situacije u svjetskoj energetici i uvid u njenu složenost (posebno na geopolitičkom, ekonomskom i ekološkom planu). Cilj obuke je razumijevanje, formiranje i ostvarivanje politike obezbjeđenja efikasnosti korišćenja energije. Proces obuke se tiče svih sektora privredne i vanprivredne djelatnosti i usmjeren je ka svim sadašnjim i budućim specijalistima u ovim oblastima. Obuka

je namijenjena inženjersko - tehničkom personalu, ekonomistima, arhitektama, rukovodiocima privrednih organizacija, rukovodiocima javno-komunalnih preduzeća i dr., s ciljem sticanja savremenih znanja u oblasti standardizacije u oblasti štednje energije, energetske efikasnosti i energetske menadžmenta. Zainteresovanost kompanija za uvođenje energetske menadžmenta i, samim tim, povišenje svoje energetske efikasnosti, prati i uvođenje međunarodnog standarda ISO 50001, koji im u tim aktivnostima pruža stvarnu podršku. U mnogim organizacijama se već primjenjuju elementi energetske menadžmenta, na primjer, pripremaju se i realizuju programi, planovi ili projekti štednje energije, vrše nabavke opreme sa višom energetske efikasnošću, analiziraju mogućnosti za povišenje energetske efikasnosti pojedinačnih procesa i/ili proizvodnje ili slično. Zato, koristeći međunarodni standard ISO 50001, organizacija može otkriti da ona već ispunjava dio od tih zahtjeva koji su u njega uključeni. Dakle, međunarodni standard ISO 50001 je poseban orijentir po kome je moguće ocijeniti i poboljšati metode upravljanja, koje se već primjenjuju u organizaciji, usmjerene ka štednji energije. One su ona polazna tačka u primjeni međunarodnog standarda ISO 50001 koja omogućuje da se obezbijedi sistemski prilaz energetske menadžmentu. Međunarodni standard ISO 50001 treba da snabdije svaku organizaciju, nezavisno od njene veličine, valjanom strategijom rada (djelovanja), kako u oblasti upravljanja, tako i u tehničkim aspektima, da bi ona mogla realno da poviši svoju energetske efikasnost, povećajući korišćenje obnovljivih izvora energije i smanji efekat staklene bašte. Očigledno, uvođenje sistema energetske menadžmenta predstavlja inovativno rješenje, koje je povezano sa modernizacijom postojeće proizvodnje i upravljanja na osnovu korišćenja najbolje svjetske prakse u oblasti štednje energije.

C. Izrada Studije o energetske efikasnosti

Izrada Studije o energetske efikasnosti termoelektrane Ugljevik [1] realizovana je u skladu sa ranije definisanim Projektnim zadatkom. Pri tome, vođeno je računa o osnovnim načelima na kojima se zasniva efikasno korišćenje kapaciteta proizvodnje električne energije, od kojih su najvažnija: energetska sigurnost, konkurentnost proizvoda i usluga, održivost korišćenja energije, organizovano upravljanje energijom, ekonomska isplativost mjera energetske efikasnosti, kao i minimalni zahtjevi energetske efikasnosti. Studija o energetske efikasnosti termoelektrane Ugljevik imala je za cilj da obradi i prikaže analizu energetske efikasnosti u dosadašnjem radu termoelektrane, mogućnosti za efikasnije korišćenje proizvodnih kapaciteta termoelektrane, načine za povećanu konkurentnost na tržištu električne energije, kao i mjere za smanjenje negativnog uticaja energetske sektora na životnu sredinu. Ne treba zaboraviti ni mjere za podsticanje odgovornog ponašanja prema proizvodnji električne energije, zasnovane na osnovama sprovođenja politike efikasnog korišćenja električne energije i primjeni mjera energetske efikasnosti u sektoru proizvodnje električne energije.

Polazeći od definicije energetske efikasnosti kao odnosa između ostvarenog rezultata u proizvodnji električne energije i za to utrošene energije iz energenata i guibitaka vezanih za

vlastitu potrošnju na elektrani, potrebno je, koristeći postojeću metodologiju za ocjenu rada termoenergetskih postrojenja (TEP) u okviru elektroenergetskog sistema (EES), izračunati određene pokazatelje efektivnosti, kao što su to: koeficijenti iskorišćenja vremena i snage, koeficijent energetske korisnosti sastavnih postrojenja i bloka u cjelini, način i količine proizvedene električne energije i utrošene toplotne energije iz goriva, količine upotrebene toplotne i električne energije za vlastite potrebe i sl., [4]-[16]. Pravilno izračunavanje ostvarenih karakteristika bloka omogućuje ocjenu energetske efikasnosti. Energetsku efikasnost bloka termoelektrane treba da slijede aktivnosti i radnje koje u normalnim okolnostima dovode do provjerenog i mjerljivog povećanja energetske efikasnosti postrojenja bloka, tehničkih sistema bloka, proizvodnih procesa i uštede primarne energije.

Sama studija vezana za ocjenu energetske efikasnosti proizvodnog preduzeća u okviru EES-a koncipirana je iz nekoliko cjelina: analize energetske efikasnosti postrojenja bloka, tehnokonomske ocjene mogućnosti povećanja energetske stepena korisnosti postrojenja i prijedloga mjera za poboljšanja energetske svojstava bloka i proizvodnje električne i toplotne energije, bez izmjene opreme, poboljšanje efikasnosti proizvodnih kapaciteta za snabdijevanje toplotnom i električnom energijom uvođenjem nove opreme ili demontažom stare i zamjenom novom energetski efikasnijom opremom (ovu vrstu mjera karakterišu neophodna investiciona ulaganja kojima se u kratkom roku može značajno povećati energetska efikasnost, čime se posredno, preko ostvarenih ušteda, obezbjeđuju finansijska sredstva za povraćaj investicije).

U prvu grupu mjera spadaju inicijative i mjere u pogledu upravljanja i smanjenje potrošnje i gubitaka energije bez promjene procesa kao i korišćenje otpadne energije i to: zaustavljanje rada opreme u praznom hodu, sniženje nepotrebno visoke temperature u tokovima procesa, ograničenje upotrebe tople vode za čišćenje i ispiranje, monitoring potrošnje energije, daljinski ili "on line" nadzor i upravljanje potrošnjom električne energije s ciljem izbjegavanja velikog faktora istovremenosti i smanjenja vršnih opterećenja, sistematsko i plansko održavanje opreme, eliminacija curenja radnih fluida - pare, vode, sabijenog vazduha i vakuuma, poboljšano planiranje operacija, bolja izolacija cijevi koje prenose toplotnu energiju, automatska kontrola temperature i pritiska, uvođenje centralizovanog upravljanja sistemima klimatizacije i grijanja, uvođenje prediktivnog održavanja, kontrolisano i racionalno korišćenje osvjetljenja u radnim prostorijama, instalisanje visoko efikasne rasvjete (zamjena standardnih sijalica "štedljivim"), frekventno „vođenje“ velikih elektro-motornih potrošača radi poboljšanje faktora snage elektromotora, kompenzacija reaktivne električne energije, predgijevanje toplotom otpadnih radnih materija, povrat kondenzata, kao i instalisanje dodatnih razmjenjivača toplote.

Druga grupa mjera se odnosi na promjene u proizvodnom procesu i uvođenje tehnoloških i tehničkih inovacija: zamjena dijelova ili cijelog proizvodnog postrojenja savremenijim i efikasnijim, rekonstrukcija toplovodnih i parnih instalacija,

instalisanje savremenih visoko efikasnih kotlovskih postrojenja, zamjena indirektnog sušenja grejanim vazduhom direktnim sušenjem toplim (otpadnim) gasovima iz procesa sagorijevanja prirodnog gasa, kao i primjena novih ili poboljšanih tehnologija, kao što je kogeneracija (spregnuta proizvodnja toplotne i električne energije iz jednog izvora, čime se postiže faktor iskorišćenja primarnog goriva preko 85%), trigeneracija ili korišćenje kombinovanih parno-gasnih postrojenja.

III. PLANIRANJE I MODELIRANJE ENRGETSKE EFIKASNOSTI I METODOLOGIJA REALIZACIJE SA ASPEKTA ENERGETSKE POLITIKE

A. Energetska efikasnost i energetska politika Republike Srpske

Povećanje energetske efikasnosti mora biti trajan proces u svim sektorima korišćenja energije, što danas sve više predstavlja redovnu praksu u sve većem dijelu naše planete. Uzrok nepostojanja interesovanja za oblast energetske efikasnosti u proteklom periodu leži u činjenici da je električna energija (kao najdostupniji oblik energije) bila netržišna roba, koja je imala relativno nisku cijenu (ima je i danas, posebno za domaćinstva). Realan paritet tržišno formiranih cijena energenata i energetske usluga je najbolji pokretač aktivnosti na povećanju energetske efikasnosti u svim sektorima, uz neophodne socijalne programe za one kategorije korisnika energije, koje je neophodno dodatno subvencionisati.

Postepenom liberalizacijom domaćeg tržišta energije, projekti povećanja energetske efikasnosti tek sada postaju ravnopravni i interesantni za ulaganja, tako da država ima interesa da dodatno pojača svoj doprinos kroz stvaranje adekvatnog pravnog okvira (zakona, podzakonske regulative, propisa, pravila, uredbi, itd.) i podsticajnih uslova za primjenu brojnih tehničko-tehnoloških mjera, koje dovode do povećanja energetske efikasnosti. Ovdje je značajan i uticaj na ponašanje krajnjih korisnika, kroz podizanje njihove svijesti u ovoj oblasti. Osim toga, uspostavljanje obaveza u pogledu gazdovanja energijom (uvođenja energetske menadžmenta) i stalna briga o povećanju energetske efikasnosti u svim sektorima potrošnje i proizvodnje energije - nužan su preduslov za realizaciju sistemskih mjera povećanja energetske efikasnosti u Republici Srpskoj, odnosno BiH kao cjelini.

Detaljna analiza stanja u sektorima potrošnje finalne energije moguća je ukoliko postoji kvalitetna baza energetske podataka, odnosno uređena baza energetske indikatora. U zemljama u tranziciji, kakva je BiH i veći dio zemalja sa prostora bivše Jugoslavije, ovakve baze još nisu u potpunosti uspostavljene, te se pri bilansiranju energetske tokova i potrošnje finalne energije u velikoj mjeri vrše aproksimacije i procjene u sektorima (npr. industrije, saobraćaja, usluga, zgradarstva i dr.), pa je mjerenje efekata u pogledu efikasne upotrebe energije u sektorima takođe teško procijeniti (tim više jer se radi o malim pomacima). Procjenjuje se da bi se samo dosljednom primjenom savremenih standarda za projektovanje

i gradnju objekata ostvarile uštede specifične toplotne snage od 10 do 40 % u objektima za boravak ljudi (stambeni i poslovni prostori). U narednom periodu ovoj analizi treba dodati i aspekt certificiranja objekata, [1]-[3]: energetska efikasnost u zgradarstvu i certificiranje - smjernice, indikatori, mjere i sl., iskustva u zemljama u okruženju, kao i EU - direktive, standardi i sl.; energijsko-finansijski proračuni i indikatori energetske efikasnosti i certificiranje, proračun smanjenja CO₂ smanjanjem potrošnje energije, kroz mjere energetske efikasnosti i certificiranje - ekološki efekti i sl., energetska efikasnost u industriji i certificiranje, metodologija izrade energetskih bilansa i certificiranja energetske efikasnosti, integracija sa informatičkim sistemom, npr. primjena takozvanih inteligentnih zgrada, energetski bilansi kod niskoenergetskih kuća i certificiranje, pasivne kuće i certificiranje.

Osnovama energetske politike bilo koje zemlje daje se presjek stanja i definišu osnovni prioriteti, pravci i smjernice u pojedinim sektorima u energetici. U okviru nje se, takođe, uvazavaju specifičnosti različitih vrsta i oblika energije, te se kao takvi pojedinačno i razmatraju, isto kao i u samom energetskom bilansu. Najčešće se preko osnova energetske politike definišu njeni strateški ciljevi, poput: obezbjeđenja sigurnosti snabdijevanja energijom, unapređenje održivog razvoja u kontekstu proizvodnje i korišćenja energije, obezbjeđenja postepenog uvođenja konkurencije u energetske tržište, stvaranja uslova za dostupnost i ravnomjerno korišćenje umrežene energije na čitavom geografskom prostoru zemlje, i obezbjeđenja usklađenosti između gore navedenih ciljeva. Pri tome, potrebno je prethodno stvoriti potrebne zakonske pretpostavke za prikupljanje preciznijih podataka energetske statistike u skladu sa EUROSTAT metodologijom (Zakon o energetici, Pravilnik o energetskom bilansu i sl.).

Reforma elektroenergetskog sektora BiH kroz implementaciju strateških projekata, koji imaju za cilj obezbjeđenje visokog kvaliteta univerzalne usluge isporuke energije i snabdijevanja i zaštite krajnjih kupaca tj. potrošača, stvorice preduslove za regionalnu saradnju na energetskom tržištu u skladu sa *Ugovorom o Energetskoj zajednici Jugoistočne Evrope*. Iako je trenutna prednost Republike Srpske suficit električne energije, postepena i planirana liberalizacija tržišta energije će ukinuti privilegije monopolskog položaja elektroprivrednih preduzeća u BiH, a uvesti oštru konkurenciju tržišnog nadmetanja, koja neće trpjeti statične i neprilagodljive sisteme, o čemu će se morati voditi računa u budućnosti.

U naftnoj industriji Republike Srpske u narednom periodu planira se domaća proizvodnja naftnih derivata za potrebe tržišta, a višak će se izvoziti u susjedne zemlje. Otprema naftnih derivata prema sadašnjim prilikama usmjerena je na prevoz derivata autocisternama i jednim dijelom željeznicom. U narednom periodu provodiće se aktivnosti koje će obezbjediti kvalitetniju i sigurniju otpremu naftnih derivata. Privatizacijom preduzeća naftne industrije trebale su se obezbjediti poboljšanje organizacione strukture i čvršće

međusobno povezivanje proizvodnih i prometnih organizacija, sa ciljem da kroz prometne organizacije obe rafinerije obezbijede što uspješniji plasman i izvoz gotovih proizvoda. Ovo je većim dijelom i realizovano, uz poslovanje sa značajnim gubitkom, čije objektivne i subjektivne uzroke treba u narednom periodu eliminirati.

Sigurnost snabdijevanja potrošača prirodnim gasom je uslovljena diversifikacijom izvora, postojanjem skladišta prirodnog gasa, dugoročnim ugovorima za snabdijevanje i dugovanjem BiH prema GazPROM-u. Obzirom da je infrastruktura prirodnog gasa u Republici Srpskoj i BiH izrazito nerazvijena, te da ne postoje navedeni elementi koji bi osigurali sigurnost snabdijevanja, neophodno je neprekidno praćenje situacije u snabdijevanju potrošača prirodnim gasom, uz pravovremeno preduzimanje mjera neophodnih za obezbjeđenje kontinuiranog snabdijevanja potrošača ovim energentom, odnosno interventnih mjera prelaska na druge vidove energije (npr., korišćenje mazuta umjesto prirodnog gasa u toplanama). Postoji i opredjeljenost da se u strukturu proizvodnje uvedu i alternativni izvori i energija dobijena iz obnovljivih izvora, kao što su: bio dizel, hidroenergija, biogas, biomasa, solarna energija, energija vjetera i dr. Pošto su najznačajniji obnovljivi izvori energije u Republici Srpskoj energija biomase i hidroenergija, stimulativne mjere treba u najvećoj mjeri usmjeriti na ova dva vida obnovljivih izvora energije, pri čemu treba podsticati i povećano korišćenje ostataka biomase za proizvodnju toplotne energije, kao i proizvodnju tečnog motornog biogoriva. Podrazumijeva se da sastavni dio politike upravljanja energijom treba da bude obavezna politika zaštite životne sredine, kako je to predviđeno standardima EU. U svjetlu trenutne energetske pozicije zemalja EU, od posebne važnosti su dva aspekta energetske politike: energetska nezavisnost i energetska sigurnost. Pri tom se u svakom slučaju obavezno uzima u obzir neupitna potreba održivog razvoja energetike (ratifikacija Pariškog ugovora, odustajanje SAD-a od istog i sl.), odnosno ekonomski aspekt i aspekt zaštite životne sredine kroz smanjenje potrošnje fosilnih goriva. U tom kontekstu najbitniji mehanizmi za ostvarivanje ovih ciljeva energetske politike su konstantno povećanje učešća obnovljivih (nefosilnih) izvora energije, i drugi -povećanje energetske efikasnosti. Ova trenutna i široka inicijativa daje poseban značaj detaljnijem vođenju energetskih bilansa, kroz koje se vrši mjerenje i evidentiranje napretka koji se ostvaruje aktivnostima za uštedu energije i smanjenje potrošnje fosilnih goriva. U godinama ekonomske krize treba prepoznati filozofiju energetske efikasnosti i njen potencijal koji može trajno ostvariti značajne uštede (bez gubitka standarda) ne samo u kućnim budžetima građana, nego čak i u javnom budžetu, ako se adekvatne edukacije, programi i tehničko-tehnološke mjere primijene u organima uprave, administrativnim i javnim ustanovama, opštinama, bolnicama, sudstvu, vaspitno - obrazovnim ustanovama, javnim toplanama, javnom saobraćaju i dr.

Energetska nezavisnost čini bitan dio nezavisnosti i stabilnosti jedne države, pa se njoj treba posvetiti poseban značaj i to za svaki sektor posebno (sektor prirodnog gasa,

sektor nafte i derivata nafte, sektor uglja i električne energije, i sektor biogoriva i biomase). Jedinstveno tržište električne energije i gasa koje je potpisivanjem Ugovora o Energetskoj zajednici (*Treaty Establishing the Energy Community*) uspostavljeno u 33 zemlje Evrope, determiniše dio energetske politike između Evropske Unije i zemalja Jugoistočne Evrope. Potpisivanjem Ugovora o Energetskoj zajednici stvorena je obaveza poštovanja pravne regulative Evropske unije za područje energetike, a konačan cilj ovakvog uređenja je stvaranje pravnog i institucionalnog okvira za slobodan prenos i trgovanje energentima, te veću obavezu zaštite okoline i prava krajnjeg kupca tj. potrošača. Sve ovo zahtijeva usklađivanje regulative u skladu sa dobrom praksom i direktivama Evropske Unije. Stoga se i energetska politika u BiH bazira prije svega na obezbjeđenju sigurnog, kvalitetnog i pouzdanog snabdijevanja energijom i energentima, obezbjeđenju optimalnog razvoja energetske infrastrukture, uvođenju savremenih tehnologija, obezbjeđenju uslova za unapređenje energetske efikasnosti, stvaranju uslova za stimulisanje korišćenja obnovljivih izvora energije i unapređenja zaštite životne sredine.

B. Definisane metodologije za utvrđivanje energetske efikasnosti

Definisane metodologije za utvrđivanje energetske efikasnosti predstavlja polaznu osnovu za definisanje načina prikupljanja podataka o postrojenjima, projektima i sistemima, radi procjene aktuelnog stanja u području energetske efikasnosti, a na bazi kojeg bi se mogle predvidjeti mjere za poboljšanje energetske efikasnosti, posebno na mjestima gdje je uočeno značajno korišćenje energije i energenata. Po definisanju prijedloga mjera, aktivnost koja slijedi obuhvatila bi izradu akcionih planova za njihovu realizaciju, kao i način praćenja realizacije mjera energetske efikasnosti u dužem periodu. Polazeći od specifičnosti pojedinih djelatnosti kojima se bavi MH Elektroprivreda Republike Srpske a.d. Trebinje, kao i strukture njenih zavisnih preduzeća, koje pokrivaju oblast termoenergetike, rudarstva, distributivnih mreža, hidro energetike (hidro elektrana) i građevinskih objekata, neophodno je definisati metodologiju za određivanje energetske efikasnosti u svakoj od navedenih oblasti. Konkretno mjere vezane za ocjenu i poboljšanje energetske efikasnosti u TE Ugljevik I zavise od tipa, namjene i planiranog vijeka trajanja njegovih osnovnih postrojenja i sastavne opreme u okviru njegove tehnološke šeme. Za uspješnu realizaciju procjene mogućnosti unapređenja energetske efikasnosti analiza je sprovedena po oblastima i segmentima postrojenja i u tom smislu je predložena podjela na sljedeće cjeline ([1]-[4]): sistem za snabdijevanje gorivom i praćenje kvaliteta goriva, glavni pogonski objekat (GPO), kojeg čine kotlovsko postrojenje, turbinsko postrojenje sa kondenzatorom i rashladnim sistemom, generatorsko i transformatorsko postrojenje, sopstvena potrošnja električne, toplotne energije i vode, mjerno-upravljački sistem i optimizaciju procesa, kao i uticaj okruženja na rad postrojenja i na energetsku efikasnost. Veliki broj potrošača električne energije su uglavnom asinhroni i sinhroni motori, koji pokreću veliki broj ventilatora, pumpi, mlinova za ugalj, transportnih

uređaja i sistema i slično. Snaga sopstvene potrošnje u termoelektranama kreće se opsegu [6], [7]:

$$N_{sp}=(0,05\div 0,1)N_{nom}, \quad (1)$$

gdje je N_{nom} - nominalna snaga generatora.

Za TE Ugljevik I, sopstvena potrošnja (normativna vrijednost) iznosi $N_{sp}=0,07\cdot 300=21$ MW, dok je stvarna eksploataciona za period 2004. do 2016. godina bila u opsegu 0,0718 (2011. god.) do 0,095 (2006. god.) od N_{nom} , [1], [4]. Prosječna vlastita potrošnja u dosadašnjoj eksploataciji TE Ugljevik iznosila je 0,0825 od N_{nom} .

U okviru segmenta upravljanja i kontrole kvaliteta uglja na površinskom kopolu potrebno je definisati konceptualni model upravljanja kvalitetom uglja, a zatim odgovarajući simulacioni model sa razvijenim pratećim softverskim rješenjem, koje treba da omogući brzu simulaciju, s ciljem sagledavanja nivoa ispunjenja planiranih i zahtijevanih uslova vezanih za homogenizaciju uglja, odnosno definišu potrebne mjere energetske performansi površinskog kopa u odnosu na raspoložive resurse uglja u ležištu, a sve na osnovu praćenja i upravljanja kvalitetom isporučenog uglja termoelektranama, [1]-[3]. Što se tiče dijela vezanog za utvrđivanje energetske efikasnosti u mreži i pogonima (motorima) postrojenja i uređaja termoelektrane i površinskog kopa potrebno je početno definisanje gubitaka aktivne energije i inicijalna analiza ušteta u troškovima za električnu energiju kroz smanjenje potrošnje reaktivne energije, dostizanjem ciljnih faktora snage - $\cos\varphi$. Mogući potencijali za uštede energetske efikasnosti predstavljaju primjena kompenzacije reaktivne snage, smanjenje napona u mreži napajanja motora 6 kV kroz korišćenje motora sa višim stepenom efikasnosti, kao i primjenom frekventnih regulatora za pogon motora, tamo gdje se zahtijeva rad sa promjenljivom brzinom. Segment analize vezan za postojeće građevinske objekte daje metodologiju za unapređenje energetske efikasnosti, koja u poslovnim zgradama podrazumijeva kontinuirani i širok obim procesa i aktivnosti s ciljem smanjenja potrošnje svih vrsta energije uz iste ili bolje radne uslove u poslovnim prostorima, a na bazi primjene odgovarajućih direktiva EU, zakonske legislative na nivou BiH i Republike Srpske, kao i prateće legislative (pravilnici, standardi, uredbe, kao i investiciono-tehnička dokumentacija, npr. arhitektonsko-građevinski projekti izvedenog stanja objekata i projekti instalacija.

C. E^3 modeliranje energetske sistema

Planiranje kompleksnog energetske sistema predstavlja kontinuiranu aktivnost koju je potrebno stalno razvijati i nadograđivati u skladu sa zahtjevima vezanim principe sigurnog i pouzdanog snabdijevanja energijom krajnjih korisnika. Kako se energetski sistem sastoji od velikog broja međusobno povezanih proizvodnih i distributivnih subjekata, neophodna je logistička informatička podrška i razvoj pratećih programa za analizu i optimizaciju primijenjenih modela za planiranje, zasnovanih na pratećim matematičkim algoritimima i bazama podataka, kao i rješenja baziranih na E^3 modelu: energija-ekonomija-ekologija (eng. EEE: Energy-Ecology-Economy), koji imaju mogućnost istovremenog sagledavanja pitanja vezanih za energetiku, ekologiju i ekonomiju.

Primijenjeni modeli za planiranje trebaju dodatno omogućiti i složene analize, kao što su to trgovina energijom i emisijama između više povezanih nacionalnih energetske sistema. Proces planiranja obuhvata niz međusobno povezanih aktivnosti, počev od sakupljanja i obrade podataka, izrade scenarija i prognoza potrošnje energije i konačno primjene modela za planiranje. Svaki model baziran je na matematičkim i ekonomskim osnovama, što implicira da se energetske planiranje definiše kao procjena i pronalazjenje načina izjednačavanja ponude i potražnje za energijom, uz sagledavanje svih ekonomskih (socijalnih) i ekoloških ograničenja. Pri tome, prilikom postavljanja dugoročnih prognoza potrošnje energije najčešće se polazi od polaznih ekonomskih parametara, kao što su to promjena bruto domaćeg proizvoda, kretanje broja stanovnika, ekonomske politike i sl., gdje je svaka promjena parametara značila i potrebu ponavljanja analize potrošnje energije. Pojava naftne krize iz 70-ih godina prošlog vijeka predstavlja zaokret u razmišljanju vezanim za rizike smanjenja raspoloživosti energetske izvora, kao i rasprave oko primjene nuklearne energije za pokrivanje potreba za energijom, čime se stvara podloga za razvoj modela sa mogućnosti prikazivanja tehničko-tehnoloških promjena unutar energetske sistema.

Uvođenjem analize emisije stakleničkih gasova počinje primjena prvih dinamičkih optimizacijskih linearnih modela. Dodatni razvoj i primjena modela nametnuo je potrebu analize utjecaja energetske sistema na privredu i ekonomiju zemlje, što je za rezultat imalo jedinstveni hibridni model, nastao kombinacijom inženjerskog i ekonomskog modela. Postoje različite mogućnosti korišćenja pojedinih modela za planiranje energetske sistema i njegovih pojedinih radnih cjelina, počev od analiza uticaja između zemalja ili teritorijalnih segmenata (entiteta) unutar jedne zemlje (međusobna različitost u klimatskim obilježjima, propisima koji se odnose na emisije stakleničkih gasova, raspoloživosti energetske izvora, mogućnostima uvoza/izvoza energije i karakteristikama potrošnje), pa preko analiza novih energetske tržišta i tehnologija, uz sagledavanje posljedica primjene poreza, subvencija i regulacije na tržištima, zatim uticaja uklanjanja subvencije na određeni energent u energetske sistemu, kao i proračunu emisija stakleničkih gasova i njihov uticaj na sistem (mjere za smanjenje emisija, ograničenja na količinu emisija, međunarodne obaveze poput Kyoto protokola, Pariskog sporazuma, trgovanje emisijama i sl.). Značajnu primjenu ovi modeli imaju i kod izrada studija i planova razvoja i strategije, analiza diverzifikacije energenata, sagledavanje ekonomskog i ekološkog uticaja, primjena novih tehnologija za proizvodnju i potrošnju energije, povezivanje i međudjelovanje energetske sistema sa privredom, kao i posljedice uvođenja ili prestanka pogona nuklearne elektrane na sistem, uz analizu uticaja mjera na strani potrošnje energije na mjere na strani proizvodnje energije i obratno. Kako se modeli za planiranje koriste se za rješavanje složenih problema, uz potrebu osiguranja velike količine podataka, a najčešće zahtijevaju i razmatranje više različitih scenarija događaja unutar sistema, neophodno je osiguranje jednostavnosti njegovog korišćenja, uz istovremeno osiguranje sveobuhvatnosti radi detaljnog prikaza posmatranog problema, kakav je povećanje energetske efikasnosti u procesu transformacije primarnih u korisne oblike energije. Osnovno pravilo za dobro postavljeni model

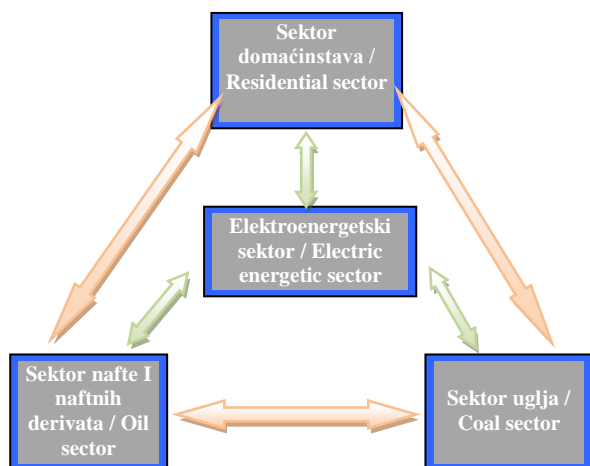
je njegova razumljivost, kvalitet dobijenih rezultata zavisi direktno od iskustva korisnika modela i kvalitete ulaznih podataka. Kriteriji prema kojima se modeli međusobno razlikuju prikazani su u okviru Tabele 1.

TABELA I. PRIKAZ KRITERIJUMA ZA RAZLIKOVANJE POJEDINIH MODELA I PROCESA MODELIRANJA

Kriterijum	Opis ili obuhvat kriterijuma
Nivo analize pristupa, vremenskog razdoblja i složenosti problema	<ul style="list-style-type: none"> - Teritorijalna podjela: globalna, međudržavna, nacionalna, teritorijalna podjela unutar jedne zemlje, lokalna; - Korisnici modela: međunarodne institucije i organizacije, nacionalne institucije, kompanije, pojedinci; - Vremensko razdoblje: jako dugoročni (>50 godina), dugoročni (20-30 godina), srednji (1-5 godina), kratki (dani i sedmice), vrlo kratki (nekoliko sati); - Složenost problema: prema vrstama energije, teritorijalnoj podjeli, funkciji cilja koja se u slučaju linearnih modela može sastojati od jedne ili više parametara
Analizirani dio energetske sistema	<ul style="list-style-type: none"> - Strana potrošnje energije, sa modeliranjem u nekoliko pristupa: <ul style="list-style-type: none"> a) pristup odozgo prema dolje (eng. top-down approach), koji opisuje potrošnju energije na bazi nekoliko osnovnih parametara, uz korišćenje statističke analize za pronalazjenje relacije između korišćenih indikatora (npr. potrošnja energije je funkcija broja stanovnika, BDP, cijene, itd.), pa je ovakav pristup pogodniji za kratkoročne analize, budući u kratkom vremenskom razdoblju nema većih promjena u parametrima; b) pristup odozdo prema gore (eng. bottom-up approach), koji koristi detaljniji pristup, zahtijeva više podataka, uzima u obzir političke odluke i modelira tehničke promjene, pa je ovakav pristup bolji za dugoročne analize; c) u stvarnosti se koriste kombinacije oba pristupa, na način da se pristup odozgo prema dolje koristi za postavljanje prognoza potrošnje energije, što se dodatno kombinuje sa modelom za analizu potrošnje energije - pristup odozdo prema gore, - Strana proizvodnje energije, - Kombinovani prikaz strane potrošnje i proizvodnje energije, tzv. ravnotežni pristup (eng. equilibrium modelling)
Proces modeliranja	Obuhvat procesa modeliranja
Postavljanje pretpostavki	<ul style="list-style-type: none"> - definisanje ulaznih podataka (formirana baza podataka), - odabir detaljnosti prikaza problema
Definisanje modela	<ul style="list-style-type: none"> - kalibracija bazne (početne) godine (postavljanje parametara u modelu tako da rezultat proračuna za baznu godinu odgovara stvarnim podacima iz energetske bilansa ili vremenske serije podataka), - definisanje scenarija (najčešće 3, optimistički, pesimistički i srednji scenarij razvoja ili planiranja), - izrada prognoze potrošnje energije za svaki od scenarija, - analiza osjetljivosti dobijenih rezultata
Konsultacije sa korisnicima rezultata modela	<ul style="list-style-type: none"> a) pravilno tumačenje rezultata proračuna, b) prezentacija rezultata u javnosti, c) primjena rezultata u praksi, d) monitoring primjene i, eventualna, poboljšanja ili korekcije modela

Osnova svakog modela za planiranje predstavlja integrisani pristup modeliranju, kao bilansna kategorija međudjelovanja sektora potrošnje (potražnje) i proizvodnje (ponude) energije, odnosno povratne veza između cijene i

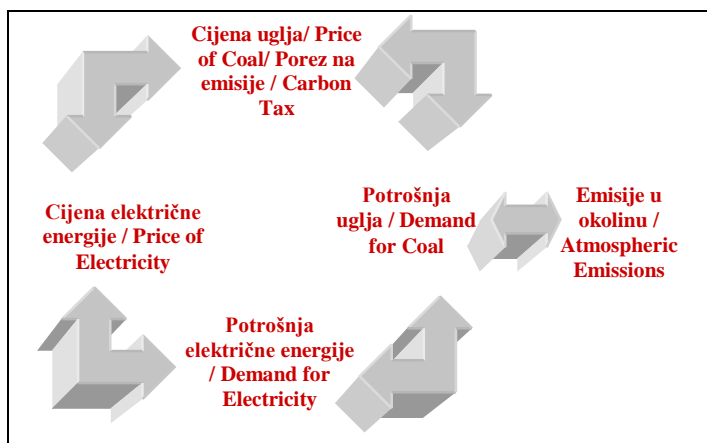
potrošnje energije. Međudjelovanje sektora potrošnje i proizvodnje energije omogućuje posmatranje uticaja koje određena promjena u potrošnji energije na "vrhu" mreže ima na sve podsektore prema njenom "dnu", slika 1. Isto tako vrijedi i princip suprotnog smjera tj. da promjene u proizvodnji energije (npr. zbog ograničenja energetske resursa) imaju za posljedicu promjene u potrošnji energije, [1]-[6]. Integrisani pristup modeliranju omogućuje i sagledavanje povratne veze između cijene i proizvodnje (potrošnje) energije i samim time emisija u okolinu, slika 2. Svaki model zasnovan je na matematičkim postavkama ekonomskih funkcija ponude i potražnje.



Sl. 1. Integrisani pristup modeliranju energetskog sistema, [1], [17]

D. Optimizacija radnih parametara tehnološkog procesa proizvodnje električne energije termoelektrane

U principu se razlikuju dvije, tehnološki međusobno povezane principijelno različitim fizičko-hemijskim procesima proizvodnje, grupe opreme: elektrotehnička i termomehanička. U prvoj grupi se mehanički rad transformiše u električnu, a u drugoj grupi se hemijska energija goriva ili toplota dobijena pri dijeljenju atoma ili kinetičke energije pada vode transformiše u mehanički rad.



Sl. 2. Integrisani pristup povratne veze između cijene, potrošnje energije i emisija, [1], [17]

Postavljanje mogućeg zadatka za određivanje svojstava pouzdanosti nije jednoznačan proces. On najčešće ide u dva samostalna različita pravca. Osnovni postulat prvog pravca zasnovan je na činjenici da sastavna oprema i postrojenja složenog energetskog sistema predstavljaju jednoznačno određenu cjelinu, čija pouzdanost se ocjenjuje na bazi rezultata ispunjenosti zadatih funkcija bez učešća fizičkih i hemijskih procesa. U tom slučaju ocjene ili prognoze svojstava pouzdanosti ocjenjuju se standardnom vjerovatnosnom lepezom pokazatelja. Sumarni kriterijumi za složene sisteme termoelektrana i termoelektrana-toplana u tabelarnom pregledu, Tabela 2. Pored pojmova u određenim kriterijalnim grupama postavljene su strelice sa značenjem: ↑- težiti povećanju; ↓- težiti smanjenju.

TABELA II. KRITERIJUMI ZA TERMOENERGETSKA POSTROJENJA TERMOELEKTRANA, [13]

1. Energetska efikasnost
↑ ⊕ Razmjena toplote
↑ ⊕ Prelaz i prenos toplote
↓ ∅ Sopstvena potrošnja energije
↓ ∅ Gubici u tehnološkom procesu
↓ ∅ Gubici toplote
2. Ekonomičnost
↓ ∅ Specifična potrošnja toplote
↓ ∅ Cijena goriva
↓ ∅ Investiciona ulaganja u postrojenja i objekte
↓ ∅ Cijena pogonskih materijala
↓ ∅ Zaposleni personal-normativ po instalisanom MW
↓ ∅ Cijena održavanja postrojenja i građevinskih objekata
3. Raspoloživost i pogonska spremnost
↑ ⊕ Obezbjedenje materijalnih potreba (po količini; na vrijeme)
↑ ⊕ Fleksibilnost u promjeni snage
↑ ⊕ Sigurnost i pouzdanost postrojenja (materijal, nadzor)
↓ ∅ Problemi koji zavise od goriva i od cijelog tehnološkog procesa
4. Uticaj na životnu sredinu (okolinu)
↓ ∅ Emisija štetnih materija
↓ ∅ Otpadne vode (zaprljanje, termičko opterećenje)
↓ ∅ Sporedni produkti: pepeo, šljaka, produkti odsumporavanja, mulj dekarbonizacije i drugo, tj. korišćenje, deponije

Najveći i osnovni varijabilni trošak u okviru složenog sistema termoelektrane predstavlja trošak goriva, pa njegova ekonomija ima izuzetan značaj na ukupne troškove i cijenu jedinice proizvoda. Ostali važniji troškovi odnose se na pripremu vode, rezervne dijelove i materijale za održavanje postrojenja (održavanje nivoa pouzdanosti), plate zaposlenih radnika, zakonske obaveze prema državi i dr. Poseban i karakterističan trošak termoelektrane predstavlja vlastita potrošnja električne energije koja se troši u elektrani za pogon pomoćnih postrojenja (mlinovi, ventilatori, pumpe, HPV, DPU i dr.) i rasvjetu.

U okviru druge grupe zadataka u obzir se uzimaju tokovi izmjene primarnog oblika energije. Pouzdanost se određuje po determinističkim pokazateljima promjene svojstava materijala iz kojih su objekti izgrađeni, uzajamnog dejstva radne sredine i drugih faktora koji utiču na promjene primarne energije. Ovaj prilaz u opštem slučaju ne isključuje svojstva pokazatelja pouzdanosti dobijenih na bazi rješavanja prve grupe zadataka. Ocjena nivoa pouzdanosti, kao i samo upravljanje na bazi pouzdanosti dovodi do analize i sinteze uzoraka promjene

vrijednosti pokazatelja pouzdanosti sa kojima se karakteriše bezotkaznost, pogodnost za remont, dugovječnost (osnovni eksploatacioni vijek), mogući revitalizovani period eksploatacije (dopunski eksploatacioni vijek).

Šema pouzdanosti složenog termoenergetskog sistema u opštem slučaju svodi se na vezu njegovih najvažnijih elemenata: parnog kotla, cjevovoda pare, izmjenjivača toplote, parne turbine, električnog generatora i napojnih pumpi. Da bi se detaljnije sagledao radni proces termoelektrane, neophodno je imati predstavu o tehnološkoj šemi i sastavu opreme termoelektrane. u kojoj se koristi čvrsto gorivo (ugalj). Tehnološka šema kondenzacione termoelektrane (KO-TE) ima principijelno definisana dva toka materija, koji učestvuju u tehnološkom procesu: gorivo (npr. ugalj) - vazduh - produkti sagorijevanja (dimni gasovi, šljaka, pepeo) i napojna voda (turbinski kondenzat, dodatna hemijski pripremljena voda (demineralizovana), unutrašnji povratni kondenzat, vanjski povratni kondenzat od toplotnih potrošača) - svježa para - kondenzat. Uslovno, može se reći da postoji i treći zaseban tok, odnosno cirkulacioni krug rashladne vode. Kao što se vidi, prvi tok materije je otvoren, dok je drugi zatvoreni cirkulacioni sistem. Bazna osnova na kojoj se zasniva optimalna i sigurna proizvodnja, korišćenje energije za vlastite potrebe, a time i energetska efikasnost su sljedeće: optimizacija radnih parametara tehnološkog procesa proizvodnje električne energije, energetska sigurnost, konkurentnost proizvoda i usluga, održivost korišćenja energije, organizovano upravljanje energijom, ekonomsko isplative mjere energetske efikasnosti, kao i minimalni zahtjevi energetske efikasnosti.

Optimizacija tehnološkog procesa proizvodnje električne energije u termoelektrani je polazna osnova energetske efikasnosti termoelektrane, a postiže se mjerenjem, ispitivanjem i podešavanjem tehnoloških parametara svake etape procesa proizvodnje pri svim režimima rada i svakom opterećenju. Nakon navedenih radnji slijede analize i kao rezultat analiza je postavka optimalnog režima rada, koji podrazumijeva najveću energetska efikasnost tehnološkog procesa i održavanje istog u što dužem vremenskom ciklusu. Kako bi optimalni režim rada bio održiv i mogao da se efikasno prati neophodna je izrada prateće režimske karte kao informatora optimalne eksploatacije. Bitan faktor kontrole energetske efikasnosti je kvalitetno praćenje parametara procesa u kontinuitetu i svakodnevne analize, kako bi se evidentirali, a potom i eliminisali svi uticaji koji uzrokuju ne stacionarne režime i dovode do poremećaja proizvodnog ciklusa. Da bi se optimizacija uspješno realizovala teoretski su razrađene i u praksi primijenjene razne metode i načini njihove realizacije. Osnova svih metoda je dobra organizacija i pravilno definisanje realizacije u procesu proizvodnje, primjena vlastitih iskustava i iskustava drugih, kontinuirano praćenje i detaljna analiza radnih parametara medija procesa i energenata koji se koriste za proces, kao i njihovo podešavanje optimalnim trenutnim uslovima koji su u funkciji same termoelektrane i hjerarhijski nadređenog elektroenergetskog sistema (EES). Za realizaciju optimizacije mjerljivih parametara termoelektrane i procesa, s ciljem dostizanja

maksimalne energetske efikasnosti uz minimalne troškove, neophodno je imati kvalitetan i stručan proizvodni kadar, opremljenu laboratoriju savremenom opremom za mjerenja i ispitivanja, kao i dobru opremljenost bloka termoelektrane sa kvalitetnom upravljačkom i regulacionom opremom (regulaciona i upravljačka oprema mora biti visoke tačnosti osjetljivosti). Takođe, kao prednosti u literaturi se navode egzistiranje što većeg stepen automatizacije tehnološkog procesa proizvodnje električne energije i stepena automatizacije pripreme energenata i utroška energije za vlastite potrebe. Dobra organizacija i pravilno definisanje realizacije u procesu proizvodnje podrazumijeva timski rad, pravilan odabir stručnog tima i harmoniju u radu. Tu ne treba zaboraviti ni stručnost i odgovornost učesnika realizacije programa optimizacije radnih parametara radnih fluida (medija) tehnološkog procesa proizvodnje električne energije. Članovi stručnog tima moraju biti stručni u svom domenu radnih zadataka, poznavati eksploatacionu problematiku tehnološkog procesa i imati afinitet i posjedovati etičnost.

Metodologija rada i funkcionisanja stručnog tima zasniva se na modelima pristupa strukturi parametara, načinu analize i sprovođenja u praksi postignutih rezultata (obuhvatajući ugalj kao osnovno i naftu i naftne derivate kao pomoćno gorivo), uz racionalan i ekonomičan tehnološki proces. Stručni timovi, koji bi isključivo radili na optimizaciji, moraju biti stalno ili privremeno organizovani u termoelektrani, zavisno od problematike koja prati proces proizvodnje električne energije. Takva organizacija posla u praksi je primjenljiva i daje rezultate pogotovu u termoelektranama, koje koriste nisko kalorične ugljeve promjenljivog kvaliteta kao osnovno gorivo. Model organizovanja stručnih timova za optimizaciju parametara tehnološkog procesa proizvodnje električne energije za TE Ugljevik I prikazan je na slici 3. Stručni timovi u svom sastavu treba da imaju specijaliste inženjere sa iskustvom za svaku oblast procesa, iskusne manipulante procesa proizvodnje i specijaliste tehničare za mjerenja. Brojno stanje zavisi od obima programa optimizacije, pri čemu kostur ekipe mora biti stalan. Stručni timovi treba da su opremljeni kvalitetnom mjernom, laboratorijskom i opremom za uzimanje uzorka. Priključci za opremu uzorkovanja i posebna mjerenja se ugrađuju po standardima BAS ISO za termotehniku i termoenergetiku. Glavni inženjer je inženjer specijalista iz oblasti energetske postrojenja za termo elektrane, koji posjeduje teoretska znanja iz oblasti termotehlike i termoenergetike, sa dobrim poznavanjem eksploatacione problematike tehnološkog procesa termo elektrane. Poželjno je da posjeduje sklonosti primjene naučnih dostignuća u praksi, da ima autoritet među saradnicima i sposobnost dobre organizacije.

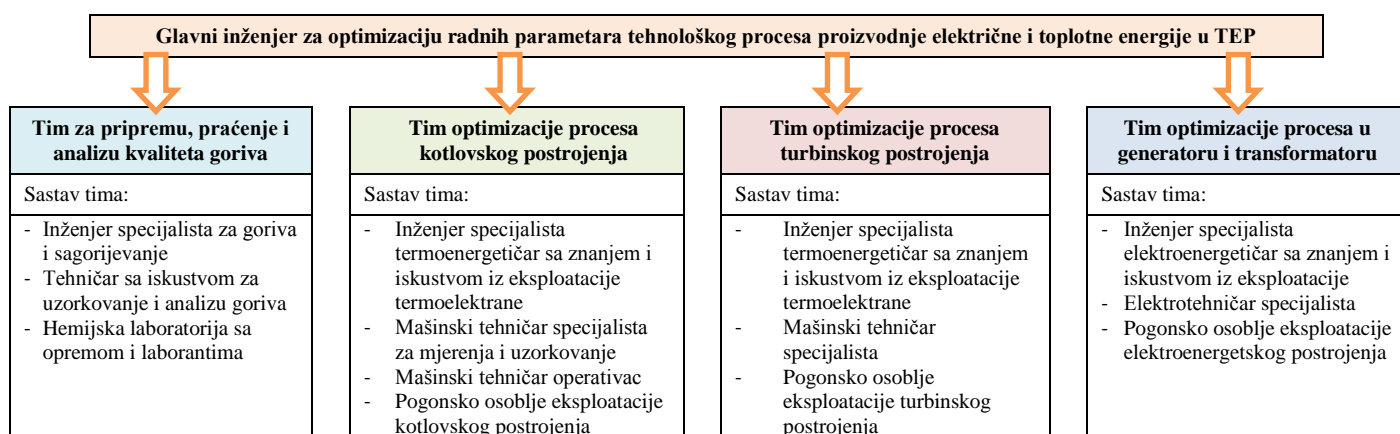
E. Način realizacije modela organizovanja optimizacije radnih parametara

Optimizacija radnih parametara tehnološkog procesa termoelektrane može se grupisati po postrojenjima ili dijelovima proizvodnog procesa i posmatrati kao jedinstven tehnološki proces termoelektrane od ulaza - ulazni medij (ugalj, voda, vazduh, mazut, hemikalije i sl.) do izlaza - izlazni rezultat (električna energija, tehnološka para, toplotna energija). Ukoliko posmatramo tehnološki proces kao

jedinstvenu cjelinu kao ulazni mediji su: ugalj kao osnovno gorivo i nosilac energije, vazduh potreban za sagorijevanje, izvor toplote za potpalu osnovnog goriva i voda kao radni fluid.

Energija ulaznih medija pod određenim i definisanim okolnostima i uslovima uz odvijanje više raznih procesa se transformiše u druge korisne oblike. Tako se medij voda pri razmjeni toplotne energije iz dimnih gasova i ostatka sagorijevanja transformiše u vodenu paru odnosno stanje pregrejane pare. Mjesto odvijanja ovih procesa je u postrojenjima kotla bloka. Procesi koji se odvijaju u parnom kotlu bloka su kompleksni i isprepleteni sa mnogo spoljašnjih uticaja i sa velikom mogućnosti optimizacije parametara tehnološkog procesa. Sledeća transformacija energetske stanja je podizanje istog na viši nivo kinetičke energije

pregrejane pare, uz odvijanje procesa transformacije ovih vidova energije u mehanički rad (parna turbina). Krajnji rezultat tehnološkog procesa termoelektrane predstavlja proces transformacije mehaničkog rada u električnu energiju (generator). Ugalj koji sagorijevaju u ložištu parnog kotla bloka termoelektrane Ugljjevik je nisko kaloričan čiji organski i mineralni sastav stvara nepovoljne uslove za sagorijevanje. Ovaj ugalj ima veliki sadržaj vlage i pepela, relativno nisku toplotnu moć, loše paljenje i nestabilno sagorijevanje, kao i nisku tačku topljenja pepela. Spada u grupu ugljeva koji su jako prljajući i šljakajući, što izaziva pri sagorijevanju stalno zašljakivanje ekrana ložišta i zaprljanje ogrevnih površina kotla zagrijača vazduha te veliko oslobađanje pepela i toksičnih gasova (oksidi: azota, sumpora, ugljika i sl.).



Sl. 3. Prikaz organizacione šeme modela organizovanja timova za optimizaciju radnih parametara tehnološkog procesa proizvodnje električne energije u TE Ugljjevik I, [1] i [4].

Posebna uticaj u tehnološkom procesu proizvodnje korisnog oblika energije u TE Ugljjevik I ima pripremljenost uglja za proces sagorijevanja od površinskog kopa rudnika, preko dopreme i pripreme uglja na deponijama termoelektrane i transporta do bunkera kotla bloka, zatim mljevenje uglja u mlinovima kotla bloka TE, priprema ugljene prašine, transport kroz kanale aerosmješe i gorionike do ložišnog prostora kotla, kao i obezbjeđenje povoljnih uslova za proces sagorijevanje u ložištu kotla bloka termoelektrane, gdje se hemijska energija goriva transformiše u toplotnu energiju produkata i ostatka sagorijevanja. Za stvaranje optimalnih uslova za pripremu uglja za proces sagorijevanja i način realizacije zadužen je tim za pripremu, praćenje i analizu kvaliteta goriva. Zadatak ovog tima je da: uspostavi kontinuitet u saradnji sa proizvodnjom uglja rudnika, odnosno timom za optimizaciju kotlovskog postrojenja, izradi tehnološku kartu prijema i odlaganja uglja na deponijama termoelektrane, saradjujući sa stručnim timom proizvodnje uglja rudnika, radi na ujednačavanju kvaliteta uglja kroz njegovo miješanje i pravilno odlaganje na deponijama termoelektrane, organizovano i usklađeno vrši punjenje bunkera i održavanje nivoa uglja u bunkerima, vrši automatsko uzorkovanje uglja iz bunkera kotla bloka, kao i da izradi tehničku i elementarnu analizu sa karakteristikama

pepela u uglju. Tehnološka karta prijema i odlaganja uglja na deponijama termoelektrane treba da sadrži: dinamiku prijema uglja sa rudnika i odlaganja na deponijama termoelektrane za svaki dan, određivanjem kvaliteta i količina, dinamiku uzimanja uglja sa deponija termoelektrane i punjenje bunkera kotla po kvalitetu i količinama, prema potrebama tehnološkog procesa u kotlu bloka, tehničku i elementarnu analizu uglja sa rudnika i odloženog na deponijama termoelektrane, kao i elementarni sastav pepela u uglju i njegove karakteristike na deponijama termoelektrane.

Dalji tok optimizacije se odnosi na pripremu i uslove rada mlinskog postrojenja. Mlinско postrojenje sa aspekta uravnotežene cjeline i optimalnog korišćenja toplotne energije predstavlja integralni dio kotlovskog postrojenja. U sastav mlinskog postrojenja na TE Ugljjevik I ulaze bunker parnog kotla bloka termoelektrane, dozatori za ugalj, dodavači za ugalj, ventilacioni mlinovi sa separatorima i Raugas kanali za sušenje uglja i kanali aerosmješe iza mlinova do gorionika kotla, kao i ostala prateća oprema za upravljanje i regulaciju. Savremena kotlogradnja i težnja ka maksimalno ekonomičnom sagorijevanju ugljeva različitih kvaliteta doveli su do konstruisanja energetskih jedinica velikih kapaciteta, kod kojih su mlinска postrojenja jedinstveni tehnološki sistemi sa maksimalno izbalansiranim tehničkim i ekonomskim

efektima. Podešavanje, praćenje i analize stanja mlinskog postrojenja je u domenu Tima optimizacije kotlovskeg postrojenja s ciljem obezbeđenja optimalnih uslova za paljenje i sagorijevanje ugljenog praha u ložištu parnog kotla bloka. Specijalisti iz tima pri podešavanju, praćenju i analizi parametara mlinskog postrojenja u svoju svakodnevnu dokumentaciju unose:

- finoću uglja u dozatorima i dodavačima uglja mlinova, regulaciju sloja uglja na dozatorima i dodavačima;
- vrijeme rada radnih kola mlinova (h);
- količine električne energije za vlastite potrebe mlinskog postrojenja (kWh);
- usklađenost brzina dozatora i dodavača sa kapacitetom mlinova, količinu sprasenog uglja (t/h);
- količinu gasova iza mlina (m^3/h);
- pritisak i temperatura aerosmješe ($mbar, ^\circ C$);
- hemijske analize ugljene materije, hemijske analize pepela, finoća sprasenog uglja (ostatak na sitima: R0.09, R0.2, R1.0) u (%);
- istrošenost radnih elemenata mlinova (t/h);
- podešenost separatorskih lopatica mlinova;
- raspodjelu ugljenog praha po nivoima gorionika (%);
- brzine medija na ulazu i izlazu gorionika uglja u ložištu kotla bloka (m/s).

Za proračune i ocjenu funkcije postrojenja za mljevenje neophodno je poznavati sklonost usitnjavanja ugljene materije koja se melje. Zbog značaja procesa u ložištu parnog kotla bloka (proces sagorijevanja uglja, proces razmjene toplotne energije i transformacije), važan faktor je poznavanje i upravljanje procesom. Tada je tek moguća optimizacija procesa. Vrlo je aktuelno u ovim procesima stvaranje naslaga na grejnim površinama, lošije sagorijevanje ugljenog praha i nepotrebna potrošnja tečnog goriva za potporu plamena tokom sagorijevanja. Kako bi se spriječili ovi problemi, neophodno je utvrditi uslove koji vladaju u ložištu parnog kotla bloka. Praćenje, podešavanje i analizu parametara vrše specijalisti iz tima za podešavanja kotlovskeg postrojenja. Na bazi postignutih parametara u parnom kotlu omogućuje se postizanje optimuma za različite režime rada bloka termoelektrane. Pri tome, praćenje, podešavanje i analiza radnih parametara u parnom kotlu (generatoru pare) obuhvata: koeficijent viška vazduha u ložištu parnog kotla bloka, temperatura gasova i plamena u ložištu parnog kotla bloka, toplotne flukseve u ložištu parnog kotla bloka, primarni toplotni fluks na ekranskim i pregrijačkim grejnim površinama, rad sistema čišćenja grejnih površina parnog kotla bloka, kvalitet razmjene toplotne energije u kotlovskim grejnim površinama na radni medij (membransko ložište, pregrijački dio), regulaciju primarne i sekundarne pare, prisisavanja štetnog vazduha u parnom kotlu bloka (od ložišta do elektrostatskog filtera), rad zagrijača vazduha i razmjenu toplotne energije u istom, efikasnost elektrofilterskog

postrojenja, kvalitet i kvantitet svježeg vazduha za sagorijevanje goriva (primarni i sekundarni vazduh), stepen iskorišćenja parnog kotla, kao i uticaj rada na ekologiju.

Za proces proizvodnje električne energije u termoelektrani uticajni faktor su procesi u turbinskom postrojenju, što zahtijeva dodatnu optimizaciju tih procesa, na čemu treba da radi tim za podešavanje turbinskog postrojenja. Pod turbinskim postrojenjem podrazumijeva se parna turbina, zajedno sa pomoćnim pratećim sistemima i uređajima. Gledano preko zatvorenog kružnog termodinamičkog ciklusa, u turbini se odvija ciklus ekspanzije pregrejane pare i izvršenje mehaničkog rada, potom kondezacija pare u turbinskom kondezatoru pomoću rashladne vode i podizanje temperature turbinskom kondezatu na viši nivo kroz sistem regeneracije.

Gledano sa stanovišta stepena iskorišćenja bloka termoelektrane, u ovom dijelu procesa su ostvareni i najveći gubici. Podešavanjem i optimizacijom parametara može se ostvariti bolje iskorišćenje toplotne energije procesa. Zato je važno da specijalisti iz tima svakodnevno rade na podešavanju režima pri raznim opterećenjima, uz praćenje i analizu parametara i veličina, kao što su: vakuum u turbinskom kondezatoru, toplotne stepene korisnog dejstva rashladnog sistema turbinskog kondezatora, sistema regeneracije niskog i visokog pritiska, gubitke električne energije za vlastite potrebe turbinskih postrojenja, bruto i neto stepen iskorišćenja turbinskog ciklusa, bruto i neto stepen iskorišćenja termoelektrane i sl.

Kao završna faza procesa proizvodnje električne energije termoelektrane je etapa pretvaranje mehaničkog rada ostvarenog u turbinskom ciklusu u električnu energiju generatora bloka termoelektrane, zatim transformacija i prenos električne energije u hijerarhijski viši elektroenergetski sistem. Bitno je spomenuti da optimizaciju parametara ovog dijela proizvodnog ciklusa vrši tim za podešavanje generatora i transformatora uz potpunu sinhronizaciju sa ostalim timovima. Rezultat timskog rada optimizacije je izrada programa podešavanja i optimizacije tehnološkog procesa, sa jasno definisanim ciljevima, zadacima i sinhronizacijom rada. Prethodno se definišu pripremni radovi (koji prethode osnovnim radovima), načini realizacije i očekivani rezultati nakon sprovedene optimizacije. Program ispitivanja izrađuje vođa timova u saradnji sa specijalistima timova. Pri tome pripremno-organizacioni radovi obuhvataju: upoznavanje timova sa tehničkom dokumentacijom (projektna, fabrička i ispitivačka), proučavanje i analiza snimljenih eksploatacionih radnih karakteristika bloka (garantna ispitivanja, ispitivanja tokom eksploatacije, ispitivanja po nalogu inspeksijskih organa, remontna ispitivanja i sl.), kao i izradu programa rada timova za svaku cjelinu organizacione šeme podešavanja i optimizacije parametara tehnološkog procesa.

Program tačno definiše vrstu ispitivanja (režimsko podešavajuća ili bilansna ispitivanja), svrhu ispitivanja, prateće načine mjerenja, korišćenje dijagnostičke ili mjerne tehnike. Program ispitivanja i podešavanja treba da obuhvati sve režime rada koje usaglasu vođa timova sa specijalistima kotlovskeg i turbinskog postrojenja sa ciljem racionalizacije i

optimizacije, režimska opterećenja bloka termoelektrane, vremenski period sprovođenja radova iz programa, obezbjeđenje bezbjednosnih i sigurnosnih uslova sprovođenja, mjerna mjesta sa šemom i instrumentima za mjerenja, radnje i mjerenja koja je potrebno sprovesti, stroga evidencija svih sprovedenih operacija, zadatke i obaveze članova timova, sinhronizaciju radnji u vrijeme sprovođenja programa, kao i popisne liste svih parametara i veličina. Nakon realizacije programa treba da uslijede detaljne analize vrijednosti parametara i veličina režima tehnološkog procesa, kako bi se definisao što bolji i efikasniji konačan prijedlog konkretnih mjera po izvršenim analizama.

F. Klasifikacija i opšte karakteristike ispitivanja u cilju postizanja stacionarnih režima i optimizacije proizvodnje

Termičko tehnička ispitivanja bloka termoelektrane grupišu se u dvije osnovne grupe, u zavisnosti od postavljenih zadataka.

Prva grupa obuhvata ispitivanja koja imaju za cilj određivanja energetskih karakteristika rada bloka termoelektrane pri optimalnim režimima rada. Ova ispitivanja imaju za cilj određivanja energetskih (toplotno tehničkih) karakteristika, pojave u eksploataciji i nedostatke konstruktivnih rješenja.

Druga grupa ispitivanja se koriste za istraživačke radnje u cilju provjere projektovanih veličina konstrukcionih rješenja i njihovih elemenata. Ispitivanja iz prve grupe, zavisno od cilja i svrhe, grupišu se u tri kategorije složenosti.

Prva kategorija složenosti se odnosi na normativna (garantna) ispitivanja, koja se sprovode odmah po završetku probnog pogona termoelektrane i stabilizacije proizvodnje. Ovim ispitivanjima se provjeravaju garancijski parametri i veličine garantovane u projektu i utvrđuju stvarne vrijednosti. Određuju se karakteristike, kao što su: specifični utrošak toplote, vlastita potrošnja električne energije, vlastita potrošnja toplotne energije, stepen iskorišćenja parnog kotla (generatora pare), stepen iskorišćenja turbine i stepen iskorištenja bloka TE u cjelini. Ova ispitivanja se sprovode pri nominalnom opterećenju, radu na tehničkom minimumu i maksimalnom opterećenju, koje je projektom dato. Normativna (garantna) ispitivanja sprovode ovlašteni instituti sa licencom. Dobijeni rezultati se koriste za planiranje proizvodnje i u svrhu tehnokonomskih analiza eksploatacionih veličina i parametara bloka u tekućoj eksploataciji preostalog radnog vijeka termoelektrane.

Druga kategorija složenosti se odnosi na bilansna (eksploataciona) ispitivanja, a cilj im je utvrđivanje normativnih karakteristika. Ovaj vid ispitivanja se sprovodi i pri promjeni goriva u kotlu i nemogućnosti postizanja nominalnih parametara. Zadaci ovih ispitivanja obuhvataju: pokazivanje optimalnih uslova rada pri raznim opterećenjima u dijapazonu automatske regulacije, definisanje bez promjena maksimalne i minimalne snage uz promjenljiv rad pomoćne opreme, određivanje stvarne ekonomske efikasnosti uz utvrđivanje svih toplotnih gubitaka, pokazivanje uzroka značajno povišenih gubitaka toplote iznad proračunskih uz razradu mjera za njihovo smanjenje i dovođenje u računске okvire, provjera rada pojedinih elemenata i dijelova

postrojenja bloka termoelektrane, određivanje aerodinamičkih karakteristika gasno vazdušnog trakta kotlovskog agregata i njegovih pomoćnih mehanizama, kao i sastavljanje tipskih energetskih i računskih karakteristika pojedinih postrojenja bloka termoelektrane.

Treća kategorija složenosti se odnosi na režime podešavajućih ispitivanja i dovođenje istih u granice optimuma, najčešće po ekonomskom kriterijumu.

Osnovni cilj podešavanja režima rada je da obuhvati definisanje optimalnih pojedinačnih pokazatelja svih postrojenja bloka termoelektrane, kao što su: koeficijenta viška vazduha, finoće ugljene prašine, optimalna raspodjela vazduha po gorionicima u ložištu kotla, maksimalna snaga pri raznim sastavima opreme, minimalna vlastita potrošnja termoelektrane, temperature dimnih gasova u zoni sagorijevanja, izlazu iz ložišta i po zonama kotla, temperature radnog medija (voda, pregrejana para) po grejnim zonama kotla, vakum u kondezatoru turbine bloka, karakteristike rashladnog medija bloka termoelektrane, kao i karakteristike medija regeneracije turbine. Ispitivanja se provode za više režima rada sa ciljem optimizacije tehnološkog procesa i smanjenja troškova po proizvedenom kWh električne energije. Po trećoj kategoriji složenosti se sprovode i eksploataciona ispitivanja nakon tipskih kapitalnih remonata termoelektrane da bi se ocijenio kvalitet izvedenih remontnih radova.

Za razliku od ispitivanja prve i druge kategorije, gdje se određuje dovoljna tačnost po uslovima postavljenih zadataka apsolutnog značenja traženih veličina, treća kategorija se provodi uprošćenim metodama koje daju mogućnosti da se dobijeni rezultati mogu primijeniti za održavanje i nalaženje neophodnih optimalnih režima proizvodnje, što je sasvim dovoljno za eksploatacionu kontrolu rada opreme.

G. Metode realizacije skraćenog pregleda ispitivanja u toku eksploatacije termoelektrane

Stručni timovi optimizacije parametara procesa termoelektrane u osnovi svojih planova i programa rada do detalja razrađuju ispitivanja druge i treće kategorije složenosti. Podešavanjem režima rada, uz prateća ispitivanja, rad bloka termoelektrane tokom eksploatacije se dovodi u optimalne okvire. Skraćeni pregled primijenjenih ispitivanja u eksploataciji bloka termoelektrane, sa opisom aktivnosti, mjerenjima i pratećim proračunima dati su u okviru Tabele 3.

Osnovna razrada rezultata podešavanja i ispitivanja se odnosi na indirektno mjerene veličine, proračune električnih i drugih veličina i energetske karakteristike. Proračuni i rezultati ispitivanja kotla obuhvataju proračun toplotnog opterećenja kotla, proračun dovedene energije kotlu, proračun stepena iskorišćenja kotla, kao i uporedne analize stepena djelovanja kotla, sa i bez rada sistema čišćenja ogrijevnih površina kotla i sl. Proračun i rezultati ispitivanja turbinskog postrojenja i bloka u cjelini obuhvata proračun tokova pare kroz turbinu, bilanse unutrašnje snage turbine, bilanse količine kondezata, bilanse kondezatora, bilanse rashladnog tornja, specifičnu potrošnju toplote turbinskog ciklusa i specifičnu potrošnju toplote bloka u cjelini. Nakon toga se vrši korekcija specifičnih utrošaka i snage generatora sa aspekta korekcije na tok povratnih kondezata i korekcije na faktor snage.

TABELA III. PRIKAZ SKRAĆENOG PREGLEDA ISPITIVANJA TE U EKSPLOATACIJI I USPOSTAVA OPTIMALNOG REŽIMA RADA, [1]

Vrsta ispitivanja	Kategorija složenosti	Preliminarni obuhvat potrebnih aktivnosti i prateći proračuni	Preporučeni broj testova
Bilansna eksploataciona ispitivanja	II - kategorija složenosti	1. Preliminarna mjerenja i podešavajući testovi	12 ±20
		2. Određivanje optimalnog opterećenja parnog kotla (generatora pare) u tekućem ispitivanju bez zašljakivanja	2÷3
		3. Određivanje minimalne trajne snage parnog kotla (generatora pare) na ugljenu prašinu bez promjene sastava pomoćne opreme - najniži predio regulacionog dijapazona	2÷3
		4. Određivanje minimalne snage kotlovskog agregata na ugljenu prašinu sa izmijenjenim sastavom pomoćne opreme i promjene boje plamena u ložištu (tehnički minimum) i dopuštenim trajanjem držanja min. snage	2÷3
		5. Ispoljavanje ekonomičnosti pri nominalnoj, minimalnoj i dvije do tri snage između min. i nom. snage	5÷8
		6. Indirektne mjerene veličine (protočne količine vode, pare i kondenzata, protočne količine sistema čišćenja ogrijevnih površina parnog kotla, akumulacije, veličine stanja - entalpije i specifične zapremine protočnih medija i dr.)	kontinuirano
		7. Proračunate električne veličine	kontinuirano
		8. Bilanse zagrijača regenerativnog sistema (zagrijači visokog i niskog pritiska površinskog tipa i degazatora, kao zagrijača niskog pritiska miješajućeg tipa)	kontinuirano
		9. Bilansne veličine međupregrijane pare, snaga i utrošak pare pogonske turbo napojne pumpe	kontinuirano
		10. Proračuni i rezultati ispitivanja parnog kotla (proračun toplotnog opterećenja kotla, gorivom dovedena energija kotlu, stepen korisnog dejstva kotla, uporedna analiza stepena djelovanja kotla sa i bez rada sistema čišćenja ogrijevnih površina kotla i sl.)	kontinuirano
		11. Proračuni i rezultati ispitivanja turbinskog bloka (proračun tokova pare kroz turbinu, bilansi unutrašnje snage turbine, količine kondenzata, bilansi kondenzatora, bilansi rashladnog sistema, specifična potrošnja toplote turbinskog ciklusa, specifična potrošnja toplote bloka u cjelini i sl.)	kontinuirano
		12. Energetske karakteristike pojedinih postrojenja i opreme, kao i bloka termoelektrane u cjelini	kontinuirano
		13. Korekcije specifičnih utrošaka i snage generatora (korekcija na tok povratnih kondenzata, korekcija na faktor snage)	kontinuirano
		14. Karakteristika utroška toplote goriva bloka termoelektrane	kontinuirano
		15. Karakteristika vlastite potrošnje električne energije bloka termoelektrane	kontinuirano
		16. Karakteristika specifičnog utroška toplote goriva bloka, bruto i neto	kontinuirano
Režimno – podešavajuća ispitivanja	III - kategorija složenosti	1. Preliminarna mjerenja, koja obuhvataju određivanje broja obrtaja mlinskog postrojenja (mlinovi, dozatori, dodavači), kapacitet mazutnih dizni i karakter raspršavanja mazuta u ložištu, ugradnju mjernih priključaka po presjeku kanala dimnih gasova i kanala vazduha, mjerenje brzine tokova vazduha u gorionicima i vazdušnim kanalima, određivanje prisisa vazduha u kotlu, zagrijaču vazduha, elektrostatskim filterima i mlinskom postrojenju	15÷25
		2. Podešavajuća testna ispitivanja, koja obuhvataju određivanje optimalnog položaja plamena pri raznim brzinama vazduha u gorionicima (primarni, sekundarni), optimalne visine sloja uglja na mehaničkim rešetkama ložišta sa rešetkama i mjerenje koncentracije azotnih oksida i drugih gasova u dimnim gasovima	5÷10
		3. Određivanje optimalnog viška vazduha pri tri do četiri opterećenja sa mjerenjem koncentracije azotnih oksida i drugih gasova u dimnim gasovima	10÷20
		4. Određivanje optimalne finocne ugljenog praha pri dva do tri opterećenja u predjelu regulacionog dijapazona kotla	5÷10
		5. Određivanje optimalnog uvezanog rada gorionika na tehničkom minimumu kotla	3÷10
		6. Određivanje uticaja recirkulisanih dimnih gasova na temperaturu u ložištu, zatim temperaturu pregrijane pare, kao i uticaja na intezitet zašljakivanja	5÷10
		7. Osnovna testna ispitivanja, koja obuhvataju određivanje ekonomičnosti i pojedinačnih toplotnih gubitaka pri bilansiranju na nominalnoj snazi i tri druge snage	3÷5
		8. Određivanje maksimalne snage pri raznim sastavima pomoćne opreme i promjenljivim brojem obrtaja elektromotora te opreme	3÷5
		9. Određivanje minimalne snage sa dugotrajnim radom, uz stalni i nepromjenljivi rad pomoćne opreme i broj uključenih gorionika	2÷4
		Eksploataciona ubrzana ispitivanja nakon sprovedenih tipičkih kapitalnih remonata	Neophodnost provjere mogućnosti dugotrajnog rada bloka TE na nominalnoj snazi
2. Provjera prisisa vazduha u komori ložišta i pojedinim elementima parnog kotla, u gasovodu i mlinskom sistemu	kontinuirano		
3. Provjera aerodinamičkih otpora u gasnom i vazdušnom traktu parnog kotla (generatora pare)	kontinuirano		
4. Provjera temperature gasova i vazduha u konturnim presjecima gasovoda i vazdušnog trakta	kontinuirano		
5. Provjera temperature radnog medija po vodeno-parnom traktu	kontinuirano		
6. Određivanje dijapazona regulacije pregrijane pare	kontinuirano		
7. Određivanje udjela potrošnje električne energije elektro pogona pomoćne opreme, tj. sopstvene potrošnje TE (mlinovi, ventilatori, razni transporteri uglja i šljake i dr.)	kontinuirano		

IV. ZAKLJUČAK

Kao jedna od više mogućnosti i potencijala za poboljšanja energetske efikasnosti, kao i racionalnog upravljanja energijom u sektorima potrošnje u Republici Srpskoj, sagledana je trenutna situacija u sektoru energetike i industrije, te definisane moguće konkretne mjere za povećanje energetske efikasnosti u pojedinim dijelovima potrošnje energije, uz analizu uticaja i posljedica njihove implementacije. Jedan od prvih projekata realizovanih u oblasti proizvodnih energetske preduzeća u okviru MH Elektroprivreda Republike Srpske bila je Studija o energetske efikasnosti TE Ugljevik I, koju je, u saradnji sa Katedrom za hidro i termoenergetiku Mašinskog fakulteta u Banjoj Luci,

realizovao Institut za građevinarstvo IG - PC Trebinje tokom 2014. godine. Pokazalo se da je projekat za ostvarivanje energetske uštede veoma značajan za RiTE Ugljevik I, jer omogućuje, pored smanjenja troškova i čistije proizvodnje, dodatno poboljšanje konkurentnosti preduzeća na sve otvorenijem energetske tržištu u okviru Energetske zajednice jugoistočne evrope. Integracija projekta ovog tipa sa postojećim poslovnim planovima, predstavlja na neki način osnova za dalji razvoj ove kompanije, jer ulaganja u projekte energetske efikasnosti, u odnosu na izgradnju novih energetske kapaciteta, brže se realizuju i otplate. U ovladavanju projektima energetske efikasnosti ključni faktori za uspješno upravljanje tim projektima jesu potražnja na tržištu, kompetentnost ugovarača za pružanje energetske usluge i posjedovanje znanja i vještina iz oblasti upravljanja

projektima (metodologija realizacije). Pri tome, poseban naglasak je dat na potrebu izgradnje institucionalnog i zakonodavnog okruženja, kao jednog od osnovnih preduslova uspješne implementacije mjera energetske efikasnosti. Sva raspoloživa iskustva drugih zemalja su jednoglasna u zaključku da je bez podsticajnih mjera izuzetno teško (gotovo nemoguće) pokrenuti primjenu mjera energetske efikasnosti (EE) u energetskom sektoru na postojećim termoelektrskim postrojenjima, koje traže veće investicije.

ZAHVALNICA

Autori zahvaljuju rukovodstvu RiTE Ugljevik, kao i stručnom osoblju na termoelektrani, na pomoći i podršci tokom realizacije predmetne studije [1], na bazi koje je i nastao ovaj rad.

LITERATURA

- [1] Z. Milovanovic, M. Samardžić i dr., Studija o energetskej efikasnosti TE Ugljevik I, Institut za građevinarstvo IG, PC Trebinje, Trebinje, 2014
- [2] Zakon o energetskej efikasnosti, Službeni glasnik Republike Srpske, broj 59/13,
- [3] Akcioni plan energetske efikasnosti Republike Srpske do 2018. Godine; Vlada Republike Srpske, Banja Luka, 2013.
- [4] Z. Milovanovic, M. Samardžić, Analiza energetske efikasnosti rada TE Ugljevik za period 2004-2014. godina, ENEF 2015, Banja Luka, 2015.
- [5] Z. Milovanovic, The algorithm of activities for improvement of competitiveness of power-process plant, Communications in Dependability and Quality Management, No. 3, pp. 18-28, 2009.
- [6] Tehnički otčet energobloka 300 MvT ТЭС Ugljevik, VO КОТЭС, Moskva, 2012.
- [7] Z. Milovanovic, Optimization of Power Plant Reliability, University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering Banja Luka, Banja Luka, 2003.
- [8] Z. Milovanovic, Modified Method for Reliability Evaluation of Condensation Thermal Electric Power Plant, Ph.D. Thesis, University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering Banja Luka, Banja Luka, 2000.
- [9] M. Samardžić, Z. Milovanović, D. Jeremić, Rekonstrukcija i modernizacija generatora pare P-64 na etapi eksploatacije u termoelektranama TE Ugljevik i TE Gacko, Međunarodna konferencija Energetika i održivi razvoj - TENOR 2011, Zbornik radova, Ugljevik, str. 241-251
- [10] Z. Milovanović, Monografije Energetska i procesna postrojenja, Tom 1: Termoenergetska postrojenja - Teoretske osnove, Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, 2011
- [11] Z. Milovanović, Monografije Energetska i procesna postrojenja, Tom 2: Termoenergetska postrojenja - Tehnološki sistemi, projektovanje i izgradnja, eksploatacija i održavanje, Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, 2011
- [12] З. Милованович, Алгоритм мероприятий по улучшению конкурентоспособности термоэнергетических установок (Часть 1), Проблемы машиностроения и автоматизации / *Engineering & Automation*, ИМАШ РАН, ГУ РосНИИ ИТ и АП, Москва, No. 4/2009, pp. 68-74
- [13] D. Miličić, Z. Milovanović, Monografija Energetske mašine - parne turbine, Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet Banja Luka, Banja Luka, 2010., 923 str.
- [14] Z. Milovanović, V. Šijački-Žeravčić, G. Bakić, M. Đukić, Dijagnostika tehničkih pokazatelja održavanja termoelektrane, Dio III - Određivanje fizičkih uzroka pada pouzdanosti, Tehnička dijagnostika, Godina VIII, broj 4, 2009., str. 11-16

- [15] Z. Milovanović, V. Šijački-Žeravčić, D. Milanović, Produženje radnog veka opreme termoelektrana u funkciji razvoja elektroenergetike Republike Srpske, Elektroprivreda, Br. 1. Beograd, 2010. str. 29-40
- [16] Z. Milovanović, V. Šijački-Žeravčić, D. Milanović, G. Bakić, Dijagnostika tehničkih pokazatelja održavanja termoelektrane, Dio II - Određivanje pouzdanosti postrojenja u prvom približenju, Tehnička dijagnostika, Godina VIII, broj 3, 2009., str. 3-8
- [17] M. Vuković, Upravljanje projektima energetske efikasnosti, Tehnika – Menadžment, 64 / 5, Savez inženjera i tehničara, Beograd, 2014.

ABSTRACT

Energy efficiency is the ratio between realized results in the electricity production and the primary energy consumed for the production (from energy generating products and for own needs). Together with the term “efficiency”, in Serbian language are also being used some other terms, like “efektivnost” or “djelotvornost”, all for describing the process which gives the wanted result, no matter what its characteristics are and no matter the losses that comes with that process. Energy efficiency of thermal power plant block must be followed by activities and actions which in normal circumstances lead to verifiable and measurable increase of energy efficiency of the block, block’s technical systems, production processes and savings of the fuel’s primary energy. Those activities are based on application of energy efficient technology or, in other words, on measures for achieving energy savings and other following positive effects. Those activities can include adequate handling, maintenance and tuning of the thermal power plant block. Energy efficiency has three components: economy-financial, technical, human and organizational. Reasons for realizations of the projects from the field of energy efficiency can be: economical (energy expenses), energetic (local and global), legislative (Republic of Srpska and Bosnia and Herzegovina as a whole, Southeast Europe and EU), environment protection (local and global) and competitiveness (local, EU and global). Energy efficiency of the thermal power plant block must be followed with activities and measures which in normal circumstances lead to verifiable and measurable increase of energy efficiency of the block, technical systems of the block, production processes and savings of the primary energy. Within this paper, an overview of the activities of the realization of the study is given on the example of Mine and Thermal Power Plant Ugljevik with installed power of 300 MW.

Key words: thermal power plant, energy efficiency, study analysis, goals of energy efficiency, optimization

ENERGY EFFICIENCY OF THERMAL POWER PLANTS - PHASES AND METHODOLOGY FOR REALIZATION OF THE STUDY ON EXAMPLE OF MINE AND THERMAL POWER PLANT UGLJEVIK WITH INSTALLED POWER OF 300 MW

Zdravko Milovanović, Momir Samardžić, Vinko Babić, Svetlana Dumonjić-Milovanović