

# MJERE ZA SMANJENJE TROŠKOVA KAPITALA, POGONA I ODRŽAVANJA KOD TERMoeLEKTRANA

Mr. sc. Branimir Loš, Zagreb

UDK 621.311.22.005:658.8  
PREGLEDNI ČLANAK

Smanjenje troškova proizvodnje električne energije pokreće domino efekt: slobodno tržište se širi, sjedinjavanje poduzeća dovodi do ušteda, a pogon, dobava goriva i opreme za termoelektrane prolaze temeljitu reviziju. Projektanti, graditelji i građevinska poduzeća su natjerani na smanjenje troškova. Ovaj referat povezuje pojedinačne mjere usmjerene na smanjenje troškova.

**Ključne riječi:** troškovi, tržište, pogon, gorivo, oprema, smanjenje, mjere.

## 1. UVOD

Konkurencija koja prelazi državne granice, pokrenuta liberalizacijom tržišta, uzrokovala je dramatično smanjenje cijene električne energije i prisililo mnoga elektroprivredna poduzeća na prilagodbu svoje poslovne politike novonastalim uvjetima. Otvaranjem tržišta treba težiti rezultatima koji će predstavljati dobitak za gospodarstvo i društvo u cjelini.

Velika elektroprivredna poduzeća su obuhvaćena fundamentalnim promjenama tijekom kojih moraju voditi brigu o zadržavanju tržišta i ispunjavanju svojih obveza glede regulative o zaštiti okoliša. Država preko zakonskih akata i regulatornih tijela stalno nadzire tržišnu konkurenciju između dobavljača električne energije i osigurava korisnicima pravo izbora. Industrije koje uživaju individualne geografske monopole, a posljedice svog neefikasnog rada prenose na potrošače, izložene su skokovitim promjenama koje moraju biti kontrolirane od strane države da bi se zadržala postojeća raspoloživost i pouzdanost dobave električne energije. Smanjenje cijena električne energije osobito vrijedi za velike potrošače, koji promjenom isporučitelja ili novim pregovorima s postojećim mogu postići značajno smanjenje svojih troškova nabave električne energije. Kaskadni domino učinak je stvoren zahtjevima potrošača za smanjenjem cijena električne energije.

Elektroprivrede reagiraju snižavanjem svojih troškova kroz spajanje, vidi tablicu 1, revidirajući pri tome uvjete pogona, dobavu goriva i opreme uz istodobno postavljanje zahtjeva na svoje dobavljače roba i usluga da smanje troškove. Dobavljači roba i usluga reduciraju svoje troškove kroz niz mjera kao što su: napredna tehnička rješenja, povećavanje učinkovitosti proiz-

vodnje, smanjenje ulaznih količina materijala, uvođenje naprednih materijala, uporaba računala, redukcija broja djelatnika, sveukupne uštede na novim projektima.

**Tablica 1. Ravnoteža koja ne smije biti narušena pri smanjenju troškova**

Sigurnost Profit Zaštita okoliša Kvaliteta	Novi materijali Povećanje godišnjih pogonskih sati Smanjenje broja djelatnika Smanjenje pričuve Pristup svjetskim izvorima dobave opreme, usluga, goriva itd.
▲ Smanjenje troškova proizvodnje električne energije	

## 2. MJERE ZA SMANJENJE TROŠKOVA ULAGANJA

Mjere, nove i tradicionalne, poduzete od strane elektroprivreda i neovisnih proizvođača električne energije radi redukcije kapitalnih ulaganja u nove i zamjenske izvore su navedene u tablici 2.

Jedna od mjera za smanjenje troškova, zajednička razvijenim i zemljama u razvoju, je i uporaba kombiniranih ciklusa i otvorenih ciklusa temeljenih na plinskim turbinama. Ovo je tehnološki izbor tamo gdje su troškovi goriva konkurentni i/ili voda raspoloživa, a emisije plinovitih, tekućih i krutih čestica iznad dozvoljenih. Trošak početnih ulaganja, naročito za velike kombi jedinice, je 30 do 50 posto od troškova blokova na ugljen ili tekuće gorivo, a efikasnost znatno viša od konvencionalni "parnih blokova" (55 do 57 posto naprama 34 do 38 posto). Veliki nadkritični blokovi i kogeneracije nisu česta tehnička rješenja za proizvodnju električne energije.

Tablica 2. Mjere za smanjenje troškova ulaganja

1	Izvori opreme širom svijeta
2	Rizik temeljen na ugovorenim stimulansima – prepoznavanje kvalitete i programa
3	Utvrđivanje stanja postojećih objekata
4	Modalitet poslovanja - BOT (izgraditi, koristiti, prenijeti u vlasništvo)
5	Modalitet poslovanja - BOOT (izgraditi, posjedovati, koristiti, prenijeti u vlasništvo)
6	Modalitet poslovanja – BLT (izgraditi, dati u najam, prenijeti u vlasništvo)
7	Fiksna ugovorna cijena i ugovaranje poprijeko
8	Financijski aranžmani
9	Standardizirana postrojenja
10	Modularni pristup montaži
11	Količinski diskont
12	Projektiranje podržano računalom (otkrivanje neusklađenosti tijekom projektiranja)
13	Uvođenje naprednih materijala i tehnologija radi povećanja efikasnosti
14	Potpuna i mnogostruko distribuirana kontrola
15	Tehnička izvedba postrojenja za sve predvidive režime rada
16	Vraćanje izgubljene snage

Proizvođači energetske opreme su tradicionalno bili konzervativni, glede isporuke sustava i opreme sve do pojave neovisnih proizvođača električne energije i smanjenja potreba za domaćom radnom snagom. U razvijenim zemljama, cijene domaće opreme i sustava su bile opravdane konkurentnošću ponuda i dokazanom pouzdanošću u uporabi (to je bio ili je još uvijek slučaj u zemljama kao što su Francuska i Njemačka). Povlastice za domaće proizvođače su bile određene zakonskom regulativom. Proizvodi izvan velikih korporacija su isporučivani samo onda kada su marginalne rezerve bile nedovoljne da osiguraju pouzdanu dobavu. Preko niza zakona, država traži od kompanija da osiguraju isporuku električne energije od najjeftinijih dobavljača, što mogu biti neovisni ili susjedne elektroprivrede. Ova evolucija je praćena deregulacijom, a ima dramatičan utjecaj na projektiranje i građenje postrojenja.

### 2.1. Svjetski izvori

U uporabi već dugo nije krilatica “kupuj domaće”. Temeljni uvjeti za uspješan razvoj projekta su niski troškovi opreme i sustava koji udovoljavaju ugovornim specifikacijama, potrebni da bi se maksimirao profit ulagača i isporučitelja opreme na projektima. Elektroprivredna poduzeća su pod pritiskom državnih regulatora tržišta prinuđena prihvatili ovaj pristup. Isporučitelji i offshore isporučitelji opreme su premjestili proizvodne pogone u zemlje u razvoju koje imaju niže troškove radne snage. “Klonirani” proiz-

vođači se sve više pojavljuju na tržištu, tako da su međudržavni proizvođači opreme postali više pravilo a manje izuzetak.

### 2.2. Rizik i poticaji

Ugovori za isporuku opreme i građenje moraju osiguravati ulagaču mogućnost penaliziranja neispunjenja ugovornih obveza za nastale štete i to proporcionalno stupnju do kojeg neispunjenje utječe na ekonomičnost projekta. Ovaj rizik je često savladiv za isporučitelje koji imaju marginalni potencijal za uspjeh. Rizik ne može biti u pitanju kada sposoban isporučitelj može odstupiti od ponuđenog. Drugim riječima, isporučitelju treba ponuditi poticaje za poboljšavanje profita ukoliko može prebaciti iznad očekivanja ugovorom utvrđene razine performanci. Nivo rizika treba biti proporcionalan nivou poticaja.

### 2.3. Procjena stanja postojećih termoenergetskih izvora

Starije, nedovoljno efikasne, termoelektrane mogu često biti obnovljene uz niže troškove od onih koji se stvaraju pri njihovom zatvaranju ili konzerviranju i davanju novih kapaciteta. Obnavljanje osigurava povoljnu priliku za vraćanje izgubljene efikasnosti izvora ili njegovo povećanje, kao što je to u slučaju poboljšavanja aerodinamike protočnog dijela parne turbine ili izmjene tlačnih dijelova međupregrijača koji znatno doprinose smanjenju pada tlaka i povećavaju efikasnosti turbine.

Mnogi izvedeni projekti uključuju različite nivoe dogradnje sustava, s analognog na digitalni, vođenja bloka. Dogradnje su usmjerene na optimiranje performanci blokova u stacionarnom radu, skokovitoj i postupnoj promjeni tereta i to tamo gdje je potreban ciklički rad. Nepovoljni porezni uvjeti za nove projekte često imaju za posljedicu vraćanje u pogon blokova koji su dulje vremena bili konzervirani ili još češće onih koji su prevedeni u hladnu rezervu.

Radi financiranja modifikacija na postojećim blokovima trebaju biti osmišljeni zajednički programi ušteda. Projektanti i dobavljači opreme za neke od ovih projekata često naplaćuju dio isporučenih roba i usluga iz ušteda postignutih na troškovima goriva u ugovorenom vremenu.

### 2.4. Vlasništvo i pogonski sporazumi

Vlasnici termoelektrane mogu podmiriti ukupne troškove postrojenja i smanjiti rizik tako da uobičajene troškove podešavanja i probijene početne troškove uključe u ugovorni opseg. Najčešći modaliteti poslovne strukture su u tom slučaju: BOO (izgraditi, posjedovati, koristiti), BOT (izgraditi, koristiti, prenijeti u vlasništvo), BOOT (izgraditi, posjedovati, koristiti, prenijeti u vlasništvo). Svaki od navedenih primjera normalno uključuje radi podjele rizika za oda-

brano tehničko rješenje ukupnu (paušalno) određenu cijenu opreme, fiksnu cijenu građenja, vlasnički udio u izvedenom postrojenju i vlasništvo nad elektranom u određenom vremenu.

U slučaju BOO opcije, izvršitelj posla po ugovoru zadržava vlasništvo nad opremom dogledno vrijeme. Cijena se formira prema potražnji i uključuje troškove financiranja i profit ugovaratelja. Osoblje za pogon i održavanje može odmah biti ugovoreno ili namješteno i nadzirano od krajnjeg korisnika.

Opcije BOT i BOOT su vrlo slične osim toga što se kod BOT modaliteta blok transferira na vlasnika nakon približno dvije godine pogona a kod BOOT nakon dvanaest do petnaest godina.

Ugovaranje isporuke opreme po paušalnoj i fiksno određenoj cijeni postaje dominirajuće u praksi. Vremenska kašnjenja, trošak novca i otkazivanje performansi opreme spadaju po pravilu u rizik. Kod paušalnog ugovaranja i fiksne cijene rizik pada na ugovaratelja.

Postoje dva razloga zašto se pristupa tom načinu ugovaranja:

- Termoelektrane su golemi financijski teret. Stopa koristi (profit) je ograničena državnim regulativom. Regulacijska tijela zbog velikog pritiska javnosti, ne dozvoljavaju porast stope proporcionalno s troškovima.
- Mnoge tvrtke su opterećene prekomjernim troškovima zbog ulaganja u NE (pogotovu dodatnim vezanim za sigurnost). Premda su troškovi regulirani tako da osiguravaju pogonsku spremnost, one ne mogu sebi priuštiti dodatni teret troška.

## 2.5. Tipiski termoenergetski blokovi

Kapitalni troškovi mogu biti značajno smanjeni ukoliko se glavna oprema bloka tipizira. Izvedbena tehnička dokumentacija je u tom slučaju obično kompletna na početku projekta. Najveći dio količina materijala je poznat tako da izvanredni troškovi mogu biti minimizirani, a smetnje na gradilištu bitno smanje. Tvornička izrada se tada odvija bez poteškoća, a postoji i mogućnost formiranja proizvodnih linija za masovniju proizvodnju komponenti. Ponovljenim optimiranjima se u značajnoj mjeri skraćuje vrijeme građenja.

Tipiska postrojenja su bila prije desetak godina izuzetak u razvijenim zemljama. Čista slučajnost je bila da sva oprema bude od istog proizvođača ili tehnički jednake izvedbe od jedne do druge termoelektrane. Elektroprivredna poduzeća su pokušavala ostvariti sigurnu dobit gradeći nove blokove na temelju referenci (po kriteriju raspoloživost i pouzdanost) odabranog isporučitelja. Većina takvih referentnih postrojenja nije bila optimirana po svim kriterijima tako da je povrat uloženog kapitala često bio usporen.

## 2.6. Modularni sklopovi

Tvornička montaža opreme i podsustava u cjeline podobne za kontejnerski transport poboljšava kvalitetu

izrade i smanjuje troškove montaže na gradilištu. Većina modularnih sklopova je ograničena transportnim mogućnostima i prihvatljivošću glede završne montaže. Upravljanje materijalima i organizacija su važni aspekt ovakvog pristupa realizaciji projekta. Tipični transportni moduli ili sklopovi su npr. parne turbine do 150 MW, sustavi za pripremu vode, sekcije kondenzatora, sklopovi glavne i predpumpne napojne vode zajedno sa pomoćnim cjevovodima, te oprema za upuštanje parne turbine.

## 2.7. Projektiranje podržano računalom

Primjena programa za računalo kao što su CAD a naročito 3-D CAD, značajno mogu doprinijeti redukciji kapitalnih troškova, troškova pogona i održavanja. Neki od ovih doprinosa su:

- tehnički crteži poslani elektronskom poštom brže mogu biti pregledani i odobreni,
- tehnički crteži isporučitelja opreme mogu na jednostavniji način biti elektronski uklopljeni u projektnu dokumentaciju; isporučitelj treba biti svjestan tih pogodnosti tijekom faze nuđenja i utvrditi svoj interes,
- izmjene izvornih podataka na ključnim crtežima mogu biti trenutačno promijenjene na nekim ili svim pripadajućim dokumentima,
- neusaglašenosti mogu biti uočene u fazi projektiranja a ne tijekom montaže,
- liste materijala i njihove količine je daleko lakše svesti na optimalni minimum,
- izvršitelji na montaži mogu biti do detalja upoznati s aktivnostima koje slijede,
- pogonsko i osoblje održavanja brže može utvrditi putem identifikacijskih brojeva veze između opreme, pričuvnih dijelova i materijala.

## 2.8. Napredni materijali i tehnologija

Mogućnosti za smanjenje troškova trebaju biti pažljivo ocijenjene, i uzete u obzir samo ako ne narušavaju raspoloživost i pouzdanost opreme. Dobri primjeri su izvedba odšljakivača sa strugačima pokretanima lancem i upotreba "lakog" čelika P91 za cjevovode. U prvom primjeru se za tehničku izvedbu troši manja količina vode nego kod starijih rješenja, što je vrlo značajno glede zagađenja okoliša. U drugom primjeru, primjenom navedenog materijala se ostvaruju znatne uštede na skupim nosivim elementima čelične konstrukcije i ovjesima.

Značajan napredak može biti napravljen uvođenjem sustava digitalne umjesto analogne kontrole. Performanse opreme se mogu neprekidno nadzirati i otkrivati negativni trendovi, to jest stacionarna i prolazna stanja mogu biti nadzirana zbog povećanja efikasnosti procesa i usporavanja degradacije materijala.

Redundanca opreme se kod novih jedinica bitno reducira ili uklanja ukoliko se može zadržati dobra ra-

spoloživost i pouzdanost sustava. Dobar primjer za to je sustav odsumporavanja, tako da i 600 MW blokovi imaju samo jednu posudu za absorpciju. Drugi primjer može biti redukcija broja kondenzatnih pumpi s tri od 50 posto nominalnog kapaciteta na dvije od 50 posto. Treći primjer je prelazak s dvije linije za odsis dimnih plinova iz kotla ukupnog kapaciteta 120 posto na jednu od 100 posto.

### 2.9. Projektiranje za sva zahtjevana stanja pogona

Blokovi većih snaga, iznad 200 MW, izgrađeni prije dvadeset ili više godina pretežito su korišteni za pokrivanje temeljnog dijela potrošnje električne energije. Blokovi su izgrađeni za jeftino gorivo i izvedeni s niskom efikasnošću. Čak ni visoka raspoloživost nije tražena od takvih blokova jer su elektroenergetski sustavi bili preizgrađeni izvorima. Danas je bitno reducirana potrošnja električne energije uvođenjem efikasnijih trošila u kućanstva i industriju, ima za posljedicu značajno variranje angažirane snage u sustavu opskrbe potrošača. Zahtjevi za ciklički rad temeljnih termoelektrana stavlja njihove vlasnike pred nova iskušenja. Njihova oprema u cikličkom radu ubrzano propada jer je izložena vrlo visokim toplinskim naprezanjima i to pogotovo ako je izgrađena od materijala koji ne mogu izdržati naprezanja izvan proračuna. Troškovi zamjene postojećih materijala odgovarajućima, povećavaju troškova na koje treba pridodati i troškove izgubljene proizvodnje tijekom obustava.

Brzina progrijavanja opreme tijekom upuštanja kao i promjene tereta moraju biti vrlo precizno nadzirane da se ne bi preostali životni vijek ubrzano i nekontrolirano trošio. Najugroženije su masivne komponente tlačnog sustava poput prijelaznih komada i glavne armature.

Rotirajuća oprema treba biti provjerena u cijelom rasponu opterećenja. Pogoni i spojke s varijabilnom brzinom vrtnje, premda imaju mnogo veća početna ulaganja, pokazuju se često u konačnici jeftinijima od pogona s konstantnom brzinom vrtnje i to naročito onda kada rade češće na nižim opterećenjima od nazivnog.

### 2.10. Vraćanje snage

Vraćanje izgubljene snage starijih blokova može osigurati značajnu korist vlasnicima. Ona se ogleda u porastu proizvedene električne energije i smanjenju emisije štetnih tvari u usporedbi sa zatečenim stanjem.

Važno je naglasiti da je vraćanje izgubljene snage često vezano na cijenu osnovnog ili mogućeg zamjenskog goriva koje vrlo oscilira od države do države. U teoretskoj analizi troškova i koristi projekata vraćanja izgubljene snage neke elektrane, često ostaju skriveni troškovi koje vlasnik, projektanti i isporučitelji opreme trebaju odrediti prije utvrđivanja ukupnih troškova projekta. Skriveni troškovi mogu uključivati dokidanje uporabe azbesta, kontaminaciju zemljišta, pogoršanja i kvarove sustava i građevinskih objekata koje se namjeravalo koristiti bez ikakvih modifikacija.

U većini projekata vraćanja izgubljene snage razmatra se mogućnost zamjene parogeneratorskog postrojenja (kotla i pomoćne opreme) s plinskom turbinom i kotlom ulaznikom.

Zamjena dotrajalih generatora pare novim kotlovima u kojima izgara kruto gorivo u fluidiziranom sloju poput: ugljena, otpada nastalog separacijom na rudniku, gradskog otpada, starih guma, otpadnih ulja itd. su praktički postala tipska rješenja za snage do 200 MW električnih.

Neovisni i mali proizvođači znatno smanjuju početna ulaganja koristeći često obnovljene parne turbine. Obnavljanjem parnih turbina se znatno povećava efikasnost protočnog dijela.

Neka elektroprivredna poduzeća prodaju glavnu opremu zatvorenih blokova industrijskim energanama, industriji cementna ili zemljama u razvoju ostvarujući pri tome manju dobit ili smanjuju trošak zatvaranja otpisanih postrojenja.

## 3. SMANJENJE TROŠKOVA POGONA I ODRŽAVANJA

Tablica 3 sadrži popis različitih mjera za smanjenje troškova pogona i održavanja koje može poduzeti vlasnik termoelektrane ložene fosilnim gorivom.

Tablica 3. Popis mjera za smanjenje troškova pogona i održavanja

1	Smanjenje broja osoblja
2	Zapošljavanje izvršitelja izvan ugovorenog servisa jedino kada postoji potreba za određenim poslom
3	Novčani poticaji za poboljšavanje specifičnog potroška i raspoloživosti
4	Uštede izvan pogona i održavanja
5	Uvježbavanje
6	Detaljno planiranje aktivnosti
7	Dulje vrijeme rada između dvije planske obustave za održavanje
8	Planiranje aktivnosti na održavanju tijekom kratkih obustava i to naročito za jedinice koje rade u ciklusima
9	Manja pričuva opreme i materijala
10	Zajednička pričuva za više blokova jedne ili više termoelektrana
11	Kupnja goriva na slobodnom tržištu
12	Dogradnja sustava regulacije i automatizacije
13	Provjera planiranih modifikacija analizom troškova i dobiti – svaka proizvodna jedinica profitni centar
14	Organiziranje poslova u smjenama
15	Optimiranje ciklusa rada blokova radi snižavanja specifične potrošnje
16	Kvaliteta
17	Rizik temeljen na uslugama i ugovorenom pogonu
18	Fleksibilnost radne snage
19	Stimulansi za održavanje tehničkih performanci
20	Proširenje jamstava na dograđenu opremu nedovoljnih referenci uz zadržavanje ekološke konkurentnosti
21	Istodobno izgaranje osnovnog goriva i odgovarajućeg otpada poput rabljenih guma, izgorive tekućine i drugo uz uvjet da je kotlovsko postrojenje prilagođeno

### 3.1. Smanjenje radne snage

Smanjenje radne snage se javlja u svim akcionarskim društvima uključujući i ona iz elektroenergetskog sektora. Nužnost za nekim redukcijama je očita budući da ne postoji česta potreba za izgradnjom novih izvora te da se mnoga poduzeća spajaju. Izostanak izgradnje novih izvora drastično reducira odjele za pripremu i izgradnju a spajanje ima za rezultat racionalizaciju osoblja u nekim odjelima. Mnoga radna mjesta ostaju nepopunjena odlaskom djelatnika.

Izlaskom na otvoreno tržište mnoge kompanije nepromišljenim akcijama u želji da se domognu profita smanjuju svoju inertnost ispod prihvatljive granice, postaju previše ovisne od drugih, tako da i mali poremećaji na tržištu dovode do nesavladivih problema.

Uvođenjem računala bitno se reduciraju troškovi inženjerskih usluga, planiranja, vođenja blokova, monitoringa itd. zato što se aktivnosti mogu obavljati s mnogo manjim brojem djelatnika. Starije i iskusnije osoblje se postupno zamjenjuje mlađima "kompjutorski izobraženima".

### 3.2. Uvježbavanje

Smanjenje opsega djelatnosti, spajanje poduzeća i žestoka borba na otvorenom tržištu prisiljava djelatnike na svim nivoima da stalno povećavaju efikasnost svoga rada.

Jedan od učinkovitijih načina stjecanja znanja je onaj kroz obuku i to ne učenjem kroz pokušaje i pogriješke. Kroz literaturu se ne može steći iskustvo već se ono prenosi od iskusnih na početnike. Iskustvo je dragocjeno za utvrđivanje očekivanih veličina tehničkih i troškova proračuna, podešavanje na zadate vrijednosti, te izbor materijala koji mogu izdržati očekivana naprezanja i koroziju.

Radi smanjenja prekomjernih troškova, mnogi korisnici i proizvođači opreme, kao i inženjering tvrtke financijski potpomažu, i profesionalno sudjeluju, u mnogim projektima u okviru istraživačkih ili tehničkih asocijacija. Poželjno je da osoblje koje ima pojačan interes u okviru radnog vremena obavlja pojedine aktivnosti na na takvim projektima.

### 3.3. Dugotrajni pogon između dvije planske obustave

Planske obustave, iz bilo kojeg razloga, reduciraju potencijalni profit. Međutim, obustave kao rezultat otkaza opreme, zbog manjkavosti održavanja ili ranog otkrivanja degradacije performanci, mogu često rezultirati većim troškovima od onih pretrpljenih češćim planiranim obustava.

Vlasnicima termoelektrana danas stoje na raspolaganju potpunije spoznaje o ponašanju materijala nego kada su oni bili uvedeni u upotrebu. Razvijeni ekspertni sustavi se sve više koriste za nadzor pogonskih stanja i vrednovanje njihovog utjecaja na opremu i očekivani životni vijek komponenti. Oni omogućavaju

inženjerima da odrede koji su sustavi ili dio opreme izloženi riziku otkaza te utvrde periode nakon kojih treba obaviti preglede i zamjenu koja ne dovodi komponentu u položaj neuobičajeno visokog rizika.

Jedna od tehnologija koja posebno zanima potencijalne vlasnike je napredna generacija plinskih turbina. Vlada jaka konkurencija između novih tehničkih rješenja koja su rezultat uvođenja novih materijala (kao što su turbinske lopatice i usmjerivači) i izvedbe podsklopova projektiranih blizu graničnih tehničkih mogućnosti radi redukcije troškova materijala. Dobro je poznato da je većina novih klasa plinskih turbina projektirana postupkom povećanja tehničkih parametara i manjih zahvata na konstrukciji provjerenih rješenja. Međutim, neke osobine naprednih projektnih izvedbi predstavljaju novinu. Da bi se zaštitili od velikih rizika, ulagači zahtijevaju mnogo obuhvatnije garancije kao i garancije najkraćeg vijeka trajanja za dijelove izložene visokom riziku na otkaz. Uprkos tim zahtjevima proizvođači produžavaju garantirano vrijeme pogona između dvije planske obustave.

### 3.4. Plansko održavanje tijekom pogona na niskim teretima i kratkim obustavama

Velike remontne obustave mogu biti skraćene i smanjen intenzitet fizičkog rada, ukoliko se pregledi i poslovi održavanja kratkog trajanja mogu obaviti tijekom rada postrojenja na niskom teretu ili planskim noćnim ili vikend obustavama. Na primjer, ako je planiran pogon postrojenja na 40 posto nominalnog tereta između 7,30 i 18 sati, tada treba obaviti tijekom tog vremena planske preglede ili/i zahvate koji kraće traju od raspoloživog vremena i to za opremu kod koje je razdijeljen nominalni kapacitet na dvije jedinice od po 50 posto.

Aktivnosti "izvan vršne" snage trebaju uključivati vremensku premiju u cijenu rada. Obično se ugovaraju poslovi održavanja, s određenim predujmom radi smanjenja troška iznenadnog angažiranja stručnog osoblja održavanja.

### 3.5. Smanjenje zaliha rezervnih dijelova

Kompjutorizirani nadzor nad rezervnim dijelovima, te razdioba rezervnih dijelova između elektrana i elektroprivrednih poduzeća omogućava značajnu redukciju indirektnih troškova. Razvijen je veliki broj sustava za vođenje i upravljanje poslovima održavanja koji pridonose smanjenju troškova. Na primjer HEP ulaže već nekoliko godina znatna sredstva u Projekt SUPO koji je važna potpora transparentnom i tržišno orijentiranom poslovanju održavanja.

Dijelovi, koji nisu podložni slučajnim ispadima i koji mogu biti brzo isporučeni od dobavljača, se više ne uključuju u obveznu pričuvu. Ugovaranje, ovisno o potrebama, isporuke takvih rezervnih dijelova se svodi na određivanje što kraćeg fiksnog vremena isporuke.

### 3.6. Kvaliteta

Kvaliteta izvedenih radova, na svim razinama, određuje profit svih sudionika uključenih u pogon i održavanje termoenergetskih postrojenja. Na primjer:

- Maksimiranje vremena pogona između dva zahvata, planiranje i raspoređivanje aktivnosti smanjuje vrijeme trajanja obustave poboljšavajući potencijal za porast prihoda od proizvodnje.
- Obuhvatno i razumljivo planirane specifikacije i pravodobno naručivanje zamjenskih dijelova, znatno doprinosi poboljšanju mogućnosti da planirani zahvati neće kasniti.
- Provjereno znanje osoblja i kalibrirani instrumenti stvaraju solidnu pretpostavku da niz rezultata tehničkih provjera opreme može biti uspoređeno s projektnim vrijednostima, a pokazatelji pogona zadržani u dozvoljenim granicama.
- Iskusni inženjerski kadar i pogonsko osoblje, koje raspolaže znanjima o opremi i sustavima može koristiti postrojenje do projektnih granica poboljšavajući specifični potrošak uz vrlo mala ulaganja.
- Iskusno osoblje na održavanju može obaviti zadatke brže i bolje nego neuvježbano s dobrim općim znanjem.

### 4. PRILAGOĐAVANJE HEP-a NOVIM UVJETIMA POSLOVANJA

U HEP-u nisu u dovoljnoj mjeri specificirane niti povezane pojedinačne mjere usmjerene na smanjivanje troškova. Nisu sprovedene niti sveobuhvatne analize većeg broja pojedinačnih mjera. Razloga za takvo stanje ima više. U dovoljnoj mjeri treba uvažiti činjenicu da je nacionalni elektroenergetski sustav R Hrvatske manji od mnogih dijelova velikih decentraliziranih sustava. Tržišna struktura je u Hrvatskoj obilježena sa snažnom okomito integriranom elektroprivredom, s izraženim monopolom. U HEP-u, monopolistu s državnom regulativom, je još uvijek blokiran kapital države. Elementi državne regulacije, kontrole nacionalne ekonomije i tržišta utječu na to da se uštede i pričuva HEP-a troše na održavanje cijena usluga. Zamišljena ideja da se investicije financiraju iz akumulacije poslovanja se nije ostvarila, čak su se uvjeti i pogoršali. Budući da nema tržišnog nadmetanja nema razloga niti poticaja za povećanje učinkovitosti poslovanja. Dugoročna investicijska politika je nejasna budući da nema poticaja za većim udjelom privatnih investicija. Tržište električnom energijom ne stvara razvojni impuls u gospodarstvu.

HEP je u ozbiljnim teškoćama kojima glavni doprinos daju desetogodišnji zaostatak u investiranju u razvoj, nemogućnost naplate isporučene električne energije, monopol glavnog isporučitelja tekućeg i plinovitog goriva, ograničeni izvori domaćeg kapitala, organizacija HEP-a uljuljkana u sigurnosti i niz neriješenih pitanja

vezanih za pravo raspolaganja izvorima u državama nastalim raspadom Jugoslavije. Današnja struktura cijena usluga potrošačima se može dijelom pripisati i slabostima u HEP-u. O strategiji poduzeća vodi brigu država osiguravajući sredstva za pokrivanje troškova poslovanja i funkcioniranje i proširenu reprodukciju.

Započeti proces restrukturiranja u konačnici treba rezultirati promjenama organizacijskog ustroja i ekonomskih odnosa radi povećanja efikasnosti poslovanja. Tijekom tog procesa se naziru u budućem poslovanju poteškoće koje nije moguće potpuno kvantificirati, a vezane su između ostalog i za:

- specijalnu opremu termoelektrana koja nema alternativnu namjenu,
- visoke fiksne troškove napuštanja pojedinih djelatnosti (jamstva, otpremnine zaposlenicima i slično) i dugoročni ugovori/obveze,
- strategijsku važnost za društvenu zajednicu,
- strategijsku povezanost poslovnih jedinica unutar HEP-a.

### 5. ZAKLJUČAK

HEP će sve više biti prisiljen, tijekom procesa otvaranja tržišta, sustavnije istraživati mogućnost redukcije cijena usluga koje pruža. To je vrlo zahtjevan i nužan proces od čijih rezultata ovisi opstanak na tržištu. U uvjetima poslovanja na granici gubitaka, što je česta pojava u poslovanju poduzeća na otvorenom energetskom tržištu, kompenzacija svakog postotka smanjenja cijena usluga je sve skuplje i rizičnije. Promišljenim odabirom strategijskog partnera se može u znatnoj mjeri riješiti nedostatak vlastitog kapitala i znanja. Aktivna uloga HEP-a u definiranju obilježja budućeg hrvatskog tržišta električne energije i uloge HEP-a u tom tržištu je odlučujuća i bilo bi neodgovorno kada HEP tu svoju obvezu ne bi iskoristio u najvećoj mogućoj mjeri.

### LITERATURA

- [1] G. GRANIĆ, N. JANDRILOVIĆ, T. RUKAVINA: "Organizacija hrvatskog elektroenergetskog sektora – iskustva drugih, analiza i mogućna rješenja", EI "Hrvoje Požar", Zagreb, 1997.
- [2] R. MATEO, etc.: "The Impact of Market Liberalisation On Thermal Power Generation Plants And the Improvement of their Operational And Technical maintenance", UNIPEDE Working Group "Thermal" Task Force, 1999.
- [3] O. McQUADE: "The Emerging Energy Company", Financial Times Energy, London, GB, 1999.
- [4] K. ULLMAN, D. GOWDY: "Measures in the United States for Reduction of Capital and O&M Costs for Electric Generating Plants", VGB PowerTech 3/98, Germany

- [5] C. BELL i W. BRANDENBUSCH: "Risk Management for Building and Operating Power Stations", VGB PowerTech 2/2000, Germany
- [6] J. PRIŽMANIĆ: "Strategija okomite integracije", HEP Vjesnik HEP, siječanj 2000, Zagreb
- [7] N. BRUKETA: "Isključiti mogućnost velikih pogrešaka", HEP Vjesnik, veljača 2001, Zagreb
- [8] Grupa autora: "Program aktivnosti prethodnih radova za pripremu izgradnje nove KPE po sistemu EPC i IPP", EKONERG, lipanj/rujan 2000, Zagreb

#### MASSNAHMEN FÜR DIE KOSTENSENKUNG VON KAPITAL-, BETRIEBS- UND WARTUNGSKOSTEN DER AUS WÄRME ERZEUGENDEN ELEKTRIZITÄTSWERKE

Die Kostensenkung der Erzeugung elektrischer Energie setzt den Domino-Effekt in Bewegung: Der freie Markt verbreitet sich, die Vereinigung von Unternehmen bringt Einsparungen im Betrieb und in der Anschaffung von Brennstoff und Ausrüstung. Die Entwurfs- und Baufachleute, sowie Bauunternehmen sind zu der Kostensenkung gezwungen. Diese Abhandlung verbindet einzelne der Kostensenkung orientierte Massnahmen.

#### MEASURES TO DECREASE COSTS OF CAPITAL, OPERATION AND MAINTENANCE IN THERMAL POWER PLANTS

Electric energy generation decrease sets the domino effect in motion: free market is spreading, union of companies cuts costs and operation, fuel and equipment supply of thermal power plants undergoes a detailed revision. Designers, constructors and building companies are forced to cut costs. This paper summarises different single measures aimed at cost reduction.

Naslov pisca:

**Mr. sc. Branimir Loš, dipl. ing.**  
**Hrvatska elektroprivreda**  
**Ulica grada Vukovara 37**  
**10000 Zagreb, Hrvatska**

Uredništvo primilo rukopis:  
 2002-05-18.