

Upravljanje projektom energetske efikasnosti na termoenergetskim postrojenjima

Zdravko Milovanović¹, Valentina Janićić Milovanović², Snježana Milovanović³

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

²Routing d.o.o., Banja Luka, Republika Srpska

³Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Banja Luka, Republika Srpska

zdravko.milovanovic@mf.unibl.org, valentina.mil@live.com, snjezana.milovanovic@aggf.unibl.org

Sažetak— Obim i različitost projekata iz energetske efikasnosti, daju samo načelne osnove kod dalje razrade projekata energetske efikasnosti na energetskom ili procesnom postrojenju. Pokazatelji za ocjenu uspješnosti projekata energetske efikasnosti, razvrstani su u tri grupe: statičke, dinamičke i neekonomiske. U okviru rada dat je primjer koncepcije grupisanja projekata energetske efikasnosti po sektorima unutar termoenergetskog preduzeća, kao i pregled rezultata konkretne analize na TE Ugljevik u okviru EES Republike Srpske.

Ključne riječi— energetska efikasnost; upravljanje projektima energetske efikasnosti; principi energetske efikasnosti; vlastita potrošnja;

I. UVOD

U težnji za nižim troškovima poslovanja i većom konkurentnošću, potrebno je pripremiti projekte na polju ušteta energije, kojima bi se ostvarilo smanjene troškova za energiju, poboljšanje konkurentnosti, smanjenje emisije gasova staklene bašte, kao i povećanje sigurnosti snabdijevanja energijom. Da bi ostvarile veće uštede energije, neophodno je uspostaviti energetski menadžment u privrednim organizacijama i pripreme akcione planove za energetsku efikasnost. Investiranje u projekat energetske efikasnosti prvenstveno ima zahtjev za realizaciju brzog povrata investicije, zatim za sigurnost ulaganja, kao i ostvarenje očekivanih rezultata od projekta (ušteda energije, smanjenje operativnih troškova za energiju, veća pouzdanost u radu, veći stepen korisnog dejstva i manji gubici u procesu transformacije primarne u korisne oblike energije – električnu i toplostnu energiju). Osim ovih očekivanja, neophodno je eliminisati eventualne rizike u realizaciji projekta (skrivene troškove eksploatacije i održavanja sistema, uticaj tehničkih nedostataka tokom eksploatacije na obim proizvodnje, racionalizacija vlastite potrošnje i sl.). Radi ostvarenja ciljeva smanjenja operativnih troškova kroz uštetu energije, neophodna je često i isporuka i postavljanje energetski efikasnije opreme (često u kombinaciji sa njenim upravljanjem i održavanjem), monitoring potrošnje energije, kao i uvođenje povećanja konkurentnosti kompanije (Asset management) i ESCO principa (ugovaranje perfomansi energetskih ušteda). Polazeći od tendencije o racionalnoj potrošnji energije neophodno je da se za određeni proces proizvodnje pored potrošača energije, posmatra cijeli proizvodni sistem kao

cjelina, pri čemu se koriste raniye definisani kriterijumi, kao što su: procjena korišćenja energije i sirovina, smanjenje zagađenja okoline, poboljšanje radnih uslova, kvalitete proizvoda i poboljšanje procesa proizvodnje.

II. ENERGETSKI MENADŽMENT U PREDUZEĆIMA U ENERGETICI I PROCESNOJ INDUSTRJI

A. Pokazatelji za ocjenu uspješnosti projekata energetske efikasnosti (statički, dinamički i neekonomski)

Poređenje sa najboljom praksom u radu termoenergetskih postrojenja se vrši na osnovu prethodno pripremljenih podataka specijalno za tu aktivnost. Rezultati određuju ciljne parametre, čijom korekcijom se optimizira konkurentnost postrojenja i podiže nivo energetske efikasnosti. Upoređuju se optimalan nivo pouzdanosti i rasploživosti postrojenja, zahtijevani ekološki i drugi prostorno-lokacijski parametri, zatim optimalni ekonomski parametri, optimalni poslovni parametri, kao i termotehničke karakteristike termoelektrane, energetsko-proizvodne karakteristične veličine za ocjenu energetske i ekonomске efikasnosti termoelektrane, uz analize ostvarene energetske efikasnosti u radu termoelektrane. Na osnovu rezultata poređenja određuju se ciljevi, granice i tempo povećanja konkurentnosti i energetske efikasnosti postrojenja. Na osnovu sprovođenja politike efikasnog korišćenja električne energije i mjera energetske efikasnosti u sektoru proizvodnje električne energije definišu se mjere za: efikasnije korišćenje proizvodnih kapaciteta termoelektrane, povećanu konkurentnost na tržištu električne energije, smanjene negativne uticaje energetskog sektora na životnu sredinu, kao i mjere, prijedlozi i sugestije za podsticanje odgovornog ponašanja prema proizvodnji električne energije.

Pokazatelji za ocjenu uspješnosti projekata energetske efikasnosti, razvrstani su u tri grupe: statičke, dinamičke i neekonomiske. Prva statička grupa obuhvata: prosječne godišnje uštede, period povrata, stopu prinosa i period pripreme. Druga dinamička grupa obuhvata: neto sadašnju vrijednost, internu stopu profitabilnosti i indeks profitabilnosti. Treća neekonomска grupa obuhvata: uštede energije u kWh, uštede emisije CO₂, uštede potrošnje energenata, uštede potrošnje demineralizovane i dekarbonizovane vode, uštede potrošnje sirove vode i sl.

Integracijom energetske efikasnosti sa strateškim i poslovним planiranjem, poboljšanja energetske efikasnosti, zajedno sa drugim projektima se postavljaju u fokus poslovne strategije. Ovaj pristup se koristi da se razmotre inicijative sa kojima mogu da se ostvare ciljevi, kao i da se postigne realnost planova.

B. Karakteristike projekata energetske efikasnosti

Karakteristika mjera energetske efikasnosti treba da obezbijedi realizaciju sljedećih principa:

- davanje prednosti onim mjerama sa većim potencijalom povećanja energetske efikasnosti;
- jednostavnost predloženih mjera za primjenu i potreba za obezbjeđenjem značajnijih energetskih ušteda;
- davanje prioriteta projektima sa nižim investicijama i kraćim periodom otplate;
- realizacija projekata na tehnički korektan način i logičan redoslijed, uz ostvarenje preduslova međusobnog neremećenja.

Pri realizaciji gore datih principa neophodno je obezbijediti i sljedeće:

- atraktivnost ulaganja (ogleda se u najvećoj mjeri u ostvarenim godišnjim uštedama i periodu otplate investicije);
- relativno kratak period za pripremu investicije (od nekoliko mjeseci do nekoliko godina);
- relativno kratak period realizacije (od nekoliko mjeseci do jedne godine);
- veći udio ulaganja u materijalima i opremi, a manji dio u radovima;
- jednostavnost administrativnih procedura oko dobijanja dozvola za početak radova;
- period otplate investicije od nekoliko godina pa do max. 10 godina;
- evaluacija projekta nakon određenog vremena od primjene.

Ovo često (posebno projekti revitalizacije, rekonstrukcije i modernizacije opreme i postrojenja na TE Ugljevik) zahtijeva i sprovođenje poređenja sa projektima izgradnje novih energetskih kapaciteta. Iako su ulaganja u nove projekte često opravdanija, jer se radi o projektima sa poboljšanim tehnologijama i dobijanju čistije energije, ulaganja u projekte energetske efikasnosti imaju bržu realizaciju i kraći period otplate.

Racionalizacija potrošnje energije neće imati samo mikroekonomski efekt za termoenergetsko postrojenje, koji je sprovodi, već će imati i makroekonomski efekt za cijelu državu, kao i veliki uticaj na cjelokupnu energetsku politiku. Termoelektrana će smanjiti svoje troškove za energiju. Veličina potencijalnih ušteda obično se povećava sa starošću postrojenja, ali kako zavisi i od načina održavanja. Poboljšanja vezana za sistem upravljanja, održavanja i koje nisu investirale

u preventivno održavanje, uvijek imaju velike mogućnosti smanjenja troškova za energiju. Republika Srpska na ovaj način će imati korist, jer potrošnja energije zadržava se na istom stalnom nivou ili se smanjuje u slučaju povećanja obima industrijske proizvodnje i izgradnje novih fabrika. Paralelno, smanjuju se i potrebe za investicijama u nove izvore energije. Zbog toga država treba svojom porezom i kreditnom politikom stimulisati ulaganja u projekte energetske efikasnosti. Racionalnija potrošnja energije značajna je i sa aspekta zaštite prirode. Kako povećana potrošnja energije uzrokuje velike probleme u održavanju ekološke ravnoteže, bilo kakvo njeno smanjenje ima uticaja i na mikro klimu (od poboljšanja radnih uslova do smanjenja zagađenja bliže okoline). Racionalizaciju potrošnje energije čini skup mjera kojima se uz promjene organizacije rada, načina korištenja postrojenja i uređaja, uređenja i materijala, a uzimajući u obzir i sigurnost rada, zaštitu zdravlja i okoline, ostvaruje optimalna proizvodnost, uz zadržavanje potrebnog kvaliteta proizvoda, rentabilnosti i ekonomičnosti poslovanja, uz istovremeno smanjenje utroška energije po jedinici proizvoda.

III. PODPROJEKTI ENERGETSKE EFIKASNOSTI U TERMOENERGETSKIM PREDUZEĆIMA

A. Koncepcije grupisanje projekata energetske efikasnosti po sektorima unutar termoenergetskog preduzeća

S obzirom na kompleksnost složenih termoenergetskih postrojenja dalja realizacija pod projekata u oblast energetske efikasnosti zahtijeva grupisanje po dijelovima odnosno sektorima unutar termoelektrane, kao što su zgradarstvo, proizvodnja električne i toplostne energije i transport.

U dijelu zgradarstva pod projekti energetske efikasnosti se mogu vezati za problematiku:

- termoizolacija spoljnih zidova, zgrada i objekata termoelektrane ;
- topotna izolacija prozora i krovova;
- energetsko saniranje ranije izgrađenih objekata;
- topotne pumpe za grijanje i klimatizaciju;
- rekuperatori otpadne topote;
- mjerjenje potrošnje utrošene energije za grijanje;
- veći nivo korišćenja prirodnog osvjetljenja;
- korišćenje solarnih sistema za dobijanje potrošne tople vode;
- primjena topotne pumpe za dobijanje potrošne topotne vode (vazduh – voda);
- termostatski ventili za grijanje;
- energetski efikasne pumpe za cirkulaciju vode za grijanje, kao i
- aktiviranje sistema hlađenja vazduha iznad temperature 24°C).

U proizvodnji električne i toploste energije podprojekte energetske efikasnosti treba vezati sa problematikom koja se odnosi na:

- energetski efikasnije pumpe i kompresore;
- uvođenje frekventnih regulatora na elektromotorima pumpi;
- iskorišćenje otpadne toplosti kroz povrat kondenzata iz sistema snabdijevanja parom;
- smanjenje gubitaka u sistemu za sabijeni vazduh;
- rekuperacija otpadne toplosti iz dimnih gasova;
- rekuperacija otpadne toplosti iz kompresora;
- rekuperacija otpadne toplosti iz otpadne vode;
- rekonstrukcija sistema za razvod pare;
- uvođenje automatske regulacije sadržaja kiseonika u sagorevanju kod kotlova;
- sistem za povrat kondenzata kod kotlova;
- predgrijevanje dodatne vode do stanja napojne vode za kotlove;
- izolaciju parovoda, toplovoda i drugih cjevovoda;
- višestepene kompresore za hlađenje kod industrijskih rashladnih sistema;
- višestepeno prigušivanje, podhlađivanje kondenzata u rashladnim sistemima;
- energetski efikasnu i automatizovanu rasvjetu;
- planiranje i uvođenje energetski efikasnije opreme kroz planiranje tekućih i investicionih remonata;
- softver za energetski menadžment;
- smanjenje reaktivne energije i povećanje faktora snage;
- smanjenje gubitaka u procesima transformacije primarne u električnu i toplostnu energiju;
- on-line monitoring, mjerjenje potrošnje električne i toploste energije kod krajnjih potrošača u sistemu vlastite potrošnje termoelektrane;
- energetsku efikasnost računarske opreme;
- energetsku efikasnost potrošačke elektronike;
- primjenu obnovljivih izvora energije za proizvodnju struje;
- primjena obnovljivih izvora energije za podršku grijanju ili kogeneracija i trigeneracija;
- modernizacija postrojenja u sistemu daljinskog grijanja Ugljevika;
- softer za automatizaciju kontrole kvaliteta uglja sa rudnika i formiranja kontrolisanih deponija uglja po kvalitetu;

- kontrolu kvaliteta uglja pri punjenju kotlovnih bunkera.

Kod transporta podprojekte vezati za problematiku:

- razvoja sistema transporta, uvođenjem novih tehnologija;
- upotreba vozila na električni pogon) i sl.

B. Principi za ovladavanje tehnologijama energetske efikasnosti

Proces ovladavanja novom tehnologijom ili razvoj i primjena određenog inovativnog rješenja mora biti bazirana na: nadogradnji postojećih znanja i iskustava u određenoj oblasti, raspoloživim radnim personalom i njihovim nivoom obučenosti i etičkoj svijesti za primjenu principa energetske efikasnosti na TE Ugljevik 1. To podrazumijeva da se tehnologija uvođenja principa mora prethodno usvojiti, s ciljem integracije pojedinih segmenata energetske efikasnosti u strukturirana rješenja. Zahtjeva i određen nivo tehničke opremljenosti za realizaciju, kao i servisnu sposobnost..

Zainteresovanost za ostvarenje zarade na projektu, kako bi osim angažovanosti resursa mogao da održi svoje poslovanje i njegovo dalje usavršavanje, zahtjeva poznavanje ključnih faktora za uspješno upravljanje projektima energetske efikasnosti. Ti projekti obuhvataju posjedovanje određenih kompetencija u oblasti tehnologije energetske efikasnosti, kao i postojanje domaće potražnje za određenom tehnologijom energetske efikasnosti, kako bi se postigla ekonomija obima i nastavio dalji razvoj rješenja i unapređenja usluga. Potražnja za energetski efikasnim tehnologijama se nalazi pod značajnim uticajem mjera domaćih regulatornih tijela, koje uključuju mjere da se podignu standardi i daju finansijski podsticaji za primjenu.

Za realizaciju projekta potrebno je i posjedovanje znanja i vještina projektnog menadžmenta, koja obuhvataju metode upravljanja projektima, od planiranja projekta, preko upravljanja rizicima i upravljanja izmjenama, do upravljanja troškovima i vremenom. Osim ovih faktora treba istaći i sljedeće:

- Pažljivo planiranje projekta i detaljno definisanje ponuđenog rješenja;
- Tačnost evaluacije efekata investicije, proračunata, uzimajući u obzir ne samo tehničke brošure proizvođača, već i vršenim poređenjima sa sličnim realizovanim sistemima, treba da pruži objektivnu i pouzdanu sliku investitoru o očekivanim efektima projekta;
- Prije donošenja odluke o investiranju objektivni način je da se do ovih pokazatelja dođe kroz izradu studije opravdanosti, koja će prikazati predmjer i predračun opreme i radova, troškove održavanja i korišćenja sistema, uz primjenu metode analize osjetljivosti za određivanje pokazatelja povrata investicije u slučajevima pojave odstupanja u odnosu na planirano, pristupačnost uslova finansiranja i pristup finansijskim

institucijama, kao preduslova za uspješno realizovanje projekata energetske efikasnosti.

C. Vlastita potrošnja u termoenergetskom preduzeću

Skup svih uređaja koji osiguravaju normalni pogon termoelektrane naziva se sopstvena ili vlastita potrošnja. Opštu potrošnju čine svi ostali uređaji koji nemaju direktni uticaj na tehnološki proces u elektrani. Očuvanje kontinuiteta u snabdijevanju vlastite potrošnje električnom energijom neophodno je za siguran rad prilikom normalnih pogonskih uslova, u slučaju kratkotrajnih prelaznih stanja, kao i prilikom pokretanja i normalnog zaustavljanja, posebno je važno u slučaju zaustavljanja prilikom poremećaja i kvarova odnosno otkaza sistema. Sa rastućim jediničnim snagama blokova prisutan je i rast jediničnih snaga elektromotornih pogona vlastite potrošnje, a time i zahtjevi vezani za način napajanja. Osnovni problem je postizanje sigurnog napajanja u raznim pogonskim situacijama, uz što manje iznose struja kratkog spoja i pad naponu prilikom pokretanja velikih asinhronih motora. Rješenje se postiže pravilnim izborom transformatora vlastite potrošnje i nivoa napona.

Termoelektrane ložene ugljom imaju daleko najsloženiji sistem vlastite potrošnje (izuzev postrojenja vlastite potrošnje za nuklearne elektrane), a čine ga sljedeća postrojenja, uređaji i mehanizmi vlastite potrošnje sa elektro pogonima u sastavu: sistema za dopremu i skladištenje osnovnog goriva - uglja (odlagači, istovarne dizalice, transporteri, itd.), sistema za potpalu i podršku vatre u kotlu (pretovarne mazutne pumpe, mazutne pumpe itd.), sistema za mljevenje uglja i pripremu ugljene prašine (mlinovi za ugalj, dozatori, dodavači itd.), kotlovskega postrojenja / generatora pare (elektrofilteri, ventilatori svježeg vazduha, ventilatori dimnih gasova, ventilatori recirkulisanog vrućeg vazduha, ventilatori hladnog gasa itd.), sistema odvoza šljake iz kotla (odšljakivač, drobilice šljake, transporteri itd.), sistema za odvod pepela iz kotla (ventilatori vazduha za fluidizaciju rina, kompresori vazduha za transport pepela itd.), napojnog sistema kotla (elektronapojne pumpe, buster pumpe, itd.), turbogeneratorsko postrojenja (kondenz pumpe I i II stepena, ejektorske pumpe, cirkulacione pumpe, mrežne pumpe, pumpe za hlađenje vodonika, pumpe za ulje, itd.), postrojenje za termičku pripremu vode (pumpe za postrojenja za zagrijavanje, pumpe za povratni kondenzat, itd.), pomoćni uređaji i postrojenja glavnog pogonskog objekta (drenažne i požarne pumpe, liftovi, mosne dizalice, ventili na parnim i vodenim linijama, uređaji za punjenje akumulatorskih baterija, rezervne budilice, itd.), kao i postrojenje pomoćnih objekata termoelektrane (hemiska priprema vode, radionica, mazutna stanica, kompresorska postrojenja, itd.).

U električnu opremu vlastite potrošnje termoelektrane spadaju i: transformatori vlastite i opšte potrošnje svih naponskih nivoa, sklopna postrojenja srednjeg i niskog napona, električni motori, metalom oklopljeni vodovi i kablovi za povezivanje pojedinih dijelova vlastite potrošnje, ventili za upravljanje, postrojenje istosmjernog napajanja, agregati za sigurnosno napajanje i električna rasvjeta. U zavisnosti od njihove funkcije, pojedini potrošači vlastite potrošnje mogu biti od posebnog interesa (bitni) ili pomoćni. Prva grupa potrošača su oni čije i kratkotrajno zaustavljanje izaziva

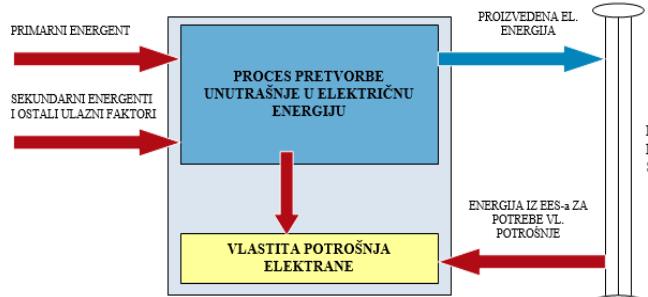
sniženje proizvodnje električne energije ili dovodi do zaustavljanja osnovnih agregata termoelektrane, a u posebnim slučajevima može izazvati i oštećenje osnovne i pomoćne opreme. Ovu grupu čine elektronapojne, kondenz pumpe I i II stepena, cirkulacione (rashladne) pumpe, ventilatori svježeg vazduha, ventilatori recirkulisanog vrućeg vazduha, ventilatori hladnog gasa, ventilatori dimnih gasova, dodavači i dozatori uglja, mazutne pumpe, električni pogoni ventila, itd. Pomoći mehanizmi (potrošači) su oni čije kratkotrajno zaustavljanje izaziva smanjenje proizvodnje električne energije, a čine je mehanizmi za dopremu uglja, otprema šljake i pepela, itd. Uvažavajući mogućnost potpunog nestanka napona u termoelektrani pri havarijama, neki od bitnih mehanizama vlastite potrošnje ponekad se opremaju parnim pogonom pomoću oduzimanja pare iz turbine. To su najčešće elektronapojne pumpe parnog kotla bloka.

Za pogon potrošača vlastite potrošnje prvenstveno se primjenjuju asinhroni motori s kratkospojenim rotorom, koji su u poređenju sa drugim motorima pouzdaniji, ekonomičniji, jeftiniji i jednostavniji. Za njih nisu potrebni posebni uređaji za puštanje u pogon. Nabrojane prednosti potpuno kompenzuju neke njihove nedostatke, poput visokih vrijednosti poteznih struja, otežani uslovi regulacije brzine i sl.). Osim asinhronih motora, u termoelektranama se koriste i istosmjerni motori za rezervne uljne pumpe i neke takođe važne potrošače napajane istosmjernim naponom. Ako se pode od činjenice o ukupnom broju motora za blokove snage 200 MW i 300 MW, koji iznosi preko 300 motora različitih nazivnih snaga i naponskih nivoa, onda nije teško zaključiti da je veoma bitno obezbijediti njihov pouzdan rad i u pogonsku spremnost u svakom trenutku. Kako se u termoelektranama primjenjuju motori nazivnih snaga ispod 1 kW pa do nekoliko MW, to se za napajanje velikih motora (nazivne snage iznad 180 kW) koristi srednji napon (najčešće 6 ili 10 kV). Za napajanje niskonaponskih motora najčešće se koristi 0,4 kV, kako zbog korišćenja standardnih izvedbi motora tako i zbog olakšanog zadovoljenja zahtjeva zaštite od indirektnog dodira.

D. Načelni dijagram energetskog bilansa termoelektrane

Trajni zadatak energetike je racionalizacija procesa transformacije različitih oblika primarne (prirodne) energije u korisne oblike energije. Termoelektrane na fosilna goriva (ugalj, gas, lož ulje i sl.) su postrojenja za transformaciju primarne unutrašnje (hemiske) energije u električnu energiju, najekonomičniju za transport do korisnika i naknadnu transformaciju u kasniji koristan rad. Bruto proizvedena električna energija slijedi iz ukupne ulazne primarne energije namijenjene procesu transformacije u električnu, uz oduzimanje gubitaka u procesu transformacije. Kod toga moramo znati da je stepen korisnosti termodinamičkog procesa u termoelektranama na fosilna goriva relativno nizak i da se kreće od 30 do 40%, što podrazumijeva da se već u procesu transformacije primarne u korisne oblike energije dešava i najveći dio gubitaka (60 do 70% od ulazne primarne energije). Kada se od bruto proizvedene električne energije odbije vlastita potrošnja termoelektrane, dobija se neto proizvedena električna energija, koja se nakon procesa prenosa distribuira krajnjem korisniku (gubici u prenosu su 2 do 3%, a u distribuciji u zavisnosti od stanja distributivne mreže 7 do 14%). Ako se razmatranje svede samo na jedno postrojenje,

npr. na predmetnu termoelektranu TE Uglevik 1 na fosilno gorivo – mrki ugljevički ugalj, energetski bilans se može prikazati kao na slici 1.



Sl. 1. Načelni dijagram energetskog bilansa termoelektrane, [1 - 3].

Kako je termoelektrana samo jedan element elektroenergetskog sistema (EES), treba uzeti u obzir i njenu dvosmjernu energetsku komunikaciju sa EES. Prag termoelektrane je linija razdvajanja ova dva sistema: sve što se zbiva iza praga termoelektrane pripada EES, a sve ispred praga termoelektrani. Termoelektrana je, dakle, složena funkcionalna cjelina čiji su ulazni faktori primarni i sekundarni energenti i sirovine (ali i električna energija), a izlazni proizvedena vrela voda i ogrijevna toplota, te električna energija kao nusproizvod. S ekonomski strane, cilj je termoelektrane proizvodnja topotne i električne energije uz što manje troškove proizvodnje, tj. uz maksimalno redukovane gubitke transformacije, prenosa i distribucije i uz što je moguće više optimiziran sistem vlastite potrošnje.

Gubici u termodinamičkom procesu transformacije primarne u korisnu energiju, kao i gubici prenosa i distribucije, direktno su vezani uz specifične tehnologije. S današnje tačke gledišta oni su svedeni na svoj minimum. Međutim, gubici u sistemu vlastite potrošnje nisu nužno vezani samo uz tehnologiju proizvodnje, već često i uz specifične prostorno-vremenske uslove u kojima je građena termoelektrana i u kojima se odvija proizvodnja. Optimiziranjem u ovom segmentu može se postići značajan pomak prema jeftinijoj energiji na pragu termoelektrane.

Vlastitom potrošnjom termoelektrane naziva se ona potrošnja koja je specifična samo za tu proizvodnu jedinicu. Vlastita potrošnja termoelektrane je cijena poslovanja i predstavlja trošak koji se po vrsti može označiti kao stalni ili promjenjivi. Kao i kod ranijih razmatranja, vlastita se potrošnja može proširiti na sve energente, ali u realizovanom projektu fokus je bio isključivo vlastiti potrošak električne energije. Iz komercijalnih razloga, a ponajprije zato što je vlastita potrošnja znatan trošak poslovanja, valja ju funkcionalno podijeliti na više segmenata potrošnje različitog karaktera. U okviru elektroprivrednih preduzeća ustaljena je sljedeća podjela vlastite potrošnje: primarna vlastita potrošnja (vezana uz svaki proizvodni blok i čini je skup potrošača koji u svim uslovima moraju raditi da bi blok/termoelektrana uopšte mogla proizvoditi električnu energiju), sekundarna vlastita potrošnja (obuhvata dio vlastite potrošnje koju treba osigurati sigurnosnim i pomoćnim sistemima, odnosno uređajima i postrojenjima nezavisno od statusa termoelektrane - bloka) i tercijalna vlastita potrošnja (osigurava da bi ostali dijelovi termoelektrane koji nisu vezani uz direktnu

proizvodnju mogli funkcionisati, a ujedno omogućava da i osoblje u termoelektrani i u njenom sklopu mogu pod prihvatljivim i povoljnim uslovima obavljati potrebne aktivnosti). Vlastita potrošnja iz usluge koje se mogu zasebno evidentirati te eventualno i naplatiti - riječ je npr. o potrošnji energije za izgradnju novog dijela postrojenja termoelektrane, potrošnji za potrebe drugih dijelova konzorcija EES ili o potrošnji energije spoljašnjih izvođača tokom zahvata u termoelektrani. Smisao ugradnje sistema za optimiziranje vlastite potrošnje električne energije je sistemsko nadgledanje svih vrsta vlastite potrošnje da bi se izradila metodologija izvještavanja o utrošenoj električnoj energiji i, u kasnijoj fazi, algoritam za smanjenje ili potpuno uklanjanje nepotrebnih troškova proizvodnje. Konačni cilj izvedenog projekta je sistem upravljanja ili gospodarenja vlastitom potrošnjom električne energije, počev od njegove implementacije samo za tercijarnu vlastitu potrošnju, da bi se u kasnijim fazama steklena iskustva proširila i na ostale segmente vlastite potrošnje, pa i na ostale energente, [3, 4].

E. Povećanje pouzdanosti napajanja

Pouzdanost postrojenja povećava se na sljedeće moguće načine:

- napajanje vlastite potrošnje najmanje iz dva izvora;
- sabirnice vlastite potrošnje dijele se na nekoliko dijelova-sekcija i na srednjem i na niskom naponu, a svaka sekcija se napaja preko posebnog izvora napajanja;
- primjenjuje se brza relejna zaštita za zaštitu od djelovanja struje kratkog spoja, čime se osigurava smanjenje trajanja snižavanja napona na sabirnicama vlastite potrošnje prilikom kratkog spoja;
- uzbuda generatora je takve izvedbe da osigurava visok nivo napona prilikom kratkog spoja i brzo uspostavljanje napona nakon isključenja kratkog spoja;
- obavezno se koristi automatika brzog prekopčavanja rezervnog napajanja za bitne potrošače;
- za posebno značajne potrošače primjenjuje se rezervno napajanje pomoću istosmjernog napona;
- broj sekcija vlastite potrošnje jednak je broju blokova, a kod većih jedinica, kao što je TE Uglevik nazivne snage od 300 MW, koriste se dvije sekcije po bloku uz primjenu transformatora vlastite potrošnje sa odvojenim sekundarnim namotajima;
- najčešće se koristi jedan rezervni (mrežni) transformator za dva bloka i na sekcije rezervnog transformatora vlastite potrošnje se priključuju manje važni potrošači - opšta potrošnja elektrane;
- rezervni (mrežni) transformator za napajanje vlastite potrošnje priključuje se na sabirnice na koje nije priključen generator (u postrojenje visokog napona) radi povećanja sigurnosti napajanja.

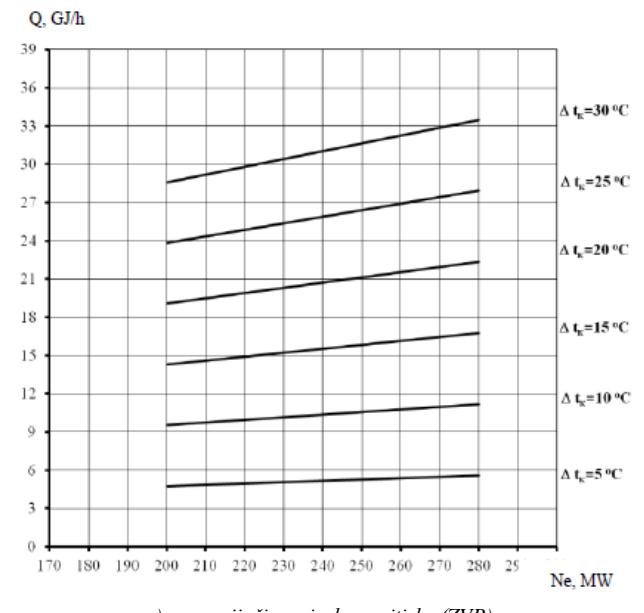
Vlastita potrošnja savremenih termoenergetskih blokova napaja se u normalnom pogonu redovno s otcjepa veze između generatora i blok transformatora, preko dvonamotajnog ili tronamotajnog transformatora. U prošlosti se vlastita potrošnja manjih blokova napajala preko prigušnice za smanjenje struje kratkog spoja, ili preko serijskog spoja prigušnice i regulacionog autotransformatora. Na upotrebu regulacione transformatore prešlo se zbog toga što su naponi generatora veći od nazivnih napona vlastite potrošnje, pa postoji potreba za transformacijom.

IV. SPECIFIČNOSTI RADA TERMOENERGETSKIH PREDUZEĆA

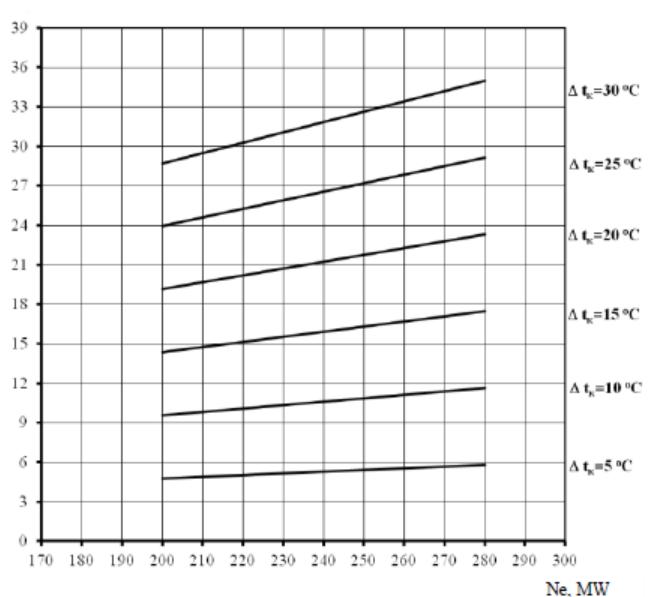
A. Specifičnosti konstrukcije i uslova eksploatacije opreme na termoenergetskim preduzećima na priomjeru TE Ugljevik

Polazeći od specifičnosti konstrukcije i uslova eksploatacije opreme, pogodnosti za korišćenje izrađenih energetskih karakteristika u ovoj glavi su date specifične zavisnosti osnovnih i pomoćnih pokazatelja rada energetskog bloka 300 MW TE Ugljevik, što je dopušteno sa Metodičkim napomenama za sastavljanje i za sadržaj energetskih karakteristika opreme termoelektrane RD 34.09.155-93, [1]. U ovom dijelu je bitno poznavanje sljedećih elemenata: proračun raspoložive snage energetskog bloka, zavisnost stepena korisnog dejstva (SKD) energetskog bloka „neto“ od proizvedene snage na generatoru, zavisnost specifične potrošnje goriva za proizvodnju električne energije, koja se šalje na kotao bloka, od kvaliteta dolazećeg uglja, balans potrošnje mazuta na termoelektrani i njegove norme, kao i balans potrošnje vode na termoelektrani i njegove norme. Radi planiranja ukupne proizvodnje električne energije pomoću energetskog bloka koji se nalazi u radnoj organizaciji, dopunski je, uz izrađene energetske karakteristike opreme, izvršena analiza i proračun nivoa raspoložive snage termoelektrane. Pri proračunu uzete su u obzir specifične karakteristike konstrukcije opreme, eksploatacije bloka i uslovi njegovog rada.

Dio rezultata je prikazan na slikama 1 do 4, [5]. Na osnovu materijala koji su dobijeni tokom ispitivanja (septembar 2012. god.), na osnovu kojih su sastavljene normativne karakteristike, raspoloživa snaga bloka, posle umanjenja potrošnje za sopstvene potrebe, iznosila je: pri radu sa zagrijaćima visokog pritiska (ZVP) – 270 MW, pri isključenim zagrijaćima visokog pritiska (ZVP) – 260 MW.

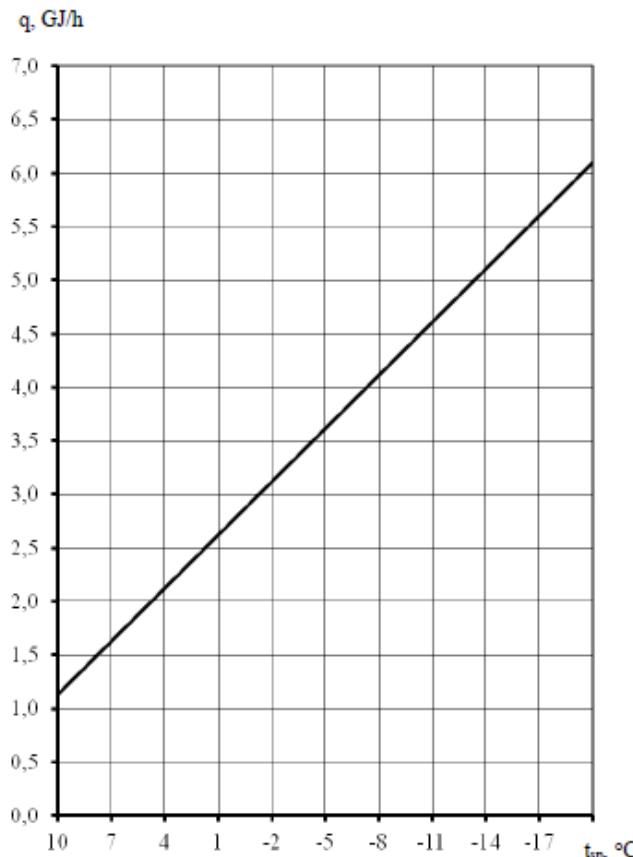


a) sa zagrijaćima visokog pritiska (ZVP)

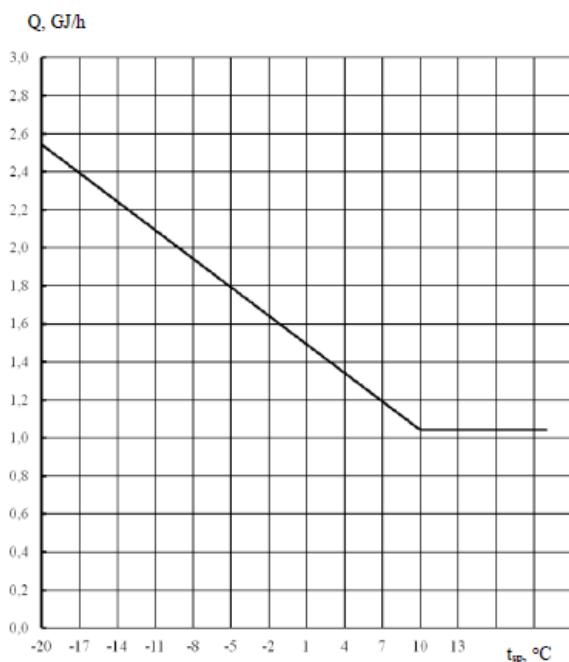


b) bez zagrijaća visokog pritiska (ZVP)

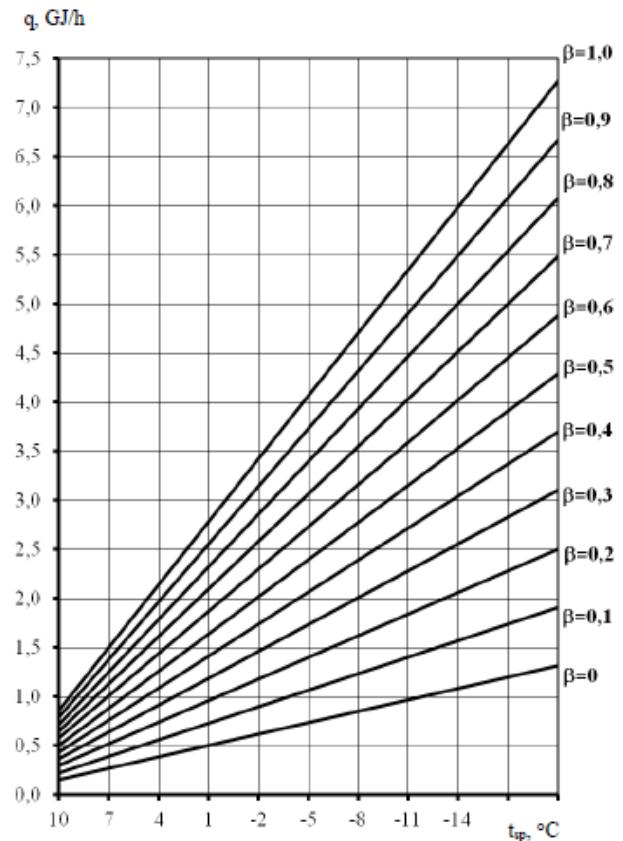
Sl. 2. Potrošnja topline na zagrevanje vazduha u kaloliferima kotla pri radu energetskog bloka sa ZVP (a) i bez ZVP (b)



Sl. 3. Potrošnja toplice na grijanje proizvodnih prostorija druge kategorije kotlovnog odjeljenja TE Ugljevik pri različitim temperaturama spoljašnjeg vazduha t_{sp}



Sl. 4. Časovni tehnološki gubici toplice, koji su povezani sa njegovim isključenjem sa mreže

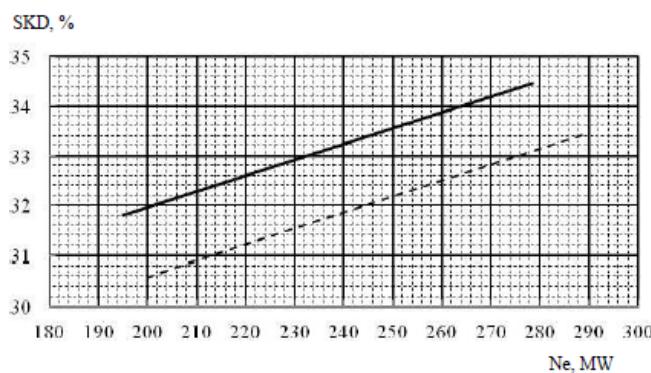


Sl. 5. Zavisnost norme potrošnje toplice na grijanje turbinskog odjeljenja TE Ugljevik od t_{sp} i koeficijenta viška vazduha β

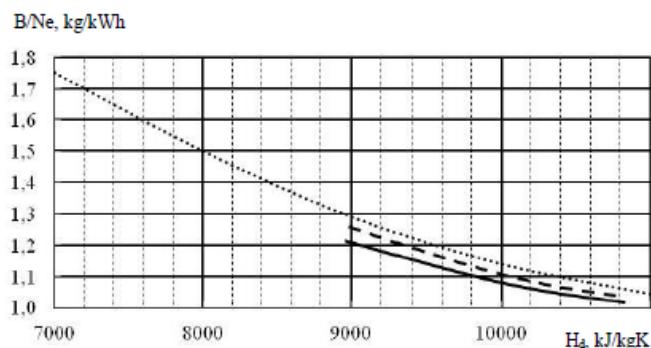
Podaci su dati pod uslovima da je na termoelektranu dopremano gorivo (ugalj) radnog sastava (9810 kJ/kg) sa karakteristikama koje su bliske proračunskim. Osnovni ograničavajući faktori za povećanje nivoa maksimalnog dugotrajnog opterećenja u ovom trenutku su: visoki nivo temperatura gasova po traktu kotla pri uključenju u rad ZVP, rad kotla na gorivu sa visokim svojstvima za zašljakivanje i zaprljenje pepelastih ostataka, odsustvo automatske regulacije parametara rada kotla, kao i zaprljanje grejnih površina u ložištu kotla i konvektivnih grejnih površina. Navedena ograničenja su unapred ograničili nivo maksimalno dostižnog električnog opterećenja bloka na generatoru od 280 do 290 MW. Pri tome srednja vrednost iznosi 285 MW što iznosi 95 do 98% u odnosu na nominalnu količinu proizvedene toplice kotlovnog postrojenja (sa ZVP/bez ZVP). U toku ispitivanja maksimalno opterećenje bloka je bilo 280 MW. Uticaj rada aparata za duvanje kotla uzeto je u obzir u visini 2 MW, što treba da se odnosi na prosječno dnevno opterećenje bloka. Smanjenje proizvodnje nastaje zbog oduzimanja pare iz ciklusa, potrebne za duvanje i njenog neiskorišćenja u turbinu pri konstantnoj količini proizvedene toplice od strane kotla. Smanjenje snage bloka zbog nepostojanja opreme za automatsko regulisanje parametara njegovog rada ocijenjeno je na nivou 8 MW. U toku sprovođenja ispitivanja oscilacije opterećenja energetskog bloka su iznosile ± 5 do 8 MW. Za ocjenu raspoložive snage termoelektrane, usvojeno je apsolutno smanjenje srednjeg nivoa opterećenja bloka za 8 MW.

B. Zavisnost tehnico-ekonomskih pokazatelja rada energetskog bloka od snage i kvaliteta uglja

Razrada normativnih karakteristika izvršena je na osnovu provedenih ispitivanja i na osnovu početnih podataka koji su usagrađeni sa rukovodstvom termoelektrane. Na slikama 5 i 6 dati su rezultati proračuna popravki na pokazatelje rada bloka na odstupanje početnih-nominalnih vrijednosti osnovnih i prolaznih pokazatelja rada opreme. Radi približenja dobijenih karakteristika realnim uslovima rada opreme energetskog bloka, u ovoj tački su dati rezultati proračuna zavisnosti: SKD energetskog bloka «neto» u odnosu na snagu na generatoru i specifične potrošnje goriva za proizvodnju električne energije, koja se predaje korisniku, od kvaliteta dopremljenog uglja. Zavisnosti su dobijene na osnovu materijala koji su dobijeni kontrolnim mjerenjima. Količina proizvedene električne energije, koja dolazi u energetski sistem, određena je sa uzimanjem u obzir pokazatelja proračunatih i datih na slikama 5 i 6.



Sl. 6. Zavisnost SKD energetskog bloka “neto” od proizvedene snage na generatoru uglja (pri radu ZVP dato punom linijom, isključeni ZVP dato isprekidanom linijom)



Sl. 7. Zavisnost specifične potrošnje goriva za proizvodnju električne energije, koja se šalje korisniku, od kvaliteta dopremljenog uglja H_d(pri radu ZVP dato punom linijom, isključeni ZVP dato isprekidanom linijom, zavisnost za energetski blok TE Gacko data tačkasto)

U količinu potrošnje goriva uzeti su u obzir i gubici toplote za sopstvene potrebe termoelektrane. Uzimajući u obzir da su se, pri sprovođenju toplotnih ispitivanja opreme, mijenjale karakteristike goriva u neznatnom dijapazonu, a radi poređenja na slici 5 je data zavisnost specifične potrošnje goriva za

energetski blok TE Gacko u širem dijapazonu promene toplotne sposobnosti uglja, [6].

V. ZAKLJUČAK

Preliminarne procjene su urađene na bazi detaljnih analiza tehničkih izvještaja ispitivanja i podešavanja, preporuka stručnih timova od strane projektanta kotlovskega agregata i tehnico-ekonomskih pokazatelja eksploracije u dosadašnjem radnom vijeku termoelektrane. Dobijene energetske karakteristike kotlovskega agregata i turbouredaja, rezultati proračuna potrošnja električne energije i toplote za sopstvene potrebe bloka 300 MW termoelektrane Ugljevik, dozvoljavaju da se ocijeni SKD kotla bruto, unutrašnji relativni SKD cilindara turbine, ostali tehnico-ekonomski pokazatelji rada opreme na termoelektrani.

ZAHVALNICA

Autori zahvaljuju službi za optimizaciju tehnološkog pogona termoelektrane na pripremi i dostavi podataka potrebnih za realizaciju ovog rada.

LITERATURA

- [1] Metodičke napomene po sastavljanju i sadržaju energetskih karakteristika opreme termoelektrana, RD 34.09.155-93, SPO ORGRĘS, M., 1993 g (Vneseno izmenu № 1, utverždennoe Mintopenergo RF ot 21.07.99). Dejstvje RD 34.09.155-93 prodleno bez ograničenja roka
- [2] Z. Milovanovic, M. Samardžić, Analiza energetske efikasnosti rada TE Ugljevik za period 2004-2014. godina, ENEF 2015, Banja Luka, 2015.
- [3] Z. Milovanović, Lj. Papić, S. Dumonjić-Milovanović, A. Milašinović, D. Knežević, Sustainable Energy Planning: Technologies and Energy Efficiency, DQM monograph library Quality and reliability in practice, Book 9, Prijedor, 779 p, 2017.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Z. Milovanovic, M. Samardžić i dr., Studija o energetskoj efikasnosti TE Ugljevik I, Institut za građevinarstvo IG, PC Trebinje, 2014.

ABSTRACT

The scope and diversity of energy efficiency projects provide only the basic principles for further development of energy efficiency projects an energy or process plant. Performance indicators for energy efficiency projects are classified into three groups: static, dynamic and non-economic. The paper gives an example of the concept of grouping energy efficiency projects by sectors within a thermal power company, as well as an overview of the results of a specific analysis at TPP Ugljevik within the RS Power System.

MANAGEMENT OF ENERGY EFFICIENCY PROJECT AT THERMAL POWER PLANTS

Zdravko Milovanović, Valentina Janičić Milovanović,
Snježana Milovanović