

**KONTROLA PROCESA U LIVNICI SIVOG LIVA SA ASPEKTA  
POTROŠNJE ENERGIJE**

**PROCESS CONTROL IN GRAY IRON FOUNDRY IN TERMS OF  
ENERGY CONSUMPTION**

**Mr. sc. Sedad Mušinović dipl.ing**  
**Bosio d.o.o**  
**Zenica**

**Mr. sc Šehzudin Dervišić dipl. ing**  
**Pobjeda Tešanj „Livnica Turbe“**  
**Travnik**

**REZIME**

*Stepen ekonomsko – tehnološkog razvoja zahtijeva unapređenje sistema kontrole u livnici sivog liva, pa u skladu s tim značajan broj livnica ima uveden sistem upravljanja kvalitetom prema ISO 9001. Veliki broj livnica, u cilju smanjenja i otklanjanja negativnih uticaja na okoliš, ima uveden sistem okolinskog upravljanja pema ISO 14001. Racionalna potrošnja energije je najbolja mjera za smanjenje uticaja na okoliš, otuda se javlja potreba za definisanjem ciljeva koji se odnose na racionalno korištenje energije. U tu svrhu Evropski komitet za standardizaciju izradio je standard EN 50001:2011 – Sistemi energetskeg upravljanja, sa ciljem povećanja energetske efikasnosti u proizvodnim pogonima. U ovom radu razmatra se veza između sistema menadžmenta kvalitetom i energetskeg menadžmenta, što može u velikoj mjeri da pomogne razumijevanju i sjedinjavanju zahtijeva sistema upravljanja kvalitetom i energetskeg menadžmenta, te koristi u upravljanju energijom u smislu racionalizacije i smanjenja troškov u livnici sivog liva..*

**Ključne riječi:** Energija, energetske menadžment, livnica sivog liva

**SUMMARY**

*The level of economic - technological development requires the improvement of the system control in the gray iron foundry, and accordingly a significant number of foundries has implemented quality management system ISO 9001. A large number of foundries, in order to reduce and eliminate the negative impacts on the environment, has implemented a system of environmental management ISO 14001. The rational energy consumption is the best measure for reducing the impact on the environment, hence there is a need to define objectives relating to the rational use of energy. For this purpose, the European Committee for Standardization was developed standard EN 16001: 2009 - Energy management systems, with the purpose of increasing energy efficiency in manufacturing plants. This paper consider the relationship between quality management system and energy management, that can greatly help for understanding and uniting requirements of quality management system and energy management, and that can be used for energy management, in terms of rationalization and cost reduction in gray iron foundry.*

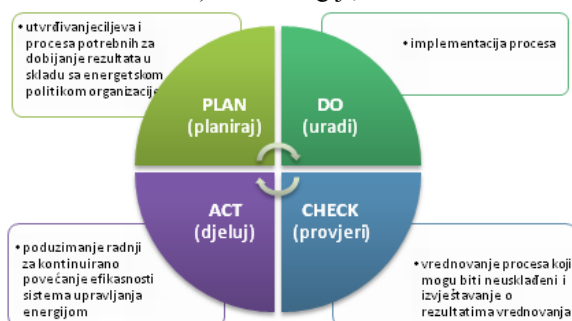
**Keywords:** Energy, energy management, gray iron foundry

## 1. UVOD

Livnice spadaju u klasu potrošača energije kod kojih visok udio u cijeni finalnog proizvoda otpada na cijenu utrošenih energenata. Današnji globalni trend tehnološkog razvoja je zasnovan na kontroli potrošnje energije i mogućnostima uštede po jedinici finalnog proizvoda. U livnicama sivog liva se upotrebljavaju različite vrste energije, kao što su: električna energija, energija komprimiranog zraka, čvrsta, tečna ili plinska goriva, para, topla i hladna voda, itd. Energija se troši u različitim količinama, prema režimu potrebe, koji zavisi od primjenjenog tehnološkog procesa u proizvodnji. Prema dosadašnjoj livačkoj praksi, povećana potrošnja energije je jedan od najvećih problema sa kojim se livnice susreću. Prekomjerna potrošnja energije u livnici direktno utiče na troškove proizvodnje i poskupljuje cijenu koštanja proizvoda. Najveća potrošnja energije u livnici je u fazi topljenja gdje se troši i do 70 % unesene količine energije. Količina energije koja se u livnicama sivog liva utroši za topljenje po jednoj toni metala nekoliko puta je veća od teoretske količine energije potrebne za topljenje. Ova razlika između teoretske i stvarne potrošnje energije rezultat je gubitaka energije koji nastaju u tehnološkom procesu. U cilju smanjenja potrošnje energije i eliminisanja faktora u tehnološkom procesu koji doprinose povećanoj potrošnji energije, javlja se potreba za uspostavljanjem sistema koji će upravljati potrošnjom energije.[1]

## 2. ENERGETSKI MENADŽMENT U LIVNICI

Dobro je poznato da su mnoge kompanije, pa tako i livnice, neodlučne kada se radi o fokusiranju na energetske menadžment ili o ulaganju u mjere energetske efikasnosti. Energetska efikasnost proizvodnog preduzeća, odnosno livnice može biti snažan element konkurentnosti kako na domaćem tako i stranom tržištu. Poboljšanje energetske efikasnosti kao ekonomske funkcije poslovanja livnice je kontinuiran proces kojim se značajno smanjuju troškovi proizvodnje, a pored toga postiže se značajan okolinski doprinos i okolinska opredjeljenost organizacije. U ostvarenju energetske efikasnosti livnice učestvuju sve njegove funkcije, sektori i pogoni, a sam proces vodi najviše rukovodstvo proizvodnog preduzeća. Ovo proizilazi iz činjenice da potencijali za povećanje energetske efikasnosti u preduzeću nisu samo tehničke prirode, već imaju veze sa svim funkcijama preduzeća i njegovog okruženja. Sve funkcije livnici imaju veze sa energetsom efikasnošću, isto, kao što sve funkcije imaju veze sa kvalitetom (zadovoljstvo potrošača) i sa okolinom. Stoga je danas pažnja menadžera usmjerena na sisteme upravljanja koji će osigurati pozitivan odnos prema kupcu, okolini, zaposlenicima i energiji. Kao i standardi sistema upravljanja kvalitetom (ISO 9001) i ovaj standard se temelji se na metodologiji poznatoj kao Demingov krug ili PDCA (Plan-Do-Check-Act) metodologiji, slika 1.



Slika 1. Deming-ov ili PDCA krug.[2]

Suštinski, ovaj model koji na neki način treba biti uspostavljen u svakoj organizaciji, čine četiri osnovna koraka:

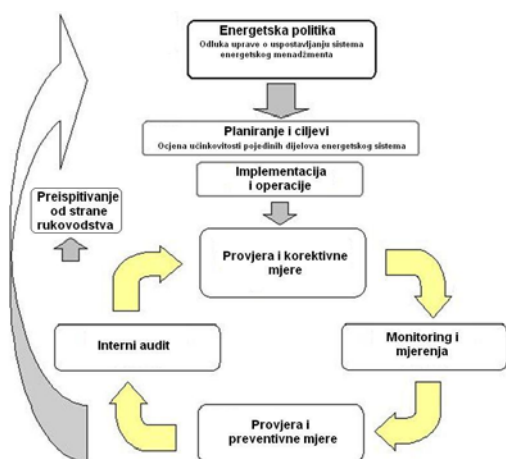
- Plan (planiraj) - utvrditi ciljeve i procese potrebne za dobivanje rezultata u skladu sa energetsom politikom organizacije,
- Do (uradi) - implementacija procesa,
- Check (provjeri) -

praćenje i mjerenjem, tj vrednovanje procesa koji mogu biti neusklađeni sa energetsom politikom, ciljevima, zakonskim obavezama i ostalim zahtjevima na koje se organizacija obaveže, kao i izvještavanje o rezultatima,

- Act (djeluj) - poduzimanje radnji za kontinuirano povećanje efikasnosti sistema upravljanja energijom.

U specifičnom smislu, oba standarda zahtijevaju od organizacija: uspostavu odgovarajuće energetske politike; utvrđivanje energetskih aspekata koji proizlaze iz organizacije aktivnosti; utvrđivanje važeće zakonske zahtjeve i ostale zahtjeve kojima je organizacija podvrgnuta; utvrđivanja prioriteta i postaviti odgovarajuće energetske ciljeve; uspostaviti odgovarajuću strukturu i programe za provedbu energetske politike i postizanje i ispunjenje ciljeva; olakšanje planiranje, kontrolu, monitoring, preventivne i korektivne mjere, reviziju i pregled aktivnosti i osigurati aktualnost i provedivost utvrđene energetske politike.

Svrha svih aktivnosti je uspostava sistema energetskog menadžmenta koji bi kontinuirano, i uz sudjelovanje top menadžmenta organizacije radio na uspostavi i unaprijeđenju energetske efikasnosti. Blok shema sistema energetskog menadžmenta predstavljena je na slici 2.[2] Rukovodstvo organizacije prema ovom standardu treba da donese energetske politiku kojom će se pokazati opredjeljenje organizacije za poboljšanje energetske efikasnosti. Energetska politika, između ostalog, treba obuhvatiti sve aspekte energije, treba biti prema prirodi i obimu potrošnje energije u organizaciji primjenjiva, te treba uključiti obavezu kontinuiranog poboljšavanja energetske efikasnosti.[3]

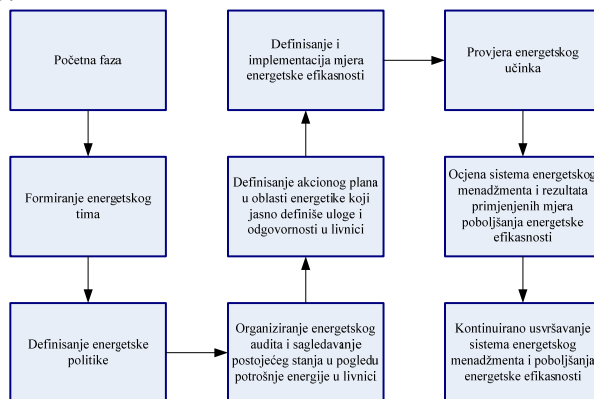


Slika 2. Blok shema energetskog menadžmenta.[2]

Usvajanje sistema energetskog menadžmenta osigurava da kompanija neprekidno prolazi kroz ciklus definisanja i usvajanja energetske strategije, planiranje postupaka za poboljšanje energetske efikasnosti, njihovo uvođenje i provjeru rezultata na osnovu kojih se pravi nova strategija. Želja da se provjeri i unaprijedi nivo kvaliteta sistema energetskog menadžmenta u

regularnim intervalima je suštinski dio samog sistema. Kako bi se uveo jedan uspješan sistem upravljanja livnicom sivog liva sa aspekta energije preporučuju se aktivnosti kako je prikazano na slici 3.

regularnim intervalima je suštinski dio samog sistema. Kako bi se uveo jedan uspješan sistem upravljanja livnicom sivog liva sa aspekta energije preporučuju se aktivnosti kako je prikazano na slici 3.



Slika 3. Koraci za implementaciju sistema upravljanja energijom. [4]

Definisanje pogodnog trenutka za uvođenje modela upravljanja i vođenja livnice sa aspekta energije/energenata počinje „prvom fazom“ koja uključuje pripremu „studije slučaja“ kako bi se pripremili osnovni podaci o livnici i indikatori koji bi ukazali na eventualnu potrebu uvođenja ovog sistema. Nakon toga slijedi kompletiranje prethodno sastavljenih lista procjena stanja kako bi se odredio realan nivo sistema energetskeg menadžmenta u livnici, naravno ukoliko postoji. Finansijska potpora energetskeg menadžmentu će djelovati kao podsticaj za projekat implementacionog plana, označavajući potporu najvišeg rukovodstva.

Nakon toga, menadžment livnice definiše energetske politiku i usvaja je. Jedan od elemenata politike energetskeg menadžmenta je da organizacija prouči sve relevantne zakone, regulativu i ostale propise. Snimanje stanja sa bilansiranjem energetskeg tokova pravi se u skladu sa usvojenom metodologijom.

Energetski audit definiše trendove aktuelne potrošnje energije, emisije gasova koji utiču na efekat „stakleničke bašte“ i troškova koji se svega ovoga tiču i daje preporuke za poboljšanje energetske efikasnosti. Opisi stanja sa bilansiranjem energetskeg tokova i sakupljeni podaci vezani za energetski audit olakšavaju posao livnici koja je počela sa izradom energetskeg bilansa. Rezultati audita moraju biti sakupljeni u jasan i koncizan energetski izvještaj. Analiza sistema dobra je onoliko koliko su kvalitetni podaci koji se koriste. Informacije zasnovane na analizama oskudnih podataka biće bez značaja. Tačnost podataka kao i stalnost metoda za njihovo prikupljanje od značajne su važnosti. Veoma je važno da su proračuni i razrada indikatora zasnovani na stvarnim podacima a ne na okvirnim.

Na osnovu iskustva iz prethodnih faza, potrebno je pripremiti akcioni plan, koji definiše uloge i odgovornosti u livnici. U narednoj fazi ovaj plan se mora primjeniti, zajedno sa procedurama za implementaciju i održavanje. Neophodno je promovisanje energetske efikasnosti i podizanje svijesti o njenoj važnosti među zaposlenima. Pojedinci moraju da postanu i ostanu motivisani da daju svoj doprinos.

Neophodno je razviti niz indikatora (najčešći je specifična potrošnja energije – SPE) kako bi se omogućilo uvođenje uporedne energetske statistike a time praćenje i ocjenu energetske efikasnosti proizvodnog procesa firme. Na kraju, kvalitet sistema energetskeg menadžmenta se provjerava kroz niz pitanja na listi za provjeru. Na osnovu redovnih kritičkih ispitivanja, potrebno je istražiti i izvršiti modifikacije radi unaprijeđenja. Za ovu svrhu može se zaposliti osoba, energetski menadžer, koja će biti odgovorna za praćenja i izvršavanje zadataka prema planu aktivnosti.

Ključni elementi koji su dio implementacije dobrog sistema energetskeg menadžmenta: energetska politika sa jasnim ciljevima, jasno određeni i podjeljeni zadaci i odgovornosti, dovoljno dostupnih sredstava za održavanje sistema, redovna komunikacija o rezultatima implementiranog sistema energetskeg menadžmenta.

Ostali važni elementi uključuju: monitoring kako bi se izvršila ocjena da li je potrošnja energije relevantnih energetskeg sistema u skladu sa očekivanjima, sistem korektivnih i preventivnih akcija, redovno ispunjavanje (internih) audita sistema energetskeg menadžmenta kako bi se verifikovalo njegovo funkcionisanje i kako bi se osiguralo stalno usavršavanje

U svakom slučaju, recept za dobar sistem energetskeg menadžmenta je multidisciplinarnost i međusobna povezanost svih segmenata sistema, počevši od organizacije, tehničkog aspekta, ljudskih resursa, itd.

Pored toga, svi zaposleni moraju biti svjesni da, bez obzira na politiku rukovodstva, energetska efikasnost poslovanja utiče na plate radnika, čak i na očuvanje radnih mjesta. Rukovodstvo energetskeg neefikasnog preduzeća, uvijek će previsoke račune za energiju da podmiruje na račun plata zaposlenih. Stoga je čak zadatak uposlenih i njihovih predstavnika da insistiraju na energetskeg efikasnosti preduzeća, da se uključuju u program povećanja efikasnosti korištenja energije, te da se dogovori sa rukovodstvom koji dio ušteda će ići u korist godišnjeg fonda plata zaposlenih.

### 3. MONITORING POKAZATELJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Poboljšanje energetske efikasnosti livnice znači proces u kome učešće cijene osiguranja energije za procese u cijeni proizvoda ili troškovima livnice stalno opada, odnosno raste odnos između ukupnog prihoda (ili ukupnog obima proizvodnje) i utroška energije. Energetska efikasnost u jednoj organizaciji kakva je livnica nije ni visoka ni niska, ali ona može da se povećava (ili smanjuje). Rukovodstvo treba da prati indikatore iz kojih će zaključivati da li efikasnost raste, da li raste u planiranim granicama, u kom roku su postignuti zadati ciljevi. Moguće je pratiti indikatore efikasnosti korištenja energije:

- tehnički stepen korisnosti pojedinih uređaja (energijska efikasnost peći za topljenje i termičku obradu, automatskog uređaja za livenje, motora kod otprašivanja, pumpe za hlađenje, itd.),
- specifična potrošnja energije u datoj tehnološkoj liniji (linija pripreme kalupa i izrade formi, linija izrade jezgara, itd.),
- energijska intenzivnost livnice.

S obzirom na rentabilnost primjene ovih mjera, nezaobilazno je pratiti vrijeme povrata uložених sredstava.

Prva tri indikatora, istovremeno, definišu tri nivoa mjera za poboljšanja energetske efikasnosti proizvodnih pogona livnice. Očito je da je težnja da prvi indikator bude što viši, a preostala dva što niža.

Svaki od ovih parametara koji definišu efikasnost korištenja energije sadrži u sebi veći broj mjera od prethodnih. Dok se tehnički stepen korisnosti postiže održavanjem ili zamjenom pojedinih uređaja, dotle specifična potrošnja energije, pored tehničkog stepena korisnosti uređaja zavisi i od režima i ritma proizvodnje, opterećenja linije u odnosu na nominalni ili projektovani, tj. vođenja procesa. Energetska intenzivnost ne zavisi samo od energijskih parametara, nego i parametara svih funkcija livnice. Svaka služba ili sektor ima uticaja na energetska intenzivnost livnice. Svaki od ovih uticaja treba da se mjeri i izračunava, ili samo izračunava i prati iz godine u godinu.

Kako je ranije rečeno, mjere povećanja energetske efikasnosti mogu se svesti na zahvate u povećanju efektivnosti potrošnje, te zahvate na samim uređajima koji troše energiju.

Na ovaj način moguće je izvršiti analizu svakog dijela proizvodnog procesa i odrediti njegov uticaj na racionalnu potrošnju energije. U okviru toga potrebno je analizirati i pratiti ukupnu potrošnju: električne energije, energiju goriva, energiju vode i energiju komprimiranog zraka. Spomenute skupine su uglavnom prisutne pri posmatranju svih grupa potrošača. Specifične tehnološke procese u livnici koji troše veće količine električne energije, kao što je topljenje i livenje, treba analizirati posebno.

Korištenje toplotne energije u livnici jednako je vezano uz specifičnosti tehnološkog procesa koji se odvija u pojedinim dijelovima. Zahvati na poboljšanju energetske efikasnosti proizvodnog preduzeća kakvo je livnica, poredani prema svojoj složenosti su sljedeći: sveobuhvatno racionalno korištenje energije; revitalizacija; zahvati na uređajima za potrošnju; automatizacija energetskih procesa; održavanje strojeva, opreme i uređaja.

Najjednostavniji zahvat je uvođenje sveobuhvatnog racionalnog korištenja energije koje ne podrazumijeva veće investicije u opremu, nego prvenstveno osnovnu studiju korištenja energije i izradu energetskog bilansa u pojedinom dijelu procesa, na koje se nadovezuje informisanje i obuka osoblja o optimalnim postupcima s opremom, uređajima za potrošnju i drugim elementima na način da se rasipanje energije svede na minimum.

Revitalizacija se odnosi prvenstveno na interventne zahvate na energetskoj opremi i dijelovima procesa, kojima se ispravlja pad funkcionalnosti uslijed dotrajalosti, neprikladne izvedbe, neodgovarajućeg rukovanja i sl. Uslov za pravilnu primjenu ovih mjera je također prethodna provedba odgovarajuće studije kojom se utvrđuje stanje i uslovi eksploatacije opreme. Veliki potencijal u mjerama ove razine leži u činjenici da se vrlo često izmjenu

tekućeg održavanja i nabave nove opreme ne razmatraju nikakvi drugi međuzahvati, koji bi mogli otkloniti često vrlo veliki dio uzroka smanjena efikasnosti.

Zahvati na uređajima za potrošnju energije se također mogu posmatrati u okviru revitalizacije, no ovdje je naglasak na djelovanju na strani potrošnje; zatim po kriterijima dotrajalosti, zastarjelosti i neispravnosti, a u skladu s provedenim ispitivanjima, uređaje za potrošnju energije je poželjno obraditi u smislu efikasnije potrošnje energije, bilo da se radi o mehaničkim popravcima, zamjeni pogonskih jedinica, ili zamjeni cijelog uređaja.

Automatizacija energetske procesa je zahvat kojim se općenito mogu postići vrlo veliki potencijali kako u uštedama energije tako i u pravilnom rukovanju opremom.

Konačno, ispravno održavanje mašina, opreme i uređaja, uveliko utiče na ekonomičnost proizvodnje i potrošnje energije, vijek trajanja opreme i opću efikasnost procesa. Brojni su primjeri loše energetske efikasnosti, pada efikasnosti postrojenja, pojačane emisije zagađujućih materija i drugih loših karakteristika u radu koje su se mogle izbjeći odgovarajućim održavanjem. Redovne mjere brige o stanju postrojenja najčešće zahtijevaju mala ulaganja, te su za njih prvenstveno bitne organizacijske mjere i kvalificiranost zaduženog osoblja. [3]

#### **4. ZAKLJUČAK**

Sistem energetske menadžmenta je još jedan sistem menadžmenta koji je moguće implementirati i integrirati sa ostalim sistemima menadžmenta organizacije, ISO 9001 i ISO 14001. Svrha i ciljevi primjene jednog standarda, sistema menadžmenta, dopunjavaju drugi standard, sistem menadžmenta, te na taj način predstavljaju nerazdvojivu integriranu cjelinu. Osnovni cilj standarda za sisteme energetske menadžmenta je da se pomogne svim organizacijama da uspostave sisteme i procese neophodne za poboljšanje energetske efikasnosti. Sistem energetske menadžmenta omogućava livnicama sivog liva da dodatno iskažu svoju odgovornost u očuvanju životne sredine, smanje emisiju CO<sub>2</sub>, smanje troškove energije i troškove proizvodnje.

#### **5. REFERENCE**

- [1] European commission, Reference Document on Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry, 2005.
- [2] ISO 9001:2008 Sistem upravljanja kvalitetom, Zahtjevi, Institut za standardizaciju Bosne i Hercegovine, 2008.
- [3] ISO 50001:2011 Energy management systems, Requirements with guidance for use, International organization for standardization, 2009.
- [4] Dokumentacija Cimos TMD Casting, Zenica