

ANALIZA ENERGETSKE EFIKASNOSTI RADA TE UGLJEVIK ZA PERIOD 2004-2014. GODINA

Zdravko N. Milovanović, *Univerzitet u Banjoj Luci, Mašinski fakultet*, Banja Luka
Momir Samardžić, *RiTE Ugljevik*, Ugljevik

Sadržaj – U radu su teoretski obrađene vremenske, energetske i tehno-ekonomske karakteristike bloka sa načinom definisanja i njihovog izračunavanja. Dobijene definicije i formule su primijenjene na određeni vremenski period proizvodnje električne energije termoelektrane (2004 – 2013. godina). Takođe, izvršena je detaljna analiza veličina i dat tabelarni i dijagramski prikaz posmatranih veličina. Pri tome, ostvarene karakteristike u eksploataciji bloka termoelektrane grupisane su u tri grupe za ocjenu i analizu efekata eksploatacije bloka termoelektrane (vremenske i energetske karakteristike i tehno-ekonomske karakteristike ostvarene u eksploataciji bloka termoelektrane). Na osnovu parametara uporedne analize energetske karakteristika i veličina u posmatranim vremenskim intervalima data su određena zaključna razmatranja.

1. UVOD

Energetska efikasnost predstavlja odnos između ostvarenog rezultata u proizvodnji električne energije i utrošene primarne energije za njenu proizvodnju (iz energenata i za vlastite potrebe). Na osnovu propisanih metoda računaju se: koeficijenti iskorišćenja vremena i snage, koeficijent energetske korisnosti postrojenja bloka, način i količine proizvedene električne energije, kao i količine upotrebene energije za vlastite potrebe. Pravilno izračunavanje ostvarenih karakteristika bloka omogućuje ocjenu energetske efikasnosti, [1].

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. Kao primjer, data je analiza rada TE Ugljevik.

TE Ugljevik je pušten u pogon 1985. godine i u eksploataciji je odradio 151.416 časova zaključno sa 2013. godinom, slika 1. U svom eksploatacionom periodu je imao prekid eksploatacije (april 1992. do novembar 1995.), što je imalo posledično uzročnu problematiku u nastavku eksploatacije. Nepostojanje adekvatne prenosne mreže, nedostatak i neujednačen kvalitet uglja, industrijsko ogledni kotao bloka dovoljno neprilagođen uglju u prethodnoj eksploataciji su uslovlili nešto duži period normalizacije eksploatacije. Podizanje snage bloka na nominalnu vrijednost je bilo neostvarljivo bez dodatnih ulaganja, pogotovo što je kotao bloka i prije prekida eksploatacije bio limitirajući

faktor za ostvarenje nominalnog opterećenja. Uslovi za veće zahvate na kotlu bloka su se stekli tek 2010. godine u kapitalnom remontu gdje je urađena djelimična revitalizacija (zamijenjen zagrijač vode – EKO novim modifikovanim, zamijenjeni gorionici novim, zamijenjen sistem čišćenja ekrana ložišta kotla sa novim modifikovanim sistemom, ugrađena termo vizija plamena ložišnog prostora i dr.). Revitalizacija je dala pozitivne efekte, pri čemu je pored analize energetske efikasnosti postrojenja bloka, data i tehno-ekonomska analiza, kao i mogućnosti povećanja energetske stepena korisnosti postrojenja, odnosno poboljšanja energetske svojstava bloka i proizvodnje električne i toplotne energije.



Sl. 1. Prikaz TE Ugljevik.

2. KARAKTERISTIČNI PARAMETRI ZA OCJENU ENERGETSKO - EKONOMSKE EFIKASNOSTI RADA TERMoeLEKTRANE

Ostvarene karakteristike u eksploataciji bloka termoelektrane grupisane su prema pripadnosti za ocjene i analizu vremenskih, energetske i tehno-ekonomskih efekata eksploatacije bloka termoelektrane u tri grupe: vremenske karakteristike ostvarene u eksploataciji bloka termoelektrane, energetske karakteristike ostvarene u eksploataciji bloka termoelektrane i tehno-ekonomske karakteristike ostvarene u eksploataciji bloka, [3,7].

2.1. Vremenske karakteristike ostvarene u eksploataciji bloka termoelektrane

Vremenske karakteristike ostvarene u eksploataciji bloka za posmatrani vremenski period (na nivou godine, polugodišta, mjeseca ili neki drugi period koji se analizira) definisane su sa koeficijentom eksploatacije bloka K_e i koeficijentom zastoja (otkaza) bloka (K_e^I). Koeficijent eksploatacije je jedan od pokazatelja vremenskog iskorišćenja bloka termoelektrane i može da se definiše na dva načina. Prvi način i najčešće korišćen u literaturi je definicija koeficijenta eksploatacije bloka preko količnika vremena eksploatacije tj. rada bloka na mreži (T_e) i kalendarskog

vremena (T_k) za posmatrani period (mjesečni, godišnji i dr.). Za nove blokove faktor eksploatacije na godišnjem nivou je 0,85 do 0,90, dok kod starih blokova se kreće do 0,85. Na ovaj način izračunati koeficijent eksploatacije se koristi u uporednim analizama, pošto je i vrijeme remonata u okviru kalendarskog vremena. Drugi način određivanja koeficijenta eksploatacije na godišnjem nivou je preko količnika između vremena eksploatacije (T_e) i razlike kalendarskog vremena i vremena određenog za godišnji remont ($T_k - T_r$). U većini termoelektrana trajanje remonata nije standardizovano, pa pri uporednim analizama o energetskej efikasnosti podaci nisu primjenljivi. Ovaj način računanja se više koristi na lokalnom nivou i pri izradi godišnjih planova za svaku konkretnu termoelektranu. Vrijeme eksploatacije u posmatranom periodu (godišnji, polugodišnji, mjesečni ili neki drugi zadati period za analize) je sastavljeno od svih vremena neprekidnog rada bloka bez otkaza – zastoja ($T_{e,i}$), gdje je $i = 1...n$, a n ukupan broj intervala neprekidnog rada bloka za posmatrani period.

Otkazi na postrojenjima i vitalnoj opremi termoelektrane kao posledica otkaza su uzrok poremećaja tehnološkog procesa i ne stacionarne režima rada bloka. Otkazi na postrojenjima i vitalnoj opremi, koji eksploatacionom osoblju ne daju mogućnost održavanja procesnih parametara prema tehnološkom upustvu i tehničkim propisima eksploatacije i ugrožavaju bezbjedan i siguran rad bloka, uzrokuju zastoje. Neki otkazi iziskuju trenutnu obustavu bloka termoelektrane. To su otkazi koji ugroze bezbjednost postrojenja i osoblja u eksploataciji i održavanju. Zato postoje zaštite i blokade na bloku termoelektrane za trenutna isključenja sa pojavom takvih slučajeva. Otkaze, odnosno zastoje postrojenja i opreme bloka termoelektrane možemo grupisati u tri osnovne grupe, i to: havarijske ili neplanske - trenutno bezbjedno isključenje blok, planske - može se proizvesti rad za neko izvesno vrijeme do ugrožavanja tehničkih propisa eksploatacije i bezbjednosti i sigurnosti postrojenja i okoline i planske remontne zastoje bloka za godišnji remont. Neplanski otkazi nastaju kao posljedica otkaza pri radu bloka koji su izazvani abrazijom materijala, starenjem i gubljenjem funkcionalnih osobina, toplotnim preopterećenjem, nepravilnom eksploatacijom i greškom pri održavanju, nepridržavanja tehničkih uputstava i propisa, neadekvatnih remonata, pohabanost, pogoršan kvalitet osnovnog goriva i sl. Kako su blokovi termoelektrana kompleksna cjelina i sastavljeni od velikog broja zavisnih tehnoloških cjelina i kompleksnih postrojenja, to su i mogućnosti za neplanske otkaze veće, a naročito za blokove starije izvedbe. Planski otkazi obuhvataju godišnje remonte i planirane radnje koje se pojave u toku eksploatacije sa ciljem povećanja energetske efikasnosti. Analize efikasnosti i kvaliteta preventivnih mjera eksploatacije i održavanja se vrši i preko koeficijenta otkaza termoelektrane. Koeficijent otkaza prema grupisanju otkaza je sastavljen od: koeficijenta neplanskih otkaza (K_{no}), koeficijenta planskih obustava (K_{po}), koeficijenta godišnjeg remonta (K_r) i koeficijenta potiskivanja (K_p). Otkazi mogu nastati i zbog nemogućnosti prenosne mreže da preuzme proizvedenu električnu energiju zbog pojave neplanskih viškova proizvodnje u elektroenergetskom sistemu u odnosu na potrošače. Ovu pojavu prouzrokuje najčešće rad hidroelektrana energetskeg sistema (povoljna hidrologija i znatno jeftinija proizvodnja električne energije u odnosu na

proizvodnju u TE). Ovi slučajevi se definišu pomoću koeficijenta potiskivanja. Koeficijent otkaza se računa po formuli :

$$K_{ot} = K_{no} + K_{po} + K_r + K_{pot} \quad (1)$$

Vrijednost ovog koeficijenta je u dijapazonu 0,02 do 0,10 računato na godišnjem nivou. Niže vrijednosti su za nove blokove, a više za stare blokove.

Planske obustave su uvedene kao preventivne mjere u cilju postizanja veće pogonske spremnosti i smanjenja rizika te sprečavanja neplanskih otkaza u radu blokova termoelektrana. Važna je veličina pri planiranju investicija kod starih blokova ili razrješenju problematičnih slučajeva u eksploataciji koji ne ugrožavaju bezbjedan rad, a potrebno ih je anulirati u nekom vremenskom razdoblju. Za planiranje rada starih blokova na prenosnoj mreži elektroenergetskog sistema koji su pri kraju radnog vijeka koristi se koeficijent planske obustave, čija vrijednost se definiše na bazi iskustvenih podataka pri praćenju eksploatacionih podataka termoelektrane ili sličnih termoelektrana u okruženju. Definiše se kao količnik vremenskog trajanja planskog zastoja i kalendarskog vremena za posmatrani vremenski interval. Faktički to je vremenski period za koji je otklonjen planirani nedostatak zbog koga je blok u stanju u otkazu ili izvršena planirana investicija na bloku termoelektrane. Najčešće se određuje na nivou godine i rijetko se primjenjuje u planiranju. Koristi se u posebnim slučajevima kod blokova starijih izvedbi i većih investicionih ulaganja, a pri kraju radnog vijeka termoelektrane.

Koeficijent remonta definiše tekuće i kapitalne godišnje remonte. Definiše se kao količnik vremena trajanja remonta i kalendarskog vremena na nivou godine. Koeficijent remonta se određuje na nivou godine i ima različite vrijednosti (zavisno da li su blokovi termoelektrane starijih izvedbi, većih snaga i obima planiranih radova u remontu, tj. da li su u pitanju tekući ili kapitalni godišnji remont). Vrijednosti ovog faktora za starije blokove se kreće od 0,08 do 0,16. Više vrijednosti se odnose na kapitalne a niže na tekuće remonte.

U toku eksploatacije blokova termoelektrane se pojavljuju slučajevi gdje količine proizvedene električne energije nisu pokriveno potrošnjom, odnosno kada se u mreži elektroenergetskog sistema (EES) zbog smanjene potrošnje ili iz nekih opravdanih razloga su povećane proizvodnje pojedinih proizvodnih komponenti u okviru EES. U tim slučajevima dispečerska služba mora da održava sistem u ravnoteži i isključuje pojedine blokove iz pogona, odnosno najčešće vrši potiskivanje bloka termoelektrane sa mreže. Ove pojave se najčešće javljaju kada su dotoci vode u hidroelektranama nekontrolisano veliki ili u slučajevima kada se neplanski smanji potrošnja odnosno nema poznatog kupca električne energije (u slučaju izvoza električne energije). Ovi slučajevi su rijetki, ali se susreću u praksi. Ove pojave se definišu preko koeficijenta potiskivanja i nisu planske veličine. Koeficijent potiskivanja se definiše kao količnik vremena trajanja potiskivanja i kalendarskog vremena.

Energetske karakteristike bloka daju ocjenu proizvodne sposobnosti bloka i utrošenoj energiji za vlastite potrebe. Energetske karakteristike bloka se daju u vidu određenih parametara (koeficijent iskorišćenja snage bloka, koeficijent iskorišćenja kapaciteta bloka, koeficijent vlastite potrošnje bloka termoelektrane i koeficijent korisnog dejstva

termoelektrane). Koeficijent iskorišćenja snage bloka se definiše kao količnik ostvarene snage i nominalne (proračunske) snage. Koeficijent iskorišćenja snage bloka je najčešće u dijapazonu od 0,97 do 1,00. Proizvodni kapaciteti bloka termoelektrane se mogu analizirati preko koeficijenta iskorišćenja kapaciteta bloka. Ovaj koeficijent se određuje na osnovu proizvedene električne energije, a definiše se kao količnik između ostvarene količine proizvedene električne energije i maksimalno teoretski moguće količine proizvedene električne energije pri 10%-tnom iskorišćenim kapacitetima postrojenja bloka termoelektrane. Koeficijent vlastite potrošnje bloka termoelektrane definiše vlastite potrebe postrojenja bloka za električnom energijom.

Koeficijent korisnog dejstva termoelektrane definiše odnos između proizvedene električne energije termoelektrane i ukupno uložene toplotne energije goriva. U termoelektrani, pri odvijanju tehnološkog procesa proizvodnje električne energije u svim dijelovima transformacije jednog vida energije u drugi, dolazi do nepovratnih gubitaka energije. Ove gubitke objedinjuje i definiše koeficijent korisnog dejstva termoelektrane - η_{TE} . koeficijent korisnog dejstva termoelektrane po proizvedenoj električnoj energiji (bruto) može se definisati i kao proizvod nekoliko koeficijenata korisnog dejstva pojedinih dijelova tehnološkog procesa, i to:

$$\eta_{TE}^B = \eta_{kot}^B \cdot \eta_{tg}^B \cdot \eta_c, \quad (2)$$

gdje su:

η_{kot}^B - koeficijent korisnog dejstva kotlovske postrojenja (bruto);

η_{tg}^B - apsolutni električni koeficijent korisnog dejstva turbogeneratora (bruto);

η_{kot}^B - koeficijent korisnog dejstva cjevovoda (parovoda).

Koeficijent korisnog dejstva termoelektrane se može odrediti i direktnom metodom preko proizvedene električne energije i uložene toplotne energije iz goriva. Može biti bruto i neto, a definišu se:

- *bruto* (η_{TE}^B) - kao odnos ukupno proizvedene električne energije na stezaljkama generatora termoelektrane prema ukupno uloženoj količini toplotne energije iz goriva, i
- *neto* (η_{TE}^P) - kao odnos proizvedene električne energije koja se preda u prenosnu mrežu elektroenergetskog sistema (proizvodnja na pragu) prema ukupno uloženoj toplotnoj energiji iz goriva.

2.2. Tehničko-ekonomski pokazatelji u eksploataciji bloka termoelektrane

Tehničko ekonomski pokazatelji obuhvataju: količine proizvedene električne energije na generatoru i predate na mrežu elektroenergetskog sistema (generator - prag termoelektrane), količine uložene toplotne energije iz energenata za proizvedenu električnu energiju, eksploatacioni period aktivnog rada bloka uzimajući u obzir i toplu rezervu ukoliko je potisnut sa mreže, specifična potrošnja osnovnog i potpalnog goriva bruto i neto, specifična potrošnja toplotne energije iz osnovnog goriva, specifična potrošnja dekarbonizovane i demineralizovane vode, kao i brojno učešće radne snage po proizvedenom kWh-tu električne energije (ovo obuhvata eksploatacioni personal i personal održavanja). Eksploataciono vrijeme je definisano u vremenskim karakteristikama, kao i vrijeme potiskivanja sa mreže. Gubici toplotne i električne energije za vlastite

potrebe su prikazani kroz odgovarajuće koeficijente u energetske karakteristika. Dio vremenskih i energetske karakteristika bi se takođe mogli uvrstiti u tehničko-ekonomske pokazatelje, jer je nemoguće izvršiti preciznu podjelu. Kao energenti za proizvodnju električne energije koriste se goriva, od kojih su najčešći ugalj (mrki i ligniti), mazut i gas. U termoelektranama se najčešće kao osnovno gorivo koristi ugalj, a kao potpalno gorivo i gorivo za podršku vatre u kotlovima pri nestacionarnim režimima mazut ili gas. Gorivo u kotlovskom postrojenju sagorijeva i njegova hemijska energija pri procesu sagorijevanja se transformiše u toplotnu energiju koja se predaje radnom fluidu uz nastajanje produkata sagorijevanja (dimni gasovi, leteći pepeo i šljaka). Radni fluid u procesu proizvodnje električne energije je demineralizovana voda, čijom transformacijom faza, uz primljenu toplotnu energiju iz goriva u kotlovskom postrojenju, prelazi u pregrijanu paru, a u turbinskom postrojenju izvrši rad, koji dalje u generatoru proizvodi električnu energiju. Demineralizovana (demi) voda je krajnji proizvod prerade sirove vode u hemiskoj pripremi vode, a kao međufaza je dekarbonizovana (deka) voda, čija je potrošnja u značajnim količinama u zatvorenom termodinamičkom ciklusu bloka, pri proizvodnji električne energije termoelektrane. Električna energija, kao krajnji proizvod se dalje, preko sabirnica, blok transformatora, prenosne i distributivne mreže, doprema do potrošača. Za praćenje, analizu i optimalno vođenje proizvodnog ciklusa termoelektrane ostvarene specifične potrošnje potrebno je održavati u granicama, koje su propisane i normativnim ispitivanjima dokazane. Specifične potrošnje se mogu posmatrati sa aspekta proizvodnje električne energije na stezaljkama generatoru (bruto vrijednost) i sa aspekta predate električne energije u prenosnu mrežu (neto vrijednost). Specifične potrošnje se u proizvodnom ciklusu TE mogu dati kao specifična potrošnja osnovnog goriva bloka (bruto i neto), specifična potrošnja toplote bloka (bruto i neto), specifična potrošnja toplote goriva bloka (bruto i neto), specifična potrošnja potpalnog goriva (mazuta ili gasa), specifična potrošnja toplote potpalnog goriva, specifična potrošnja dekarbonizovane (deka) vode i specifična potrošnja demineralizovane (demi) vode. Na osnovu specifičnih utrošaka se vrši ocjena ekonomičnosti rada bloka termoelektrane.

Specifična potrošnja osnovnog goriva bloka (bruto i neto) definiše se kao odnos ukupno utrošene količine goriva za proizvedenu električnu energiju i proizvedene električne energije na stezaljkama generatoru bloka. Prema potrebama može se računati dnevna, mjesečna i godišnja specifična potrošnja goriva bloka. Više se koristi kod termoelektrana koje imaju lokalne rudnike i gdje ne postoje kvalitetne tehničke i hemijske analize uglja za procjenu kvaliteta uglja.

Specifična potrošnja toplote bloka (bruto i neto) daje zavisnost potrošene toplotne energije pri ostvarenim parametrima u eksploataciji bloka i ostvarenim pogonskim uslovima i režimima rada. Daje ocjenu o vođenju eksploatacije za posmatrano vrijeme sa stanovišta ekonomičnosti i iskorišćenja toplotne energije, a pri transformacijama toplotne energije u električnu energiju. U opštem slučaju, postoji funkcionalna zavisnost između uložene toplotne energije goriva i proizvedene električne energije bloka termoelektrane, što energetske karakteristike te

dvije veličine povezuju. Ova funkcionalna zavisnost se iskazuje u formi $Q = f(E)$ ili $E = f(Q)$, gdje je sa E data proizvedena električna energija, odnosno sa Q data utrošena toplotna energija. Ova zavisnost je jednoznačno određena tehničko-izvedenim karakteristikama i definisana je režimima eksploatacije bloka termoelektrane. Međutim, na odstupanje od jednoznačne zavisnosti proizvedene električne energije i utrošene toplotne energije ima uticaj veliki broj faktora eksploatacije (parametri svježe pare, parametri među pregrijane pare, ostvarena šema tokova unutar termodinamičkog ciklusa, stanje hladnog dijela turbine - izlazni stepeni turbine niskog pritiska sa kondenzatorom, a koji zavisi od količine rashladne vode, temperature rashladne vode, čistoće kondenzatora i prodora vazduha). Specifična potrošnja toplote bloka obzirom na snagu na stezaljkama generatora (bruto), odnosno na snagu na pragu bloka (neto), može se izraziti u toploti radnog medija, koja je prihvaćena u kotlu, kao i toplotu utrošenog goriva određenom donjom toplotnom moći goriva. Prva nam omogućuje da se, na osnovu poređenja sa odgovarajućom specifičnom potrošnjom toplote u turbinskom ciklusu, utvrdi uticaj gubitka toplote radnog medija od kotla do turbine, kao i uticaj vlastite potrošnje toplote.

Specifična potrošnja toplote goriva (bruto i neto) služi nam kao osnova za upoređivanje sa normativnom specifičnom potrošnjom toplote goriva. Ona obuhvata cjelokupnu transformaciju energije u bloku, počev od goriva do proizvedene električne energije. U direktnoj je sprezi sa specifičnom potrošnjom toplote energije iz osnovnog goriva. Danas, ova veličina se sve više koristi za uporedne analize i ocjenu efikasnosti termoelektrane. Za njeno računanje od posebne važnosti je kvalitetno određena donja toplotna moć osnovnog (primarnog) goriva. Termoelektrane koje nemaju svoje rudnike, osnovno gorivo nabavljaju kupovinom na tržištu i plaćaju po toplotnim jedinicama. Ovaj koeficijent je u direktnoj sprezi sa specifičnom potrošnjom goriva. Specifična potrošnja goriva za kretanje i potpalu može da se prikaže preko mase (g_{PG}) i preko toplote energije utrošene iz goriva za kretanje i potpalu (q_{PG}). Definiše se kao odnos ukupno potrošenog goriva za potpalu i kretanje preko mase ili preko toplote energije i proizvedene električne energije. Može da se prikazuje u odnosu na proizvedenu električnu energiju (bruto) i na isporučenu električnu energiju u prenosni sistem (neto). I ova specifična potrošnja se izračunava za određeni vremenski period (dnevni, mjesečni, godišnji). Specifična potrošnja deka i demi vode može da se prikaže preko zapremnske potrošnje (v_{DK} , v_{DM}) i preko mase (m_{DK}^I i m_{DM}^I). Definiše se kao odnos ukupno potrošene deka ili demi vode i proizvedene električne energije (bruto) ili isporučene električne energije u prenosni sistem (neto) za posmatrani vremenski period (dnevni, mjesečni, godišnji). Brojno učešće radne snage po proizvedenom kWh električne energije obuhvata personal eksploatacije i održavanja termoelektrane.

3. REZULTATI I ANALIZA EKSPLOATACIJE TE UGLJEVIK U PERIODU 2004. DO 2014. GODINA

3.1. Tehničke karakteristike TE Ugljjevik

Za uporednu analizu i ocjenu ostvarenih karakteristika korištene su tehničko – projektne karakteristike koje su date u Tabeli 1.

Tabela 1: Pregled tehničkih projektnih karakteristika TE Ugljjevik instalisane snage 300 MW, [1, 6].

Parametar	Jedinica mjere	Vrijednost / karakteristika
Nominalna snaga bloka TE	MW	300
Snaga na pragu TE	MW	279
Tehnički minimum	MW	180
Napon prenosne mreže	kV	400
Koeficijent vlastite potrošnje	-	0,07
Koeficijent iskorišćenja snage bloka	-	1,0
Koeficijent eksploatacije	-	0,8
Koeficijent iskorišćenja kapaciteta bloka	-	0,8
	-	0,8
Koeficijent korisnog dejstva TE	Bruto, -	0,339
	Neto, -	0,320
Osnovno gorivo	-	Mrki ugalj
Gorivo za podršku vatre i potpalu	-	Mazut
Donja toplotna moć osnovnog goriva	kJ/kg	10.495,00
	-	-
Specifična potrošnja toplote energije	Bruto, kJ/KWh	10.558,00
	Neto, kJ/KWh	11.250,00

3.2. Vremenske karakteristike ostvarene u eksploataciji

Ove karakteristike prikazuju stabilnost eksploatacije, iskorišćeno kalendarsko vrijeme za rad bloka, turbulencije u eksploataciji zbog neplanskih obustava odnosno pojave otkaza, kao i trajanje remonata i ostalih planskih otkaza u eksploataciji. Normativi za vremenske karakteristike blokova od 300 MW i većih snaga su:

- za koeficijent eksploatacije (godina kapitalnog remonta - $K_e = 0,75$; godina srednjeg remonta - $K_e = 0,80$ i godina tekućeg remonta - $K_e = 0,825$);
- za koeficijent remonta (kapitalni remont - $K_r = 0,200$; srednji remont - $K_r = 0,150$ i tekući remont - $K_r = 0,125$).

Pregled izračunatih ostvarenih vremenskih karakteristika je prikazan u Tabeli 2. Analizom ove tabele može se zaključiti da se je koeficijent eksploatacije po godinama posmatranog eksploatacionog vremenskog perioda mijenjao od 0,458 iz 2005. godine (minimalna vrijednost) do 0,8463 (2012. godine, maksimalna vrijednost). U toku 2005. godine je, pored ostvarenog minimalnog koeficijenta eksploatacije, ostvaren i maksimalan koeficijent otkaza. Slično, tokom 2012. godine, uz maksimalan koeficijent eksploatacije ostvaren je i minimalan koeficijent otkaza. Zbir ovih koeficijenata je uvijek jednak jedinici. S obzirom da je 2005. godina posebno karakteristična tokom eksploatacije TE Ugljjevik za razmatrani period, treba istaći sljedeće:

- ostvarene su izuzetno loše vremenske karakteristike;
- izvršen je kapitalni remont i ostvaren koeficijent remonta - $K_r=0,225$, koji je u odnosu na normativnu vrijednost veći za 9,76 %, što dalje govori o produženom remontu za 175 časova;
- neplanskih otkaza je bilo 24, uz ostvaren koeficijent - $K_{no}=0,122$, zbog čega blok termoelektrane nije radio 1069 časova;
- tok eksploatacije u 2005. godini pratilo je zatrpavanje konvektivnih ogrijevniha štati letećim pepelom, uz začepljenja svijetlih otvora za prolaz dimnih gasova zbog starog ekonomajzera, kao i planskih zastoja za čišćenje. pri čemu je ostvaren koeficijent - $K_{po} = 0,135$ (u normalnim uslovima eksploatacije nije slučaj da se

planiraju zastoji), a zbog ovih događaja blok termoelektrane nije radio 1182 časa;

- zbog viška električne energije na tržištu bilo je potiskivanja TE sa mreže, pri čemu je ostvareni koeficijent – $K_{pot} = 0,038$, zbog čega je blok bio u stanju tople rezerve 33 časa;
- ostvaren je koeficijent eksploatacije od 0,458, što je 61,5 % od normativne vrijednosti (najlošiji rezultat u posmatranom vremenskom periodu), što je za rezultat imalo rad bloka na mreži od samo 4012 časova na godišnjem nivou.

Najpovoljnije vremenske karakteristike su ostvarene 2012. godine, sa sljedećim karakteristikama:

- izvršen tekući remont i ostvaren koeficijent remonta – $K_r=0,101$, što je u odnosu na normativnu vrijednost manje za 19,2 %, što govori o skraćenom tekućem remontu u odnosu na normativ od oko 207 časova;
- ostvaren koeficijent neplanskih otkaza – $K_{no}=0,0421$, zbog čega blok nije radio 370 časova (neplanskih otkaza je bilo 13, što je ispod svih ostvarenih vrijednosti u dosadašnjoj eksploataciji termoelektrane;
- planski otkazi svedeni na minimalne vrijednosti iznose – $K_{po} = 0,0106$ i pokazuje da su zaprljanja konvektivnih šahti kotla svedena u minimalne okvire i da je zamjena

ekonomajzera kotla novim dala pozitivne rezultate (na otklanjanje planskih otkaza je utrošeno oko 93 časa);

- potiskivanja sa mreže nije bilo, što pokazuje da viška energije na tržištu takode nije bilo.;
- Da je ostvaren maksimalan koeficijent eksploatacije $K_e = 0,8463$, što je za 2,58 % veće od normativne vrijednosti za tekuće remonte i pokazuje da je blok bio u radu oko 7.434 časova, što takode predstavlja rekord u eksploataciji bloka TE Ugljevik;
- Ukoliko se odbije vrijeme skraćenog remonta (što ne treba praktikovati) i dalje je koeficijent eksploatacije veći od normativne vrijednosti za 0,275 %, što daje predstavu o stabilnoj i dugotrajnoj proizvodnji električne energije.

Analizirajući vremenske karakteristike za posmatrane godine eksploatacije može se konstatovati da je zamjena ekonomajzera u remontu 2010. godine dala pozitivne rezultate za sve vremenske karakteristike. Tako, naprimjer koeficijent eksploatacije u periodu do 2010. godine je od 6 do 10 % manji od normativne vrijednosti, a u periodu 2011. Do 2013. godine veći za 0,2 do 2,6 % , što izraženo preko časova rada je manje za oko 434 do 728 (period 2005. do 2010. godine) ili za 12 do 160 časova više (period 2011. do 2013. godine).

Tabela 2: Pregled vremenskih karakteristika bloka TE Ugljevik – srednje vrijednosti na godišnjem nivou, [2].

Godina eksploatacije	Koeficijent eksploatacije	Koeficijent neplanskih otkaza	Koeficijent planskih otkaza	Koeficijent remonta	Koeficijent potiskivanja	Koeficijent otkaza - zastoja	Broj zastoja otkaza
	K_e	K_{no}	K_{po}	K_r	K_p	K_o	n
2004	0,575	0,178	0,015	0,087	0,145	0,425	23
2005	0,458	0,122	0,113	0,225	0,038	0,542	24
2006	0,737	0,166	0,013	0,106	0,023	0,263	27
2007	0,767	0,055	0,079	0,128	0,001	0,233	22
2008	0,753	0,04	0,063	0,123	0,007	0,247	16
2009	0,7725	0,054	0,042	0,112	0,0195	0,2275	24
2010	0,6478	0,0616	0	0,2776	0,013	0,3522	16
2011	0,8264	0,0601	0,0361	0,0774	0	0,1736	21
2012	0,8463	0,0421	0,0106	0,101	0	0,1537	13
2013	0,7554	0,0529	0,0222	0,1695	0	0,2446	17
Ukupno:	0,71166	0,08364	0,03932	0,14066	0,02472	0,28834	203

Vremenske karakteristike za analizirane vremenske periode na nivou godine su u dozvoljenim granicama, a njihove vrijednosti su zavisile od uslova eksploatacije, kvaliteta goriva i poremećaja u eksploataciji, te dužine trajanja remonata, obima pojave otkaza (kvarova) i brzine otklanjanja nedostataka u toku trajanja zastoja. Ako se pri analizi vremenske karakteristike po godinama eksploatacije posmatranog vremenskog perioda uporede sa ostvarenim srednjim vrijednostima cjelokupnog dosadašnjeg efektivnog rada bloka termoelektrane, može se konstatovati da je:

- a) ostvareno vrijeme eksploatacije za analizirani period u odnosu na ukupno vrijeme eksploatacije od prve sinhronizacije iznosi 41,19 %, dok je odnos kalendarskih vremena samo 24,12 %;

- b) ostvareni koeficijent eksploatacije u analiziranom periodu veći za 0,0662 ili za 10,26 % u odnosu na cjelokupni efektivni rad termoelektrane;

- c) blok termoelektrane je od prve sinhronizacije i zaključno sa 2013. godinom odradio 151.416,00 efektivnih časova rada, što predstavlja 75,7 % radnog vijeka ove vrste blokova termoelektrana.

Za blokove ove snage i izvedbe normativ radnog vijeka, uz ekonomsku opravdanost ulaganja, zadovoljenja ekoloških normi i dobro izvršenje tekućih održavanja, tekućih, srednjih i kapitalnih remonata iznosi 200.000,00 efektivnih časova rada. Radni vijek se može produžiti do 250.000 efektivnih časova rada ako se na vrijeme planiraju i izvrše revitalizacija uređaja, postrojenja i dijelova bloka, uz ekonomsku opravdanost i zadovoljenje ekoloških normi. Pod dobrim izvršenjem navednih radnji tekućih, srednjih i kapitalnih

remonata se podrazumijeva: da su remontu dobro isplanirani, zamijenjeni dotrajali dijelovi i sklopovi postrojenja, da se ne skraćuje vrijeme trajanja remonata na štetu kvaliteta ili smanjenja obima planiranih zamjena dijelova i radova, da se redovno vrše kontrole materijala vitalnih dijelova i postrojenja bloka i preventivno djeluje, kao i da je dobro preventivno održavanje, uz vođenje historijata događaja i ponašanja postrojenja, dijelova i sklopova postrojenja te njihovog radnog vijeka. Ostvarene vremenske karakteristike za analizirani vremenski period su relativno dobre, ako se ima u vidu da su bila dva kapitalna remonta i jedan srednji. Takođe se može konstatovati da je bilo i skraćivanja remonata (što nije dobro, pošto se kasnije događaju neplanirani otkazi). Broj otkaza, zbog kojih je blok termoelektrane bio izvan pogona u analiziranom vremenskom periodu je 203, što je 39,26 % od ukupnog broja otkaza od prve sinhronizacije termoelektrane. Analize govore da broj zastoja i njihovo trajanje ima trend smanjenja, odnosno ukazuje na poboljšanje rada bloka TE u cjelini za razmatrani period.

3.3. Energetske karakteristike ostvarene u eksploataciji

Srednje vrijednosti energetske karakteristika za posmatrani period su date u Tabeli 3. Kao osnovne energetske karakteristike za analizu i ocjenu kvaliteta proizvodnje električne energije bloka termoelektrane koriste se koeficijent iskorištenja snage bloka, koeficijent iskorištenja kapaciteta bloka, koeficijent vlastite potrošnje bloka i ukupni koeficijent iskorištenja termoelektrane. Analizirani rad bloka u posmatranom vremenskom proizvodnom periodu prema postignutim energetskim karakteristikama može se grupisati u tri dijela i to:

- prvi dio - godine 2004., 2005. i 2006.;
- drugi dio - godine 2007., 2008., 2009. i 2010., i
- treći dio - godine 2011., 2012. i 2013.

U prvom dijelu nivo srednje ostvarenih koeficijenata iskorištenja snage na godišnjem nivou je najmanji, a koeficijenta vlastite potrošnje najviši. Ostvarena srednja

snaga na generatoru je od 225 do 237 MW. Ostvarene srednje vrijednosti koeficijenta vlastite potrošnje su od 9,21 do 9,51 %. Ostupanja od nominalnih vrijednosti su preko 25 %. Ostvarene vrijednosti karakteristika daju sliku lošijeg perioda eksploatacije i slabije energetske efikasnosti bloka termoelektrane. Ovu konstataciju potvrđuje i ostvareni koeficijent iskorištenja kapaciteta do 0,565 (manji od 60 %). U drugom dijelu posmatranog vremenskog proizvodnog perioda se nivo ostvarenih karakteristika iskorištenja snage povećao do 0,835 (2010. godina), a koeficijent vlastite potrošnje smanjio na vrijednosti do 7,52 % (2010. godina). Ostvarene vrijednosti koeficijenta iskorištenja snage su povećane za oko 5,5 %, a koeficijent vlastite potrošnje je smanjen drastično čak i do 16 %. Koeficijent iskorištenja kapaciteta je dostigao nivo vrijednosti do 0,642, što je u odnosu na prvi dio za 12 % veći i govori o povećanju energetske efikasnosti. Postignuti ostvareni nivo snage u ovom dijelu proizvodnog perioda je oko 250 MW. Zamjena zagrijača vode u kotlu bloka izvršena je u kapitalnom remontu iz 2010. godinr, zbog čega je ostvaren koeficijent remonta 0,26, a koeficijent iskorištenja kapaciteta 0,542. U trećem dijelu posmatranog vremenskog proizvodnog perioda ostvarene su srednje vrijednosti energetske karakteristika iskorištenja snage od 0,885 do 0,9145. To je za 5 do 8 % viši nivo u odnosu na drugi dio vremenskog proizvodnog perioda rada termoelektrane. Koeficijent vlastite potrošnje je dostigao nivo 7,18 %, što je 2,6 % veći od nominalne vrijednosti 7%. Snaga na generatoru je povećana na nivo oko 270 MW. Maksimalno ostvarene vrijednosti koeficijenta iskorištenja kapaciteta je 0,755 ili 75,5 %. Ostvarene vrijednosti energetske karakteristika u 2011. godini bile su najpovoljnije u odnosu na sve ostale godine eksploatacije bloka termoelektrane. Ukupni koeficijent iskorištenja bloka termoelektrane je niži od normativne vrijednosti za oko 3 % u prosjeku, Tabela 3.

Tabela 3: Pregled energetske karakteristika bloka TE Ugljevik– srednje vrijednosti na godišnjem nivou, [4, 5].

Godina eksploatacije	Koeficijent iskorištenja snage	Koeficijent vlastite potrošnje	Koeficijent iskorištenja kapaciteta	Koeficijent korisnog dejstva TE - bruto	Koeficijent korisnog dejstva TE - neto
	K_N	K_{vp}	K_{ik}	η_{te-bru}	$\eta_{te-neto}$
2004	0,747	0,0928	0,429	0,3336	0,3026
2005	0,790	0,0944	0,362	0,3374	0,3056
2006	0,767	0,0951	0,565	0,3360	0,3040
2007	0,817	0,0898	0,626	0,3399	0,3096
2008	0,823	0,0783	0,620	0,3409	0,3105
2009	0,832	0,0759	0,642	0,3405	0,3138
2010	0,837	0,0752	0,542	0,3409	0,3152
2011	0,913	0,0718	0,755	0,3415	0,3170
2012	0,890	0,0735	0,753	0,3429	0,3177
2013	0,881	0,0759	0,677	0,3285	0,3035
Ukupni:	0,835	0,0822	0,594	0,3384	0,3106
Normativ:	1.000	0,0700	0,75/0,80/0,825	0,3400	0,3200

3.4. Tehničko-ekonomske karakteristike ostvarene u eksploataciji bloka TE Ugljevik

Ostvarene tehničko ekonomske karakteristike u eksploataciji bloka TE su predstavljene u Tabelama 4, 5 i 6. Kao tehničko-ekonomske karakteristike bloka za analizu ekonomičnosti rada su uzete specifične potrošnje osnovnog i potpalinog goriva (maseni i toplotni udjeli), specifične potrošnje vode (kako sirove tako i obrađene) za potrebe napajanja kotla i opsluživanje bloka termoelektrane.

Ostvarena srednja specifična potrošnja osnovnog goriva – uglja je bruto od 1 kg/kW_eh (2004. godina) do 1,076 kg/kW_eh (2013. godina), a neto je od 1,13 kg/kW_eh (2004. godina) do 1,164 kg/kW_eh (2013. godina). Ostvarena srednja specifična potrošnja potpalinog goriva – mazuta je bruto od 0,00068 kg/kW_eh (2012. godina) do 0,00315 kg/kW_eh (2005. godina), a neto je od 0,00073 kg/kW_eh (2012. godina) do 0,00348 kg/kW_eh (2005. godina), Tabela 4.

Tabela 4: Pregled ostvarenih specifičnih utrošaka goriva bloka – srednje vrijednosti na godišnjem nivou, [4, 5].

Godina eksploatacije	Specifična potrošnja uglja - bruto	Specifična potrošnja uglja - neto	Specifična potrošnja mazuta - bruto	Specifična potrošnja mazuta - neto	Donja toplotna moć trošenog uglja
	g_{og} , kg/kWeh	g_{og} , kg/kWeh	g_{pg} , kg/kWeh	g_{pg} , kg/kWeh	H_d , kJ/kg
2004	1,0000	1,1000	0,00250	0,00276	10.690
2005	1,0242	1,1309	0,00315	0,00348	10.291
2006	1,0211	1,1285	0,00216	0,00239	10.407
2007	1,0432	1,1310	0,00156	0,00169	10.091
2008	1,0242	1,1110	0,00103	0,00112	10.269
2009	1,0455	1,1315	0,00157	0,00170	10.050
2010	1,0372	1,1220	0,00152	0,00165	10.120
2011	1,0718	1,1545	0,00142	0,00153	9.781
2012	1,0312	1,1129	0,00068	0,00073	10.154
2013	1,0756	1,1640	0,00142	0,00154	10.136
Ukupno:	1,0403	1,1335	0,00158	0,00173	10.163
Proračunski:	1,009	1,0719	0,0015	0,0017	10.495

Za analizirani vremenski period proizvodnje električne energije od deset godina ostvarena je srednja specifična potrošnja uglja – bruto od 1,0403 kg/kW_eh i neto 1,1335 kg/kW_eh i specifična potrošnja potpalinog goriva (mazuta) – bruto od 0,00158 kg/kW_eh i neto – 0,00173 kg/kW_eh. Ostvarene vrijednosti specifične potrošnje uglja su veće od računsko projektovanih u masenim jedinicama za 3 do 6 %, a mazuta su u granicama normativa. Ostvarena srednja specifična potrošnja toplotne energije iz osnovnog goriva – uglja je u granicama – bruto od 10.471kJ/kW_eh (2012. godina) do 10.902 kJ/kW_eh (2013. godina), a neto 11.292 kJ/kW_eh (2011. godina) do 11.798 kJ/kW_eh (2013. godina), Tabela 5. Vrijednosti su veće od proračunskih od 0,4% do 5%, što govori o povećanoj potrošnji toplotne energije iz osnovnog goriva, a samim tim i povećanje količinskih vrijednosti. Proizvodnja električne energije se može okarakterisati sa aspekta potrošnje toplotne energije iz osnovnog goriva kao nedovoljno ekonomična. Primjera radi, tako u 2013. godini je zabilježeno povećanje potrošnja toplotne energije za isto proizvedenu električnu energiju u odnosu na projektovane vrijednosti za 712.096 GJ, što izraženo u masenim jedinicama je 70.070 tona uglja toplotne moći 10.163 kJ/kg. Posmatrano za desetogodišnji vremenski period proizvodnje električne energije, te količine su 3.858.448 GJ ili u masenim jedinicama cca 380.000 tona uglja. Ostvarena donja toplotna moć uglja (10.163 kJ/kg) je u projektnim granicama, a odstupanje od garancijske vrijednosti (10.495 kJ/kg) je 3,2% prema nižoj projektnoj vrijednosti.

Za ocjenu ekonomičnosti proizvodnje električne energije značajni su i faktori specifične potrošnje sirove, dekarbonizovane i demineralizovane vode, Tabela 6. Analize pokazuju da su potrošnje dekarbonizovane vode niže od normativnih vrijednosti. Za analizirano vrijeme proizvodnje električne energije od deset godina manje su ostvarene vrednosti od normativa za 10,3 %, što govori o precijenjenosti normativa. Postojeće normative je potrebno promijeniti i na osnovu desetogodišnje potrošnje uspostaviti novi normativ u svrhu preciznijeg planiranja i kvalitetnijih analiza troškova. Uz optimizaciju procesa proizvodnje i potrošnje dekarbonizovane vode i na bazi desetogodišnjeg praćenja ostvarene specifične potrošnje za normativ bi se mogla dati preciznija vrijednost od 0,0028 m³/kWeh i odnosio bi se na neto specifičnu potrošnju, a za bruto je vrijednost 0,0026 m³/kWeh. Analize pokazuju da su potrošnje demineralizovane vode niže od normativnih vrijednosti, pa za analizirano vrijeme proizvodnje električne energije od deset godina manje su ostvarene vrijednosti od normativa za 11,3 %, što govori o normativu koji nije adekvatno određen. Uz optimizaciju procesa proizvodnje i potrošnje demineralizovane vode te na bazi desetogodišnjeg praćenja ostvarene specifične potrošnje za normativ bi se mogla dati preciznija vrijednost od 0,00029 m³/kWeh i odnosio bi se na neto specifičnu potrošnju, a za bruto je vrednost 0,00027 m³/kWeh. Pored navedenih karakteristika potrebno je uzeti u razmatranje kao ekonomske faktore zaposlenu radnu snagu i troškove održavanja, kako bi se upotpunila ekonomska analiza i ekonomska efikasnost.

Tabela 5: Pregled količina proizvedene električne energije i specifične potrošnje toplotne energije iz goriva, [4, 5].

Godina eksploatacije	Proizvodnja električne energije	Predata proizvedena električna energija na mrežu EES	Specifična potrošnja toplotne energije iz uglja - bruto	Specifična potrošnja toplotne energije iz uglja - neto	Specifična potrošnja toplotne energije iz mazuta - bruto	Specifična potrošnja toplotne energije iz mazuta - neto
	E_G, kWh	E_p, kWh	$q_{og}^b, kJ/kWh$	$q_{og}^n, kJ/kWh$	$q_{pg}^b, kJ/kWh$	$q_{pg}^n, kJ/kWh$
2004	1.129.579.200	1.024.719.476	10.690	11.759	102,50	113,16
2005	1.042.860.000	944.411.397	10.580	11.682	129,15	142,68
2006	1.392.469.920	1.259.995.635	10.627	11.744	88,56	98,04
2007	1.582.463.520	1.441.501.094	10.527	11.413	64,07	69,46
2008	1.660.921.440	1.512.545.954	10.517	11.409	42,41	46,00
2009	1.687.237.920	1.554.699.541	10.508	11.372	64,57	69,88
2010	1.423.314.840	1.315.720.000	10.497	11.355	62,37	67,46
2011	1.977.944.160	1.836.224.000	10.483	11.292	58,29	62,79
2012	1.982.602.560	1.837.054.000	10.471	11.300	27,79	30,00
2013	1.749.621.480	1.616.802.000	10.902	11.798	58,40	63,20
Ukupno:	15.629.015.040	14.343.673.097	10.572	11.519	64,98	70,80

Tabela 6: Ostvareni specifični utrošci sirove, deka i demi vode – srednje vrednosti, [4, 5].

Godine eksploatacije	Specifična potrošnja sirove vode - bruto	Specifična potrošnja sirove vode - neto	Specifična potrošnja deka vode - bruto	Specifična potrošnja deka vode - neto	Specifična potrošnja demi vode - bruto	Specifična potrošnja demi vode - neto
	$v_{sv}^b, m^3/kWh$	$v_{sv}^n, m^3/kWh$	$v_{dk}^b, m^3/kWh$	$v_{dk}^n, m^3/kWh$	$v_{dm}^b, m^3/kWh$	$v_{dm}^n, m^3/kWh$
2004	0,0029754	0,0032799	0,002651	0,002922	0,000304	0,000335
2005	0,0024484	0,0027037	0,002644	0,002919	0,0003143	0,000347
2006	0,0045498	0,0050281	0,002702	0,002986	0,0002957	0,0003268
2007	0,0041099	0,0045118	0,002843	0,003082	0,0002778	0,0003012
2008	0,0069875	0,0076729	0,002675	0,002901	0,0002462	0,0002671
2009	0,0049403	0,0053614	0,002635	0,002852	0,0002593	0,0002806
2010	0,0033931	0,0036705	0,002462	0,002663	0,0002943	0,0003184
2011	0,0050991	0,0054927	0,002369	0,002551	0,0002697	0,0002905
2012	0,0046406	0,0050083	0,002343	0,002529	0,0002316	0,0002500
2013	0,0042856	0,0039602	0,002153	0,002330	0,0001738	0,0001880
Ukupno:	0,0044622	0,0048620	0,0025275	0,002745	0,0002613	0,0002839
Normativ:	-	-	0,00284	0,00306	0,00030	0,00032

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu parametara uporedne analize energetskih karakteristika i veličina u posmatranim vremenskim intervalima može se zaključiti da ostvarena vrijednost koeficijenta iskorišćenja snage bloka termoelektrane nije dostigao proračunsku vrijednost i da je 9,8 % niži, što pokazuje da revitalizacija nije dala maksimalan rezultat, odnosno da nije postignuta nominalna snaga bloka (u odnosu na period prije izvršene revitalizacije koeficijent je povećan za 9,06 %, što je rezultat povećane snage za 20 MW). Imajući u vidu eksploataciono ponašanje bloka termoelektrane i kvalitet uglja koji se koristio, nije za očekivati da se u budućoj eksploataciji znatnije poveća koeficijent iskorišćenja snage, a samim tim i snaga bloka. Znaajući karakteristike kotla i njegovo ponašanje u dosadašnjoj eksploataciji, realno je očekivati prosječne

vrijednosti koeficijenta iskorišćenja snage od oko 0,905, a ukoliko se nastavi sa revitalizacijom i konstruktivnim poboljšanjima moguće je ostvariti vrijednost koeficijenta iskorišćenja snage i do 0,95. Ostvareni koeficijent eksploatacije u posmatranom periodu relativno je visok kada se uzmu u obzir karakteri otkaza i remonata, a u periodu nakon izvršene revitalizacije je veći od proračunskog za 4,34 %. Povećanje koeficijenta eksploatacije u navedenom periodu je rezultat smanjenja koeficijenta remonta i koeficijenta planskih otkaza, te nepostojanja koeficijenta potiskivanja. Ostvareni koeficijent eksploatacije je dostigao nivo nominalne vrijednosti i uz dobro održavanje moguće ga je održati u nominalnim vrednostima (0,8) za planirane srednje remonte. Vidljivo je da se koeficijent remonta planski smanjuje u odnosu na računski, što nije dobro, jer ima negativne posljedice na kvalitet urađenih godišnjih remonata. Skraćivanje godišnjih remonata se odražava na kvalitet i

kvantitet radova, što uvećava šanse za povećanje koeficijenta neplanskih otkaza (tokom 2013. godine se to i dogodilo). Neplanski otkazi su imali najniže vrijednosti 2008. (0,04) i 2012. godine (0,0421). I dalje su to vrijednosti ispod normativnih (0,05). Kada se posmatraju preostale godine iz navedenog vremenskog perioda, povećanje koeficijenta neplanskih otkaza je za 5,6 % veći u odnosu na normativ. Posljedica većeg broja neplanskih otkaza i isključenja termoelektrane je smanjenje energetske efikasnosti i poskupljenje proizvoda. Samim tim se umanjuje i pogonska sigurnost i bezbjednost postrojenja i opreme bloka. Umanjeni koeficijent planskih otkaza (u odnosu na normativ 6,4 % i na raniji period 55,68 %) je rezultat izvršene zamjene zagrijača vode, što je dalo pozitivne rezultate na efekte proizvodnje, smanjenu potrošnju mazuta i poboljšanje pogonske spremnosti bloka termoelektrane. Ostvarena srednja vrijednost koeficijenta vlastite potrošnje na nivou godine od 7,18 % (2011. godine), što je niže od normativne vrednosti (7,2%), ali je i dalje veća od proračunske za 2,6%. U periodu 2011. do 2013. godine, usljed smanjene vlastite potrošnje, dato je kumulativno više energije u elektroenergetski sistem, čime je postignut pozitivan efekat sa energetskog i ekonomskog stanovišta. Rezultati analize su pokazali da je trošen uglj u periodu proizvodnje električne energije u posmatranom vremenskom razdoblju lošijeg kvaliteta, što se djelimično odrazilo i na specifičnu potrošnju uglja u procesu proizvodnje električne energije. Trošeni uglj po donjoj toplotnoj moći je za 3,2 % lošiji od garancijskog, ali ne izlazi iz okvira projektovanog uglja (vrijednosti 8790 do 12.090 kJ/kg). Hemijske karakteristike uglja nisu obuhvaćene ovom analizom, ali i njih treba u narednom periodu uzeti kroz dodatnu analizu. Specifična potrošnja uglja je veća za oko 5 % u odnosu na proračunske vrijednosti. Na povećani koeficijent specifičnog utroška, pored lošijeg kvaliteta uglja, ima uticaj povećanog stepena iskorištenja kotla. U okviru analiziranog vremenskog perioda od deset godina specifične potrošnje dekarbonizovane i demineralizovane vode za proizvedenu električnu energiju u odnosu na normative su manje za 10,3 odnosno 11,3 %. Najvjerovatnije da normativne vrijednosti nisu određene na osnovu računskih pokazatelja i da su bile u startu prevelike. U cilju kvalitetnijih uporednih analiza i boljeg planiranja troškova proizvodnje potrebno je definisati nove normativne vrednosti za navedene koeficijente. Na bazi urađene analize u radu i iskustva iz proizvodnje predložene vrijednosti su za specifičnu potrošnju dekarbonizovane vode – bruto 0,0028 m³/kWeh, odnosno za specifičnu potrošnju dekarbonizovane vode – neto 0,0026 m³/kWeh. Slično, vrijednosti za specifičnu potrošnju demineralizovane vode su – bruto 0,00029 m³/kWeh i specifična potrošnja demineralizovane vode – neto 0,00027 m³/kWeh. Ostvarene specifične potrošnje toplotne energije osnovnog goriva su veće od proračunskih vrijednosti za 2,3%, što nam daje za pravo da konstatujemo da je koeficijent korisnog dejstva kotla pogoršan u odnosu na proračunske vrijednosti. Za posmatrani desetogodišnji period proizvodnje električne energije povećana je potrošnja toplotne energije za 3.858.448 GJ ili prevedeno u masene jedinice oko 380.000 tona uglja donje toplotne moći 10.163 kJ/kg. Slično, kada se

uzme u obzir osnovno i potpalno gorivo ostvareni koeficijent korisnog dejstva termoelektrane je manji za 2,94% od normativne vrijednosti (0,32%), što za stare blokove predstavlja relativnodobro iskorišćenje. Karakteristično za ove blokove je da najekonomičniji rad ostvaruju pri opterećenjima od 269 do 272 MW, gledano sa stanovišta koeficijenta korisnog dejstva i specifične potrošnje toplotne energije.

5. LITERATURA

- [1] 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.
- [2] Tehnički otčet energobloka 300 MVt TЭС „Uglevik“, VO KOTЭС, Moskva, 2012.
- [3] Z. Milovanovic, „*Optimization of Power Plant Reliability*“, University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering Banja Luka, Banja Luka, 2003.
- [4] Mjesečni izvještaji proizvodnje električne energije TE Ugljevik za 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012 i 2013. godinu
- [5] Godišnji izvještaji o kretanjima i zastojima TE Ugljevik 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012 i 2013. Godinu
- [6] A. P. Kovaleva: Парогенераторы, Энергия, Moskva – Leningrad, 1966.
- [7] 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.

Abstract – Inside this paper the subject were time, energetic and techno-economical characteristics of the block together with method for their defining and computing. Acquired definitions and equations were applied on certain time period of electricity production inside the power plant (2004-2013). Also the detailed analysis of observed magnitudes was performed and so the associated reviews in tabular forms and related diagrams were given. Thereat, the acquired characteristics in exploitation of the block of thermal power plant were grouped into three groups for evaluating and analysis of effects of exploitation of the block (time characteristics, energetic characteristics and techno-economical characteristics acquired during exploitation of the block). On the basis of parameters of the analysis of energetic characteristics and magnitudes in observed time intervals the certain final observations were given.

ANALYSIS OF ENERGETIC EFFICIENCY OF OPERATION OF TPP UGLJEVIK FOR PERIOD 2004-2014

Prof. Dr Zdravko N. Milovanović
Momir Samardžić