

PRIMJENA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U RUDNIKU MRKOG UGLJA „KAKANJ“ d.o.o. KAKANJ / APPLICATION OF ENERGY EFFICIENCY IN THE BROWN COAL MINE "KAKANJ" d.o.o. KAKANJ

Doc.dr.sc. Kasim Bajramović¹
¹IUT, Fakultet politehničkih nauka Travnik,
e-mail: kasimbajramovic@gmail.com

Prethodno priopćenje
UDK / UDC 662.9:620.9(497.6)

Sažetak

Motiv/cilj istraživanja ovog rada je ekonomska atmosfera u proizvodnji uglja koja danas nije aktuelna. Ulaganje u unapređenje energetske efikasnosti ima značajne koristi s ekonomskog, zdravstvenog i okolinskog aspekta. Problemi u proizvodnji uglja su odavno postali prvenstveno politički, ekonomski i ekološki pa tek onda tehnološki. Sektor uglja predstavlja važan segment u sektoru energije i ekonomske strukture u BiH. Zahvaljujući brižljivom energetsom rukovanju, činjenica je da postoji dosta mogućnosti smanjenja troškova za energiju i poboljšanje energetske efikasnosti u Rudnicima. Potrebno je, da Rudnici uvođe sisteme upravljanja prema standardu EN ISO 50001, sistem upravljanja energijom. Za potpuno vrednovanje energetske efikasnosti Rudnici trebaju izgraditi sistem indikatora energetske efikasnosti, koji će se bazirati na mjerenjima značajne potrošnje energije Rudnika te energetske faktora.

U ovom radu će se prikazati primjena energetske efikasnosti u pogonima Rudnika Kakanj.

Ključne riječi: zelena energija, ugalj, energetska efikasnost, rudarstvo.

JEL klasifikacija: Q2, Q3, Q4

Abstract

The motive/goal of this paper's research is the economic atmosphere in coal production, which is not current today. Investing in the improvement of energy efficiency has significant benefits from economic, health and environmental aspects. Problems in coal production long ago became primarily political, economic and ecological, and only then technological. The coal sector represents an important segment in the energy sector and economic structure in BiH. Thanks to careful energy handling, the fact is that there are many opportunities to reduce energy costs and improve energy efficiency in Mines. It is necessary for Mines to introduce management systems according to the EN ISO 50001 standard, energy management system. For a complete evaluation of energy efficiency, the Mines should build a system of energy efficiency indicators, which will be based on measurements of the Mines significant energy consumption and energy factors. This paper will present the application of energy efficiency in the facilities of the Kakanj Mine.

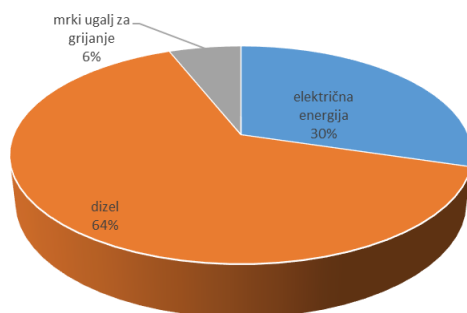
Keywords: green energy, coal, energy efficiency, mining.

JEL classification: Q2, Q3, Q4

UVOD

Osnovna djelatnost Rudnika mrkog uglja „Kakanj“ d.o.o. Kakanj je eksploatacija i prerada uglja. U Rudniku je zaposleno oko 1000 radnika raspoređenih u više organizacionih cjelina. Ulaganje u unapređenje energetske efikasnosti i obnovljive izvore energije ima značajne koristi s ekonomskog, zdravstvenog i okolinskog aspekta. Energetska efikasnost znači korištenje manje energije za obavljanje istog procesa. Energetska efikasnost donosi razne prednosti: smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte, smanjenje potražnje za uvozom energije i smanjenje troškova na nivou domaćinstva i na nivou cijele ekonomije zgrade, kao i mnoge nove zgrade, koriste energiju izuzetno neefikasno. Unatoč brižljivom energetskom rukovanju činjenica je, da postoji mnogo mogućnosti zasmanjenje troškova za energiju i poboljšanje energetske efikasnosti. Savremeno je, da preduzeća uvode sistem upravljanja prema standardu EN ISO 50001, sistem upravljanja energijom. Uvođenje sistema više puta temelji na uspostavljanju sistema što omogućava certificiranje, ali uz uvođenje sistema u praksi se prepoznaju i sve više identifikuju i postupci, koji u stvarnosti omogućavaju efikasno smanjenje troška za energiju.

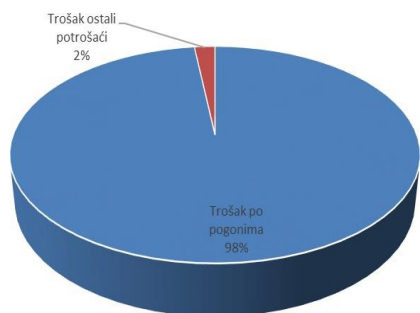
U Rudniku kakanj se troši električna energija, dizel i mrki ugalj za vlastite potrebe. Prosječna godišnja potrošnja se kreće oko 40,5 GWh energije. Trošak za energiju Rudnika iznosio je oko 7,5 mil KM i povećava se zbog sve skuplje energije.



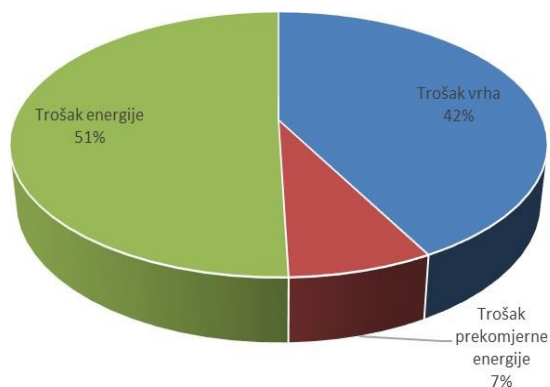
Slika 1: Raspodjela potrošnje energije Rudnika Kakanj [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

1. POTROŠNJA I TROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE U RUDNIKU KAKANJ

Rudnik u okviru organizacije potroši cca 11,9 GWh električne energije, što je predstavljalo trošak 3,5 mil KM (cijena uzeta prije poskupljenja električne energije). Pored potrošnje električne energije po pogonima Rudnik Kakanj prati i potrošnju manjih potrošača izvan osnovnih lokacija, Direkcije Rudnika, Vage,... Potrošnja električne energije tih potrošača iznosi oko 303,8 MWh a trošak je bio 69.090 KM.



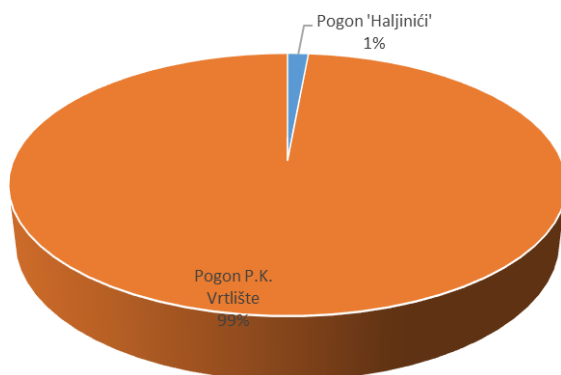
Slika 2: Raspodjela troška za električnu energiju Rudnika Kakanj [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)



Slika 3: Raspodjela troška za električnu energiju svih pogona Rudnika Kakanj [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

2. POTROŠNJA I TROŠAK DIZEL GORIVA U RUDNIKU KAKANJ

Rudnik Kakanj potroši oko 2,8 mil litara dizela, što predstavlja potrošnju energije 26,2 GWh i trošak oko 4 mil KM. Najveći potrošači dizel goriva u Rudniku Kakanj su pogon P.K. „Vrtlište“, koji predstavlja 98,6 % ukupne potrošnje dizel goriva i pogon „Haljinići“ 1 %.



Slika 4: Raspodjela troška za dizel gorivo Rudnika Kakanj [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

3. VLASTITA POTROŠNJA UGLJA U RUDNIKU KAKANJ

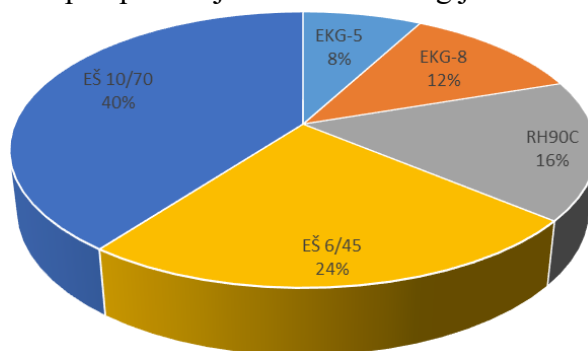
Rudnik Kakanj za grijanje koristi vlastiti energenat – mrki ugalj. Manji prostori koji se koriste u Rudniku Kakanj, segriju električnom energijom. Na sistem daljinskog grijanja priključene su obje Direkcije Rudnika.

Za grijanje pogona „Haljinići“, PK „Vrtlište“ i „Separacije“ procjena je, da se potroši 723,4 tone mrkog uglja. Ako vrednujemo donju toplotnu vrijednost mrkog uglja na 12,0 MJ/kg, to iznosi godišnju potrošnju 8.704 GJ ili 2,4 GWh.

Cijena za mrki ugalj iznosi od 45 do 110 KM/t i najjeftiniji je energenat na lokaciji.

4. OPSKRBA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM I POTROŠNJA

Rudnik Kakanj preuzima električnu energiju na 35 kV nivou i transformira ju na 6 kV, odnosno 0,5kV, 0,4 kV ili 0,231 kV. Zbog vrste tehnoloških procesa potreban je veći broj transformatora za opskrbu pogona električnom energijom. Raspodjela potrošnje električne energije po pogonima određuje se na osnovu ključeva, koji se baziraju na nazivnim snagama potrošača. Moguća su odstupanja od realne potrošnje. Prije svega, ovakav način raspodjele ne omogućava praćenje potrošnje u odnosu na realnu potrošnju, tako da se na nivou potrošača ne vide efekti mjera u energetske efikasnosti. Veći potrošači električne energije su motori transportera, motori pumpi, motori ventilatora, kompresori, rasvjeta i električne grijalice. Na osnovu evidencije, kod upotrebe faktora 0,7 u odnosu na nominalnu električnu snagu, potrošnja električne energije za ventilatore pogona „Haljinići“ iznosi oko 1.287,7 MWh, što iznosi 10,8 % ukupne potrošnje električne energije Rudnika Kakanj. Procjena ukupne potrošnje motora transportera pogona „Haljinići“ iznosi 3,5 GWh godišnje, što iznosi oko 30 % ukupne potrošnje Rudnika Kakanj. Jedna od većih grupa potrošača električne energije su elektro bageri na pogonu P.K. „Vrtlište“. Na osnovu radnih sati i nazivnih snaga elektromotora, uzimajući u obzir faktor rada 0,7, njihova potrošnja je 3,9 GWh, što iznosi oko 30 % ukupne potrošnje električne energije Rudnika Kakanj.



Slika 5: Raspodjela potrošnje električne energije elektro bagera na pogonu P.K. „Vrtlište“ Rudnika Kakanj [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

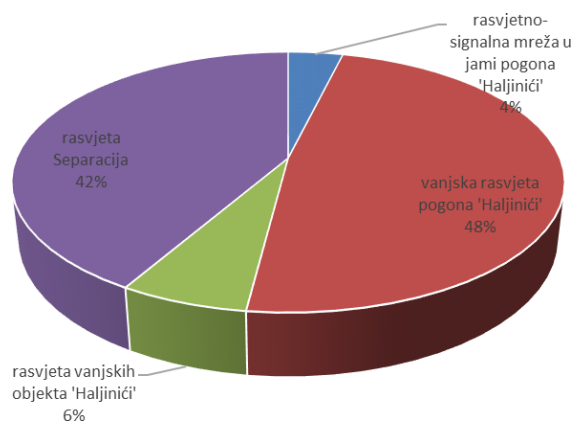
Jedan od većih pojedinačnih potrošača električne energije preduzeća je i motor otkopne mašine (kombajna) na pogonu „Haljinići“, koji godišnje potroši oko 807,7 MWh, što predstavlja 6,8 % ukupne potrošnje električne energije Rudnika Kakanj. Pumpe predstavljaju većeg potrošača električne energije Rudnika Kakanj. Na osnovu evidencije, kod upotrebe faktora 0,7 u odnosu na nazivnu električnu snagu, potrošnja električne energije za pumpe iznosi oko 798,3 MWh, što iznosi 6,7 % ukupne potrošnje električne energije Rudnika Kakanj.

Na pogonu „Haljinići“ instalirana su dva kompresora sa pripadajućom opremom koji služe za napajanje potrošača u jami. Kompresori pogona „Haljinići“ su potrošili na osnovu podataka o radnim satima i električnoj snazi kod punog opterećenja i bez opterećenja, ukupno 178,2 MWh, što predstavlja 1,5 % ukupne potrošnje Rudnika Kakanj. Znači da 16,5 % ukupne potrošnje električne energije kompresorske stanice predstavlja potrošnja bez opterećenja, što se može odrediti kao prikladno niska potrošnja.

Kompresorska stanica pogona P.K. „Vrtlište“ ima dva kompresora. Jedan kompresor odradi za jedan mjesec cca 30 sati. Ukupno odradeni sati su 2880 po jednom kompresoru. Godišnje potrošnje električne energije kompresora na pogonu P.K. „Vrtlište“ iznosi 63,4 MWh, što iznosi 0,5 % ukupne potrošnje električne energije Rudnika Kakanj.

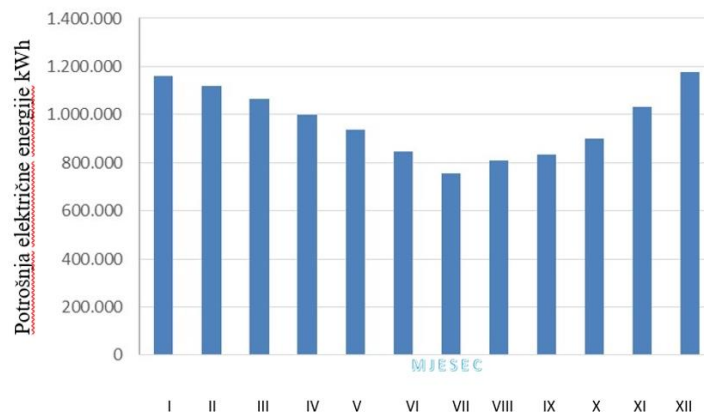
5. RASVJETA KOJA SE KORISTI U RUDNIKU KAKANJ

Na osnovi popisa potrošača ukupna instalirana snaga rasvjete iznosi 141,51 kW, što predstavlja 5,6 % vrha električne energije pogona. Vjerovatno je sličan udio rasvjete kao kod vrha i kod potrošnje električne energije.



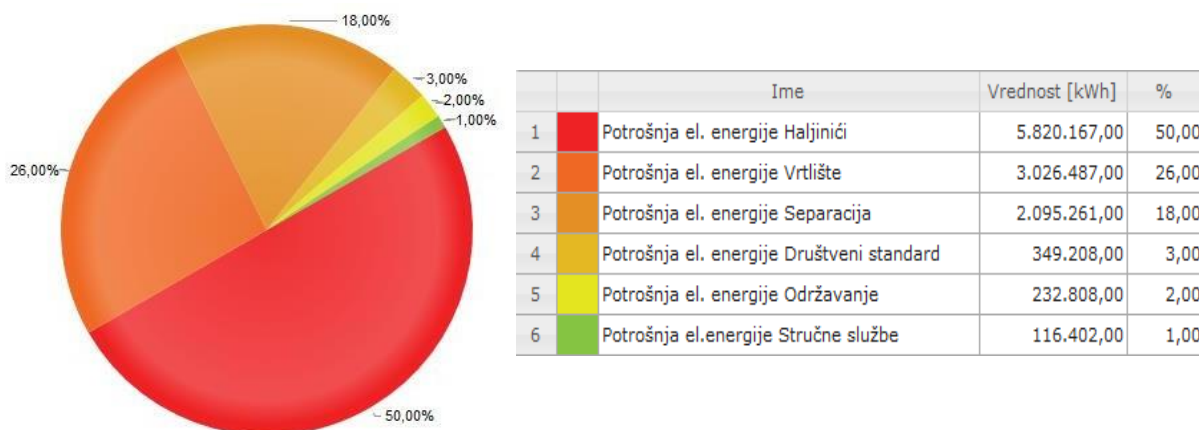
Slika 6: Raspodjela potrošnje rasvjete pogona Rudnika Kakanj po instaliranoj snazi [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

Potrošnja električne energije, koji ovisi od vanjske temperature (potrošnja za grijanje), najjednostavnije se odredi na osnovu analize potrošnje električne energije po mjesecima na godišnjem nivou. Prosječna mjesečna potrošnja ljeti je 811 MWh, tako da dio potrošnje, koji je vezan na nižu vanjsku temperaturu iznosi 1,9 GWh godišnje ili 16,3 %. Ocjena ukupne snage klima uređaja Rudnika Kakanj iznosi 28,5 kW. Zbog velikog uticaja električnog grijanja u godišnjoj analizi mjesečne potrošnje električne energije, potrošnja električne energije klima uređaja nije primjetljiva.

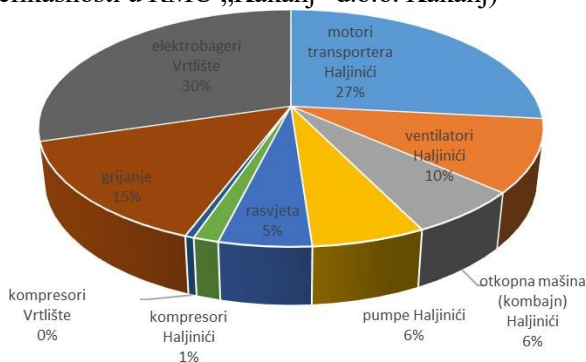


Slika 7: Prosječna potrošnja električne energije po mjesecima u Rudniku Kakanj [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

6. POTROŠNJA I TROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE PO POTROŠAČIMA U RUDNIKU KAKANJ



Slika 8: Raspodjela potrošnje električne energije po pogonima Rudnika Kakanj [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

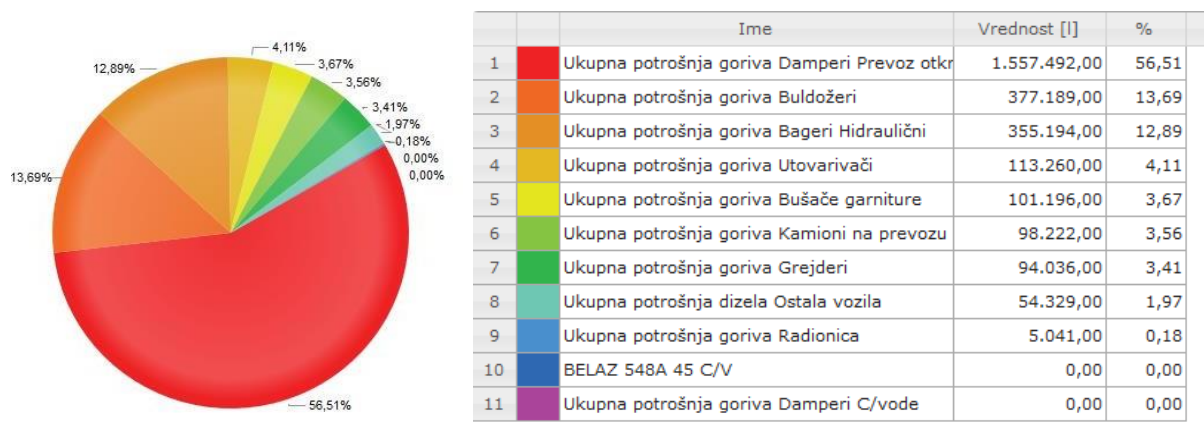


Slika 9: Raspodjela potrošnje električne energije potrošača pogona Rudnika Kakanj po svrsi potrošnje [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

7. PREGLED SISTEMA SAKUPLJANJA PODATAKA O POTROŠNJI GORIVA

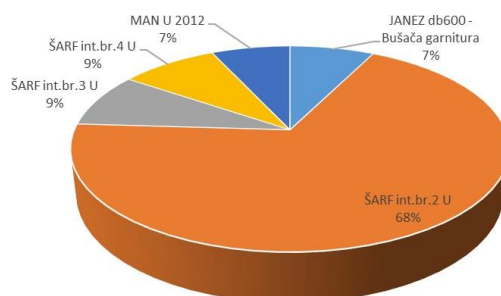
Sistem sakupljanja podataka o potrošnji goriva na mjesečnom nivou na pogonu P.K. „Vrtlište“ može se usporediti s najboljom mogućom tehnikom. Slično je i na pogonu „Haljinići“. Na osnovu ručne evidencije prate se tako potrošnja goriva, kao i pokazivači obujma proizvodnje, što su na primer radni sati, efektivni sati, pređeni kilometri, tone proizvoda i drugi. Isto tako namjesečnom nivou prati se specifična potrošnja goriva. Na osnovu mjesečnih evidencija o potrošnji goriva urađena je analiza karakteristične potrošnje goriva za određene tehnološke procese.

7.1. POTROŠNJA GORIVA PO POTROŠAČIMA RUDNIK KAKANJ



Slika 10: Raspodjela potrošnje dizel goriva na pogonu P.K. „Vrtlište“ Rudnika Kakanj [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

Na pogonu P.K. „Vrtlište“, koji je najveći potrošač goriva u Rudniku Kakanj, ukupna potrošnja dizel goriva iznosi oko 2.755.959 litara (zadnji podatak iz Rudnika Kakanj). Na pogonu „Haljinići“ ukupna potrošnja dizela iznosila je oko 40.400 litara.



Slika 11: Raspodjela potrošnje dizela na pogonu „Haljinići“ [1] (Izvor: „Elaborat energetske efikasnosti u RMU „Kakanj“ d.o.o. Kakanj)

7.2. OSNOVNA ANALIZA MOGUĆNOSTI SNIŽENJA POTROŠNJE GORIVA U RUDNIKU KAKANJ

Na efikasnost potrošnje goriva utiče vrsta faktora, među kojima su efikasnost iskopavanja mrkog uglja, koji može da se mjeri sa odnosom između iskopanog mrkog uglja i otkrivke, transport otkrivke i uglja, obim rada električnih bagera i drugo. Praćenje potrošnje goriva i parametara proizvodnje na mjesečnom nivou dobro se izvodi, ali sistemskim pristupom prema vrednovanju energetske efikasnosti na osnovi mjerenja potrošača mogle bi se postići dodatne uštede. Najbolja raspoloživa tehnika mjerenja potrošnje goriva je on-line praćenje rada većih potrošača, potrošnje goriva, sati rada, efektivnog rada i drugo. Praćenje potrošača predstavlja investiciju. Potrebna je postepena izgradnja energetskog nadzornog sistema i kod potrošača dizel goriva.

8. PRIJEDLOG ZA SMANJENJE POTROŠNJE I TROŠKA ZA ENERGIJU U RUDNIKU KAKANJ

Osnova za efikasnu kontrolu potrošnje energije su mjerenja značajne potrošnje energije. U Rudniku Kakanj je instalirano samo glavno brojilo potrošnje električne energije, a potrošnja goriva određuje se na osnovu istakanja dizel goriva. Danas se i kod manjih potrošača energije implementiraju energetski informacioni sistemi, koji omogućavaju vrednovanje informacija na osnovu mjerenja. Ekonomsko isplativo ulaganje u energetske nadzorne (kontrolne) sisteme i energetske informacione sisteme iznosi do 10 % godišnjeg troška za energiju na razini Rudnika Kakanj.

Potrebno je nastaviti sa postojećim sistemom dobrog gospodarenja na području rasvjete, elektromotornih pogona, komprimiranog zraka, radnih strojeva i drugim. Sa sistemskim pristupom moguće je na primjer smanjenje potrošnje električne energije za grijanje u obimu od 3 do 5 % ili više ukupne potrošnje električne energije (175.000 KM godišnje), bez većih investicija. **To može biti jedan od indikatora poboljšanja uvođenja energetske efikasnosti u Rudnik Kakanj.**

Tabela 1. Prijedlozi za smanjenje potrošnje i troška za energiju u Rudniku Kakanj

Br.	Mjera	Opis mjere
1.	Dalje provođenje mjera dobrog gospodarenja električnom energijom.	Na osnovu uspostavljanja nadzora nad radom potrošača električne energije može se uštedjeti kod rasvjete, rada većih potrošača i prije svega električnih grijalica.
2.	Uspostavljanje energetskog nadzornog sistema potrošnje električne energije.	U odnosu na trošak za električnu energiju nužno je uspostaviti sistem mjerenja potrošnje na osnovu savremenog energetskog nadzornog sistema.

Br.	Mjera	Opis mjere
3.	Uspostavljanja sistema praćenja karakteristične potrošnje električne energije po pogonima.	Nužna je nadogradnja postojećeg sistema praćenja potrošnje, koja će se temeljit na osnovu mjerenja i indikatora energetske efikasnosti.
4.	Uspostavljanje energetskog informacionog sistema za vrednovanje indikatora energetske efikasnosti potrošnje električne energije	Najbolja raspoloživa tehnologija kod praćenja energije je monitoring i targeting metoda (M&T). U odnosu na obim potrošnje i trošak električne energije potrebno je uspostaviti automatski sistem vrednovanja energetske efikasnosti potrošnje električne energije.
5.	Energetski pregled potrošnje električne energije Rudnika Kakanj.	Elaborat energetske efikasnosti predstavlja osnovu za dalji rad kod poboljšanja energetske efikasnosti. Energetski pregled potrošnje električne energije treba da prije svega na osnovu mjerenja većih potrošača detaljnije odredi mogućnosti za poboljšanje, kao i izradi osnove za uspostavljanje sistema mjerenja.
6.	Analiza upotrebe električnih bagera umjesto bagera na dizel pogon na P.K. „Vrtlište“.	Efikasnost bagera na dizel pogon najvjerojatnije je niža od 25 %, tako, da je za stacionarne uslove rada najvjerojatnije jeftinija upotreba električnih bagera.
7.	Dalje provođenje mjera dobrog gospodarenja dizelom.	Na osnovu uspostavljanja detaljnijeg nadzora nad radom potrošača dizela na osnovu postojećih indikatora može se uštedjeti najmanje 2 % godišnje potrošnje.
8.	Uspostavljanje energetskog nadzornog sistema potrošača dizela.	U odnosu na trošak dizela nužno je uspostaviti sistem mjerenja potrošnje na osnovu savremenog energetskog nadzornog sistema.
9.	Uspostavljanja sistema praćenja karakteristične potrošnje dizela po većim potrošačima.	Nužna je nadogradnja postojećeg sistema praćenja potrošnje, koja će se temeljit na osnovu mjerenja i indikatora energetske efikasnosti.

10.	Uspostavljanje energetskog informacionog sistema za vrednovanje indikatora energetske efikasnosti potrošnje dizela.	Najbolja raspoloživa tehnologija kod praćenja energije je monitoring i targeting metoda (M&T). U odnosu na obim potrošnje i trošak dizela uspostaviti je potrebno automatski sistem vrednovanja energetske efikasnosti potrošnje dizela.
11.	Energetski pregled potrošnje goriva Rudnika Kakanj i uspostavljanje testnog sistema praćenja većih potrošača dizel goriva.	Energetski pregled potrošnje goriva treba da prije svega odredi glavne indikatore efikasnosti potrošnje dizela, kao i uspostavi testni sistem praćenja većih potrošača dizela, štoće omogućiti kasniju nadogradnju sistema. Na osnovu analize postojećeg stanja nužno je pokrenuti aktivnosti za dinamično uvođenje sistema upravljanja energijom.

ZAKLJUČAK

U prkos tome, što je na nivou Elektroprivrede F BiH uspostavljen sistem upravljanja energetske efikasnosti, sistem indikatora efikasnosti RMU Kakanj se definiše kao manje adekvatan. Praćenje 40,5 GWh odnosno 7,5 miliona KM na osnovu samo dva indikatora, planirane potrošnje električne energije i dizel goriva na godišnjem nivou, daleko je od najbolje raspoložive tehnike.

Rukovodstvo Rudnika Kakanj mora da brine za postizanje ciljeva (na primjer 2 do 3 % sniženje karakteristične potrošnje energije). Poznavanje potrošača električne energije, savlađivanje vrha, sabiranje podataka o potrošnji goriva i druga područja su, u odnosu na postojeće stanje mjernih sprava, dobro uspostavljene.

Savjest o značaju energetske efikasnosti u Rudniku Kakanj može se procijeniti na manje adekvatno do prosječno.

Za višu ocjenu od „manje adekvatno“ potrebno bi bilo povećati broj praćenih izvođenih akcija za smanjenje troška energije. Standard EN ISO 50001 uspostavlja određene novosti kod praćenja izvođenja akcionog plana (kao dva nivoa ispitivanja izvođenja djelatnosti (određena metode, kojom se provjerava poboljšanje energetske efikasnosti i određene metode za provjeru rezultata), za koje je pametno, da se uvide u sistem upravljanja Rudnika Kakanj. Promoviranje implementacije akcionog plana u praksi omogućava poboljšanje energetske efikasnosti. Rudnika Kakanj. Vanjska promocija zahtijeva konkretne akcije u oblasti energetske efikasnosti, kao i analizu postojećeg stanja te isto tako izazov za poboljšanje. Isto tako nužna je unutrašnja promocija energetske efikasnosti.

Podizanje promocije sistema upravljanja energijom utiče i na aktivniji rad „stručne grupe“ Rudnika Kakanj.

LITERATURA

- [1] Elaborat energetske efikasnosti u RMU “Kakanj” d.o.o. Kakanj.
- [2] Zakon o Rudarstvu F BiH, (Sl. Novine broj 26; 05.05.2021. godine).
- [3] Pravilnik o tehničkim normativima za električna postrojenja, uređaje i instalacije u rudnicima sa podzemnom eksploatacijom ("Službeni list SFRJ", br. 21/88 i 90/91).
- [4] <https://kakanj.gov.ba/v5/wp-content/uploads/2022/05/STRATEGIJA-RAZVOJA-OP%C4%86INE-KAKANJ-2021-2027.GODINA-ZA-OV-KAKANJ.pdf>
- [5] <https://quality.unze.ba/wp-content/uploads/2023/05/067-Q23-036.pdf>