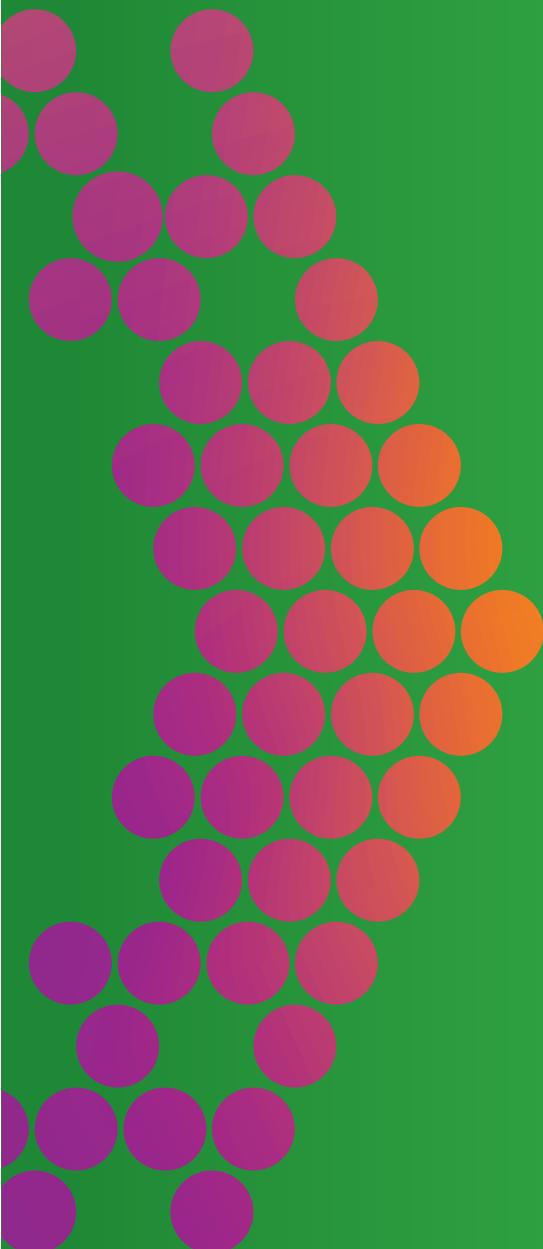




Implemented by
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Proces energetske tranzicije – preporuke za preduzeća

READY Avgust 2024

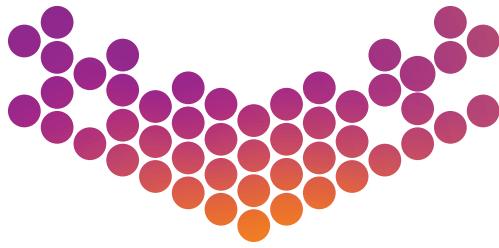
Izdavač:
Eda – Agencija za razvoj preduzeća
eda@edabl.org

Za izdavača:
Zdravko Miovčić

Autor:
Branimir Kalanj, dipl.inž.el.

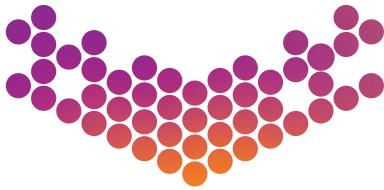
Dizajn i kompjuterska priprema:
Nenad Savković

Ova publikacija je kreirana u okviru projekta READy – "Unapređenje efikasnosti resursa naprednom digitalizacijom u proizvodnim MSP", koji implementira Eda – Agencija za razvoj preduzeća Eda u partnerstvu sa Elektrotehničkim fakultetom Univerziteta u Banjoj Luci i Savjetom stranih investitora, a koji je podržan u okviru projekta „Inovacije i digitalizacija malih i srednjih preduzeća u Bosni i Hercegovini/EU4DigitalSME“ kojeg sufinansiraju Evropska unija i Savezno ministarstvo za ekonomsku saradnju i razvoj Savezne Republike Njemačke (BMZ), a implementira Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Sadržaj ove publikacije je isključiva odgovornost autora studije i ne odražava nužno stanovišta EU, BMZ ili GIZ.



Sadržaj

1. Digitalizacija u industrijskim procesima	4
2. Digitalizacija i CBAM izveštavanje	7
3. Koraci u provođenju energetske efikasnosti	8
3.1. Postavljanje energetske politike i jasnih ciljeva	8
3.2. Formiranje radne grupe na čelu sa energetskim menadžerom	8
3.3. Primena standarda - dobra praksa organizacije u upravljanja energijom	9
3.4. Formiranje registra energetskih potrošača i registra CO ₂ emisije po jedinici proizvoda (CBAM)	9
3.5. Energetski audit	10
3.6. Planiranje i implementacija	10
3.7. Praćenje i kontrola	10
3.8. Obuka i učenje	11
3.9. Investicije	11
3.10. Izveštavanje i revizija	12
3.11. Tehnološke inovacije	12
3.12. Integracija održivosti	12
3.13. Uključivanje interesnih strana	12
4. Digitalizacija: tehnologija za upravljanje, monitoring, verifikaciju i podršku u odlučivanju	13
5. Primeri mera energetske efikasnosti u industrijskim postrojenjima	22
5.1. Zamena rasvetnih tela sa LED rasvetom	22
5.2. Zamena konvencionalnih sistema grejanja/hlađenja topločnim pumpama	23
5.3. Rekuperacija energije	24
5.4. Energetske mere na kompresorskim sistemima za proizvodnju komprimovanog vazduha	26
5.5. Mere na sistemu za napajanje električnom energijom - kompenzacija reaktivne energije	28
5.6. Mere na elektromotornim pogonima - frekventni regulatori i soft starteri	29
5.7. Korišćenje energije iz obnovljivih izvora	31
6. Zaključak	34



1. Digitalizacija u industrijskim procesima

U današnje vreme kada su digitalne i komunikacione tehnologije lako dostupne, široko rasprostranjene i primenjive, digitalizacija igra ključnu ulogu ne samo u procesu optimizacije proizvodnih procesa i smanjenju troškova, već i u optimizaciji celokupnog poslovanja.

Digitalizacija je proces pretvaranja informacija iz oblika u kojem podatak fizički postoji u digitalni format. To znači da se fizički dokumenti, slike, zvukovi, video zapisi, vrednosti električne energije, napona, struje, temperature, pritiska ili bilo koja vrsta podataka koji postoje u fizičkom ili analognom obliku konvertuju u digitalni oblik koji se može skladištiti, obrađivati, prenositi i analizirati uz pomoć računarskih sistema.

Da bismo istakli značaj digitalizacije u industrijskim procesima, u nastavku teksta biće navedeni ključni elementi zbog kojih se uvodi digitalizacija u industrijske procese.

1. Nadgledanje i kontrola u realnom vremenu

(Kontinualna akvizicija i prikupljanje podataka iz procesa)

Digitalizacija omogućava praćenje potrošnje energije u realnom vremenu u različitim sistema i procesima. Digitalna brojila, merači, senzori i IoT uređaji mogu kontinualno prikupljati podatke, pružajući uvid u to gde, kada i kako se energija koristi ili troši.

2. Trenutno reagovanje na poremećaj u procesu - trenutna podešavanja i prilagođavanja:

Pomoću digitalnih merno regulacionih i upravljačkih sistema, moguće je automatizovati kontrolu energetskih procesa, omogućavajući trenutna prilagođavanja i optimizaciju korišćenja energije. Npr. digitalno inteligentno upravljanje sistemom osvetljenja (intenzitet osvetljenja se podešava od 0% do 100% u zavisnosti od intenziteta spoljašnjeg svetla i prisustva ljudi u prostoru).

3. Informisano odlučivanje zasnovano na podacima - analitika u realnom vremenu

Digitalne platforme mogu analizirati velike količine podataka kako bi identifikovale obrasce, neefikasnost i dale predloge mogućnosti za uštedu energije. Ovo omogućava donošenje informisanih odluka, zasnovanih na podacima, što dovodi do pravovremenih i efikasnih reakcija sistema na poremećaje i do efikasnih mera energetske efikasnosti.

4. Prediktivno održavanje:

Analizom podataka dobijenih sa senzora ili sa digitalnih akvizicionih stanica (DDC uređaja - Digital Data Controller), digitalni sistemi mogu predvideti intervale u kojima je potrebno vršiti zahvate na održavanju opreme. Na ovaj način se sprečava gubitak energije zbog neispravnosti, neplaniranog zastoja, neefikasne mašine ili delova proizvodne opreme. Trenutnim uvidom u stanje resursa moguće je praviti planirane zastoje ili periode održavanja. Manji operativni troškovi prouzrokovani planiranim/prediktivnim održavanjem i optimizovani rad doprinose smanjenju ukupnih operativnih troškova, produženju životnog veka opreme i smanjenju zastoja.

5. Poboljšana tačnost i preciznost podataka iz procesa

Digitalni alati pružaju precizna merenja potrošnje energije, omogućavajući preciznije upravljanje. Visoka preciznost i tačnost digitalne merne opreme i softvera može da identifikuje čak i male anomalije ili neefikasnosti koje, kada se reše, mogu dovesti do značajnih ušteda energije.

6. Praćenje efekata energetskih unapređenja

Digitalni sistemi omogućavaju jednostavno upoređivanje energetskih performansi sa standardnim vrednostima ili sa prethodnim performansama, što olakšava praćenje napretka i postavljanje realističnih ciljeva uštede energije.

7. Integracija i automatizacija/Integracija sistema

Digitalizacija omogućava integraciju različitih energetskih sistema (npr. HVAC, rasveta, proizvodna oprema, oprema za proizvodnju komprimovanog vazduha itd.) u jedinstvenu centralizovan informacioni sistem, omogućavajući koordinisano upravljanje energijom i procesima u celom objektu ili kompaniji čak i sa udaljenih lokacija što je naročito bitno za kompanije koje imaju dislocirane proizvodne objekte.

Digitalizacijom se mogu integrisati proizvodni i neproizvodni procesi unutar kompanije u jedinstven sistem.

Moderni trendovi u industriji su okrenuti ka tome da se upravljanje energijom automatizuje do te mere da se apsolutno smanji potreba za ručnim intervencijama, te da se osiguraju dosledne i optimizovane uštede energije koje neće remetiti proizvodne procese.

Digitalizacija omogućava laku integraciju podataka iz različitih izvora i sistema. Integracija podataka se može vršiti na neki od standardnih načina koji obezbeđuju interoperabilnost, tačnost i sigurnost, a koji su poznati u IT tehnologijama kao standardi za razmenu podataka. Neki od najznačajnijih su:

XML (Extensible Markup Language) - Koristi se za razmenu podataka između različitih sistema. Omogućava strukturiranje podataka na način koji je čitljiv i mašinama i ljudima.

JSON (JavaScript Object Notation) - Lagan format za razmenu podataka koji je čitljiv ljudima i lako se može analizirati i generisati od strane računara. Često se koristi u web servisima i API komunikaciji.

SOAP (Simple Object Access Protocol) - Protokol za razmenu poruka baziran na XML-u, koji se koristi za komunikaciju između aplikacija preko mreže, često u web servisima.

REST (Representational State Transfer) - Arhitektonski stil za dizajniranje mrežnih aplikacija. Koristi HTTP protokol i JSON ili XML za razmenu podataka. RESTful servisi su popularni zbog svoje jednostavnosti i fleksibilnosti.

EDI (Electronic Data Interchange) - Standard za elektronsku razmenu poslovnih dokumenata, kao što su narudžbe i fakture, između različitih organizacija.

CSV (Comma-Separated Values) - Jednostavan format za razmenu tabelarnih podataka. Često se koristi za prenos podataka između različitih aplikacija.

XBRL (eXtensible Business Reporting Language) - Koristi se za razmenu poslovnih i finansijskih podataka.

OAuth - Standardni protokol za autorizaciju koji omogućava aplikacijama da pristupe podacima korisnika bez deljenja lozinke.

FTP/SFTP (File Transfer Protocol/Secure File Transfer Protocol) - Protokoli za prenos datoteka između računara preko mreže, gde SFTP dodaje sloj sigurnosti preko SSH-a.

8. Skalabilnost i fleksibilnost

Digitalna rešenja, ukoliko su dobro isprojektovana i realizovana, su ujedno i skalabilna rešenja. Digitalni sistemi za upravljanje energijom mogu se lako skalirati kako bi se prilagodili razstu organizacije ili promenama u njenim operacijama, osiguravajući kontinuiranu energetsku efikasnost u skladu sa razvojem potreba kompanije. U okviru skalabilnosti i fleksibilnosti je i prilagodljivost novim tehnologijama - digitalizovani sistemi se mogu brzo prilagoditi novim tehnologijama ili praksama za uštedu energije, što olakšava implementaciju i koristi kod najnovijih dostignuća u energetskoj efikasnosti.

9. Uštede - bez restrikcija

Smanjenje troškova energije: Optimizacijom upotrebe energije i smanjenjem otpada, digitalizacija može dovesti do značajnih ušteda u troškovima. Mogućnost praćenja i kontrole potrošnje energije u realnom vremenu takođe pomaže u izbegavanju vršnih opterećenja kao i drugih nepoželjnih situacija.

10. Usklađenost sa propisima i izveštavanje

Digitalni alati mogu pomoći kompanijama da se pridržavaju propisa o energetskoj efikasnosti automatizacijom praćenja i izveštavanja o korišćenju i uštedi energije.

Digitalizovani sistemi obezbeđuju transparentne evidencije o upotrebi energije i merama efikasnosti, što može biti od suštinskog značaja za regulatorno izveštavanje u skladu sa zahtevima regulatornih tela (npr. CBAM izveštavanje).

11. Održivost i korporativna odgovornost

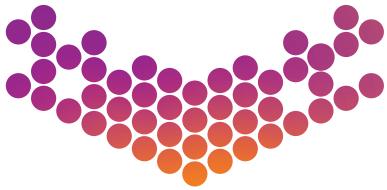
Poboljšana i dokumentovana energetska efikasnost koja se postiže putem digitalizacije može lako istaći i vidljivo pokazati smanjuje uticaj poslovanja na životnu sredinu, doprinoseći ciljevima održivosti i jačanju reputacije kompanije.

Korporativna odgovornost: Organizacije koje sprovode digitalizovane mere energetske efikasnosti mogu bolje da pokažu svoju posvećenost društvenoj odgovornosti preduzeća, ispunjavajući očekivanja zainteresovanih strana, kupaca i regulatora.

Ukratko, digitalizacija poboljšava energetsku efikasnost obezbeđujući:

- alate za praćenje u realnom vremenu,
- donošenje odluka na osnovu analize velikog broja podataka u kratkom vremenu i
- preciznu kontrolu i integraciju sistema.

To dovodi do uštede troškova, usklađenosti sa propisima i održivosti.



2. Digitalizacija i CBAM izveštavanje

CBAM je mehanizam za regulisanje i prilagođavanje emisija ugljen-dioksida (CO₂) u proizvodima koji se izvoze u EU. U skladu sa pravilima Svetske trgovinske organizacije (STO) primenjuje se na sve kompanije koje planiraju ili imaju izvoz proizvoda u EU. U ovoj studiji će biti istaknut značaj digitalizacije u cilju usmeravanja privrednih subjekata ka njihovim obavezama izveštavanja prema uredbi Komisije (EU) 2023/1773 od 17. avgusta 2023. kojom se utvrđuju pravila za primenu Uredbe (EU) 2023/956 Evropskog parlamenta.

Digitalizacija u izveštavanju prema CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism) donosi brojne prednosti koje olakšavaju praćenje, upravljanje i usklađivanje sa propisima o emisiji ugljen-dioksida. Ključne prednosti koje donosi digitalizacija su:

- 1. Automatizacija prikupljanja podataka:** Digitalizacija omogućava automatsko prikupljanje i obradu podataka, smanjujući potrebu za ručnim unosom minimizujući greške;
- 2. Preciznost i tačnost:** Digitalni sistemi implementirani kroz EnMS (softver za energetski menadžment) i celokupan merno-akvizicioni sistem, mogu poboljšati preciznost podataka o emisijama, omogućavajući detaljnije praćenje i izveštavanje.
- 3. Brži pristup informacijama:** Digitalni alati omogućavaju brži i lakši pristup podacima, što pomaže u donošenju odluka i prilagođavanju strategija u realnom vremenu. U najboljem slučaju dobra EnMS softverska rešenja imaju sposobnost uvida u podatke u vremenu nastajanja samih podataka.
- 4. Poboljšana usklađenost sa propisima:** Digitalizacija olakšava praćenje i dokumentovanje usklađenosti sa CBAM propisima, smanjujući rizik od sankcija i kazni.
- 5. Efikasnije izveštavanje:** Digitalizacija omogućava kreiranje standardizovanih izveštaja koji se lako mogu deliti i pregledati, čime se pojednostavljuje komunikacija sa regulatorima i drugim zainteresovanim stranama. Digitalne softverske platforme (kao što je npr. EnMS blueDotNet platforma), imaju mogućnost generisanja različitih tipova izveštaja koji su prilagođeni potrebama različitih službi u kompaniji. Npr. jedan tip izveštaja se generiše za potrebe strateškog menadžmenta, drugi tip izveštaja se generiše za potrebe menadžmenta koji upravlja održavanjem mašina i opreme, jedan tip izveštaja se generiše za potrebe menadžmenta koju upravlja održavanjem objekata, jedan tip izveštaja se generiše za potrebe izveštavanja prema regulatoru za emisije CO₂ itd.
- 6. Održavanje istorijskih podataka:** Digitalni sistemi omogućavaju lako skladištenje i pretraživanje istorijskih podataka, što je ključno za analizu trendova, mašinsko učenje na bazi prošlih događaja, za dugoročno planiranje, itd.

Ove prednosti čine digitalizaciju tj. uvođenje EnMS (softver za energetski menadžment) ključnim korakom za kompanije koje žele efikasno i precizno da upravljaju svojim obavezama u okviru CBAM-a.



3. Koraci u provođenju energetske efikasnosti

Odgovor na pitanje kako upravljati energijom nije univerzalan, ali iskustvo, praksa i definisani standardi u ovoj oblasti govore da postoje elementi procesa upravljanja energijom koji su univerzalni, pripadaju strateškom planiranju i moraju biti dobro postavljeni da bi sistem upravljanja energijom dao rezultate.

Strateški pristup u upravljanju energijom obuhvata niz elemenata koji kompanijama pomažu da efikasno upravljaju potrošnjom energije, smanje troškove i negativan uticaj na životnu sredinu. U nastavku su dati elementi strateškog pristupa.

3.1. Postavljanje energetske politike i jasnih ciljeva

Definisanje energetske politike, jasnih i merljivih ciljeva za upravljanje energijom je prvi korak. Energetska POLITIKA treba da odredi posvećenost i odlučnost kompanije u održivom korišćenju energije. U energetskoj politici, energija treba biti jasno definisana kao strateška sirovina u proizvodnom procesu i bitan parametar u proizvodnom i ekonomskom normativu svakog proizvoda.

CILJEVI se definišu tako da uključuju sledeće:

- smanjenje potrošnje energije/energenta,
- povećanje produktivnosti,
- povećanje kvaliteta proizvodnje,
- smanjenje emisija ugljen-dioksida,
- poboljšanje radnih uslova zaposlenih.

3.2. Formiranje radne grupe na čelu sa energetskim menadžerom

Na čelu radne grupe treba da se nalazi lice koje je odgovorno za rad grupe i najčešće je to uloga energetskog menadžera. Energetski menadžer treba da bude lice sposobljeno i obučeno za upravljanje energetskim sektorom na operativno-taktičkom nivou. On je odgovoran za sprovođenje energetske politike i realizaciju definisanih ciljeva.

3.3. Primena standarda - dobra praksa organizacije u upravljanju energijom

Potrebno je raditi na implementaciji i uvođenju standarda energetske efikasnosti zbog toga što su standardima definisane procedure za implementaciju energetski efikasnih rešenja i merenje njihovih performansi. Standardi su nastali kao rezultat rada i iskustava stručnih timova koji su sastavljeni od specijalista za organizaciju rada, ekonomiju, tehnologiju, zakonsku regulativu, finansije itd.

Standard za upravljanje energijom je ISO 50001. To je standard koji pruža okvir za kompanije da uspostave, implementiraju, održavaju i poboljšaju sistem upravljanja energetskom efikasnošću (EnMS). Standard se bazira na pristupu „Planiraj – Uradi – Proveri – Počni“ (Plan – Do – Check – Act) i ima za cilj da pomogne kompanijama da bolje koriste energiju, smanje emisije gasova, poboljšaju energetske performanse i smanje troškove proizvodnje i poslovanja.

3.4. Formiranje registra energetskih potrošača i registra CO₂ emisije po jedinici proizvoda (CBAM)

Ovo podrazumeva identifikaciju energetskih indikatora u proizvodnim procesima i vođenje evidencije o trendovima ponašanja energetskih indikatora uz obavezno arhiviranje svih rezultata. Ukoliko kompanija nema iskustva sa formiranjem procesa upravljanja energijom, preporučljivo je angažovanje specijalista iz oblasti upravljanja energijom. Preporučljivo je angažovati specijaliste koji imaju iskustvo u konkretnoj industriji, iskustvo sa sličnim proizvodnim procesima ili sa sličnom proizvodnom tehnikom i tehnologijom. Iskustvo iz prakse govori da su najbolji poznavaoци proizvodnog procesa upravo ljudi koji rade u procesu (inženjeri ili tehnolozi, dosta često i iskusni dugogodišnji majstori ili operateri procesima ili delovima procesa).

Najbolji način za formiranje registra energetskih indikatora je energetski pregled ili energetski audit. Energetski audit mogu uraditi ljudi iz kompanije ili on može biti urađen od strane eksternih konsultanata. Često se angažovanje spoljašnjeg konsultanta svede na sistematizaciju iskustava i aktivnosti ljudi unutar kompanije i to je dobra sinergija iskustva spoljašnjeg konsultanta koji poznae problematiku upravljanja energijom i organizaciju, te ljudi iz kompanije koji poznau problematiku procesa.

Naročito bitan razlog za formiranje registra energetskih indikatora je i primena CBAM-a (Carbon Border Adjustment Mechanism). CBAM-a ima značajne implikacije za Bosnu i Hercegovinu, kao i za druge zemlje koje izvoze proizvode u EU. CBAM će se primeniti na industrije koje su intenzivni emiteri CO₂, uključujući čelik, aluminij, cement, gnojiva i električnu energiju. MSP koja su izvoznici u EU, a proizvode robu koja spada pod CBAM, biće u obavezi da plaćaju porez zasnovan na emisijama CO₂ koje nastaju tokom proizvodnje tih proizvoda. Ova situacija će povećati troškove proizvodnje i smanjiti konkurentnost na tržištu EU. **U cilju predupređenja ovakve situacije i kon-**

trole troškova povezanih sa CBAM obavezama, preporuka svim MSP koja poslovanje baziraju na izvozu u EU je da krenu u implementaciju sistema za upravljanje energijom EMS koji će imati mogućnost direktne kalkulacije CO₂ emisije u zavisnosti od stvarnog učešća energije u procesu proizvodnje konkretnog proizvoda.

3.5. Energetski audit

Provodenje energetskih audita ima za cilj da identificuje gde i kako se troši energija. Auditi uključuju pregled svih energetskih sistema i identifikaciju mogućnosti za poboljšanja.

3.6. Planiranje i implementacija

Planiranje i implementacija mera energetske efikasnosti razrađuje se na osnovu rezultata energetskog audita. Ovo može uključivati različite mere - od poboljšanja organizacije rada, preko zamene starih uređaja efikasnijim, poboljšanja izolacije zgrada, optimizacije industrijskih procesa, korišćenja obnovljivih izvora energije, investiranja u nove tehnologije, itd.

3.7. Praćenje i kontrola

Podrazumeva kontinualno praćenje potrošnje energije. Praćenje potrošnje u realnom vremenu uz istovremeno praćenje količine i kvaliteta proizvodnje je ključno za ocenjivanje učešća energije u jedinici koštanja proizvoda. Praćenje je podjednako bitno i nakon sprovedenih mera za ocenu uspeha implementiranih mera. Za potrebe praćenja i kontrole ili MONITORINGA I VERIFIKACIJE razvijeni su specijalizovani softveri tzv. EMS (Energy Management Software - softveri za upravljanje energijom). Na tržištu ima različitih rešenja, a najbolja su ona rešenja koja mogu integrisati više/sve energetske parametre koji utiču na proizvodnju i koji mogu na osnovu merenih parametara vršiti analizu uticaja energije na cenu proizvoda. EMS softverski alati moraju imati mogućnost za prikupljanje podataka i analizu potrošnje energije u stvarnom vremenu. Takođe, EMS softverski alati moraju imati mogućnost fleksibilnog generisanja izveštaja po svim relevantnim energetskim parametrima, kao i mogućnost direktnog računanja CO₂ emisija po jedinici proizvoda (veoma bitno za CBAM obavezu).

3.8. Obuka i učenje

Uspešno upravljanje energijom zahteva angažovanje i svest svih zaposlenih. Obuka i učenje pomaze u razvijanju svesti o energetskoj efikasnosti i pomaže u podizanju podsticaja i motivacije zaposlenih da aktivno sudeluju u energetskoj strategiji organizacije. Primer iz prakse u pekarskoj industriji govori da se troškovi električne energije koju koriste kompresori za pripremu komprimovanog vazduha može smanjiti do 25% ukoliko zaposleni u proizvodnji prestanu da koriste komprimovani vazduh za skidanje prašine sa delova odeće ili obuće.

3.9. Investicije

Investicije u implementaciju mera energetske efikasnosti mogu se podeliti po karakteru i visini investiranja na kapitalne, operativne i tehnološke investicije.

Kapitalne investicije

Kapitalnim investicijama se smatraju investicije u energetski sektor kod kojih pored perioda povrata investicije i energetske efikasnosti sistema, veliki značaj imaju i drugi faktori kao što su: povećanje komfora i uslova za rad zaposlenih, poboljšanje bezbednosti i zaštite na radu zaposlenih, prelazak na drugi tip tehnologije koja obezbeđuje veću i kvalitetniju proizvodnju, smanjivanje udele škarta u proizvodnji itd.

Tipični primeri kapitalnih investicija su:

- Izolacija zgrada: Poboljšanje izolacije zidova, krovova, prozora i vrata radi smanjenja energetskih gubitaka;
- Zamena stolarije: Ugradnja energetski efikasnih prozora i vrata;
- Ugradnja energetski efikasnih sistema grejanja, ventilacije i klimatizacije (HVAC): Modernizacija ili zamena starih HVAC sistema sa efikasnijim modelima;
- Zamena kompletног sistema osvetljenja u administrativnim i proizvodnim objektima;
- Instalacija obnovljivih izvora energije: Postavljanje solarnih panela, vetroturbina, sistema na biomasu ili geotermalnih sistema.

Operativne investicije

U operative investicije spadaju sledeće investicije:

- Upravljanje energijom: Korišćenje softverskih alata za analizu, praćenje i optimizaciju potrošnje energije (EMS - Energy Management System);
- Održavanje opreme: Prediktivno, preventivno i redovno održavanje postojećih sistema i opreme za osiguranje njihovog optimalnog rada i smanjenje gubitaka energije.
- Obuka i edukacija: Investiranje u obuku zaposlenih za implementaciju energetski efikasnih praksi.

Tehnološke investicije

- Modernizacija rasvete: Zamena tradicionalne rasvete (npr. fluorescentne ili inkandescen-tne sijalice) sa LED rasvetom;
- Automatizacija i kontrolni sistemi: Ugradnja senzora za pokret, pametnih termostata i si-stema za upravljanje zgradama (BMS - Building Management System);
- Efikasni motori i pogoni: Zamena starih motora i pogona sa energetski efikasnijim mode-lima.
- Optimizacija procesa: Redizajn i optimizacija industrijskih procesa radi povećanja energet-ske efikasnosti;
- REKUPERACIJA toplove: Ugradnja sistema za oporavak i ponovnu upotrebu otpada toplo-te;
- Efikasni uređaji: Nabavka i instalacija energetski efikasnih mašina i opreme.

3.10. Izveštavanje i revizija

Redovno izveštavanje o napretku prema postavljenim ciljevima je važno za održavanje transpar-entnosti i odgovornosti. Revizija strateškog pristupa i prilagođavanje na osnovu povratnih infor-macija i postignutih rezultata pomaže u stalnom poboljšanju.

3.11. Tehnološke inovacije

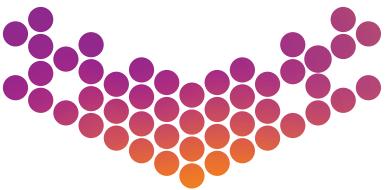
Praćenje i implementacija najnovijih tehnologija u upravljanju energijom može doneti dodatne uštede i efikasnost. Ovo uključuje korišćenje naprednih sistema za automatizaciju, senzore, IoT uređaje i analitiku podataka.

3.12. Integracija održivosti

Energetska strategija treba da bude usklađena sa širim ciljevima održivosti organizacije. Ovo uključuje smanjenje ekološkog otiska, povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije i podržava-nje cirkularne ekonomije.

3.13. Uključivanje interesnih strana

Saradnja sa svim relevantnim interesnim stranama, uključujući dobavljače, kupce, lokalne zajed-nice i regulatorna tela, može pomoći u stvaranju sveobuhvatnog i podržanog pristupa upravljanju energijom. Primena ovih elemenata pomaže organizacijama da uspostave robustan i efektivan strateški pristup upravljanju energijom, što dovodi do dugoročnih ušteda i održivog razvoja.



4. Digitalizacija: tehnologija za upravljanj monitoring, verifikaciju i podršku u odlučivanju

Softver za energetski manadžment (EnMS) je alat koji se koristi kao podrška u odlučivanju. Ima funkcije za praćenje, analizu i optimizaciju potrošnje energije u organizacijama ili industrijskim postrojenjima. Kao što je već napomenuto u ranjem izlaganju, dobar softver za upravljanje energijom mora imati mogućnost za prikupljanje podataka i analizu potrošnje energije u stvarnom vremenu. Softver mora imati mogućnost fleksibilnog generisanja izveštaja po svim relevantnim energetskim parametrima kao i mogućnost direktnog računanja CO₂ emisija po jedinici proizvoda (veoma bitno za CBAM obavezu).

Praćenje potrošnje energije

Od kompanije koja implementira EnMS softversko rešenje treba zahtevati da EnMS softver ima mogućnost integrisanog praćenja potrošnje svih vidova energije i energenata koji se troše u proizvodnim i neproizvodnim procesima, a koji mogu uticati na cenu proizvoda.

Tipovi energije koja se meri u realnom vremenu su električna i toplotna energija. Energenti koji se mere su najčešće: gas, naftni derivati, voda, drvo i ugalj.

Od softvera za energetsko upravljanje očekuje se da ima mogućnost merenja svih tehnički dostupnih mernih tačaka i mogućnost izveštavanja (prikaza rezultata) po sledećim parametrima:

- izveštavanje po definisanim zonama,
- izveštavanje po definisanim sektorima,
- izveštavanje po pojedinačnog merinim tačkama.

Pored izveštavanja o merinim rezultatima, ključna osobina EnMS je da da ima mogućnost analize dinamike potrošnje po navedenim stavkama.

Pored osnovne funkcionalnosti merenja i akvizicije podataka u realnom vremenu, EnMS softver treba da ima sledeće funkcionalnosti:

1. **Analiza podataka:** Softver za energetski menadžment ima algoritme i logiku za analizu prikupljenih podataka u cilju identifikacije uzroka potrošnje energije i potencijalne uštede. Ova analiza može uključivati izradu grafikona, izveštaja i upotrebu naprednih algoritama za otkrivanje nepravilnosti.
2. **Postavljanje ciljeva i praćenje efikasnosti:** EnMS ima opciju postavljanja ciljeva uštede energije i praćenje napretka prema tim ciljevima. Takođe, u EnMS postoji praćenje efikasnosti različitih mera uštede energije i njihov uticaj na troškove.
3. **Upravljanje opterećenjem:** EnMS može pomoći u upravljanju opterećenjem tako da se izbegavaju vršna opterećenja potrošnje energije, što može rezultirati nižim cenama za električnu energiju.

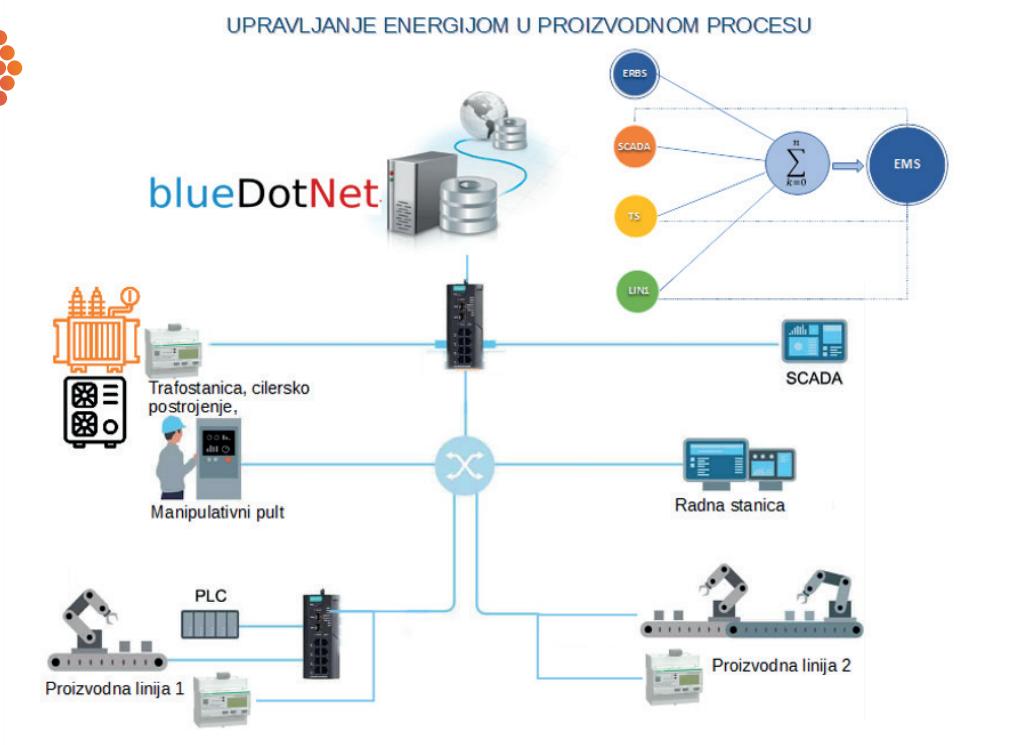
4. **Automatizacija i kontrola:** Neki EnMS alati omogućuju automatizaciju sistema za grejanje, hlađenje, rasvetu i druge energetske potrošače kako bi se optimizirala njihova upotreba. Na primer, mogu se automatski isključivati uređaji kad nisu u upotrebi ili prilagođavati postavke temperature.
5. **Upravljanje emisijama i održivost:** EnMS prati/računa emisije CO₂ i drugih ekoloških parametara kako bi kompanija mogla da se pridržava regulativa i ciljeva održivosti.
6. **Integracija sa drugim sistemima:** EnMS se često integriše sa drugim sistemima kao što su SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), BMS (Building Management Systems) ili ERP (Enterprise Resource Planning) sistemi u cilju boljeg upravljanja energetskim aspektima organizacije.
7. **Izveštavanje i upravljanje troškovima:** EnMS ima mogućnost generisanja i izrade detaljnih izveštaja o potrošnji energije i troškovima. To pomaže u identifikaciji područja mogućih ušteda
8. **Predviđanje i planiranje:** Napredni EnMS sistemi koriste analitiku podataka i veštačku inteligenciju za predviđanje buduće potrošnje energije i optimizaciju planiranja.
9. **Prilagodljivost i skalabilnost:** EnMS sistemi moraju imati mogućnost prilagođavanja različitim vrstama industrija i organizacija kao i mogućnost proširivanja u skladu sa širenjem kompanije.

OSNOVNO PRAVILA DOBROG EMS SOFTVERA: EnMS softver će biti onoliko dobar, koliko u njemu bude modelovana realna slika procesa za koji se koristi. Da bi ovaj uslov bio ispunjen, zahteva se **apsolutna saradnja ljudi iz kompanije za koju se radi softver, u procesu definisanja potrebnih funkcija softvera i vrste izveštaja.**

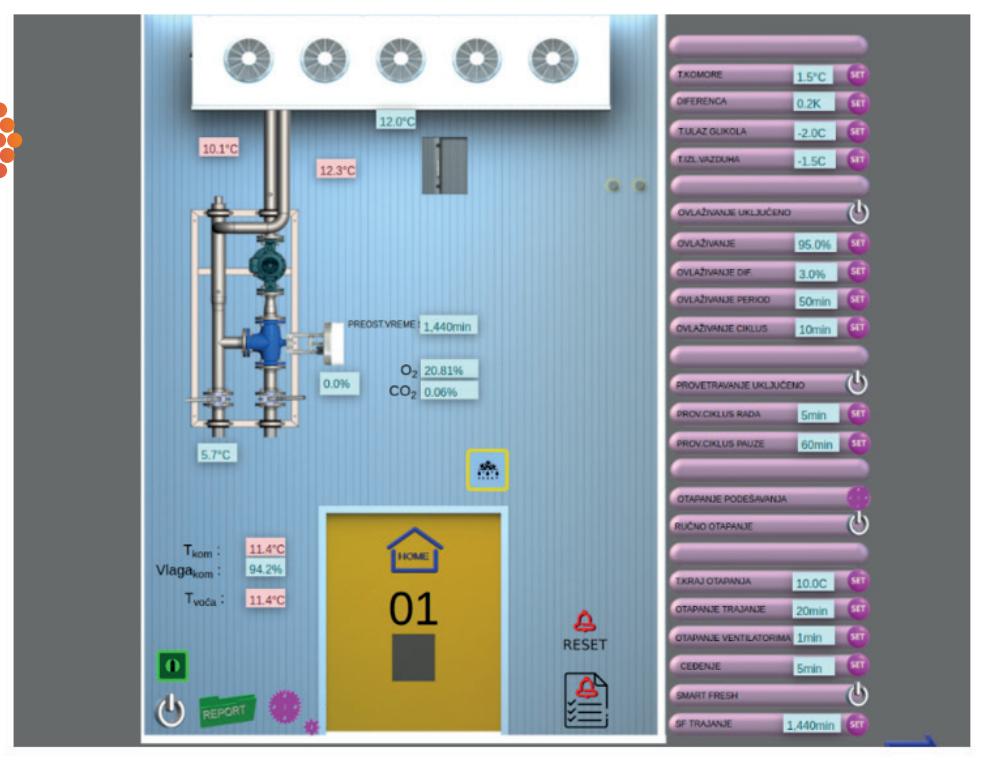
Svrha korišćenje softvera za energetski management jeste pomoći kompanijama u smanjenju troškova energije, poboljšanju efikasnosti, smanjenju emisije CO₂ kao i kontroli troškova u vezi sa emisijom CO₂, te boljem upravljanju energetskim resursima.

KLJUČNE KORISTI PRIMJENE SOFTVERA ZA UPRAVLJANJE ENERGIJOM

- Smanjenje potrošnje energije po jedinici proizvoda
- Smanjenje potrošnje sirovine po jedinici proizvoda
- Praćenje toka proizvodnog procesa i praćenje efikasnosti proizvodnje
- Praćenje sledljivosti u proizvodnom procesu
- Uvid u realne troškova i analiza troškova u realnom vremenu
- Povećanje kvaliteta proizvodnje i automatska detekcija kritičnih tačaka
- CBAM - Usklađenost sa standardima EU - omogućen izvoz



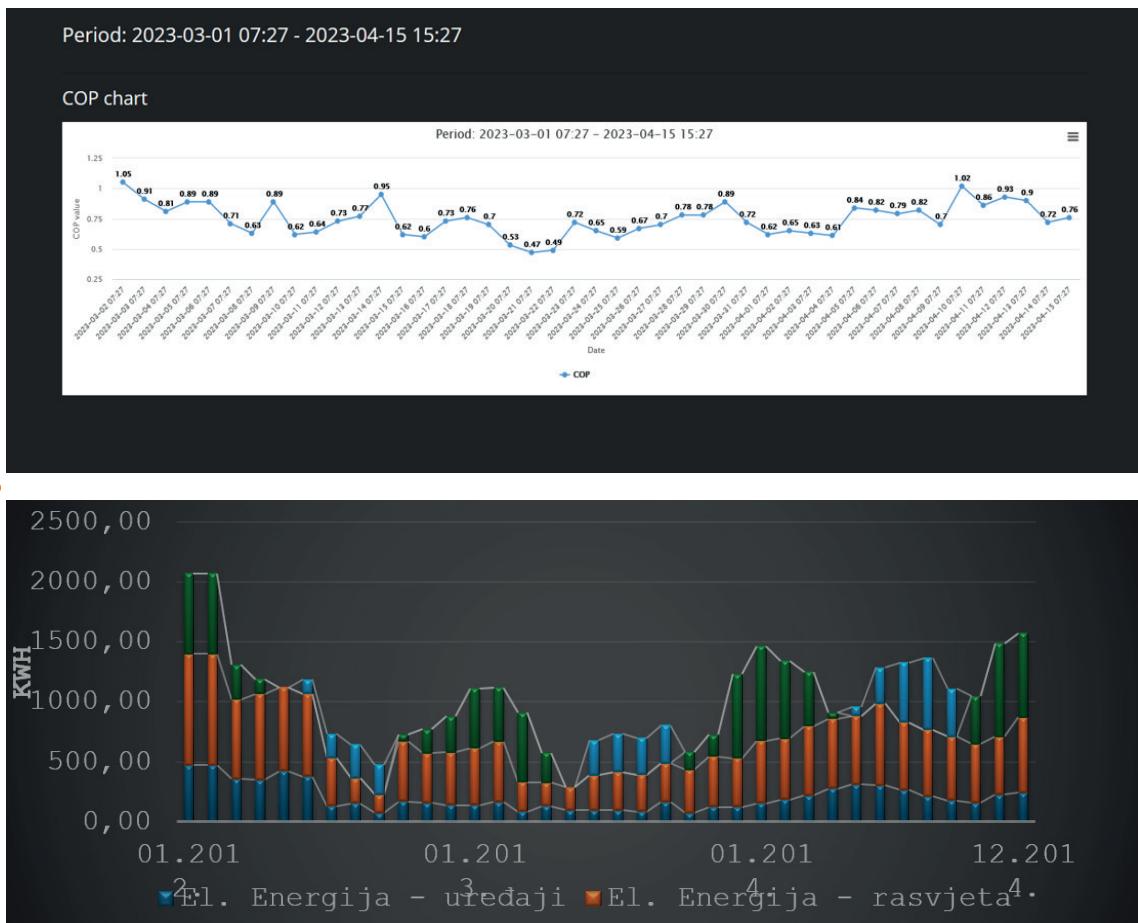
Slika 1: Primer konfiguracije EMS sistema u industrijskom procesu (by ESCO ControlProject Technology)



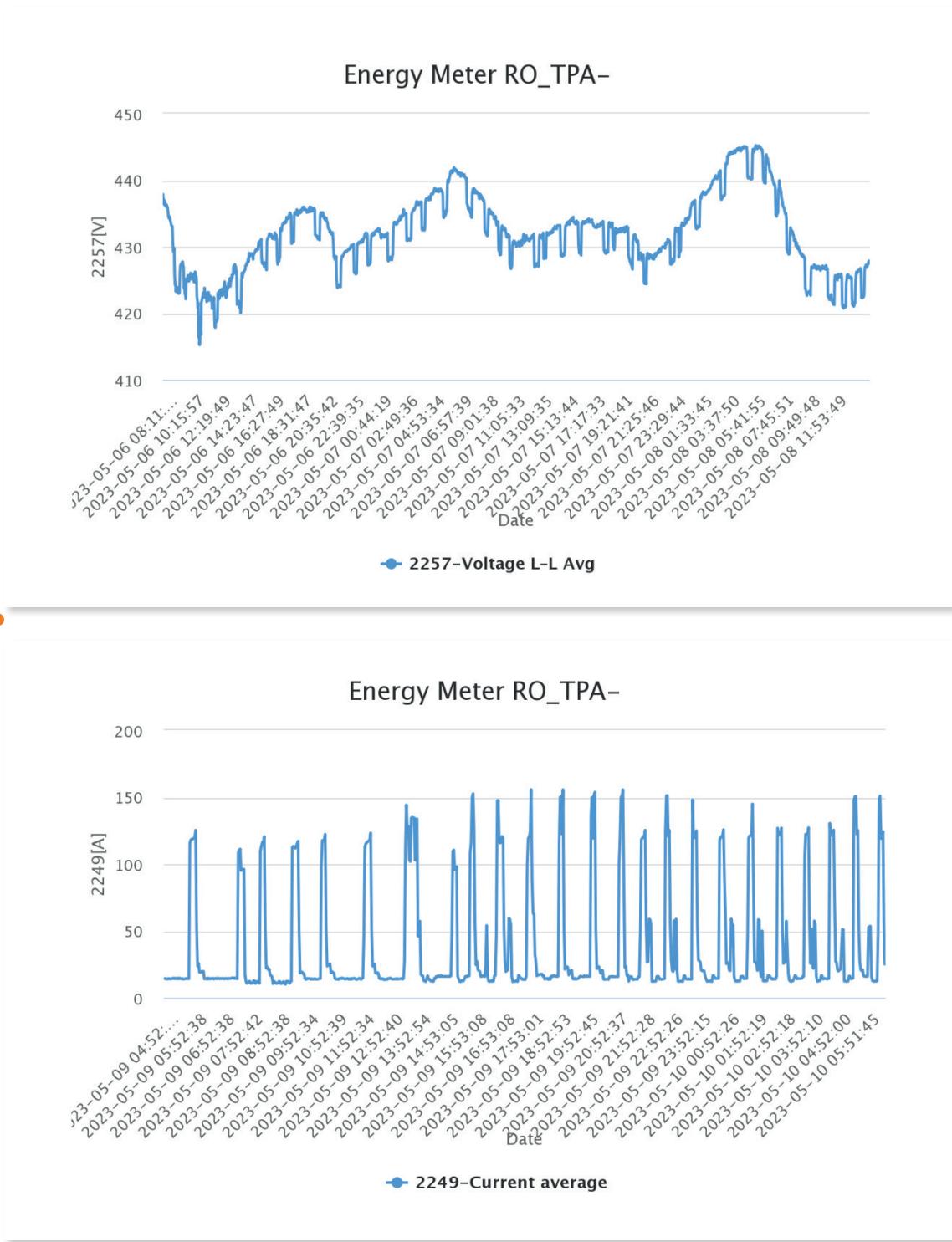
Slika 2: Primer prikaza tehnološkog procesa (by ESCO ControlProject Technology)

READY

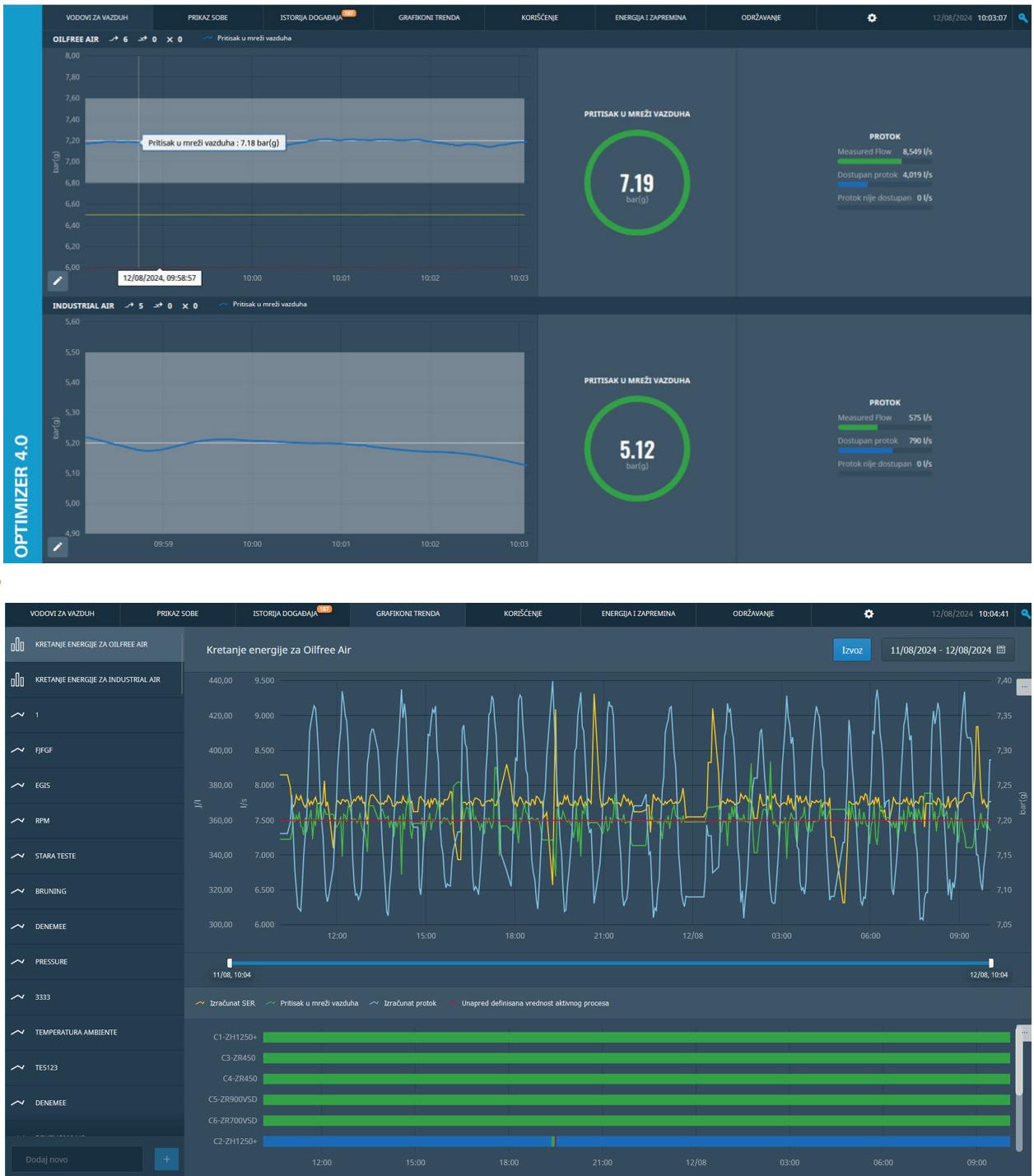
Proces energetske tranzicije
- preporuke za preduzeća



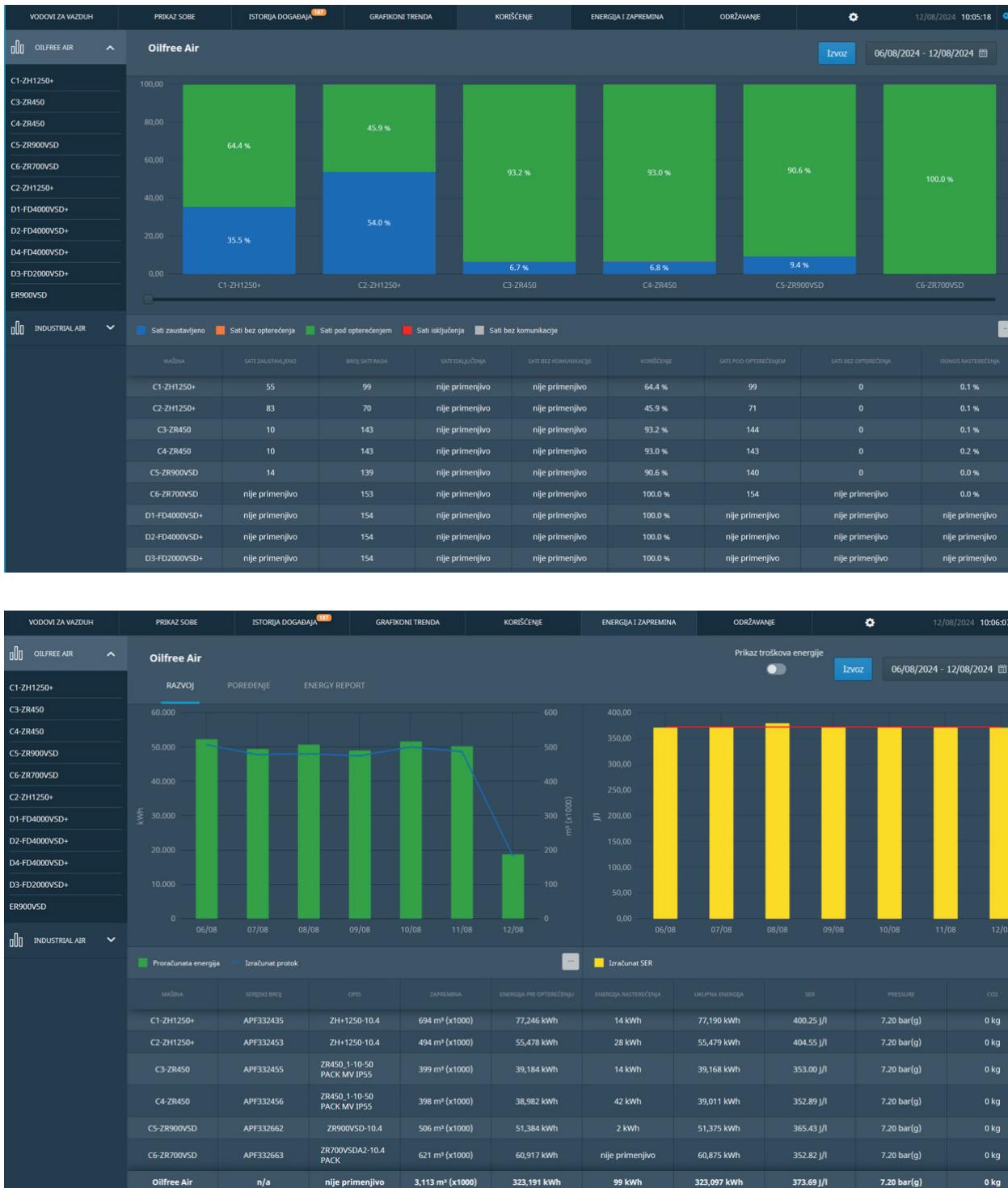
Slika 3. Izgled grafika za prikaz merenih vrednosti (by ESCO ControlProject Technology)



Slika 4. Izgled grafika za prikaz merenih vrednosti (by ESCO ControlProject Technology)



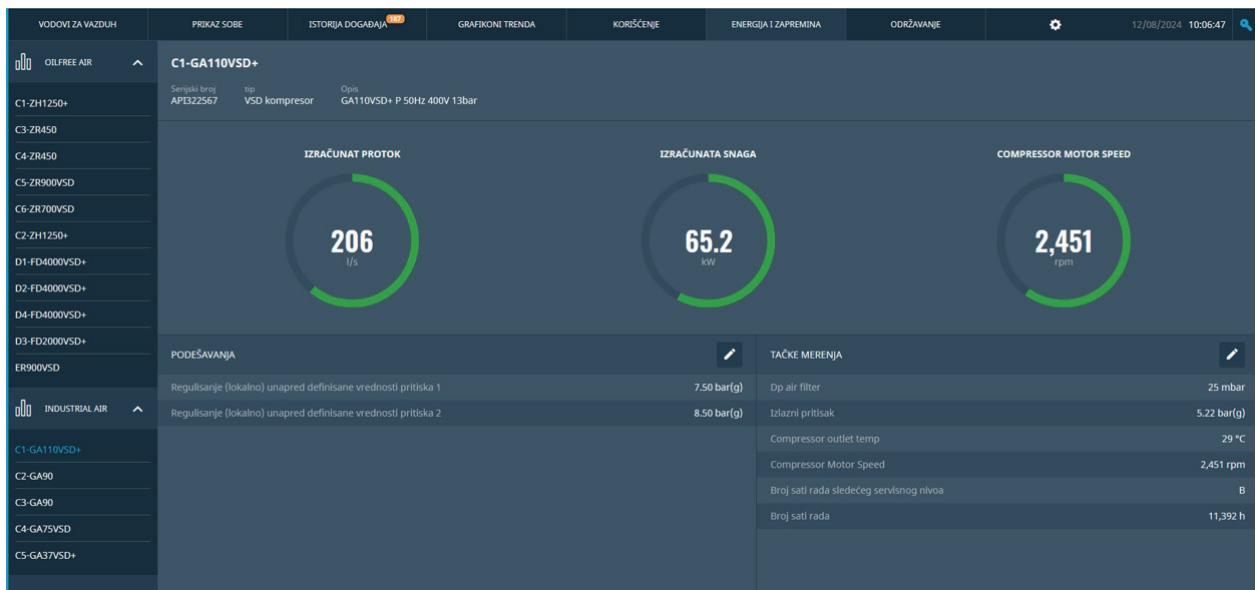
Slika 5: Prikaz ekrana sistema za optimizaciju rada postrojenja za proizvodnju komprimovanog vazduha



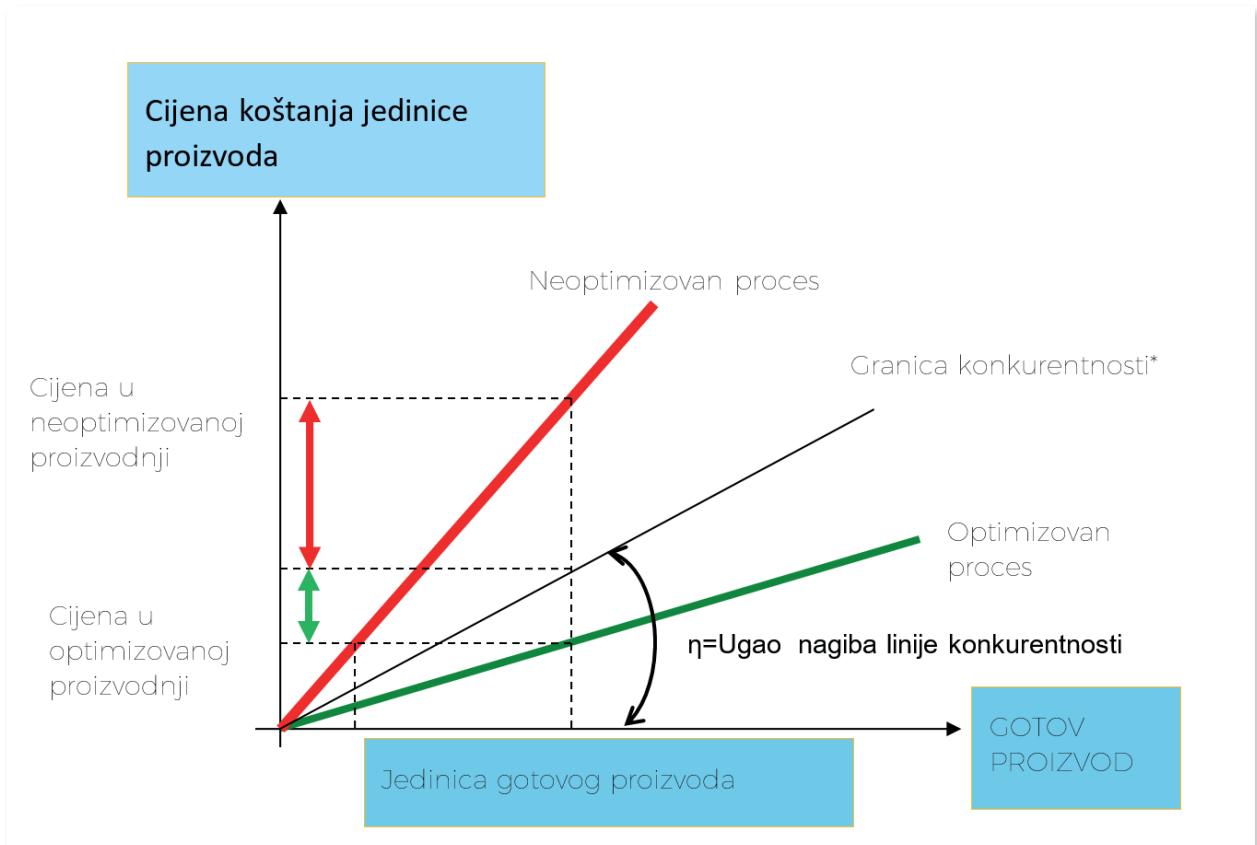
Slika 6: Prikaz ekrana energetski izveštaj i trend potrošnje u stvarnom vremenu

READY

Proces energetske tranzicije
- preporuke za preduzeća



Slika 7: Prikaz ekrana energetski izveštaj i trend potrošnje u stvarnom vremenu



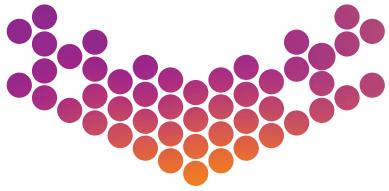
Slika 8: Uticaj optimizacije proizvodnje na konkurentnost i održivost

Na slici 8 je prikazan odnos cene koštanja proizvoda u procesu koji je efikasan i optimizovan, te cene koštanja proizvoda u procesu koji je neefikasan tj. neoptimizovan. Koeficijent smera ili ugao nagiba linije konkurentnosti u današnjim uslovima nije konstantan ugao. Ugao nagiba je promenljiv parametar i zavisi od troškova proizvodnje. Energija postaje dominantan faktor uticaja na nagib krive konkurentnosti

$$\eta = f(x_1, x_2, \sum E, x_3 \dots)$$

Gde su: x_1, x_2, x_3 - ulazni troškovi u procesu proizvodnje (sirovine, rad..), a $\sum E$ - zbir svih energija i energetskih resursa koje se koriste kao ulazna sirovina u procesu proizvodnje

Da bi se ugao nagiba krive konkurentnosti pratio u stvarnom vremenu tj. da bi se u svakom momentu imala realna slika učešće energije u troškovima, potrebno je u procesu imati sistem za automatsko praćenje energetskih parametara. **Sistem za automatsko praćenje energetskih parametara se realizuje digitalizacijom sistema tj. primenom softvera za energetsko upravljanje ili EnMS.** Svrha primene sistema za upravljanje energijom (EnMS) je praćenje energetskih parametara koji utiču na cenu koštanja proizvodnje i upravljanje procesima tako da se energetski troškovi svedu na najmanji mogući nivo, a da se pri tome ne ugrozi kvalitet proizvodnje.



5. Primeri mera energetske efikasnosti u industrijskim postrojenjima

Svi podaci koji su navedeni u primerima su iskustveni i posledica su dugogodišnje inženjerske prakse u industrijskim postrojenjima. Zbog zastite podataka klijenata, neće biti navedeni detalji o izvoru podataka, a zbog slike vitičnog i korisnijeg pregleda, svi primeri će biti prikazani u procentima. Relativni prikaz podataka je pogodan jer omogućava čitaocu da preslikava i simulira primer na vlastitu situaciju.

U nastavku je data lista i opisi potvrđenih korektivnih mera energetske efikasnosti koje direktno smanjuju cenu troškova proizvodnje:

5.1. Zamena rasvetnih tela sa LED rasvetom

Zamena sistema osvetljenja može se realizovati na tri različita nivoa. Nivoi se odnose na nivo tehničko-tehnološkog rešenja. Svaki nivo zahteva odgovarajuću investiciju i ima odgovarajuću uštedu u energiji.

Mera	Naziv mere	Moguća ušteda u el. energiji [%]
M1	Zamena rasvetnih tela koja pripadaju NE-LED tehnologiji sa rasvetnim telima koja pripadaju LED tehnologiji.	20-35%
M2	M1 + dodavanje senzora prisustva. Upravljanje osvetljenjem po okupiranosti prostora. Digitalizacija 1. nivoa.	do 50 %
M3	M1 + dodavanje senzora prisustva i nivoa osvetljenja. Upravljanje osvetljenjem po okupiranosti prostora i po nivou spoljašnjeg osvetljenja. Digitalizacija 2. nivoa.	50-65%
M4	M3 + uključivanje sistema osvetljenja u BMS sistem. Digitalizacija 3. nivoa -integracije	do 75%

5.2. Zamena konvencionalnih sistema grejanja/hlađenja toplotnim pumpama

Primenom toplotnih pumpi mogu se postići značajne uštede u potrošnji energije, što se direktno odražava na smanjenje troškova grejanja i hlađenja. Konkretnе uštede zavise od nekoliko faktora, uključujući:

- efikasnost toplotne pumpe (COP - Coefficient of Performance);
- cenu električne energije u odnosu na fosilna goriva;
- izolaciju objekta;
- klimatske uslove u regiji.

U proseku, uštede u troškovima energije kreću se od 30% do 60% u poređenju sa konvencionalnim sistemima grejanja, ali to može varirati u zavisnosti od gore navedenih faktora. Važno je napomenuti da se primenom toplotne pumpe, pored toplotne energije u režimu grejanja, dobija i rashladna energija u režimu hlađenja.

Praktični saveti u eksploataciji toplotnih pumpi

Toplotne pumpe novije generacije imaju tzv. „recovery“ funkciju. Ova funkcija je veoma bitna jer daje mogućnost iskorišćenja otpadne toplotne na toplotnoj pumpi. Naime, kada toplotna pumpa radi u režimu hlađenja, ona generiše određenu količinu toplotne energije. Generisana toplotna energija koja je nusproizvod u režimu hlađenja se odvodi na izmenjivač za pripremu sanitарне tople vode ili na pripremu tehnološke tople vode.

VEOMA BITAN podatak za industriju je činjenica da mnoge industrije imaju toplotnu energiju kao otpad. Otpadna toplotna energija se može koristiti kao primarni izvor energije u radu toplotnih pumpi. Takođe se energija dobijena rekuperacijom može vrlo uspešno koristiti kao primarna energija toplotne pumpe. Izvor energije u procesu rekuperacije su najčešće izdugni gasovi (ekonomajzer metoda) ili izbacni ventilacioni vazduh.

S obzirom da su toplotne pumpe standardno niskotemperaturne mašine (maksimalno do 55°C) i da za njihovu kvalitetnu eksploataciju u objektu mora biti razvedena niskotemperaturna instalacija (podni paneli, FC uređaji), bitno je napomenuti da na tržištu postoje i visokotemperaturne toplotne pumpe koje su naročito pogodne u objektima gde već postoje razvedene visokotemperaturne instalacije (radijatori). Takođe se koriste u industrijskim primenama gde je potrebna visoka temperatura za procese.

Mera	Naziv mere	Moguća ušteda u el. energiji [%]
M1	Zamena konvencionalnih sistema grejanja/hlađenja topotnim pumpama	30%
M2	M1 + sistem regulacije i upravljanja grejanjem i hlađenjem u prostoru (ugradnja termostatskih ventila i naprednijih kontinualnih sistema upravljanja)	do 60 %
M3	M2 + korišćenje rekuperativne energije ili otpadne energije iz procesa	60-75%
M4	M2 + dodavanje termo-solarnih kolektora u sistem	do 80%

Troškovi za grejanje na 100 m ²				
Izvor topotne energije	Efikasnost izvora	Potrošnja energije	Jedinična cena energenta/energije	Apsolutna cena
Kotao, prirodni gas	0,90	1800 m ³	0,3 €/m ³	540 €
Kotao, pelet	0,85	4,3 t	150 €/t	630 €
Kotao, propan-butan gas	0,90	1280 kg	1,4 €/kg	1792 €
Topotna pumpa	3,5	4.290 kWh	0,07 €/kWh	300 €
Grejanje na struju	1	15.000 kWh	0,07 €/kWh	1.050 €

Uporedni prikaz cene koštanja grejanja 100 m² prostora sa različitim izvorima topotne energije

5.3. Rekuperacija energije

Rekuperacija energije je metoda iskorištavanja otpadne energije za dobijanje nove korisne energije. Tehnologija rekuperacije se može primenjivati na svim mestima gde postoji tok energije ili deponija energije koja se baca.

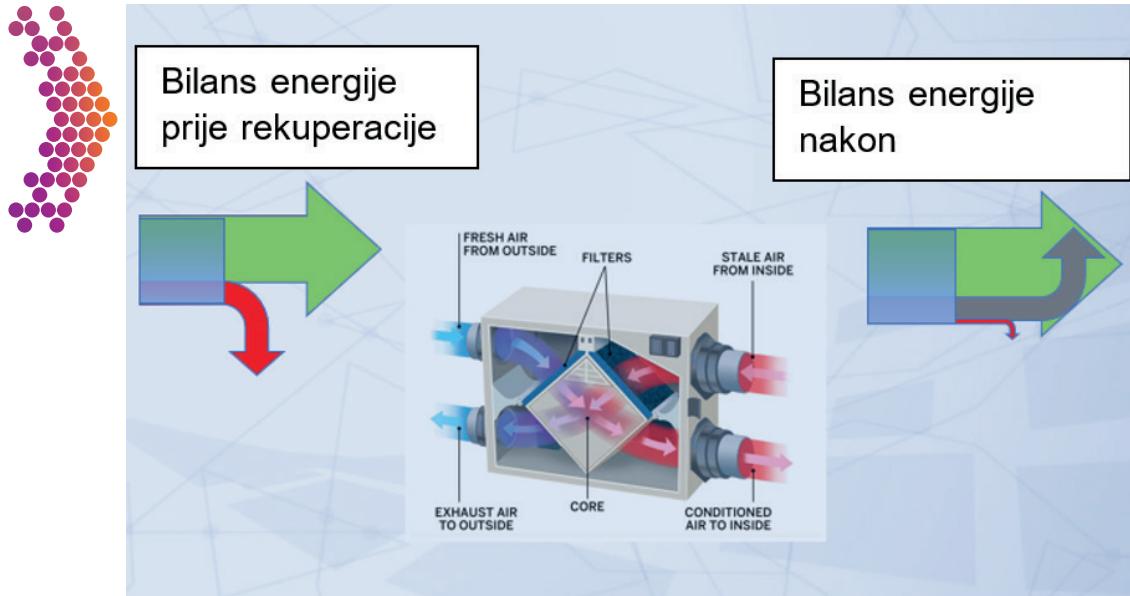
Uticaj rekuperacije topote

- Smanjenje troškova energije:** Iskorištavanje otpadne topote smanjuje potrebu za dodatnim energetima za grejanje ili procesnu topotu, čime se smanjuju troškovi energije.
- Poboljšane efikasnost sistema:** Kompresori koji koriste rekuperaciju topote rade efikasnije, što može produžiti njihov vjek trajanja i smanjiti troškove održavanja.
- Ekološki benefiti:** Smanjenje potrošnje energije i emisije štetnih gasova pomaže u smanjenju ekološkog otiska industrije.
- Povećana održivost:** Industrijski pogoni postaju energetski efikasniji i održiviji, što je važno za moderne poslovne prakse i regulatorne zahteve.

Tipični primeri rekuperacije u industriji su:

- rekuperacija energije na sistemu ventilacije,
- odimljavanje i
- klimatizacija.

Količina energije koja se može dobiti primenom rekuperatora u sistemu klimatizacije zavisi od efikasnosti rekuperatora, razlike temperature između spoljašnjeg i unutrašnjeg vazduha, protoka vazduha i specifičnog toplotnog kapaciteta vazduha. Rekuperator radi tako što vrati deo toplote iz izlaznog vazduha i koristi je za zagrijavanje ili hlađenje ulaznog vazduha, smanjujući tako potrebu za dodatnom energijom za grejanje ili hlađenje.



Slika 9: Rekuperacija toplotne energije u sistemu ventilacije

Efikasnost rekuperatora često se kreće između 50% i 90%. U praktičnom smislu, to znači da rekuperator može vratiti između 50% i 90% toplote iz izlaznog vazduha.

Na primer, ako je na izlazu iz sistema vazduh na 25°C, a na ulazu je vazduh 5°C, i ako je efikasnost rekuperatora 70%, ulazni vazduh će biti predgrejan na 19°C. Dakle, u ovom primeru, rekuperator bi povećao temperaturu ulaznog vazduha sa 5°C na 19°C, čime se značajno smanjuje potrebna energija za daljnje grejanje.

Za preciznu procenu uštede energije, potrebno je uzeti u obzir specifične uslove vašeg sistema, uključujući protok vazduha i specifične toplotne kapacitete.

$$T_{ulaz} = T_{spoljni} + \eta \times (T_{izlazni} - T_{spoljni})$$

$$T_{ula} = 5^{\circ}\text{C} + 0.7 \times (25^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C})$$

$$T_{ula} = 5^{\circ}\text{C} + 0.7 \times 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ula} = 5^{\circ}\text{C} + 14^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ula} = 19^{\circ}\text{C}$$

DOBRA PRAKSA

Specifičan primer dobre prakse je primer iskorišćenja otpadne energije sa proizvodnih predmeta (proizvoda ili poluproizvoda) koji iz procesa ili delova procesa izlaze sa povišenim temperaturama i potrebno ih je hladiti.

U konkretnom primeru radi se o prikupljanju otpadne toplotne energije sa plastičnih delova koji izlaze iz brizgaljki u procesu proizvodnje plastike. Standardno, ova energija odlazi u prostor, a u letnom periodu kada je proizvodne hale potrebno hladiti, ova energija dodatno zagreva prostor i pravi ozbiljnu smetnju rashladnom sistemu i zahteva dodatnu energiju za hlađenje.

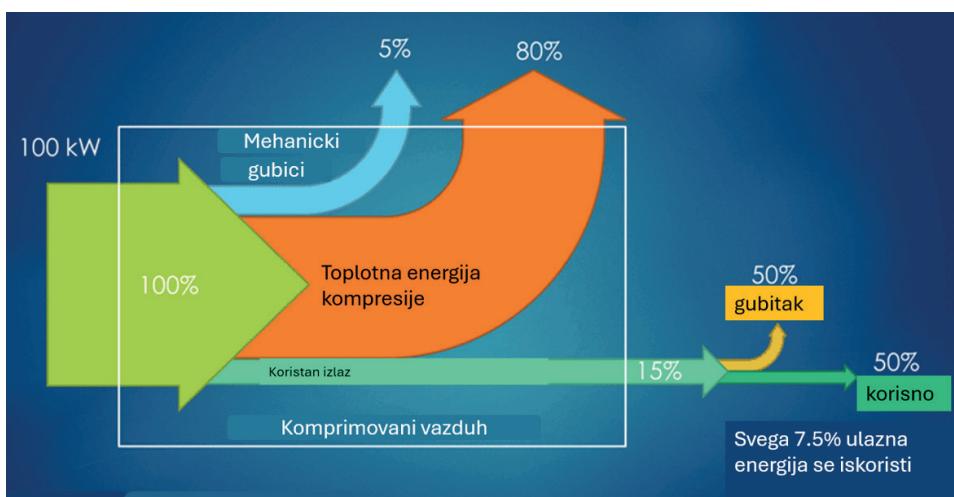
Tehničko rešenje prikupljanja toplotne energije sa obradnih predmeta je bilo takvo da se iznad posuda u koje padaju obrađeni delovi iz mašina ugrade odsisne haube koje preko sistema kanala usmeravaju energiju ka izmenjivačima ili rekuperatorima i tako sprečavaju dodatno zagrevanje prostora, a istovremeno energija koja se sakupi služi za grejanje sanitарне tople vode. U zimskom periodu, energija sakupljena na ovaj način se koristi i za zagrevanje objekata. Drugo primenjeno rešenje je bilo da se posude za prihvatanje obrađenih predmeta realizuju kao izmenjivači toplote koji preko glikola toplotnu energiju kanališu na sistem za grejanje ili za pripremu tople vode. Na ovaj način, u slučaju koji je uzet za primer, kompanija je uspela obezbediti celokupnu energiju za pripremu tehničke i sanitарne tople vode.

Čitav proces rekuperacije energije tj. vraćanja dela energije u korisne procese, je upravljan adekvatnim digitalnim kontrolnim sistemom.

5.4. Energetske mere na kompresorskim sistemima za proizvodnju komprimovanog vazduha

Komprimovani vazduh (vazduh pod pritiskom) je široko rasprostranjen u industrijskim procesima. Efikasnost sistema komprimovanog vazduha je niska – npr. od ukupno uložene električne energije za pogon kompresora, svega 10-25% zaista bude predato potrošaču u vidu komprimovanog vazduha.

Iz navedenih razloga, troškovi proizvodnje i upotrebe komprimovanog vazduha su veoma visoki, pa je poželjno da sistem bude što je više moguće optimizovan.



Slika 10. Energetski bilans proizvodnje komprimovanog vazduha

Smanjenje troškova proizvodnje komprimovanog vazduha, pored rekuperacije, može se postići kroz sledeći set mera:

Mera	Naziv mere	Mogući načini uštede u el. energiji
M1	Iskorišćenje otpadne toplote -rekuperacija	Samo od 5% do 10% ukupne energije kojom se snabdeva kompresor se iskoristi za podizanje pritiska vazduha. Preostala energija je u kompresoru prisutna u obliku toplote. Veliki deo ove toplote (85-95%) se odvodi preko vode za hlađenje kompresora i ulja za podmazivanje. Moguće je ostvariti zнатне uštede konstruisanjem optimizovanog sistema za rekuperaciju toplote. Kod vazduhom hlađenih kompresora, raspoloživa toplota je toplota vazduha na 50-60°C, a kod vodom hlađenih kompresora, voda koja se može iskoristiti za rekuperaciju je temperature 90-95°C. Otpadna toplota kompresora se može koristiti za grejanje, sušenje, pripremu sanitарне tople vode ili pripremu tehnološke tople vode.
M2	Redovno održavanje opreme	Redovno održavanje opreme optimizuje performanse celog sistema i doprinosi smanjenju potrošnje energije.
M3	Eliminacija curenja vazduha u sistemu	Curenja u sistemu komprimovanog vazduha su uobičajena i za sistem kod kog su curenja na nivou do 5% od ukupnog kapaciteta može se reći da je u granicama dobrog rada. Praksa pokazuje da su curenja od 20% uobičajena u sistemima komprimovanog vazduha, a to znači čisto bacanje novca u vazduh.
M4	Predhlađenje vazduha na ulasku u kompresorsku stanicu	Vazduh na ulazu u kompresor treba da se uzima sa hladnog, čistog i suvog mesta. Predhlađenjem vazduha na ulazu u kompresor moguće je postići poboljšanje izlaznih performansi kompresora za 20%. Predhlađenjem ambijentalne temperature za svakih 5°C, ostvaruje se ušteda u potrošnji električne energije na rad kompresora od 1,5%. Predhlađenjem se povećava maseni protok vazduha i uklanja vlaga i prašina. Samim tim se povećava kapacitet kompresora, pa ne postoji potreba za naknadnim hladnjakom i sušaćem.
M5	Ugradnja sistema za optimizaciju rada kompresora. Digitalizacija	Optimajzeri rada sistema za pripremu i distribuciju komprimovanog vazduha drže pritisak u sistemu u skladu sa realnim potrebama potrošača vazduha. Kad nema potrebe za komprimovanim vazduhom, pritisak u sistemu se smanjuje. Iskustva pokazuju da se smanjenjem pritiska za 1 bar, potrošnja kompresora smanjuje za 7%. Ako kompanija ima više kompresora preporuka je da se ugradi centralni kontroler rada kompresora. Smatra se da sistem za proizvodnju komprimovanog vazduha radi dobro ukoliko je ukupna specifična energija potrošena na proizvodnju komprimovanog vazduha na nivou 0,14 kWh/m ³ . Ugradnjom optimajzera na upravljanju kompresorom dobijaju se odlični rezultati od 0,11 kWh/m ³ .
M6	Ugradnja automatskog odcepног ventila na delovima razvodne mreže	Svrha ovoga ventila je odvajanje/izolovanje potrošača povezanih na sistem u periodu kada nisu u proizvodnoj funkciji. Ova mera može da doprinese smanjenju curenja vazduha u sistemu. Izolacioni ventili mogu da se primene i na cele pogone kada nisu u funkciji.
M7	Ugradnja frekventne regulacije na motore kompresora	Ova mera rezultira ekstremnim uštedama energije koja se kreće od 35% u odnosu na konvencionalne sisteme uključivanja i isključivanja rada motora kompresora. Najnovija tehnološka rešenja frekventnih regulatora mogu smanjiti potrošnju energije kompresora do 60%.

5.5. Mere na sistemu za napajanje električnom energijom - kompenzacija reaktivne energije

Kod induktivnih električnih uređaja (elektromotorni pogoni, fluo osvetljenje sa prigušnicama), jedan deo električne energije se iskoristi za koristan rad i on se naziva aktivna komponenta električne energije, a drugi deo električne energije ne vrši direktno koristan rad i on se naziva reaktivna komponenta električne energije. Reaktivna komponenta električne energije je dodatna stavka na računu za električnu energiju i moguće ju je eliminisati ili svesti na minimum.

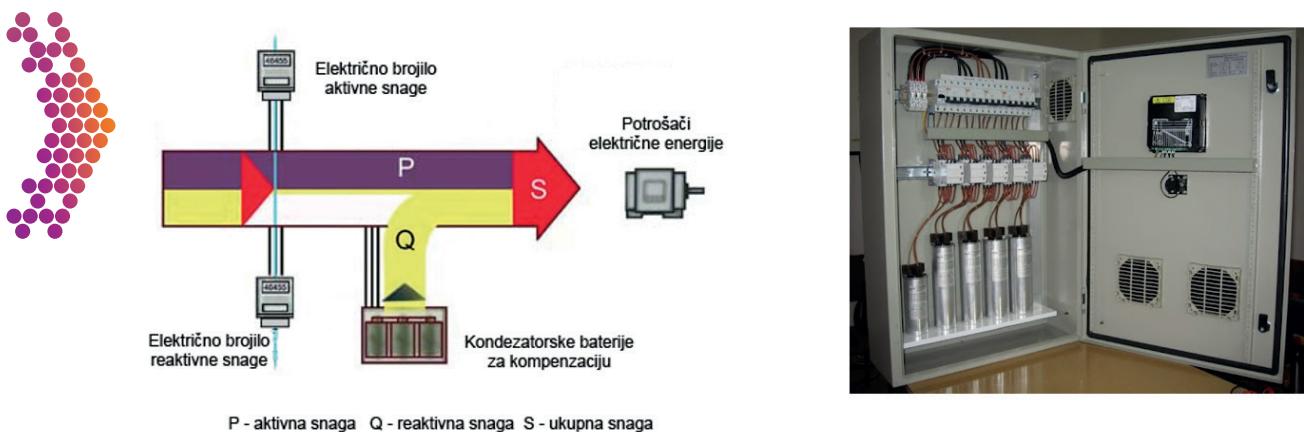
Postrojenja za kompenzaciju reaktivne energije služe za smanjenje ili eliminaciju viška reaktivne energije. Ovo rezultira značajnom uštedom na računima za energiju.

Kao mera prisustva reaktivne energije u sistemu koristi se FAKTOR SNAGE ($\cos \Phi$ = ugao između aktivne i prividne snage: vremensko kašnjenje struje u odnosu na napon). Optimalna vrednost faktora snage iznosi $\cos \phi=1$, što znači da je prividna snaga jednaka aktivnoj, odnosno da je reaktivna komponenta električne energije u potpunosti kompenzovana. Granica tehničkog optimuma reaktivne energije u sistemu izražena u $\cos \phi$ je 0.95. Dakle u svim distributivnim sistemima u kojima je $\cos \phi < 0.95$ mora se raditi kompenzacija reaktivne energije.

Za kontrolu faktora snage, odnosno smanjenje reaktivne energije, ugrađuju se uređaji koji se nazivaju KOMPENZACIJE REAKTIVNE ENERGIJE.

Kompenzacije mogu biti: pojedinačne, grupne, mešovite i centralne.

Česta praksa je da se izvodi centralna-grupna kompenzacija za čitavu fabriku na jednom mestu. Analizom više slučajeva je utvrđeno da je period povrata u sistem kompenzacije od 2 do 3 godine.



Slika 11. Dijagram toka el. energije u sistemu snabdevanja i oprema za kompenzaciju reaktivne komponente el. energije

5.6. Mere na elektromotornim pogonima - frekventni regulatori i soft starteri

Frekventni regulatori su elektronski uređaji koji omogućavaju upravljanje brzinom i momentom trofaznih motora modulišući mrežni napon, frekvenciju i struju.

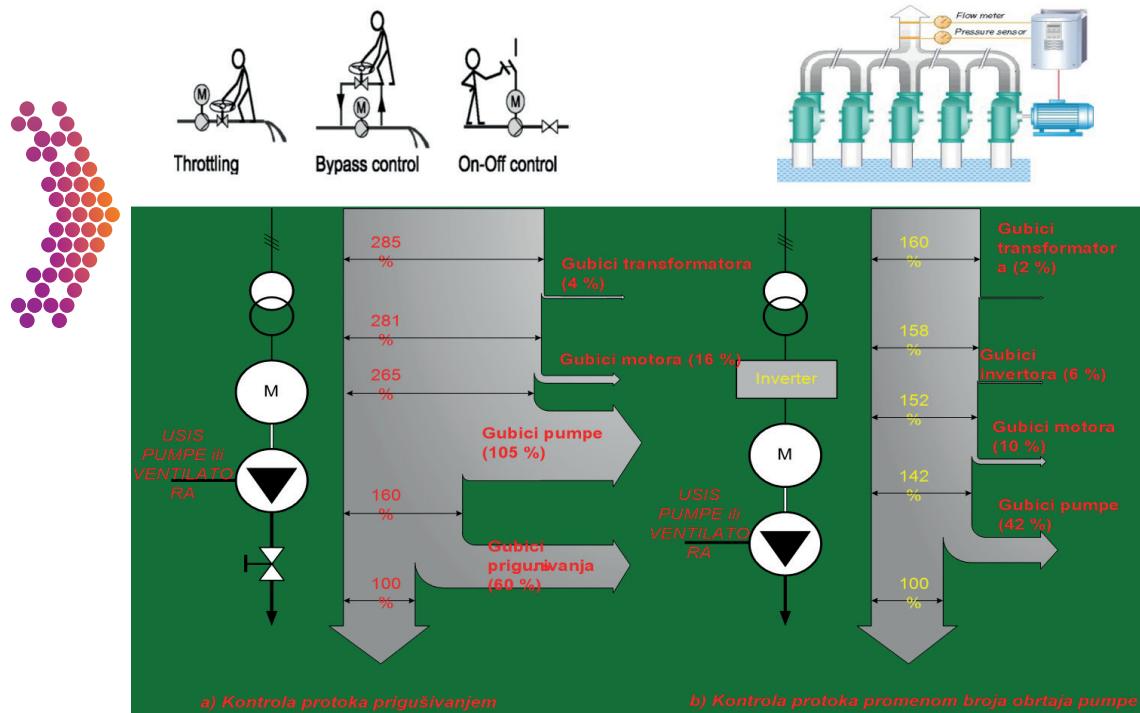
Frekventni regulatori se najčešće koriste u automatizaciji elektromotornih pogona u aplikacijama koje zahtevaju kontrolu brzine, lagano startovanje, kontrolu pozicije, kontrolu momenta, kontrolu kočenja smanjenje faktora snage itd.

Frekventni regulatori se ugrađuju za motore čija snaga prelazi 5,5 kW čak i ako nije neophodna kontrola brzine. Ukoliko je potrebna kontrola brzine, pozicije, momenta, protoka, frekventni regulatori se ugrađuju za motore od najmanjih do najvećih snaga.

Primenom frekventnog regulatora se postiže kontrola početnih struja koje su kod asinhronog motora nekoliko puta veće od nominalne struje, a također pozitivno utiču na popravku faktora snage motora.

Značaj frekventnih regulatora u upravljanju elektromotornim pogonima najbolje će se videti kroz primere.

Primer: Primena frekventnih regulatora u upravljanju pumpama i ventilatorima



Slika 12. Sistem regulacije protoka a) metodom prigušenja ventila ili uklj/isklj motora b) metodom primene fr. reg.

Analiza slučaja:

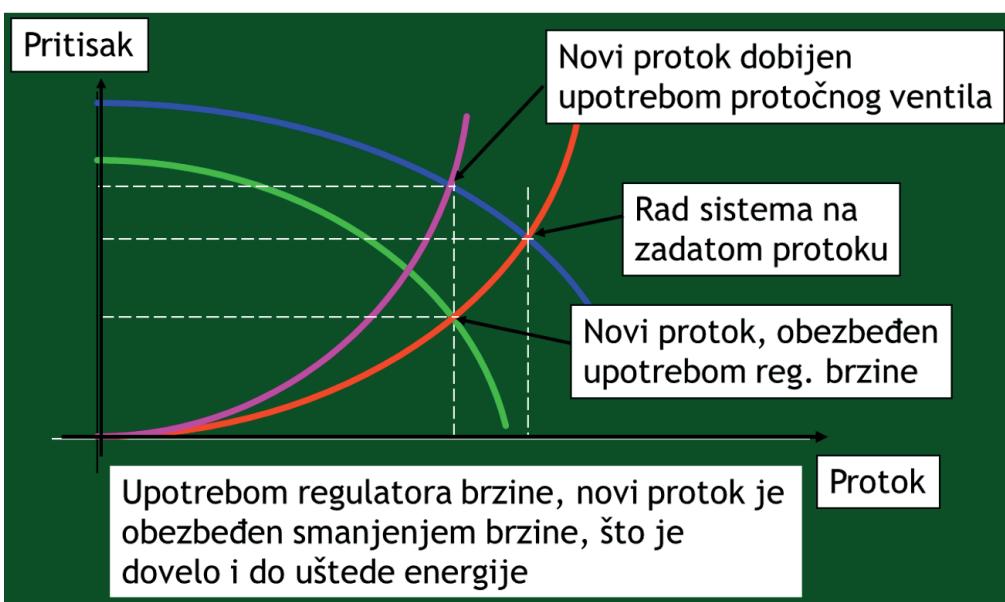
- Da bi se postigao zahtev od 100% protoka, potrebna je pumpa čiji motor je snage 15 kW, $n=3000$ obrtaja/min.

Zahtev za smanjenje protoka za 10%, 20% i 30% metodom a) podrazumeva prigušenje ventila što dovodi do dodatnih naprezanja u radu motora kao i do dodatnih mehaničkih opterećenja prigušnih ventila ili cevovoda tj. dolazi do povećanja pritiska u sistemu između pumpe i ventila.

Zahtev za smanjenje protoka za protok za 10%; 20%; 30% metodom b) dovodi do sledećih efekata.

Smanjenje protoka za 10%, 20% i 30% postiže se smanjenjem brzine i snage motora sukcesivno pa će situacija sa brzinom biti sledeća: brzine će biti 2619 o/min, 23280/o/min, 14550/min, a situacija sa snagama će biti sledeća: snage motora će biti 11 kW, 7.6 kW, 1.875 kW.

Dijagram koji ilustruje značaj uticaja frekventne regulacije na mehanička naprezanja sistema, a samim tim i na njihov životni vek, kao i na troškove održavanja, prikazan je na slici 13. Ušteda se ostvaruje u slučaju regulacije i po protoku i po pritisku.



Slika 13. Dijagram uporednog prikaza regulacije protoka primenom protočnog ventila i primenom frekventnog regulatora

Za potrebe realizacije upravljanja protoka ili pritiska metodom primene frekventnog regulatora, potrebno je u sistem dodati senzor protoka ili pritiska i DDC kontroler (Data Digital Controller) na kojem se izvršava algoritam zadatog cilja. Frekventni regulatori novije generacije imaju integriran DDC kontroler u sebi.

Sati rada [h]	Protok vazd. [m ³ /s]	Regulisanje protoka prigušivanjem			Regulisanje protoka frekventnim regulatorom		
		Napor ventilatora [Pa]	Snaga elek- tromotora [kW]	Potrošnja el. energije [kWh]	Napor ventilatora [Pa]	Snaga elek- tromotora [kW]	Potrošnja el. energije [kWh]
11,59	0,00	1.645,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,83	1.689,38	5,00	0,00	13,59	0,07	0,00
0,00	1,65	1.711,89	8,40	0,00	54,36	0,32	0,00
0,41	2,48	1.716,66	10,80	4,44	122,31	0,79	0,33
2,05	3,30	1.706,32	12,60	25,84	217,44	1,60	3,28
2,67	4,13	1.682,60	14,20	37,76	339,75	2,86	7,62
2,46	4,95	1.646,29	15,00	38,91	489,24	4,76	11,71
2,15	5,78	1.597,29	17,80	38,23	665,91	7,57	16,31
2,05	6,60	1.534,53	20,10	41,27	869,76	11,73	24,06
0,52	7,43	1.456,06	23,00	11,77	1.100,79	17,90	9,18
0,10	8,25	1.359,00	26,20	2,69	1.359,00	26,20	2,69
24,00				200,91			75,18

Uporedni prikaz potrošnje el. energije kod regulacije protoka metodom prigušenja i metodom kontinualne regulacije primenom frekventnog regulatora

5.7. Korišćenje energije iz obnovljivih izvora

Energija iz obnovljivih izvora se može kvalitetno koristiti na više načina. Neke od često primenjivanih tehnologija će biti nabrojane u nastavku:

- Fotonaponski solarni sistem (proizvodnja električne energije iz sunčevog zračenja),
- Termosolarni sistem (proizvodnja toplotne energije iz sunčevog zračenja),
- Geotermalni sistem (proizvodnja toplotne energije iz geotermalnog potencijala zemlje),

U nastavku teksta biće obrađen HIBRIDNI FOTONAPONSKI SISTEM jer se o ovome sistemu malo pisalo i relativno je nepoznat u praksi jer zahteva veća ulaganja. Ulaganja u hibridni sistem su veća zbog visoke cene akumulatorskih sistema. Međutim, hibridni fotonaponski sistemi imaju smisla i biće pomenuta iz dva razloga:

1. Sposobnost sistema da akumulira električnu energiju, mogućnost reverzibilnog rada,
2. Sposobnost sistema da akumulira energiju, rešenje problema predaje viška energije u mrežu

Hibridni ili dvosmerni solarni sistemi

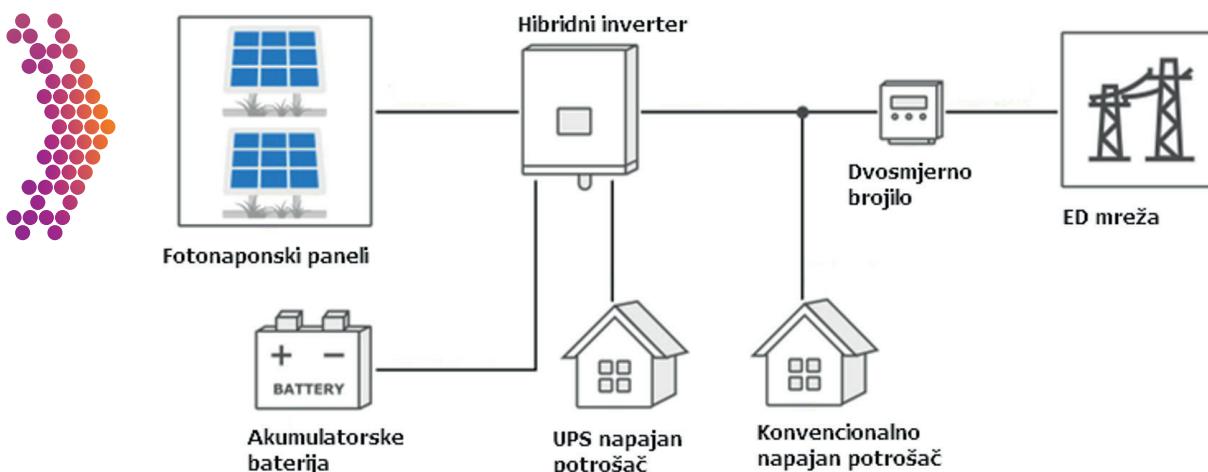
Srce hibridnog solarnog sistema je HIBRIDNI INVERTER. Hibridni inverteri su pogodni za energetsko upravljanje fotonaponskih panela, akumulatora, opterećenja, električne mreže i drugih solarnih energetskih sistema. Električna energija iz fotonaponskih panela se koristi za napajanje električnom energijom potrošača, a višak energije se može uskladištiti u akumulatorima. Kada je akumulator napunjen do kraja, hibridni inverter može višak energije slati u električnu mrežu. Višak elek-

trične energije se može slati u mrežu samo ako korisnik ima ugovor o kupoprodaji el. energije sa elektroistribucijom. Ukoliko korisnik nema ugovor sa elektroistribucijom kao kupac - proizvođač, hibridni inverter se može podesiti tako da višak el. energije ne šalje u mrežu. Svaki kvalitetan hibridni inverter ima zaštitu od rada elektrane u ostrvskom/otočnom režimu rada. Ostrvski režim rada je situacija koja se javi kada se prekine napajanje objekta el. energijom od strane elektro-distributivne mreže, a solarni sistem ima proizvodnju el. energije i napaja unutrašnju instalaciju objekta el. energijom. Većina elektroistribucija ZABRANUJE/NE DOZVOLJAVA ostrvski režim rada fotonaponske solarne elektrane i u tehničkim uslovima za priključenje solarne elektrane na mrežu traži postojanje sistema za zaštitu od ostrvskog režima rada elektrane.

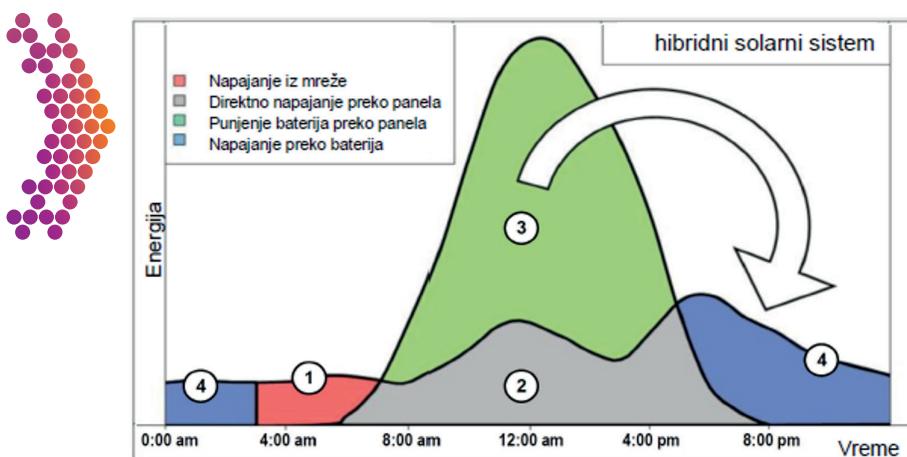
Kada snaga el. energije fotonaponskih panela nije dovoljna da zadovolji potrebe korisnika, akumulatori će se isprazniti do dozvoljenog opterećenja. Ako nema dovoljno energije uskladištene u akumulatoru, napajanje potrošača se vrši sa elektroistributivne mreže.

Hibridni sistemi su interesantni zbog mogućnosti skladištenja/akumulacije električne energije.

Ovo su osnovni principi koji su univerzalno primenljivi, ali se svakako preporučuje konsultacija sa lokalnim stručnjacima i elektroistribucijom radi usklađivanja sa specifičnim zakonodavstvom i tehničkim uslovima u Bosni i Hercegovini.



Slika 14. Hibridni fotonaponski sistem

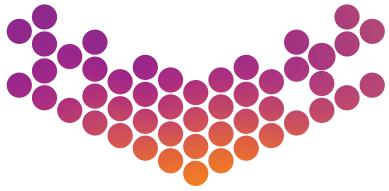


Slika 15. Principijelna šema strukture toka el. energije u hibridnom fotonaponskom sistemu

Solarni paneli u toku dana napajaju potrošače el. energije direktno preko hibridnog invertera (siva zona br. 2 na grafikonu). Viškom proizvedene el. energije vrši se punjenje akumulatora (zelena zona br. 3 na grafikonu). Tokom noći potrošači se napajaju iz baterija (plava zona br. 4 na grafikonu). U situaciji kada nema dovoljno energije iz panela i iz akumulatora, potrošači se napajaju iz elektrodistributivne mreže (crvena zona br. 4 na grafikonu).

U nastavku teksta će biti priložen predmer i predračun za mini hibridni solarni sistem uz napomenu da se cene na tržištu opreme za fotonaponske solarne sisteme menjaju tj. beleži se blagi pad cena opreme.

Red. Br.	OPIS	JM	Količina	Jed. cena [EUR]	Osnovica	PDV (17%)	Ukupno [EUR]
1	Solarni fotonaponski panel LG electronics Inc. tip: LG380N1K-E6 380 Wp,	kom	27	115,00	3.105,00	527,85	3.632,85
2	Aluminijumski nosači za montažu solarnih panela	kom	1	1.395,00	1.395,00	237,15	1.632,15
3	Litijumska baterija BYD Battery-Box Premium HVM 22.1 22,1 kWh	kom	1	10.180,00	10.180,00	1.730,60	11.910,60
4	Komunikacioni modul za upravljanje litijumskim baterijama	kom	1	1.650,00	1.650,00	330,00	1.980,00
5	Hibridni trofazni invertor 10 kW Fronius Symo GEN24 10.0 Plus sa sistemom za komunikaciju	kom	1	2.098,00	2.098,00	356,66	2.454,66
6	Uredaj za kontrolu toka energije sa komunikacionim kablovima	kom	1	405,00	405,00	68,85	473,85
7	AC orman sa zaštitnom opremom	kom	1	680,00	680,00	115,60	795,60
8	DC orman sa zaštitnom opremom	kom	1	750,00	750,00	127,50	877,50
9	Set solarnih kablova, konektora za udaljenost do 30 m (50) od panela do invertora, His, Nemačka	kom	1	840,00	840,00	142,80	982,80
10	Oprema za povezivanje uzemljenja solarne elektrane na postojeće uzemljenje objekt	kom	1	249,00	249,00	42,33	291,33
11	Kablovski regali, cevi, sitan potrošni materijal	kom	1	1.000,00	1.000,00	170,00	1.170,00
12	Ugradnja solarnog sistema sa povezivanjem i puštanjem u rad	pauš.	1	3292,60	3.292,60	559,74	3.852,34
14	Puštanje u rad i tehnička proba	pauš.	1	1500,00	1.500,00	255,00	1.755,00
				Ukupno EUR			29.828,68



6. Zaključak

Mala i srednja preduzeća (MSP) imaju ključnu ulogu u ekonomiji Bosne i Hercegovine, posebno u svetu aktuelnih izazova vezanih za porast cena energije i energetskih resursa. Kako bi MSP ostala konkurentna i održiva u ovakovom okruženju, neophodno je uspostaviti strateški pristup upravljanju energijom. To uključuje implementaciju standarda energetske efikasnosti, poput ISO 50001, koji pruža okvir za kontinuirano unapređenje energetskih performansi.

Uvođenje energetskih auditova omogućava detaljnu analizu potrošnje energije i identifikaciju potencijala za uštede, dok digitalizacija kroz softverske alate za upravljanje energijom (EnMS) pruža mogućnost praćenja i optimizacije potrošnje u realnom vremenu.

Ovaj strateški pristup ne samo da doprinosi smanjenju operativnih troškova, već i povećava produktivnost, poboljšava ekološke performanse preduzeća i osigurava usklađenost sa međunarodnim standardima, što je posebno važno za MSP koja se oslanjaju na izvoz u Evropsku uniju. Kroz primenu mera energetske efikasnosti, uključujući integraciju obnovljivih izvora energije i rekuperaciju otpadne topline, MSP mogu značajno smanjiti svoje troškove i osigurati dugoročnu održivost i konkurentnost na tržištu.

READY

digitalizacija upravljanja energijom



READY

Proces energetske tranzicije
- preporuke za preduzeća