



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO I MENADŽMENT



Milena Rajić


MODEL UPRAVLJANJA TOKOVIMA ENERGIJE U INDUSTRIJSKIM SISTEMIMA

Doktorska disertacija

Novi Sad, 2020. godine

	UNIVERZITET U NOVOM SADU • FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA 21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6
	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj, RBR:												
Identifikacioni broj, IBR:												
Tip dokumentacije, TĐ:	Monografska publikacija											
Tip zapisa, TZ:	Tekstualni štampani materijal											
Vrsta rada, VR:	Doktorska disertacija											
Autor, AU:	Milena Rajić											
Mentor, MN:	Dr Rado Maksimović											
Naslov rada, NR:	MODEL UPRAVLJANJA TOKOVIMA ENERGIJE U INDUSTRIJSKIM SISTEMIMA											
Jezik publikacije, JP:	Srpski											
Jezik izvoda, JI:	Srpski/engleski											
Zemlja publikovanja, ZP:	Srbija											
Uže geografsko područje, UGP:	Vojvodina											
Godina, GO:	2020.											
Izdavač, IZ:	Autorski reprint											
Mesto i adresa, MA:	Trg Dositeja Obradovića br. 7, Novi Sad											
Fizički opis rada, FO: (poglavlja/strana/citata/tabela/slika/grafikona/priloga)	10/138/147/18/90/0/5											
Naučna oblast, NO:	Industrijsko inženjerstvo i inženjerski menadžment											
Naučna disciplina, ND:	Energetski menadžment											
Predmetna odrednica/Ključne reči, PO:	Menadžment energijom, Standardizacija, ISO 50001, Analiza energetskega toka, Industrijske organizacije											
UDK												
Čuva se, ČU:	Biblioteka Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu											
Važna napomena, VN:	-											
Izvod, IZ:	<p>Održivo poslovanje i pozicioniranje kompanija na tržištu zahteva od kompanija da maksimiziraju dodatnu vrednost uz minimalno iskorišćenje resursa. Sve veći izazov za kompanije predstavlja racionalna upotreba energije i energetske izvora, a sve sa ciljem očuvanja životne sredine. Industrijski sistemi, pre svega proizvodni sistemi, predstavljaju najveće potrošače energije. Istraživanje ima za cilj utvrđivanje trenutnog stanja u praktičnoj primeni sistema menadžmenta energijom u proizvodnim i uslužnim sistemima u Srbiji. Motivacija za ovakvu temu je pritisak evropske regulative na primenu mera za uštedu energije, kao i za zaštitu životne sredine. Standardi za sistem menadžmenta energijom, na kojima se ovo istraživanje zasniva, razmatraju energetske performanse koju postiže organizacija. Jedan od najpoznatijih predstavnika ove vrste standarda je ISO 50001. Istraživanjem su statistički analizirane veze određenih faktora i nivoa primene zahteva za sistem menadžmenta energijom.</p>											
Datum prihvatanja teme, DP:	28. 02. 2019.											
Datum odbrane, DO:												
Članovi komisije, KO:	<table border="1"> <tr> <td>Predsednik:</td> <td>Dr Ilija Čosić, prof. emeritus, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Potpis mentora</td> </tr> <tr> <td>Član:</td> <td>Dr Aleksandar Anđelković, docent, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad</td> </tr> <tr> <td>Član:</td> <td>Dr Peda Milosavljević, red. prof., Mašinski fakultet, Niš</td> </tr> <tr> <td>Član:</td> <td>Dr Dragoljub Živković, red. prof., Mašinski fakultet, Niš</td> </tr> <tr> <td>Član, mentor:</td> <td>Dr Rado Maksimović, red. prof., Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad</td> </tr> </table>	Predsednik:	Dr Ilija Čosić, prof. emeritus, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad	Potpis mentora	Član:	Dr Aleksandar Anđelković, docent, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad	Član:	Dr Peda Milosavljević, red. prof., Mašinski fakultet, Niš	Član:	Dr Dragoljub Živković, red. prof., Mašinski fakultet, Niš	Član, mentor:	Dr Rado Maksimović, red. prof., Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
Predsednik:	Dr Ilija Čosić, prof. emeritus, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad	Potpis mentora										
Član:	Dr Aleksandar Anđelković, docent, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad											
Član:	Dr Peda Milosavljević, red. prof., Mašinski fakultet, Niš											
Član:	Dr Dragoljub Živković, red. prof., Mašinski fakultet, Niš											
Član, mentor:	Dr Rado Maksimović, red. prof., Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad											

	UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES 21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6
	KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO:												
Identification number, INO:												
Document type, DT:	Monographic publication											
Type of record, TR:	Textual material, printed											
Contents code, CC:	Doctorate dissertation											
Author, AU:	Milena Rajić											
Mentor, MN:	Prof. Rado Maksimović, PhD											
Title, TI:	THE MODEL OF THE ENERGY FLOW MANAGEMENT IN INDUSTRIAL SYSTEMS											
Language of text, LT:	Serbian											
Language of abstract, LA:	Serbian/English											
Country of publication, CP:	Serbia											
Locality of publication, LP:	Vojvodina											
Publication year, PY:	2020.											
Publisher, PB:	Author's reprint											
Publication place, PP:	Trg Dositeja Obradovića 7, Novi Sad											
Physical description, PD: (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixs)	10/138/147/18/90/0/5											
Scientific field, SF:	Industrial engineering and engineering management											
Scientific discipline, SD:	Energy management											
Subject/Key words, S/KW:	Energy management, Standardization, ISO 50001, Energy Flow Analysis, Industrial Organizations											
UC												
Holding data, HD:	Library of the Faculty of Technical Science in Novi Sad											
Note, N:	-											
Abstract, AB:	<p>Sustainable business development and companies market positioning require companies to maximize added value with minimal resource utilization. The rational use of energy and energy sources is also a growing challenge, which aims to preserve the environment. Industrial systems, primarily production systems, are the largest energy consumers. The aim of this research is to determine the current situation regarding the application of energy management practices in production and service systems in Serbia. The motivation for these theme is the pressure of European regulation on the implementation of energy saving measures as well as on the environment. The standard for the energy management system on which this research is based consider the energy performance achieved by the organization. One of the most well-known representatives of this type of standard is ISO 50001. The research has statistically analyzed the relations of certain factors and levels of requirements application for the energy management system.</p>											
Accepted by the Scientific Board, ASB:	28 Feb. 2019											
Defended on, DE:												
Defended Board, DB:	<table border="1"> <tr> <td>President:</td> <td>Prof. emeritus Ilija Ćosić PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Menthor's sign</td> </tr> <tr> <td>Member:</td> <td>Prof. Aleksandar Anđelković PhD, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad</td> </tr> <tr> <td>Member:</td> <td>Prof. Peđa Milosavljević PhD, Faculty of Mechanical Engineering, Niš</td> </tr> <tr> <td>Member:</td> <td>Dr Dragoljub Živković PhD, Faculty of Mechanical Engineering, Niš</td> </tr> <tr> <td>Member, Mentor:</td> <td>Prof. Rado Maksimović PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad</td> </tr> </table>	President:	Prof. emeritus Ilija Ćosić PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad	Menthor's sign	Member:	Prof. Aleksandar Anđelković PhD, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad	Member:	Prof. Peđa Milosavljević PhD, Faculty of Mechanical Engineering, Niš	Member:	Dr Dragoljub Živković PhD, Faculty of Mechanical Engineering, Niš	Member, Mentor:	Prof. Rado Maksimović PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad
President:	Prof. emeritus Ilija Ćosić PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad	Menthor's sign										
Member:	Prof. Aleksandar Anđelković PhD, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad											
Member:	Prof. Peđa Milosavljević PhD, Faculty of Mechanical Engineering, Niš											
Member:	Dr Dragoljub Živković PhD, Faculty of Mechanical Engineering, Niš											
Member, Mentor:	Prof. Rado Maksimović PhD, Faculty of technical sciences, Novi Sad											

SADRŽAJ

1. UVOD	5
1.1. Uvodna razmatranja	5
1.2. Problem i predmet istraživanja	8
1.3. Ciljevi istraživanja i hipoteze.....	10
2. TEORIJSKE OSNOVE I PREGLED LITERATURE.....	12
2.1. Pojam energije, energetske efikasnosti i menadžmenta energijom.....	12
2.2. Standard SRPS ISO 50001	15
2.3. Pregled dosadašnjih istraživanja	16
3. ANALIZA ZASTUPLJENOSTI SISTEMA MENADŽMENTA ENERGIJOM.....	20
4. TOK MATERIJALA I ENERGIJE U INDUSTRIJSKIM ORGANIZACIJAMA.....	25
4.1. Tok materijala	25
4.2. Osnove dizajna tokova materijala	28
4.3. Osnovni oblici tokova materijala	32
4.4. Analiza tokova materijala i energije u organizaciji.....	33
5. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA - PRIMENA SISTEMA MENADŽMENTOM ENERGIJOM	36
5.1 Metodologija istraživanja.....	36
5.2 Upitnik za utvrđivanje primene zahteva SRPS ISO 50001.....	37
5.3 Karakteristike uzorka	38
5.4 Analiza primene sistema menadžmenta energijom.....	44
5.5 Primena sistema menadžmenta energijom u Srbiji prikazana kroz PDCA ciklus	60
6. TESTIRANJE HIPOTEZA I ZAKLJUČCI EKSPERIMENTALNOG ISTRAŽIVANJA...	63
6.1 Testiranje hipoteza	63
6.2 Zaključak eksperimentalnog istraživanja.....	71
7. STUDIJA SLUČAJA	74
7.1 Tokovi materijala i energije u proizvodnoj organizaciji	74
7.2 Energetski audit.....	86
7.2.1 Uvod u energetski audit	86
7.2.2 Vrste energetskog audita	87
7.2.3 Pregled procedura energetskog audita	88
7.2.4 Alati i vremenski okviri za energetski audit u različitim aplikacijama.....	90
7.2.5 Planiranje energetskog audita	91
7.2.6 Postupak realizacije industrijskog energetskog audita.....	93
7.3 Energetski audit kritičnog procesa - studija slučaja.....	95
7.3.1. Predloženi model za realizaciju energetskog audita	95
7.3.2. Energetski audit po predloženom modelu.....	99
8. ZAKLJUČAK	118
9. LITERATURA.....	120
10. PRILOZI	Error! Bookmark not defined.

1. UVOD

1.1. Uvodna razmatranja

Konstantna potreba za održivim poslovanjem i očuvanjem svoje pozicije na tržištu zahteva od industrijskih sistema da maksimiziraju dodatnu vrednost uz minimalno iskorišćenje resursa. Sve veći broj istraživača ističe značaj razvoja modela za upravljanje tokovima materijala i energije u proizvodnim i uslužnim sistemima [1-7]. Racionalna upotreba energije i energetske izvora predstavlja sve veći izazov za kompanije kako u Srbiji, tako i u svetu, a sve sa ciljem očuvanja životne sredine. Istraživanja o tokovima materijala, energije i njihovom međusobnim korelacijama i formiranje modela koji su fleksibilni i primenljivi za različite proizvodne i uslužne delatnosti pružice dovoljno informacija za projektovanje procesa sa što većim uštedama resursa i što manjim negativnim uticajem na okolinu.

Industrijski sistemi, pre svega proizvodni sistemi, predstavljaju najveće potrošače energije. Prerađivačke grane industrije, predstavljaju najviše analizirane sisteme za razvoj ovih modela, naročito metalurgija [8-13]. Korišćenje standardnih postupaka za praćanje potrošnje energije, uticaj toka materijala na potrošnju energije je predstavljen u [14] i međusobni odnosi ovih tokova su analizirani u [15,16]. Industrijski sistemi su, vođeni velikim troškovima proizvodnje i ograničenim materijalnim resursima, zabeležili značajan progres u ostvarivanju visokih performansi sistema kroz inovativna rešenja za uštedu energije i redizajniranje proizvodnih procesa [17-19].

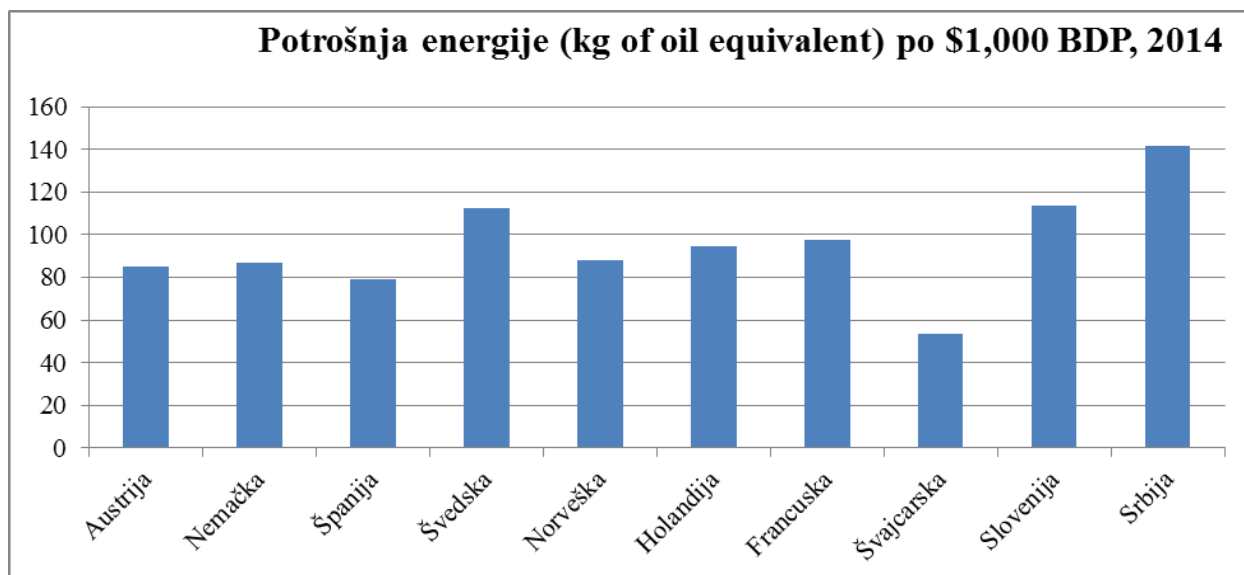
Cene energenata i troškovi energetske tokova predstavljaju jedan od osnovnih faktora koji determinišu proizvodne procese. Preko 80% energetske potreba u industriji se nadoknađuje korišćenjem fosilnih goriva [20]. Brojne studije slučaja o energetske uštedama su pokrenute nakon energetske krize od 1973. godine [21]. Takođe, smanjivanje troškova predstavlja jedan od kritičnih elemenata u pravilnom upravljanju energijom, jer energetske uštede smanjuju troškove proizvodnje, povećavaju profit i smanjuju cenu proizvoda [21].

Na osnovu svega izloženog, energestka efikasnost se smatra ključnim elementom održivog razvoja [22]. Posebno je od značaja podatak u kome se procenjuje da će se potrošnja energije povećati na globalnom nivou za 33,5% od 2010. do 2030. godine [20].

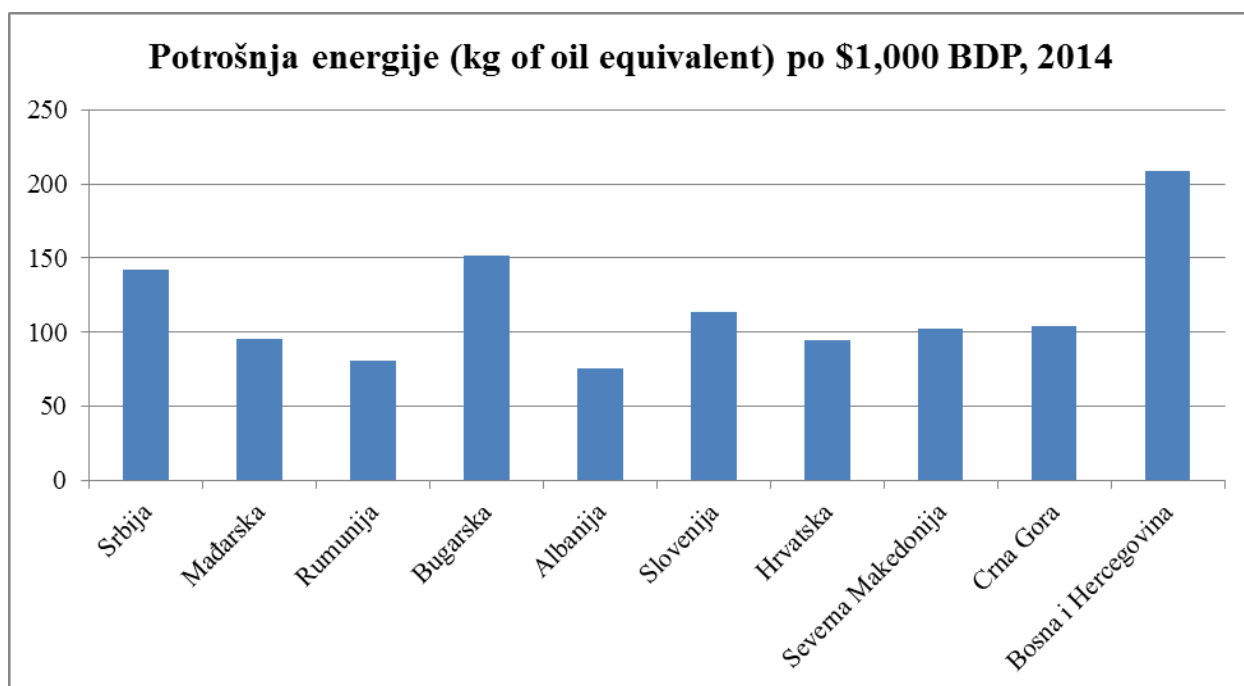
Cilj Evropske Unije je da poveća energetske efikasnost u svim sektorima za 20% do kraja 2020. godine, u poređenju sa podacima iz 2005. godine. Godine 2000., industrijski sektor je koristio 32% ukupne finalne energije u svetu, kako je naznačeno u studiji o potencijalima uštede energije u petrohemijskoj industriji [23]. Korišćenje energije u industrijskom sektoru varira od 30% do 70% ukupne enegije u različitim zemljama, zaključci su autora [24] iz analize energetske efikasnosti u cementnoj industriji. Izneti podaci upućuju na značaj energetske efikasnosti industrijskog sektora koji je jedan od najvažnijih prioriteta za praćenje i analizu [25-26].

Prema podacima [27] potrošnja energije u Srbiji je 2-3 puta veća nego u zemljama Evropske Unije (slika 1.1). Analizirano je učešće potrošnje energije u odnosu na vrednost bruto domaćeg proizvoda (BDP) jedne zemlje.

Analiza ukupne energetske potrošnje u zavisnosti od BDP zemalja u okruženju je prikazana na slici 1.2.



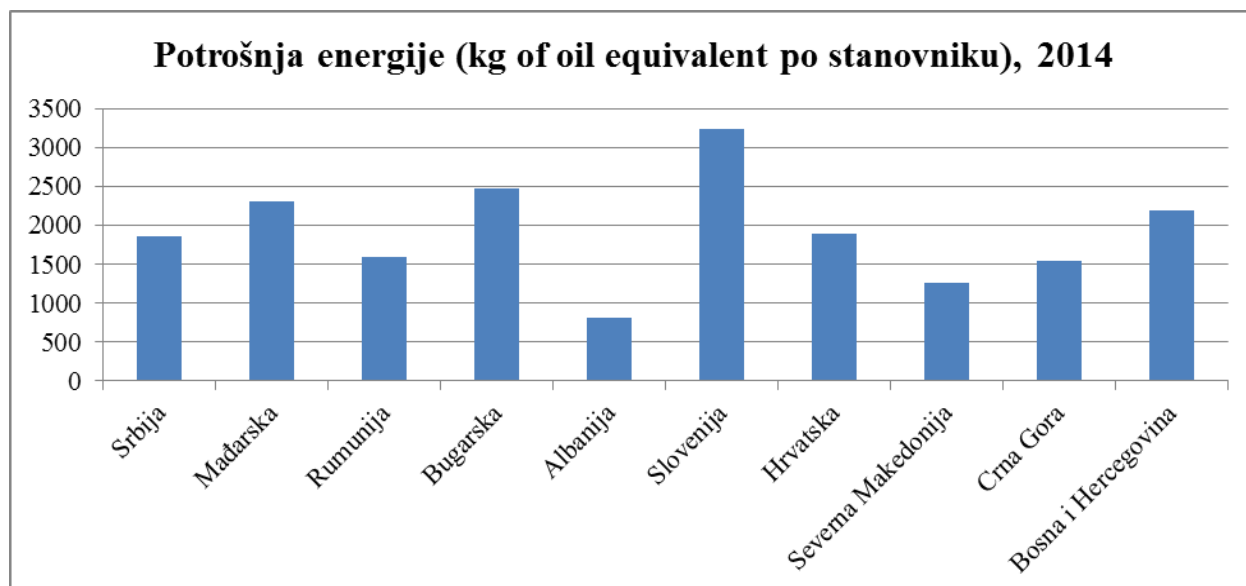
Slika 1.1 – Učešće potrošnje energije u Srbiji i zemljama Evropske Unije za 2014. godinu u vrednosti BDP te zemlje [27]



Slika 1.2 – Potrošnja energije u Srbiji i u zemljama u okruženju za 2014. godinu [27]

Ukoliko se posmatraju podaci za Srbiju i zemlje u okruženju, može se приметiti da se Srbija nalazi na zabrinjavajućoj poziciji. Veću potrošnju energije od Srbije imaju samo Bosna i Hercegovina i Bugarska.

Takođe je analizirana potrošnja energije u odnosu na broj stanovnika za Srbiju i zemlje u okruženju (slika 1.3) [27].

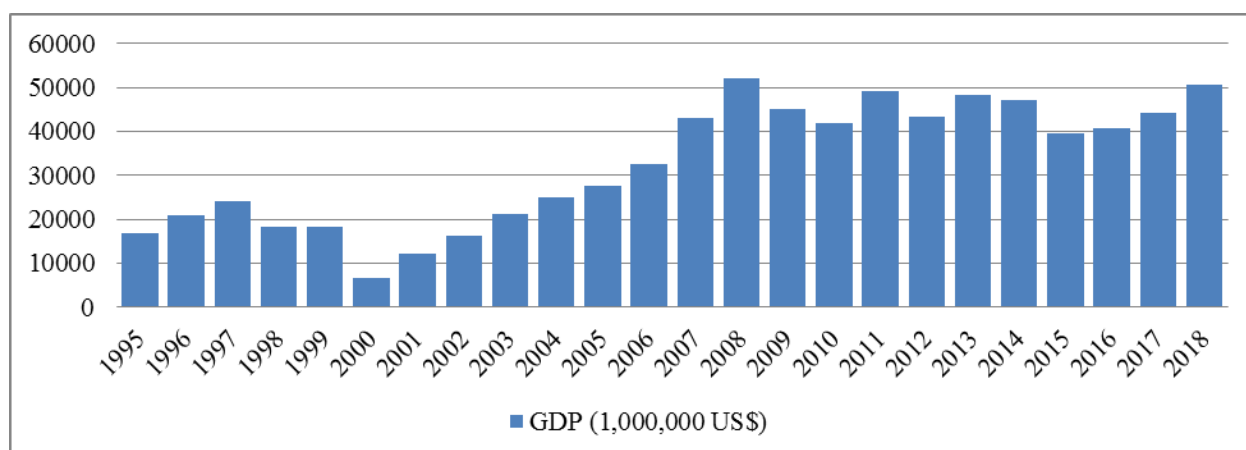


Slika 1.3 – Potrošnja energije (po broju stanovnika) u Srbiji i u zemljama u okruženju u 2014. [27]

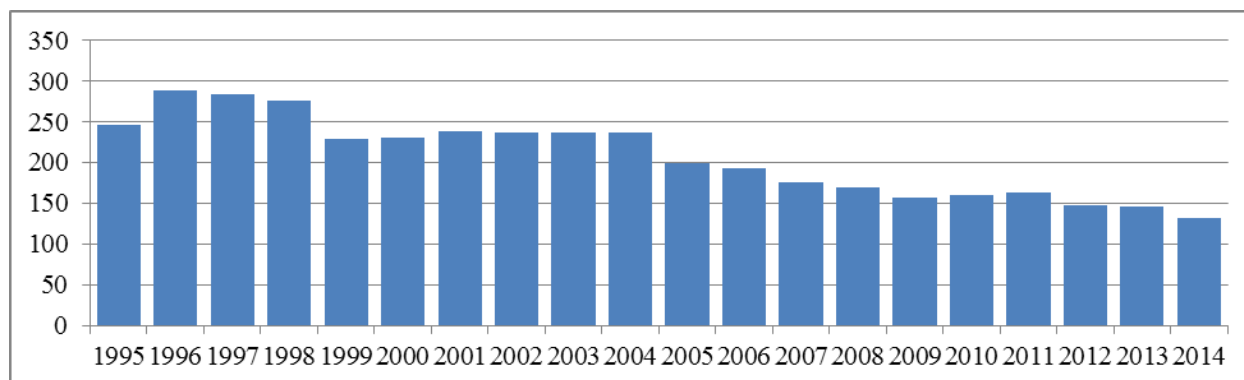
Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku za 2014. godinu [28] potrošnja energije u industrijskom sektoru iznosila je 31,17% ukupne finalne potrošnje energije u Srbiji, dok je potrošnje električne energije 26,19%. Može se primetiti da potrošnja energije u industrijskom sektoru ima značajan udeo. Stoga, svi resursi za moguće energetske uštede i pravilno upravljanje energetske potencijalima mogu se s razlogom usredsrediti na ovaj sektor.

Proizvodni sektor teži ka održivosti poslovne strategije, da maksimalno uveća dodatnu vrednost uz minimalnu potrošnju resursa. Sve veći broj publikacija naglašava važnost i kontinualni razvoj opštih metodologija za postizanje održivosti. Međutim, fokus je do sada bio na odvojenom upravljanju tokovima materijala, kontroli procesa i potrošnji energije [29]. Štaviše, samo pojedini delovi modela i njihovih primena u industriji su do sada publikovani i pokazuju stvarne ostvarljive prednosti za industrijsku proizvodnju.

Industrijska proizvodnja ima veoma značajnu ulogu u direktnom doprinosu privredi, stepenu zaposlenosti stanovništva, investicionim aktivnostima i spremnosti preduzeća za inovacije. Što se tiče Srbije, ne tako intenzivni industrijski razvoj ipak upućuje na rast BDP (slika 1.4). Prema podacima Svetske Banke, količina utrošene energije u odnosu na BDP je u padu, što ima pozitivan karakter (slika 1.5). Ali svakako ima prostora za poboljšanje, s obzirom na to gde se Srbija nalazi u poređenju sa zemljama u okruženju (slika 1.1 i 1.2).



Slika 1.4 - Vrednost BDP u 1,000,000 US\$



Slika 1.5 - Potrošnja energije RS (kg of oil eq.) po 1,000 US\$ BDP-a

Sistematsko preispitivanje trenutnog stanja u pogledu korišćenja energije i efikasnog iskorišćenja prirodnih resursa, korišćenih metoda i tehnika od nivoa procesne jedinice do nivoa lanaca snabdevanja je prikazano u [30]. Analiza tokova materijala i energije (*eng. Material Energy Flow Analysis - MEFA*) se uglavnom vezuje za ekologiju i očuvanje životne sredine, koja formuliše i kvantifikuje ulaz i izlaz iz sistema [31]. Principi MEFA analize su prilagođeni da se razviju procedure za procenu troškova materijala i uticaja na okolinu [32]. Međutim, rezultati ove analize su uglavnom ograničeni zbog statističke prirode MEFA analize, dok su tokovi materijala i energije u proizvodnom sistemu veoma dinamični i međusobno zavisni. Najnovija istraživanja pretežno koriste simulaciju diskretnih događaja za modeliranje proizvodnog objekta [33]. Iako se uz pomoć simulacije jasno definišu tokovi materijala i energije u industrijskom sistemu i može se pratiti njihova efikasnost, simulacija sama po sebi zahteva visok nivo stručnosti da se konstruiše model na procesnom nivou. Na nivou procesne jedinice, studije obezbeđuju uvid u najnapredniji nivo proizvodnog sistema koji se pre svega fokusira na karakterizaciju potrošnje energije procesnih jedinica putem različitih pristupa, kao što je eksergijska analiza [34], simulacija na nivou jednog uređaja [35], empirijsko modeliranje [36] i procena nominalne snage [37]. Detaljan model dalje vodi ka određivanju optimalnih procesnih parametara procesne jedinice sa aspekta ekofikasnosti [38]. Osim toga, postoji i konceptualni prilaz sa procedurom korak po korak, koji se bavi kontinualnim poboljšanjem energetske efikasnosti [39].

Navedeni pristup zahteva različite napore u modeliranju, što dovodi do različitih nivoa pouzdanosti u smislu tačnosti i sposobnosti za identifikaciju i praćenje dinamike procesa. Samim tim, prilikom izbora pristupa za opisivanje i MFEA analize industrijskih sistema, neizbežno je naći kompromis između napora u modeliranju i opisivanju sistema i pouzdanosti analize. Takođe, primena energetske efikasne tehnologije u industrijskoj praksi je pokazala izvesni potencijal za smanjenje potrošnje energije i pratećih troškova [40-41].

1.2. Problem i predmet istraživanja

Predmet istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji jeste razvoj modela za upravljanje tokovima energije u različitim industrijskim sistemima, u cilju unapređenja postojećih modela i njihove primenljivosti, a sve sa ciljem povišenja pogodnosti - usklađenosti tih tokova sa potrebama poslovnih procesa, racionalne upotrebe energije i smanjenja troškova. Kvalitet tokova materijala, energije i informacija u industrijskim sistemima predstavlja jedan od najznačajnijih faktora za efikasnu i efektivnu realizaciju poslovnih procesa u industrijskim sistemima, prvenstveno proizvodnih i uslužnih, a time i privredni rast i razvoj jedne zemlje. Upravljanje i nadzor ovih tokova doprinosi održivom razvoju i poslovanju kompanije. Imajući u vidu da je u teoriji i praksi pažnja uglavnom usmerena ka modelovanju tokova materijala i informacija, predmet i problem istraživanja u ovoj disertaciji su upravo tokovi energije u industrijskim sistemima. Konstantna potreba za održivim poslovanjem i očuvanjem svoje pozicije na tržištu zahteva od industrijskih sistema da maksimiziraju dodatnu vrednost uz minimalno iskorišćenje resursa.

Sve veći broj istraživača ističe značaj razvoja modela za nadzor i upravljanje tokovima materijala, energije i informacija u proizvodnim i uslužnim sistemima. Racionalna upotreba energije i energetskih izvora predstavlja sve veći izazov za kompanije kako u Srbiji, tako i u svetu, a sve sa ciljem brige o potrošnji ograničenih energetskih resursa, povišenja racionalnosti u poslovanju i očuvanja životne sredine. Istraživanja tokova materijala i energije i njihovih međusobnih korelacija i formiranje modela koji su fleksibilni i primenljivi za različite proizvodne i uslužne delatnosti pružice dovoljno informacija za projektovanje procesa sa što većim uštedama resursa i što manjim negativnim uticajem na okolinu. Industrijski sistemi, pre svega proizvodni, predstavljaju najveće potrošače energije. Prerađivačke grane industrije, predstavljaju najviše analizirane sisteme za razvoj ovih modela, naročito metalurgija.

Korišćenjem standardnih procesa za nadzor potrošnje energije, uticaj toka materijala na potrošnju energije i međusobni odnosi ovih tokova su analizirani u brojnim radovima. Vođeni velikim troškovima proizvodnje i ograničenim materijalnim resursima, značajan progres je zabeležen u ostvarivanju visokih performansi sistema kroz novativna rešenja u redizajniranju proizvodnih procesa i tokova materijala. Uočava se, međutim, još uvek nedovoljna uključenost tokova energije u navedena rešenja.

Održivost poslovne strategije predstavlja konstantnu težnju proizvodnih organizacija, kako bi maksimalno uvećali dodatnu vrednost uz minimalnu potrošnju resursa. Aktuelna istraživanja ukazuju na važnost kontinualnog razvoja održivih metoda poslovanja.

Do sada je pažnja bila usmerena na pojedinačnom upravljanju tokovima materijala i energije. Međutim, samo pojedinačni delovi modela, kao i njihova primena u industriji, koji su dostupni u publikacijama, pokazuju stvarne, merljive prednosti ovakvog pristupa za proizvodnju. Analiza toka materijala i energije (MEFA) se uglavnom vezuje za ekologiju i očuvanje životne sredine, koja formuliše i kvantifikuje ulaz i izlaz iz sistema. Principi MEFA analize su prilagođeni da se razviju procedure za procenu troškova materijala i uticaja na okolinu. Zbog statističke prirode, rezultati MEFA analize su uglavnom ograničeni, dok su tokovi materijala i energije veoma dinamični, naročito u proizvodnim organizacijama.

Imajući u vidu prethodno navedene činjenice, predmet istraživanja disertacije jeste predlog novog, fleksibilnog i primenljivog modela za upravljanje tokovima energije u proizvodnim i uslužnim sistemima, na osnovu važećih prilaza u naučnoj literaturi, analize postojećeg stanja i primene standarda SRPS ISO 50001.

U prvoj fazi istraživanja biće utvrđen nivo primene sistema menadžmenta energijom u proizvodnim i uslužnim sistemima u Srbiji, odnosno dobijanje saznanja koliko su preduzeća spremna za primenu aktuelnog standarda. Istraživanja će uključiti analizu pokazatelja koji utiču na efikasnost preduzeća, kao i uvid u postojeće gubitke.

Kako bi se dobila ova analiza, biće izvršeno istraživanje i analiza stanja preduzeća koja posluju na teritoriji Srbije, različitih profila. Ova faza podrazumeva i formiranje detaljnog upitnika koji će dati uvid u poslovanje preduzeća, kao i osnovne podatke o količini utrošene energije, gubicima i ceni njihovih proizvoda/usluga. Osnovni cilj ove faze istraživanja je formiranje baze podataka i sistematizacija postojećeg stanja poslovanja u Srbiji. Na ovaj način, analizom bi se jasno ukazalo koji su propusti i nedostaci u primeni sistema menadžmenta energijom koje bi trebalo korigovati, koji su propusti u formiranju finalne cene i sporuke proizvoda/usluga, kao i uputstva koja bi se pratila u formiranju novog modela za upravljanje tokovima energije. Dakle, prva faza istraživanja se odnosi na identifikaciju svih relevantnih parametara koji imaju značajan uticaj na uspostavljanje sistema menadžmenta energijom, kao i analizu postojećih modela koji se primenjuju.

Druga faza istraživanja odnosi se na proces formiranja fleksibilnog, primenljivog modela upravljanja tokovima energije u preduzeću sa ciljem racionalne upotrebe energetske resursa, minimiziranja troškova, povećanja efektivnosti procesa proizvodnje / pružanja usluga. Odnosi se na optimizaciju postojećih modela za nadzor (monitoring) energetske tokova u proizvodnim i uslužnim sistemima, kao i razvoj novog modela toka energije uključujući kvantitativne i kvalitativne performanse sistema. Model će se zasnovati na zahtevima standarda ISO 50001 i elementima PDCA (*eng. Plan-Do-Check-Act*) - Planiraj-Uradi-Kontroliši-Deluj ciklusa. Primena sistema menadžmenta energijom (*eng. Energy Management System - EnMS*) ima cilj da dovede do poboljšanja energetske performanse, kao i da posledično dovede do pozitivnih finansijskih efekata.

Istraživanja autora [42-44] daju prikaz prioriteta za poboljšanje sistema menadžmenta energijom primenom AHP (analitički hijerarški proces) - višekriterijumske metode odlučivanja u prerađivačkoj industriji. Autori [45] su analizirali mogućnosti za poboljšanje energetske efikasnosti i pokazali da se kroz energetske tehnologije može očekivati poboljšanje od 5% do 13%, dok kroz menadžment energijom od 13% do 20%. Da situacija nije zavidna i u mnogim svetskim zemljama pokazuje podatak da u Švedskoj svega 20-40% kompanija ima primenjene principe menadžmenta energijom [46], u Danskoj 3-14% kompanija [47], dok u Turskoj 22% kompanija [48]. Autori zaključuju [49] da bez obzira na intenzivan razvoj industrijskih sistema, nivo prihvatanja sistema menadžmenta energijom je vrlo nizak.

Potreba za izborom ove teme je sve veći pritisak na industrijski sektor za očuvanje svoje pozicije na tržištu, osiguravajući svoju konkurentnost i smanjujući svoje troškove, kao i zahtevi koji se nameću proizvodnim i uslužnim organizacijama za očuvanjem životne sredine. Potreba organizacije da što manje koriste energetske resurse direktno utiče na cenu proizvoda, kao i njenu nezavisnost od cena energenata na tržištu. Sve to neminovno dovodi do racionalnog korišćenja dostupnih izvora energije, pravilnog upravljanja energijom, manjih utrošaka energije i optimizacije proizvodnih procesa.

1.3. Ciljevi istraživanja i hipoteze

Istraživanje ima cilj da obezbedi informacije u kojoj meri organizacije u Srbiji primenjuju sistem menadžmenta energijom, da utvrdi koji modeli tokova energije se primenjuju i da li postoji mogućnost za optimizaciju tokova energije.

Naučni cilj istraživanja je sistematizacija i analiza dosadašnjih naučnih saznanja u pogledu primene sistema menadžmenta energijom u Srbiji.

Poseban cilj istraživanja je poboljšanje karakteristika energetske tokova u određenim sektorima privrede, u cilju racionalnog korišćenja energije.

U skladu sa navedenim predmetom i ciljem istraživanja, uvažavajući postojeću literaturu i do sada postignute rezultate u oblasti istraživanja, definisane su opšte i posebna hipoteze koje glase:

OH₁: Organizacije u Srbiji primenjuju prakse menadžmenta energijom.

OH₂: U Srbiji su prakse menadžmenta energijom primenjene u manje od 30% organizacija.

PH₁: Organizacije koje imaju uspostavljene sisteme menadžmenta, u većoj meri primenjuju zahteve za sistem menadžmenta energijom

PH₂: Uvid u tok energije u procesu imaju manje od 30% organizacija u Srbiji.

PH₃: Nivo primene zahteva menadžmenta energijom zavisi od teritorijalne pripadnosti (lokacije) organizacije.

PH₄: Veličina organizacije određuje nivo primene zahteva menadžmenta energijom.

Teorijski doprinos istraživanja će biti sadržan u uspostavljanju zavisnosti tokova energije u industrijskim sistemima i odgovarajućih tokova materijala i tokova informacija. U praktičnom smilu, razvijeni model tokova energije u industrijskim sistemima će, primenom u stvarnim proizvodnim i uslužnim organizacijama, doprineti racionalnoj potrošnji energije, optimizaciji energetske performansi i podizanja njihove ukupne energetske efikasnosti i kompetativnosti na tržištu.

2. TEORIJSKE OSNOVE I PREGLED LITERATURE

2.1. Pojam energije, energetske efikasnosti i menadžmenta energijom

Pojam energije

U prirodnim naukama se pojam energije uvodi kako bi se definisalo svojstvo koje se prenosi na objekat (telo) da bi se izvršio rad ili da bi se zagrijalo i može biti pretvoreno u drugi oblik, ali kao svojstvo ne može biti ni iz čega stvoreno niti uništeno [50]. Sam pojam potiče od grčke reči (*grč. ἐνέργεια*), gde su značenja „en“ „u, uokviru“ a „ergon“ „rad“, koja su se prvi put, najverovatnije, pojavila u radu Aristotela u 4. veku pre nove ere [51]. Tomas Jang je među prvima 1807. godine koristio termin „energija“ umesto dotadašnjeg termina *vis viva* (živa sila), u savremenom značenju. Gaspar Gistav Koriolis je prvi opisao kinetičku energiju 1829. godine, a 1853. godine Vilijam Rankin je definisao termin potencijalna energija [52].

U standardu ISO 50001 [53], koji predstavlja zahteve za sistem menadžmenta energijom, pojam „energija“ je definisan kao „električna energija, gorivo, para, toplota, komprimovani vazduh, ili drugi slični medijum“. Pored ove definicije, standard uvodi i napomenu: „energija se odnosi na različite oblike, uključujući obnovljivu, koja može biti nabavljena, uskladištena, prerađivana, korišćena u opremi ili u procesu“. U standardu CEN/CLC/TR 16103 [54] pojam „energije“ se definiše kao „sposobnost sistema da proizvede eksternu aktivnost“. Energija se može pojaviti u nekoliko oblika: potencijalna energija (posledica položaja koji objekat ima u odnosu na druge objekte), kinetička energija (posledica kretanja tela), hemijska energija (posledica hemijskih veza među atomima supstance objekta), električna energija (posledica naelektrisanja objekta), toplotna energija (posledica zagrejanosti tela), nuklearna energija (posledica nestabilnosti atomskih jezgara objekta), elektromagnetna energija (energija zračenja, npr. svetlost, radio-talasi ili drugi pojavni oblik istog fenomena elektromagnetnog zračenja).

Pojam energetske efikasnosti

Energetska efikasnost predstavlja generički termin koji se odnosi na slučaj korišćenja manje energije za proizvodnju iste količine proizvoda ili usluga [55]. Kao što se navodi u [56] postoje dva aspekata energetske efikasnosti, koji su definisani kao:

- 1) Ekonomska energetska efikasnost koja označava veću proizvodnju ili bolji životni standard sa istom ili smanjenom količinom energije i
- 2) Tehno-ekonomska energetska efikasnost koja se odnosi na smanjenje specifične energije usled tehničkog poboljšanja, promene ponašanja, boljeg upravljanja itd.

Odabrani definisani ulaz energije i korisni izlaz (ishod) se razlikuju u zavisnosti od razmatranog slučaja, i to u opsegu od slučaja posmatranja energetske efikasnosti u određenim procesima do analiza i procene stanja novih tehnologija/uređaja [57]. Uopšteno, pokazatelj energetske efikasnosti se formuliše u obliku [55]:

$$\text{Koristan izlaz iz procesa / Ulaz energije u proces} \quad (2.1)$$

Inverzni oblik energetske efikasnosti se često naziva i energetske intenzitetom. Korisni izlaz procesa može biti energetske intenzitetom, fizički definisan izlaz ili se može izraziti u novčanim jedinicama. Zadatak pokazatelja ili indikatora energetske efikasnosti, u osnovi, predstavlja procenu postignutih rezultata i/ili procenu ciljeva. Indikatori pomažu u evaluaciji različitih energetske politika, programa, kao i mogućih ulaganja u očuvanju energije, daju informacije o trenutnoj situaciji u poređenju sa trendovima u prošlosti i predviđanjima u budućnosti, kao i promociji efikasnijih tehnologija [55].

Moguće je razlikovati tri osnovna faktora koji imaju najveći uticaj na energetska efikasnost objekta/uređaja/postrojenja [57]:

- 1) *Dizajn konstrukcije* - Odnosi se na raspored zgrada, standard izolacije, efikasnost postrojenja i obima korišćene automatike;
- 2) *Koristan rad i održavanje* - Odnosi se na strukturne popravke, cikluse zamene potrošnih komponenti, servise i redovne kalibracije / podešavanja upravljačkog sistema i
- 3) *Procesne aktivnosti* - Odnosi se na brojnost opreme koja je ugrađena i kako se koristi u radnim procedurama zaposlenih, takođe i na količinu energije koja se koristi za osvetljenje i druge potrebe.

Za ove faktore se smatra da su donekle nezavisni i da ne utiču na aktivnosti zaposlenih u procesu [58-59].

Pojam „efikasnost“ se koristi ne samo u inženjeringu, konstrukciji zgrada ili razvoju proizvoda, već i u upravljanju organizacijom, ekonomiji, kao i kreiranju strategija i planova [60]. U ovom kontekstu, interpretacije pojma "efikasnost" su nekada krajnje precizne i konkretne (kao pri merenju koeficijenta performansi grejača vode sa toplotnom pumpom [61]), a druge, poput saveta Svetske banke o energetska efikasnim gradovima, su izuzetno široke i uopštene [62]. Sa druge strane, u poslovnom kontekstu, značajne tehnološke i poslovne inovacije podrazumevaju postepena poboljšanja u efikasnosti. U polju energetike, efikasnost se smatra osnovnim „gorivom“ [63]. Mnogi se zalažu za globalnu "strategiju efikasnosti" na nacionalnom nivou i nivou Evropske unije i potrebi za kombinacijom tih strategija [64-65].

Uprkos navedenoj raznolikosti, iako se suštinski pojam "efikasnost" menja kako se menjaju i razvijaju tehnologije i pristup organizaciji, osnova efikasnosti i dalje ima nepromenjenu karakteristiku, koja i karakterno ima pozitivan aspekt.

Ukoliko se posmatraju zgrade i građevinska industrija, očekuje se da će efikasnija rešenja biti bolja od onih koja se do sada koriste. Ukoliko se posmatra širi aspekt, a kako i pokazuju autori [66] u svom viđenju programa efikasnosti u Velikoj Britaniji, inicijative efikasnosti su politički vrlo atraktivne, istovremeno dobre za ekonomiju, potrošače, proizvođače, kao i za smanjenje emisije ugljenika. Srodna karakteristika je ta stvarna i očekivana korist koja se može kvantifikovati i modelirati. Na primer, agencija IEA pruža redovne procene tzv. „energije koju treba izbeći“, tj. resursa koji se ne koriste zbog povećanja efikasnosti [63]. Druga zajednička karakteristika je da procene efikasnosti zavise od toga gde su i kako su definisane i označene granice sistema koji se posmatra [67].

Standard ISO 50001 [53] definiše energetska efikasnost kao „kvantitativni odnos između performanse izlaza, usluge, roba ili energije, i energetska ulaza“. Standard EN 16231 [68] koji prikazuje metodologiju benčmarkinga energetska efikasnosti među organizacijama, definiše energetska efikasnost na isti način kao i standard ISO 50001, međutim navodi napomenu da "ulaz i izlaz koji definiše energetska efikasnost treba da budu jasno specificirani u pogledu kvaliteta i kvantiteta i da budu merljivi", potom da se termin "energetska efikasnost" koristi u smislu optimalne energetska efikasnosti tj. da funkcioniše sa minimalnom potrošnjom energije, kao i da energetska efikasnost označava "raditi skoro isto sa manji utroškom energije".

Takođe, "benčmarking" u smislu energetska efikasnosti se uglavnom bazira na specifičnu potrošnju energije proizvodnje jednog proizvoda ili jedinice pružene usluge, a mere za poređenje se izražavaju kao GJ/tona ili GJ/standardna aktivnost. Navode se napomene da "Energetska efikasnost znači i uraditi najmanje moguće isto ali sa manje energije" i "Energetska efikasnost se obično zasniva na specifičnom korišćenju energije (korišćenju energije po jedinici) u proizvodnji ili isporuci proizvoda, aktivnosti ili usluge."

Veoma detaljan pregled definicija energetska efikasnosti dat je radovima [69-70] i prikazan u tabeli 2.1.

Tabela 2.1 - Razvoj definicije energetske efikasnosti [69-70]

DEFINICIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI	PREDNOSTI	NEDOSTACI
<p>Termodinamička definicija <i>Energetska efikasnost = Koristan rad / Ulaz energije</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Objektivna mera tehničke efikasnosti; - Može se porediti u određenim vremenskim intervalima. 	<ul style="list-style-type: none"> - Usluge koje zahtevaju korisnici (npr. sati rada) nisu na odgovarajući način uzete u obzir.
<p>Fizičko - termodinamička definicija <i>Energetska efikasnost = Koristan (fizički) Izlaz / Ulaz energije</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Objektivna mera tehničke efikasnosti; - Usluge koje zahtevaju korisnici su obuhvaćene; - Može se porediti u određenim vremenskim intervalima. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problem podele u slučaju kada jedan ulaz energije treba da bude dodeljen različitim izlazima.
<p>Ekonomsko - termodinamička definicija <i>Energetska efikasnost = Dolarizovani izlaz / Ulaz energije</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ne postoji problem podele izlaza. 	<ul style="list-style-type: none"> - Teškoće poređenja u određenim vremenskim intervalima; - Ne meri isključivo tehničku efikasnost.
<p>Ekonomska efikasnost <i>Energetska efikasnost = Dolarizovani izlaz / Dolarizovani ulaz energije</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ne postoji problem podele izlaza i ulaza; - Odgovarajuća za analizu ekonomske efikasnosti. 	<ul style="list-style-type: none"> - Teškoće poređenja u određenim vremenskim intervalima; - Ne meri isključivo tehničku efikasnost.

Pojam menadžmenta energijom

Standard SRPS EN ISO 50001 [71] definiše sistem menadženta energijom kao "skup međusobno povezanih ili međusobno delujućih elemenata za uspostavljanje energetske politike i energetske opštih ciljeva, kao i procesi i procedure za postizanje tih opštih ciljeva". Pored ovog pojma neophodno je definisati i pojedinca ili više zaposlenih koji su zaduženi za menadžment energijom. Standard predviđa tim za menadžment energijom "odgovoran za efektivnu primenu sistema menadžmenta energijom i za ostvarivanje poboljšanja energetske performanse".

Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije definiše sistem energetske menadžmenta kao "sistem organizovanog upravljanja energijom na način da obveznici sistema energetske menadžmenta izvršavaju zakonom propisane obaveze sa ciljem da se postigne racionalno korišćenje energije uz što manje troškova" [72]. Definiše se da su obveznici sistema energetske menadžmenta sva privredna društva koja koriste više energije od količine koju propisuje vlada, kao i organi državne uprave i drugi organi Republike Srbije, organi autonomne pokrajine, jedinice lokalne samouprave sa više od 20.000 stanovnika i javne službe koje koriste objekte u javnoj svojini.

Svi obveznici sistema energetske menadžmenta imaju obavezu da realizuju planirani cilj uštede energije koji propisuje vlada, da dostavljaju godišnji izveštaj o potrošnji energije, da imenuju potreban broj energetske menadžera i o tome obaveste ministarstvo nadležno za poslove energetike, da donose program i plan energetske efikasnosti, primenjuju mere za efikasno korišćenje energije, dostavljaju ministarstvu nadležnom za poslove energetike izveštaje o ostvarivanju ciljeva sadržanih u programu i planu energetske efikasnosti, obezbeđuju energetske preglede najmanje jednom u pet godina (obveznici sistema iz javnog sektora najmanje jednom u 10 godina) i da preduzimaju druge aktivnosti i mere u skladu sa zakonom [73,74].

Pored zakonodavne definicije, pojam "menadžment energijom" se različito definiše i u literaturnim izvorima. Prema [75] energetska menadžment predstavlja formu primene novih energetska efikasna tehnologija, novih materijala i novih proizvodnih procesa i korišćenje novih tehnologija, opreme i materijala u industrijskim sistemima i pomaže organizacijama da poboljšaju svoju produktivnost i poboljšaju kvalitet svojih proizvoda i/ili usluga. Takođe, navodi se da menadžment energijom direktno utiče na poboljšanje kvaliteta životne sredine uz energetska efikasne procese. Manja potrošnja energije znači manje utrošenog pogonskog goriva i zagađenja "na terenu". Manji utrošak energije označava i manje zagađenja u tremoenergetskim postrojenjima, naročito termoelektranama i manje korišćenje vodnih potencijala za hlađenje u tim postrojenjima. Uz menadžment energijom prisutna je i novčana ušteda, mnogi objekti kao što su: proizvodna postrojenja, škole, bolnice, poslovne administrativne zgrade itd. mogu postići: smanjenje troškova aktivnosti prve dve godine od 5 do 15%, u narednih tri do pet godina smanjenje troškova do čak 30%, kao i dugoročni potencijal, uštedu do čak 50% [75].

Prema autorima [76] dato je i obrazloženje sistema energetska menadžmenta, pri čemu on predstavlja skup mera koje garantuju efikasno korišćenje raspoloživih energetska resursa u kompaniji. Mere se odnose na uštedu energije, racionalno korišćenje energije, kao i zamenu pojedinih vrsta energenata čistijim, odnosno onim koji se efikasnije mogu koristiti. Uveden sistem energetska menadžmenta znači odstupanje od nasumičnog ili spolja kontrolisanog upravljanja energetska tokovima i razvoj strateških i ciljanih aktivnosti koje se odnose na poboljšanje energetska efikasnosti, koje su najčešće integrisani u poslovnu filozofiju i planiranje.

Sistem menadžmenta energijom je jedan od podsistema menadžmenta koji je moguće primeniti i integrisati sa ostalim sistemima menadžmenta organizacije [77]. Sistem menadžmenta kvalitetom je usmeren na ispunjavanje potreba i zahteva korisnika, kroz isporuku proizvoda i usluga zahtevanog kvaliteta. Sistem menadžmenta životnom sredinom usmerava organizacione aktivnosti na način koji smanjuje njihove štetne efekte na životnu sredinu, uz stalno poboljšavanje poslovnih performansi u odnosu sa okruženjem. Sistem menadžmenta energijom omogućava organizacijama da prošire svoju odgovornost u odnosu na životnu sredinu, smanje troškove energije i emisiju CO₂ [78].

Jasne i jednostavne mere, kao što su npr. i male promene u procedurama rada mogu imati značajan uticaj na smanjenje potrošnje energije. Ostali važni integralni delovi sistema energetska menadžmenta su [79]: energetska pregledi, odnosno energetska bilansi (*eng. energy audits*), kao i praćenje realizacije i postavljanje ciljeva [80].

2.2. Standard SRPS ISO 50001

Standard ISO 50001 [53] specificira zahteve za uspostavljanje sistema menadžmenta energijom (*eng. Energy Management Systems - EnMS*). Namena standarda je da omogućiti organizacijama da uspostave procese neophodne za poboljšanje energetska performanse. Energetska performansa obuhvata energetska efikasnost, korišćenje energije ili neki drugi indikator. Primena standarda vodi ka smanjenju uticaja na životnu sredinu, ali i troškova vezanih za potrošnju energije. Može se primeniti u svim vrstama organizacija i u organizacijama svih veličina. Može se reći da predstavlja razradu jednog specifičnog i važnog aspekta životne sredine, a to je svakako energija. U skladu sa tim, standard je posebno interesantan organizacijama koje već imaju uspostavljene neke sisteme menadžmenta (sistem menadžmenta kvalitetom, sistem menadžmenta životnom sredinom, sistem menadžmenta zdravljem i bezbednošću na radu, sistem menadžmenta bezbednošću hrane, itd.). Namenjen je svim proizvodnim i uslužnim organizacijama. Standard ISO 50001 predviđa sertifikaciju, koja nije obavezna, već zavisi od odluke organizacije. Značajna prednost ovog standarda, u odnosu na ostale standarde za sisteme menadžmenta, jesu finansijske koristi koje su vidljive nakon primene sistema menadžmenta energijom i naglašen tehnički karakter. Zbog toga su i mnoge organizacije motivisane da ga primenjuju.

Primena sistema menadžmenta energijom (EnMS) ima cilj da dovede do poboljšanja energetske performanse, kao i da posledično dovede do pozitivnih finansijskih efekata. U proseku, za uspostavljanje sistema menadžmenta energijom je potrebno od jedne do dve godine, u zavisnosti od složenosti organizacije. Međutim, ako organizacija već ima uspostavljen neki od sistema menadžmenta prema zahtevima ISO 9001 ili ISO 14001, vreme potrebno za uspostavljanje sistema menadžmenta energijom se značajno smanjuje. Osnovni zahtevi koje organizacija treba da ispuni prilikom uspostavljanja sistema menadžmenta energijom obuhvataju:

- Obezbeđenje opredeljenosti rukovodstva za menadžment energijom;
- Imenovanje predstavnika rukovodstva i tim za menadžment energijom;
- Definisane energetske politike;
- Usklađivanje sa zakonskim i drugim zahtevima vezanih za energiju;
- Realizacija energetskog preispitivanja, analiza energetskog profila;
- Identifikovanje područja koja su značajni korisnici energije;
- Definisane indikatora energetske performanse i poredbene vrednosti;
- Definisane energetske ciljeva, na opštem nivou i posebnim, nižim nivoima;
- Razvoj svesti i kompetentnosti zaposlenih, kao i efikasne komunikacije;
- Dokumentovanje sistema i upravljanje dokumentima i zapisima;
- Upravljanje svim procesima koji utiču na korišćenje energije;
- Realizaciju energetski efikasnih projekata;
- Nabavku energetski efikasnih resursa i usluga;
- Merenje i analizu indikatora energetske performanse i uvođenje stalnih poboljšanja;
- Realizacija internih provera sistema menadžmenta energijom;
- Rešavanje neusaglašenosti i primenu korektivnih i preventivnih mera;
- Realizacija periodičnog (godišnjeg) preispitivanja od strane rukovodstva.

2.3. Pregled dosadašnjih istraživanja

Energija predstavlja ključan aspekt koji karakteriše poslovanje jedne kompanije. Može se smatrati i ključnim resursom, čija potrošnja bi trebalo biti nadgledana i kontrolisana. Kako je potrošnja energije u jednoj organizaciji u direktnoj vezi sa troškovima, produktivnošću, samim tim i mogućim uštedama, ona zapravo ima i značajan uticaj na okolinu [81]. Pored troškova koje iziskuje optimizacija energetskih tokova u okviru organizacije, potrošnja energije i pravilno upravljanje energijom, a samim tim i smanjen ekološki uticaj, jasno definiše profil organizacije [82]. Poboljšana energetska performansa organizacije (energetski profil) može pružiti direktne koristi organizaciji, maksimizirajući različitost energetskih izvora, a redukujući energetske troškove i potrošnju energije [83-86]. Može se reći da energija postaje sve veći kritični faktor proizvodnje. Pravilnim upravljanjem potrošnjom energije utiče se na konkurentnost organizacija i na njihovu spremnost i fleksibilnost kako bi se prilagodile sve zahtevnijem tržištu i osigurale svoj opstanak. Dosadašnje prakse menadžmenta energijom ukazuju da pravilno upravljanje energetskim tokovima i njihova optimizacija imaju dugoročne koristi za poslovanje organizacije i predstavljaju efektivne indikatore za profitabilnost. Nasuprot tome, postoje organizacije koje ne vide prioritetni značaj za menadžment energetskih tokova i koje probleme rešavaju u hodu, bez ikakvog sistemskog pristupa problemu [81].

Kako bi se organizacije izborile sa sve većim troškovima energije, kreirale su različite sopstvene pristupe, od toga da smanje potrošnju energije, do toga da optimizuju i upravljaju potrošnjom energije utičući na energetske tokove u okviru svoje organizacije [87]. Piper navodi da je ekonomsko razmatranje uvek bila pokretačka sila u pozadini menadžmenta energijom. Sistem menadžmenta energijom nudi mnoge pogodnosti, kao što su optimizacija potrošnje energije, smanjenje troškova, poboljšanje korporativnog imidža, smanjenje negativnog uticaja na okolinu.

Organizacije su, u ovim naporima, razvile pogodnije pristupe menadžmentu energijom, imajući za cilj smanjenje energetske gubitaka (rasipanja) [81]. Prema autorima [88] menadžment energijom predstavlja efektivno korišćenje energije kako bi se uvećao profit, samim tim smanjili troškovi i na taj način osigurala konkurentna pozicija organizacije. Menadžment energijom postaje kritični koncept naročito smatrajući da su troškovi energije najveći, za razliku od ostalih troškova u fazi proizvodnje (u proizvodnom ciklusu). Autor [89] navodi da "menadžment energijom znači obezbeđenje uslova da interni korisnici dobiju svu potrebnu količinu energije, kada i gde im je to potrebno, traženog kvaliteta, sa najmanjim troškovima uz poštovanje bezbednosti na radu i očuvanju okoline". Prema tome, menadžment energijom ima za krajnji cilj da je snabdevena količina energije iskorišćena na efikasan i efektivan način [87], ne samo u slučaju distribucije i snabdevanja potrošača energijom, već i kod krajnjih korisnika. Menadžment energijom zahteva sistematski i kontinuirani pristup i ne sme biti limitiran programima i projektima koji su vremenski ograničeni [87].

Sistem menadžmenta energijom (EnMS) počinje sa energetsom politikom, definiše energetske ciljeve i načine za postizanje tih ciljeva, formirajući sistem za nadzor energetske performansi i primenjuje procedure za kontinualno poboljšanje energetske performansi. Standard ISO 50001:2011 ne definiše specifične kriterijume performansi koji se odnose na potrošnju energije i efikasnost. On umesto toga predlaže model menadžmenta koji doprinosi razvoju i primeni energetske politike kako bi se postigli zadati ciljevi i akcioni planovi uzimajući u obzir legalne zahteve i informacije koje su rezultat analiza i upravljanja podacima o potrošnji energije. Standard opisuje krajnji cilj, ali ne i način kako ga postići ali usmerava organizaciju da, u skladu sa sopstvenim potrebama i mogućnostima, razume kretanje na putu do krajnjeg cilja.

Potencijal za poboljšanje energetske efikasnosti ostaje neidentifikovan, odnosno predstavlja prazninu u energestkoj efikasnosti (eng. "the energy efficiency gap") [90] u malim i srednjim preduzećima, gde se potrošnja energije ne vidi uvek kao značajan faktor koji utiče na troškove u okviru svoje industrijske proizvodnje [91]. Na troškove energije se vrlo malo pažnje posvećuje u finansijskom smislu [92]. Napor za uvođenje energetske menadžmenta u malim i srednjim preduzećima je vrlo ograničen zbog nedostatka inicijative, eksperata u tim preduzećima, kao i jedan od značajnijih su i finansijska ograničenja. U proizvodnim organizacijama, troškovi energije su obično mali u odnosu na ukupne proizvodne troškove, pa prema tome se ne obraća velika pažnja na cenu energenata i troškova energije. Drugi problem je i nedostatak znanja o principima uvođenja u menadžment energijom. Prepoznata je potreba da se mala i srednja preduzeća informišu o menadžmentu energijom, njegovim konceptima i praksom. Evropska komisija smatra od posebnog značaja sektor malih i srednjih preduzeća za razvoj energetske potencijala i optimizaciju njenih troškova, posebno one koje se odnose na trošak energije [93]. U radu [94] prepoznato je da postoji potencijal za uštedu 20% potrošnje energije u nemačkim MSP.

U malim i srednjim preduzećima, troškovi energije uglavnom predstavljaju mali udeo ukupnih troškova proizvodnje, tako da se i mala pažnja posvećuje utrošku energije sa finansijske strane gledišta. Pored toga, barijere koje postoje u uvođenju energetske menadžmenta u sektor malih i srednjih preduzeća su svakako nedostatak inicijativa, dostupnost informacija i ekspertske poznavanje preduzetnika [95]. Industrijska proizvodnja ima veoma značajnu ulogu u direktnom doprinosu privredi, stepenu zaposlenosti stanovništva, investicionim aktivnostima i spremnosti preduzeća za inovacije.

Rad [2] predstavlja sistematsko preispitivanje trenutnog stanja u pogledu korišćenja energije i efikasnog iskorišćenja prirodnih resursa, korišćenih metoda i tehnika od nivoa procesne jedinice do nivoa lanaca snabdevanja. Rad upućuje na značaj projektovanja postrojenja, kao i pojedinačnih proizvodnih procesa koji utiču na efikasnost celog sistema, značaj *lean* i „zelene“ proizvodnje, sa ciljem formiranja održivog sistema.

Rad [96] analizira primenu standarda na proizvodni industrijski sektor. Korišćena je standardna metodologija data u standardu i razvijen je strukturalni model kao osnova softverskom rešenju koji omogućava organizacijama da uspostave sistem menadžmenta energijom ISO 50001.

Rad [44] daje prikaz prioriteta za poboljšanje sistema menadžmenta energijom primenom AHP višekriterijumske metode odlučivanja u prerađivačkoj industriji. Istraživanje se odnosilo na kompanije u Srbiji. Na osnovu rezultata istraživanja ističu se tri proizvodna sektora koji imaju najveći prioritet za primenu i poboljšanje energetskeg menadžmenta u Srbiji: proizvodnja prehrambenih proizvoda, proizvodnja delova i sklopova za automobilsku industriju, proizvodnja motornih vozila i proizvodnja nemetalnih mineralnih proizvoda.

Rad [97] analizira nivo primene standarda SRPS ISO 50001 u kompanijama u Srbiji. Na osnovu rezultata istraživanja svega 5,8% organizacija imaju u potpunosti primenjen sistem menadžmenta energijom. Prosečan stepen primene PLAN faze je u 61,87% kompanija, DO faze u 59,98%, CHECK faze u 59,61% i ACT faze u 35,34% kompanija.

Rad [49] predstavlja proceduru primene energetskeg menadžmenta u kompaniji u Srbiji koja se bavi proizvodnjom automobila. Cilj rada je postupak uvođenja energetskeg menadžmenta u metaloprerađivačkoj industriji. Rad obuhvata: analizu stanja sistema energetskeg menadžmenta, principe efektivne organizacije energetskeg menadžmenta, kao i studije izvodljivosti predloženih mera za uštedu energije. U radu se zaključuje da je, bez obzira na intenzivan razvoj industrijskih sistema, nivo prihvatanja sistema menadžmenta energijom vrlo nizak.

U radu [42] se razmatra model zrelosti koji je baziran na principu standarda ISO 50001. U cilju kreiranja modela zrelosti sa bazom znanja tokom ovog istraživanja, kombinovane su prednosti tri alata menadžmenta: ISO 50001 procesnog modela, PDCA ciklusa i kriterijuma zrelosti menadžmenta energijom baziranih na nivoima zrelosti CMMI. Ovaj hibridni model se može koristiti za samoocenjivanje i poboljšanje u organizacijama, koje sledi nakon ISO 50001 sertifikacije. Formirani model je univerzalan i izvršena je njegova validacija u proizvodnim i uslužnim preduzećima, kao i prema ISO 50001 sertifikovanim i nesertifikovanim preduzećima. Rezultati istraživanja su pokazali da se u praksi svi nivoi modela zrelosti mogu identifikovati.

Rad [98] predstavlja analizu šest studija slučaja energetskeg audita u procesnoj industriji. Energestki audit predstavlja dobro poznat alat za analizu energestkih tokova i identifikaciju mogućnosti za uštedu energije. Ciljevi istraživanja se mogu podeliti na: multidimenzionalnost energetskeg audita za konverziju energije, analizu primera koji se koriste u energetskeg auditu i nivo potrebnih kompetencija za energetske auditore. Rezultati istraživanja su pokazali da su potencijali za uštedu i smanjenje potrošnje energije u razmatranim postrojenjima: 30%, 13%, 70%, 14%, 10% i 5%. U praksi postoje različite tehnološke barijere za primenu predloženih mera za uštedu energije, a energestki audit takođe pruža mogućnost energetskeg planiranja i donošenja odluka baziranih na prioritetima.

Autori [99] predlažu model zrelosti baziran na ciklusu *Plan-Do-Check-Act* za stalno poboljšanje i pokriva dobro poznate i usvojene fundamentalne aktivnosti energetskeg menadžmenta. Predloženi model zrelosti se u radu koristi kao vodič procesnim organizacijama u uspostavljanju energestkeg menadžmenta kako bi postepeno dostigli saobraznost sa standardom za sistem menadžmenta energijom kao što je ISO 50001. Rad takođe uvodi ekonomske prednosti za smanjivanje barijera za usvajanje praksi energetskeg menadžmenta, promovišući veći stepen vraćanja investicija.

Rad [81] opisuje model zrelosti za menadžment energijom i uvodi nov način uvođenja organizacije u sistem pravilnog upravljanja energijom i energetskeg potrebama. Model predstavlja alternativu ili komplementarnost postojećem modelu sertifikacije sistema menadžmenta energijom organizacije, koji je u skladu sa standardom ISO 50001. U radu je dat primer primene alata i primenljivosti modela zrelosti u realnoj organizaciji, sa relevantnim statističkim podacima.

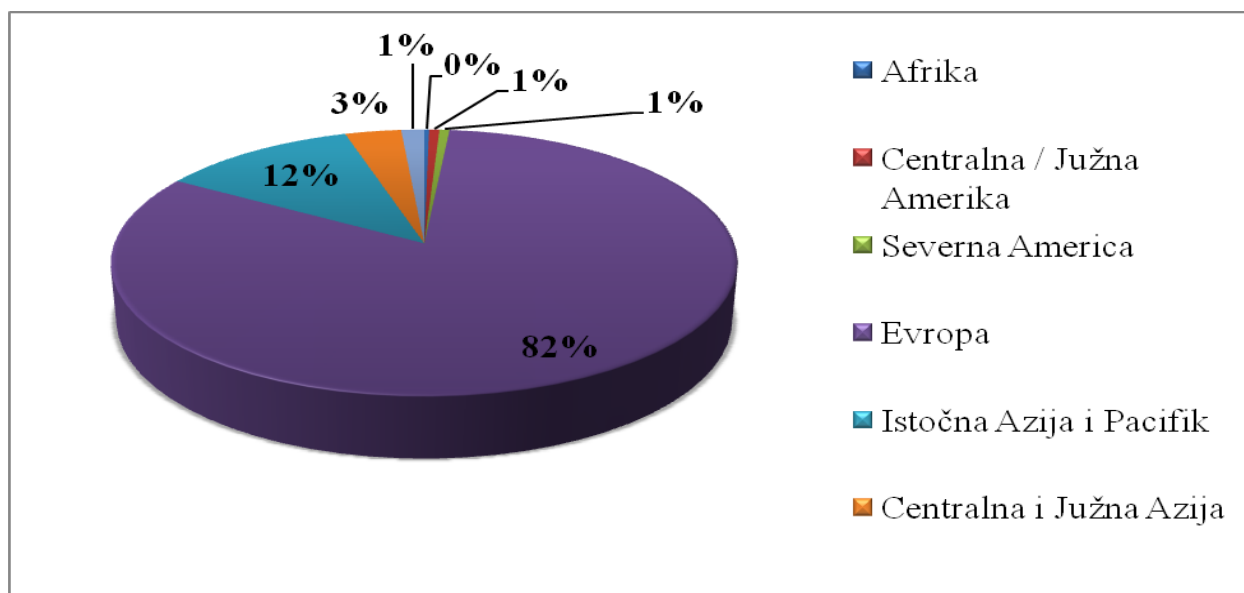
Rad [100] predstavlja detaljan vodič za uspostavljanje sistema menadžmenta energijom u kompaniji za proizvodnju drvenog nameštaja. Analiza pokriva detalje svih esencijalnih aspekata sistema: inicijalnu procenu sistema, organizaciju, razvoj procedura, energetske audit, razvoj akcionog plana, promociju sistema, proveru performansi sistema i obeveze rukovodstva. Prema realizovanom istraživanju, elementi sistema menadžmenta energijom mogu se spregnuti sa sistemom menadžmenta životnom sredinom, što dovodi do kontinualnog poboljšanja energetske performansi i poboljšanja aspekata životne sredine konkretnog industrijskog objekta. Istraživanjem su definisani primarni ciljevi za redukciju: proizvodnih troškova (postignutih kroz energetske uštede i troškova odlaganja otpada), količina proizvedenog otpada, kao i uticaja kompanije na okolinu.

Prethodno navedeni radovi su samo neki od primera primene različitih modela sistema menadžmenta energijom u proizvodnim i uslužnim sistemima. Predstavljaju primere sa problemima u primeni, tehnološkim ograničenjima, funkcionalnosti i finansijskoj isplativosti predloženih mera.

3. ANALIZA ZASTUPLJENOSTI SISTEMA MENADŽMENTA ENERGIJOM

U ovom poglavlju prikazana je analiza stanja u pogledu zastupljenosti uspostavljenih i sertifikovanih sistema menadžmenta energijom (prema zahtevima ISO 50001) u industriji. Korišćena je metoda statističke analize prikupljenih podataka. Podaci korišćeni u analizi su iz 2017. i 2018. godine. Kada je reč o sertifikaciji sistema menadžmenta energijom (prema ISO 50001), koja je u ovoj disertaciji korišćena i kao indikator za različite analize, potrebno je napomenuti da nisu sve organizacije koje su primenile sistem menadžmenta energijom taj sistem i sertifikovale. Kao indikator su u ovom delu uzetu obzir samo sertifikovane organizacije, kao jedini trenutno dostupan indikator.

Ne postoji veliki broj sertifikovanih sistema menadžmenta energijom, u poređenju sa sertifikacijom drugih sistema menadžmenta (u skladu sa ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 22000, itd.). Na slici 3.1 dat je pregled sertifikovanih kompanija u svetu (pregled po kontinentima) prema podacima za 2017. godinu [101].

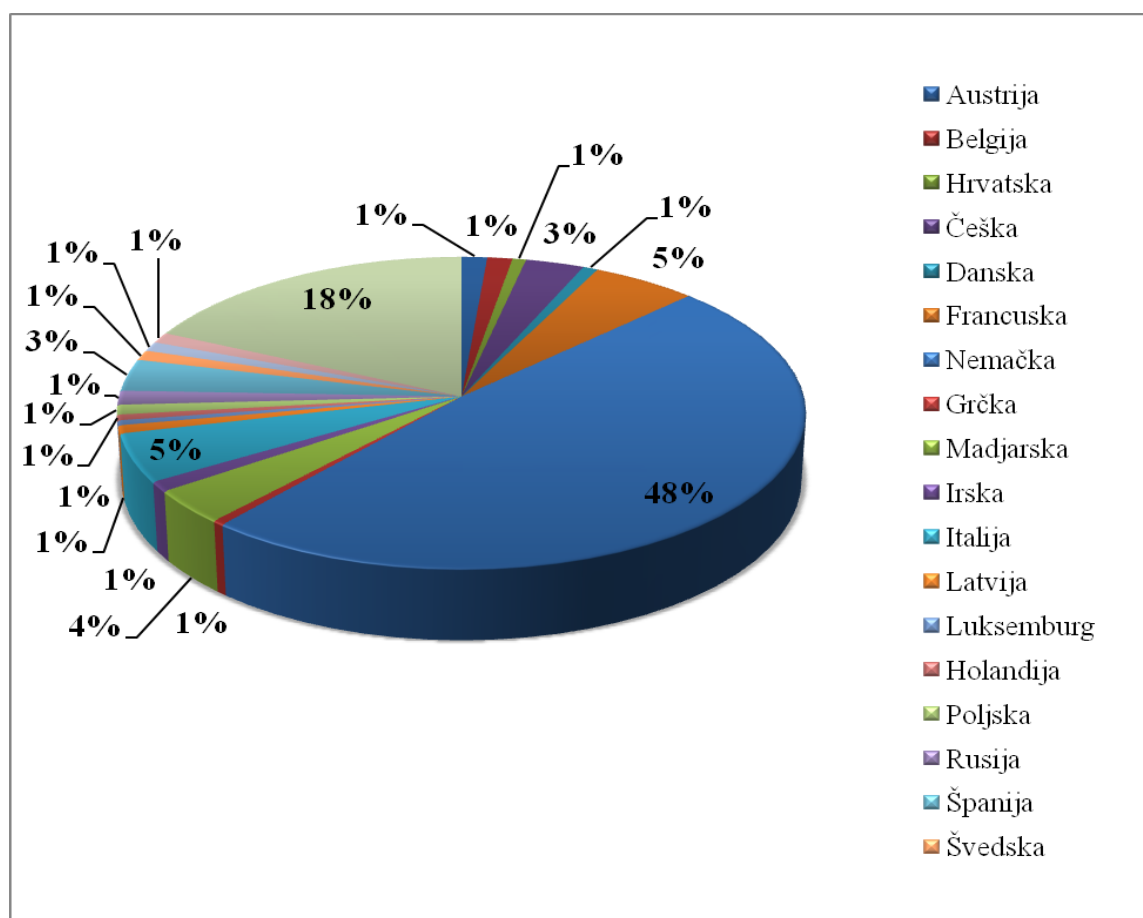


Slika 3.1 - Pregled sertifikovanih kompanija u svetu [101]

Rast sertifikovanih kompanija u Evropi je dat u tabeli 3.1. Što se tiče Evrope, najveći broj sertifikovanih kompanija je u Nemačkoj, prema podacima za 2017. godinu (46% u odnosu na sve ostale zemlje u Evropi), kako pokazuje slika 3.2 i tabela 3.2.

Tabela 3.1 - Pregled broja rasta sertifikovanih kompanija u Evropi [101]

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Zemlja	364	1919	3993	5526	10152	17102	19024
Austrija	4	24	67	109	220	224	228
Belgija		16	21	28	43	70	224
Češka	1	10	16	32	73	369	522
Francuska	3	37	86	270	500	759	2307
Nemačka	42	1133	2477	3402	5931	9024	8314
Madarska		3	13	29	68	546	610
Irska		36	64	56	91	137	178
Italija	30	74	258	294	470	1415	857
Poljska	2	12	22	38	74	112	173
Rusija	1	8	25	81	118	174	250
Srbija		2	3	9	21	57	39
Španija	95	127	196	310	390	465	568
Ujedinjeno Kraljevstvo	11	136	330	376	1464	2829	3078

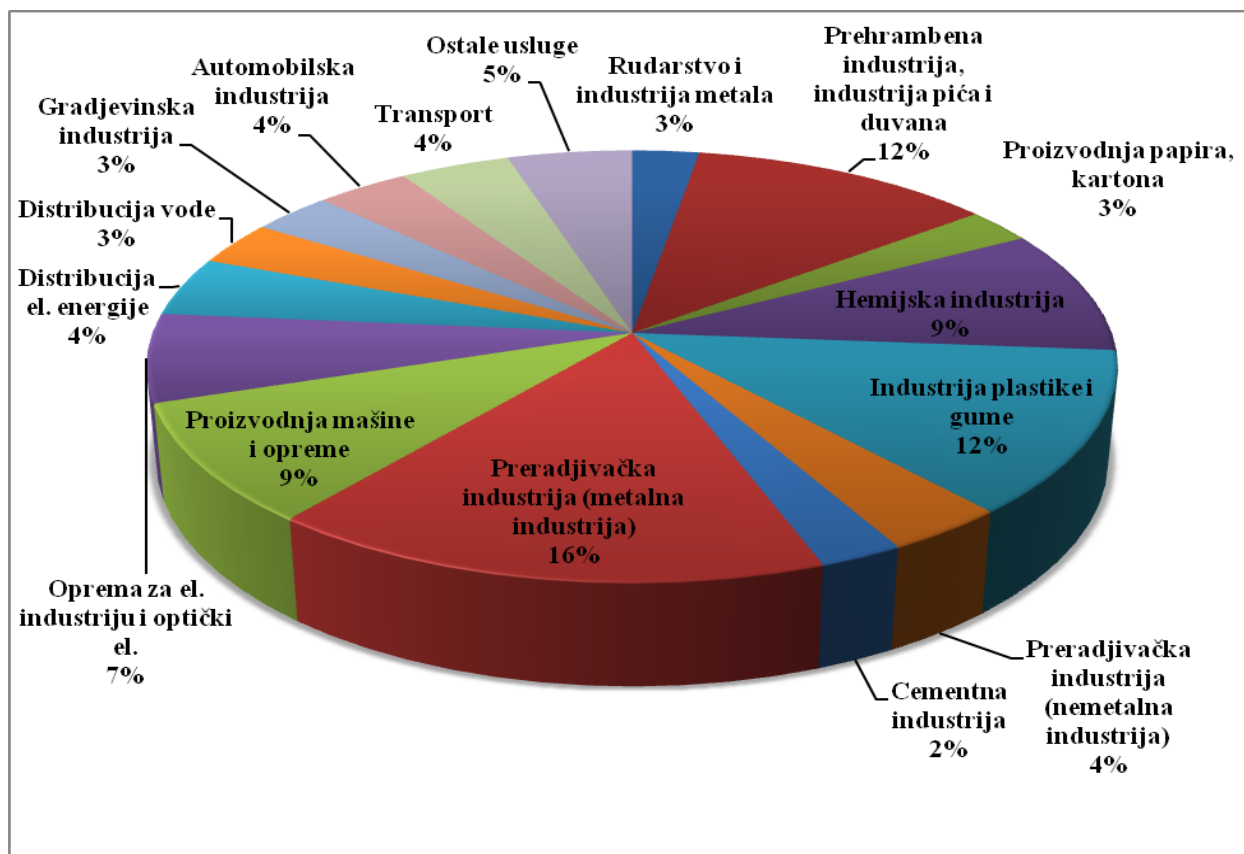


Slika 3.2 - Pregled sertifikovanih kompanija u Evropi [101]

Tabela 3.2 - Pregled sertifikovanih kompanija u Evropi [101]

Godina	2017
Ukupno za sve zemlje	17655
Albanija	3
Armenija	1
Austrija	228
Belorusija	29
Belgija	224
Bosna i Hercegovina	13
Bugarska	43
Hrvatska	121
Kipar	18
Češka	522
Danska	135
Estonija	14
Finska	37
Francuska	938
Džordžija	2
Nemačka	8314
Grčka	86
Mađarska	610
Irska	178
Italija	857
Latvija	142
Lihenštajn	5
Litvanija	10
Luksemburg	86
Malta	3
Crna Gora	
Holandija	100
Norveška	34
Poljska	173
Portugalija	47
Rumunija	47
Rusija	250
Serbija	39
Slovačka	58
Slovenija	29
Španija	568
Švedska	178
Švajcarska	67
Makedonija	11
Turska	168
Ukrajna	189
Ujedinjeno Kraljevstvo	3078

Kao što se može videti na slici 3.3, industrijski sektor „Proizvodnja/Prerađivačka industrija“ ima u svetu najveći broj sertifikata za sistem menadžmenta energijom (16%), jer se radi o ogromnom sektoru, veoma energetske intenzivnom, sa velikim brojem podsektora. Sledeći je industrijski sektor „Prehrambena industrija“ (12%), potom „Industrija gume i plastike“ (12%), „Hemijska industrija“ (9%), „Proizvodnja mašina i opreme“ (9%), itd.

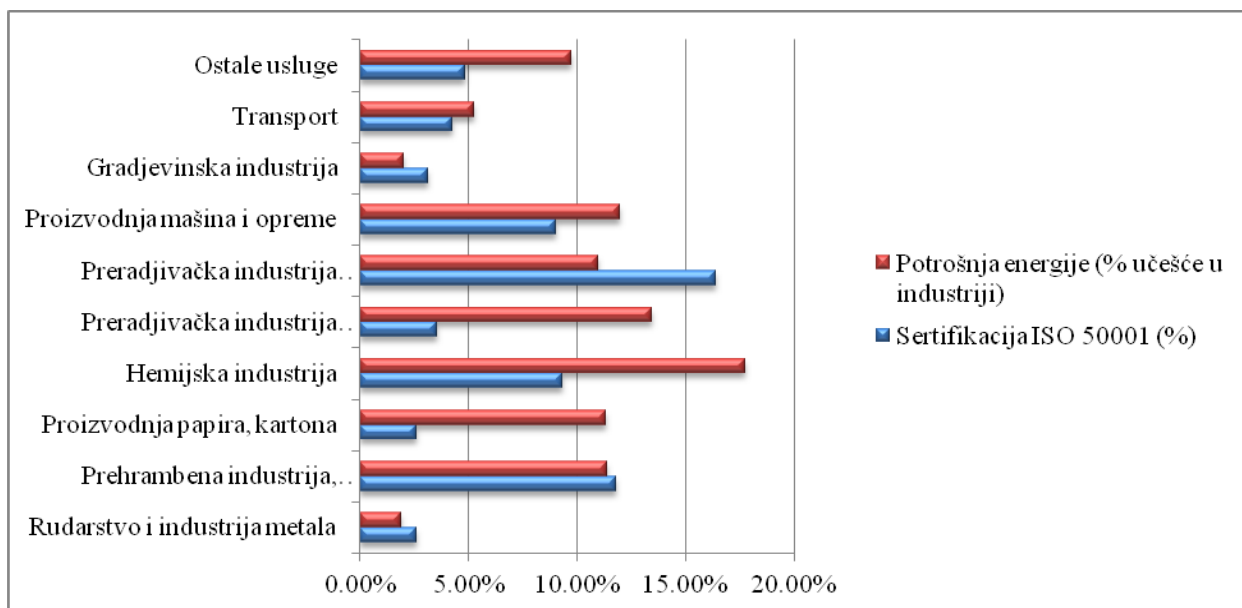


Slika 3.3 - Broj sertifikovanih sistema menadžmenta energijom u svetskoj industriji u 2018. god

Interesantno je i analizirati da li oni sektori koji koriste najviše energije imaju upravo i najveće procentualno učešće u ISO 50001 sertifikaciji. Jasno je da sama sertifikacija nije uslov primene zahteva standarda, ali je u ovom istraživanju korišćena sertifikacija ISO 50001 kao jedini raspoloživ indikator ispunjenosti zahteva za sistem menadžmenta energijom. Za ovu analizu su upotrebljeni podaci o broju sertifikata samo u Evropi.

U skladu sa navedenim, za analizu su korišćeni i podaci o korišćenju energije u Evropi (EU-28, za 2016. godinu) iz Energetskog bilansa koji je objavio Eurostat 2018. godine [102]. Rezultati bi bili verovatno drugačiji za svaku pojedinačnu državu Evrope, zbog različitosti u demografskim i ekonomskim karakteristikama.

Poređenje broja ISO 50001 sertifikata i količine korišćene energije tokom 2018. godine je prikazano na slici 3.4. Iz prikazane analize se može videti da se broj sertifikata ISO 50001 i nivo korišćenja energije u sektorima prerađivačke industrije u Evropi ne podudaraju u potpunosti, tj. da je u nekim sektorima sa većim korišćenjem energije manje zastupljena sertifikacija i obrnuto. Međutim, može se uočiti da velike procentualne udele korišćenja energije, u određenoj meri prati i visok procentualni udeo u sertifikaciji sistema menadžmenta energijom.



Slika 3.4 - Odnos udela broja ISO 50001 sertifikata i korišćenja energije u industrijskom sektoru u Evropi u 2018. godini [102]

4. TOK MATERIJALA I ENERGIJE U INDUSTRIJSKIM ORGANIZACIJAMA

4.1. Tok materijala

Kako bi se ostvario proizvodni proces, potrebno je ulazne veličine u procesima rada proizvodnih sistema, uz pomoć različitih postupaka promene stanja, pretvoriti u izlazne veličine, sa prethodno definisanim količinama, kvalitetom i vrednostima.

Posredstvom radnika, korišćenjem projektovanih tehnologija - parametara procesa, pretvaranje se obavlja delovanjem sredstava za proizvodnju (mašina, alata i pribora) uz korišćenje energije, na predmete rada - materijale, pomoću određenih postupaka promene stanja – informacija. To znači da je u realizaciji proizvodnog procesa potrebno u optimalni prostorni i vremenski odnos postaviti tri osnovna elementa proizvodnog sistema: predmet rada, sredstvo za proizvodnju i radnika. Uz to, potrebno je ostvariti proizvodne tokove koji deluju u proizvodnom sistemu, a ujedno i povezuju sistem sa okolinom. Tako se u proizvodnim procesima, uz tok ljudi, uspostavljaju još tri toka koja čine nerazdvojivu celinu:

- Tok materijala;
- Tok informacija i
- Tok energije.

Tok materijala definiše se na različite načine. Prema VDI 3300 [103] tok materijala predstavlja lanac svih zbivanja pri dobijanju, obradi i preradi, kao i pri raspodeli materijala unutar određenog područja. Tok materijala obuhvata sva dešavanja s materijalom kroz proizvodni sistem u ciklusu proizvodnje, kao i: obradu, rukovanje materijalom, transport, kontrolu, čekanje i skladištenje. Ovu definiciju u istom ili nešto izmenjenom obliku prihvataju i neki drugi autori [104-107].

Rockstroh [108] je definisao tok materijala kao organizacijsko, vremensko i prostorno povezivanje operacija: izrade, kontrole, skladištenja i transporta, a obuhvata kretanje svih materijala: sirovina, poluproizvoda, gotove robe, proizvoda, alata, sprava, rezervnih delova i otpadnog materijala unutar jednog odeljenja, celog proizvodnog sistema ili industrijskog kompleksa. Značajna obeležja toka materijala prema [109,110] su:

- Vrsta i količina materijala;
- Smer kretanja;
- Brzina kretanja;
- Dužina transportnih puteva i
- Učestalost kretanja.

Pod sistemom toka materijala podrazumeva se kretanje materijala unutar granica proizvodnog sistema kao i njegovo prostorno, vremensko i organizacijsko povezivanje. Sistem toka materijala sastoji se od dva podsistema: skladištenja i transporta.

Zadatak skladištenja je dinamičko uravnoteženje toka materijala količinski i prostorno u svim fazama proizvodnog procesa, dok je zadatak transporta realizacija toka materijala.

Tok materijala ima sledeća svojstva:

- Predstavlja kvalitativnu i kvantitativnu veličinu za projektovanje proizvodnog procesa;
- Troškovi toka materijala imaju značajan udeo u ukupnim troškovima proizvodnje;
- Predstavlja težište mera racionalizacije u proizvodnim sistemima;
- Predstavlja osnovu za mehanizaciju i automatizaciju transporta i skladištenja, odnosno sistema za rukovanje materijalom.

Egzaktne troškove toka materijala uglavnom je teško orediti, jer su uključeni u ukupne troškove proizvodnje. Troškovi toka materijala u proizvodnji i skladištu kreću se od 10 do 40% ukupnih troškova proizvodnje [111].

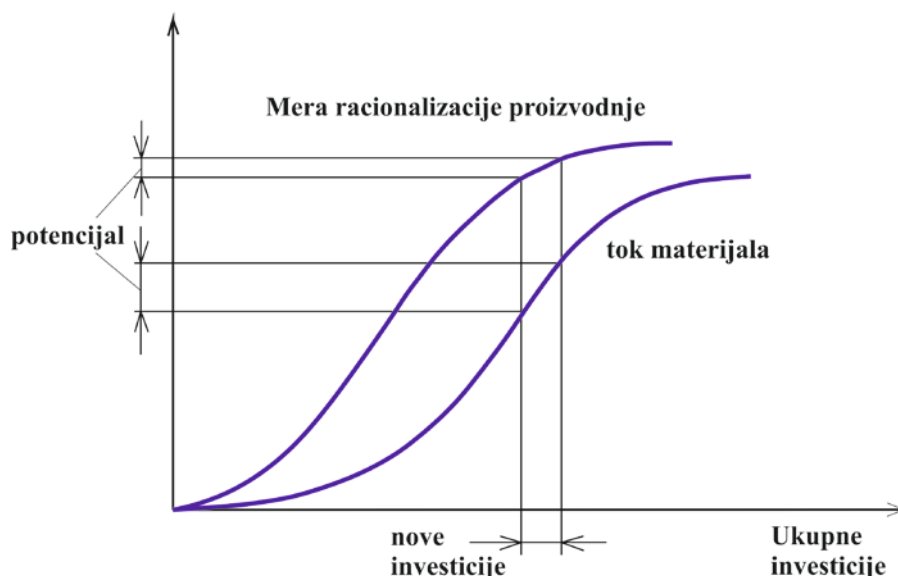
U cilju opstanka preduzeća na svetskom tržištu rastu zahtevi za racionalizacijom proizvodnje. Racionalizacija proizvodnje postiže se: skraćivanjem ciklusa proizvodnje (povećanjem proizvodnosti), smanjivanjem troškova proizvodnje, kao i povećanjem iskorišćenja kapaciteta, resursa i prostora.

Jedna od mogućnosti za smanjenje troškova proizvodnje je i optimizacija toka materijala. Optimizacija toka materijala, od posebnog je značaja u ostvarivanju potrebnog nivoa efikasnosti proizvodnog procesa. U području tokova materijala postoji značajna mogućnost racionalizacije proizvodnje. Vreme protoka materijala u metaloprerađivačkoj industriji najviše zavisi od vremena potrebnog za transport i rukovanje materijalom, vremena čekanja uslovljenog sistemom opsluživanja proizvodnje (međufazna i međuoperacijska skladišta) i vremena zastoja uslovljenog nivoom organizacije proizvodnog procesa.

Potreba za optimizacijom tokova materijala javlja se kako kod projektovanja novih, tako i u postupku racionalizacije postojećih proizvodnih sistema i procesa (promena u kapacitetu proizvodnje, promena u rasporedu sredstava za proizvodnju, uvođenja novih sredstava za proizvodnju, itd.). Kako bi se osigurali potrebni resursi za proizvodni proces u svim fazama proizvodnje, savremeni pristup projektovanja tokova materijala direktno je povezan s industrijskom logistikom. Takav logistički pristup svojstven je kako automatizovanoj, tako i klasičnoj proizvodnji.

Zbog navedenih razloga vrše se analize transporta i skladišta s ciljem njihovog racionalnog korišćenja. Uvođenjem novih tehnologija i ulaganjem u nova sredstva za rukovanje materijalom, postavljaju se osnove za projektovanje optimalnog toka materijala i korišćenja raspoloživog potencijala za racionalizaciju. Činjenica je da se u proizvodnim sistemima najviše investira u mašine i opremu, dok se zanemaruje racionalizacija procesa transporta i skladištenja.

Analiza koju je izvršio Jonson [112], pokazuje da se kod novih investicija u postojeći proizvodni sistem veća iskorišćenost postiže optimizacijom tokova materijala, nego ulaganjem u ostale elemente proizvodnog sistema, jer tok materijala poseduje veći potencijal za racionalizaciju (slika 4.1). Nove investicije u ostala područja proizvodnog sistema (npr. nabavka nove opreme) dovode do manje optimalnih rešenja, tj. moraju se uložiti velika sredstva za iskorišćenje relativno malog potencijala.



Slika 4.1 - Poređenje investicija u području toka materijala s investicijama u području proizvodnje [112]

Na tok materijala utiču sledeći činioci:

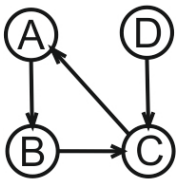
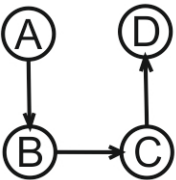
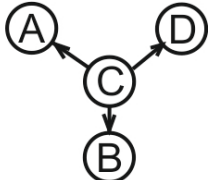
- Mikrolokacija: zemljište (oblik i svojstva), transportni putevi (autoputevi, more, reke, železnice), tržište (udaljenost od sirovina i potrošača), radna snaga, voda, energija;
- Zgrade: oblik (geometrija, broj spratova), veličina jediničnog polja, nosivost;
- Skladište: centralizovano ili decentralizovano skladište, način i sistem skladištenja;
- Tip proizvodnje: pojedinačni, serijski, masovni;
- Tehnološki postupci: tipovi sredstava za proizvodnju;
- Tip proizvodne strukture;
- Karakteristike transporta: način transporta, zapremina, količine, intenzitet transporta;
- Transportni put: po podu ili šinama, vodoravni ili drugi oblici transporta;
- Transportna sredstva: prekidni ili neprekidni transport;
- Organizacija transporta: centralizovani ili decentralizovani;
- Struktura zaposlenih: kvalifikovani radnici, pomoćni radnici;
- Mere zaštite: HTZ oprema, buka i sigurnost.

Mogu se razlikovati sledeći sistemi toka materijala (tabela 4.1) [113]:

- Direktni sistem,
- Kanalni sistem,
- Središnji sistem.

Karakteristika direktnog sistema je transport predmeta rada na kratkom putu od polaznog do odredišnog mesta transporta. Direktni sistem je ekonomičan u slučaju velikog intenziteta transporta na relativno maloj udaljenosti. Kod kanalnog sistema predmeti rada se transportuju po unapred određenom putu (npr. transportna traka) u jednom smeru od polazne do odredišne tačke. Ovaj sistem je ekonomičan uslučaju malog intenziteta transporta, na malim ili srednjim udaljenostima.

Tabela 4.1 - Sistemi toka materijala [113]

Naziv	Sistemi toka materijala		
	Direktni		Posredni
	Direktni	Kanalni	Središnji
Simbol			
Intenzitet	Visok	Mali	Mali
Udaljenost	Mala	Velika	Velika
Primer	Grupe po vrsti obrade	Transportna petlja	Središnje skladište

Rešenje problema toka materijala prema VDI 3330[103] realizuje se u četiri koraka:

- Korak 1** - Transport između fabrike i njenih izvora sirovina, odnosno transport između fabrike i tržišta. Rešenje: makro/mikro lokacija;
- Korak 2** - Transport između pojedinih odeljenja fabrike (npr. između proizvodnih hala). Rešenje: raspored odeljenja (blok šema);
- Korak 3** - Transport unutar jednog odeljenja između sredstava za proizvodnju. Rešenje: raspored sredstava za proizvodnju;
- Korak 4** - Transport materijala na radnom mestu. Rešenje: automatizacija toka materijala na radnom mestu.

Tok materijala može se izraziti količinom materijala koja prolazi kroz proizvodni sistem u jedinici vremena, a kvantifikuje se intenzitetom transporta. Intenzitet transporta označava količinu materijala koji se transportuje u jedinici vremena na jediničnu udaljenost. Za definisanje količine materijala pretežno se koristi transportna jedinica, a za jedinicu vremena godina. Za definisanje količine materijala koristi se još: broj komada, masa ili zapremina.

Prednost usvajanja transportne jedinice za definisanje količine materijala karakteristika je proizvodnih procesa u metaloprerađivačkoj industriji, koja predstavlja komadnu proizvodnju različitih vrsta proizvoda. Broj komada koji se transportuju u jednoj transportnoj jedinici određuje se na temelju organizacije toka tehnološkog procesa, broja predmeta rada u seriji, kao i mera i masa predmeta rada.

Tok i intenzitet transporta između radnih mesta (npr. sredstava za proizvodnju ili odeljenja) proizvodnog sistema definisan je proizvodnim programom (po asortimanu i količini), te tehnološkim postupcima.

Kod proizvodnih sistema s većim brojem različitih proizvoda (središnji i desni deo u $p-q$ dijagramu), najčešći način prikazivanja toka materijala je numerički, pomoću matrice transportnih intenziteta - B. Matrica transportnih intenziteta naziva se još i matrica toka materijala ili matrica OD-DO.

$$B = \begin{bmatrix} k/j & 1 & 2 & 3 & \dots & n \\ 1 & 0 & b_{12} & b_{13} & \dots & b_{1n} \\ 2 & b_{21} & 0 & b_{23} & \dots & b_{2n} \\ 3 & b_{31} & b_{32} & 0 & \dots & b_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ n & b_{n1} & b_{n2} & \dots & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

Elementi matrice b_{kj} predstavljaju količinu materijala (npr. broj transportnih jedinica) koja se mora transportovati u određenoj vremenskoj jedinici između k -tog i j -tog radnog mesta. Svaki element matrice može biti polazna i odredišna tačka transporta, pa matrica B ima kvadratnu formu.

Unutar radnog mesta zanemaruje se transport, tako da su dijagonalni elementi matrice $b_{kk} = 0, (k = 1, 2, \dots, n)$.

Matrica B je orijentisana matrica transportnih intenziteta, jer osim količina definiše i smer transporta između radnih mesta. Ona predstavlja programsko-tehnološku karakteristiku određenog proizvodnog sistema.

4.2. Osnove dizajna tokova materijala

Osnove dizajna toka materijala u proizvodnom sistemu zasnivaju se na $p-q$ dijagramu (slika 4.2), tj. dijagramu koji prikazuje odnos strukture i količine proizvoda u proizvodnom procesu.

Dizajn tokova materijala u proizvodnim sistemima u najvećoj meri uslovljen je:

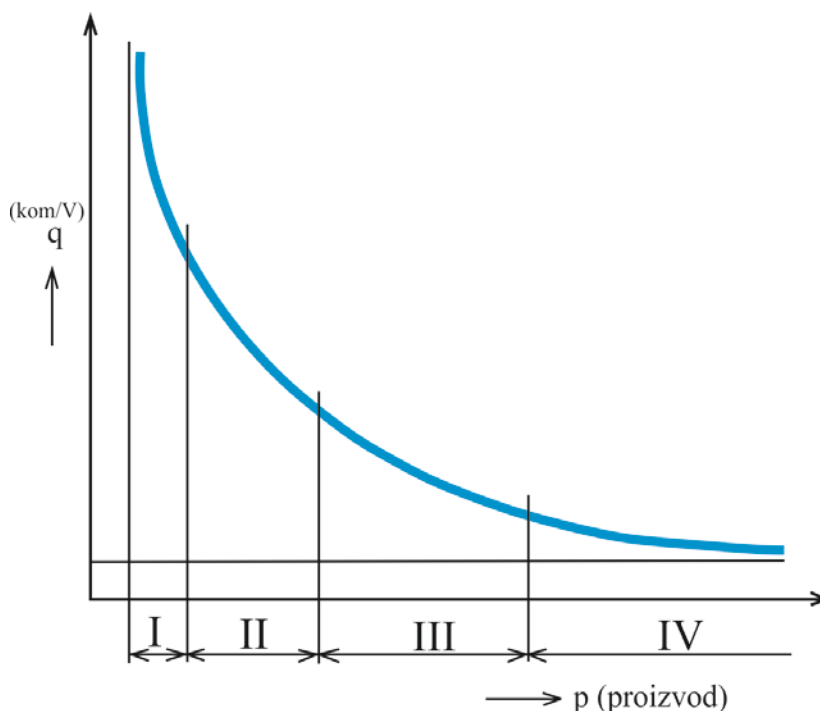
- Odnosom vrste i količine proizvoda u proizvodnom programu ($p-q$ dijagram) što predstavlja osnovu za definisanje vrste toka materijala u sistemu;
- Stepenom tehnološke složenosti proizvoda, tj. vrstom i redosledom tehnoloških operacija;
- Vrstom i rasporedom sredstava za proizvodnju u proizvodnom sistemu, odnosno kapacitetom proizvodnog sistema.

U načelu postoje dva osnovna modela toka materijala:

- Prekidni tok materijala;
- Neprekidni tok materijala.

Prekidni tok materijala odnosi se na pojedinačnu i maloserijsku proizvodnju. Oblikovanje prekidnih tokova zasnovano je na procesnom načelu. Procesno načelo opisano je vrstom obrade, visokim iznosima pripremno-završnih vremena, slobodnim ritmom, većim međuoperacijskim vremenima, visokim stepenom stručnosti radnika, sredstvima za proizvodnju (tehnološkim sistemima) opšte i univerzalne namene, kao i povećanim stepenom prilagodljivosti.

Neprekidni tok materijala odnosi se na velikoserijsku i masovnu proizvodnju (tj. na usku strukturu programa i veće količine proizvoda). Neprekidni tok materijala zasnovan je na predmetnom načelu. Predmetno načelo uslovljava posebnu postavku prostornih i proizvodnih struktura i u određenim granicama prisilan ritam toka, definisana međuoperacijska vremena, povećan stepen podele rada, proizvodni i namenski karakter sredstava za proizvodnju (tehnoloških sistema) i relativno zanemarljivu veličinu pripremno-završnih vremena, zbog čega je u određenoj meri smanjena prilagodljivost takvih sistema.



Slika 4.2 - Osnovna područja p - q dijagrama

Postoje dva osnovna oblika prekidnih tokova materijala.

Prvi oblik prekidnih tokova materijala odgovara području IV u p - q dijagramu. Odnosi se na pojedinačnu proizvodnju široke strukture proizvoda u programu u jediničnim ili vrlo malim količinama, primenom: ručnih postupaka (zanatski radovi), mehanizovanih postupaka (montaža velikih objekata) i automatizovanih postupaka (CNC mašine, robotizovani sistemi i sl.).

Ovaj tok svojstven je za proizvodne sisteme u brodogradnji, teškoj mašinogradnji, građevinarstvu, zanatstvu i kućnoj radinosti. Realizuje se prostornim strukturama u kojima sredstva rada imaju fiksnu poziciju. Postavljen je tako da predmet rada ima određenu poziciju na radnom mestu, dok se delovi, alati, pribori i radnici kreću u skladu s tehnološkim postupcima. Predmet rada ostaje na jednom mestu do završetka procesa izrade, nakon čega se transportuje s radnog mesta ostavljajući prostor za sledeći proizvod. Ukupno potrebno vreme potrebno za izradu planiranih proizvoda manje je ili jednako efektivnom kapacitetu radnog mesta.

Drugi oblik prekidnih tokova zasnovan je na objedinjavanju svih operacija, odnosno tehnoloških sistema iste vrste u istu radnu jedinicu - radionicu.

Ovaj pristup primenjuje se zaproizvodne programe šire strukture relativno malih količina proizvoda (maloserijska proizvodnja), tj. odnosi se na područje III u $p-q$ dijagramu. Tipični predstavnici ovog područja su proizvodni procesi u metaloprerađivačkoj industriji kod kojih su prostorne i proizvodne strukture izvedene na procesnom načelu s rasporedom radnih mesta u grupe po vrsti izrade. Pri tome su delovi proizvodnih struktura različite vrste (grupe po vrsti izrade) odvojene međuskladišnim prostorom u kojem se serije predmeta rada nalaze u redu čekanja za naredne faze prema projektovanom tehnološkom procesu.

Prednost ovakvog načina oblikovanja tokova je u visokom stepenu prilagodljivosti, olakšanoj kontroli tehnoloških procesa i olakšanom vrednovanju rada.

Nedostatak leži u složenosti upravljanja proizvodnim sistemom, usporenom protoku, velikim nivoom nedovršene proizvodnje i visokim troškovima rukovanja materijalom.

Ovaj oblik prekidnih tokova realizuje se primenom tehnoloških sistema univerzalnih karakteristika visokog nivoa prilagodljivosti i relativno nižeg stepena efektivnosti sistema. Efektivnost sistema predstavlja verovatnoću da će sistem uspešno započeti rad i obavljati zadatak funkciju u zadatom vremenu i određenim uslovima okoline.

Kao i kod prekidnih tokova materijala, kod neprekidnih tokova postoje dva osnovna oblika, ali su oni zasnovani na predmetnom načelu.

Prvi oblik neprekidnih tokova materijala odnosi se na područje II u $p-q$ dijagrama. To je višepredmetni tok s prostornim strukturama izvedenim na predmetnom načelu. Postavljen je prema načelu formiranja grupa sličnih predmeta rada, pri čemu raspored radnih mesta sledi redosled definisan tehnološkim postupkom.

Zbog različitog stepena složenosti predmeta rada, odnosno različitih vremena trajanja operacija izrade na određenim radnim mestima, pojavljuju se međuskladišta za smeštaj predmeta rada u redovima čekanja. Proizvodni program je uže strukture i većih količina proizvoda u odnosu na područje III, tj. radi se uglavnom ovelikoserijskoj proizvodnji.

Ovi tokovi materijala realizuju se primenom tehnoloških i prostornih struktura proizvodnih i namenskih karakteristika, veće efikasnosti i manje prilagodljivosti u odnosu na tehnološke sisteme iz područja III. Raspored radnih mesta izvodi se prema redosledu operacija, pri čemu su neke operacije, zbog nedovoljne sinhronizovanosti vremena trajanja i slobodnog ritma, podeljene međuskladišnim prostorom.

Prednost ovih tokova materijala su povećana efikasnost, manji opseg nedovršene proizvodnje, bolje iskorišćenje kapaciteta i olakšano upravljanje, a nedostaci su povećana neprilagodljivost, otežana kontrola tehnoloških procesa i postupaka vrednovanja rada.

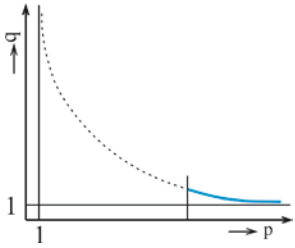
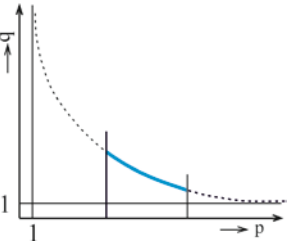
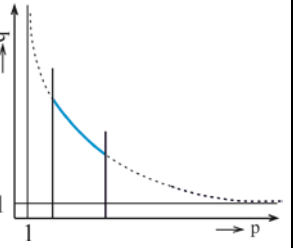
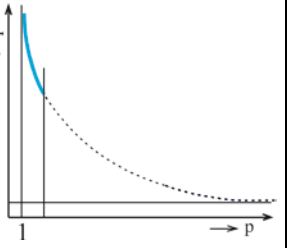
Drugi oblik neprekidnih tokova materijala je jednopredmetni tok. To je zapravo poseban slučaj višepredmetnog toka s visokim stepenom uravnoteženosti vremena trajanja operacija, minimalnim nivoom nedovršene proizvodnje, visokim stepenom iskorišćenja tehnoloških sistema, jednostavnim upravljanjem i niskim stepenom prilagodljivosti. Odnosi se na područje I u $p-q$ dijagramu, a realizuje se tehnološkim i prostornim strukturama namenskih karakteristika (jednopredmetne linije) povećanog stepena automatizacije.

Ovi procesi predmetne vrste su tipični procesi linijskog tipa definisanog ritma, izvedeni na predmetnom načelu, s rasporedom radnih mesta po redosledu operacija, pri čemu su vremena trajanja operacija uglavnom približno ujednačena.

U uslovima jednopredmetnog toka, odvijanje procesa proizvodnje obavlja se pojedinično, predmet rada za predmetom rada, i tako stalno tokom dugog vremenskog perioda. Za slučaj da količina predmeta rada $q_j \rightarrow \infty$, dobije se tipični slučaj linijskog toka svojstven za industrijske proizvode nedefinisanog, amorfno oblika.

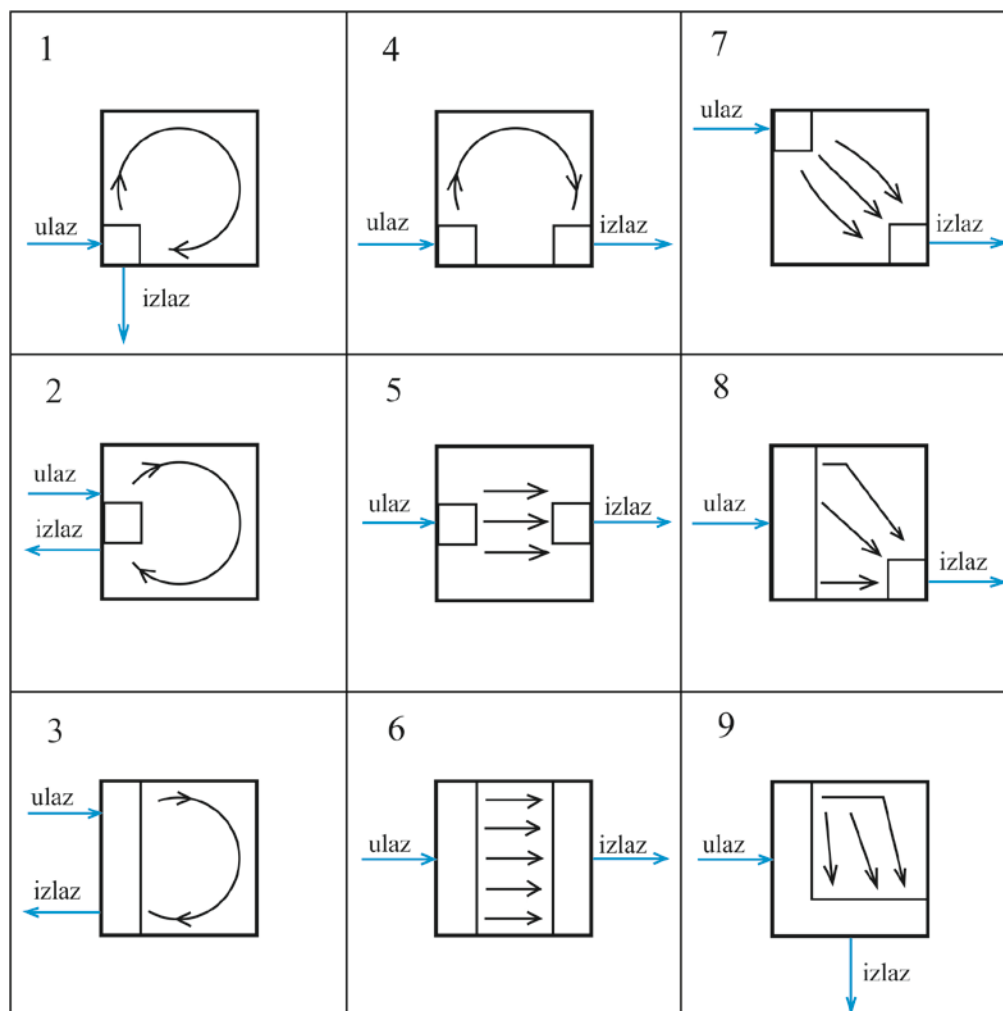
Osnovne karakteristike opisanih oblika tokova materijala prikazane su u tabeli 4.2.

Tabela 4.2 - Karakteristike osnovnih tokova materijala u proizvodnom sistemu [113]

Karakteristike osnovnih tokova materijala			
Prekidni tokovi materijala		Neprekidni tokovi materijala	
Osnovni grupni tok	Grupni tok procesnog tipa	Grupni tok višepredmetnog tipa	Jednopedmetni tok
Veliki broj predmeta rada u jediničnim količinama	Tehnološki sistemi postavljeni po vrsti izrade	Tehnološki sistemi postavljeni po redosledu operacija	Tehnološki sistemi postavljeni po redosledu operacija
			
Vrlo veliki asortiman proizvoda u jediničnim ili vrlo malim količinama	Veći asortiman i manje količine proizvoda	Uži asortiman i veće količine proizvoda	Vrlo uzak asortiman i velike količine proizvoda
Jedinična nedovršena proizvodnja	Visok nivo nedovršene proizvodnje	Manja nedovršena proizvodnja	Minimalna nedovršena proizvodnja
Maksimalni stepen prilagodljivosti	Visok stepen prilagodljivosti	Niži stepen prilagodljivosti	Neprikladljiva struktura
Postupak upravljanja u funkciji stepena složenosti proizvoda	Složena organizacija sistema i složen postupak upravljanja	Jednostavna organizacija i olakšan postupak upravljanja	Jednostavna organizacija i postupak upravljanja
Vrlo dugačka vremena trajanja ciklusa proizvodnje, a zavise od stepena složenosti	Dugačka vremena trajanja ciklusa proizvodnje	Kraća vremena trajanja ciklusa proizvodnje	Vrlo kratka vremena trajanja ciklusa proizvodnje
Uređaji, mašine, alati i pribori opšte namene	Univerzalni tehnološki sistemi, obradni centri	Prilagodljive proizvodne linije i sistemi	Namenski tehnološki sistemi – transfer linije
Vrlo visoka obučenost radnika	Visoka obučenost radnika	Relativno niska obučenost radnika	Niska obučenost radnika
Vrlo nizak koeficijent obrtanja novca	Nizak koeficijent obrtanja novca	Relativno visok koeficijent obrtanja novca	Vrlo visok koeficijent obrtanja novca
Lako održavanje	Olakšano održavanje	Održavanje izvan radnog vremena	Održavanje izvan radnog vremena
Pojedinačni prilaz u vrednovanju rada u funkciji stepena stručnosti		Grupni prilaz u vrednovanju rada u funkciji učinaka grupe	

4.3. Osnovni oblici tokova materijala

Oblici tokova materijala u funkciji prostornih ograničenja koji se pojavljuju u realnim sistemima u pogledu rasporeda objekta (osnovnih mera i raspoložive površine), položaja "ulaza - izlaza" u sistem i drugih uticaja, mogu biti vrlo različiti. Karakteristični oblici tokova materijala u funkciji položaja "ulaz - izlaz", prikazani su na slici 4.3.



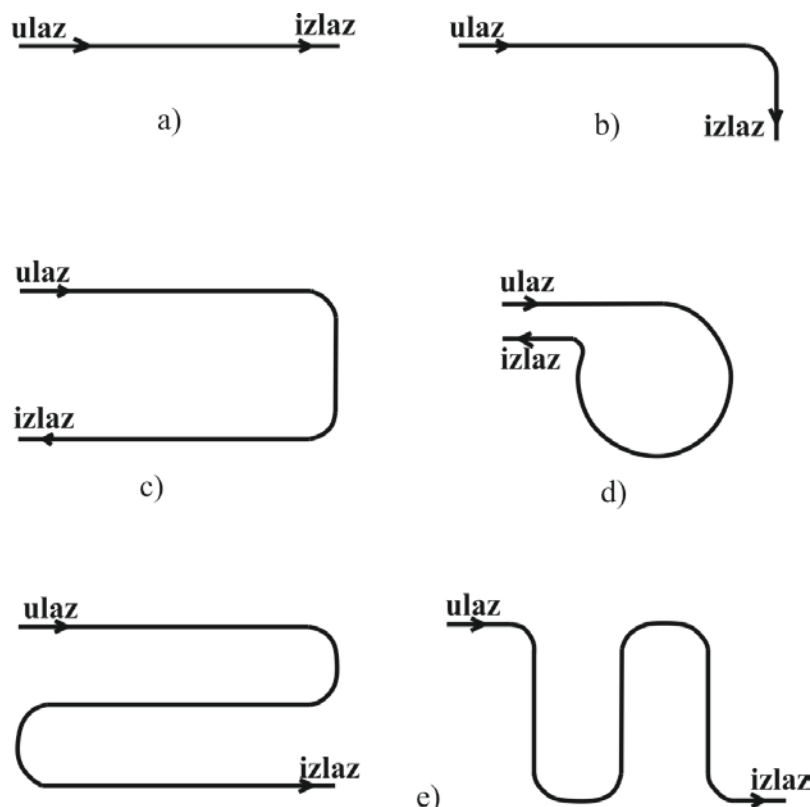
Slika 4.3 - Oblici tokova materijala u funkciji položaja "ulaz - izlaz"

U funkciji stepena tehnološke složenosti proizvoda, tj. u zavisnosti od zaheva tehnološkog procesa s jedne strane i prostornih ograničenja s druge strane, postoje oblici tokova materijala u horizontalnoj i vertikalnoj ravni. Definisane ove oblike ima veliki uticaj na oblik i veličinu objekta (prizemna ili višespratna zgrada).

Pri projektovanju i izvođenju proizvodnih sistema osnovni oblici tokova materijala u horizontalnoj ravni su:

- *Pravolinijski oblik toka* (slika 4.4a) - primenjuje se kod proizvodnog programa nižeg stepena tehnološke složenosti i uže strukture proizvoda u programu.
- *L-oblik toka* (slika 4.4b) - primenjuje se u slučaju kada zbog ograničenja nije moguće u potpunosti primeniti pravolinijski oblik toka.
- *U-oblik toka* (slika 4.4c) - predstavlja najčešći oblik toka jer poseduje visok stepen prilagodljivosti.
- *Kružni oblik toka* (slika 4.4d) - primenjuje se u slučaju potrebe da ulaz i izlaz budu na istoj lokaciji. Ovaj oblik je pogodan u pogledu upravljanja ulazom materijala i izlazom proizvoda, utovara i istovara, kao i kontrole tokova na ulazu i izlazu.

- *S-oblik toka* (slika 4.4e) - primenjuje se za proizvodne programe većeg stepena tehnološke složenosti predmeta rada kod prekidnih i neprekidnih tokova materijala.



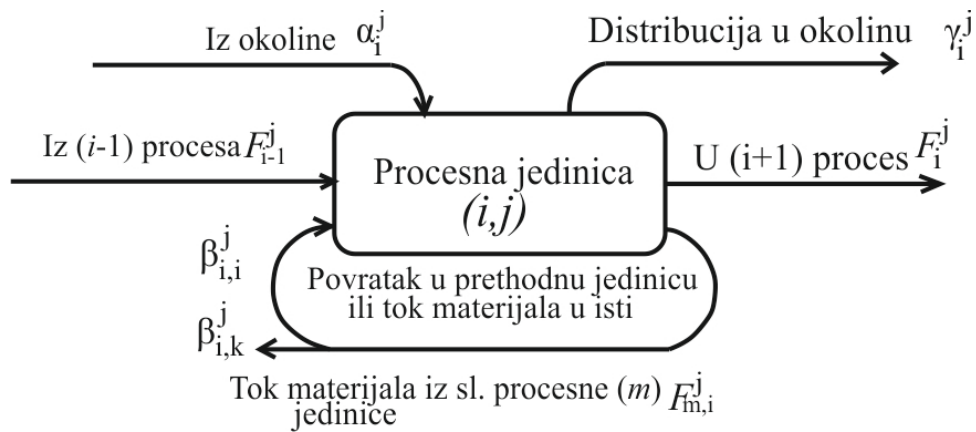
Slika 4.4 - Osnovni oblici tokova materijala u sistemu

4.4. Analiza tokova materijala i energije u organizaciji

Detaljna analiza tokova materijala, energije i njihovog međusobnog uticaja doprinosi projektantima industrijskih postrojenja da organizuju procese u kompanijama kako bi se uštedeli resursi i kako bi se smanjio uticaj na životnu okolinu. Poslednjih godina, sve su veća istraživanja tokova materijala i energije u različitim industrijskim organizacijama, kako proizvodnim tako i uslužnim. Jedna od najistaknutijih industrija je svakako industrija metala (odnosno prerađivačka metalna industrija) [8-9]. Proces proizvodnje metalnih legura predstavlja dinamičko funkcionisanje tokova materijala koji je pod direktnim uticajem toka energije procesnog sistema (*eng. iron-coal system*) [10-16].

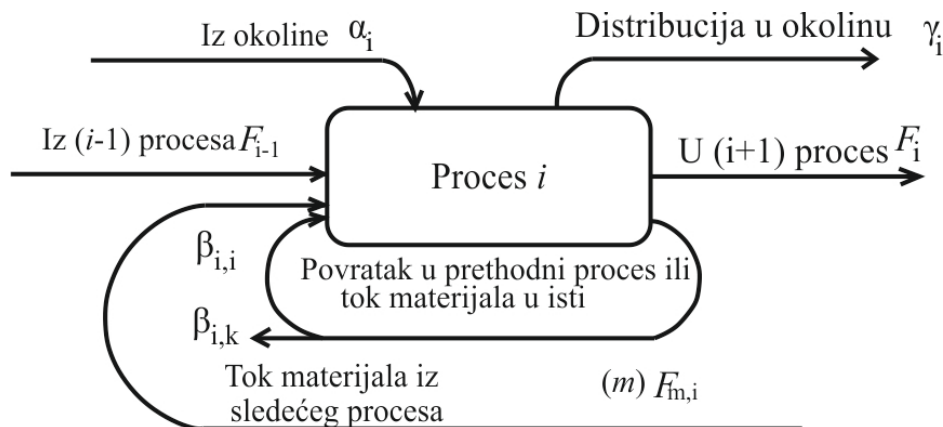
Analiza tokova materijala i energije (MEFA) postaje jedan od najvažnijih instrumenata za postizanje zahteva za očuvanjem životne sredine, kao i održivog razvoja preduzeća. Tok materijala se formira kada izvesna količina materijala prolazi duž definisane putanje životnog ciklusa proizvodnog preduzeća. Zavisí od stepena složenosti preduzeća, brojnosti uključenih procesa, kao i količinom predmeta rada u svakom procesu. Za složeni proizvodni sistem, može se reći da su jedinica protoka, smer protoka i struktura protoka materijala različiti. Svi zajedno utvrđuju strukturu, brzinu protoka, pravac protoka i indekse protoka celog toka materijala analiziranog preduzeća. Kako bi se analizirao tok materijala celog sistema, potrebno je uspostaviti model toka materijala jedne jedinice.

Generalno, model toka materijala jedinice može se predstaviti na slici 4.5, ali treba imati u vidu da je za svaki proces (procesnu jedinicu) on drugačiji i specifičan na svoj način [114]. Takođe, brzina protoka materijala kroz procesnu jedinicu se menja u toku vremena. Trebalo bi zatim usvojiti prosečne vrednosti toka materijala za analizirani vremenski period (na godišnjem, mesečnom ili dnevnom nivou).

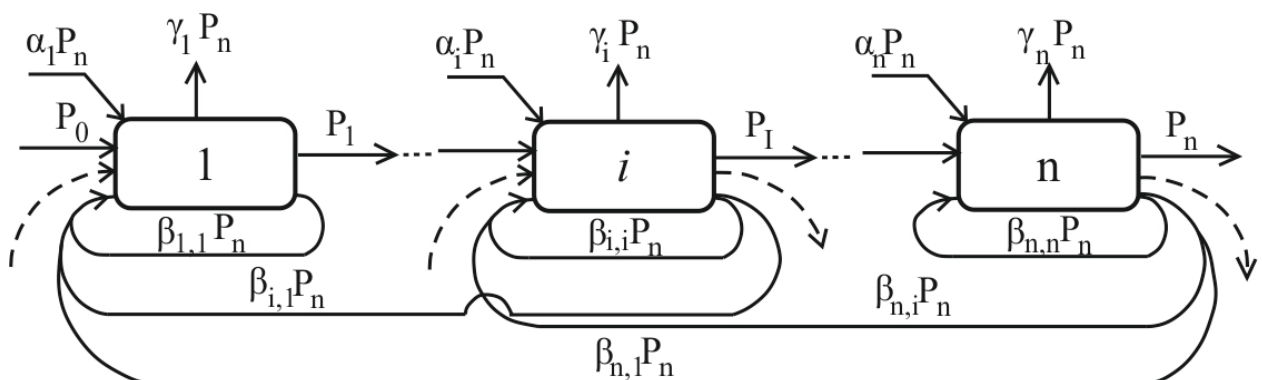


Slika 4.5 - Model toka materijala procesne jedinice [114]

Slično modelu toka materijala procesne jedinice, može se uvesti i model toka materijala procesa koji je prikazan na slici 4.6. Proces i se sastoji od k_i procesnih jedinica. Zatim, tok materijala procesa i predstavlja sumu toka svih k_i jedinica. Tok materijala procesa uključuje: Tok materijala predašnjeg procesa (F_{i-1}); Tok materijala iz okoline (α_i); Tok materijala koji ide u okolinu (γ_i); Tok materijala koji se stvara u toku procesa i i tok materijala koji ide ka sledećem procesu (F_i).

Slika 4.6 - Model toka materijala procesa i [114]

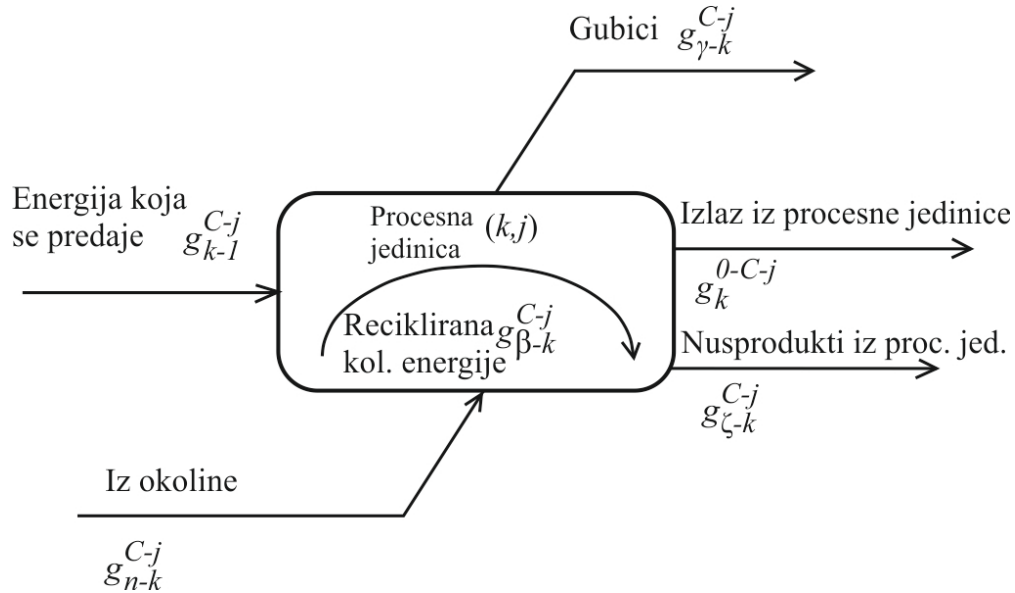
U zavisnosti od toga koliko procesa je u preduzeću (organizaciji) i na osnovu toka materijala u samom procesu, može se smatrati da je svako preduzeće sastavljeno od n procesa. Na sličan način prikazan je tok materijala procesne organizacije na slici 4.7.



Slika 4.7 - Tok materijala jedne procesne organizacije [114]

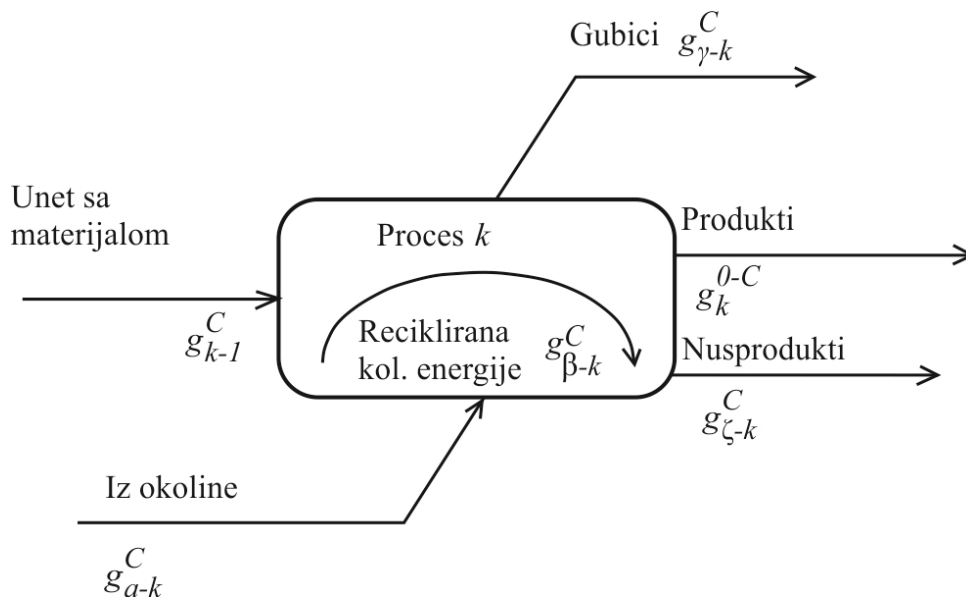
Kako bi se povećala efikasnost iskorišćenja svih raspoloživih resursa jedne organizacije, sav otpadni materijal iz svakog procesa bi trebalo smanjiti ili ukoliko postoji mogućnost ponovo iskoristiti.

Što se tiče toka energije, može se predstaviti sličan model. Tok energije se formira povezivanjem svih mesta pretvaranja, korišćenja i stvaranja energije u procesu. Slično kao tok materijala, može se predstaviti model toka energije procesne jedinice, na osnovu koga se razvija model toka energije procesa i procesne organizacije. Na slici 4.8 predstavljeni su različiti tokovi energije, koji se pojavljuju na j procesnoj jedinici k -tog procesa pretvaranja energije, opisanog kao jedinica $k-j$. Količina enerije u toku predstavlja prosečnu vrednost statističkog vremenskog perioda (u toku jedne godine, meseca ili na dnevnom nivou).



Slika 4.8 - Model toka energije procesne jedinice [114]

Ukoliko se posmatra tok energije u proizvodnom procesu, može se predložiti model prikazan na slici 4.9. Proces k se sastoji od m_k jedinica. Potom, tok energije procesa k predstavlja sumu tokova energije svih m_k jedinica. Tok energije uključuje: tok energije unete sa materijalom u proces; tok energije proizvoda nakon konverzije; tok energije koji dolazi iz okoline (usled različitih procesa); tok energije svih gubitaka u toku procesa; tok energije koji nastaje usled različitih procesa i tok energije nusprodukata.



Slika 4.9 - Model toka energije procesa [114]

5. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA - PRIMENA SISTEMA MENADŽMENTOM ENERGIJOM

5.1 Metodologija istraživanja

Istraživanje je izvršeno metodom upitnika u privrednim i uslužnim organizacijama u Srbiji. Ukupno 74 organizacije je učestvovalo u istraživanju. Uzorak obuhvata različite teritorije Republike Srbije, kako bi se istraživanjem obuhvatili razvijeni i manje razvijeni regioni, kao i organizacije različitih veličina, kao i nivoa uređenosti. Različiti industrijski sektori u zavisnosti od njihovih karakteristika imaju i različite pristupe menadžmentu energijom. Uzorak čine proizvodne i uslužne organizacije, tržišno orjentisane i koje posluju na teritoriji Srbije. Okvir uzorka su organizacije koje su u vlasništvu inostranih kompanija, gde je značajan broj iz automobilske delatnosti. Razlog za to je da su ove kompanije orjentisane na stalno poboljšanje poslovnih procesa.

Za odabranu privrednu delatnost (finansijski sektor, drvna industrija, energetika, građevinska industrija, hemija, guma i nemetali, IT sektor, komunalna delatnost, obrada metala, elektro industrija, rudnici metala i metalurgija, poljoprivreda, saobraćaj, tekstil i koža, trgovina, turizam i ugostiteljstvo, farmaceutska i medicinska privreda) napravljena je baza organizacija koje posluju u ovim sektorima u Srbiji.

Za kreiranje baze korišćen je alat za pretragu organizacija koje su registrovane u Agenciji za privredne registre Republike Srbije. Kako bi organizacije bile unete u bazu kao potencijalni učesnici u istraživanju, korišćeni su sledeći kriterijumi:

- Organizacija je registrovana u Agenciji za privredne registre kao privredno društvo ili preduzetnik;
- Organizacija je aktivna (nije u stečaju ili restrukturiranju);
- Organizacije mogu biti domaća preduzeća locirana u zemlji, domaća preduzeća sa predstavništvima u inostranstvu i strana preduzeća locirana u zemlji.

Sve organizacije u formiranoj bazi su kontaktirane elektronskim putem i telefonom. U procesu istraživanja kontaktirano je 252 organizacija. Od toga, 74 je odgovorilo na upitnik (sa odzivom od 29,36%, po privrednoj delatnosti: drvna industrija 4,05% (3 organizacije), energetika 12,16% (9 organizacija), automobilska industrija 10,81% (8 organizacija), građevinska industrija 9,46% (7 organizacija), hemija, guma i nemetali 2,7% (2 organizacije), IT sektor 6,76% (5 organizacija), industrija metala, elektro industrija, rudnici metala i metalurgija 12,16% (9 organizacija), poljoprivreda 2,7% (2 organizacije), trgovina 13,51% (10 organizacija), turizam i ugostiteljstvo 6,76% (5 organizacija), farmaceutska i medicinska privreda 18,92% (14 organizacija)).

Kako primena sistema menadžmenta energijom nije u velikoj meri prisutna u organizacijama u Srbiji, izazov u samom istraživanju je bio da se pronađe kompetentna osoba da učestvuje u istraživanju, koja je uključena ili odgovorna za poslove menadžmenta energijom.

Takođe, jedan od problema je bilo i izuzetno nisko interesovanje za učešće u istraživanju, tako da je istraživanje realizovano na raspoloživom uzorku. Kontaktirani su direktori ili vlasnici kompanija, koji su odgovarajućim zaposlenima prosledivali upitnike (menadžeri proizvodnje, menadžeri održavanja, rukovodioci energetike, rukovodioci sektora za zaštitu životne sredine, itd.). Ovaj podatak samo upućuje da za energetske menadžment nije zadužena samo jedna osoba, već da na upravljanje energijom utiču brojne poslovne funkcije, tako da je za poboljšanje energetske efikasnosti potrebno uključivanje svih zaposlenih.

5.2 Upitnik za utvrđivanje primene zahteva SRPS ISO 50001

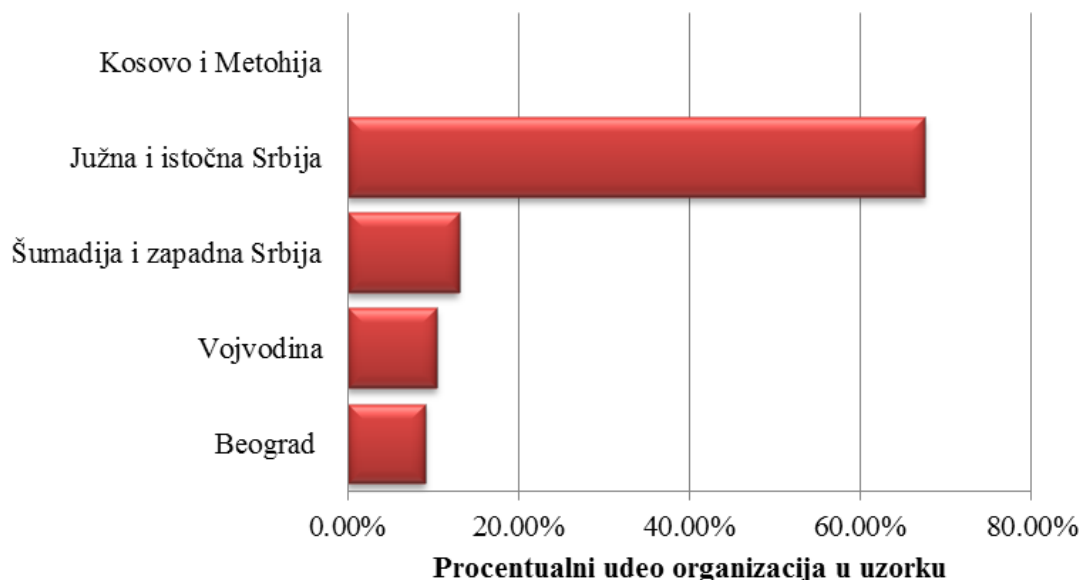
Kako bi se utvrdio nivo primene sistema menadžmenta energijom u industrijskom sektoru u Srbiji, pripremljen je upitnik, koji je strukturiran prema zahtevima međunarodnog standarda ISO 50001. Pored podataka o organizaciji koja učestvuje u istraživanju potrebnih za opis uzorka, upitnik sadrži i listu pitanja koja se odnose na zahteve standarda ISO 50001. U prilogu je dat upitnik korišćen u ovom istraživanju.

Upitnik se sastoji od tri grupe pitanja:

- Osnovne informacije o organizaciji (delatnost, teritorija na kojoj se nalazi, starost opreme koju poseduje, površina, itd.);
- Informacije o korišćenju energije u organizaciji (broj energetske izvora koji se koriste, broj najznačajnijih potrošača, godišnja potrošnja energije);
- Grupa pitanja o primeni sistema menadžmenta energijom u organizaciji, koja su grupisana u kategorije koje su izvedene iz modela menadžmenta energijom dat standardom ISO 50001. Na ova pitanja su organizacije odgovarale sa “DA”, “NE” ili “Delimično”.

Uzorak istraživanja obuhvata 74 organizacije sa različitih teritorija Republike Srbije. Teritorijalna podela regiona Srbije je usvojena u skladu sa statističkim regionima Srbije, koji su prikazani u dokumentu “Opštine i regioni u Republici Srbiji” [115]. Teritorijalna distribucija uzorka je prikazana na slici 5.1.

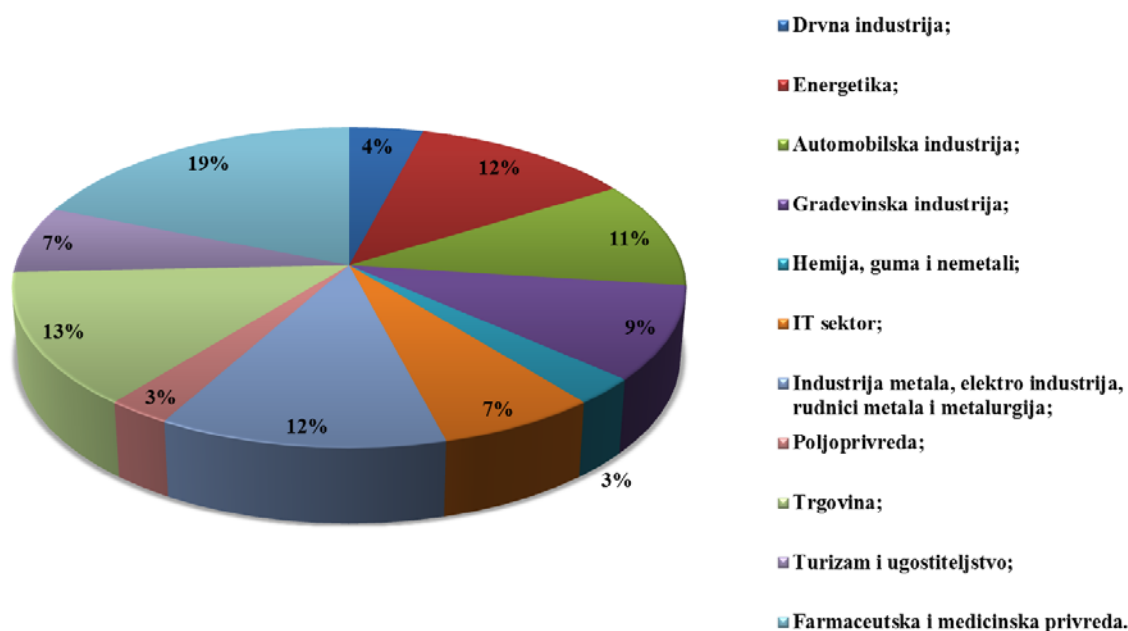
Prema rezultatima teritorijalne pripadnosti ispitanih organizacija, može se primetiti da je jedna ili više organizacija prisutna u više različitih regiona. Najveći broj organizacija iz uzorka je koncentrisano u region južne i jugoistočne Srbije, njih 52 (odnosno 67,53% ispitanih organizacija).



Slika 5.1 – Teritorijalna distribucija uzorka istraživanja

Podela po privrednim delatnostima je izvršena prema preporuci Privredne komore Srbije i predloženo je razvrstavanje u 15 privrednih grana. Struktura uzorka po privrednim delatnostima je data na slici 5.2.

Najviše ispitanih organizacija je kao osnovnu privrednu delatnost označilo: farmaceutsku i medicinsku privredu (18,92%); trgovinu (13,51%); energetiku (12,16%); industriju metala, elektro industriju, rudnike metala i metalurgiju (12,16%); automobilsku industriju (10,81%).



Slika 5.2 – Struktura uzorka po privrednim delatnostima

5.3 Karakteristike uzorka

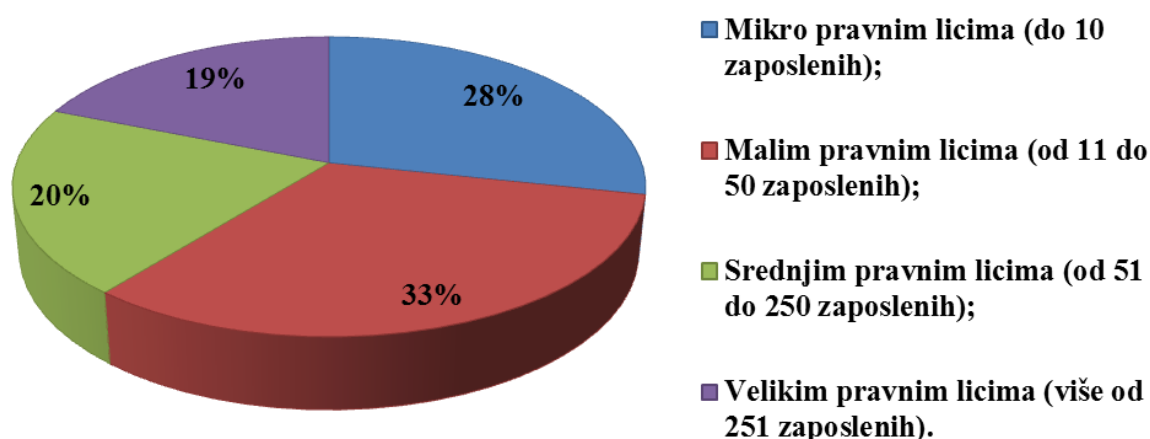
Prilikom istraživanja prikupljeni su podaci i o broju zaposlenih u organizacijama u uzorku. Klasifikacija prema broju zaposlenih, prema kriterijumima Privredne Komore Srbije [116], je data u samom upitniku i podrazumeva podelu na: mikro, mala, srednja i velika preduzeća.

Na slici 5.3 prikazana je struktura organizacija, klasifikovanih prema kriterijumu broja zaposlenih.

Način kategorizacije veličine preduzeća prema broju zaposlenih je usvojen iz publikacije Privredne Komore Srbije “Finansiranje malih u srednjih preduzeća” [116]. Publikacija takođe navodi da se klasifikacija preduzeća vrši po Zakonu o računovodstvu i reviziji (Sl. glasnik RS, broj 46/06, 111/09 i 99/2011) koji definiše kriterijume klasifikacije (broj zaposlenih, godišnji prihod i vrednost imovine). Takođe, u publikaciji se navodi i kategorizacija samo na osnovu broja zaposlenih, koja se i koristila u ovom istraživanju. Prema navedenoj kategorizaciji, organizacije u uzorku su podeljene u sledeće kategorije:

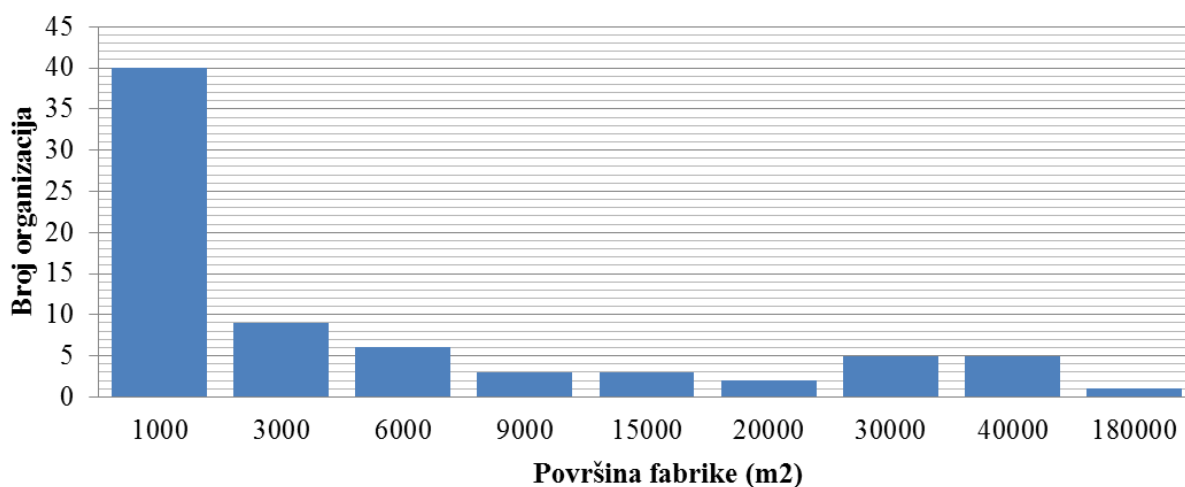
1. Mikro pravna lica (do 10 zaposlenih);
2. Mala pravna lica (od 11 do 50 zaposlenih);
3. Srednja pravna lica (od 51 do 250 zaposlenih) i
4. Velika pravna lica (više od 251 zaposlenih).

Kategorizacija organizacija koje su učestvovala u istraživanju je prikazana na slici 5.3. Može se primetiti da je u istraživanju učestvovalo najviše preduzeća koja pripadaju malim pravnim licima (od 11 do 50 zaposlenih) 32,43%, potom mikro (do 10 zaposlenih) 28,38% i srednja pravna lica (od 51 do 250 zaposlenih) 20,27% i 14 organizacija iz uzorka pripada velikim pravnim licima (više od 251 zaposlenih) tj. 18,92%.



Slika 5.3 – Struktura uzorka prema broju zaposlenih

U toku istraživanja prikupljeni su i podaci koje se odnose na površinu objekta fabrike, postrojenja, uslužnog objekta anketiranih organizacija. Površina objekata organizacija u uzorku se kreće od 45m² do 180000m². Prosečna površina objekata organizacija u uzorku je 8975.27m², dok je odstupanje od te vrednosti 23139,37m² što ukazuje da su organizacije u uzorku sa velikim odstupanjem površina. Na slici 5.4 prikazan je histogram na kome se vidi da je najveći broj organizacija, 54,05% (40 ispitanih organizacija) površine do 1000m².



Slika 5.4 - Struktura organizacija u uzorku po površini

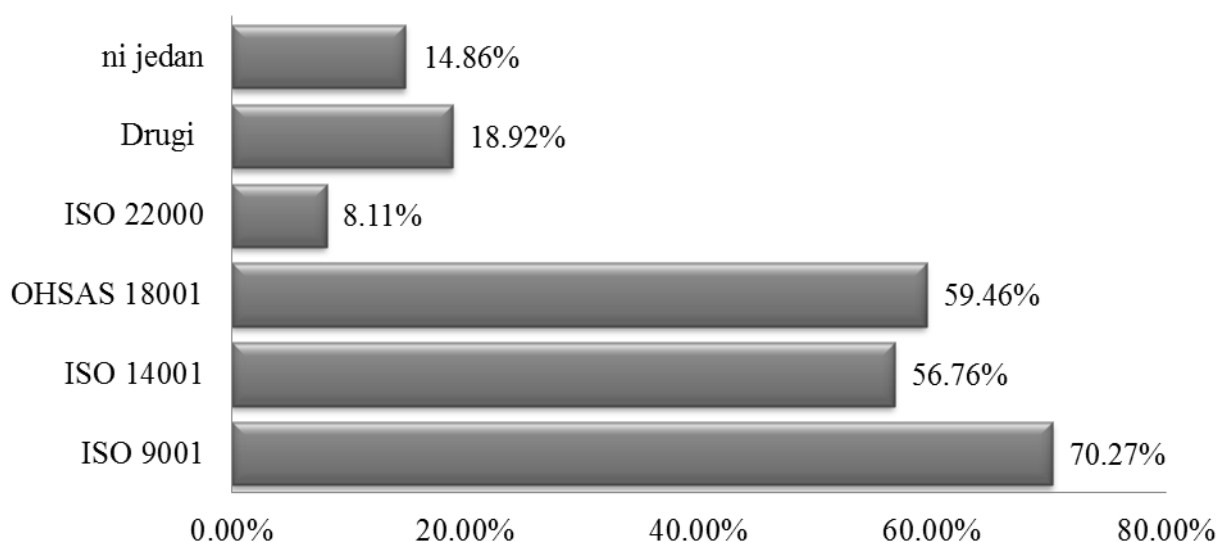
Istraživanje je, takođe obuhvatalo i pitanje koje su sisteme menadžmenta organizacije sertifikovale. Na taj način bi se imao uvid u podatke koji daju odgovor na pitanje da li organizacije u uzorku ulažu napore u primenu standarda za uređenje pojedinih aspekta poslovanja i kako bi se ovaj podatak koristio za dalje analize.

Distribucija 74 organizacije koje su učestvovala u istraživanju, u vezi sa primenom sistema menadžmenta, data je u tabeli 5.1 i prikazana je na slici 5.5.

Na osnovu rezultata istraživanja može se primetiti da najveći broj organizacija u uzorku - 52 organizacije (70,27%) ima uspostavljen sistem menadžmenta kvalitetom (ISO 9001), 42 organizacije (56,76%) ima uspostavljen sistem menadžmenta životnom sredinom (ISO 14001), a 44 organizacije (59,46%) ima uspostavljen sistem menadžmenta zdravljem i bezbednošću na radu (ISO OHSAS 18001). Broj organizacija koje nemaju uspostavljen ni jedan sistem menadžmenta je 11 (14,86%).

Tabela 5.1 – Sertifikovani sistemi menadžmenta u organizacijama u uzorku

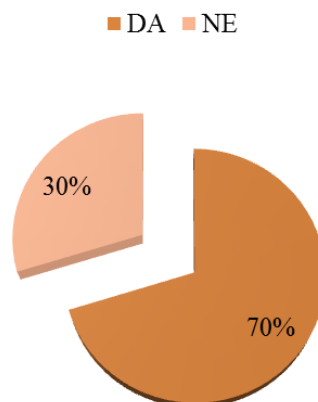
SERTIFIKOVANI SISTEMI MENADŽMENTA	Broj organizacija	Procenat
Nema implementirane sisteme menadžmenta	12	16,21%
ISO 9001	8	10,81%
ISO 9001, ISO 14001	4	5,4%
ISO 9001, ISO OHSAS 18001	6	8,11 %
ISO 9001, ISO 14001, ISO OHSAS 18001	25	33,78%
ISO 22000/HACCP	4	5,4%
ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, ISO 27001, 50001	1	1,35%
ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, ISO 22000, BMS	3	4,05%
ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO TS 16949	9	12,16%
ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, ISO17020, 27001	2	2,7%
UKUPNO	74	100%



Slika 5.5 - Struktura organizacija u uzorku prema tome koje sisteme menadžmenta su sertifikovale

Analizirano je koliko organizacija u uzorku poseduje sertifikovan sistem menadžmenta kvalitetom prema zahtevima standard ISO 9001, koji predstavlja osnovu za uspostavljanje i integraciju ostalih sistema menadžmenta. Na osnovu analize odgovarajućih organizacija u uzorku, zaključeno je da 70,27% organizacija ima sertifikovan sistem menadžmenta kvalitetom, što predstavlja dobru osnovu za dalju nadogradnji sistema menadžmenta elementima određenim zahtevima za menadžment energijom (slika 5.6).

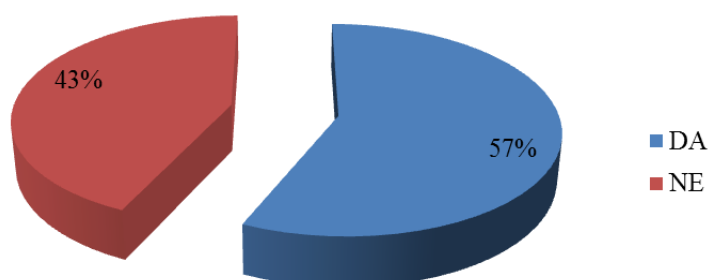
Takođe, podatak da 29,73% ispitanih organizacija nema sistem menadžmenta kvalitetom je zabrinjavajući, jer je vrlo često posedovanje ovog sertifikovanog sistema menadžmenta neizostavan zahtev prilikom konkurisanja u javnim nabavkama i prilikom plasiranja proizvoda na inostrano tržište.



Slika 5.6 – Struktura organizacija koje poseduju sertifikat ISO 9001

Takođe, urađena je i analiza koliko organizacija u uzorku poseduje sertifikovan sistem menadžmenta životnom sredinom prema zahtevima standarda ISO 14001, koji predstavlja međunarodni standard koji se bavi pitanjima životne sredine. Ovaj standard takođe uključuje i pravilno upravljanje energijom, kao jedan od važnih aspekata životne sredine i održivog razvoja organizacije. U vezi sa tim, predstavlja osnovu za uspostavljanje i integraciju sistema menadžmenta energijom, kojim se dopunjuje specifičan aspekt životne sredine.

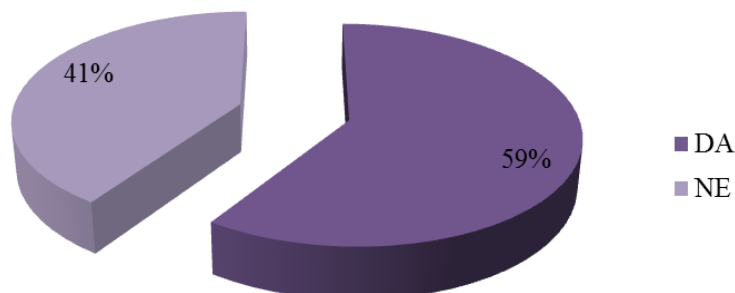
Prema analizi podataka organizacija u uzorku više od polovine ispitanih organizacija (56,76%) ima sertifikovan sistem menadžmenta životnom sredinom (slika 5.7), što svakako predstavlja dobru osnovu za nadogradnju sistema menadžmenta elementima određenim zahtevima za menadžment energijom. Oko 43,24% organizacija u uzorku nema sertifikovan sistem menadžmenta životnom sredinom (ISO 14001).



Slika 5.7 - Struktura organizacija koje poseduju sertifikat ISO 14001

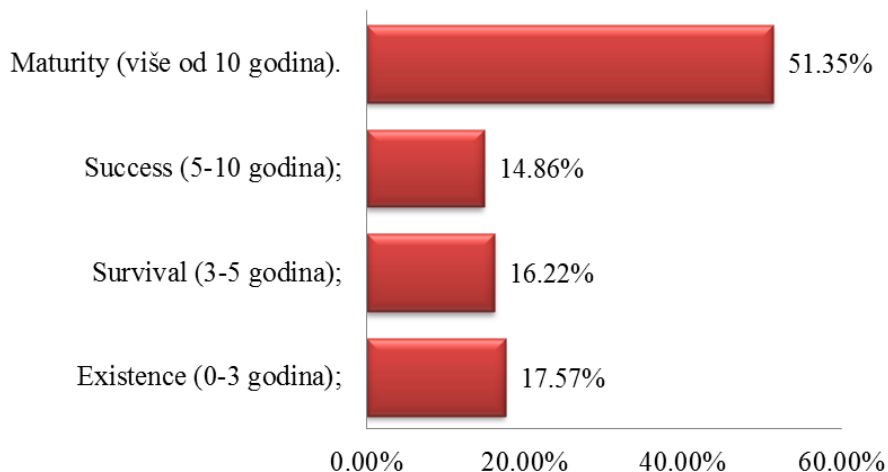
Pored ovih analiza, razmatran je i podatak koliko organizacija iz uzorka poseduju sertifikat za sistem menadžmenta zdravljem i bezbednošću na radu (ISO OHSAS 18001).

Na osnovu prikupljenih podataka, 59,46% organizacija ima uspostavljen i sertifikovan ovaj sistem menadžmenta. Takođe dobar pokazatelj je i podatak da 40,54% organizacija u uzorku nema sertifikovan sistem menadžmenta zdravljem i bezbednošću na radu (slika 5.8). Sve više je zastupljen uslov za posedovanjem ovog sertifikata pri učestvovanju i konkurisanju na domaćim i stranim tenderima i prilikom plasiranja robe na inostrano tržište.



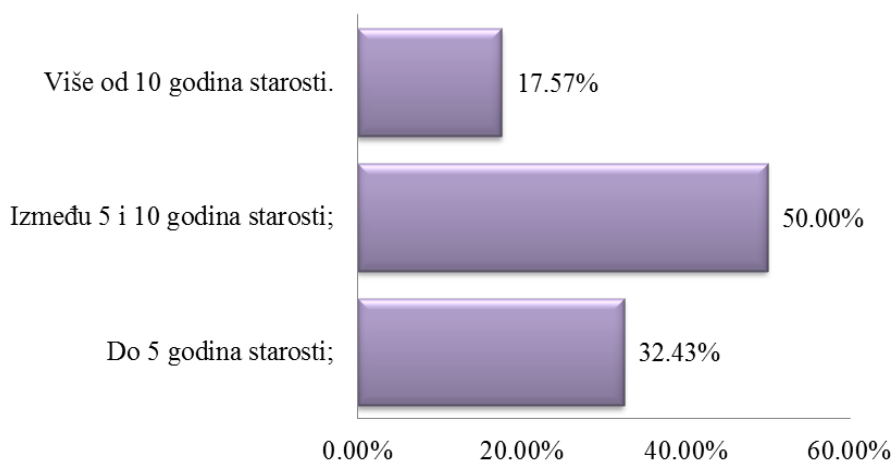
Slika 5.8 - Struktura organizacija koje poseduju sertifikat ISO OHSAS 18001

Organizacije u uzorku su, takođe, unosile podatke vezane za stepen razvoja organizacije. Na taj način se može pratiti koliko su organizacije u uzorku prisutne na tržištu, na kom stepenu poslovanja se nalaze i oceniti dalji trend njihovog razvoja. Može se primetiti da je najveći broj organizacija (51,35%) prisutno na tržištu više od 10 godina, dok je 17,57% ispitanog uzorka je na tržištu prisutno tek do 3 godine. Na slici 5.9 dat je pregled organizacija prema stepenu razvoja.



Slika 5.9 – Procentualni udeo organizacija u uzorku prema stepenu razvoja organizacije

Organizacije su u toku istraživanja unosile i podatak o prosečnoj starosti opreme koju poseduju. Za staru opremu se smatra da je i energetski neefikasna. Najveći broj organizacija (50%) je označilo da je prosečna starost opreme između 5 i 10 godina, nešto manji broj (32,43%) poseduje opremu do 5 godina starosti, dok 17,57% organizacija u uzorku radi sa opremom koja je starija više od 10 godina. Na slici 5.10 data je raspodela organizacija prema oceni prosečne starosti opreme koju poseduju.

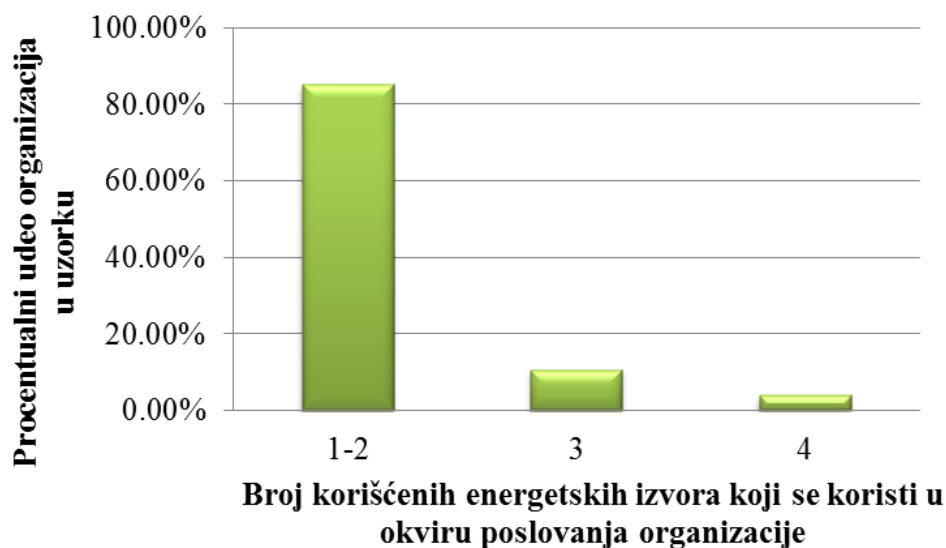


Slika 5.10 – Procentualni udeo organizacija u uzorku prema starosti opreme koju poseduju

Kako bi se ocenilo postojeće stanje organizacija u uzorku vezano za alternativne izvore energije, kao i dobila raspodela organizacija koje koriste više različitih izvora energije, što takođe zavisi od složenosti proizvodnih procesa, organizacije su davale odgovor i na pitanje vezano za broj energetskih izvora. Pitanje se odnosilo na sve izvore energije, kao što su: električna energija, prirodni gas, mazut, komprimovani vazduh, pregrejana vodena para, solarna energija, energija vetra, geotermalna energija.

Najveći broj organizacija (85,14%) koriste jedan ili eventualno dva energetska izvora, dok 10,81% ispitanih organizacija koriste 3 i 4,05% organizacija 4 različita energetska izvora (slika 5.11).

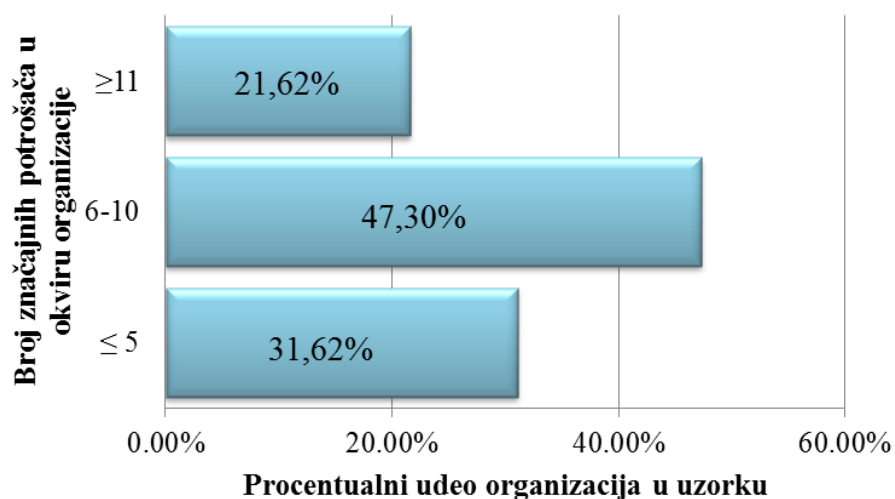
Međutim, u razgovorima sa vlasnicima organizacija i zaposlenima koji su popunjavali upitnik, došlo se do saznanja da nisu u potpunosti razumeli ovo pitanje. Kod broja energetskih izvora nisu uzeli u razmatranje korišćenje goriva u prevoznim sredstvima, jer većina organizacija ima svoja prevozna sredstva, takođe komprimovani vazduh se vrlo često koristi u proizvodnim organizacijama, a nije kod svih ispitanika ušao u razmatranje.



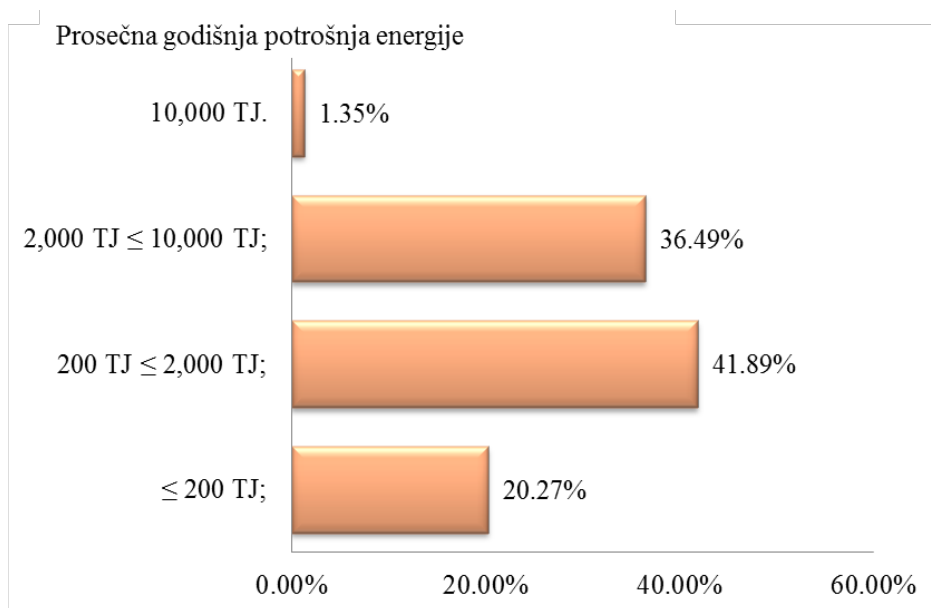
Slika 5.11 - Struktura organizacija u uzorku prema broju energetskih izvora koje koriste

Takođe, organizacije su ocenjivale i koliki broj značajnih potrošača poseduju i koja je prosečna godišnja potrošnja energije. Na slikama 5.12 i 5.13 je prikazana raspodela broja organizacija iz uzorka prema predloženoj klasifikaciji. Ovi podaci predstavljaju osnovu za dalji energetski audit i kontrolu potrošnje energije, kao i praćenje ključnih potrošača u kompaniji. U okviru istraživanja, postojalo je i pitanje koje se odnosi na broj zaposlenih koji su zaduženi za menadžment energijom u kompaniji, kako bi se ocenila i spremnost organizacija za primenu ovog sistema menadžmenta.

Prema rezultatima, 59,46% organizacija iz uzorka imaju samo jednog zaposlenog zaduženog za upravljanje energijom u bilo kom smislu. Samo 7 organizacija, odnosno 9,46% ispitanog uzorka ima dva zaposlena u timu koje se bave ovim pitanjem; 21,62% uzorka čak 3 zaposlena; dok 6,76% ispitanog uzorka nema ni jednog zaposlenog koji na bilo koji način prati potrošnju i uštedu energije.



Slika 5.12 - Struktura organizacija u uzorku prema broju značajnih potrošača u kompaniji (odnosi se na sve uređaje, mašine, alate koji imaju značajan utrošak energije)



Slika 5.13 - Struktura organizacija u uzorku prema prosečnoj godišnjoj potrošnji energije

5.4 Analiza primene sistema menadžmenta energijom

Korišćeni upitnik u istraživanju sadrži i grupu pitanja koja se odnose na primenu mera za menadžment energijom, kao i podpitanja u okviru same grupe. Na osnovu rezultata istraživanja, izvršena je analiza koja prikazuje navike i spremnost za primenu sistema menadžmenta energijom u organizacijama u Srbiji.

Kako bi se analizirali prikupljeni podaci i izvršilo njihovo vrednovanje, neophodno je korišćenje metode sa kvalitativnom skalom. Postoje brojne metode koje se mogu koristiti za ovu namenu. U ovom istraživanju korišćena je *Likertova skala*, koja ima nekoliko stepeni odgovora. Likertova skala se koristi kod merenja i izražavanja preferencija, znanja, percepcija, ponašanja ili za ocenu vrednosti. Likertova skala uključuje seriju izjava koje ispitanici mogu odabrati, kako bi dali odgovarajući odgovor ili tvrdnju [117].

U okviru ovog istraživanja korišćena je trostepena Likertova skala, kako bi se utvrdio nivo primene zahteva za sistem menadžmenta energijom u organizaciji (proizvodnog ili uslužnog tipa). To znači da su u ovoj grupi pitanja ispitanici mogli da daju odgovor sa "Da", "Ne" ili "Delimično". Takođe, prema [70], pored Likertove skale, odgovori kategoričke prirode su prevedeni u numeričke vrednosti, kako bi se lakše proračunavalo i kako bi bilo izvršeno poređenje rezultata. Uzeto je da odgovor označen sa "Da" vredi 2 poena, odgovor sa "Delimično" vredi 1 poen, dok odgovori označeni sa "Ne" vrede 0 poena.

Prema tome, nivoi primene pojedinih grupa zahteva su najpre prikazani numerički, tako da dobijeni veći broj označava viši nivo primene zahteva. Rezultati su prethodno prikazani kao prosek dobijenih odgovora organizacija u uzorku, a potom su detaljnije opisani odgovori na pitanja iz svake grupe zahteva za sistem menadžmenta energijom.

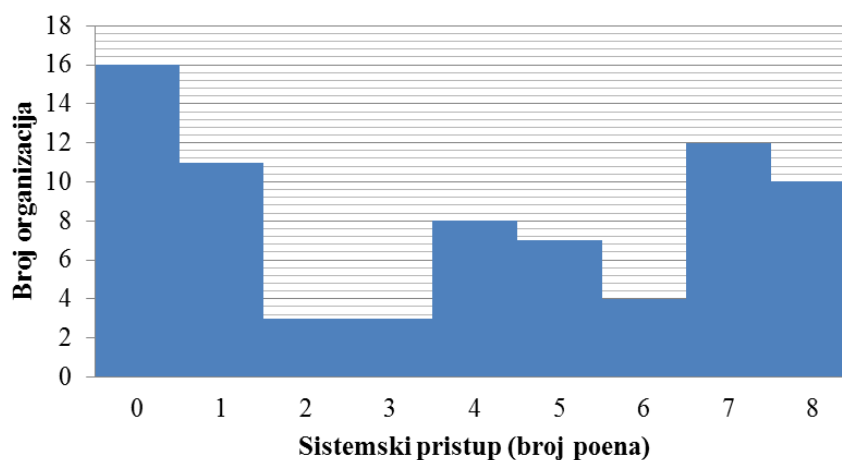
Sistem menadžmenta energijom (ISO 50001) predstavlja takođe model sistemskog posmatranja i upravljanja energijom organizacije kao sistema. Ako organizacija nije sertifikovala sistem menadžmenta energijom, ne mora da označava da ga ne primenjuje u potpunosti ili u pojedinim delovima ili u određenim sektorima svog poslovanja. Zato je u istraživanju organizacijama u uzorku postavljena i grupa pitanja o sistemskom pristupu menadžmentu energijom, kako bi se proverilo i utvrdilo da li postoje organizacije u uzorku koje, na bilo koji način, primenjuju sistem menadžmenta energijom, iako taj sistem nisu sertifikovale.

Rezultati istraživanja koje je izvršeno pokazuju da organizacije ispunjavaju zahteve za sistem menadžmenta energijom u značajnijoj meri nego što to i znaju. Naime, prosek primene zahteva za celokupan sistem menadžmenta energijom je 53,02%. Slično istraživanje je izvršeno u [70] gde su malo nepovoljniji rezultati, oko 50%. Prosek odgovora na pitanja o primeni sistemskog pristupa iznosi 47,47%. Prema tome, može se primetiti da je potrebno uložiti posebne napore ka informisanju i razvoju svesti, edukaciji zaposlenih koji se nalaze na rukovodećim pozicijama u organizacijama o tome šta predstavljaju zahtevi za sistem menadžmenta energijom.

Prosečan broj poena koji su organizacije u uzorku dobile na grupi pitanja koja se odnosi na sistemski pristup menadžmentu energijom je 3,80 (od maksimalnih 8) što dovodi do zaključka da organizacije iz uzorka ne ulažu dovoljno napora za upravljanje energijom. Rezultati analize ukazuju da većina organizacija iz uzorka ipak ima sistem menadžmenta primenjen u svojim procesima, iako nije zvanično sertifikovan i proveren, ali takođe postoje i organizacije koje i ne znaju da taj sistem menadžmenta kod njih postoji i da ga primenjuju, makar delimično.

Odstupanje od srednje vrednosti je 3,00 što pokazuje da među ispitanicima postoje velike razlike u odgovorima, postoji grupa koja ne vodi računa o racionalnoj upotrebi energije niti taj problem sistemski razmatra, ali takođe postoji grupa kod koje se primenjuju u potpunosti neki od zahteva sistemskog pristupa menadžmentu energijom, kao i obavezama svih zaposlenih u organizaciji.

Na slici 5.14 dat je histogram na kome se može videti da 21,62% organizacija u uzorku uopšte ne primenjuje menadžment energijom na sistemski način (ukoliko se posmatraju samo odgovori na pitanja o sistemskom pristupu), takođe ne uzima menadžment energijom kao sistemski problem i nema jasno definisane procedure u toj oblasti. Takođe, samo 13,51% organizacija u potpunosti primenjuje sistemski pristup menadžmentu energijom (prema odgovorima datim na ovoj grupi pitanja). Može se zaključiti da definitivno postoji prostor za poboljšanje u sistemskom pristupu kroz edukaciju zaposlenih (najviše na rukovodećim pozicijama) u industrijskom sektoru.



Slika 5.14 - Primena sistemskog pristupa u organizacijama u uzorku

Što se tiče pojedinačnih odgovora, 58,11% organizacija je odgovorilo da postoji sistemski pristup primenjen u njihovoj organizaciji, tj da ima primenjen sistem kroz koji dokumentuje, prati i održava potrošnju energije u kompaniji. U ovu grupu se ubrajaju organizacije koje imaju sertifikovane sisteme menadžmenta prema ISO 14001 i ISO 50001. Odgovor se može smatrati zadovoljavajućim, s obzirom da samo dve organizacije iz uzorka imaju uspostavljen sistem menadžmenta energijom.

Ukoliko se razmatra pitanje koje se odnosi na područje primene sistema menadžmenta energijom (da li se odnosi na celokupno potrojenje, deo postrojenja, jedan ili više sektora, na proizvodnu liniju, itd.) 44,59% organizacija u uzorku prepoznaje koji delovi fabrike/postrojenja su najznačajniji sa aspekta korišćenja energije, a u većini je to mašinska hala, koja je veliki korisnik energije, dok u proizvodnom sektoru to se može odnositi i na samo jednu proizvodnu liniju.

Opis sistema menadžmenta energijom kroz poslovnik kompanije je na jedan način vid dokumentovanja prema zahtevima standarda ISO 50001. Prema analizi podataka, 39,86% ispitanih organizacija navode da postoji dokument koji na neki način određuje efektivno upravljanje energijom (koji može biti sastavni deo poslovnika, ali i ne mora). Za sada je poslovnik jedan od dokumenata iz zahteva standarda za sistem menadžmenta energijom, ali u skladu sa revizijama standarda očekuje se da će poslovnik postati neobavezan dokument. Ali, samim tim, ukoliko organizacije ne poseduju poslovnik koji opisuje sistem menadžmenta i pravila vezana za odnos prema energiji u svim procesima, postavlja se pitanje kako će organizacije obezbediti konzistentnost sistema i međusobnu usklađenost svih procesa.

Pitanje koje se odnosi na postojanje sistema koji se primenjuje u organizaciji koji uključuje kontinualno poboljšanje performansi energetskeg sistema, kao i energetske efikasnost je direktno u vezi sa prethodnim pitanjem. Svega 47,3% je odgovorilo pozitivno, što znači da postojanje sistema nije dovoljno, već je neophodno i konstantno pratiti i kontrolisati energetske pokazatelje koji su u direktnoj vezi sa racionalnom upotrebom energije i efikasnošću sistema.

Pored svega navedenog, može se zaključiti da ne postoji formalizovani sistem menadžmenta energijom. U nekim kompanijama prati se korišćenje energije na mesečnom ili godišnjem nivou (npr. korišćenje električne energije ili parametara vodene pare za grejanje objekta), takođe vrši se i izveštavanje rukovodstva o potrošnji i izveštava se o zaštiti životne sredine. Praćenje podrazumeva analizu čiji je cilj, uglavnom, smanjenje troškova. Međutim, sistem menadžmenta energijom u organizacijama treba da daje odgovore na potrebe i zahteve svih zainteresovanih strana na koje utiče potrošnja i racionalna upotreba energije u organizaciji.

Sistemske pristup menadžmentu energijom prema aktuelnom standardu SRPS ISO 50001 pripada PLAN fazi u koju se može uvrstiti i deo koji se odnosi na rukovodstvo/liderstvo u menadžmentu energijom, energetske planiranje, odgovore na zahteve standarda i regulative koji se odnose na energiju, energetske profil organizacije, kao i energetske ciljeve. Pitanja iz ovih oblasti, kao i rezultati istraživanja su dati u nastavku.

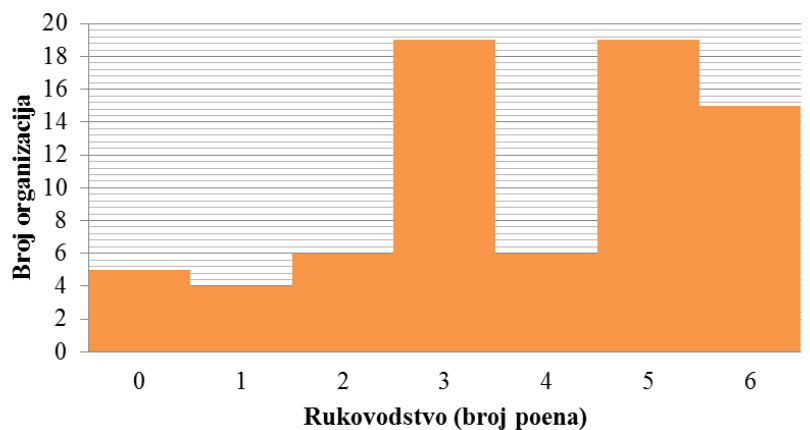
Podrška rukovodstva kompanije je veoma bitna za uspostavljanje i primenu bilo kog sistema menadžmenta u svim organizacijama, nezavisno od veličine, delatnosti, privrednoj grani kojoj pripada. Poznato je da je nemoguće primeniti sistem menadžmenta ili bilo koji projekat u okviru kompanije, ukoliko ne postoji potpuna podrška rukovodstva. Ukoliko rukovodstvo prepozna da je značajno težiti ka povećanju energetske efikasnosti, ono će i pokrenuti projekat uspostavljanja sistema menadžmenta energijom. U okviru aktuelnih standarda ISO 9001, ISO 14001 postoji zahtev pod nazivom "Liderstvo", a odnosi se na opredeljenost rukovodstva, što ukazuje da rukovodstvo mora biti aktivan učesnik u uspostavljanju, funkcionisanju i održavanju sistema menadžmenta.

U realizovanom istraživanju postoji grupa pitanja koja se odnosi na liderstvo (odnosno opredeljenost rukovodstva) u menadžmentu energijom. Prosečan broj poena koji su organizacije u uzorku dobile u ovoj grupi pitanja je 3,81 (od maksimalnih 6), odnosno prosečan nivo primene je 63,51%, što dovodi do opšteg zaključka da je rukovodstvo organizacija u Srbiji svesno značaja uvođenja sistema menadžmenta energijom i ulaže izvesne napore da motiviše i informiše svoje zaposlene ka uvođenju ovog sistema. Standardno odstupanje od srednje vrednosti je 1,8, što ukazuje da među ispitanim organizacijama postoje razlike u odgovorima, od onih u kojima menadžment ne vidi problem u povećanoj upotrebi energije i troškova koje ona uslovljava, do onih u kojima su upravo oni inicijatori za primenu mera za uštedu energije.

Na slici 5.15 može se uočiti da svega 20,27% organizacija u uzorku ima potpunu opredeljenost rukovodstva za menadžmentom energijom, dok svega 6,76% organizacija u uzorku potpuno neopredeljeno za smanjenje troškova i racionalnu upotrebu energije i ne razmatra menadžment energijom na bilo koji način kao bitan za poslovanje organizacije, što je svakako pozitivno.

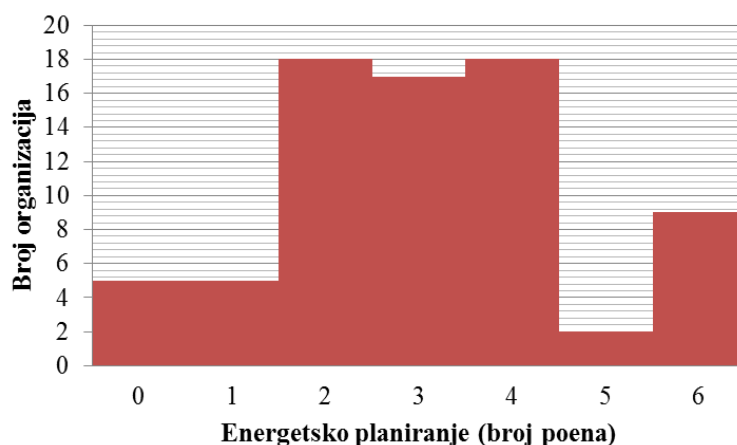
Rezultati istraživanja pokazuju da 52,07% organizacija u uzorku jasno definiše i određuje zaduženja, kao i nadležnosti kako bi se osiguralo efektivno upravljanje energijom. Što se tiče podrške rukovodstva promociji značaja energetske uštede i energetske efikasnosti, čak 62,84% ispitanih organizacija navodi da rukovodstvo ističe i promovira značaj energetske efikasnosti i efektivnog upravljanja energijom na svim nivoima organizacije.

Značajan udeo organizacija u uzorku, tačnije 75,0%, navodi da rukovodstvo osigurava podizanje svesti o energetske efikasnosti kod zaposlenih u organizaciji.



Slika 5.15 - Opredeljenost rukovodstva za menadžment energijom u organizacijama u uzorku

Energetsko planiranje ili plan korišćenja energije prema ISO 50001, sadrži odredbe koje su važne za praćenje ostvarenja i poboljšanja energetske performansi organizacije. Prosečan broj poena koje su organizacije dobile u grupi pitanja koja se odnosi na planiranje korišćenja energije je 3,08 (od maksimalnih 6), što je nezadovoljavajuća informacija. Odnosno, 51,35% je prosečan nivo primene energetskog planiranja u aktivnostima organizacija. Standardno odstupanje od srednje vrednosti je 1,61 što ukazuje da među ispitanicima postoje razlike u odgovorima, od onih organizacija koje nemaju plan utroška ili racionalizacije energetske potrošnje, do onih organizacija kod kojih je planiranje korišćenja energije deo strateških planova poslovanja. Na slici 5.16 može se uočiti da samo 6,76% organizacija ukazuju na potpuno nerazmatranje energije u poslovnim planovima, što predstavlja zabrinjavajući podatak. Svega 12,16% organizacija ima potpuno primenjeno planiranje korišćenja energije kao deo strateškog planiranja.



Slika 5.16 - Planiranje korišćenja energije u organizacijama u uzorku

Planiranje korišćenja energije se najčešće realizuje u okviru definisanja planova vezanih za životnu sredinu, čiji je deo i godišnji plan nabavke energenata i obezbeđenja potrebne količine energije. Na godišnjem nivou se planira neophodna količina prirodnog gasa, električne energije, mazuta i sl. Planiranje obuhvata i uspostavljanje ciljeva koje bi trebalo dostići po pitanju menadžmenta energijom.

Plan koji se odnosi na korišćenje energije je obavezni deo izveštavanja pojedinih organizacija, koje svoje izveštaje dostavljaju Ministarstvu rudarstva i energetike Republike Srbije. U pojedinim organizacijama se kroz uputstva za korišćenje i održavanje mašina i druga uputstva navode parametri rada i održavanja, sve sa ciljem minimalnog utroška energije. Takođe, u planira potrošnja energije i predviđaju mogućnosti za poboljšanje. Kao vid poboljšanja može biti korišćenje alternativnih izvora energije, instalisanje toplotih pumpi, solarnih panela, LED rasvete, itd.

Prikupljeni podaci vezani za planiranje korišćenja energije ukazuju na pozitivne rezultate istraživanja. Naime, 58,78% ispitanih organizacija uključuju energetske performanse procesa, postrojenja i organizacije u celini u dugoročne planove organizacije. Nešto više od polovine uzorka, tačnije 52,7% organizacija u uzorku, ima definisan plan o korišćenju energije, uštedi, performansama sistema koje je neophodno postići za neki definisan vremenski period. Samo 42,57% ispitanih organizacija definiše plan aktivnosti koji je vezan samo za energetske performanse sistema.

Deo pitanja koji se odnosi na zahteve standarda i regulative u vezi sa energijom podrazumeva primenu zakonskih zahteva organizacije, a koje se odnose na njenu delatnost. Pored zakonskih zahteva i regulativa koji su obavezni, organizacije mogu imati različite stavove po pitanju zakonskih zahteva koji nemaju obaveznu zakonsku primenu.

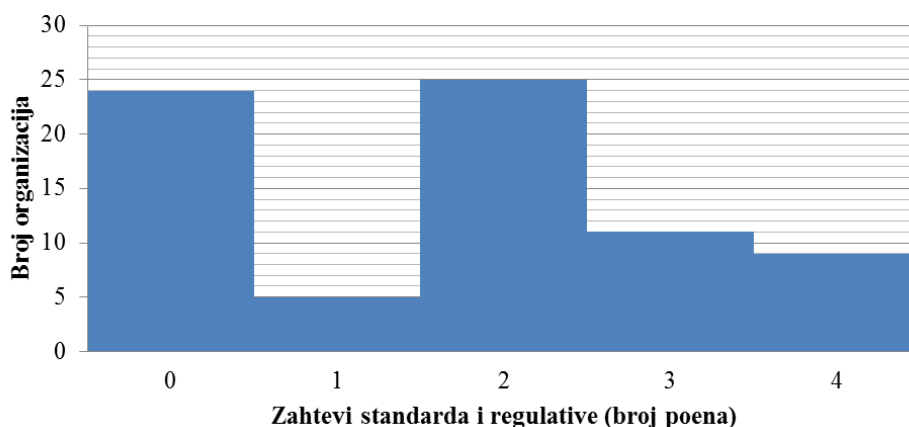
Primer takvih zahteva su zahtevi dobavljača, kupaca i/ili korisnika usluga. Može se reći da ovoj grupi zahteva pripadaju i standardi, samim tim i standard ISO 50001. Prosečan nivo primene zahteva standarda i regulative iz oblasti menadžmenta energijom je 41,89% za organizacije u uzorku.

U ovoj grupi pitanja, koja se odnose na primenu zahteva standarda i regulativa, a u vezi sa energijom, organizacije su dale odgovore čiji je prosečan broj poena 1,68 (maksimalnih 4), što ukazuje da ispitane organizacije ne primenjuje pomenute zahteve standarda. Ispitane organizacije su označile da ne primenjuju ove zahteve standarda, a evidentno mali broj organizacija u uzorku ima sertifikovan sistem menadžmenta energijom. Standardno odstupanje od srednje vrednosti je 1,39 što ukazuje da među organizacijama u uzorku postoje razlike u odgovorima, od onih koje primenjuju samo neke od zahteva do onih koje ih u potpunosti primenjuju i za te potrebe donose odgovarajuće procedure i uputstva.

Na slici 5.17 može se sagledati broj organizacija koje, prema broju poena iz njihovih odgovora, primenjuju navedene zahteve standarda. Iz analiziranog uzorka samo 12,16% organizacija je dalo dogovor da u potpunosti primenjuje specificirane zahteve standarda i regulative, dok 32,43% organizacija ne primenjuje nijedan zahtev standarda i odgovarajućih propisa, a koji su u vezi sa energijom.

Stepen poznavanja zakonske regulative i standarda u vezi sa menadžmentom energijom od strane zaposlenih, kao i stanje u njihovoj primeni, trebalo bi biti deo obaveznih informacija za rukovodstvo kompanija. Na ovaj način bi, pored zaposlenih koji su već angažovani kao odgovorni za merenje i analizu energetske performansi organizacije i efikasnosti poslovnih procesa, rukovodstvo organizacije imalo uvid u zadovoljenje navedenih zahteva i njihovu primenu i raspolagalo relevantnim podlogama za donošenje odgovarajućih odluka.

Što se tiče analize rezultata istraživanja dobijeno je da 41,89% organizacija u uzorku identifikuje, primenjuje i ima pristup odgovarajućim zahtevima koji su definisani zakonodavstvom (zakonima, uredbama, propisima, pravilnicima) i koje se odnose na korišćenje energije, njenoj potrošnji i energetske efikasnosti. Takođe, isti broj organizacija, odnosno 41,89% ispitanih organizacija, osigurava da navedeni zahtevi budu poštovani i da se nadzor nad njihovom primenom vrši u određenim vremenskim intervalima.



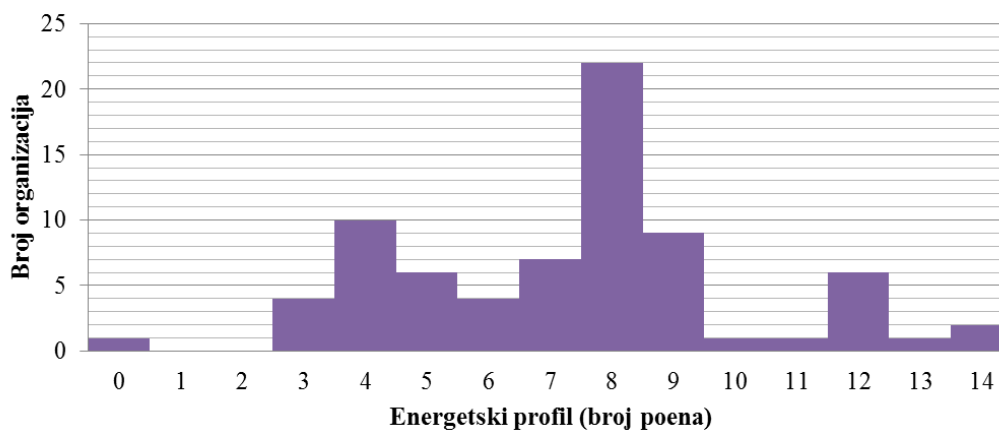
Slika 5.17 - Primena zahteva standarda i regulativa vezanih za energiju u organizacijama u uzorku

U anketi su organizacije definisale i svoj energetske profil. Energetski profil organizacije se utvrđuje primenom procedura energetskog preispitivanja.

Energetsko preispitivanje se može definisati prema [52] kao sistemsko kontrolisanje i analiza korišćenja energije i potrošnje energije sistema ili organizacije, sa ciljem identifikovanja tokova energije i mogućnosti za poboljšanje energetske efikasnosti. Takođe, upravljanje energetskom efikasnošću podrazumeva i energetsko preispitivanje sistema upravljanja energetskom efikasnošću i njegovog stalnog unapređenja i efikasnosti od strane rukovodstva. Može se reći da utvrđivanje energetskog profila obuhvata identifikaciju i definisanje svih izvora energije koje organizacija koristi, identifikaciju i definisanje svih potrošača energije, količina potrošnje energije, kao i stanje korišćene opreme i mašina koje organizacija poseduje.

Utvrđivanje energetskog profila se vrši na samom početku uspostavljanja sistema menadžmenta energijom. Takođe, njegovim utvrđivanjem se može definisati pravac za poboljšanje energetske performansi. Što se tiče organizacija u uzorku, prosečan nivo primene zahteva koji definišu energetski profil organizacije je 52,7%. Prosečan broj poena koji su organizacije imale u ovoj grupi pitanja je 7,38 (od maksimalnih 14), što ukazuje da su organizacije u uzorku mogle da utvrde svoj energetski profil. Standardno odstupanje od srednje vrednosti je 2,84, što navodi da među organizacijama u uzorku postoje razlike u odgovorima.

Na slici 5.18 se vidi da je potpuna primenljivost svega 2,7% i ove organizacije u potpunosti mogu odrediti svoj energetski profil. Takođe postoji i 1,35% organizacija u uzorku koje imaju minimalan broj poena, tj. koje uopšte ne primenjuju niti mogu da odrede svoj energetski profil. Na osnovu histograma sa slike 5.18, može se primetiti da se najveći broj organizacija u uzorku nalazi u opsegu oko 30-50% pozitivnih odgovora, što je sasvim zadovoljavajući podatak za utvrđivanje energetskog profila organizacije, kao početni stadijum energetskog audita.



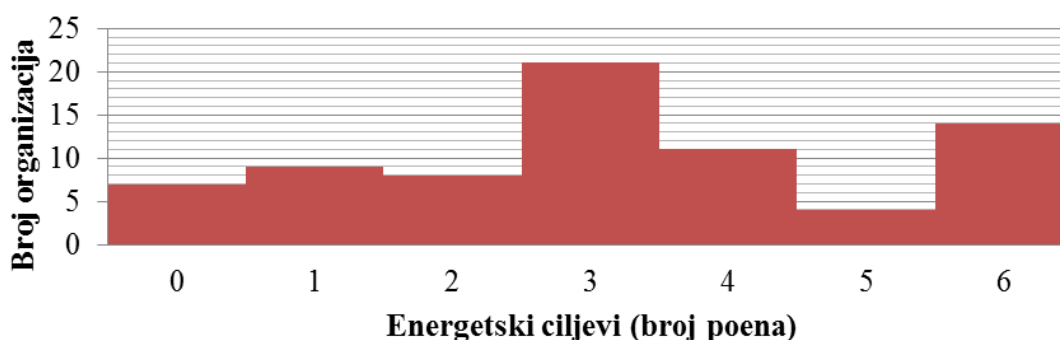
Slika 5.18 – Utvrđivanje energetskog profila u organizacijama u uzorku

Podatak je da 47,3% organizacija u uzorku vrši energetske audit, odnosno kontrolu i nadzor energetskih performansi sistema. Ovaj podatak ukazuje na spremnost organizacija da u okviru svojih poslovnih procesa, predvide i neobavezne audite koji su u vezi sa potrošnjom energije, što je takođe vrlo ohrabrujuć podatak, s obzirom da 56,76% organizacija u uzorku imaju uspostavljen sistem menadžmenta energijom, koji podrazumeva nadzor nad potrošnjom energije i utvrđivanje kritičnih potrošača. Samo 31,08% organizacija ima jasno definisanu metodologiju i kriterijume za razvoj i realizaciju energetskog audita, što znači da u organizacijama u uzorku nedostaje jasna metodologija ili procedura za audit, ali postoji spremnost organizacija za njihovu razradu i primenu. Kako bi organizacija mogla da razvija i unapređuje energetske audit, neophodno je da analizira korišćenje i potrošnju energije unutar organizacije i da detaljno meri i identifikuje trenutne izvore energije. Na ovu fazu je spremno 47,3% ispitanih organizacija, što navodi na zaključak da ispitane organizacije već vrše neophodne analize potrošnje energije i poznaje karakteristike potrošača u svojim procesima.

Što se tiče podataka o trenutnoj potrošnji energije, kao i arhiviranju starih podataka o potrošnji, rezultati su delimično zadovoljavajući. Naime, 79,05% organizacija u uzorku ima evidenciju o potrošnji energije u prošlosti, kako bi mogla tu potrošnju porediti sa trenutnom potrošnjom; 81,08% organizacija dokumentuje potrošnju energije i cenu energije u određenom vremenskom periodu; 54,05% organizacija na redovnim sastancima (mesečnim, kvartalnim) razmatra mogućnosti za uštedu energije i povećanje energetske efikasnosti. Takođe, jedan od kriterijuma za definisanje energetskog profila organizacije je i utvrđivanje stanje postojećih zgrada (proizvodnih hala i drugih objekata) primenom standardnih metodologija, kao što je sertifikacija zgrada i dobijanje energetskog pasoša. Podatak o postojanju energetskog pasoša bilo koje zgrade koju organizacija poseduje je prisutan kod samo 29,05% organizacija u uzorku.

Definisati energetske ciljeve od strane rukovodstva organizacije predstavlja buduće željene projekcije efekata koji se žele postići i u kom vremenskom periodu. To se postiže primenom organizacionih i/ili tehnoloških mera za unapređenje energetske efikasnosti. Organizacije u uzorku primenjuju, u proseku, 53,15% zahteva u pogledu definisanja energetskih ciljeva. Kako bi se određeni ciljevi organizacije postigli, rukovodstvo bi trebalo da definiše i akcioni plan za postizanje opštih ili posebnih energetskih ciljeva. U tim akcionim planovima se definišu i posebni zadaci ili zaduženja, odgovornost zaposlenih, rokovi, kao i neophodni resursi.

Prosečan broj poena koje su organizacije ostvarile u ovom delu istraživanja je 3,19 (od maksimalnih 6) što pokazuje relativnu nespremnost organizacija za definisanje budućih energetskih ciljeva. To ne znači samo da nemaju definisane energetske ciljeve, već i da možda ne vide potrebu za njima. Odstupanje od srednje vrednosti je 1,88, što ukazuje na razlike u odgovorima, koje nisu značajne, tj. da su organizacije uglavnom imale slične odgovore. Na slici 5.19 se može videti da potpunu primenljivost u pogledu energetskih ciljeva ima 18,92% organizacija u uzorku, ali podatak koji ne bi trebalo zanemarivati je, takođe i potpuna neprimenljivost u pogledu energetskih ciljeva, koja je čak 9,46%. U ovim organizacijama energetske ciljevi nisu ni definisani.



Slika 5.19 – Definisane energetske ciljeve u organizacijama u uzorku

Što se tiče jasno definisanih ciljeva i ograničenja koji su vezani za potrošnju energije u organizaciji, čak 58,11% organizacija u uzorku navodi da ima jasno definisane ciljeve i ograničenja vezane za potrošnju energije. Ali, kada se razmatraju akcioni planovi koji bi trebalo da proisteknu iz definisanih ciljeva, 52,03% organizacija definiše akcione planove za ostvarivanje ciljeva vezanih za potrošnju energije, u kojima su definisani konkretni zadaci, potrebni resursi, rokovi, kao i izvršioci tih zadataka. Podatak iz istraživanja da 49,32% organizacija iz uzorka realizuje predhodno definisane akcione planove za uštedu energije, kao što je i nadzor nad potrošnjom energije. Kod definisanja energetske ciljeva u organizacijama, definitivno ograničavajući faktor je nepostojanje finansijskih sredstava za obnovu i instalaciju opreme (mašina, uređanja), kako bi se ostvarile bolje energetske performanse.

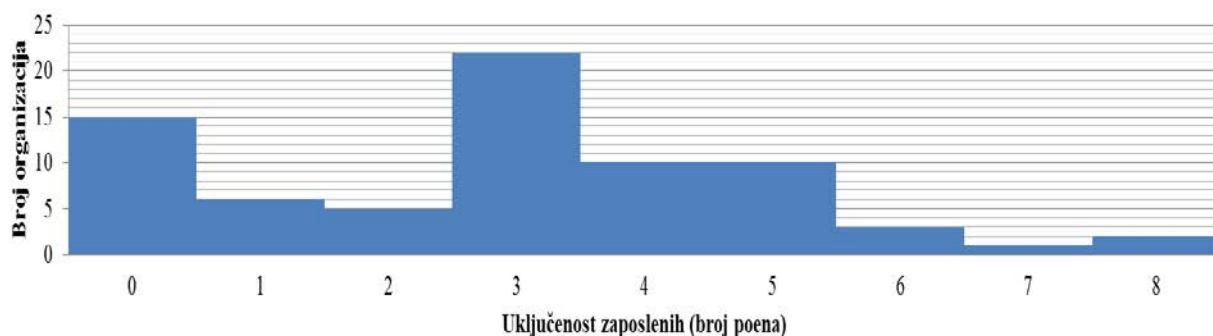
Organizacije navode i podatak da, pored nedostatka finansijskih sredstava, ne postoje ni odgovarajući stimulacioni fondovi iz budžeta države ili drugih fondova, kako bi razmatrali kupovinu nove opreme ili bitnu sanaciju postojeće. Ovo svakako utiče na donošenje akcionih planova u ovom smislu, jer bez odgovarajućih sredstava nemoguće je ostvariti bitne promene u performansama proizvodnih procesa i infrastrukturnih elemenata.

Prema standardu ISO 50001 sastavni deo DO faze je i uključivanje zaposlenih, komunikacija u organizaciji, dokumentacioni sistem organizacije vezan za energiju, kao i procesni pristup menadžmentu energijom. Celokupna dokumentacija svih sistema menadžmenta se može podeliti na onu koja može dati smernice kako realizovati aktivnosti i na onu koja potvrđuje da se neka aktivnost realizovala.

Za uspešno funkcionisanje organizacije je neophodna i jedna i druga, gore pomenuta, vrsta komunikacije i izveštavanja. Takođe, bez motivacije i uključivanja zaposlenih u menadžment energijom ne može doći ni do značajnih poboljšanja. Najpre, neophodno je informisati, a potom i motivisati zaposlene kako bi uzeli učešće u poboljšanju energetske efikasnosti. Organizacije u uzorku imaju prosečan nivo od svega 35,98% kada se radi o primeni zahteva koji se odnose na uključivanje zaposlenih u rešavanje zahteva vezanih za menadžment energijom.

Prosečan broj poena koji su organizacije dobile na grupi pitanja koja se odnose na spremnost i uključenost zaposlenih u menadžment energijom je 2,88 (od maksimalnih 8), što ukazuje na nedovoljnu spremnost organizacija u ovoj oblasti. Odstupanje od srednje vrednosti je 2,05, što ukazuje da među odgovorima koje su dale organizacije u uzorku postoje velike razlike, od onih kod kojih postoji nezainteresovanost za uključivanje zaposlenih do onih organizacija kod koje su zaposleni, kao i rukovodstvo, u potpunosti uključeni u aktivnosti u kojima dokumentuju i prate potrošnju energije i menadžment energijom generalno. Prosečan nivo primene ove grupe zahteva je svega 35,98%.

Na histogramu sa slike 5.20 se može videti da svega 2,7% organizacija ima u potpunosti primenjenu fazu uključivanja zaposlenih u upravljanje energijom, dok u 20,27% organizacija u uzorku zaposleni uopšte ne brinu o korišćenju energije, niti su motivisani da to čine, kao i da rukovodstvo ne ulaže dovoljne napore da to stanje promeni.



Slika 5.20 - Uključenost zaposlenih u menadžment energijom u organizacijama u uzorku

Uključenost zaposlenih i njihova motivacija za primenu sistema menadžmenta energijom je od velikog značaja. Ukoliko zaposleni nisu motivisani i ne vide značaj u tome, neće se ni moći doći do velikih poboljšanja u poslovnim procesima i mogućih ušteda. Zbog toga je neophodno zaposlene informisati o značaju energetske performansi i energetske efikasnosti procesa poslovanja, a potom ih motivisati kako bi u potpunosti uzeli učešće u primeni sistema menadžmenta energijom. Motivisanost zaposlenih bi trebalo da se ogleda i u slobodnoj komunikaciji i davanju predloga za poboljšanje energetske efikasnosti.

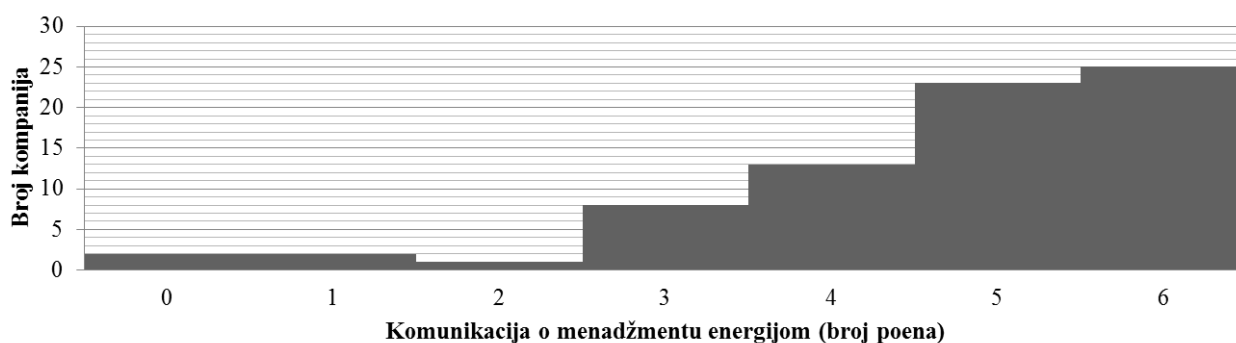
Istraživanje koje se odnosi na pitanje da li zaposleni u organizaciji u svoje godišnje, mesečne i nedeljne izveštaje uključuju podatke koji se odnose na potrošnju energije, 57,43% organizacija u uzorku je odgovorilo pozitivno. Takođe, 33,78% organizacija u uzorku motiviše zaposlene da u toku rada imaju aktivnosti u kojima mere, prate, dokumentuju ili izveštavaju o utrošku energije na bilo kom nivou.

Podatak koji se odnosi na obuku zaposlenih se u svega 26,35% slučajeva obezbeđuje zaposlenima da pohađaju ili da završe bilo kakvu obuku, kurs ili predavanje koje je vezano za efektivno korišćenje i upravljanje energijom. Obuka zaposlenih je veoma važna, kako za spremnost za primenu sistema menadžmenta energijom, tako i za praćanje savremenih trendova i novina iz te oblasti. Samo 26,35% organizacija je pokazalo spremnost da organizuje obuke i/ili sastanke za zaposlene u pogledu edukacije o menadžmentu energijom i njegovom značaju. Ovde se može primetiti nedostatak opredeljenosti rukovodstva u pogledu promovisanja značaja energetske performansi procesa i preduzeća u celini.

Komunikacija vezana za menadžment energijom omogućava rukovodstvu i zaposlenima da budu informisani o svim problemima vezanim za potrošnju energije, merama uštede i poboljšanjima u procesima. Kako bi se dostigli unapred zadati energetske ciljevi, kroz definisane akcione planove, neophodno je da zaposleni slobodno komuniciraju o svim relevantnim podacima.

Organizacije u uzorku su vrlo visoko ocenjene u ovom delu istraživanja. Naime, prosečan nivo primene zahteva koji se odnosi na komunikaciju u organizaciji u pogledu menadžmenta energijom je 77,7%, što predstavlja veoma zadovoljavajući podatak. Prema odgovorima ispitanika, može se zaključiti da u organizacijama postoji slobodna komunikacija i da rukovodstvo podstiče razmenu informacija o upravljanju energijom. Prosečan broj poena koje su organizacije u uzorku dale u grupi pitanja koji se odnosi na komunikaciju vezanu za menadžment energijom je 4,66 (od maksimalnih 6 poena) što pokazuje dobar rezultat u postojanju slobodne komunikacije zaposlenih u organizacijama u uzorku. Odstupanje od srednje vrednosti je 1,45 što pokazuje da postoje različiti odgovori organizacija u uzorku, ali koje nisu izrazite. Potpuno razvijen sistem komunikacije vezan za menadžment energijom ima 33,78% organizacija u uzorku, dok svega 2,7% organizacija nema zastupljenu nikakvu komunikaciju vezanu za energiju (ni internu ni eksternu).

Na slici 5.21 može se videti histogram rezultata istraživanja, sa brojem poena koji se odnose na komunikaciju u vezi sa menadžmentom energijom.



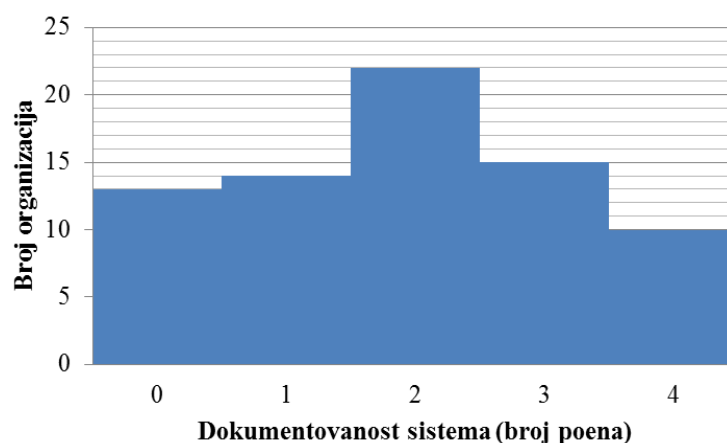
Slika 5.21 - Komunikacija o menadžmentu energijom u organizacijama u uzorku

Diskusija rezultata o pojedinačnim odgovorima u ovom delu istraživanja pokazuje da čak 61,49% organizacija u uzorku razmenjuju informacije vezane za potrošnju ili korišćenje energije (na sastancima ili putem e-mail prepiske). Značajan je podatak da čak 85,81% organizacija u uzorku podstiče slobodnu komunikaciju u organizaciji o uštedi energije, kao i da 85,81% ispitanih organizacija podstiču zaposlene u organizaciji da daju komentare i predloge za poboljšanje energetske efikasnosti pojedinih procesa. Rukovodstvo vrlo često razmenjuje sopstvena iskustva o menadžmentu energijom sa drugim organizacijama sličnog profila (preko udruženja, klastera, sajмова) i na taj način dolazi do ideja za eventualne uštede energije i mogućnostima za poboljšanje. Dokumentovanost sistema menadžmenta energijom ukazuje na postojanje dokumentacije, kao i procedura za upravljanje dokumentacijom koja je u vezi je sa potrošnjom i uštedom energije, kao i predlozima za poboljšanje.

Uopšteno govoreći o dokumentacionom sistemu u organizaciji mogu se razlikovati dokumenti koji ukazuju na realizaciju određenja aktivnosti, kao i načinu realizacije i dokumenti koji potvrđuju realizaciju aktivnosti, rezulte aktivnosti i primenjene mere za poboljšanje. Pored postojanja te dokumentacije, vrlo je značajno i propisati odgovarajuće procedure za upravljanje dokumentacijom, njeno arhiviranje, izveštavanje, sledljivost i prioritnost. U ovom delu istraživanja prosečan broj poena koji su organizacije u uzorku dale je 1,96 (od maksimalnih 4), što ukazuje na nepostojanje dokumentovanog sistema menadžmenta energijom. Prosečan nivo primene ovog zahteva u organizacijama u uzorku je 48,31%.

Organizacije ne koriste pisane izveštaje u dovoljnoj meri (procedure i sl.) vezane za upravljanje energijom. Odstupanje od srednje vrednosti datih odgovora je 1,29 što ukazuje na različite odgovore organizacija u ovom delu istraživanja, ali koje se ne smatraju značajnim. Na slici 5.22 se može videti da je potpuna primenljivost i prisutnost dokumentovanog sistema menadžmenta energijom zastupljena kod 13,51% organizacija u uzorku, dok kod 17,57% organizacija je zastupljena potpuna neprimenljivost, tj. organizacije nemaju nikakve pisane tragove vezane za upravljanje energijom u svojim poslovnim procesima.

Što se tiče pojedinačnih pitanja, u ovom delu istraživanja 50,0% organizacija u uzorku je navelo da poseduje dokumentaciju koja je, na bilo koji način, vezana sa upravljanjem energijom (procedure, uputstva, planovi, izveštaji i sl). Takođe, 46,62% organizacija u uzorku ima jasno definisane procedure za upravljanje dokumentacijom koje se odnose na menadžment energijom. Kod većine organizacija je dokumentacija koja se odnosi na menadžment energijom deo dokumentacije koja se odnosi na sistem menadžmenta životnom sredinom, kao i/ili sistem menadžmenta kvalitetom. Postojanje procedura za upravljanje dokumentacijom se uglavnom odnosi na načine izdavanja, overe, arhiviranja ili izmena dokumentacije koja se odnosi na menadžment energijom, ali organizacije ne poseduju nikakav softver kojim bi se na bilo koji način upravljalo ovim dokumentacionim sistemom.

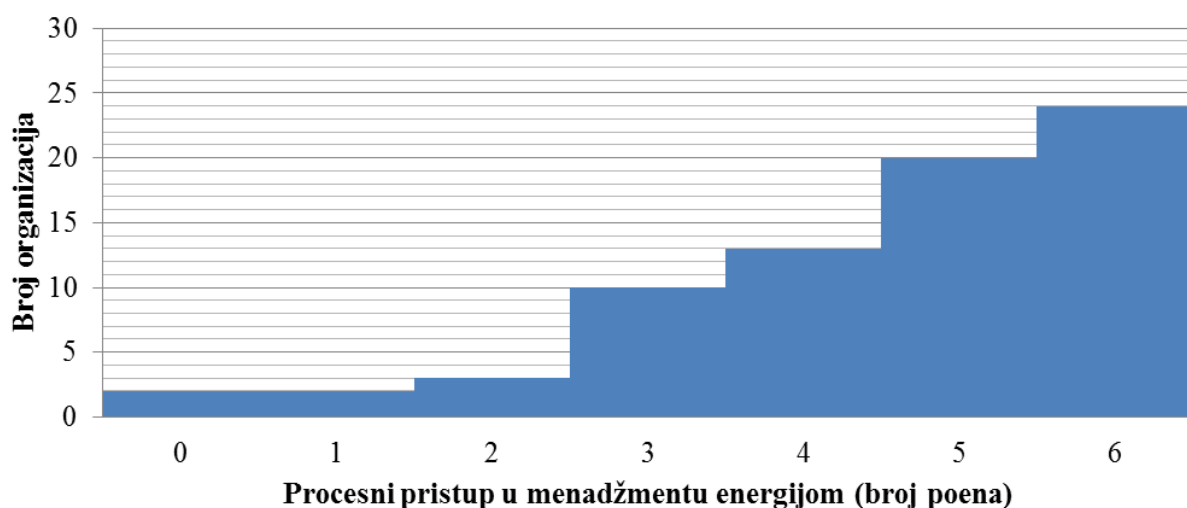


Slika 5.22 - Dokumentovanost sistema o menadžmentu energijom u organizacijama u uzorku

Kako bi se na pravilan način pratilo poslovanje organizacije i omogućio odgovarajući način upravljanja, neophodno je identifikovati sve poslovne procese u organizaciji, sa svim podprocesima, aktivnostima, neophodnim infrastrukturnim resursima i angažovanim ljudskim resursima. Svi poslovni procesi u organizaciji pretvaraju ulaz (repromaterijal, informacije...) u izlazni entitet (proizvod i/ili usluga za zadovoljenje zahteva kupca). Što se tiče menadžmenta energijom, pored identifikacije i odgovarajućeg definisanja i opisa poslovnih procesa, neophodno je identifikovati i tokove energije u svim procesima, kao i one procese koji imaju visoke ili nemaju zadovoljavajuće energetske performanse i na taj način značajno utiču na energetska efikasnost procesa, a samim tim i organizacije. Prosečan nivo primene zahteva u okviru procesnog pristupa u organizacijama u uzorku je 75,23%.

U ovom delu istraživanja prosečan broj poena koje su imale organizacije u uzorku je 4,51 (od maksimalnih 6) što pokazuje na sposobnost rukovodstva da identifikuje procese sa značajnim utroškom energije, odnosno mogućnošću za uštedu energije. Odstupanje od srednje vrednosti je 1,52 što ukazuje na različitost u odgovorima, odnosno da postoje razlike u procesnom pristupu menadžmentu energijom, koje nisu značajne.

Na slici 5.23 se vidi stepen primenljivosti procesnog pristupa menadžmentu energijom u organizacijama u uzorku. Potpuna primenljivost procesnog pristupa je zastupljena kod 32,43% organizacija u uzorku, dok nepostojanje procesnog pristupa je zabeleženo kod 2,7% ispitanih organizacija.



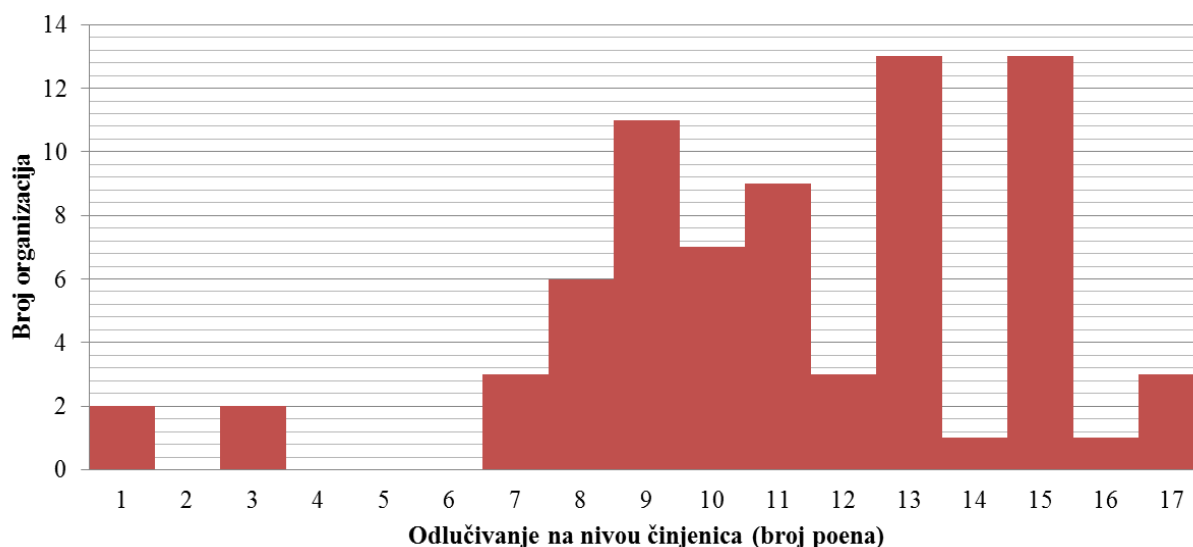
Slika 5.23 - Procesni pristup u menadžmentu energijom u organizacijama u uzorku

Što se tiče procesnog pristupa upravljanju energijom, 83,78% organizacija u uzorku poznaje i može da identifikuje procese u svojoj organizaciji koji značajno utiču na potrošnju energije. Ovaj podatak je veoma značajan jer pokazuje da je rukovodstvo u ovim organizacijama svesno utroška energije i energetske performanse u pojedinim procesima ili delovima procesa. Takođe ukazuje na spremnost za optimizaciju potrošnje energije, jer identifikacijom značajnih potrošača, mogu se preduzeti određene mere kako bi se postigla željena energetska efikasnost. Na to ukazuje i podatak da 81,08% organizacija u uzorku može da identifikuje procese u kojima je moguće povećati energetska efikasnost. Kako bi mašine, uređaji i aparati u proizvodnom procesu funkcionisali bez nepotrebnih gubitaka i na pravilan način, neophodno je poštovati sva uputstva za upotrebu, održavanje, servisiranje. S tim u vezi, 60,81% organizacija u uzorku ima jasno definisane procedure vezane za rad i održavanje opreme, a naročito u energetske značajnim procesima, tj. u procesima koji značajno doprinose potrošnji odnosno korišćenju energije.

Odlučivanje na osnovu činjenica je deo CHECK faze modela energetske menadžmenta prema ISO 50001. Takođe, odlučivanje na osnovu činjenica je jedan od osam principa menadžmenta kvalitetom.

Kako bi rukovodstvo odlučivalo na osnovu činjenica, treba da postoji razvijen sistem prikupljanja podataka i njihove obrade, tako da mogu biti raspoloživi za poređenje, analizu i predviđanje. Raspoloživost podataka omogućava predviđanje i proaktivno reagovanje na probleme, nasuprot reaktivnom delovanju prilikom ili nakon nastanka problema. Organizacije u uzorku su u ovom delu istraživanja dale vrlo pozitivne odgovore. Naime, prosečan nivo primene koji se odnosi na odlučivanje na osnovu činjenica je 63,51%. Prosečan broj poena koji su organizacije iz uzorka dobile u okviru grupe pitanja koja se odnose na odlučivanje na osnovu činjenica, reaktivnog ili proaktivnog delovanja u sistemu menadžmenta energijom je 10,16 (od maksimalnih 16), što navodi da više od polovine organizacija u uzorku razmatra podatke o energetske performansi i na osnovu njih odlučuje i planira dalje aktivnosti, a sve sa ciljem eliminacija neusaglašenosti.

Odstupanje od srednje vrednosti je 3,48, što navodi da među ispitanim organizacijama postoje velike razlike po ovom kriterijumu. Prosečan nivo primene ove grupe zahteva je 63,51%. Sa histograma na slici 5.24 se vidi da 2,7% organizacija u uzorku ne primenjuje u potpunosti podatke o energetske performansi sistema, dok 4,05% organizacija u uzorku ima potpunu primenjenost ovakve prakse. Dobijeni podaci ukazuju na neophodnost da se energetske menadžeri edukuju po pitanju primene tehnika i alata za prikupljanje, obradu podataka i izradu trendova i analize predviđanja, koje bi za rukovodstvo kompanije bile jednostavne za korišćenje, na osnovu kojih bi trebalo da donose važne poslovne odluke i da se određene aktivnosti planiraju i uključe u strateški plan organizacije.



Slika 5.24 - Odlučivanje na osnovu činjenica, reaktivno i proaktivno delovanje organizacija u uzorku

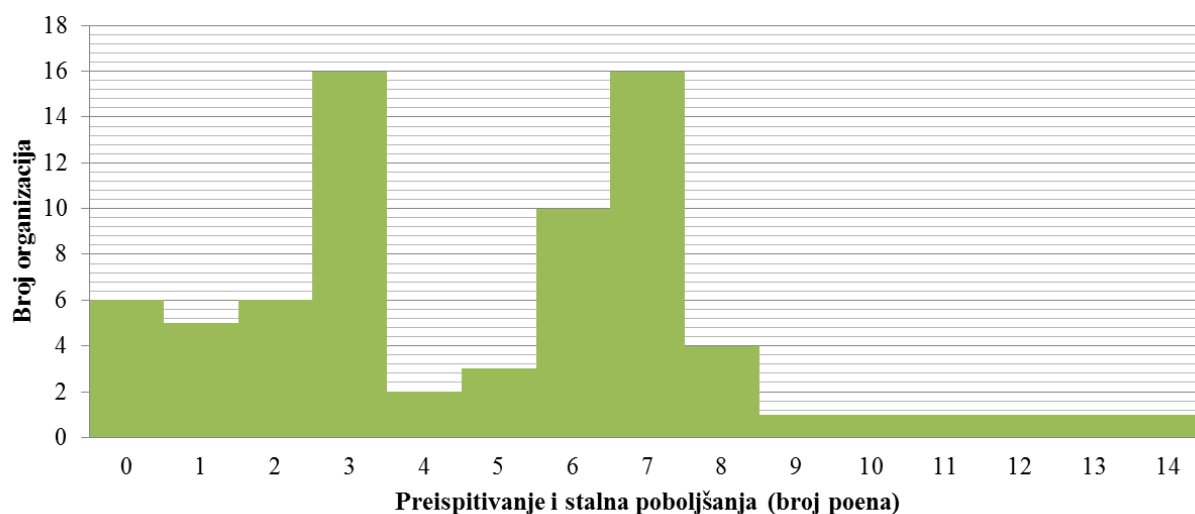
U ovom delu istraživanja organizacije su dale pojedinačne odgovore. Dosta je značajan podatak da 87,16% organizacija u uzorku zna i može da identifikuje najveće potrošače u svojoj organizaciji. To se odnosi na konkretno postrojenje, deo postrojenja, opremu, sistem, proces, deo procesa ili značajan podproces. Međutim, ne tako ohrabrujuć podatak je da svega 52,7% organizacija u uzorku određuje trenutne energetske performanse postrojenja, instalisane opreme, sistema ili procesa, kako bi na taj način mogle da identifikuju značajne potrošače energije. Što se tiče predviđanja troškova, čak 72,97% organizacija u uzorku, na osnovu svoje potrošnje i unapred zadatih planova i ciljeva, može da proceni potrošnju energije za budući period, kao i troškove koji ih očekuju. U samo 60,14% organizacija se vrši identifikacija i određuju prioriteta koji se odnose na mogućnosti za poboljšanje energetske performansi organizacije. Takođe, 75,68% organizacija u uzorku prate razvoj novih uređaja, sistema, proizvodnih linija koje imaju bolje energetske performanse. Svega 60,14% organizacija u uzorku ima zaposlenog koji se na bilo koji način bavi praćenjem, evidentiranjem i izveštavanjem o energetske potrošnji i uštedi energije.

Više od polovine organizacija u uzorku, tj. 60,14%, ima evidenciju o svim značajnim akcidentnim stanjima ili devijacijama koje se odnose na odstupanje očekivane potrošnje energije, kao i razlozima zbog kojih se to i dešava. Takođe, očekivani podatak je da samo 39,19% organizacija u uzorku ima evidenciju o potrošnji energije za izradu jednog proizvoda iz asortimana. Ovaj podatak se odnosi na učešće utroška energije u ceni proizvoda ili usluge.

Preispitivanje i stalna poboljšanja predstavljaju osnovu ACT faze modela energetskog menadžmeta prema standardu ISO 50001. Interne provere sistema menadžmenta energijom i preispitivanja koja vrši rukovodstvo su prilika za utvrđivanje trenutne situacije u pogledu energetske performanse organizacije i njenog sistema menadžmenta energijom, kao i za razmatranje mogućih načina za poboljšanje.

Prosečan broj poena koje su organizacije u uzorku dobile u okviru grupe pitanja koja se tiče preispitivanja i stalnih poboljšanja sistema menadžmenta energijom je 4,88 (od maksimalnih 14), što dovodi do zaključka da mali broj organizacija preispituje sistem menadžmenta energijom i primenjuje stalna poboljšanja u okviru upravljanja energijom. Standardno odstupanje od srednje vrednosti je 3,16, što ukazuje da među organizacijama postoje velikee razlike što se tiče stavova i datih odgovora. Prosečan nivo primene sistema menadžmenta energijom u vezi sa ovim zahtevom je 34,85%.

Na slici 5.25 se vidi distribucija prikupljenih odgovora. Sa histograma se može uočiti da samo jedna organizacija u uzorku u potpunosti preispituje podatke o energetskim performansama sistema i na osnovu njih realizuje stalna poboljšanja (1,35% ispitanog uzorka), dok čak 8,11% uopšte ne primenjuje preispitivanje i poboljšanja.



Slika 5.25 - Preispitivanje i stalna poboljšanja menadžmenta energijom u organizacijama u uzorku

Što se tiče pojedinačnih odgovora, 31,08% organizacija u uzorku vrši preispitivanje od strane rukovodstva vezano za upravljanje energijom (potrošnjom, uštedom, povećanjem energetske efikasnosti), dok čak 55,41% organizacija definišu korektivne akcije i/ili planove vezane za trenutni problem potrošnje energije na kvartalnom i/ili godišnjem nivou.

Što se tiče preventivnih mera, akcija i/ili planova vezanih za menadžment energijom 45,95% organizacija u uzorku prepoznaje njihovo definisanje kao veoma važno i to primenjuje u određenom vremenskom periodu. Međutim, 29,05% organizacija u uzorku smatra da mišljenje njihovih potrošača/korisnika usluga se ne formira na osnovu racionalne upotrebe energije u okviru svoje organizacije, što jeste zabrinjavajući podatak u vezi sa podizanjem svesti kupaca, odnosno korisnika usluga, kao i podatak da 22,97% organizacija smatra da je ušteda energije u procesnim aktivnostima u direktnoj vezi sa ispunjavanjem zadovoljstva, odnosno očekivanja potrošača/korisnika usluga.

Organizacije u uzorku su se u velikoj većini izjasnile da ne angažuju nezavisne proveravače za interne provere sistema menadžmenta energijom, a svega 10,81% organizacija angažuje eksterne eksperte za energetske audit. Nešto manje od polovine organizacija u uzorku, tačnije 48,65% se izjasnilo da rukovodstvo u planovima za naredni period definiše akcije, koje će poboljšati proces proizvodnje/pružanja usluga u pogledu menadžmenta energijom.

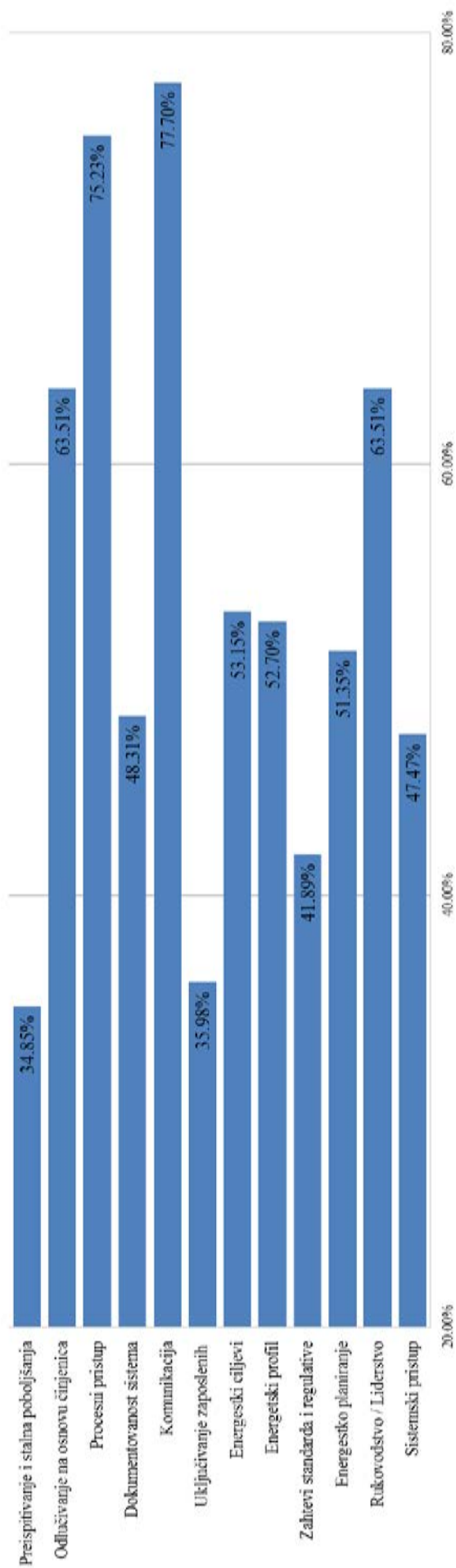
Analiza rezultata istraživanja primene sistema menadžmenta energijom pokazuje da se nivo njegove primene u organizacijama u uzorku, posmatrajući primenu zahteva međunarodnog standarda ISO 50001, kreće od 0 do 98 poena, što je ujedno i maksimalni broj poena koji su organizacije mogle da dobiju, računajući sve prikazane grupe pitanja. Prosečan broj poena koji su organizacije u uzorku dobile je 51,96. Na osnovu toga se može zaključiti da je primena zahteva za sistem menadžmenta energijom u organizacijama u uzorku nešto veća od polovine, što se može smatrati zadovoljavajućim. Prosečan nivo primene, ukoliko se posmatra celokupno istraživanje, je 53,02%.

U tabeli 5.2 su prikazani zbirni rezultati. Žutom bojom su označeni zahtevi kod kojih je uočena najmanja primena, dok su sa ljubičastom bojom označeni zahtevi sa najvećom primenom. Organizacije u uzorku uglavnom imaju primenjen sistemski pristup menadžmentu energijom, pokazuju spremnost rukovodstva za primenu ovog sistema menadžmenta, koje je takođe spremno da na osnovu rezultata donosi odluke vezane za sistem menadžmenta energijom. Međutim, energetske planiranje gotovo da nije ni zastupljeno u strateškom planiranju kompanija koje su uzele učešće u istraživanju. Dokumentovani sistem, kao i uključivanje zaposlenih gotovo i da ne postoji, samim tim nema ni energetske politike, koja bi jasno definisala pravce razvoja sistema menadžmenta energijom, kao i preispitivanja sistema i primene mera poboljšanja.

Tabela 5.2 - Zbirni rezultati primene sistema menadžmenta energijom u organizacijama u uzorku

	GRUPA ZAHTEVA	PROSEK POENA	STANDARDNA DEVIJACIJA POENA	MINIMUM POENA	MAKSIMUM POENA	% POTPUNE PRIMENLJIVOSTI	% POTPUNE NEPRIMENLJIVOSTI	PROSEČAN NIVO PRIMENE
PLAN	Sistemski pristup	3.80	3.00	0	8	13.51%	21.62%	47.47%
	Rukovodstvo / Liderstvo	3.81	1.80	0	6	20.27%	6.76%	63.51%
	Energestko planiranje	3.08	1.61	0	6	12.16%	6.76%	51.35%
	Zahtevi standarda i regulative	1.68	1.39	0	4	12.16%	32.43%	41.89%
	Energestski profil	7.38	2.84	0	14	2.70%	1.35%	52.70%
	Energestki ciljevi	3.19	1.88	0	6	18.92%	9.46%	53.15%
DO	Uključivanje zaposlenih	2.88	2.05	0	8	2.70%	20.27%	35.98%
	Komunikacija	4.66	1.45	0	6	33.78%	2.70%	77.70%
	Dokumentovanost sistema	1.93	1.29	0	4	13.51%	17.57%	48.31%
	Procesni pristup	4.51	1.52	0	6	32.43%	2.70%	75.23%
CHECK	Odlučivanje na osnovu činjenica	10.16	3.48	0	16	4.05%	2.70%	63.51%
ACT	Preispitivanje i stalna poboljšanja	4.88	3.16	0	14	1.35%	8.11%	34.85%

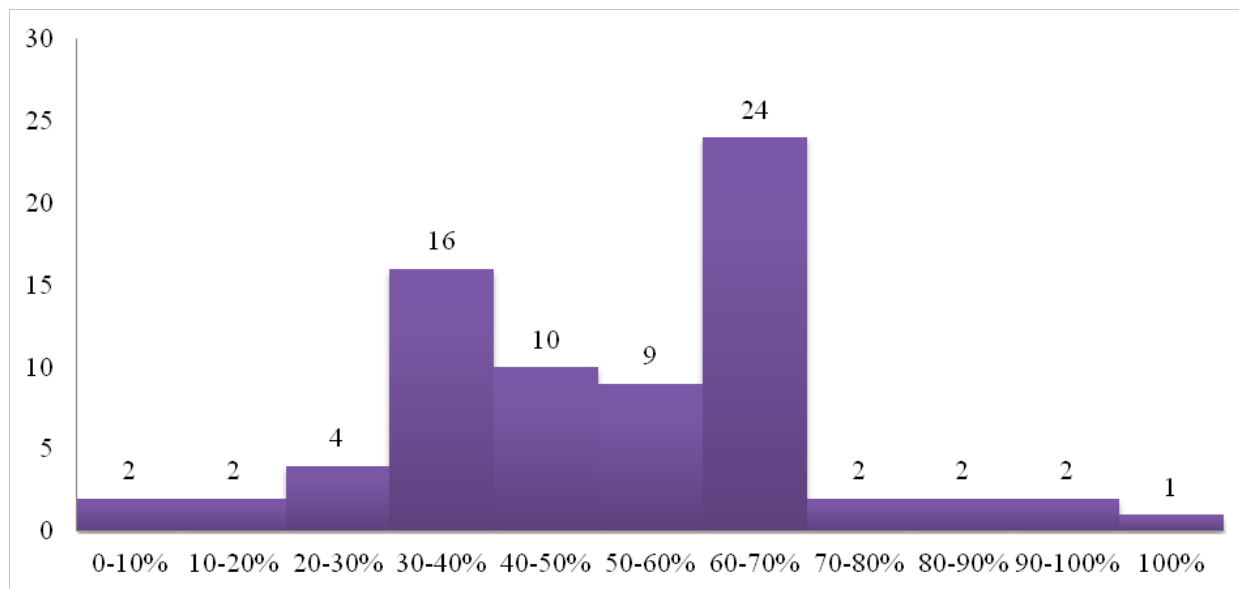
Kako bi se rezultati prikazali na skali od 0-100%, u narednoj analizi su korišćeni podaci o procentu primene zahteva za sistem menadžmenta energijom, koji su proračunati na osnovu dobijenih poena. Prema tome, nivo primene zahteva se kreće od 0% do 100%, dok je srednja vrednost je 53,02%. Na slici 5.26 se mogu videti rezultati analize.



Slika 5.26 – Procenat primene pojedinačnih zahteva za sistem menadžmenta energijom u organizacijama u uzorku

Sa histograma na slici 5.27 može se zaključiti da 45,95% organizacija u uzorku ima nivo primene zahteva za sistem menadžmenta energijom ispod proseka, dok je procenat organizacije koje se nalaze iznad proseka 54,05%.

Dakle, bez obzira na ohrabrujuće rezultate, više je organizacija u uzorku koje se nalaze iznad proseka primene zahteva za sistem menadžmenta energijom. Potpuna primena zahteva za sistem menadžmenta energijom je utvrđena samo u jednoj organizaciji u uzorku, dok 2,7% ispitanih organizacija ima zabeležen putpunu neprimenljivost zahteva za menadžmentom energijom.



Slika 5.27 – Procenat primene sistema menadžmenta energijom u organizacijama u uzorku

Slična, ali potpunija istraživanja o primeni mera menadžmenta energijom su vršena i u Danskoj, gde se navodi da samo 3-14% organizacija primenjuje mere menadžmenta energijom [118]. Takođe, u Švedskoj je utvrđen nivo primene od 25-40% [119], dok u je Turskoj nivo primene mera menadžmenta energijom 22% [120].

Na osnovu podataka koje se odnose na organizacije u Srbiji, slično istraživanje je realizovano u radu [70], gde rezultati upućuju da je procenat organizacija koje primenjuju mere menadžmenta energijom oko 23%. Rezultati analize ukazuju da je svega 2,7% organizacija u uzorku koje primenjuju mere menadžmenta energijom (90-100% primene zahteva).

Potpuna primena zahteva za sistem menadžmenta energijom je utvrđena samo u jednoj organizaciji u uzorku.

U ovom istraživanju nije korišćen isti model kao u navedenim radovima za ocenu nivoa primene zahteva za menadžment energijom, tako da su dobijeni podaci mogu samo orjentaciono uporediti.

5.5 Primena sistema menadžmenta energijom u Srbiji prikazana kroz PDCA ciklus

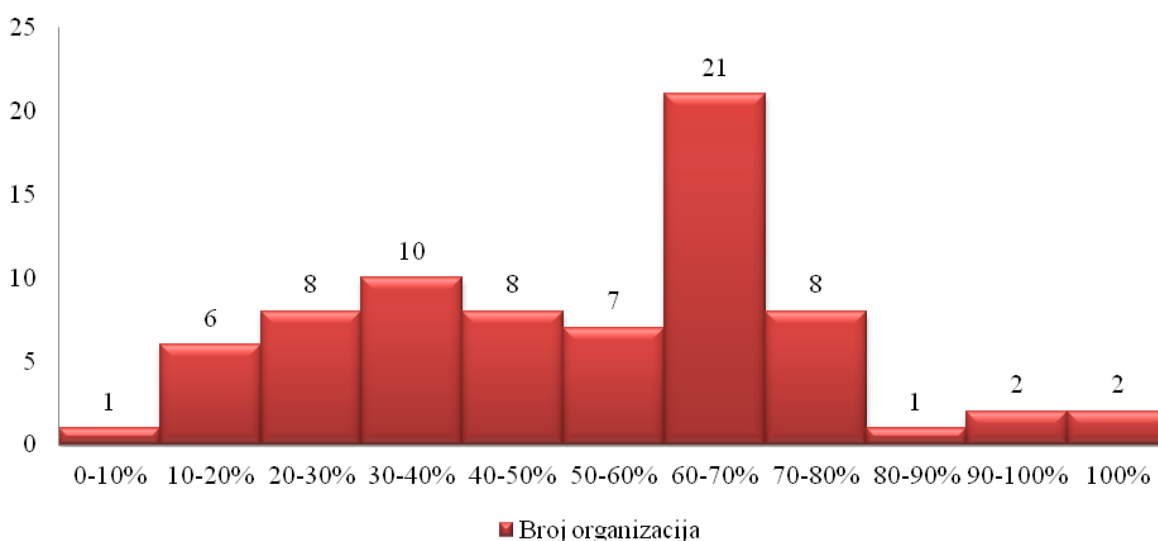
S obzirom da je standard ISO 50001 zasnovan na PDCA ciklusu, neophodno je dati prikaz nivoa primene zahteva za sistem menadžmenta energijom u organizacijama u Srbiji, kada se oni posmatraju zahtevi kroz PDCA ciklus.

U skladu sa standardom ISO 50001 i prema datom modelu PDCA ciklusa, u upitniku su zastupljene grupe pitanja koje se mogu grupisati na sledeći način:

1. **Plan:** - Sistemski pristup menadžmentu energijom;
- Rukovodstvo/liderstvo u menadžmentu energijom;
- Energetsko planiranje;
- Zahtevi standarda i regulative;
- Energetski profil;
- Energetski ciljevi;
2. **Do:** - Uključivanje zaposlenih;
- Komunikacija;
- Dokumentacioni sistem;
- Procesni pristup;
3. **Check:** - Odlučivanje na osnovu činjenica;
4. **Act:** - Preispitivanje i stalna poboljšanja.

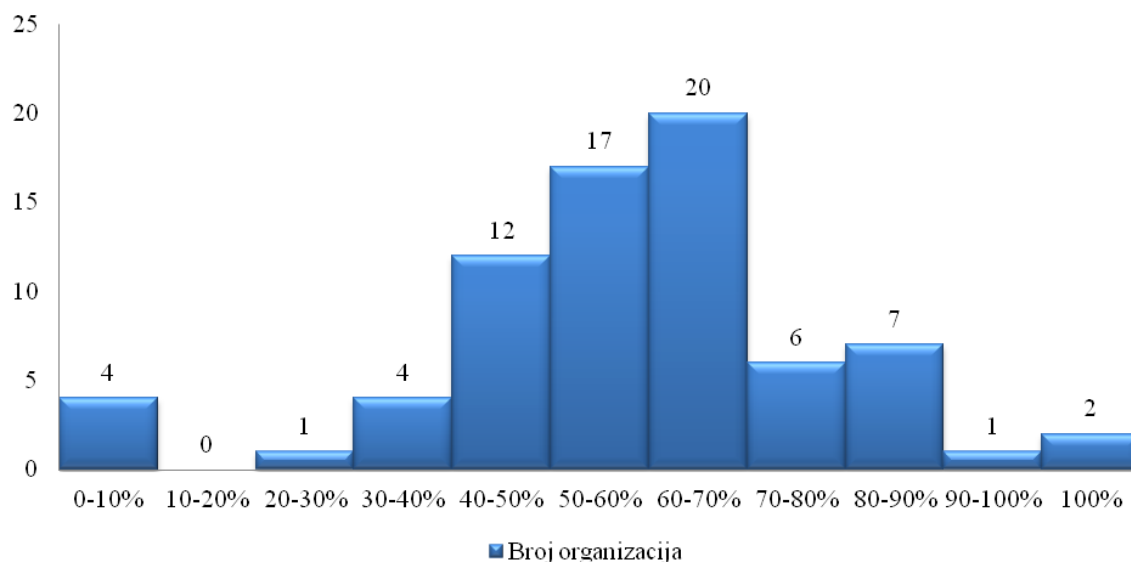
Na slici 5.28 dat je prikaz primene PLAN faze u organizacijama u uzorku u Srbiji. Potpuna primena planiranja energetskog menadžmenta je prisutna u samo 2,7% organizacija u uzorku, a ne postoji organizacija koja ne primenjuje bar neku fazu od aktivnosti iz PLAN faze. Prosečna primena PLAN faze u organizacijama u uzorku je 52,12%, što znači da se planiranje menadžmenta energijom ipak vrši, ali nepotpuno i još uvek je nedovoljno prisutno.

Sa histograma na slici 5.28 može se uočiti da 44,59% organizacija u uzorku ima nivo primene zahteva za sistem menadžmenta energijom u PLAN fazi ispod proseka, dok je procenat organizacije koje se nalaze iznad proseka 55,4%. Može se zaključiti da većina organizacija u uzorku se nalazi iznad proseka primene zahteva PLAN faze za sistem menadžmenta energijom. Potpuna primena zahteva za sistem menadžmenta energijom je utvrđena u 2,7% organizacija u uzorku, dok samo jedna organizacija u istraživanju ima zabeleženu potpunu neprimenljivost zahteva za menadžment energijom.



Slika 5.28 – Primena PLAN faze u organizacijama u uzorku

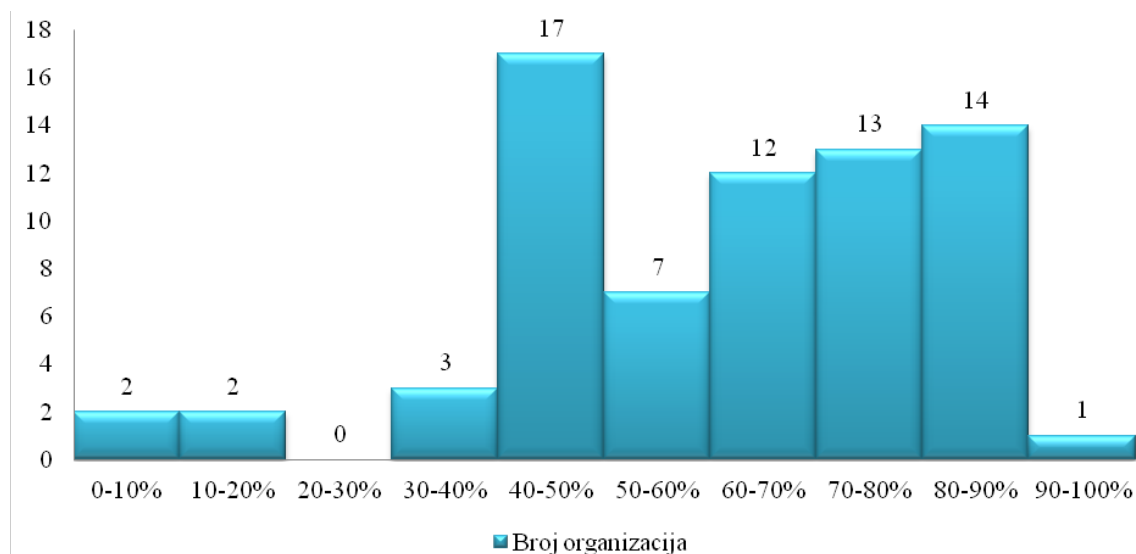
Na slici 5.29 prikazana je primena DO faze u organizacijama u uzorku. Potpuna primena aktivnosti sistema menadžmenta u ovoj fazi postoji u 2,7% ispitanih organizacija. Prosečna primena DO faze u organizacijama u uzorku je 58,28%, što ukazuje da je realizacija procesa za menadžment energijom na relativnom niskom nivou, sa mogućnošću za poboljšanje. Može se uočiti da 28,38% organizacija u uzorku ima nivo primene zahteva za sistem menadžmenta energijom u DO fazi ispod proseka, dok je procenat organizacija koje se nalaze iznad proseka čak 71,62%. Gotovo da se više od 2/3 organizacija nalazi iznad proseka primene zahteva DO faze sistema menadžmenta energijom.



Slika 5.29 – Primena DO faze u organizacijama u uzorku

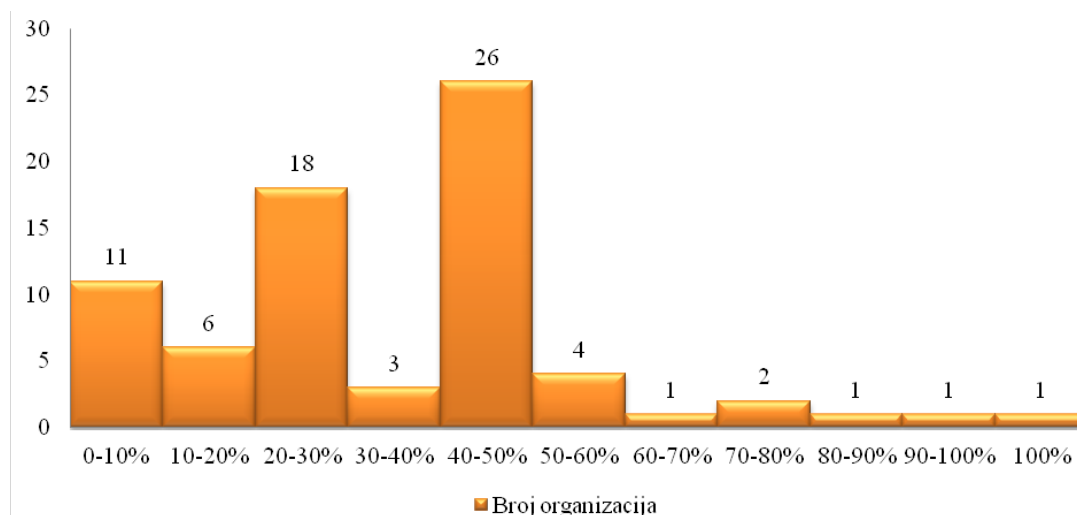
Slika 5.30 prikazuje primenu CHECK faze u organizacijama u uzorku. Potpuno praćenje funkcionisanja i efekata sistema menadžmenta energijom je prisutno u svega 4,05% organizacija koje su učestvovala u istraživanju, a veoma niska primena je prisutna u 2,07% organizacija.

Primena CHECK faze u organizacijama u uzorku je 63,51%, što pokazuje da kontrolisanje i praćenje procesa menadžmenta energijom postoji, ali ne u dovoljnoj meri. Sa histograma se može pratiti da 32,43% organizacija u uzorku ima nivo primene zahteva za sistem menadžmenta energijom u CHECK fazi ispod proseka, dok je procenat organizacija koje se nalaze iznad proseka 67,57%. Takođe više od 2/3 organizacija u uzorku se nalazi iznad proseka primene zahteva faze provere, praćenja funkcionisanja i efekta sistema menadžmenta energijom.



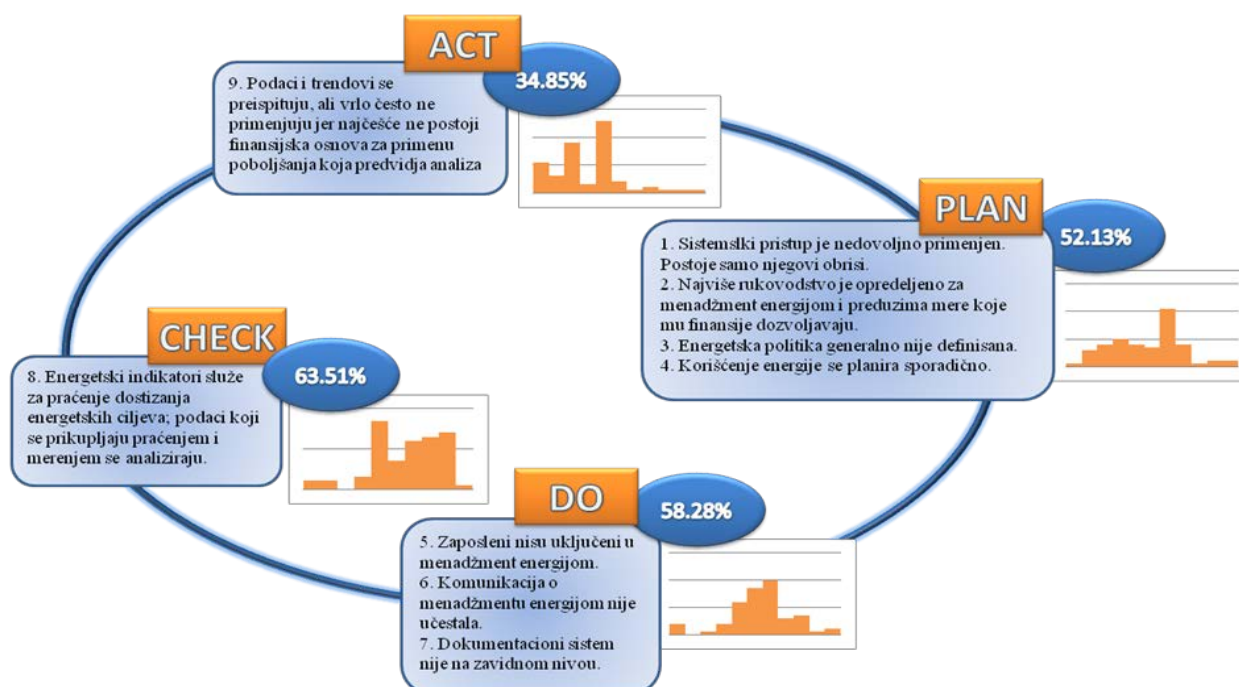
Slika 5.30 – Primena CHECK faze u organizacijama u uzorku

Na slici 5.31 je dat prikaz ACT faze u organizacijama u uzorku. Potpuno preispitivanje i poboljšanje sistema menadžmenta energijom je prisutno samo u jednoj organizaciji u uzorku, a dok je veoma niska primena ove faze prisutna u 14,86% organizacija. Prosečna primena ACT faze u organizacijama u uzorku je 34,85%, što ukazuje da je preispitivanje i poboljšanje sistema menadžmenta energijom nedovoljno prisutno u organizacijama i da je neophodno dalja preispitivanja usmeriti na ovu fazu. Što se tiče distribucije ispitanih organizacija, nivo primene zahteva za sistem menadžmenta energijom u ACT fazi je ispod proseka u čak 86,49% datog uzorka, dok je procenat organizacija koje se nalaze iznad proseka svega 13,51%. Ovo je situacija koja se dosta razlikuje od ostalih faza PDCA ciklusa. Upravo u ovoj fazi je neophodno uložiti dodatne napore, kako bi se organizacijama približili zahtevi preispitivanja i poboljšanja sistema menadžmenta energijom i time zaokružili u potpunosti PDCA ciklus.



Slika 5.31 – Primena ACT faze u organizacijama u uzorku

Prema dobijenim podacima se može zaključiti da su poboljšanja u organizacijama na visokom nivou, ukoliko se poredi sa primenom ostalih koraka PDCA ciklusa. Na osnovu prikupljenih i analiziranih podataka, prosečna organizacija u Srbiji se po primeni sistema menadžmenta energijom, koji je prikazan kroz PDCA ciklus, može okarakterisati kao na slici 5.32.



Slika 5.32 - Primena sistema menadžmenta energijom u organizacijama u Srbiji po PDCA ciklusu

6. TESTIRANJE HIPOTEZA I ZAKLJUČCI EKSPERIMENTALNOG ISTRAŽIVANJA

6.1 Testiranje hipoteza

OH₁: Organizacije u Srbiji primenjuju prakse menadžmenta energijom.

Standard SRPS ISO 50001 je objavljen u Srbiji 25. 07. 2012. godine [53]. Standard ISO 50001 je najznačajni standard za menadžment energijom, primenjiv je za sve vrste organizacija koje uspostave i primenjuju sistem prema njegovim zahtevima, nezavisno od njihove delatnosti i veličine. Sertifikaciju sistema menadžmenta energijom obavljaju ovlašćena, nezavisna sertifikaciona tela. Primena ISO 50001 omogućava organizacijama povećanje energetske efikasnosti, smanjenje troškova i umanjeње negativnog uticaja na životnu sredinu. Na osnovu podataka Međunarodne organizacije za standardizaciju (*eng. International Organization for Standardization - ISO*) [121] može se pratiti trend sertifikovanih kompanija za sistem menadžmenta energijom prema ISO 50001 u Srbiji (tabela 6.1), kao i povećanje broja sertifikovanih postrojenja u Srbiji (tabela 6.2). Takođe, prema dostupnim podacima, može se videti i koje su kompanije među prvima dobile sertifikat prema SRPS ISO 50001 [122]: JP „Transnafta“ Pančevo, „Energotehnika - Južna Bačka d.o.o.“ Novi Sad i „Elektrovat d.o.o.“ Čačak i Beograd.

Delatnost javnog preduzeća „Transnafta“ je transport nafte naftovodom na trasi od Dunava na granici sa Republikom Hrvatskom do Pančeva, u ukupnoj dužini od 154,4 km. Obim sertifikacije preduzeća je transport nafte naftovodima, a sertifikat za sistem menadžmenta energijom pema ISO 50001:2011 traje zahvaljujući kontinuiranom funkcionisanju sistema od 2013. godine.

Preduzeće „Elektrovat d.o.o.“ poseduje sertifikat za sistem menadžmenta energijom pema ISO 50001:2012 od januara 2014. godine, izdat na period važenja od 3 godine od strane društva za sertifikaciju i nadzor sistema kvaliteta „JUQS“ iz Beograda u obimu sertifikacije - proizvodnja opreme za TV studija, proizvodnja scenske mehanike za pozorišta, proizvodnja elektro razvodnih ormana, proizvodnja srednje naponskih postrojenja, proizvodnja električne energije, projektovanje i zastupanje stranih firmi, merenje, inženjering i izvođenje radova u oblasti jake i slabe struje.

Privatno preduzeće „Energotehnika - Južna Bačka d.o.o.“ realizuje projekte iz oblasti termoelektrike, nafte i gasa. Sertifikat za sistem menadžmenta energijom pema ISO 50001:2011 ovom preduzeću izdat je decembra 2013. godine, za područje primene proizvodnje, izgradnje i održavanja energetskih objekata i trgovinu na veliko.

Tabela 6.1 - Broj sertifikovanih kompanija prema zahtevima sistema menadžmenta energijom u Srbiji [121]

Godina	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Republika Srbija		2	3	9	21	57	39	73

Tabela 6.2 - Broj postrojenja sertifikovanih prema ISO 50001 u Srbiji [121]

Godina	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Republika Srbija		0	2	6	20	44		69

Na osnovu istraživanja koje je realizovano, može se zaključiti da organizacije primenjuju zahteve standarda SRPS ISO 50001, iako ni jedna od organizacija iz uzorka nema sertifikovan sistem menadžmenta energijom.

Rezultati istraživanja pokazuju da organizacije primenjuju zahteve za sistem menadžmenta energijom u značajnoj meri nego što to i znaju. Naime, prosek primene zahteva za celokupan sistem menadžmenta energijom je 53,02%. Prosek odgovora na pitanja o primeni sistemskog pristupa iznosi 47,47%. Prema tome, može se primetiti da je potrebno uložiti posebne napore ka informisanju i razvoju svesti, edukaciji i obuci zaposlenih koji se nalaze na rukovodećim pozicijama u industriji, o tome šta predstavljaju zahtevi za sistem menadžmenta energijom. Prema tome, može se potvrditi opšta hipoteza OH_1 ovog istraživanja, da organizacije u Srbiji primenjuju prakse menadžmenta energijom.

OH₂: U Srbiji su prakse menadžmenta energijom primenjene u manje od 30% organizacija.

Kako bi se mogla razmatrati postavljena hipoteza, neophodno je sagledati kakva je primena sistema menadžmenta i u ostalim zemljama. Slična, ali potpunija istraživanja o primeni mera menadžmenta energijom su izvršena i u Danskoj, gde se navodi da samo 3-14% organizacija primenjuje mere menadžmenta energijom [118]. Takođe, u Švedskoj je utvrđen nivo primene od 25-40% [119], dok u Turskoj je nivo primene mera menadžmenta energijom 22% [120]. Rezultati analize ukazuju da je svega 4,05% organizacija u uzorku koje primenjuju mere menadžmenta energijom (90-100% primene zahteva). Potpuna primena zahteva za sistem menadžmenta energijom nije utvrđena ni u jednoj organizaciji u uzorku.

U ovom istraživanju nije korišćen isti model kao u navedenim radovima za ocenu nivoa primene zahteva za menadžment energijom, tako da su dobijeni podaci orijentaciono uporedivi. Na osnovu podataka koji su dobijeni, može se zaključiti da je i ova hipoteza potvrđena.

PH₁: Organizacije koje imaju uspostavljene sisteme menadžmenta, u većoj meri primenjuju zahteve za sistem menadžmenta energijom

Prema dostupnim podacima, koji su prikupljeni u ovom istraživanju, može se vršiti uporedna analiza primene zahteva za sistem menadžmenta energijom za svaku od organizaciju u uzorku, kao i prikupljeni podaci koji se odnose na već sertifikovane sisteme menadžmenta. Od organizacija u uzorku ni jedna nema sertifikovan sistem menadžmenta energijom. U tabeli 6.3 dat je uporedni prikaz prosečnog nivoa primene zahteva za sistem menadžmenta energijom za svaku od organizacija koje su učestvovala u istraživanju, sa vrednostima za primenu zahteva koji se odnose na svaku od faza PDCA ciklusa. Na samom kraju dat je i pregled sertifikovanih sistema menadžmenta koji organizacije poseduju (svaka od organizacija je u opštem delu upitnika mogla da selektuje jedan ili više sistema menadžmenta koji ima primenjen i sertifikovan). Takođe, uporedni prikaz ovih podataka je dat i na slikama 6.1 i 6.2.

Kako bi se dokazala ova hipoteza korišćen je *Mann-Whitney U test* za podatke organizacija u uzorku. Ispitivan je uticaj primene i sertifikacije sistema menadžmenta kvalitetom i životnom sredinom na nivo primene zahteva za sistem menadžmenta energijom. Organizacije koje imaju uveden sistem menadžmenta kvalitetom (uzorak sa medianom $M_d = 62\%$, $n = 52$) u većoj meri primenjuju zahteve menadžmenta energijom, za razliku od organizacija koje nemaju taj sistem (Uzorak sa medianom $M_d = 38\%$, $n = 22$), test vrednost $Z = 3.70718$ i nivo značajnosti $p = 0.0002$.

Ispitan je i uticaj za svaku od faza PDCA modela menadžmenta energijom. Organizacije koje imaju primenjen sistem menadžmenta kvalitetom imaju veći stepen primene zahteva za sistem menadžmenta energijom u PLAN fazi (uzorak sa medianom $M_d = 61\%$, $n = 52$), za razliku od organizacija koje nemaju primenjen sistem menadžmenta kvalitetom (Uzorak sa medianom $M_d = 30\%$, $n = 22$, test vrednost $Z = 3.80356$ i nivo značajnosti $p = 0.0014$).

U fazi DO (uzorak sa medianom $M_d = 63\%$, $n = 52$), za razliku od organizacija koje nemaju sistem sistem menadžmenta kvalitetom (Uzorak sa medianom $M_d = 50\%$, $n = 22$, test vrednost $Z = 2.74987$ i nivo značajnosti $p = 0.00596$).

U CHECK fazi (Uzorak sa medianom $M_d = 75\%$, $n = 52$), za razliku od organizacija koje nemaju sistem sistem menadžmenta kvalitetom (uzorak sa medianom $M_d = 50\%$, $n = 22$, test vrednost $Z = 3.30884$ i nivo značajnosti $p = 0.00084$).

I u ACT fazi (Uzorak sa medianom $M_d = 43\%$, $n = 52$), za razliku od organizacija koje nemaju sistem sistem menadžmenta kvalitetom (Uzorak sa medianom $M_d = 14\%$, $n = 22$, test vrednost $Z = 3.30884$ i nivo značajnosti $p = 0.00094$).

Veća primena zahteva za sistem menadžmenta energijom je prisutna u organizacijama koje imaju sertifikovan menadžment kvalitetom, to se može uočiti i po nivou primene zahteva za menadžment energijom i po PDCA fazama. Najviše se to uočava u PLAN fazi, fazi planiranja primene zahteva, dok je ta razlika najmanje uočljiva u DO fazi, fazi primene zahteva.

Slična analiza putem *Mann-Whitney U testa* se može primeniti na uzorak kako bi se ispitalo uticaj primene sertifikacije i primene sistema menadžmenta životnom sredinom na nivo primene zahteva za menadžment energijom. Naime, rezultati *Mann-Whitney U testa* pokazuju da organizacije koje imaju uveden sistem menadžmenta životnom sredinom prema ISO 14001 (Uzorak sa medianom $M_d = 67\%$, $n = 42$) u većoj meri primenjuju zahteve za menadžment energijom, za razliku od organizacija koje nemaju navedeni sistem (Uzorak sa medianom $M_d = 39\%$, $n = 32$, test vrednost $Z = 4.85548$ i nivo značajnosti $p = 0.00001$).

Ispitan je takođe i uticaj za svaku od faza modela menadžmenta energijom.

Organizacije koje imaju uveden sistem menadžmenta životnom sredinom imaju veću primenu zahteva za menadžment energijom u PLAN fazi (Uzorak sa medianom $M_d = 68\%$, $n = 42$), za razliku od organizacija koje nemaju sistem menadžmenta životnom sredinom (Uzorak sa medianom $M_d = 34\%$, $n = 32$, test vrednost $Z = 4.36069$ i nivo značajnosti $p = 0.00001$).

U fazi DO organizacije koje poseduju sertifikat prema ISO 14001 (Uzorak sa medianom $M_d = 67\%$, $n = 42$), za razliku od organizacija koje nemaju sistem sistem menadžmenta životnom sredinom (Uzorak sa medianom $M_d = 54\%$, $n = 32$, test vrednost $Z = 4.38788$ i nivo značajnosti $p = 0.00001$).

U CHECK fazi (Uzorak sa medianom $M_d = 75\%$, $n = 42$), za razliku od organizacija koje nemaju sistem sistem menadžmenta životnom sredinom (Uzorak sa medianom $M_d = 50\%$, $n = 32$), test vrednost $Z = 3.34096$ i nivo značajnosti $p = 0.00084$).

I u ACT fazi (Uzorak sa medianom $M_d = 43\%$, $n = 42$), za razliku od organizacija koje nemaju sistem sistem menadžmenta životnom sredinom (Uzorak sa medianom $M_d = 21\%$, $n = 32$), test vrednost $Z = 3.15906$ i nivo značajnosti $p = 0.00158$).

Veća primena zahteva za menadžment energijom je prisutna u organizacijama koje imaju sertifikovan sistem menadžmenta životnom sredinom, to se može uočiti i po nivou primene zahteva za menadžment energijom i u PDCA fazama. Najviše se to uočava u PLAN fazi, fazi planiranja primene zahteva, dok najmanje je ta razlika uočljiva u DO fazi, fazi primene zahteva.

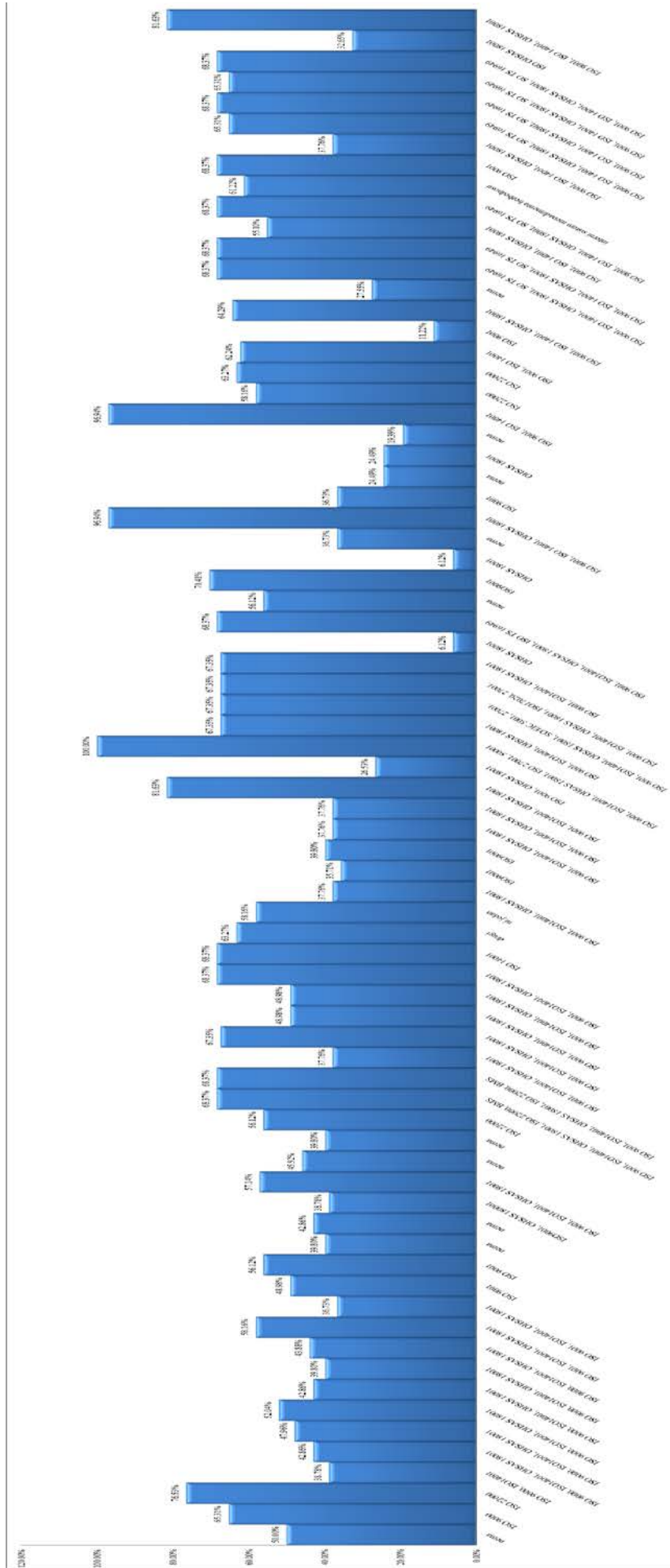
Na osnovu prikupljenih i obrađenih podataka može se zaključiti da organizacije koje imaju primenjen i sertifikovan sistem menadžmenta kvalitetom (ISO 9001), životnom sredinom (ISO 14001) i bezbednošću i zdravljem na radu (OHSAS 18001) istovremeno imaju prosečan nivo primene zahteva za menadžment energijom preko 30%. Jedanaest organizacija u uzorku nema primenjen ni jedan sistem menadžmenta i prosečan nivo primene zahteva za menadžment energijom je od 0,00% do 57,14%. Takođe, dve organizacije imaju prosečan nivo primene zahteva za menadžment energijom manji od 10% i one imaju primenjen samo sistem menadžmenta kvalitetom (ISO 9001). U organizacijama koje imaju sertifikovan sistem

menadžmenta životnom sredinom (ISO 14001) je evidentan viši nivo primene zahteva za sistem menadžmenta energijom. Nivo uticaja je čak viši kada je u pitanju sistem menadžmenta životnom sredinom, nego sistem menadžmenta kvalitetom. Prema tome, na osnovu svega izloženog, može se smatrati da je ova hipoteza potvrđena.

Tabela 6.3 - Pregled primene sistema menadžmenta energijom organizacija u uzorku, sa primenom u PDCA ciklusu sa predgledom sertifikovanih sistema menadžmenta koji poseduju

Org.	Prosečan nivo primene	PLAN	DO	CHECK	ACT	Sertifikovani sistem menadžmenta
1	50.00%	52.27%	45.83%	50.00%	50.00%	nema
2	65.31%	77.27%	54.17%	56.25%	57.14%	ISO 9001
3	76.53%	72.73%	83.33%	75.00%	78.57%	ISO 22000
4	38.78%	34.09%	45.83%	37.50%	42.86%	ISO 9001, ISO14001
5	42.86%	40.91%	33.33%	50.00%	57.14%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
6	47.96%	52.27%	54.17%	56.25%	14.29%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
7	52.04%	50.00%	54.17%	56.25%	50.00%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
8	42.86%	43.18%	41.67%	50.00%	35.71%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
9	39.80%	38.64%	33.33%	50.00%	42.86%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
10	43.88%	43.18%	54.17%	56.25%	14.29%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
11	58.16%	63.64%	62.50%	50.00%	42.86%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
12	36.73%	34.09%	45.83%	62.50%	0.00%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
13	48.98%	47.73%	41.67%	62.50%	50.00%	ISO 9001
14	56.12%	56.82%	58.33%	50.00%	57.14%	ISO 9001
15	39.80%	34.09%	58.33%	62.50%	0.00%	nema
16	42.86%	40.91%	50.00%	50.00%	28.57%	nema
17	38.78%	34.09%	54.17%	62.50%	0.00%	ISO9001, OHSAS 180001
18	57.14%	52.27%	62.50%	68.75%	50.00%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
19	45.92%	54.55%	33.33%	68.75%	14.29%	nema
20	39.80%	34.09%	58.33%	62.50%	0.00%	nema
21	56.12%	56.82%	79.17%	50.00%	21.43%	ISO 22000
22	68.37%	68.18%	70.83%	87.50%	42.86%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, ISO 22000, BMS
23	68.37%	68.18%	70.83%	87.50%	42.86%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, ISO 22000, BMS
24	37.76%	29.55%	58.33%	43.75%	21.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
25	67.35%	68.18%	87.50%	75.00%	21.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
26	48.98%	36.36%	58.33%	75.00%	42.86%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
27	48.98%	36.36%	58.33%	75.00%	42.86%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
28	68.37%	77.27%	70.83%	62.50%	42.86%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
29	68.37%	77.27%	70.83%	62.50%	42.86%	ISO 14001
30	63.27%	70.45%	70.83%	50.00%	42.86%	drugi
31	58.16%	65.91%	62.50%	62.50%	21.43%	nema
32	37.76%	29.55%	58.33%	43.75%	21.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
33	35.71%	27.27%	50.00%	56.25%	14.29%	ISO9001
34	39.80%	36.36%	50.00%	56.25%	14.29%	ISO9001
35	37.76%	29.55%	58.33%	43.75%	21.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
36	37.76%	29.55%	58.33%	43.75%	21.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
37	81.63%	86.36%	83.33%	75.00%	71.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
38	26.53%	20.45%	20.83%	56.25%	21.43%	ISO 9001, OHSAS 18001
39	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, ISO 27001, 50001

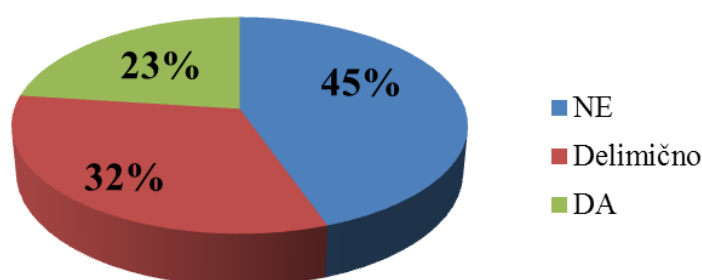
40	67.35%	68.18%	87.50%	75.00%	21.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
41	67.35%	68.18%	87.50%	75.00%	21.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, SO/EIC 5001, 27001.
42	67.35%	68.18%	87.50%	75.00%	21.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, ISO17020, 27001.
43	67.35%	68.18%	87.50%	75.00%	21.43%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001
44	6.12%	11.36%	0.00%	0.00%	7.14%	OHSAS 18001
45	68.37%	68.18%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001, ISO14001, OHSAS 18001, ISO TS 16949
46	56.12%	61.36%	54.17%	75.00%	21.43%	nema
47	70.41%	75.00%	62.50%	81.25%	57.14%	ISO9001
48	6.12%	11.36%	0.00%	0.00%	7.14%	OHSAS 18001
49	36.73%	40.91%	45.83%	37.50%	7.14%	nema
50	96.94%	100.00%	91.67%	100.00%	92.86%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001
51	36.73%	40.91%	45.83%	37.50%	7.14%	ISO 9001
52	24.49%	15.91%	8.33%	50.00%	50.00%	nema
53	24.49%	15.91%	8.33%	50.00%	50.00%	OHSAS 18001
54	19.39%	11.36%	45.83%	12.50%	7.14%	nema
55	96.94%	97.73%	100.00%	100.00%	85.71%	ISO 9001, ISO 14001
56	58.16%	65.91%	62.50%	62.50%	21.43%	ISO 22000
57	63.27%	70.45%	62.50%	75.00%	28.57%	ISO 22000
58	62.24%	59.09%	62.50%	93.75%	35.71%	ISO 9001, ISO 14001
59	11.22%	2.27%	33.33%	12.50%	0.00%	ISO 9001
60	64.29%	79.55%	54.17%	75.00%	21.43%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001
61	27.55%	15.91%	45.83%	43.75%	14.29%	nema
62	68.37%	68.18%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SO TS 16949
63	68.37%	68.18%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SO TS 16949
64	55.10%	38.64%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001
65	68.37%	68.18%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SO TS 16949
66	61.22%	61.36%	66.67%	75.00%	35.71%	interni sistem menadzmenta bezbednosti
67	68.37%	68.18%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001
68	37.76%	25.00%	62.50%	68.75%	0.00%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001
69	65.31%	61.36%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SO TS 16949
70	68.37%	68.18%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SO TS 16949
71	65.31%	61.36%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SO TS 16949
72	68.37%	68.18%	66.67%	87.50%	50.00%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, SO TS 16949
73	32.65%	20.45%	54.17%	43.75%	21.43%	ISO OHSAS 18001
74	81.63%	93.18%	66.67%	87.50%	64.29%	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001



Slika 6.1 - Prikaz prosečnog nivoa primene energijom menadžmenta organizacija u uzorku sa predgledom sertifikovanih sistema menadžmenta koji poseduju

PH₂: Uvid u tok energije u procesu imaju manje od 30% organizacija u Srbiji.

Kako bi se u potpunosti sagledao tok energije u procesnoj organizaciji, nije dovoljno samo poznavati potrošače energije u procesu, kao i imati kompletan uvid u količinu energije koja se utroši u nekom vremenskom intervalu, već poznavati koliko energije se utroši po jedinici proizvedenog proizvoda ili usluge. Ovaj podatak je veoma teško precizno odrediti, ali je on neophodan kako bi se sagledala i analizirala cena proizvoda/usluge. Najveći broj kompanija cenu proizvoda računa na osnovu cene materijala koji se utroši u proizvodnji, veoma retko se ulazi u potpuniju analizu i vrši proračun utrošene energije u samom procesu. Odgovor na pitanje koje su organizacije dale u drugom delu upitnika se upravo odnosio na cenu proizvoda i da li se ona računa i na osnovu utrošene količine energije ("Da li Vaše rukovodstvo ima evidenciju koliko energije se troši za produkciju jednog proizvoda iz Vašeg asortimana?"). Prikupljeni podaci mogu pomoći u potvrđivanju navedene hipoteze. Na slici 6.3 dati su odgovori organizacija u uzorku. Može se uočiti da je svega 23% organizacija u uzorku dalo potvrđan odgovor na navedeno pitanje, time se može potvrditi navedena hipoteza.



Slika 6.3 - Prikaz odgovora organizacija u uzorku o tome da li imaju evidenciju koliko energije se troši za izradu jednog proizvoda iz njihovog asortimana

PH₃: Nivo primene zahteva menadžmenta energijom zavisi od teritorijalne pripadnosti (lokacije) organizacije.

Teritorijalna podela po regionima definitivno ukazuje ne samo na teritorijalnu pripadnost, već i na stepen razvoja tih regiona i pretežno zastupljenih delatnosti u tim područjima. Sve to ukazuje na mogućnost različitog stepena razvoja organizacije, a samim tim i različit nivo primene zahteva za menadžment energijom. S tim u vezi, izvršena je analiza uticaja pripadnosti organizacije određenom regionu i nivoa primene sistema menadžmenta energijom. Korišćen je *Kruskal-Wallis Test* za analizu uzorka.

Rezultati testa ukazuju da nema značajnije razlike usled teritorijalne pripadnosti organizacija u uzorku. Vrednost testa $\chi^2 = 2,012$, p-vrednost je $p = 0.4699$, što ukazuje da rezultat nije značajan za $p < 0,5$. To je potvrđeno i za organizacije registrovane u Vojvodini (Uzorak sa medianom $M_d = 52\%$, $n = 6$), u Beogradu (Uzorak sa medianom $M_d = 53\%$, $n = 6$), u Šumadiji i Zapadnoj Srbiji (Uzorak sa medianom $M_d = 67\%$, $n = 11$) i u Južnoj i Istočnoj Srbiji (Uzorak sa medianom $M_d = 55,5\%$, $n = 52$).

Rezultati testa ukazuju da se ova hipoteza odbacuje, tj. nije značajna za uzorak koji se ispitivao. Rezultati prikazani od strane autora [97,123] takođe ukazuju da teritorijalna pripadnost organizacije ne određuje, tj. nema uticaja na nivo primene zahteva za menadžment energijom.

PH₄: Veličina organizacije određuje nivo primene zahteva menadžmenta energijom.

Kao vrlo značajan uticaj na nivo primene zahteva za menadžment energijom ističe se i veličina organizacije, kao što je prikazano u [45,97,123]. Zato se i smatra da je podatak o veličini organizacije relevantan faktor uticaja na nivo primene sistema menadžmenata energijom. Korišćen je *Kruskal-Wallis Test* za analizu uzorka.

Rezultati testa ukazuju da nema značajnije razlike usled veličine organizacija u uzorku. Vrednost testa $\chi^2 = 26,6263$, p-vrednost je $p = 0.00001$, što ukazuje da rezultat jeste značajan za $p < 0,5$. To je potvrđeno za organizacije koje pripadaju kategoriji: mikro pravna lica - do 10 zaposlenih (uzorak sa medianom $M_d = 21\%$, $n = 21$), mala pravna lica - od 11 do 50 zaposlenih (uzorak sa medianom $M_d = 43,5\%$, $n = 22$), srednja pravna lica - od 51 do 250 zaposlenih (uzorak sa medianom $M_d = 63\%$, $n = 19$) i velika pravna lica - više od 251 zaposlenih (uzorak sa medianom $M_d = 68\%$, $n = 12$).

Takođe, urađena je i analiza uticaja veličine organizacije na nivo primene sistema menadžmenta energijom po PDCA fazama, koja takođe ukazuje na sličan rezultat. Najmanja primena zahteva za menadžment energijom u PLAN fazi je prisutna u "mikro i malim organizacijama" (median $M_d = 36\%$ i $M_d = 43\%$, respektivno), dok je najveća primena u "velikim organizacijama" (median $M_d = 68\%$), potom u DO fazi, najmanja primena zahteva za menadžment energijom je prisutna u "mikro i malim organizacijama" (median $M_d = 50\%$ i $M_d = 58\%$, respektivno), dok je najveća primena u "srednjim i velikim organizacijama" (median $M_d = 67\%$), u CHECK fazi, najmanja primena zahteva za menadžment energijom je prisutna u "mikro i malim organizacijama" (median $M_d = 56\%$), dok je najveća primena u "srednjim i velikim organizacijama" (median $M_d = 75\%$ i $M_d = 88\%$, respektivno), i na kraju u ACT fazi, najmanja primena zahteva za menadžment energijom je prisutna u "mikro i malim organizacijama" (median $M_d = 21\%$), dok je najveća primena u "srednjim i velikim organizacijama" (median $M_d = 43\%$ i $M_d = 50\%$, respektivno).

Na ovaj način, potvrđena je navedena hipoteza da na nivo primene zahteva za menadžment energijom utiče veličina organizacije, tj. da je primena sistema menadžmenta energijom najmanje prisutna u organizacijama koje pripadaju mikro i malim pravnim licima, a više je prisutna u organizacijama koje pripadaju srednjim i velikim pravnim licima.

6.2 Zaključak eksperimentalnog istraživanja

Standard ISO 50001 nastao je nakon više faza razvoja standarda za energetske efikasnost. Grupa standarda i procedura iz ove oblasti razmatraju energetske performanse cele organizacije, a na koju utiču sve komponente menadžmenta energijom (proizvodi, transport, zgrade, obnovljivi izvori energije, kao i organizacione mere). Standard predstavlja podloge za rešavanje problema svih zainteresovanih strana koje su uključene u standardizaciju. Samim tim, ni standard ISO 50001 ne predstavlja najbolje moguće rešenje, već rešenje sa kojim se najveći broj uključenih strana slaže. Ne može ni predstavljati najbolje moguće rešenje za organizovanje sistema menadžmenta energijom. Zato je standard ISO 50001 neophodno koristiti kao osnovu za razvoj novih modela optimizacije toka energije u kompanijama. Ova rešenja će omogućiti organizacijama da postignu više od zahteva koji su definisani u standardu.

U okviru ovog istraživanja izvršena je analiza nivoa primene zahteva za sistem menadžmenta energijom u organizacijama u Srbiji. Istraživani uzorak organizacija, usled činjenice da su zahtevi standarda SRPS ISO 50001u Srbiji u početnoj fazi primene, verovatno ne daje pravu sliku primene ovog standarda, ali u narednom periodu se očekuje nastavak ovog istraživanja kojim će se obuhvati i dodatni zahtevi za primenu sistema menadžmenta energijom. Samim tim, formiraće se veća baza kompanija u celoj Srbiji, koja će obuhvati i one kompanije koje su uspešno sertifikovale i koje primenjuju aktuelni standard SRPS ISO 50001.

Rezultati istraživanja pokazuju da organizacije primenjuju zahteve za sistem menadžmenta energijom u značajnoj meri nego što to i znaju. Naime, prosek primene zahteva za celokupan sistem menadžmenta energijom je 53,02%. Prosek odgovora na pitanja o primeni sistemskog pristupa iznosi 47,47%. Prema tome, može se primetiti da je potrebno uložiti posebne napore ka informisanju i razvoju svesti, edukaciji zaposlenih koji se nalaze na rukovodećim pozicijama u industriji o tome šta predstavljaju zahtevi za sistem menadžmenta energijom.

U prethodnom poglavlju se može videti da 21,62% organizacija u uzorku uopšte ne primenjuje menadžment energijom na sistemski način (ukoliko se posmatraju samo odgovori na pitanja o sistemskom pristupu), takođe ne uzima menadžment energijom kao sistemski alat upravljanja i nema jasno definisane procedure u toj oblasti. Takođe, samo 13,51% organizacija u potpunosti primenjuje sistemski pristup menadžmentu energijom (prema odgovorima datim u ovoj grupi pitanja). Može se zaključiti da definitivno postoji prostor za poboljšanje u sistemskom pristupu putem edukacije zaposlenih (najviše rukovodećih pozicija) u industrijskom sektoru. Organizacije uglavnom imaju formiran energetska profil, komuniciraju o menadžmentu energijom i razmatraju energetska performansu u poslovanju.

Na osnovu podataka o organizacijama u uzorku, može se reći da se prosečna organizacija u Srbiji, u pogledu primene sistema menadžmenta energijom može opisati na sledeći način:

1. Sistemski pristup je nedovoljno primenjen; postoje samo njegovi obrisi;
2. Najviše rukovodstvo je opredeljeno za menadžment energijom i preduzima mere koje mu finansijske mogućnosti dozvoljavaju;
3. Energetska politika, gledano u celini, nije definisana;
4. Korišćenje energije se planira sporadično;
5. Zaposleni nisu uključeni u menadžment energijom;
6. Komunikacija o menadžmentu energijom nije dovoljno učestala;
7. Dokumentacioni sistem nije na potrebnom nivou;
8. Energetski indikatori služe za praćenje dostizanja energetska ciljeva; podaci koji se prikupljaju praćenjem i merenjem se analiziraju;
9. Podaci i trendovi se preispituju, ali vrlo često ne primenjuju, jer najčešće ne postoji finansijska osnova za primenu poboljšanja koja predviđa analiza podataka.

Na osnovu prikupljenih i obrađenih podataka može se zaključiti da organizacije koje imaju uspostavljen i sertifikovan sistem menadžmenta kvalitetom (ISO 9001), životnom sredinom (ISO 14001) i bezbednošću i zdravljem na radu (OHSAS 18001) istovremeno imaju prosečan nivo primene zahteva za menadžment energijom preko 30%. Jedanaest organizacija u uzorku nema uspostavljen ni jedan sistem menadžmenta i njihov prosečan nivo primene zahteva za menadžment energijom je od 0,00% do 57,14%. Takođe, dve organizacije imaju prosečan nivo primene zahteva za menadžment energijom manji od 10% i one imaju uspostavljen samo sistem menadžmenta kvalitetom (ISO 9001). U organizacijama koje imaju sertifikovan sistem menadžmenta životnom sredinom (ISO 14001) je evidentan viši nivo primene sistema menadžmenta energijom. Nivo uticaja je čak viši kada se radi o sistemu menadžmenta životnom sredinom, nego sistemu menadžmenta kvalitetom.

Smanjenje troškova i uvećanje profita, a samim tim i smanjenje korišćenja energije, predstavlja prioritet za svaku organizaciju. Kako je došlo do revizije i usaglašavanja standarda ISO 50001 2018. godine, očekuje se da će standard i u Srbiji biti usaglašen i revidiran u skladu sa aktuelnim standardom.

Takođe, u narednom periodu se očekuje da u Srbiji bude usvojen paket zakona i podzakonskih akata o emisijama gasova uzročnika efekta "staklene bašte", kao i regulativa u pogledu dozvola za nivo emisija za pojedinačne proizvodne sektore. Pripremljen je nacrt *Zakona o monitoringu, izveštavanju i verifikaciji gasova sa efektom staklene bašte iz industrijskih i energetska postrojenja*. Cilj je da ovaj zakon stupi na snagu u najskorijem narednom periodu. U praksi ovo znači uvođenje obaveze srpskim postrojenjima da vrše monitoring, izveštavaju i verifikuju svoje emisije gasova sa efektom staklene bašte. U ovom sistemu je 128 vrsta srpskih postrojenja i to: termoelektrane, fabrike cementa, postrojenja za proizvodnju keramike, itd. Na ovaj način će svaka organizacija pojedinačno imati obavezu da kreira i poboljšava svoju energetska politiku i sisteme menadžmenta energijom.

Poseban zadatak koji se stavlja pred organizacije sastoji se u uzimanju u obzir energetske efikasnosti i smanjenja količine energije koja se koristi po jedinici proizvoda. Struktura korišćenih izvora energije (prirodni gas, mazut, nafta, itd.) uglavnom će zavisiti od projektovane cene energije na energetskom tržištu i od "cene" emisija CO₂ na evropskom i svetskom tržištu.

Kao opšti zaključak, može se konstatovati da poslovni sistem treba da teži promeni svog konceptualnog okvira, da postane eko-poslovni sistem, koji podjednako vrednuje profitabilnost, zaštitu životne sredine i energetske učinkovitosti. Bilo kakvo ulaganje u poslovanje koje ima negativan uticaj na okolinu i prekomernu potrošnju energije je loše ulaganje i svako takvo poslovanje ne doprinosi opštoj dobrobiti, bez obzira na eventualnu ekonomsku isplativost.

7. STUDIJA SLUČAJA

7.1 Tokovi materijala i energije u proizvodnoj organizaciji

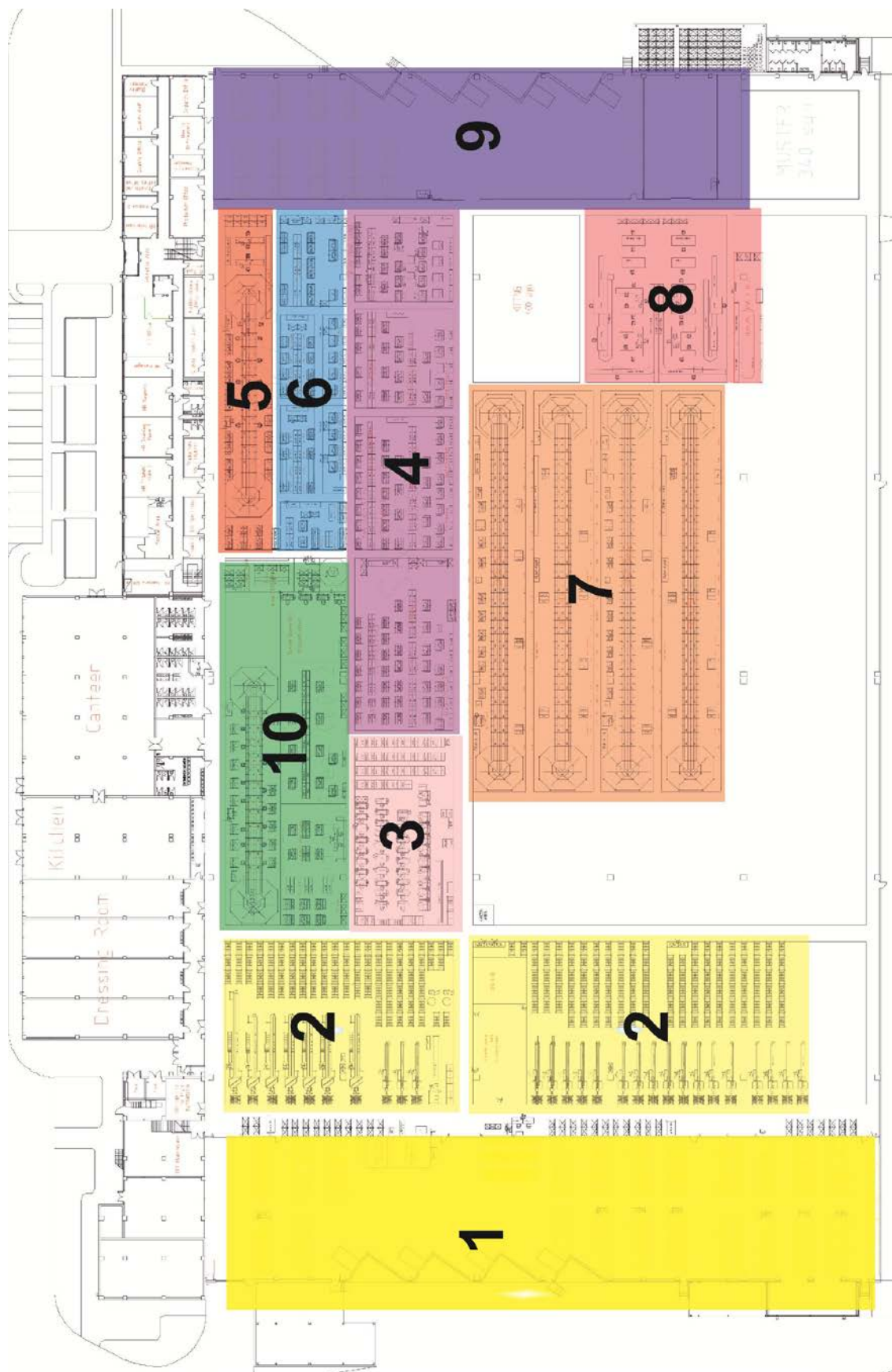
Potreba za nadzorom i optimizacijom energetske tokova naročito je važna za proizvodne organizacije. Imati kompletan uvid u potrošnju energije (električne, toplotne i sl.), kao i energetske resursa i na taj način optimizovati proizvodnju sve više se nameće kao prioritet u savremenom poslovanju. Naročito se o optimizaciji proizvodnih procesa raspravlja u automobilskom sektoru, gde uslovi konkurentnosti ne dozvoljavaju gubitke - rasipanja materijala i drugih resursa, a samim tim i nepredviđenih troškova energije. Ono što karakteriše proizvodni proces u automobilske industriji je svakako „Just in time“ prilaz proizvodnji, a samim tim i potpuno zatvoren proizvodni ciklus, bez suvišnih kretanja, nagomilavanja materijala, resursa i sl. Mnogi autori nameću kao model efektivnog upravljanja energijom upravo automobilske sektor [124-130].

U nastavku je prikazana analiza tokova materijala i energije u jednoj kompaniji iz automobilske sektora na jugoistoku Srbije, koja je u ovom istraživanju izabrana za *studiju slučaja* vezanu za menadžment energijom.

Na slici 7.1 prikazan je *layout* proizvodne hale posmatrane kompanije, sa administrativnim prostorijama. Slika 7.2, prikazuje namenu svake od prostorija u proizvodnoj hali, dok je na slici 7.3 predstavljen tok materijala u toku proizvodnog ciklusa.



Slika 7.1 – Layout proizvodne hale sa kancelarijskim prostorijama



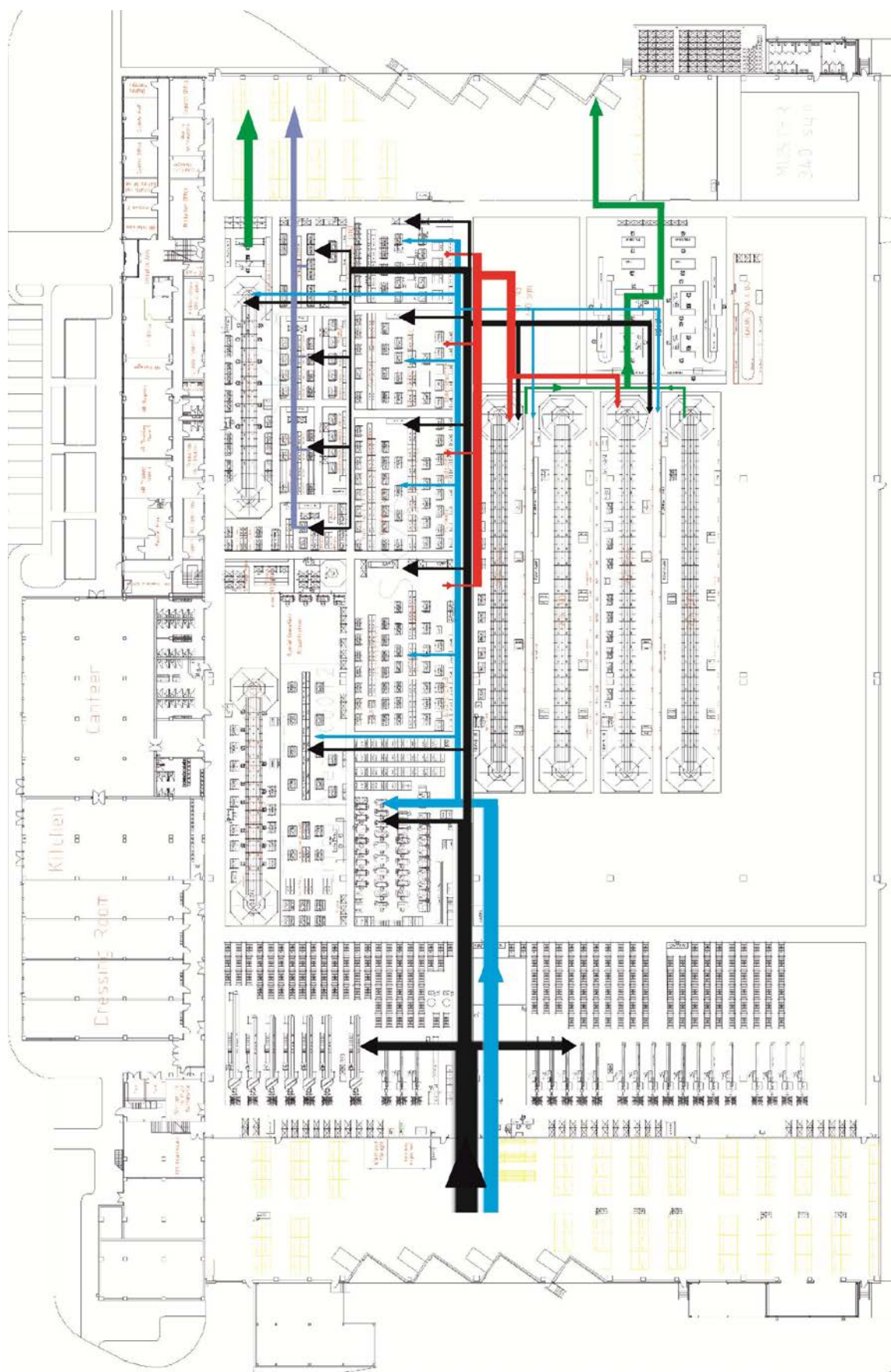
Stika 7.2 – Layout proizvodne hale sa označenim prostorijama: Poz.1 – Ulazno skladište; Poz.2 – Cutting zona; Poz.3 – Pretpriprema; Poz.4 – P-Modul zona; Poz.5 – Basis Line1; Poz.6 – P-Modul zona za Basis Line1; Poz.7 – Basis Line2; Poz.8 – EPT i VisualControl; Poz.9 – Izlazno skladište; Poz.10 – Trening zona

Materijal se doprema u ulazno skladište (Poz.1). Ulazni material su žice, terminali, *LA seal*. Žice se distribuišu u tzv. *Cutting zone* (Poz.2), na dalju obradu. Potom se žice, terminali, *LA seal* i ostali material dopremaju u tzv. pretpripremu, *Work Konfektion* (Poz.3) i tzv. *P-module zone - Assembly* (Poz.4).

Kako se u kompaniji izrađuju proizvodi za dva tipa vozila, deo materijala odlazi na *Basis Line 1* (Poz.5), a u okviru dela sistema za izradu tog proizvoda se, takođe, nalazi i deo *P-module zone - Assembly* (Poz.6), koji snabdeva samo taj Basis Line.

Druga proizvodna linija *Basis Line 2* (Poz.7) se sastoji od dve pokretne trake gde se ugrađuju prethodno proizvedeni P-moduli.

Proizvodi podležu kontroli (Poz.8) i pakovanju i dopremanju u izlazno skladište (Poz.9).



Slika 7.3 – Tok materijala u proizvodnom ciklusu



Slika 7.4 – Tok energije u proizvodnom ciklusu

Značajni potrošači za svaki od delova proizvodnog ciklusa su predstavljeni u Tabeli 7.1. U proizvodnoj hali, kao značajan potrošač električne energije je i instalirani sistem osvetljenje, snage 80kW.

Tabela 7.1 – Evidentirani potrošači električne energije za svaki sektor proizvodnje

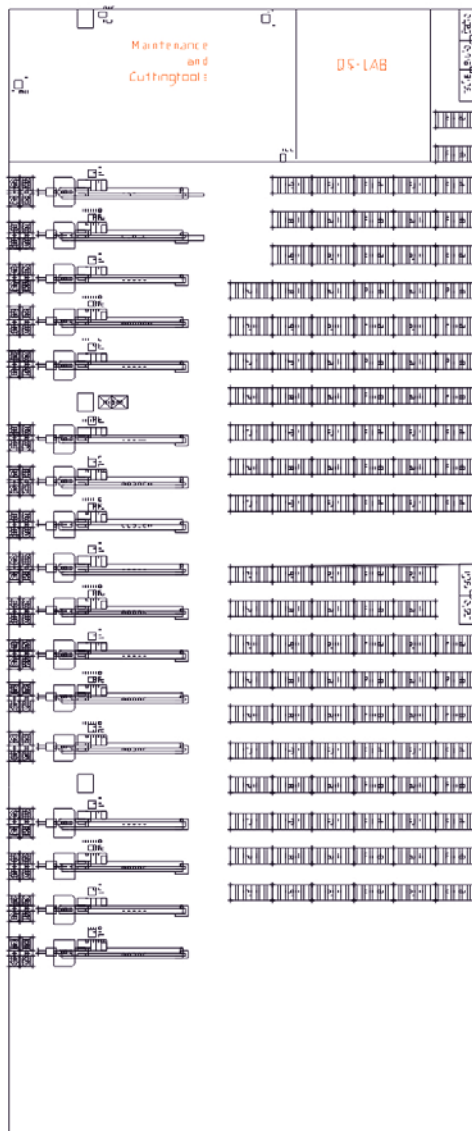
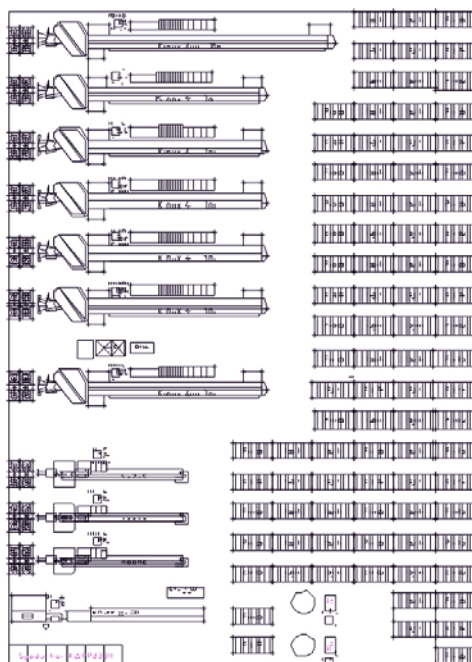
	Proizvodni sektor	Snaga [kW]
1	Ulazno skladište	26
2	<i>Cutting zona</i>	162
3	Pretpriprema – <i>Vork Konfektion</i>	201,8
4	<i>P – module zona</i>	30,6
5	<i>Basis Line 1</i>	19
6	<i>P – module zona za Basis Line 1</i>	12,8
7	<i>Basis Line 2</i>	52
8	EPT i <i>Visual Control</i>	13
9	Trening zona	25

Značajni proizvodni sektori - pregled potrošača energije

Cutting zona

Deo materijala koji se doprema u ulazno skladište se raspoređuje najpre u regale, a potom doprema u *Cutting* zonu (Poz. 2 slika 7.2), gde se žice seku i raspoređuju u regale.

Sektor u kome se vrši sečenje žice, raspolaže sa 11 i 17 mašina za sečenje. *Layout cutting* zone je predstavljen na slici 7.5, dok su radna mesta predstavljena na slici 7.6.



Slika 7.5 – Layout prostorije Cutting zone

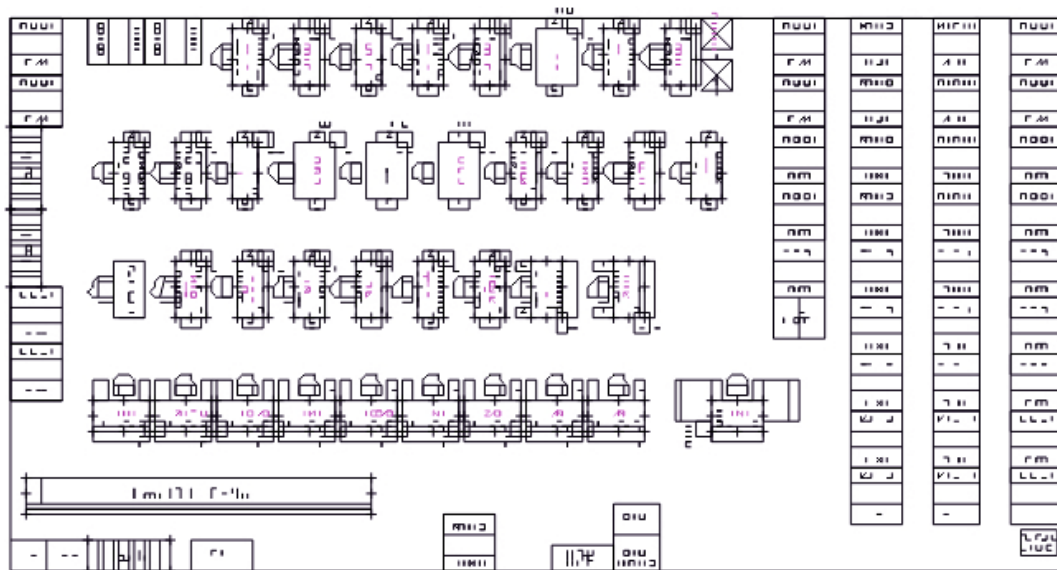


Slika 7.6 – Cutting zona sa radnim mestima

Pretpriprema - Vork Konfektion

Materijal iz *cutting* zone se distribuiše u zonu pretpripreme (Poz. 3 slika 7.2) na dalju obradu. Ova zona je označena kao najveći potrošač energije u proizvodnom delu. Na svakom stolu su instalisane mašine snage 5kW i prisutno je dodatno osvetljenje na svakom radnom stolu.

Layout prostorije za pretpripremu je prikazan na slici 7.7, dok su radna mesta u toj zoni predstavljena na slici 7.8.



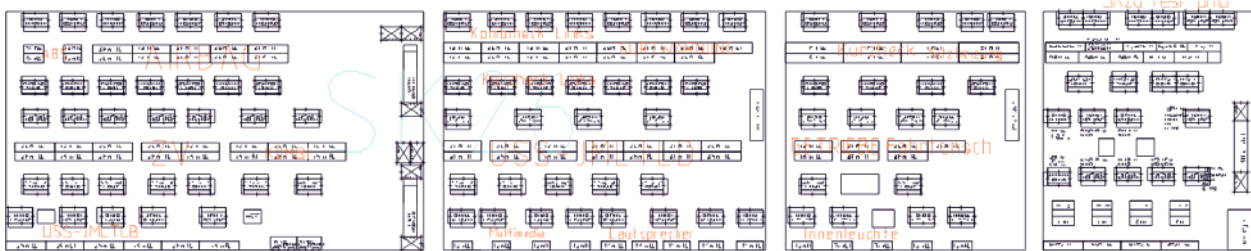
Slika 7.7 - Layout prostorije Pretpripreme



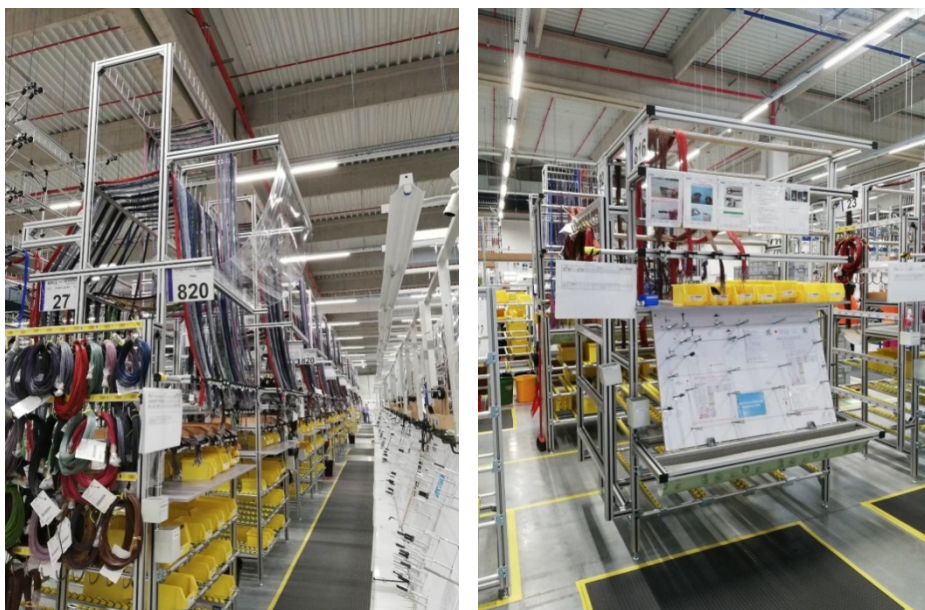
Slika 7.8 – Cutting zona sa radnim mestima

P - module zona

Materijal iz ulaznog skladišta, pretpripreme i *cutting* zone se distribuiše u *P-module* zonu, gde operateri nastavljaju sa izradom P-modula za dva različita projekta - proizvoda koji se u kompaniji izrađuju (Poz. 4 i 6 slika 7.2). U *P-module* zoni nisu prisutni značajni energetski potrošači, ali jeste dodatno osvetljenje za operatere. *Layout* prostorije za *P-module* zonu je prikazan na slici 7.9, dok su radna mesta u toj zoni predstavljena slici 7.10.



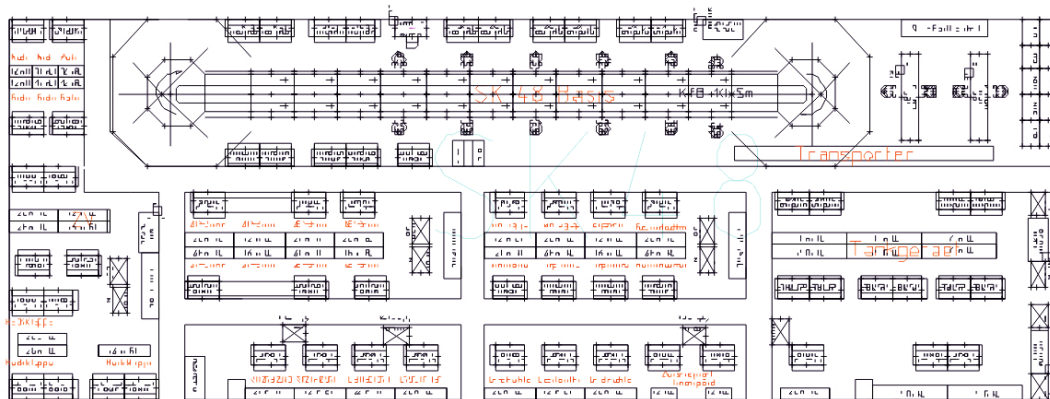
Slika 7.9 - Layout prostorije P-modul zone



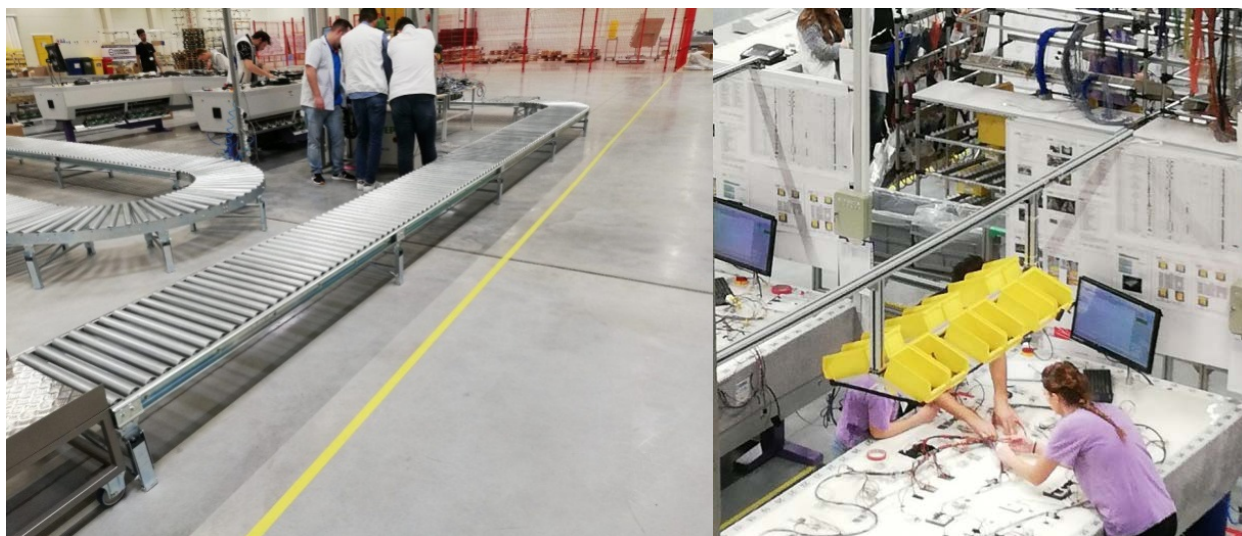
Slika 7.10 – P-module zona sa radnim mestima

Basis Line 1 i P-module zona za Basis Line

Materijal iz ulaznog skladišta i pretpripreme se doprema najpre u *P-module* zonu, a zatim na *Basis Line 1*, deo materijala se direktno iz pretpripreme doprema na *Basis Line 1* (Poz. 5 slika 7.2). Finalni proizvodi iz *Basis Line 1* se proveravaju na EPT stolovima, prolaze vizuelnu i elektro kontrolu, pakuju i otpremaju u izlazno skladište, odakle se paketi otpremaju kupcu istog ili sledećeg dana. *Layout* prostorije za *Basis Line 1* i *P-modul* zonu za *Basis Line 1* je prikazan na slici 7.11, dok je pokretna traka sa radnim mestima prikazana na slici 7.12, zajedno sa pozicijama za elektro test (*EPT - electric proof test*).



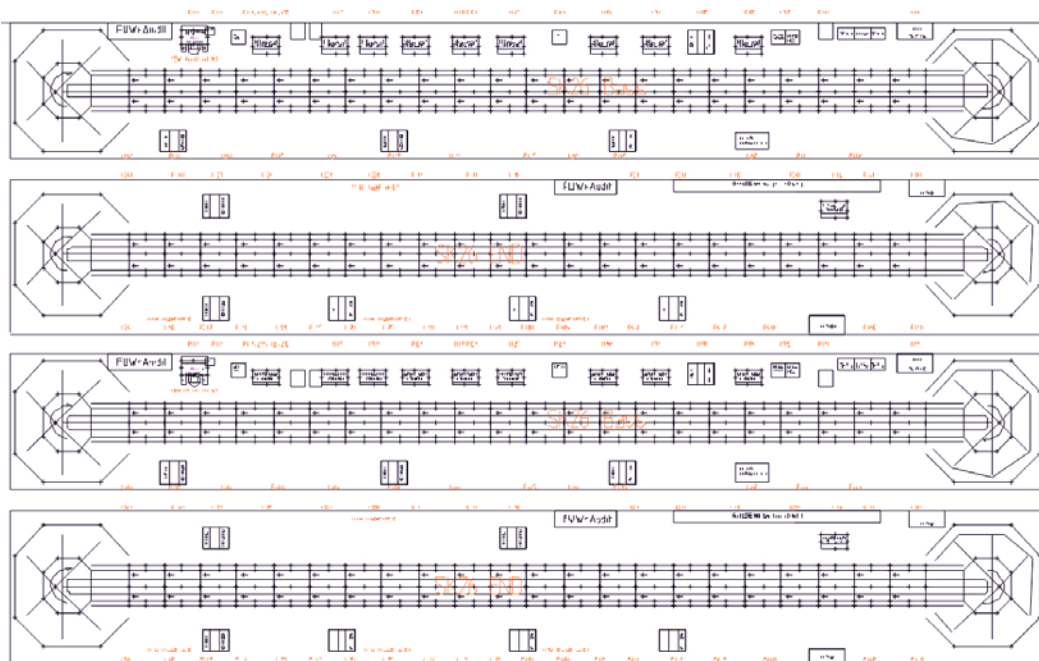
Slika 7.11 - Layout prostorije za *Basis Line 1* i *P-modul* zone za *Basis Line 1*



Slika 7.12 – *Basis line 1* sa radnim mestima (levo) i *EPT* kontrola (desno)

Basis Line 2

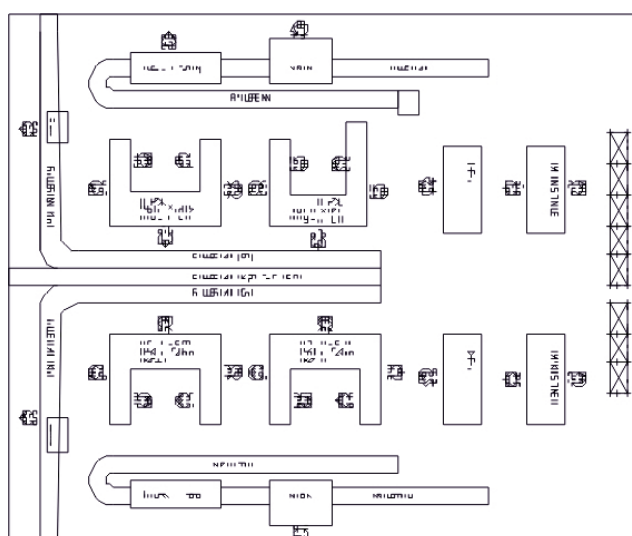
Drugi proizvod se sklapa u okviru sektora *Basis Line 2*. Materijal iz ulaznog skladišta i pretpripreme se doprema najpre u *P-module* zonu, a zatim na *Basis Line 2*, a deo materijala se direktno iz pretpripreme doprema na *Basis Line 2* (Poz. 7 slika 7.2). *Basis Line 2* se sastoji od dve pokretne trake (transportera) na kojima su ujedno i pozicionirana radna mesta. Finalni proizvodi iz *Basis Line 2* prolaze kroz vizuelnu i elektro kontrolu (*EPT - electric proof test*), pakuju i otpremaju u izlazno skladište, odakle se paketi otpremaju kupcu istog ili sledećeg dana. *Layout* prostorije za *Basis Line 2* prikazan je na slici 7.13, dok je pokretna traka sa radnim mestima prikazana na slici 7.14. Horizontalni raspored prostorije za vizuelnu i elektro kontrolu prikazan je na slici 7.15, dok su radna mesta prikazana na slici 7.16.



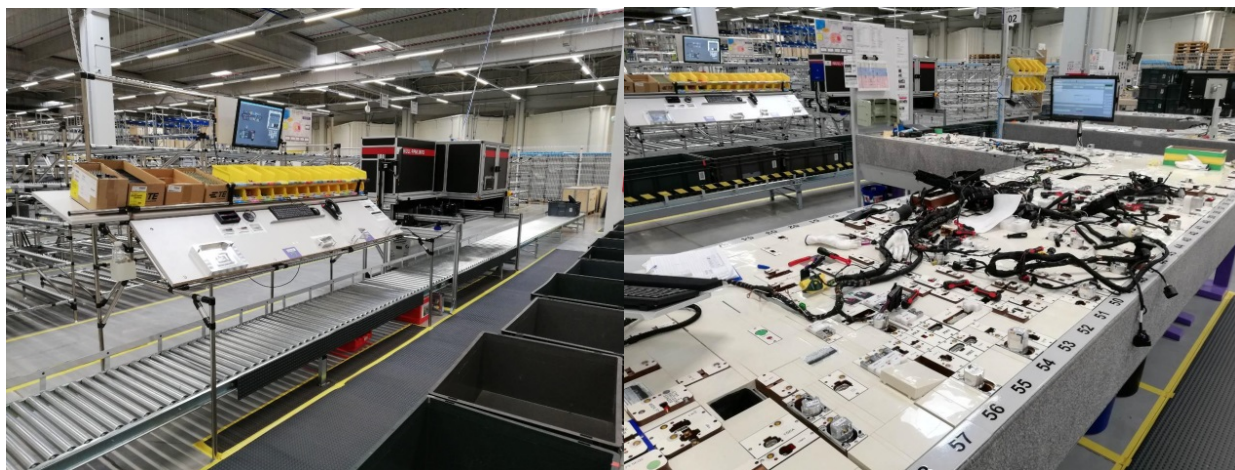
Slika 7.13 - Layout prostorije za Basis Line 2



Slika 7.14 – Basis line 2 sa radnim mestima



Slika 7.15 - Layout prostorije za vizuelnu i elektro kontrolu



Slika 7.16 – Vizuelna kontrola (levo) i elektro kontrola (EPT – Electric Proof Test) (slika desno)

7.2 Energetski audit

7.2.1 Uvod u energetski audit

Gubici primarne energije u bilo kom industrijskom procesu ili postrojenju su neizbežni. Međutim, uticaj gubitaka primarne energije u pogledu ekonomskih i ekoloških uticaja ne treba zanemariti. Iz tog razloga, gotovo uvek je aktuelna potreba za industrijskom energetskom efikasnošću. Jednostavno rečeno, nivo energetske efikasnosti koju postrojenje ili proces može postići obratno je proporcionalan gubitku energije koji se javlja u tom procesu, tj. što je veći gubitak, to je niža efikasnost [131-132].

Na pitanja gde i kako se javljaju najveći gubici, koliko energije je zapravo izgubljeno i da li se gubici mogu kontrolisati ili nadoknaditi vrlo je teško dati odgovor bez detaljne analize procesa. Utvrđivanjem performansi celokupnog ili procesnog nivoa organizacije može se dati pouzdan odgovor na sve slabosti u planiranju i upravljanju energijom u sistemu.

Ukupni gubici energije u postrojenju mogu biti rezultat gubitaka usled lošeg projektovanja sistema koji ne sadrži opcije u pogledu uštede energije kao što su: opcija ponovnog iskorišćenja toplote u sistemu, operacije ili postupci zasnovane na neefikasnim metodama, program održavanja sistema koji razlikuje neefikasne ili slaboeffikasne operacije u procesu. Smanjivanje ovih gubitaka znatno će povećati efikasnost postrojenja, ali su potrebni podaci za identifikaciju i kvantifikaciju gubitaka, kao i predlozi za odgovarajuća tehno-ekonomska rešenja kako bi se ti gubici smanjili. Ovi podaci se mogu dobiti putem energetskih audita.

Energetski audit ili energetski pregled (revizija) je periodično ispitivanje energetskog sistema kako bi se obezbedilo da se energija koristi što efikasnije. Energetski audit je, takođe i sistematska studija ili istraživanje kako bi se utvrdilo kako se energija koristi u zgradi ili postrojenju.

U energetskom auditu se identifikuju mogućnosti za uštedu energije. Upotrebom odgovarajućih metoda i opreme za reviziju, energetski audit obezbeđuje energetskom menadžeru bitne informacije o tome koliko, gde i kako se energija koristi unutar organizacije (kompanije ili zgrade). Ovo će ukazati na performanse na ukupnom nivou postrojenja ili procesa. Energetski menadžer može uporediti ove performanse sa prošlim stanjima ili budućim zahtevima za efikasno upravljanje energijom.

Glavni deo izveštaja energetskog audita su predlozi za uštedu energije koji obuhvataju tehničku i ekonomsku analizu projekata. Gledajući na krajnji rezultat, energetski audit se takođe može definisati kao sistematsko istraživanje o potencijalima za očuvanje i uštedu energije. Proces revizije treba da identifikuje mogućnosti za upravljanje energijom (*eng. Energy Management Opportunities - EMOs*). U mnogim situacijama velike uštede se mogu postići primenom mera koje imaju niske troškove ili ulaganja ili bez ikakvih troškova organizacije, kao što su:

- Promena energetske tarife;
- Reprogramiranje proizvodnih aktivnosti kako bi se iskoristile povlašćene tarife;
- Podešavanje postojećeg sistema za upravljanje kako bi se rad postrojenja podudara sa stvarnim zahtevima objekta ili proizvodnog procesa;
- Primena dobrih politika za upravljanje troškovima, u kojima se zaposleni ohrabruju da izbegnu nepotrebne gubitke;
- Ulaganje u mala kapitalna sredstva, kao što su termostati i vremenski podesivi prekidači.

Međutim, nekada je neophodno preduzeti i veće kapitalne mere.

Ušteda energije predstavlja primarnu meru za zaštitu životne sredine, za smanjenje efekta gubitka energije usled transformacije primarne energije korišćenih energenata, koja se koristi za nabavku, transport i sagorevanje zagađujućih fosilnih goriva. U industrijskom sektoru se naročito prate sve mogućnosti za uštedu energije i energenata. Iako se potrošnja u poslednjih nekoliko godina postepeno smanjuje (uglavnom usled pada energetski intenzivnih industrijskih sektora), ipak je u našoj zemlji potrošnja industrijskog sektora u ukupnoj potrošnji energije značajna (blizu 25%).

Realizacija mera energetske efikasnosti u građevinskom i industrijskom sektoru mogu rezultirati u koristima na tri različita nivoa:

- Finansijske koristi koje doprinose smanjenju operativnih troškova ili povećanju profita organizacije. Oni se moraju proceniti na osnovu troškova primene mera energetske efikasnosti;
- Operativne koristi koje pomažu u upravljanju industrijskim postrojenjem ili zgradom u smislu poboljšane udobnosti, sigurnosti i produktivnosti korisnika, poboljšavanjem performansi sopstvenog rada;
- Koristi za životnu sredinu i energetski bilans, što se uglavnom odnosi na smanjenje emisije CO₂ ili drugih gasova, smanjenje potražnje energije na nacionalnom nivou i očuvanje prirodnih resursa.

Svaka od ovih prednosti će se verovatno ostvariti progresivno i imati kumulativni efekat. Najveće koristi mogu nastupiti odmah primenjujući mere bez ikakvih dodatnih ulaganja, ili bi mogle uključiti određeni period pre nego što se postigne povraćaj investicije. Druge se mogu tek realizovati kada se realizuju dugoročni planovi.

7.2.2 Vrste energetskog audita

U zavisnosti od nivoa detalja prikupljenih informacija, razlikuju se dva tipa energetskog audita:

- Preliminarni audit (*eng. walk-through*);
- Detaljan audit.

Preliminarni energetski audit procenjuje potrošnju energije na postrojenju i relevantne troškove na osnovu računa za utrošak električne energije, toplotne energije i sl. Podrazumeva kratak obilazak postrojenja i procenu na licu mesta. Utvrđuju se i predlažu kućne i/ili minimalne kapitalne investicije kao opcije za uštedu energije u direktnom povraćaju investicija, kao i dodatne mogućnosti za uštedu energije koje uključuju veće investicije. Predlozi su zasnovani na troškovima i veličini odgovarajućih investicija.

Preliminarni energetska audit obuhvata:

- Jednodnevan ili poludnevni obilazak postrojenja;
- Izlaz je jednostavan izveštaj zasnovan na opservaciji i podacima koji se prikupljaju tokom obilaska postrojenja.

Nalaz, odnosno izveštaj nakon audita, će biti opšti komentar zasnovan na pravilima, najboljem iskustvu ili praksi u oblasti ili podacima koje je dostavio proizvođač opreme. Nastoji se da se utvrdi količina i cena svakog oblika energije koja se koristi u objektu ili na razmatranom postrojenju. Ova revizija omogućava brži pregled modela potrošnje energije i:

- Pruža smernice računovodstvu vezane za energetska sistem;
- Pruža zaposlenima informacije o performansama procesa i opreme;
- Identifikuje najveće potrošače energije (procesi i/ili oprema koja zahteva veću potrošnju);
- Identifikuje energetska neefikasnost, ako postoji;
- Postavlja osnove za detaljno energetska ispitivanje zaposlenih, putem anketiranja.

Detaljni – dignostički energetska audit zahteva detaljnu evidenciju i analizu podataka o energiji i ostalim podacima postrojenja. Potrošnja energije se može podeliti prema krajnjim korisnicima (npr. potrebna energija za grejanje, hlađenje, tehnološke procese, osvetljenje, itd.) i prema različitim faktorima koji utiču na krajnju upotrebu (npr. kapacitet proizvodnje ili usluga, klimatski uslovi, podaci o sirovinama, itd.). Određuju se sve mogućnosti uštede energije i koristi, kao i troškovi za njihovu primenu, koje ispunjavanju kriterijume i zahteve krajnjih korisnika na samom postrojenju. Takođe se daje pregled potencijalnih kapitalnih energetskih investicija koja zahtevaju detaljno prikupljanje i obradu podataka, zajedno sa procenom neophodnih troškova i budućih koristi nakon realizacije mera za uštedu.

Detaljan audit se realizuje kao predlog za uštedu energije koji se preporučuje u *walk-through* ili preliminarnom auditu. On pruža detaljne podatke o energiji koja ulazi u sistem i energetskim tokovima unutar objekata, kao i o mogućnostima tehničkog rešenja i ekonomskoj analizi za pravilno upravljanje energijom objekta, kako bi se donele odluke o realizaciji projekta ili prioritetima za realizaciju. Potrebna je studija izvodljivosti, kako bi se utvrdila održivost svake predložene varijante.

U ovom auditu detaljna procena načina korišćenja energije se vrši:

- Po procesima i opremi;
- Merenjima parametara korišćenja energije;
- Pregledom operativnih karakteristika opreme;
- Procenom efikasnosti;
- Identifikacijom varijanti i mera za uštedu energije;
- Preporukama za realizaciju predloženih mera.

7.2.3 Pregled procedura energetskog audita

Energetska audit se zasniva na sposobnosti za detaljnu analizu energetskih instalacija kao i podataka o izgradnji objekta.

Procedura energetskog audita uključuje sledeće tri faze:

Prva faza: *Planiranje energetskog audita - Prikupljanje primarnih podataka i preliminarna analiza energetskog bilansa.*

U ovoj, početnoj, fazi se prikupljaju podaci i informacije vezane za sadašnji/postojeći i prošli energetska profil, izgradnju i korišćenje svake zgrade/postrojenja, odnosno jedinice.

Ovi podaci i informacije se mogu preuzeti uz pomoć struktuiranog i konciznog upitnika, koji se popunjava nakon prvog sastanka energetskeg revizora i zaposlenog na postrojenju/jedinici koji je ovlašten za energetske audit. Osnove koje su neophodne za popunjavanje upitnika su informacije koje se dobijaju kao tehničke i administrativne putem upitnika, kao i iz postojećih relevantnih podataka (računi/fakture za gorivo i druge energente, tehnički crteži, arhivirane studije i katalogi, zabeležene mere i očitavanja, itd.).

Preliminarna analiza svih prikupljenih podataka treba da dovede do identifikacije godišnjeg trenda i mesečne fluktuacije/varijacije ukupne potrošnje energije i troškova objekta ili njegove jedinice koja se revidira, što predstavlja njihov energetski profil. Na osnovu prikupljenih podataka dobija se inicijalna energija koja treba da dovede do prve aproksimacije u raspodeli potrošnje energije u svakoj oblasti i podistemu postrojenja/jedinice. Ovo je način za predstavljanje energetskeg bilansiranja postrojenja, odnosno njegove jedne jedinice.

Na kraju ove faze, energetski revizor može sastaviti početnu listu mogućih akcija, odnosno aktivnosti koje je neophodno preduzeti kako bi se postigle uštede energije za svaku jednicu postrojenja, uzimajući u obzir moguće izuzetke koje nametne investitor ili vlasnik objekta.

Druga faza: *Walk-through kratki energetski audit*

Tokom ove faze vrši se kvalitativno ispitivanje konstrukcije objekta i/ili postrojenja i elektromehaničkih instalacija, a rezultati se popisuju u određenoj formi. Dobijeni registar podataka, zajedno sa trenutnim merenjima, pomaže u identifikaciji korisnika energije i time se dolazi do podataka za energetske bilansiranje postrojenja ili njegove jedne jedinice.

Ova procedura, u kombinaciji sa aktivnostima iz predhodne faze, dovodi do konačnog utvrđivanja potencijala za uštedom energije, uz primenu mera za merenje i jednostavnih ili jeftinijih mera, odnosno aktivnosti kojima nije potrebna procena o isplativosti uloženi sredstava kroz relevantne energetske studije. Pored toga, dovodi do određivanja potencijala za uštedu energije u određenim oblastima i sistemima, radi daljeg ispitivanja u narednoj fazi, od strane specijalizovanih konsultanata ili stručnih zaposlenih na postrojenju, kad god je to izvodljivo.

Ove potencijalne mere za uštedu energije mogu biti podeljene u tri grupe u skladu sa potencijalnim uštedama za svaku pojedinačnu zgradu (visoke, srednje i niske uštede energije).

Treća faza: *Energetski audit na samom postrojenju*

Podrazumeva prikupljanje i procesuiranje (obradu) podataka, koji se dobijaju postupcima merenja na samom postrojenju, kao i potpun pregled instalisanih energetskih sistema na postrojenju ili zgradi, što omogućuje formiranje detaljnog energetskeg bilansa postrojenja. Ova procedura takođe omogućuje pouzdanu tehno-ekonomsku procenu jednog ili više pristupa za ostvarivanje uštede energije, sa srednjim ili visokim investicijama određenih mera, nakon relevantne studije.

Postupak energetske revizije se završava prezentacijom svih predloženih mera ili varijanti za uštedu energije u obliku sumiranog tehno-ekonomskog izveštaja, koji sastavlja i rukovodiocu ili investitoru postrojenja obrazlaže energetski revizor.

Navedene faze energetskeg audita treba da rezultuju u konkretnim zadacima. Predloženi radni zadaci energetskeg audita treba da budu dovoljno fleksibilni, kako bi se omogućile promene koje mogu nastati tokom realizacije, uslovljene podacima prikupljenim u toku realizacije ili potrebom boljeg korišćenja raspoloživih izvora.

Treba imati na umu, da se, prema vrsti energetskeg audita koji će se vrši, razlikuju i zadaci energetskeg audita koje odgovarajući auditor trebalo da ispuni.

U opštem slučaju, zadaci energetskeg audita mogu uključiti sledeće:

- Dugoročne i kratkoročne ciljeve i zahteve revizije;
- Orijehtaciju položaja kompleksa - jedinice, sistema i/ili zgrade koji će biti analiziran u auditu;
- Opis zadatka i faze energetskeg audita;
- Definisane standarda i metoda koje će se koristiti tokom audita. Standardi i procedure, kao i propisi koji će se koristiti, treba da budu jasno navedeni;
- Angažovanje zaposlenih ili celina u okviru organizacije gde će se vršiti audit, koji će saradivati sa revizorom pri izvršenju energetskeg audita;
- Korišćenje drugih studija, baza podataka i relevantnih izvora za prikupljanje referentnih podataka;
- Analizu vremena koje će biti potrebno za obavljanje zadataka u okviru audita;
- Određivanje članova tima za energetske audit;
- Definisane mogućih zahteva za poverljivost podataka.

7.2.4 Alati i vremenski okviri za energetske audit u različitim aplikacijama

U opštem slučaju, tipični zahtevi za obavljanje energetskeg audita mogu se sumirati kao:

- Osposobljeni učesnici audita, koji poseduju relevantna znanja, odnosno veštine;
- Vremenski raspored za obavljanje zadataka;
- Tehnička oprema za potrebna merenja;
- Finansijska pomoć za primenu preporuka;
- Tehničke i operativne informacije o objektima/postrojenjima/uslugama.

Vreme potrebno za obavljanje energetskeg audita zavisi od dostupnosti svih relevantnih podataka, veličini lokacije i složenosti sistema. *Walk-through* audit može trajati i samo nekoliko sati za malu lokaciju, sa jednostavnim postrojenjem i za koju su informacije dostupne. Na složenijim postrojenjima može biti potrebno više dana samo za analizu računa i tehničke dokumentacije.

Ne postoje jasno definisane i detaljna uputstva za odlučivanje o vremenu koje treba utrošiti na samo istraživanje lokacije - što se odražava na kompleksnost lokacije, dostupnost resursa i troškova koji se mogu opravdati. Potrebno vreme se može proceniti na osnovu razmatranja pojedinačnih lokacija ili postrojenja koja će se ispitivati. Ukoliko se posmatra dovoljno velika lokacija, sa složenim sistemom, predlaže se angažovanje jednog auditora u periodu od godinu dana za energetske audit, ili je neophodan manji tim radi ispitivanja, kako bi se postigao kraći period revizije.

Potrebno vreme za detaljan audit treba da bude planirano, kako za one koji će voditi audit, tako i za one koji će na bilo koji način doprineti reviziji. Njihov doprinos se ogleda u pružanju potrebnih informacija, upoznavanju sa objektom itd. Čak i ako postoji pomoć tima u ovim aktivnostima, uvek je neophodno učešće zaposlenih koji su angažovani na samom postrojenju. Što je veća saradnja, bolji i pouzdaniji će biti rezultati energetskeg audita. Zbog svega toga, treba ohrabriti zaposlene da pozitivno prihvate saradnju i pruže odgovarajući doprinos.

Kada se radi o neophodnim instrumentima, treba imati na umu da merenja na samom objektu pružaju osnovu za razumevanje toka energije na mestu audita. Merenje i korišćenje mernih instrumenata omogućuje kvantitativnu analizu korišćenja energije i kvalitetnu uslugu revizije. Sa kvalifikovanom prilazom i iskustvom u tumačenju rezultata, dobija se znatno više podataka nego samo posmatranjem procesa. Treba obratiti pažnju na značaj korišćenja etaloniranih mernih instrumenata, kako bi se dobile pouzdane informacije.

Takođe, moguće je koristiti i opremu za testiranje rezultata merenja, čime će se definisati potreba za tačnim mernim podacima. Najčešće, potrebna merenja se odnose na uslove okoline, količinu utrošene električne energije, upravljanje sistemom za klimatizaciju i provetravanje, održavanje cevovoda i kotlovskeg postrojenja i sl. Dobro planiran postupak revizije svodi na minimum potrebu korišćenja mernih instrumenata.

Obično se smatra da sveobuhvatne revizije uključuju merenje glavnih energetskekih tokova i procenu performansi glavnog postrojenja. Međutim, za detaljnu analizu su potrebna pouzdana merenja svih delova postrojenja/zgrade.

7.2.5 Planiranje energetskeg audita

Energetski audit je opšti pojam za sistemsku proceduru koja ima za cilj dobijanje odgovarajućeg znanja o profilu potrošnje energije zgrade ili industrijskeg postrojenja. Takođe, ima za cilj da identifikuje i proceni ekonomičnost uštede energije za posmatranu jedinicu.

Energetski audit je ključan za realizaciju mera štednje energije i za donošenje ciljeva upravljanja energijom.

U energetskeg auditu:

- Glavni cilj je postizanje uštede energije;
- Tačka gledišta su potrošnja energije i mogućnosti uštede;
- Može biti drugih aspekata koje je neophodno razmotriti (tehničko stanje, okolna sredina), ali glavno interesovanje je ušteda energije;
- Glavni izlazi su izveštaji o merema uštede energije;
- Revizorski rad može obuhvatati sve aspekte korišćenja energije ili određene ograničene delove (sisteme, opremu) na nekoliko lokacija (tzv. „horizontalni audit“).

Takođe, u literaturi se vrlo često javljaju i drugi termini za opis celokupnog procesa (kao što su: energestko označavanje, procena energije, itd.), čije aktivnosti ispunjavaju iste kriterijume kao i energetski audit. Energetski audit ne predstavlja kontinualnu aktivnost, već se ona ponavlja periodično.

Za planiranje energetskeg audita veoma je važna i objektivnost, nezavisnost i stručnost učesnika u energestkom auditu, koji će biti angažovani kao energetski revizori. Sve potrebne osobine podobnosti energetskekih revizora se uzimaju u obzir prilikom osnivanja stručnih institucija koje predstavljaju ovlašćene energetske revizore, a koje podležu sertifikaciji od strane ovlašćenih institucija. Energetski audit se može podeliti, ukoliko se posmatra nivo stručnosti odgovarajućih energetskekih auditora, na dve kategorije, uzimajući u obzir vrstu revidiranih sistema i opreme, kao i odgovarajuća energetska opterećenja:

- Audit (revizija) električne energije - za opremu i sisteme koje proizvode, pretvaraju, prenose, distribuišu ili troše električnu energiju ili za kontrolu električnog opterećenja;
- Audit (revizija) termičkeg opterećenja - za opremu i sisteme koji proizvode, pretvaraju, prenose, distribuišu toplotnu energiju ili za kontrolu termičkeg opterećenja.

Energetski revizori mogu biti akreditovani, odnosno sertifikovani odvojeno za reviziju električne i toplotne energije, ili čak za kompletnu energetskeku reviziju postrojenja, koja obuhvata obe gore navedene kategorije, prema sertifikovanim kvalifikacijama. Energetski auditi se takođe mogu podeliti u različite klase, prema snazi postrojenja. U skladu sa tim, energetski revizori treba da budu klasifikovani i registrovani od strane nadležnih institucija, u skladu sa specifičnim kriterijumima i iskustvom koje poseduju. Uvođenje energetskekih revizora za audit električne ili toplotne energije treba dozvoliti na osnovu njihovih kvalifikacija (obrazovanja, stečene diplome, iskustva u određenoj oblasti, itd.).

Planiranje energetskeg audita treba izvršiti poštujući određene kriterijume za energetsku reviziju. Kako bi se osigurao efektivan energetski audit, uz smanjenje troškova, celokupna procedura treba biti osmišljena na osnovu posebnih specifičnih kriterijuma. U fazi planiranja energetske revizije treba odrediti, odnosno uzeti u obzir sledeće aspekte:

- **Uključivanje zaposlenih.** Poželjno je da projekat bude usmeren od strane zaposlenog koji ima status rukovodioca, kako bi se obezbedilo ovlašćenje za reviziju i njene ishode. Bilo da se koristi ili ne, pomoć zaposlenih zavisi od složenosti postrojenja, zgrada i sistema.
- **Granica postrojenja ili zgrade.** Pojedinačna zgrada, kao što je npr. kancelarijski blok, obično predstavlja jednostavan zadatak, sa malim problemima u pogledu granica revizije. Postrojenja sa više objekata su složena i veoma često je poželjno specificirati svaku pojedinačnu zgradu koja je uključena, posebno ako se one razlikuju u pogledu konstrukcije, veličine i namene. Takođe, veoma je važno identifikovati bilo koju zgradu ili postrojenje ili neki njihov deo koji, iz nekog specifičnog razloga treba isključiti iz konkretnog audita.
- **Opširnost energetskeg audita.** Opširnost audita i njegova detaljnost, što se uključuje u finalni izveštaj, zavisi od raspoloživih resursa i ograničenja koja predstavljaju prepreku očekivanim mogućnostima uštede energije.
- **Vremenski aspekt revizije.** Pažljivom planiranju potrebnog vremena za reviziju se postiže najbolji rezultati.
- **Pristup postrojenju.** Ograničenja se mogu nametnuti učesnicima u reviziji tokom same revizije. Rukovodioci i zaposleni zaduženi za bezbednost treba da budu informisani o programu i planu revizije i treba da budu spremni za otvorenu saradnju kako bi se revizija neometano vodila.
- **Izveštavanje.** Postupci izveštavanja treba da budu razmotreni u ranoj fazi planiranja audita. Treba da se ima na umu da se ulaže podjednako veliki napor u formiranju finalnog izveštaja, kao i u obilasku i merenjima na samom postrojenju.

Za odgovarajuće planiranje energetskeg audita veoma je važno raspolagati podacima koji se odnose na preliminarnu energetsku potrošnju.

Podaci o potrošnji energije i izlaznim parametrima iz proizvodnje su od vitalnog značaja za sve energetske audite. Za te potrebe, vrši se prikupljanje i praćenje podataka o potrošnji na samom početku audita. Što je duži vremenski period za koji su podaci dostupni, to će biti potpuniji i sigurniji izveštaj energetskeg audita, Čak i kada je na raspolaganju kompletna evidencija, npr. mesečni računi za električnu energiju, analiza će biti potpunija ako je moguće izvršiti i nedeljno ili dnevno očitavanje potrošnje i biće od velike pomoći u analizi korišćenja energije, gubitaka ili ušteda.

Pored navedenog, prilikom izrade energetskeg bilansa, detaljniji podaci o potrošnji će pomoći u kvantifikaciji specifičnih energetskih tokova i povećanju tačnosti bilansa.

Što se tiče prve faze energetskeg audita zgrade/postrojenja/jedinice, neophodno je prikupiti preliminarne podatke koje se odnose na njihovo "energetsko ponašanje". Postoje različiti dostupni obrasci za prikupljanje podataka, a oni uglavnom sadrže sledeće informacije:

- Opšti podaci o objektu (vrsta zgrade, godina izgradnje, način korišćenja, status vlasništva, ovlašćeni zastupnik, mogućnost renoviranja i proširenja objekta, od konstrukcije do instalacija, površina i zapremina zgrade, broj korisnika, postojanje proizvodne opreme i mašina, radni status, tipičan raspored (*layout* fabrike);
- Podaci o potrošnji energije i računi za električnu energiju u poslednjih 5 godina (godišnja potrošnja električne energije i energenata za grejanje, mesečne varijacije u potrošnji u toku analiziranih godina);
- Status nivoa primene energetskeg menadžmenta i bilo koje preduzete mere za uštedu energije.

Pored toga, korisno je prikupiti i sledeće podatke:

- Računi za električnu energiju i računi za nabavljene energente (goriva) za period revizije, kao i za poslednje 4 godine;
- Planovi i studije zgrade i instalisane elektro i mašinske instalacije;
- Konstrukcijske, strukturne i operativne karakteristike osnovnih uređaja;
- Klimatski podaci za period u kome se vrši revizija;
- Mogući arhivirani zapisi (izveštaji) sa merenjima iz prethodno obavljenog audita ili iz teorijskih procena nivoa potrošnje energije u zgradi/jedinici.

7.2.6 Postupak realizacije industrijskog energetskeg audita

Realizacija energetskeg audita je prvi korak koji treba preduzeti radi identifikovanja pozicije i mogućnosti za povećanje energetske efikasnosti. Čak i poznavanjem procedure industrijskog energetskeg audita, mnoge organizacije nemaju kapacitet da izvrše efikasnu energetske kontrolu bez eksterne pomoći [133]. Postojeće regulative za energetske audit u industriji su samo opisne (SRPS ISO 50001) i ne daju nikakav konkretan akcioni plan ili opis procesa audita.

Proizvodne kompanije obično nedovoljno poznaju energetske tokove te ne vide dovoljno mogućnosti za uštedu energije i povećanje produktivnosti. Zbog nedostatka kvalitetnih informacija dostupni su samo ograničeni tehnički i finansijski izvori za poboljšanje energetske efikasnosti, posebno u malim i srednjim preduzećima. Informacije o industrijskom energetskeg auditu i postojećoj praksi u povećanju energetske efikasnosti treba organizovano distribuisati industrijskim organizacijama [134].

Industrijski energetske audit je proces koji uređuje obrasce korišćenja energije, efikasnost opreme i određuje energetske efikasnost kako bi se predložile mere za povećanje energetske efikasnosti. Rezultat uspešnog energetskeg audita je smanjena potrošnja energije, smanjeno korišćenje sirovina, a povećanje kvaliteta krajnjeg proizvoda. Podaci prikupljeni od strane energetskeg revizora su osnova za predlaganje mera za povećanje energetske efikasnosti. Primena ovih mera će smanjiti proizvodne troškove, ali takođe smanjiti i negativne uticaje na životnu sredinu. Realizacija industrijskih energetskeg audita omogućava uštedu sirovina, energije, optimizaciju proizvodnog procesa, povećanje profita kompanije i povećanje konkurentnosti. Nakon industrijskog energetskeg audita, kompanija će imati precizan popis mera za povećanje energetske efikasnosti. Prema autorima [135,136] industrijski energetske audit se sastoji od sledećih koraka (slika 7.17):

Korak I - Prikupljanje podataka:

- *Opis procesa ili faze.* Prvi zadatak energetskeg audita je upoznavanje sa kompletnim proizvodnim procesom ili njegovom fazom. Šta je to što se proizvodi, koji su ulazi u proces? Kolika je količina vode kojom se proces snabdeva, količina korišćene energije, karakteristike i količine sirovina koje se koriste i druge specifične informacije koje mogu biti od koristi u procesu audita, npr. tretman otpada ili otpadne vode.
- *Formiranje primarne šeme procesa.* Prikupljanje podataka za energetske audit i formiranje primarne šeme procesa je veoma važno, jer ona uključuje sve tokove energije i definiše sve odnose u procesu.
- *Prikupljanje procesnih podataka.* Prikupljanje podataka o celom proizvodnom procesu u određenom vremenskom periodu je jedan od glavnih koraka energetskeg audita. Prilikom prikupljanja podataka o proizvodnom procesu i sistemima, veoma je važno saradivati sa zaposlenima koji dobro poznaju ceo proces.
- *Benčmarking.* Prikupljeni podaci se upoređuju sa podacima iz sličnih kompanija u zemlji ili inostranstvu.
- *Definisanje problema.* Posle upoređivanja potrošnje problematičnih sistema, mogu se definisati sistemi sa relativno visokom potrošnjom energije.

Korak II – Obrada podataka:

- *Formiranje ekspertskog tima.* Nakon definisanja problema, eksperti iz odgovarajućih oblasti se uvode u proces audita.
- *Neophodan proračun.* Proračuni se vrše za sve korake u proizvodnji i identifikuju se moguća poboljšanja energetske efikasnosti.
- *Izrada precizne šeme proizvodnog procesa sa tokovima energije i materijala.* Postojeća šema proizvodnog procesa se poboljšava, jer je dopunjena i unapređena informacijama stečenim u procesu energetskog audita.

Korak III – Analiza rezultata:

- Najprikkladnija rešenja su identifikuju i opravdavaju.
- Predstavljaju su tačni predlozi za povećanje energetske efikasnosti. Cilj predloženih mera je poboljšanje proizvodnog procesa i smanjenje potrošnje energije i sirovina.
- Svi predlozi poboljšanja se integrišu u kompletan procesni dijagram ili šemu kako bi se bolje razumelo kako će predložene promene uticati na ukupni proizvodni proces.
- Izbor odgovorajućeg rešenja zasnovanog na potencijalnim uštedama, njegov uticaj na proizvodne procese i postojeće tehnologije, kao i potencijalna ulaganja za realizaciju odabranih mera za povećanje energetske efikasnosti, sa detaljnom analizom ekonomske opravdanosti.

Korak IV – Predlozi za poboljšanje:

- *Integracija predložene tehnologije u postojeću šemu.* Poboljšanja se uključuju u šemu kako bi se sagledao njihov uticaj na ceo proces.
- *Izbor pravog rešenja.* Na osnovu potencijalne uštede, uticaja na proizvodne procese i tehnologije, kao i potencijalne investicije, vrši se odabir predloženih mera za povećanje energetske efikasnosti.

Korak V – Ekonomska opravdanost:

- *Analiza ekonomske isplativosti svih predloženih mera.* Kriterijumi koji se uzimaju u obzir su: period povraćaja investicija i mogućnost za privlačenje EU strukturalnih fondova.
- *Izbor prihvatljivih mera za povećanje energetske efikasnosti.* Nakon ekonomske analize vrši se izbor mera za poboljšanje. Razmatraju se troškovi otplate uloženi sredstava.



Slika 7.17 – Osnovni koraci industrijskog energetskeg audita [136]

7.3 Energetski audit kritičnog procesa - studija slučaja

7.3.1. Predloženi model za realizaciju energetskeg audita

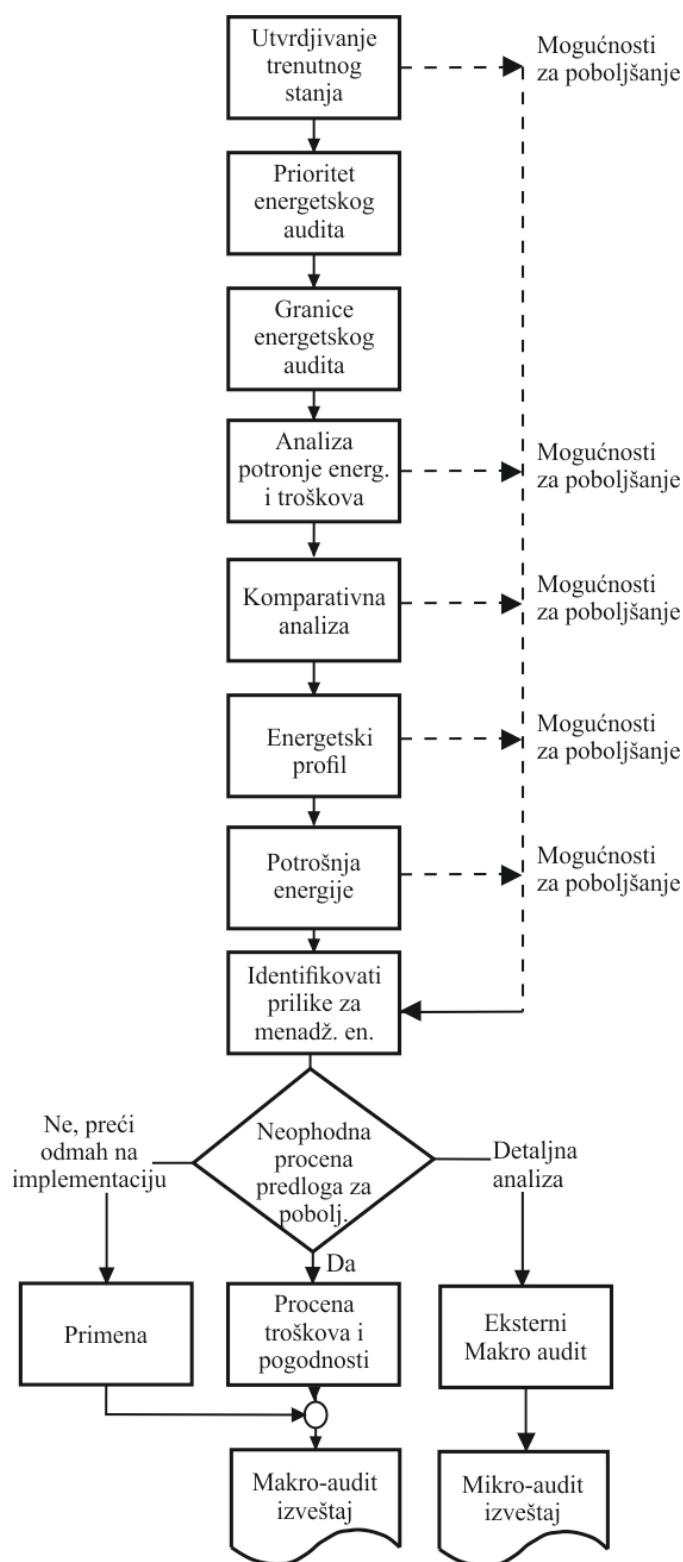
U prethodnom poglavlju dat je prikaz postupka energetskeg audita (revizije).

Kako bi se analizirali svi koraci i etape u detaljnom energetskom auditu, u okviru ovog istraživanja izvršen je energetski audit konkretnog, kritičnog procesa kompanije koja je izabrana za studiju slučaja. U razgovoru sa menadžmentom, odlučeno je da se analizira kritični proces, ne samo po potrošnji energije, već i po značaju za poslovanje kompanije. Kako je u pitanju proizvodnja kompanija, od značaja su bili svi uređaji, mašine i linije koje učestvuju u proizvodnom procesu.

Energetski audit predstavlja sistemsku procenu trenutnih vrednosti potrošnje (konzumacije) energije krajnjih, internih potrošača. Na sličan način kao što i finansijska revizija preispituje *novčani tok*, tako i energetski audit pruža uvid i identifikuje kako se upravlja energijom i njenom potrošnjom *u energetskim tokovima*. Kao što je u nastavku prikazano, bilo je neophodno je obezbediti uvid u sledeće:

- Na koji način i gde energetski tokovi ulaze u objekat, odeljenje, sistem, proizvodnu liniju ili opremu;
- Na koji način se koristi energija;
- Kakve su i da li su evidentirane razlike između ulaza i stvarne upotrebe;
- Kako se može efikasnije koristiti.

Na slici 7.18 dat je predlog modela uspostavljanja menadžmenta energijom - u delu koji se odnosi na razvoj postupka energetskeg audita analiziranog proizvodnog procesa.



Slika 7.18 - Model uspostavljanja menadžmenta energijom za razvoj energetskeg audita analiziranog proizvodnog procesa

Ključni koraci predloženog postupka energetskeg audita su:

1. **Utvrđivanje trenutnog stanja** - Realizacija intervjua/ankete o trenutnom stanju. Podaci dobijeni anketom i/ili razgovorom imaju za cilj da pruže podatke o opštem stanju operativnih karakteristika, mera održavanja, koje imaju uticaja na energetske aktivnosti. U ovom koraku mogu se identifikovati i kritična mesta/uređaji/procesi koji zahtevaju dalju procenu u toku audita.

2. **Uspostavljanje prioriteta energetskeg audita** - Potrebno je uspostaviti prioritet i dobiti saglasnost menadžmenta organizacije za realizaciju audita. U ovom koraku je neophodno definisati očekivanja i ishode audita/revizije.
3. **Uspostavljanje granica energetskeg audita** - Potrebno je definisati sistem koji će se posmatrati i analizirati u smislu potrošnje energije.
4. **Analiza potrošnje energije i troškova koji pri tome nastaju** - Potrebno je prikupiti, organizovati i analizirati dosadašnje račune za električnu energiju, toplotnu energiju itd i obračunske tarife.
5. **Poređenje energetske performanse** - Potrebno je odrediti indekse potrošnje energije i interno ih uporediti za nekoliko različitih vremenskih perioda, sa sličnim procesima, delovima proizvodnih linija koje postoje u okruženju.
6. **Određivanje energetskeg profila** - Potrebno je odrediti vremensku zavisnost u korišćenju energije, kao što je profil potražnje električne energije.
7. **Utvrđivanje potrošača energije** - Potrebno je pripremiti spisak svih energetskih potrošača koji na bilo koji način koriste energiju i izmeriti njihove karakteristike energetske potrošnje.
8. **Identifikovanje prilika za menadžment energijom** - Potrebno je uključiti operativne i tehnološke mere za smanjenje energetskih gubitaka.
9. **Procena troškova i prednosti predloženih rešenja** - Potrebno je izmeriti potencijalnu uštedu energije i troškova za sve korisnike energije.
10. **Izveštavanje i predlagane aktivnosti** – Potrebno je priložiti izveštaj nakon energetskeg audita i dostaviti ga menadžmentu, kako bi se predložena poboljšanja i primenila.

Svi ovi koraci uključuju i zadatke koji će, za razmatrani proces, biti opisani u nastavku. Kako je prikazano na slici 7.18 nekoliko koraka može rezultirati potencijalnim prilikama za menadžment energijom.

Međutim, kako autori navode, neke prilike za menadžment energijom mogu biti van opsega tzv. makro-audita i za njih je neophodno angažovanje eksternih auditora koji će izvršiti mikro-reviziju [132,135,136]. U tabeli 7.2 je dat detaljan opis i neophodni podaci koje je neophodno obezbediti za analizu.

Tabela 7.2 – Metodologija energetskeg audita

Koraci	Opis	Potrebni podaci	Rezultati
Utvrđivanje trenutnog stanja	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikacija najpogodnijih lokacija za audit. • Identifikacija mogućih prilika za menadžment energijom. • Određivanje prioriteta za opseg i granice audita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vizuelni pregled prostorija, hala koje ulaze u granice energetskeg audita i specificirane opreme. 	Relativna procesa stanja svakog pojedinačnog sistema koji je označen kao potrošač energije,
Prioriteti energetskeg audita	<ul style="list-style-type: none"> • Utvrđivanje i definisanje svrhe audita. • Osigurava doprinos zainteresovanim stranama i posvećenost revizorskom prioritetu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Svi inputi višeg rukovodstva, proizvodnog osoblja i osoblja u održavanju. • Ograničenja u vremenu, resursima i pristupu objektu. • Identifikacija svih raspoloživih resursa. 	Izveštaji o rezultatima audita: <ul style="list-style-type: none"> - Lokacija audita; - Obim i vrsta analize; - Obim potrebne analize za uštedu; - Ostali povezani rezultati audita, npr. produktivnost, proces održavanja, moguće ekološke koristi.
Uspostavljanje granica energetskeg audita	<ul style="list-style-type: none"> • Određuje fizički obim audita postavljanjem uslovne granice oko sistema koji se posmatra. • Identifikuje ulaze energetskih tokova u granici koja se posmatra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rezultati iz koraka utvrđivanje trenutnog stanja. • Lokacija svih ulaza energetskih tokova u sistem. • Lista najvećih (najznačajnijih) potrošača energije 	Specifikacija o granici razmatranog sistema u pogledu ulaznih tokova energije, sistema koji su označeni kao potrošači i/ili specificarni odliv energije

Analiza potrošnje energije i troškova	<ul style="list-style-type: none"> • Specificira sve ulazne en. tokove - kupljene ili stvorene na bilo koji način. • Utvrđuje godišnje obrasce potrošnje energije i ukupnu godišnju potrošnju 	<ul style="list-style-type: none"> • Računi za svaki izvor kupljene energije • Izmereni podaci za ostale ulaze en. tokova. • Moguće primenljive obračunske tarife 	<p>Relativna godišnja potreba za energijom, kao i predviđeni troškovi za svaki vid kupljenih energenata.</p> <p>Povećani (marginalni) troškovi: električne energije, prirodnog gasa i drugih goriva.</p>
Poređenje energetske performanse	<ul style="list-style-type: none"> • Upoređuje trenutne energetske performanse sa internim dosadašnjim performansama, kao i upoređenje sa spoljnim izvorima podataka sličnih postrojenja. • Daje uvid u to šta pokreće potrošnju energije u postrojenju i koja potencijalna ušteda može postojati. 	<ul style="list-style-type: none"> • Podaci o potrošnji energije za određeni vremenski period. • Podaci o relevantnim pokretačima potrošnje (ili tzv. varijabilama uticaja) za određeni vremenski period, kao što je obim proizvodnje, efektivno radno vreme i vreme zastoja 	<ul style="list-style-type: none"> • Odnosi između potrošnje energije i značajnih potrošača. • Trendovi potrošnje energije. • Preliminarni ciljevi za smanjenjem potrošnje. • Potencijal za uštedu koji se ogleda u smanjenju varijabilnosti potrošnje energije
Određivanje energetskog profila	<ul style="list-style-type: none"> • Razumevanje vremenskih obrazaca u kojima sistem ima više ili manje potrebe za električnom energijom. 	<p>Podaci se beleže u intervalima od jednog minuta, jednog sata ili u jendom danu i odnose se na (električnu energiju, protok gasa, temperaturu, vlažnost vazduha, nivo osvetljenja, protok komprimovanog vazduha i njegov pritisak, ostali relevantni i merljivi faktori od uticaja).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Podaci o nesvakidašnjim uslovima potrošnje energije koji se inače ne vide ili ne evidentiraju. • Karakter operativnih podataka postrojenja, sistema i opreme.
Utvrđivanje potrošača energije	<ul style="list-style-type: none"> • Daje jasnu sliku o tome gde se energija koristi. • Pomaže u određivanju prioretnih mogućih ušteda energije i identifikaciji mogućnosti za smanjenjem potrošnje tako što se uklanjaju nepotrebni korisnici. 	<ul style="list-style-type: none"> • Specifikacija i el. šeme/crteži objekta i opreme. • Inventarski podaci opreme u sistemu. • Snaga i potrošnja goriva. • Izmereni protok, temperatura itd. • Stanje i performanse opreme. 	<ul style="list-style-type: none"> • Raspodela potrošnje energije po značajnim jedinicima u proizvodnji (npr. potrošnja gasa za potrebe proizvodnje u odnosu na potrošnju za zagrevanje objekta, prostorije; potrošnje električne energije za proizvodne procese, ventilaciju, komprimovani vazduh, osvetljenje i transport.
Identifikovanje prilika za menadžment energijom	<ul style="list-style-type: none"> • Uključuje kričnu procenu sistema i nivoa potrošnje energije. • Pomaže u utvrđivanju da li je potreban detaljniji mikro-audit 	<ul style="list-style-type: none"> • Energetski bilansi • Podaci prikupljeni kroz tzv. walk through analizu. • Odabrana merenja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lista prilika za menadžment energijom, moguće uštede koje zahtevaju trenutno, hitno delovanje ili koji podležu daljoj analizi.
Procena troškova i prednosti	<ul style="list-style-type: none"> • Preliminarna procena mogućnosti uštede energije. • Upoređenje mogućih ulaganja za implementaciju predloženih mera za uštedu energije. 	<ul style="list-style-type: none"> • Postojeći, nasuprot predloženoj potrošnji energije. • Povećani troškovi. energije. • Opciona merenja postojećeg stanja potrošnje energije i uslova. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ušteda, prikazana kao finansijski parametar. • Troškovi implementacije predloženih mera za poboljšanje. • Finansijska korist uz implementaciju predloženih mera za poboljšanje.
Izveštavanja o rezultatima audita	<ul style="list-style-type: none"> • Izveštava o rezultatima audita na način koji olakšava preduzimanje daljih aktivnosti (odnosi se na sve nivoje menadžmenta energijom, od aktivnosti koji ne zahtevaju nikakav utrošak do kapitalnih ulaganja u poboljšanje). 	<p>Rezultati iz svakog prethodnog koraka, od početne analize troškova do procene troškova i koristi.</p>	<p>Sažet i ubedljiv prikaz rezultata audita, uključujući:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rezime analize; • Analiza postojeće potrošnje energije; • Opis identifikovanih mera za poboljšanje/uštedu; • Procena uštede za odabrane predloge; • Akcioni plan za audit.

7.3.2. Energetski audit po predloženom modelu

Prema predloženom modelu energetskog audita, a u cilju efektivnog menadžmenta energijom, realizovan je energetski audit za predloženu organizaciju. Kako organizacija nema odgovorno lice koje se bavi energetskim menadžmentom, već tim iz sektora održavanja ima nadležnosti u ovoj oblasti, obezbeđena je raspoloživost tima da, zajedno sa menadžmentom, učestvuje u *pilot energetskom auditu*.

Utvrđivanje trenutnog stanja

Na početku energetskog audita je neophodno imati uvid u trenutno stanje organizacije, bez obzira što je cilj bio ispitati konkretan proces u proizvodnji. Audit je realizovan po predloženom modelu koji je prilagođen posmatranoj organizaciji.

U ovoj fazi energetskog audita, neophodno je izvršiti anketiranje zaposlenih u cilju pružanja odgovarajućih podataka koji daju uvid u energetski pregled zgrade, postrojenja i proizvodne hale. S tim ciljem, razvijeni su upitnici u skladu sa [131,132] i zakonodavstvom Republike Srbije [73,137-139]. Upitnici popunjeni od strane odgovornih zaposlenih u održavanju i senior menadžmenta dati su u prilogu 3.

Od posebnog je značaja da upitnici budu razumljivi, jasni i sistematični. Rezultati koji se dobijaju upitnikom za utvrđivanje trenutnog stanja su kvalitativni i dati opisno, zato je bitno razviti numerički prikaz kako bi se omogućilo i kvantitativno iskazivanje i, u skladu sa tim, odgovarajuća klasifikacija podataka.

Na ovaj način rezultati upitnika su korisni za utvrđivanje oblasti delovanja energetskog audita, kako bi se odredili prioriteti za dalju analizu i hitnost narednih postupaka i predviđenih aktivnosti. Korišćena je *Likertova skala* 0-3 poena za elemente za pojedine prostorije, proizvodne hale, postrojenja itd. Predloženi upitnici sa brojem poena upućuju na hitnost korektivnih aktivnosti.

Utvrđivanje trenutnog stanja predstavlja prvi korak energetskog audita, ali i u tom koraku se mogu identifikovati prilike za poboljšanje. Kao što je već rečeno, rangiranje predloženo upitnicima omogućuje da se identifikuju prioritetni delovi postrojenja koje bi trebalo bolje održavati i nadzirati. Kako je jedan od ciljeva ovog istraživanja bio energetski audit u industrijskim sistemima, fokus je na optimizaciju energetskih performansi proizvodnog procesa.

Prioriteti energetskog audita

Navedeni korak pruža neophodne zahteve za vlasnike procesa u smislu definisanja potreba i zahteva organizacije za realizaciju energetskog audita. On treba da omogući ispunjenje zahteva organizacije uz postizanje maksimalnog efekta optimizacije energetskog profila preduzeća. Korak obuhvata dve etape:

1. Definisane procedura za audit - etapa koja definiše cilj ili ciljeve audita, koji treba da budu jasni i da definiše ograničenja za njihovo postizanje, kao i ograničenja i moguće otpore koji bi nastali kada se predložene mere za poboljšanje budu primenjivale.
2. Definisane granice audita u smislu ovlašćenja i odgovornosti - etapa koja definiše vrste informacija i analitičkih podataka koji su neophodni i važni za realizaciju audita i pod čijom nadležnosti se nalaze.

S tim u vezi, predložena je forma za definisanje procedura i granice audita, koja je data u Prilogu 4 u formi ček-liste, a obuhvata: ciljeve audita, vremenski okvir za realizaciju audita i mera za poboljšanje, ograničenja, rizike itd.

Definisanje granica sistema u kojima se realizuje energetski audit

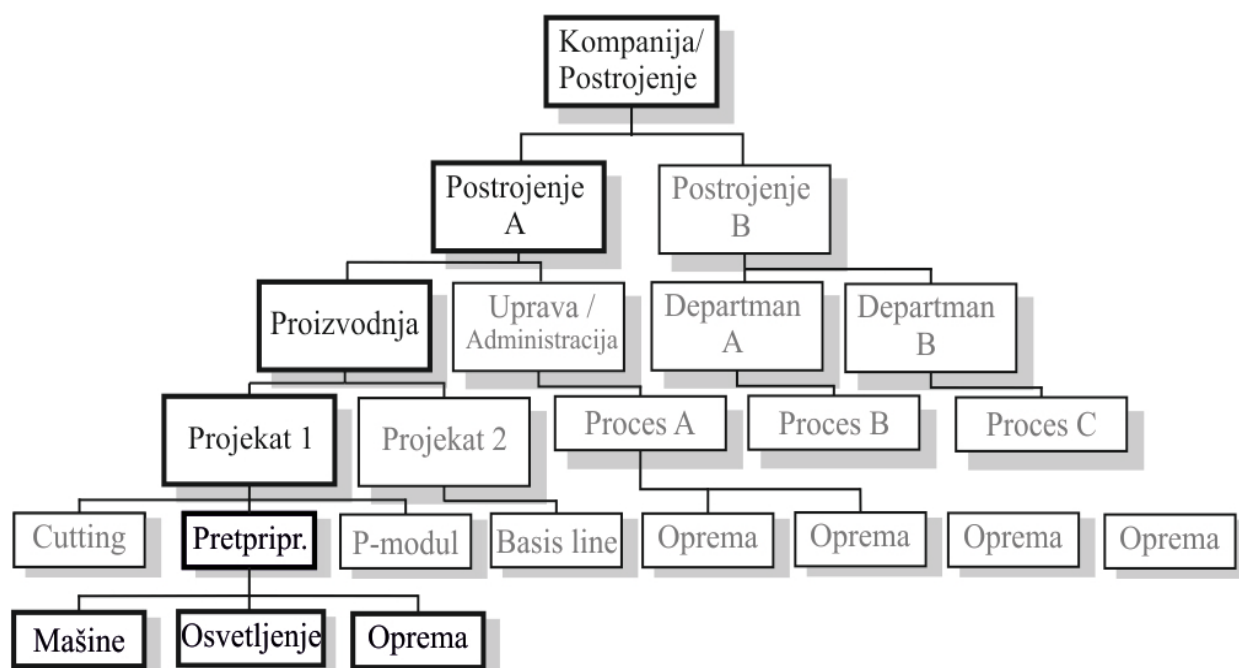
Sistemski pristup u energetskom auditu odnosi se na specificiranu oblast delovanja audita, odnosno na definisane granice sistema na koji će audit odnositi. Granice sistema omogućavaju detaljnu definiciju sistema koji se analizira u auditu. Samim tim, definisanjem granica sistema, definišu se izvori i odgovornosti/nadležnosti i potrebne informacije i podaci za dalju analizu.

Na slici 7.19 definisane oblasti delovanja energetskog audita za razmatranu organizaciju, kao i hijerarhijski prikaz razmatranog procesa, u smislu potrošnje energije; dok slika 7.20 definiše nadležnosti i odgovornosti i potrebne informacije i podatke koji su neophodni za analizu.

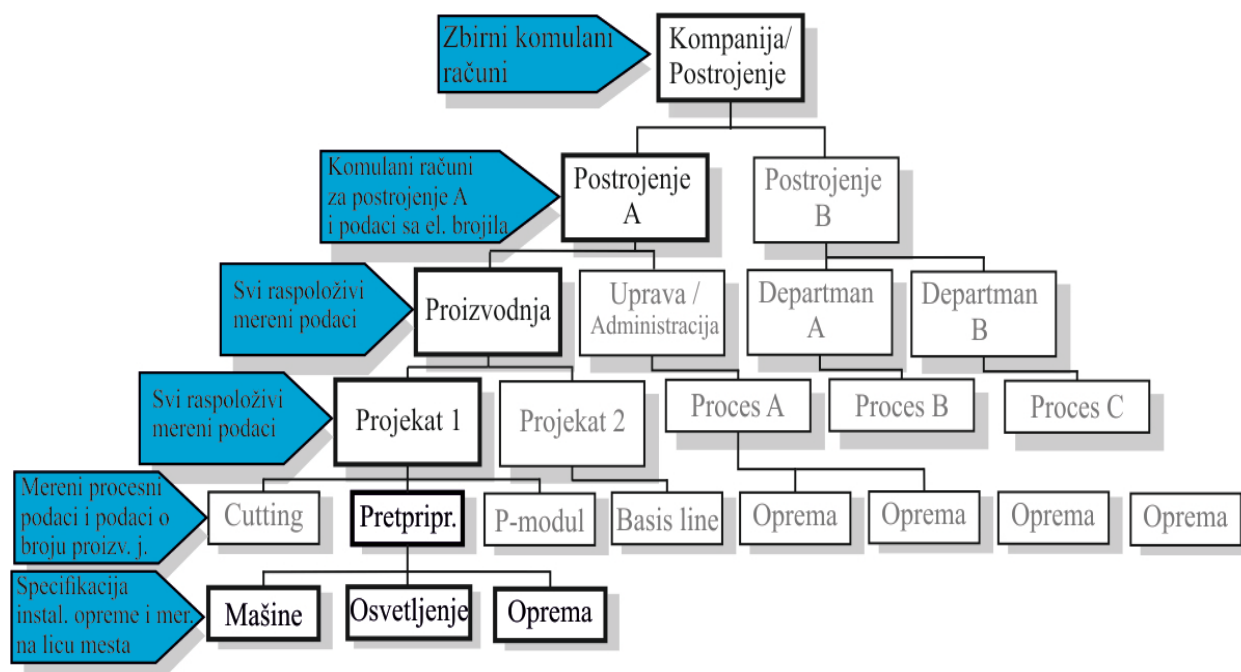
Nakon određivanja granica sistema koji podleže auditu, neophodno je identifikovati i kvantifikovati ulaze i izlaze energetskog toka u okviru definisanih granica audita. Ovaj korak podrazumeva da se se specificiraju svi tokovi energije, bez obzira da li su oni merljivi ili ne. Tokovima energije se smatraju: tok potrošnje električne energije, goriva, prirodnog gasa, vodene pare, komprimovanog vazduha, vazduha za klimatizaciju i provetranje i ostalih energenata.

Takođe kao i jedan od energetskih tokova smatra se i gubitak toplote pri grejanju koji se nepovratno gubi kroz omotač zgrade/hale/postrojenja. Zbog svega toga, neophodno je definisati i područje primene energetskog audita u smislu tipa energetskog toka koji će se pratiti. Kako bi se omogućio uvid u potrebe organizacije i menadžmenta, razvijen je upitnik na principu ček-liste kako bi se identifikovao prioritetni energetski tok koji će se analizirati i dat je u Prilogu 5.

Za potrebe razmatrane organizacije, uzet je u obzir samo tok potrošnje električne energije, kao prioritetni za analizu konkretnog procesa proizvodnje.



Slika 7.19 – Hijerarhijski prikaz (u smislu potrošnje energije) izabranog analiziranog procesa Pretpripreme u organizacionoj šemi

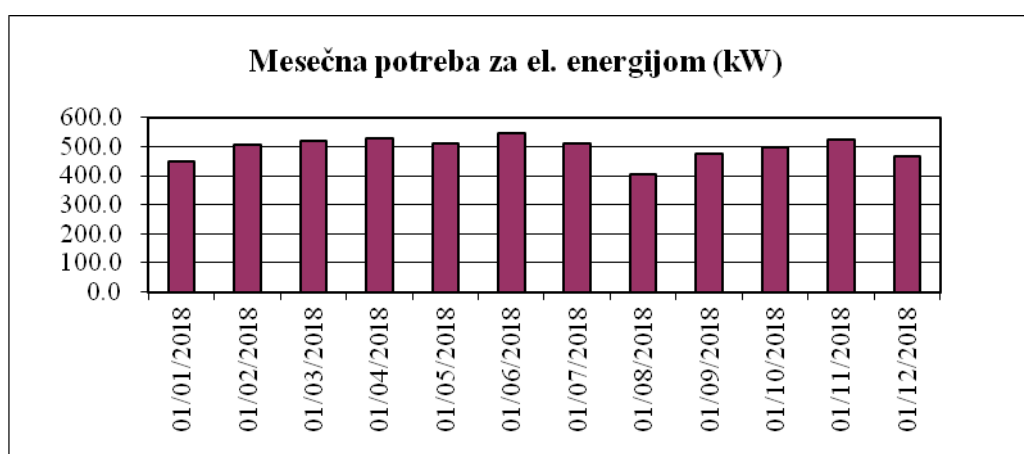


Slika 7.20 – Nadležnosti i odgovornosti potrebnih podataka i informacija za analizu izabranog procesa Pretpripreme u organizacionoj šemi

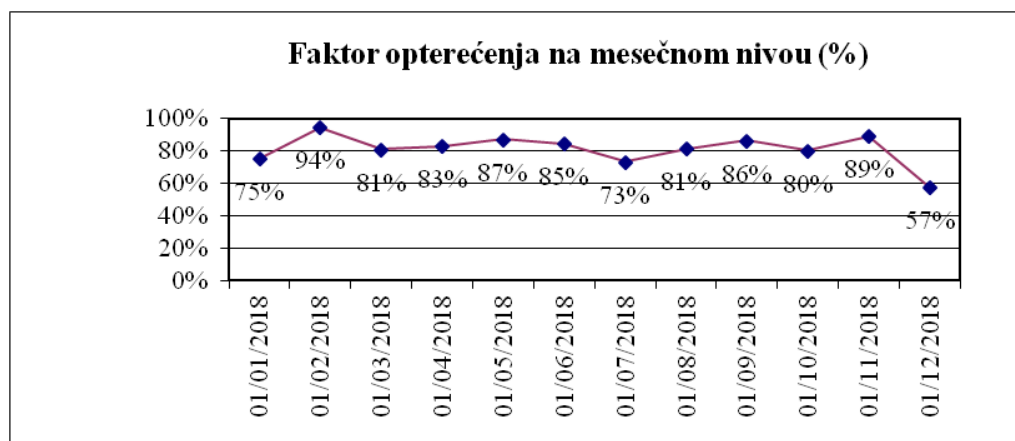
Analiza potrošnje energije i analiza troškova

Podaci o potrošnji energije, kao i računi za energente mogu dovesti do jasnih pokazatelja prilika za poboljšanje, naročito kada se analiziraju ključni potrošači energije, kao što je proces proizvodnje. Trebalo je izvršiti analizu potrošnje energije i troškova pre poređenja energetske performansi sa raspoloživim internim i eksternim podacima. Prikaz troškova i računa za energente u prethodnom periodu pruža uvid u ukupne godišnje troškove i mogućnost predviđanja budućih troškova.

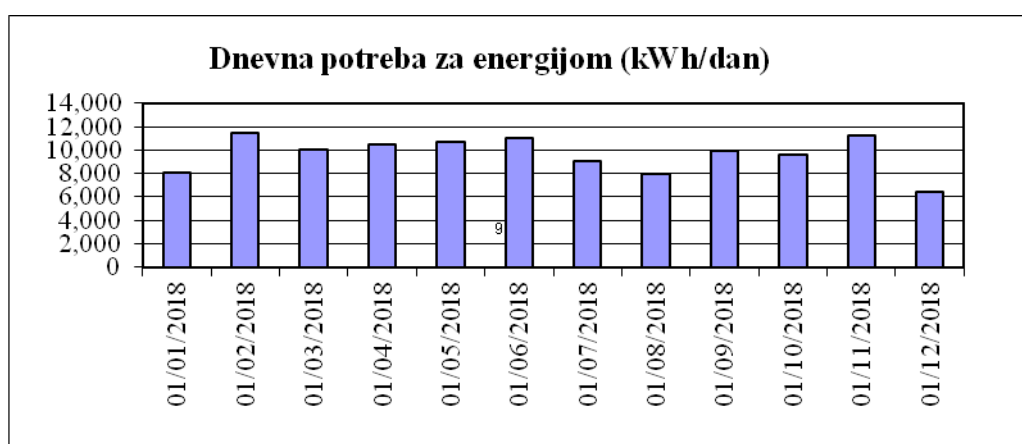
Na osnovu preporuka iz [132,139] izvršena je analiza potrošnje električne energije za postrojenje A analizirane organizacije, a korišćeni su podaci o računima za utrošenu električnu energiju u toku 2018. godine (Slike 7.21-7.24). Dnevna potreba za energijom se odnosi na mesečni utrošak podeljen sa brojem dana, a ne na merene vrednosti na dnevnom nivou. Prikupljeni podaci ukazaće u analizi na: energetske performanse razmatranog proizvodnog procesa, trend rasta potrošnje i predviđanje budućih troškova.



Slika 7.21 – Mesečne potrebe za električnom energijom (kW) postrojenja A analizirane organizacije



Slika 7.22 – Faktor opterećenja na mesečnom nivou (%) postrojenja A analizirane organizacije



Slika 7.23 – Dnevne potrebe za energijom (kWh/dan) postrojenja A analizirane organizacije

Pre komparativne analize, neophodno je da se odredi energetska performansa razmaranog procesa.

Energetske performanse se definišu kao ostvarena potrošnja energije i energenata na nivou organizacije u određenom vremenskom periodu - mesecu ili poslovnoj godini. Na osnovu podataka o potrošnji električne energije može se dati pregled energetske performansi razmatranog procesa [140].

Takođe, za dalju analizu neophodno je i definisati pojam indikatora energetske performansi. Indikatori energetske performansi se definišu kao specifična potrošnja energije i/ili energenata na nivou organizacije u određenom vremenskom periodu - mesecu i poslovnoj godini. Indikatori energetske performansi se prikazuju kao odnos:

$$IP(t) = \frac{E(t)}{A(t)} \quad (7.1)$$

gde su:

- $IP(t)$ - Indikator energetske performanse;
- $E(t)$ - Utrošena količina energije ili energenata;
- $A(t)$ - Pokazatelj aktivnosti za koju je energija utrošena (količina proizvoda/usluga, pređeni put u transportu, površina prostora koji se greje i slični pokazatelji);
- t - Vremenski period za koji se indikator energetske performanse izračunava.

S obzirom na kompleksnost proizvodnog programa i zbog jednostavnije i jasnije komparativne analize uvodi se i pojam indikatora energetske performanse u odnosu na ukupni prihod organizacije. Odnosno, izraz (7.1) postaje:

$$IP(t) = \frac{E(t)}{UP(t)} \quad (7.2)$$

gde je:

UP(t) - Ostvareni ukupni prihod, kao zajednički pokazatelj aktivnosti za koju su energija i energenti utrošeni.

U tabeli 7.3 su prikazani indikatori energetske performanse procesa proizvodnje u pretpripremi postrojenja A, dok će u narednom koraku biti prikazani zajedno sa uporednim podacima drugih proizvodnih postrojenja iste organizacije. Neophodno je napomenuti da se zbog kompleksnosti proizvodnje u odeljenju pretpripreme, proizvodi oko 15,000-18,000 komada potrebnih elemenata za proizvodnju dve vrste proizvoda, koje će se i koristiti za analizu. Podatak se odnosi na broj komada na dnevnom nivou koji se proizvede u tri smene. Kako je organizacija zadužena za dva različita projekta - Projekat 1 i Projekat 2, to će broj finalnih komada proizvoda biti izražen kao P1 i P2 komada.

Na slikama 7.24-7.27 prikazane su samo neke od mašina/uređaja koje se koriste u procesu proizvodnje u odeljenju pretpripreme. Podatak o potrošnji električne energije na nedeljnom nivou nije precizno dat, već je usvojen na osnovu mesečne potrošnje i broja radnih sati u svakoj nedelji. Indikatori energetske performanse su dati za oba proizvoda koja se isporučuju kupcu.



Slika 7.24 - Prikaz mašine 1 u odeljenju pretpripreme



Slika 7.25 - Prikaz mašine 1 u odeljenju pretpripreme



Slika 7.26 - Prikaz mašine 3 u odeljenju pretpripreme



Slika 7.27 - Prikaz mašine 4 u odeljenju pretpripreme

Tabela 7.3 - Podaci o potrošnji električne energije po nedeljama i broj proizvodnih jedinica

Nedelja	Broj proizvedenih jedinica		Potrošnja električne energije [kWh]	Indikator energetske performanse	
	P1 [kom]	P2 [kom]		[kWh/komP1]	[kWh/komP2]
1	0	0	0	0	0
2	9562	4500	65249.27	6.823453	14.49984
3	12750	6000	65249.27	5.11759	10.87488
4	12760	6012	65249.27	5.113579	10.85317
5	12758	6012	77335.5	6.061726	12.86352
6	12750	6000	70890.87	5.560069	11.81515
7	8925	4200	45112.37	5.054608	10.74104
8	10200	4800	64446.25	6.31826	13.4263
9	11475	5400	56448.2	4.919233	10.45337
10	12750	6000	72128.26	5.657118	12.02138
11	12750	6000	62720.23	4.919233	10.45337
12	12750	6000	62720.23	4.919233	10.45337
13	14025	6600	76318.24	5.441586	11.56337
14	10200	4800	63598.53	6.23515	13.24969
15	8925	4200	44518.97	4.98812	10.59976
16	12750	6000	76318.24	5.985744	12.71971
17	12750	6000	80176.15	6.288325	13.36269
18	5100	2400	26725.38	5.240271	11.13558
19	10200	4800	53450.76	5.240271	11.13558
20	12750	6000	80176.15	6.288325	13.36269
21	12750	6000	67588.86	5.301087	11.26481

22	12750	6000	67588.86	5.301087	11.26481
23	14025	6600	74347.74	5.301087	11.26481
24	12750	6000	74347.74	5.831196	12.39129
25	12750	6000	56134.67	4.402719	9.355778
26	11475	5400	50521.2	4.402719	9.355778
27	12750	6000	56134.67	4.402719	9.355778
28	12750	6000	56134.67	4.402719	9.355778
29	14025	7200	56134.67	4.002472	7.796482
30	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
32	7650	2400	23114.38	3.021487	9.630991
33	8925	1800	32360.13	3.625785	17.97785
34	10200	4800	46228.76	4.532231	9.630991
35	12750	6000	50851.63	3.988363	8.475272
36	12750	6000	52800.21	4.141193	8.800036
37	12750	6000	64533.59	5.061458	10.7556
38	12750	6000	58666.9	4.601326	9.777817
39	12750	6000	67466.94	5.291525	11.24449
40	12750	6000	65011.12	5.098912	10.83519
41	12750	6000	53190.92	4.171837	8.865153
42	12750	6000	56145.97	4.403605	9.357662
43	12750	6000	59101.02	4.635374	9.85017
44	12750	6000	65428.58	5.131653	10.90476
45	11475	5400	54523.82	4.751531	10.097
46	11475	5400	54523.82	4.751531	10.097
47	11475	5400	54523.82	4.751531	10.097
48	12750	6000	65428.58	5.131653	10.90476
49	12750	6000	52077.48	4.084508	8.67958
50	12750	6000	54681.35	4.288734	9.113559
51	12750	6000	57285.23	4.492959	9.547538
52	0	0	0	0	0

Indikator energetske performanse u odnosu na ukupni poslovni prihod je dat kao:

$$IP(t) = \frac{E(t)}{UP(t)} = \frac{2,805,794 \text{ kW}}{1,987,748,000 \text{ RSD}} = 1,412 \text{ W/RSD} \quad (7.3)$$

Zbog komparativne analize neophodno je usvojiti ukupni poslovni prihod u valuti eura:

$$IP(t) = \frac{E(t)}{UP(t)} = \frac{2,805,794 \text{ kW}}{16,703,764.71 \text{ EUR}} = 0,16797 \text{ kW/EUR} \quad (7.4)$$

Komparativna analiza

Analiza potrošnje električne energije data u prethodnom koraku predstavlja bazu za dalju analizu energetske performansi. U ovom koraku je predstavljena komparativna analiza. Komparativna analiza se može izvršiti: interno - za određeni vremenski period, postrojenje, proizvodnu liniju ili npr. proizvodnu jedinicu i eksterno - kako bi se standardizovale performanse ustanovljene u relevantnim industrijskim sistemima.

U prethodnom koraku su dati podaci o potrošnji električne energije, troškovima izraženim u eurima, kao i broj proizvedenih jedinica u vremenskom periodu od godinu dana. Neophodno je odrediti koji faktori i na koji način utiču na potrošnju energije i na koji način se može izvršiti njihova klasifikacija. Autori [132] ove faktore grupišu na način dat u tabeli 7.4.

Tabela 7.4 - Faktori koji utiču na potrošnju energije u industrijskim sistemima [132]

Faktor	Podatak	Jedinica
Proizvodnja	Broj proizvoda	Količina [kom, m3, m2, itd.]
Vremenski uslovi	Spoljašnja temperatura	Stepen-dan [°C*broj dana]
Raspoložios	Raspoloživo vreme rada proizvodnje	Broj sati, smena, dana, radnih nedelja itd

Na osnovu podataka iz tabele 7.3 može se, na mesečnom nivou, prikazati potrošnja električne energije i broj proizvedenih jedinica u zavisnosti od vremenskih uslova za posmatranu lokaciju organizacije u 2018. godini. U ovom prikazu je data potrošnja električne energije u zavisnosti od dva faktora.

Tabela 7.5 - Analiza potrošnje električne energije u zavisnosti od vremenskih uslova i količine proizvedenih proizvoda

Mesec	Potrošnja električne energije	Stepen-dan	Broj proizvedenih jedinica	
	[kWh]		P1 [kom]	P2 [kom]
Januar 2018	195747.8056	402	35072.5	16512
Februar 2018	257784.9989	371	44633	21012
Mart 2018	250880.9014	294	63750	30000
April 2018	254394.1362	59	44625	21000
Maj 2018	267253.8246	22	53550	25200
Jun 2018	270355.4345	7	51000	24000
Jul 2018	224538.6795	0	39525	19200
Avgust 2018	184915.0204	1	39525	15000
Septembar 2018	234667.6133	49	51000	24000
Oktoibar 2018	236404.08	111	63750	30000
Novembar 2018	272619.0833	265	47175	22200
Decembar 2018	156232.4375	432	38250	18000

Komparativnu analizu nije moguće izvršiti interno za P2 pošto se taj projekat realizuje svega 22 meseca, ali za proizvod P1 je moguće poređenje sa dosadašnjom praksom.

Na osnovu podataka izloženim u tabeli 7.3, uočavaju se maksimalne, minimalne i prosečne vrednosti za proizvod P1 za 2018. godinu.

Max broj komada u nedelji = 14025;

Min broj komada u nedelji = 5100;

Prosečan broj komada u nedelji = 11914.

Indikator potrošnje električne energije za 2018. godinu iznosi:

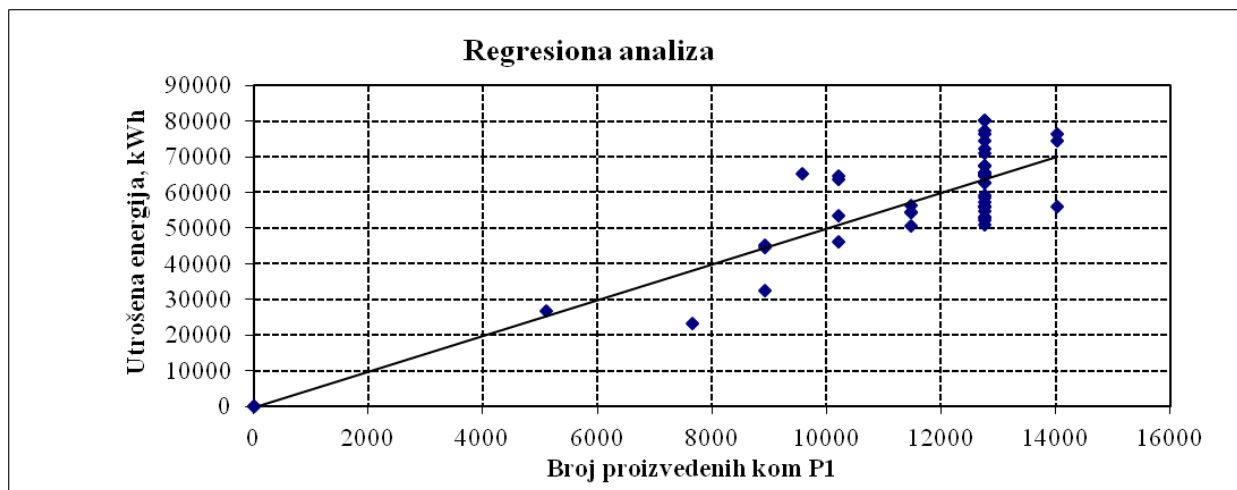
$$IP_{max} = 6.82 \text{ kWh/kom}$$

$$IP_{min} = 3.021 \text{ kWh/kom}$$

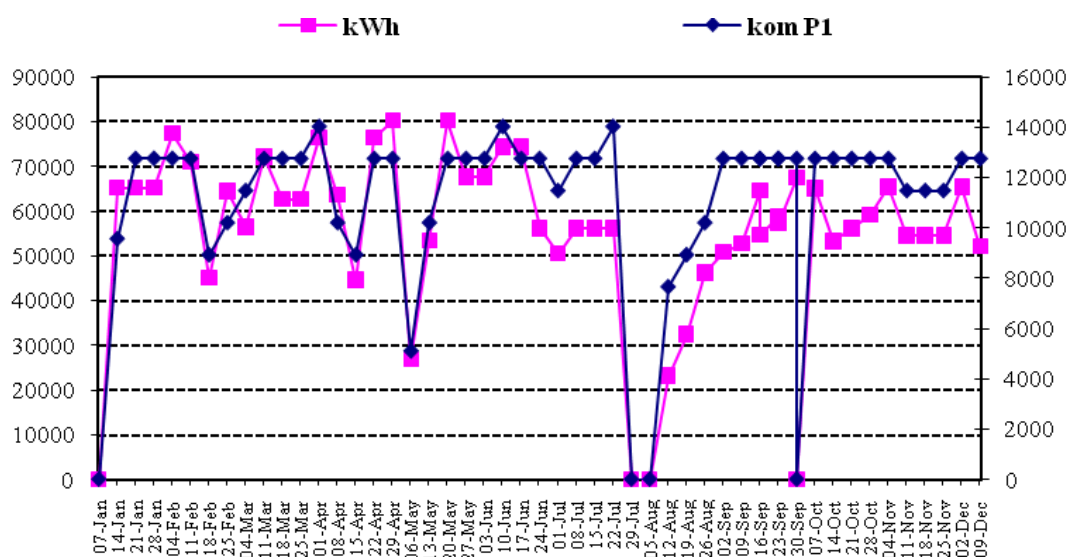
$$IP_{prosek} = 4.989 \text{ kWh/kom}$$

Prosečna vrednost indikatora potrošnje električne energije za vreme od 2 godine poslovanja razmatrane organizacije je **5,9 kWh/kom**, što ukazuje da poslovna 2018. godina je godina sa uštedom energije u odnosu na dosadašnje poslovanje i da se manje energije trošilo za proizvodnju jednog komada P1 nego do sada. Međutim, prosečna vrednost za prvih šest meseci iste organizacije samo na drugoj lokaciji je **4,1 kWh/kom**, što definitivno ukazuje na prostor za poboljšanje i dostizanje elemenata dobre prakse i u ovom procesu.

Funkcionalna zavisnost između efekata proizvodnje u organizaciji i potrošnje električne energije se uglavnom prikazuje kao linearna zavisnost [132-134]. Na ovaj način je moguće odrediti funkcionalnu zavisnost na osnovu raspoloživih podataka koristeći metod najmanjih kvadrata. Slika 7.28 prikazuje regresionu zavisnost za uzorak koji se razmatra.



Slika 7.28 - Regresiona analiza zavisnosti potrošnje električne energije i broja proizvedenih komada P1 za 2018. godinu



Slika 7.29 - Prikaz zavisnosti utrošene električne energije [kWh] i broja proizvedenih komada P1

Za raspoložive podatke, određena je funkcionalna zavisnost kao:

$$\text{Potrošnja električne energije [kWh]} = 5.011 \times \text{proizv. kom. P1} - 189.3205 \quad (7.5)$$

Na osnovu dobijene zavisnosti, tabela 7.3 se može proširiti sa vrednostima predviđenim ovom zavisnošću i utvrditi koliko predviđene vrednosti odstupaju od stvarnih. Na osnovu toga može se izvršiti predviđanja potrošnje električne energije na osnovu planiranih proizvodnih kapaciteta.

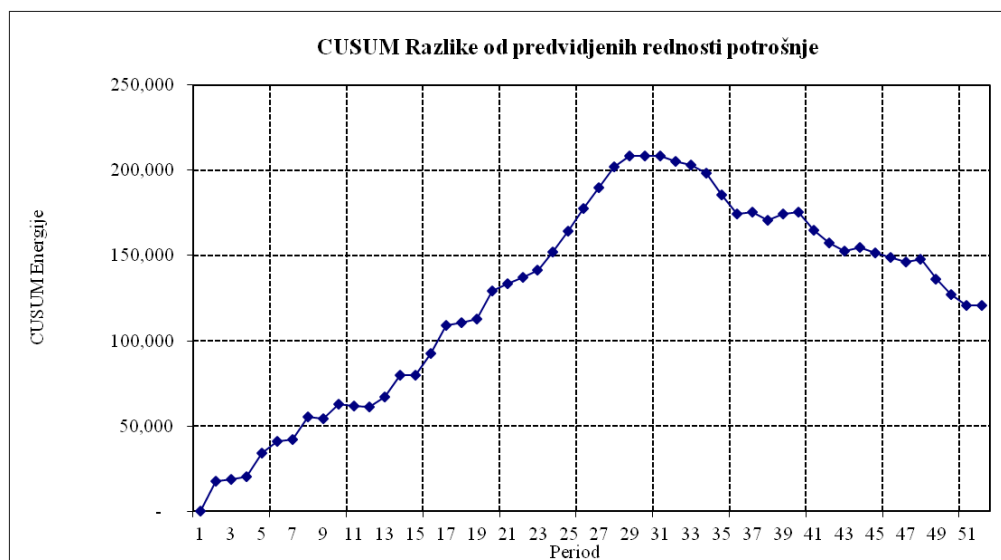
Tabela 7.4 - Poređenje predviđenih vrednosti sa stvarnom potrošnjom električne energije

Nedelja	Broj proizvedenih jedinica P1	Potrošnja električne energije	Indikator energetske performanse	Predviđena potrošnja električne energije	Apsolutna razlika
	[kom]	[kWh]	[kWh/komP1]	[kWh]	[kWh]
1	0	0	0	0	0
2	9562.5	65249.27	6.823453	47728.14	17521.13
3	12750	65249.27	5.11759	63700.62	1548.645
4	12760	65249.27	5.113579	63750.73	1498.535
5	12758	77335.5	6.061726	63740.71	13594.79
6	12750	70890.87	5.560069	63700.62	7190.251
7	8925	45112.37	5.054608	44533.64	578.7345
8	10200	64446.25	6.31826	50922.63	13523.62
9	11475	56448.2	4.919233	57311.63	863.426
10	12750	72128.26	5.657118	63700.62	8427.636
11	12750	62720.23	4.919233	63700.62	-980.398
12	12750	62720.23	4.919233	63700.62	980.398
13	14025	76318.24	5.441586	70089.62	6228.623
14	10200	63598.53	6.23515	50922.63	12675.9
15	8925	44518.97	4.98812	44533.64	14.6665
16	12750	76318.24	5.985744	63700.62	12617.62
17	12750	80176.15	6.288325	63700.62	16475.52
18	5100	26725.38	5.240271	25366.66	1358.725
19	10200	53450.76	5.240271	50922.63	2528.13
20	12750	80176.15	6.288325	63700.62	16475.52
21	12750	67588.86	5.301087	63700.62	3888.235
22	12750	67588.86	5.301087	63700.62	3888.235
23	14025	74347.74	5.301087	70089.62	4258.127
24	12750	74347.74	5.831196	63700.62	10647.12
25	12750	56134.67	4.402719	63700.62	7565.95
26	11475	50521.2	4.402719	57311.63	6790.43
27	12750	56134.67	4.402719	63700.62	7565.95
28	12750	56134.67	4.402719	63700.62	7565.95
29	14025	56134.67	4.002472	70089.62	13954.9
30	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
32	7650	23114.38	3.021487	38144.65	15030.3
33	8925	32360.13	3.625785	44533.64	12173.5
34	10200	46228.76	4.532231	50922.63	4693.88
35	12750	50851.63	3.988363	63700.62	12849
36	12750	52800.21	4.141193	63700.62	10900.4
37	12750	64533.59	5.061458	63700.62	832.9702
38	12750	58666.9	4.601326	63700.62	5033.72
39	12750	67466.94	5.291525	63700.62	3766.315
40	12750	65011.12	5.098912	63700.62	1310.499
41	12750	53190.92	4.171837	63700.62	10509.7
42	12750	56145.97	4.403605	63700.62	7554.65
43	12750	59101.02	4.635374	63700.62	4599.6
44	12750	65428.58	5.131653	63700.62	1727.957
45	11475	54523.82	4.751531	57311.63	2787.81
46	11475	54523.82	4.751531	57311.63	2787.81
47	11475	54523.82	4.751531	57311.63	2787.81
48	12750	65428.58	5.131653	63700.62	1727.957
49	12750	52077.48	4.084508	63700.62	11623.1
50	12750	54681.35	4.288734	63700.62	9019.27
51	12750	57285.23	4.492959	63700.62	6415.4
52	0	0	0	0	0

Za dalju anлізу predviđanja potrošnje električne energije uvodi se tzv. CUSUM tehnika odnosno metod kumulativne sume razlika (*eng. Cumulative SUM of differences - CUSUM*) [141-143]. Njena prednost je u identifikaciji promena u predviđanju kao što su kritični događaji i greške koje nastaju. U ovom slučaju se suma razlika odnosi na razlike između stvarne potrošnje i potrošnje koja se očekuje predviđanjem. Ukoliko potrošnja nastavi da sledi obrazac koji je prethodno definisan, razlike između stvarne potrošnje i ustanovljenog obrasca postaju sve manje i mogu dostići i negativne vrednosti. Takođe, u nekim slučajevima razlika može biti i vrlo bliska nuli. Kriva koja se obrazuje, predstavlja izlomljenu linearnu zavisnost, gde se pri svakoj promeni nagiba krive ukazuje na promenu obrasca, dok svi delovi koji su približno linearni ukazuju da je obrazac stabilan. Vrednosti dobijene ovom metodom su predstavljene u tabeli 7.5 i na slici 7.30.

Tabela 7.5 - Vrednosti aktuelne i predviđene potrošnje električne energije sa vrednostima kumulativne sume razlika

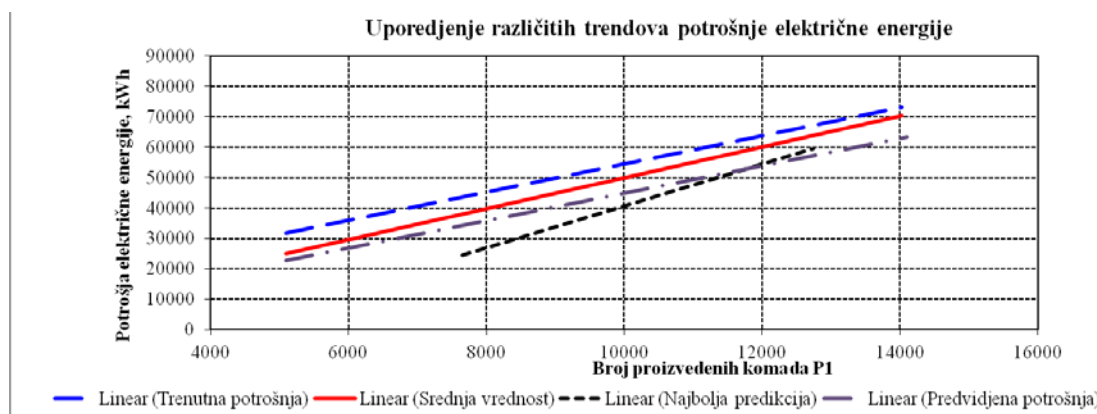
Nedelja	Aktuelna potrošnja el. energije [kWh]	Predviđena potrošnja el. energije [kWh]	Razlika između predviđene i aktuelne potrošnje el. energije [kWh]	CUSUM vrednosti [kWh]
1	0	0	0	0
2	65,249	47,728	17,521	17,521
3	65,249	63,701	1,549	19,070
4	65,249	63,751	1,499	20,568
5	77,335	63,741	13,595	34,163
6	70,891	63,701	7,190	41,353
7	45,112	44,534	579	41,932
8	64,446	50,923	13,524	55,456
9	56,448	57,312	-863	54,592
10	72,128	63,701	8,428	63,020
11	62,720	63,701	-980	62,040
12	62,720	63,701	-980	61,059
13	76,318	70,090	6,229	67,288
14	63,599	50,923	12,676	79,964
15	44,519	44,534	-15	79,949
16	76,318	63,701	12,618	92,567
17	80,176	63,701	16,476	109,042
18	26,725	25,367	1,359	110,401
19	53,451	50,923	2,528	112,929
20	80,176	63,701	16,476	129,404
21	67,589	63,701	3,888	133,293
22	67,589	63,701	3,888	137,181
23	74,348	70,09	4,258	141,439
24	74,348	63,70	10,647	152,086
25	76,135	63,70	12,434	164,521
26	70,135	57,312	12,823	177,344
27	76,135	63,701	12,434	189,778
28	76,135	63,701	12,434	202,213
29	76,135	70,090	6,045	208,258
30	0	0	0	208,258
31	0	0	0	208,258
32	35,114	38,145	-3,031	205,227
33	42,360	44,534	-2,174	203,054
34	46,229	50,923	-4,694	198,360
35	50,852	63,701	-12,849	185,511
36	52,800	63,701	-10,900	174,611
37	64,534	63,701	833	175,443
38	58,667	63,701	-5,034	170,410
39	67,467	63,701	3,766	174,176
40	65,011	63,701	1,310	175,487
41	53,191	63,701	-10,510	164,977
42	56,146	63,701	-7,555	157,422
43	59,101	63,701	-4,600	152,823
44	65,429	63,701	1,728	154,551
45	54,524	57,312	-2,788	151,763
46	54,524	57,312	-2,788	148,975
47	54,524	57,312	-2,788	146,187
48	65,429	63,701	1,728	147,915
49	52,077	63,701	-11,623	136,292
50	54,681	63,701	-9,019	127,273
51	57,285	63,701	-6,415	120,857
52	0	0	0	120,857



Slika 7.30 - Rezultati metode kumulativne sume razlika za predviđanje potrošnje električne energije

Kritične tačke ove krive (Slika 7.31) ukazuju na promene u nagibu, u analiziranom slučaju čak i o smeru nagiba krive, čija se promena uočava u 30. i 31. nedelji kada je i kolektivni odmor organizacije i kada nema proizvodnje, a samim tim ni potrošnje energije u tom postrojenju. Na osnovu krive kumulativne sume razlika, mogu se usvojiti kritične tačke, čiji se trend razvoja smatra podesnim za analizirani slučaj, a to je svakako smanjenje potrošnje energije i trebalo bi biti deo krive koji je približno linearan, tj. odgovara linearnoj zavisnosti. Usvojen je period između 39 i 46. nedelje, kao trend koji odgovara smanjenju potrošnje električne energije, koji će se dalje uzeti u analizu.

Na osnovu svih podataka dobijenih u prethodnim koracima, moguće je vršiti poređenje trenutne potrošnje i vrednosti koje su usvojene kao predikcione, koristeći metod kumulativnih suma razlika i najbolji trend koji je na taj način usvojen, kao i srednju vrednost potrošnje za vreme poslovanja organizacije i realizacije projekta 1 (u trajanju od 22 meseca). Opisana analiza je predstavljena na zajedničkom grafikonu na slici 7.32. Ovde je moguće uočiti da je razmatrani period u 2018. godini iznad proseka potrošnje električne energije za isti broj proizvedenih komada za period od 22 meseca, da predviđena potrošnja realno oslikava trend rasta potrošnje električne energije srazmerno broju proizvedenih jedinica. Linearna zavisnost krive, koja je označena kao najbolja predikcija, predstavlja rezultat izabranog trenda kumulativne sume razlika, s tim što je usvojena mogućnost smanjenja troškova električne energije za 8% i ukazuje na najmanju moguću potrošnju koju je moguće postići za isti broj proizvedenih komada proizvoda P1, uz postizanje ove uštede. Daljim iterativnim postupkom, moguće je postići bolje rezultate predikcione krive, primenjujući, takođe i mere za uštedu električne energije



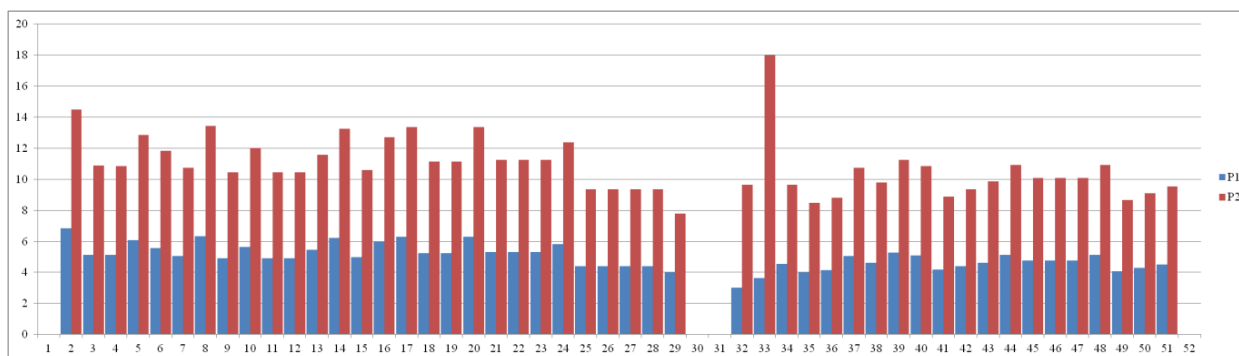
Slika 7.31 - Poređenje različitih trendova potrošnje električne energije

Energetski profil i potrošnja energije

Definisanje energetskog profila organizacije predstavlja sistemski pristup i osnovu za dalje planiranje potrošnje energije i identifikaciju prilika za poboljšanje. Uspostavljanje energetskog profila omogućava organizaciji i njenom menadžmentu sagledavanje stanja trenutne potrošnje energije, planiranje energetskih resursa i analizu budućih aktivnosti za unapređenje energetskih performansi. Međutim, takođe pruža svim zaposlenima informacije o potrošnji energije, značaju racionalne upotrebe energije i njenoj ključnoj ulozi u održivom poslovanju.

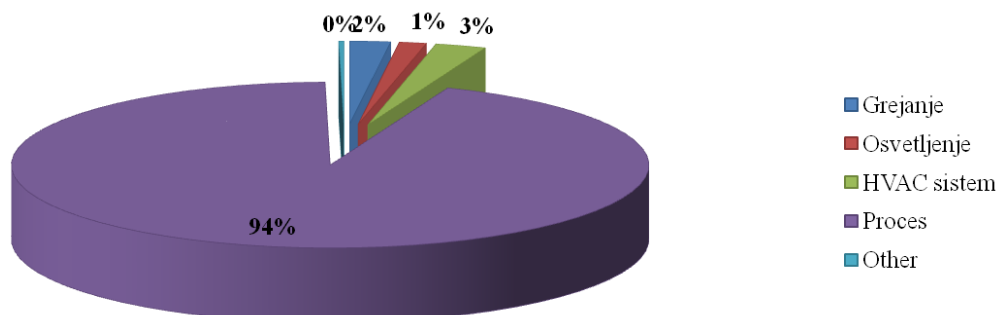
U prethodnim koracima, date su osnovne informacije o potrošnji energije u razmatranom vremenskom periodu, dati su predlozi za predviđanje buduće potrošnje, kao i mogućnosti za njeno smanjenje. Vrlo bitna informacija je i određivanje indikatora energetske performanse, kako bi se sagledala trenutna pozicija organizacije u odnosu na druge. U ovom koraku identifikuju se ključni potrošači u proizvodnom sektoru. Ne uzimaju se u razmatranje administrativni deo objekta, kantina, depoi i ostali dodatni skladišni prostori.

Na slici 7.32 dat je pregled indikatora energetske performanse za proizvode P1 i P2 na nedeljnom nivou u toku 2018. godine. Na ovaj način se može identifikovati kada je najmanja vrednost indikatora, tj. kada je električna energija korišćena minimalno za dostizanje proizvodnih kapaciteta, a takođe se mogu uočiti i kritični trenuci kada je potrošnja viša od uobičajnih vrednosti, kako bi se analizirali uzroci. To može pružiti uvid u različita akcidentna stanja, otkaze u radu ili druge anomalije u procesu i omogućiti da se, na preventivni način, ovakva stanja izbegnu u budućnosti.



Slika 7.32 - Indikatori energetske performanse proizvoda P1 i P2

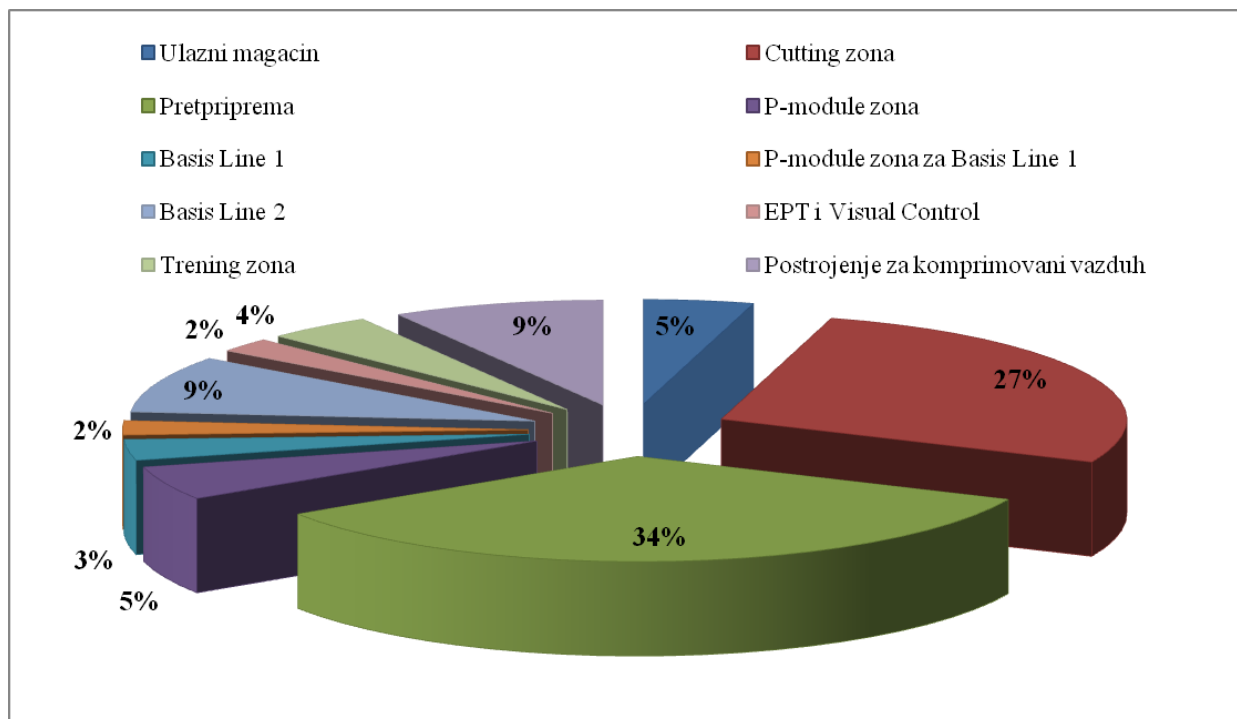
Za određivanje energetskog profila, veoma je važno identifikovati potrošače i pružiti detaljan uvid koliko se energije troši na pojedine delove sistema koji ne učestvuju u direktnoj proizvodnji, već opslužuju proizvodnju. Tu se misli da centralni sistem grejanja, hlađenja i ventilacije, osvetljenja, grejanja sanitarne tople vode i sl. Na osnovu mašinskog projekta izvršen je popis glavnih potrošača sa instalisanim snagama. Na osnovu toga dat i je i prikaz potrošača i njihovih potreba za električnom energijom na slici 7.33.



Slika 7.33 - Prikaz potreba za električnom energijom u razmatranom postrojenju: Grejanje administrativnih kancelarija koje se nalaze u proizvodnoj hali (2% potreba), Osvetljenje (1%), HVAC Sistem (3%), Proces proizvodnje (94%) i ostali potrošači (oko 2%).

Kako proizvodnja radi 5 dana u nedelji, u tri smene, odnosno 480 radnih sati i jedino sistem grejanja u administrativnim kancelarijama je uključen 8 sati dnevno, profil potrošnje električne energije neće se bitno razlikovati od stanja prikazanog na slici 7.33.

Kako bi se identifikovali najveći potrošači, kao što je i dato u tabeli 7.1, grafički prikaz potrošača u proizvodnji, zajedno sa sistemom za komprimovani vazduh je prikazan na slici 7.34.



Slika 7.34 - Prikaz potrošača u postrojenju A i njihovih potreba za električnom energijom: Ulazni magacin (4% potrebe za električnom energijom), Cutting zona (27%), Pretpriprema (34%), P-module zona (5%), Basis Line 1 (3%), P-module zona za Basis Line 1 (2%), Basis Line 2 (9%), EPT i Vizuelna kontrola (2%), Trening zona (4%), Potrojenje za komprimovani vazduh (8%).

Identifikacija prilika za poboljšanje

Primena fotonaponskih panela predstavlja jednu od efikasnih metoda za smanjenje troškova potrošnje električne energije. Efikasno korišćenje ovih panela zavisi od intenziteta solarnog zračenja, stepena korisnosti fotonaponskih ćelija, ali takođe i od zahtevane potrošnje električne energije i mogućnosti da se utoši proizvedena količina električne energije koja se dobije na ovakav način. Kao što je ranije predstavljeno, dominantni potrošači u razmatranoj organizaciji koriste električnu energiju - za potrebe klimatizacije, grejanja objekta i za sve proizvodne procese. Ovde su prikazani rezultati simulacije mogućnosti korišćenja fotonaponskih panela za pokrivanje potreba za električnom energijom u analiziranoj organizaciji.

Kako je prikazano na slici 7.33 najveći potrošači su upravo sve procesne jedinice u proizvodnji. Kako bi se pratilo opterećenje, odnosno profil zahtevanog energetskog opterećenja, a na osnovu rezultata energetskog pregleda, napravljen je godišnji prikaz potrošnje električne energije po kritičnim sektorima u proizvodnji (slika 7.35), kao i pregled efektivnog rada mašina po sektorima na godišnjem nivou (slika 7.36). Sa slike 7.35 može se uočiti da je najveća potrošnja električne energije zabeležena u martu i oktobru.

Dostupna tehnička dokumentacija proizvodne hale sa pratećim objektima je analizirana kako bi se utvrdile osnovne informacije o lokaciji, površini krova gde bi eventualno bilo moguće instalirati fotonaponske panele. Samo područje gde se nalaze proizvodne hale se može smatrati otvorenim, bez ikakvih okolnih objekata koji mogu ugroziti potpunu osunčanost krova objekta, što bi moglo da utiče na rad fotonaponskih panela.

Postoje dve proizvodne zgrade koje su odgovarajuće za instalaciju. Glavna zgrada uzeta u razmatranje ima dimenzije krova $230 \text{ m} \times 145 \text{ m}$. Konstrukcija krova zgrade je izgrađena od ploča od betnoskog čelika, tako da može da izdrži statička opterećenja, kao i opterećenja nastala usled jačine vetra. Krov je izgrađen od valovitih čeličnih ploča.

Usvojene su sledeće pretpostavke za procenu nominalne snage fotonaponskih panela za razmatrani krov: tipična veličina panela je $1 \times 1.7 \text{ m}$, snage 260 W . Tehnički potencijal za instalaciju fotonaponskih panela je prikazan u tabeli 7.6.

Tabela 7.6 - Procenjene vrednosti mogućnosti za montažu fotonaponskih panela

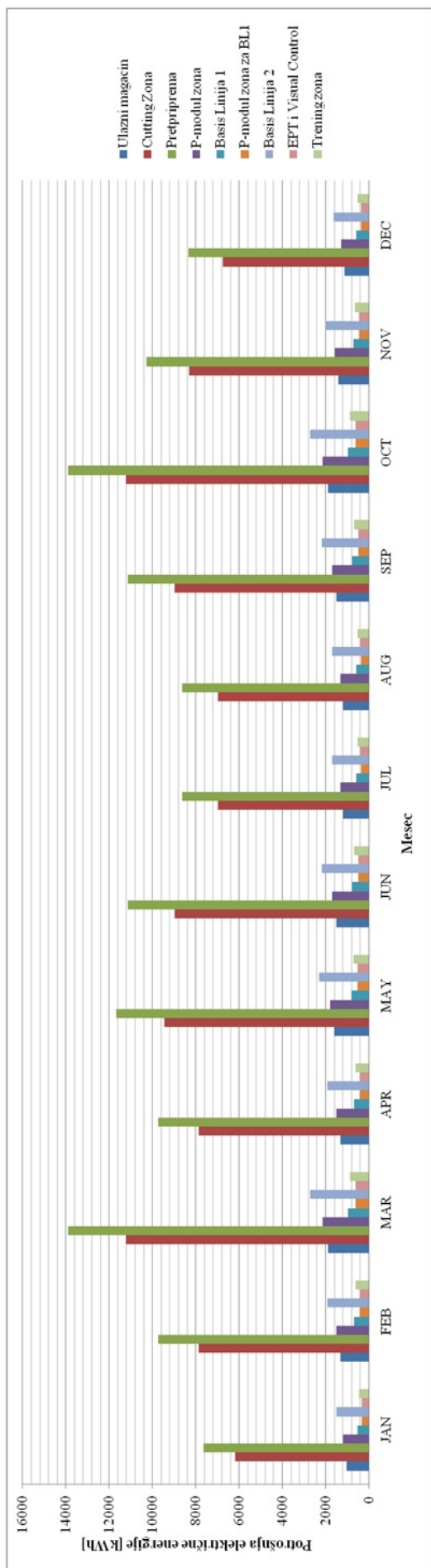
Površina [m²]	Instalisana snaga [kW]	Broj panela
33350	5100	19600

Sa slike 7.21 se može videti koje su zahtevane mesečne potrebe za električnom energijom, instalisana snaga može da zadovolji celokupnu potrebu, ali će se posmatrati samo potrebe organizacije vezane za proizvodnju, odnosno 540 kW .

Na osnovu podataka proizvođača opreme [142-144] dat je pregled osnovih karakteristika korišćenih fotonaponskih panela i invertera za potrebe simulacije (tabela 7.7 i 7.8).

Urađena je simulacija godišnje performanse fotonaponskih sistema sa instalisanim nagibom od 10° (slika 7.37).

Specifični troškovi opreme sa instalacijom, bez troškova izrade tehničke dokumentacije, poreza i sl. kreću se od $0,8$ do $1,14 \text{ €/W}$. Specifična energija proizvedena uz pomoć analiziranog fotonaponskog sistema neznatno se razlikuje za analiziranu opremu, dok se povraćaj uložениh sredstava ovakvih sistema kreće, sa grubom procenom, od 7 do 12 godina, uz pretpostavku da se u potpunosti iskoristi proizvedena električna energija ili da se količina neutrošene energije vraća u mrežu i na taj način postiže ušteda.



Slika 7.35 - Procenjena godišnja potrošnja električne energije po sektorima



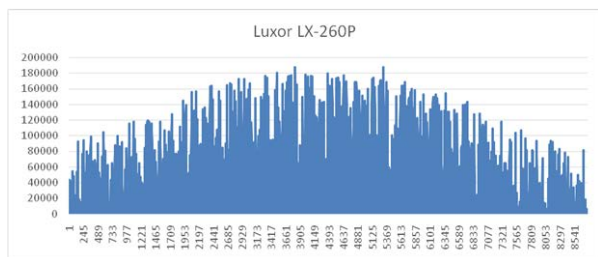
Slika 7.36 - Procenjena efektivna godišnja potrošnja električne energije po sektorima

Tabela 7.7 – Tehničke karakteristike fotonaponskih panela [144-146]

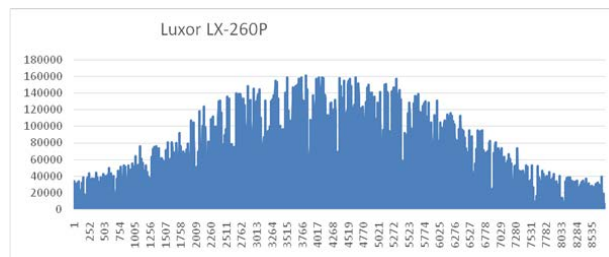
PARAMETAR	Jedinica	Canadian Solar CS6P -260	Luxor LX 260P
Jačina struje kratkog spoja modula pri referentnim uslovima	A	9.7	8.66
Napon otvorenog kolaa modula pri referentnim uslovima	V	41	37.94
Referentna temperatura	°C	25	25
Referentna insulacija	W/m ²	1000	1000
Napon modula pri maksimalnoj snazi i referentnim uslovima	V	37.5	31.28
Jačina struje modlula pri maksimalnoj snazi i ref. uslovima	A	9.4	8.32
Koeficijent temperature I _{sc} pri referentnim uslovima	-	0.053	0.05
Koeficijent temperature V _{oc} pri referentnim uslovima	-	-0.31	-0.4
Broj ćelija u seriji	-	60	60
Broj modula u seriji	-	1	20
Broj modula u paralelnoj vezi	-	1	6
Temperatura modula u NOCT	°C or K	45 °C	318.15 K
Ambijentalna temperatura u NOCT	°C or K	20 °C	293.1499 K
Insulacija u NOCT	W/m ²	800	800
Površina modula	-	1.608516	1.62688

Tabela 7.8 Tehničke karakteristike invertera [146-147]

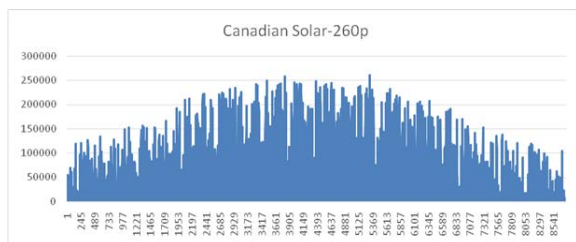
Inverteri		ABB/SMA	KACO 60 TLR 3
Maksimalna snaga invertera	(W)	28600	
Maksimalni napon invertera	(V)	800	800
Minimalni napon invertera	(V)	500	250
Efikasnost (Pik)	%	98	97.9



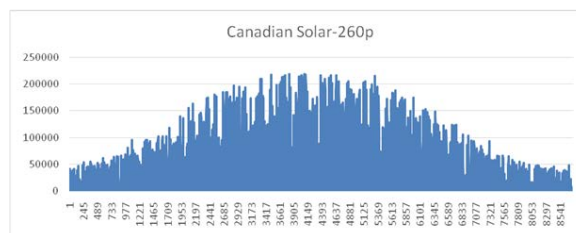
Luxor LX 260P, ~170 kW sa KACO inverterom, nagib 10 deg



Luxor LX 260P, ~170 kW sa KACO inverterom, nagib 10 deg



Canadian Solar 260P, ~170kW sa ABB inverterom, nagib 10 deg



Canadian Solar 260P, ~170kW sa ABB inverterom, nagib 10 deg

Slika 7.37 – Godišnja simularina performansa različitih fotonaponskih panela dostupnih na tržištu [146]

8. ZAKLJUČAK

U istraživanju u okviru doktorske disertacije se analizira model energetskega toka u industrijskim sistemima, što je obuhvatalo tri zasebne celine - primenu sistema menadžmenta energijom u Republici Srbiji, kako bi se sagledalo trenutno stanje u proizvodnom i uslužnom sektoru, zatim analizu toka energije u razmatranoj organizaciji i na kraju, optimizaciju modela realizacije energetskega audita.

Na početku su data uvodna razmatranja, gde je navedena potreba za ovim istraživanjem. U navedenoj analizi je prikazano da se Republika Srbija ne nalazi na zavidnoj poziciji u pogledu potrošnje energije, naročito u industrijskoj primeni. Na osnovu te činjenice je definisan predmet istraživanja, koji se sastoji u definisanju modela za utvrđivanje energetskega tokova u proizvodnim i uslužnim organizacijama, a sve sa ciljem uštede korišćenih resursa i minimiziranja rasipanja energije i/ili troškova energije.

Definisani su osnovni ciljevi istraživanja, koji podrazumevaju utvrđivanje jedinstvenih podataka o primeni sistema menadžmenta energijom u Republici Srbiji, da se utvrdi koji se modeli tokova energije primenjuju i da li organizacije mogu identifikovati mogućnosti za optimizaciju tokova energije. Definisane su i osnovne i posebne hipoteze koje će kasnije biti analizirane.

U drugom poglavlju date su teorijske osnove sa pregledom dosadašnjih istraživanja u ovoj oblasti. Dat je uvod u razvoj tokova materijala i njegove usklađenosti sa tokom energije. Navodi se i potreba za primenom standarda i uspostavljanja sistema menadžmenta energijom kojim će definisati standardna metodologija i procedure poslovanja sa racionalnom upotrebom energije u industrijskim sistemima. Detaljan pregled razvoja modela i uspostavljanja procedura za uštedu energije navodi na zaključak da postoji konstantna potreba za optimizacijom ovih modela i njihove primenljivosti na različite industrijske sisteme. Kao osnova za razvoj modela upravljanja tokovima energije uzet je standardom ISO 50001 definisan model koji se zasniva na ciklusu PDCA (Plan-Do-Check-Act).

Treće poglavlje predstavlja analizu zastupljenosti sistema menadžmenta energijom. Da bi se izvršila analiza postojećeg stanja primene sistema menadžmenta energijom u Republici Srbiji, neophodno je bilo izvršiti analizu već primenjenih elemenata sistema menadžmenta energijom. Dostupni podaci ukazuju da ne postoji veliki broj sertifikovanih sistema menadžmenta energijom u poređenju sa sertifikacijom drugih sistema menadžmenta. Najveći broj sertifikovanih industrijskih sistema (u skladu sa ISO 50001) je registrovan u Evropi i to u Nemačkoj. Takođe analiza je pokazala da upravo oni industrijski sektori koji najviše koriste energije imaju i najveće procentualno učešće u ISO 50001 sertifikaciji, kao što su: metaloprerađivačka industrija, industrija plastike i gume, kao i prehrambena industrija, industrija pića i duvanska industrija.

U četvrtom poglavlju prikazani su tokovi materijala i energije u industrijskim sistemima. Kompleksnost poslovanja različitih organizacija ukazuje i na postojanje jedinstvenih tokova, koje je neophodno posebno analizirati, ali je neophodno i identifikovati i predvideti njihove međusobne interakcije i zavisnosti. Pratio se tok materijala, potom i tok energije, od osnovnog nivoa do nivoa procesne jedinice, što obično može biti deo proizvodne linije, čak i jedna mašina ili uređaj. Zatim se analiza proširuje na podgrupe tih mašina, grupe, sektore, postrojenja i na kraju razmatrane procesne jedinice.

Poglavlje pet predstavlja eksperimentalno istraživanje izvršeno u ovoj disertaciji a odnosi se na primenu sistema menadžmenta energijom. Na početku je bilo neophodno definisati metodologiju istraživanja. Ovim istraživanjem je obuhvaćeno 74 organizacije koje posluju na teritoriji Republike Srbije. Dat je detaljan prikaz uzorka koji je obuhvaćen istraživanjem.

Težište je bilo na primeni sistema menadžmenta energijom kroz PDCA ciklusne faze. Rezultati istraživanja ukazuju da organizacije u uzorku primenjuju sistem menadžmenta energijom čak 53,02%. Prosečna primena PLAN faze je 52,12%; DO faze 58,28%; CHECK faze 63,51% i ACT faze 34,85%.

Dokazane su osnovne hipoteze i analizirane su posebne hipoteze. Naime, razmatralo se da li organizacije koje imaju sertifikovane druge sisteme menadžmenta u većoj meri primenjuju sistem menadžmenta energijom. I ova hipoteza je potvrđena. Takođe, potvrđena je posebna hipoteza da uvid u tok energije u procesu ima manje od 30% organizacija u Srbiji. Nije potvrđena hipoteza koja ukazuje da nivo primene zahteva menadžmenta energijom zavisi od teritorijalne pripradnosti organizacije. Međutim, potvrđena je hipoteza da veličina organizacije određuje nivo primene zahteva menadžmenta energijom.

Sedmo poglavlje prikazuje studiju slučaja primenjenog razvijenog modela za analizu toka materijala i energije u jednoj proizvodnoj organizaciji. Razvijeni model prati tok materijala i energije u okviru izabranog procesa u automobilskom sektoru, koji je jasno specificiran, sa jasno usaglašenim procesima i procesnim parametrima koji se nadziru. Primenjen je optimizovani model energetskog pregleda kritičnog procesa sa osnovnim koracima i parametrima koje bi trebalo nadzirati. Kako je akcenat na industrijskoj proizvodnji, nisu uzimani u obzir ostali elementi koji su prisutni u organizaciji, kao što su službe podrške, sistemi grejanja i hlađenja. Cilj je bio da se ispituju tokovi energije u proizvodnom sektoru. Na kraju dat je i predlog za korišćenje alternativnih izvora energije.

Dobijeni rezultati se mogu koristiti kao naučna osnova za razvoj modela utvrđivanja stanja primene sistema menadžmenta energijom u proizvodnim i industrijskim organizacijama i njihove saglasnosti sa aktuelnim standardom ISO 50001. Takođe, razvijeni model energetskog audita koji ima za cilj da identifikuje kritične procese u organizaciji koji se odnose na potrošnju energije i da ukaže na prilike za poboljšanje trenutnog stanja uz opravdanost uloženi sredstava, se može primeniti i u ostalim industrijskim sektorima.

Na osnovu rezultata istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji i utvrđene činjenice da su tokovi energije u direktnoj zavisnosti od oblika tokova materijala, dalja istraživanja u ovoj oblasti je potrebno usmeriti na razvoj jedinstvenog, opšteg modela tokova energije u proizvodnim i uslužnim preduzećima i mogućnosti njegovog usaglašavanja sa važećim opštim modelom tokova materijala. Takođe, budući izazov u istraživanjima je i razvoj sistema energetskih performansi preduzeća i njihovih indikatora, kao dela sistema menadžmenta energijom.

9. LITERATURA

- [1] Thiede, S., Posselt, G., Herrmann, C., SME appropriate concept for continuously improving the energy and resource efficiency in manufacturing companies, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2013, Vol. 6, No. 3, pp. 204-211.
- [2] Duflou, J.R., Sutherland, J.W., Dornfeld, D., Herrmann, C., Jeswiet, J., Kara, S., Hauschild, M., Kellens, K., Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 2012. Vol. 61, No. 2, pp. 587-609.
- [3] Suh, S., Theory of materials and energy flow analysis in ecology and economics, *Ecological modelling*, 2005, Vol. 189, No. 3, pp. 251-269.
- [4] Doty, S., Turner, W., *Energy Management Handbook*. The Fairmont Press, 2009.
- [5] Beer, J., Potential for industrial energy-efficiency improvement in the long term, *Eco-efficiency in industry and Science*, Springer, 2000, Vol. 5.
- [6] Ghadimi, P., Li, W., Kara, S., Herrmann, C., Integrated Material and Energy Flow Analysis towards Energy Efficient Manufacturing, *21st CIRP Conference on Life Cycle Engineering, Procedia CIRP 15*, 2014, pp. 117 – 122.
- [7] Fleiter, T., Eichhammer, W., Schleich, J., Energy efficiency in electric motor systems: Technical potentials and policy approaches for developing countries, United Nations Industrial Development Organization, 2011.
- [8] Yin, R.Y., *Metallurgical Process Engineering*, Springer Heidelberg, ISBN 978-3-642-13955-0, 2011, New York, USA.
- [9] Lu, Z.W., Cai, J.J., *The Foundations of Systems Energy Conservation*, 2010, Northeastern University Press, ISBN 978-781102-846-1, Shenyang, China.
- [10] Yin, R.Y., Analysis and Integration of Steel Manufacturing Process, *Acta Metallurgica Sinica*, 2000, Vol. 36, No. 10, pp. 1077-1084, ISSN 0412-1961.
- [11] Yin, R.Y., Some Science Problems about Steel Manufacturing Process, *Acta Metallurgica Sinica*, 2007, Vol. 43, No. 11, pp. 1121-1128, ISSN 0412-1961.
- [12] Yin, R.Y., The Essence, Functions, and Future Development Mode of Steel Manufacturing Process, *Scientia Sinica Technologica*, 2008, Vol. 38, No. 9, pp. 1365-1377, ISSN 1674-7259.
- [13] Lu, Z.W., Cai, J.J., Yu, Q.B., Xie, A.G., The Influences of Materials Flows in Steel Manufacturing Process on Its Energy Intensity, *Acta Metallurgica Sinica*, 2000, Vol. 36, No. 4, pp. 370-378, ISSN 0412-1961.
- [14] Chen, G., Cai, J.J., Yu, Q.B., Lu, Z.W., The Analysis of the Influences of Materials Flows in Iron and Steel Corporation on Its Energy Consumption, *Journal of Northeastern University (Natural Science)*, 2002, Vol. 23, No. 5, pp. 459-462, ISSN 1005-3026.
- [15] Cai, J.J., Wang, J.J., Lu, Z.W., Yin, R.Y., Material Flow and Energy Flow in Iron & Steel Industry and Correlation between Them, *Journal of Northeastern University (Natural Science)*, 2006, Vol. 27, No. 9, pp. 979-982, ISSN 1005-3026.
- [16] Cai, J.J., Wang, J.J., Zhang Q., Li, G.S., Material Flows and Energy Flows in Iron & Steel Factory and Their Influence on CO₂ Emissions, *Research of Environmental Sciences*, 2008, Vol. 21, No. 1, pp. 196-200, ISSN 1001-6929.
- [17] Korol, J., Kruczek, M., Pichlak, M., Material and energy flow analysis (MEFA) – first step in eco-innovation approach to assessment of steel production, *Metalurgija*, 2016, Vol. 55, No. 4, pp. 818-820.
- [18] Fischer-Kowalski, M., Society's Metabolism – The Intellectual History of Material Flow Analysis, Part I, 1860 – 1970, *Journal of Industrial Ecology*, 1998, Vol. 2, No. 1, pp. 61-78.
- [19] Fischer-Kowalski, M., Hüttler, W., Society's Metabolism – The Intellectual History of Material Flow Analysis, Part II, 1970 – 1998, *Journal of Industrial Ecology*, 1999, Vol. 2, No.4, pp. 107-136.
- [20] Saidur, R., Atabani, A.E., Mekhilef, S., A review on electrical and thermal energy for industries, *Renew. Sust. Energy Rev.*, 2011, Vol. 15, No. 4, pp. 2073-2086.
- [21] Mizuta, Y., A case study on energy saving and new energy services in Japan, *Manag. Environ. Qual. Int. J.*, 2003, Vol. 14, No. 2, pp. 214-220.
- [22] Pardo Martínez, C.I., Energy use and energy efficiency development in the German and Colombian textile industries, *Energy. Sustain. Dev.*, 2010, Vol. 14, No. 2, pp. 94-103.
- [23] Neelis, M., Patel, M., Blok, K., Haije, W., Bach, P., Approximation of theoretical energy-saving potentials for the petrochemical industry using energy balances for 68 key processes, *Energy*, 2007, Vol. 32, No. 7, pp. 1104-1123.
- [24] Madlool, N.A., Saidur, R., Rahim, N.A., Kamalisarvestani, M., An overview of energy savings measures for cement industries, *Renew. Sust. Energy Rev.*, 2013, Vol. 19, pp. 18-29.
- [25] Siitonen, S., Tuomaala, M., Ahtila, P., Variables affecting energy efficiency and CO₂ emissions in the steel industry, *Energy Policy*, 2010, Vol. 38, No. 5, pp. 2477-2485.

- [26] Backlund, S., Thollander, P., Palm, J., Ottosson, M., Extending the energy efficiency gap, *Energy Policy*, 2012, Vol. 51, pp. 392-396.
- [27] The World Bank, 2014, Energy use (kg of oil equivalent per 1000\$ GDP). <http://databank.worldbank.org/data/>
- [28] Republički zavod za Statistiku Republike Srbije, Energetski bilanci Republike Srbije - konačni podaci, 2014, <http://www.stat.gov.rs/publikacije/publication/?p=9434>
- [29] Ghadimi, P., Li, W., Kara, S., Herrmann, C., Integrated Material and Energy Flow Analysis towards Energy Efficient Manufacturing, *Procedia CIRP*, 2014, Vol. 15, pp. 117-122.
- [30] Dufloy, J.R., Sutherland, J.W., Dornfeld, D., Herrmann, C., Jeswiet, J., Kara, S., Hauschild, M., Kellens, K., Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 2012, Vol. 61, No. 2, pp. 587-609.
- [31] Suh, S., Theory of materials and energy flow analysis in ecology and economics, *Ecological modelling*, 2005, Vol. 189, No. 3, pp. 251-269.
- [32] Jasch, C.M., *Environmental and Material Flow Cost Accounting - Principles and Procedures*, [Eco-Efficiency in Industry and Science 25], Heidelberg 2008, Springer-Verlag.
- [33] Hermann, C., Thiede, S., Kara, S., Hesselbach, J., Energy oriented simulation of manufacturing systems – Concept and application, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 2011, Vol. 60, No. 1, pp. 45-48.
- [34] Gutowski T, Dahmus J, Thiriez A, Electrical energy requirements for manufacturing processes, *Proceedings of 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering*, Leuven, Belgium, 2006, pp. 560-564.
- [35] Dietmair, A., Verl, A., Energy consumption forecasting and optimisation for tool machines, *Energy*, 2009, Vol. 1, pp. 62-67.
- [36] Kara, S., Li, W., Unit process energy consumption models for material removal processes, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 2011, Vol. 60, No. 1, pp. 37-40.
- [37] Ibbotson, S., Kara, S., Herrmann, C., Thiede, S., Impact of process selection on material and energy flow, *Proceedings of 20th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering*, Singapore, 2013, pp. 159-163.
- [38] Li, W., Winter, M., Kara, S., Herrmann, C., Eco-efficiency of manufacturing processes: A grinding case, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 2012, Vol. 61, No. 1, pp. 59-62.
- [39] Thiede, S., Posselt, G., Herrmann, C., SME appropriate concept for continuously improving the energy and resource efficiency in manufacturing companies, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2013, Vol. 6, No. 3, pp. 204-211.
- [40] Doty, S., Turner, W., *Energy Management Handbook*, The Fairmont Press, 2009.
- [41] Beer, J., Potential for industrial energy-efficiency improvement in the long term, *Eco-efficiency in industry and Science*, Springer, 2000, Vol. 5.
- [42] Jovanović, B., Filipović, J., ISO 50001 standard-based energy management maturity model–proposal and validation in industry, *Journal of Cleaner Production*, 2016, Vol. 112, pp. 2744-2755.
- [43] Jovanović, B., Mijatović I., Razvoj standarda u oblasti energetske efikasnosti, *Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije "Tehnika"*, 2013., Vol. 5, pp. 983-990.
- [44] Jovanović, B., Filipović, J., Bakić, V., Prioritization of manufacturing sectors in Serbia for energy management improvement–AHP method, *Energy Conversion and Management*, 2015, Vol. 98, pp. 225-235.
- [45] Backlund, S., Broberg, S., Ottosson, M., Thollander, P., Energy efficiency potentials and energy management practices in Swedish firms. In: European Council for an Energy Efficient Economy now Introduces a New Series of Events, Focusing on, 2012, *ECEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry Conference Proceedings*, 2012, pp. 669-677.
- [46] Thollander, P., Ottosson, M., Energy management practices in Swedish energy-intensive industries, *Journal of Cleaner Production*, 2010, Vol. 18, No. 12, pp. 1125–1133.
- [47] Christoffersen, L.B., Larsen, A., Togeby, M., Empirical analysis of energy management in Danish industry, *Journal of Cleaner Production*, 2006, Vol. 14, No. 5, pp. 516–526.
- [48] Ates, S.A., Durakbasa, N.M., Evaluation of corporate energy management practices of energy intensive industries in Turkey, *Energy*, 2012, Vol. 45, No. 1, pp. 81–91.
- [49] Gordić, D., Babić, M., Jovičić, N., Šušteršič, V., Končalović, D., Jelić, D., Development of energy management system–Case study of Serbian car manufacturer, *Energy Conversion and Management*, 2010, Vol. 51, No. 12, pp. 2783-2790.
- [50] Lehrman, R.L., Energy is not the ability to do work, *The Physics Teacher*, 1973, pp. 15-18.
- [51] Alekseev, G. N. *Energy and Entropy*. 1986, Moscow, Mir Publishers.
- [52] Smith, C., *The Science of Energy – a Cultural History of Energy Physics in Victorian Britain*. 1998. The University of Chicago Press. ISBN 978-0-226-76420-7.
- [53] ISO, 2011, ISO 50001:2011, Energy management systems - Requirements with guidance for use.
- [54] CEN/CLC, 2010, CEN/CLC TR 16103:2010, Energy management and energy efficiency - Glossary of terms.

- [55] Patterson, M.G., What is energy efficiency? Concepts, indicators and Methodological issues, *Energy Policy*, 1996, Vol. 24, No. 5, pp. 377-390.
- [56] Bosseboeuf, D., Chateau, B., Lapillonne, B., Cross-country comparison on energy efficiency indicators: The on-going European effort towards common methodology, *Energy Policy*, 1997, Vol. 25, No. 7-9, pp. 673-682.
- [57] Al-Mofleh, A., Taib, S., Salah, W., Azizan, M., Prospective of Energy Efficiency Practice, Indicator and Power Supplies Efficiency, *Modern Applied Science*, 2009, Vol. 3, No. 5, pp. 158-161.
- [58] Phylipsen, G., Blok, K., and Worrell, E., *Handbook on International Comparisons of Energy Efficiency in the Manufacturing Industry*, Department of Science, Technology and Society, 1998, Utrecht University.
- [59] Kilponen, L., *Energy efficiency indicators in integrated pulp and paper mill research scheme*. Helsinki University of Technology, Laboratory of Energy Economics and Power Plant Engineering, 2003.
- [60] Shove, E. What is wrong with energy efficiency?, *Building Research & Information*, 2018, Vol. 7, No. 46, pp. 779-789.
- [61] Willem, H., Lin, Y., Lekov, A., Review of energy efficiency and system performance of residential heat pump water heaters, *Energy and Buildings*, 2017, Vol. 143, pp. 191-201.
- [62] World Bank, 2014, The World Bank's guidance on making cities more energy efficient, Building Energy Efficient Cities: New Guidance Notes for Mayors, <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2014/12/08/building-energy-efficient-cities-new-guidance-notes-for-mayors>.
- [63] International Energy Agency (IEA). 2013. Energy Efficiency Market Report 2013, https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EEMR2013_free.pdf.
- [64] Kern, F., Kivimaa, P., Martiskainen, M. Policy packaging or policy patching? The development of complex energy efficiency policy mixes, *Energy Research and Social Science*, 2017, Vol. 23, pp. 11-25.
- [65] Rosenow, J., Fawcett, T., Eyre, N. et al, Energy efficiency and the policy mix, *Building Research and Information*, 2016, Vol. 5-6, No. 44, pp. 562-574.
- [66] Mallaburn, P. S., Eyre, N., Lessons from energy efficiency policy and programmes in the UK from 1973 to 2013, *Energy Efficiency*, 2014, Vol. 7, pp. 23-41.
- [67] Rees, W. E. The ecological crisis and self-delusion: Implications for the building sector, *Building Research and Information*, 2009, Vol. 3, No. 37, pp. 300-311.
- [68] BS, 2012, BS EN 16231:2012, Energy efficiency benchmarking methodology.
- [69] Gavankar, S., Geyer, R., *The rebound effect: state of the debate and implications for energy efficiency research*, 2010, Bren School of Environmental Science and Management, Santa Barbara, CA.
- [70] Jovanović, B., *Sistem menadžmenta energije u prerađivačkoj industriji*, Doktorska disertacija, Fakultet Organizacionih nauka, Beograd, 2016.
- [71] SRPS ISO 9001:2015, Sistemi menadžmenta kvalitetom - Zahtevi.
- [72] Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, <https://www.mre.gov.rs>.
- [73] Zakon o efikasnom korišćenju energije, Službeni glasnik RS, 25/2013, Narodna skupština Republike Srbije, 2013.
- [74] Pravilnik o uslovima za imenovanje energetske menadžera u organima jedinica lokalne samouprave, Službeni glasnik RS, 55/05, 71/05 - ispravka, 101/07, 65/08, 16/11, 68/12-US, 72/12, 7/14 - US i 44/14, Ministarstvo rudarstva i energetike, 2016.
- [75] Doty, S., Turner, W.C., *Energy Management Handbook*, Fifth Edition, CRC Press, 2004.
- [76] Nikolić, A., Đorđević, V., Značaj uvođenja organizovanog praćenja i unapređenja energetske efikasnosti u JP EPS. Zbornik radova, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", 2015, Vol. 25, pp. 65-78.
- [77] SRPS ISO 9001: 2015, Sistemi menadžmenta kvalitetom - Zahtevi.
- [78] SRPS ISO 14001: 2015, Sistemi menadžmenta životnom sredinom - Zahtevi sa uputstvom za korišćenje.
- [79] International standard ISO 50002, Energy audits — Requirements with guidance for use.
- [80] International standard ISO 50004, Energy management systems - Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system.
- [81] Introna, V., Cesarotti, V., Benedetti, M., Biagiotti, S., Rotunno, R., Energy Management Maturity Model: An organizational tool to foster the continuous reduction of energy consumption in companies. *Journal of Cleaner Production*, 2014, Vol. 83, pp. 108-117.
- [82] Amundsen, A., Joint management of energy and environment, *Journal of Cleaner Production*, 2000, Vol. 8, iss. 6, pp. 483-494.
- [83] Laitner, J.A., An overview of the energy efficiency potential, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2013, Vol. 9, pp. 38-42.
- [84] Dobes, V., New tool for promotion of energy management and cleaner production on no cure, no pay basis, *Journal of Cleaner Production*, 2013, Vol. 39, pp. 255-264.
- [85] Pye, M., McKane, A., Making a stronger case for industrial energy efficiency by quantifying non-energy benefits, *Resources, Conservation and Recycling*, 2000, Vol. 28, iss. 3-4, pp. 171-183.

- [86] Bunse, K., Vodicka, M., Schönsleben, P., Brühlhart, M., Ernst, F.O., Integrating energy efficiency performance in production management – gap analysis between industrial needs and scientific literature, *Journal of Cleaner Production*, 2011, Vol. 19, iss. 6–7, pp. 667-679.
- [87] Piper, J.E. *Operations and maintenance manual for energy management*. Routledge, 2016.
- [88] Capehart, B.L., Turner, W.C., Kennedy, W.J., *Guide to energy management*. The Fairmont Press, Inc., 2006.
- [89] Petrecca, G., *Industrial Energy Management: Principles and Applications*, Springer Science & Business Media, 2012.
- [90] Backlund, S., Thollander, P., Impact after three years of the Swedish energy audit program, *Energy*, 2015, Vol. 82, pp. 54-60.
- [91] Schulze, M., Nehler, H., Ottosson, M., Thollander, P., Energy management in industry – a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework, *Journal of Cleaner Production*, 2016, Vol. 112, Part 5, pp. 3692-3708, ISSN 0959-6526.
- [92] Ramachandran, K., Boie, W., Energy management practices in SME - Case study of a bakery in Germany, *Energy Conversion and Management*, 2003, Vol. 44, pp. 945-959.
- [93] Proceedings Action by local, regional, island energy management agencies directed at SMEs Croydon, GB. SAVE, European Commission Directorate General (DG XVII-A2-Energy), 1998, p.5.
- [94] Impuls Programme Strom rationell nutzen. Zurich: Verlag der Fachvereine, 1999.
- [95] The European Observatory for SMEs. Fifth Annual Report - 1997 (3rd ed.), European Network for SME Research and EMI Small Business Research and Consultancy, The Netherlands, October 1999.
- [96] Gopalakrishnan, B., Ramamoorthy, K., Crowe, E., Chaudhari, S., Latif, H., A structured approach for facilitating the implementation of ISO 50001 standard in the manufacturing sector, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2014, Vol. 7, pp. 154-165.
- [97] Jovanovic, B., Filipovic, J., Bakic, V., Energy management system implementation in Serbian manufacturing – Plan-Do-Check-Act cycle approach, *Journal of Cleaner Production*, 2017, Vol. 162, pp. 1144-1156.
- [98] Kluczek, A., Olszewski, P., Energy audits in industrial processes, *Journal of Cleaner Production*, 2016, Vol. 142, pp. 3437-3453.
- [99] Antunes, P., Carreira, P., Mira da Silva, M., Towards an energy management maturity model, *Energy Policy*, 2014, Vol. 73, pp. 803-814.
- [100] Gordić, D., Babić, M., Jelić, D., Končalović, D., Vukašinović, V., Integrating Energy and Environmental Management in Wood Furniture Industry, *The Scientific World Journal*, 2014, Vol. 12, pp. 1-18.
- [101] International Organization for Standardization - ISO, <https://www.iso.org/>.
- [102] Eurostat, Energy balance sheets, 2018 data, 2018 edition, Eurostat Statistical Books, ISSN 1830-7558, <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/>.
- [103] VDI – Richtlinie 3330 – VDI – Gesekkschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik: Die Kosten des Materialflusses. VDI-Richtlinie 3330, Entwurf. Düsseldorf, VDI-Verlag, 1998.
- [104] Frey, S.R., *Plant Layout: Planung, Optimierung und Einrichtung von Produktions-, Lager- und Verwaltungsstätten*, München, Carl Hanser, 1975.
- [105] Doležal, C. M., Warnecke, H. J., *Planung von Fabrikanlagen*, 2. Aufl. Berlin, Springer, 1981.
- [106] Warnecke, H.J., Dangelmeier W., Materialflusskosten minimieren mit integrierten Systemen kann gebundenes Kapital senken, *Maschinenmarkt*, 1982, Vol. 88, pp. 38-40.
- [107] Warnecke, H.J., Scheiber R.E., Flexible Arbeitsorganisation zur kurzfristigen Fertigungssteuerung, *Werksrarrsrechnik – Zeitschrift für industrielle Fertigung*, 1982, Vol.72, pp. 381-384.
- [108] Rockstroh, W., Technische Betriebsprojektierung Grundlagen – Projektierung des Industriebetriebes, Band 4. stark bearbeitete 2, Aufl. Berlin, VEB Verlag Technik, 1985.
- [109] Oluić, Č., *Transport u industriji - Rukovanje materijalom, I dio*, Sveučilišna naklada d.o.o. Zagreb, 1991.
- [110] Oluić, Č., *Skladištenje u industriji - Rukovanje materijalom*, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1997.
- [111] Rockstroh, W., Die technologische Betriebsprojektierung Band 1. Grundlagen und Methoden der Projektierung, 2. Aufl. Berlin, VEB Verlag Technik, 1980.
- [112] Johnson, D.H., The Comparison of Usage and Availability Measurements for Evaluating Resource Preference, *Ecology*, 1980, Vol. 61, pp. 65–71.
- [113] Zelenović, D., *Design of Production System (Projektovanje proizvodnih sistema)*, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
- [114] Sun, W.Q., Cai, J.J., Material Flow, Energy Flow and Energy Flow Network in Iron and Steel Enterprise, *Post-Consumer Waste Recycling and Optimal Production*, Prof. Enri Damanhuri (Ed.), InTech, 2012.
- [115] Republički zavod za statistiku RZS, 2012, Opštine i regioni u Republici Srbiji, Republički zavod za statistiku, ISSN 1450-9075, Beograd.
- [116] Erić, D., Beraha, I., Đuričin, S., Kecman, N., Jakišić, B., Finansiranje malih i srednjih preduzeća u Srbiji, Privredna komora Srbije (PKS), 2012, Beograd. ISBN 978-86-80315-94-2.
- [117] Vogt, P., *Dictionary of statistics and methodology*. 1999. Sage, Thousand Oaks, California.

- [118] Christoffersen, L.B., Larsen, A., Togeby, M., Empirical analysis of energy management in Danish industry., *Journal of Cleaner Production*, 2006, Vol. 5, No. 14, pp. 516–526.
- [119] Thollander, P., Ottosson, M., Energy management practices in Swedish energy-intensive industries, *Journal of Cleaner Production*, 2010, Vol. 12, No. 18, pp. 1125–1133.
- [120] Ates, S.A., Durakbasa, N.M., Evaluation of corporate energy management practices of energy intensive industries in Turkey, *Energy*, 2012, Vol. 1, No. 45, pp. 81–91.
- [121] <https://www.iso.org/>.
- [122] <https://www.energetskiportal.rs/ko-u-srbiji-poseduje-sistem-upravljanja-energijom-iso-50001/>.
- [123] Rajić, M., Maksimović, R., Milosavljević, P., Pavlović D., Energy Management System Application for Sustainable Development in Wood Industry Enterprises, *Sustainability*, 2020, vol.12, Iss.1, No. 76, pp. 1-16.
- [124] Böttcher, C., Müller, M., Insights on the impact of energy management systems on carbon and corporate performance. An empirical analysis with data from German automotive suppliers, *Journal of Cleaner Production*, 2016, Vol. 137, pp. 1449-1457.
- [125] Bornschlegl, M., Kreitlein, S., Bregulla, M., Franke, J., A., Method for Forecasting the Running Costs of Manufacturing Technologies in Automotive Production during the Early Planning Phase, *Procedia CIRP*, Vol. 26, 2015, pp. 412-417.
- [126] Franz, E., Erler, F., Langer, T., Schlegel, A., Stoldt, J., Richter, M., Putz, M., Requirements and Tasks for Active Energy Management Systems in Automotive Industry, *Procedia Manufacturing*, Vol. 8, 2017, pp. 175-182.
- [127] Ghazanfari, B., 2015, *Modeling Energy Consumption in Automotive Manufacturing*, Doktorska disertacija, University of Windsor.
- [128] Giacone, E., Mancò, S., Energy efficiency measurement in industrial processes, *Energy*, Vol. 38, issue 1, 2012, pp. 331-345.
- [129] Fysikopoulos, A., Anagnostakis, D., Salonitis, K., Chryssolouris, G., An Empirical Study of the Energy Consumption in Automotive Assembly, *Procedia CIRP*, Vol. 3, 2012, pp. 477-482.
- [130] Feng, L., Mears, L., Energy Consumption Modeling and Analyses In Automotive Manufacturing Plant, *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 2016, Vol. 10, No. 138, pp. 1-11.
- [131] Centre for renewable energy sources, Energy audit guide, part A: Methodology and Technics, Athens, May 2000.
- [132] Energy Savings Toolbox – An Energy Audit Manual and Tool, Canadian Industry Program for Energy Conservation (CIPEC), <https://www.nrcan.gc.ca/>.
- [133] Grinbergs, K., Energy audit method for industrial plants, *4th International Conference Civil Engineering`13 Proceedings Part I Industrial Energy Efficiency*, 2013, pp. 350-355.
- [134] National Renewable Energy Laboratory (NREL), *Procedure to Measure Indoor Lighting Energy Performance*, 2005.
- [135] International Energy Agency (IEA), 2007, Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions.
- [136] Gusta S., Industrial energy efficiency and sustainable development, Proceedings of the Green Economics Institute 7th Annual Green Economics Conference: Green Economy: Reform and Renaissance of economics and its methology – Green Economics – the solutions for the 21st century Green Economy: Rethinking Growth: RIO+20, 19-21 July 2012, Oxford University, pp.144-148., ISBN:978-1-907543-30-2.
- [137] Zakon o energetici, „Službeni glasnik RS“, br. 145/2014, Republika Srbija, 2014.
- [138] Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja, 2011.
- [139] SRPS ISO 50002:2017, Energetski pregledi – Zahtevi sa uputstvom za korišćenje.
- [140] Tasić, N., Đurić, Ž., Malešević, D., Maksimović, R., Radaković, N., Automation of Process Performance Management in a Company, *Tehnicki vjesnik - Technical Gazette*, 2018, Vol. 25, No 2, 565-572, ISSN 1330-3651, UDK: 10.17559/TV-20151010074417.
- [141] Alwan, L. C., CUSUM Quality Control-Multivariate Approach, *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 1986, Vol. 15, pp. 3531–3543.
- [142] Woodall, W. H., Ncube, M. M., Multivariate CUSUM Quality - Control Procedure, *Technometrics*, 2012, Vol. 27, Issue 3, pp. 285-292.
- [143] Rajić, M., Milovanović, M., Antić, D., Maksimović, R., Milosavljević, P., Pavlović, D., Analyzing Energy Poverty Using Intelligent Approach, *Energy & Environment* 2020, prihvaćen rad.
- [144] Tehnička dokumentacija za Canadian Solar CS6P -260, <https://www.canadiansolar.com/>
- [145] Tehnička dokumentacija za Luxor LX 260P, <https://www.luxor-solar.com/en/>
- [146] Mančić, M., Živković, D., Laković Paunović, M., Đorđević, M., Vukadinović, B., Rajić, M., Application of rooftop photovoltaics in cooling and freezing facilities, Proceedings of the 19th International Conference on Thermal Science and Engineering of Serbia, Energy – Efficiency – Ecology, Sokobanja, October 22-25, 2019.
- [147] Tehnička dokumentacija za inverter KACO 60 TLR 3, <https://kaco-newenergy.com/home/>

10. PRILOZI

PRILOG 1: Upitnik za utvrđivanje primene zahteva SRPS ISO 50001

Istraživanje - Nivo primene sistema menadžmenta energijom u industrijom sektoru

DEO I: Profil kompanije

1 Kom regionu Srbije pripada Vaša organizacija? (stavite "X" za tačan odgovor)

Beograd	Vojvodina	Šumadija i zapadna Srbija	Južna i istočna Srbija	Kosovo i Metohija
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2 Koja je Vaša privredna delatnost (možete odabrati samo jedan odgovor):

<input type="checkbox"/>	Finansijski sektor;
<input type="checkbox"/>	Drvena industrija;
<input type="checkbox"/>	Energetika;
<input type="checkbox"/>	Automobilska industrija;
<input type="checkbox"/>	Građevinska industrija;
<input type="checkbox"/>	Hemija, guma i nemetali;
<input type="checkbox"/>	IT sektor;
<input type="checkbox"/>	Komunalna delatnost;
<input type="checkbox"/>	Industrija metala, elektro industrija, rudnici metala i metalurgija;
<input type="checkbox"/>	Poljoprivreda;
<input type="checkbox"/>	Saobraćaj;
<input type="checkbox"/>	Tekstil i koža;
<input type="checkbox"/>	Trgovina;
<input type="checkbox"/>	Turizam i ugostiteljstvo;
<input type="checkbox"/>	Farmaceutska i medicinska privreda.

3 Vaša organizacija pripada (možete odabrati samo jedan odgovor):

<input type="checkbox"/>	Mikro pravnim licima (do 10 zaposlenih);
<input type="checkbox"/>	Malim pravnim licima (od 11 do 50 zaposlenih);
<input type="checkbox"/>	Srednjim pravnim licima (od 51 do 250 zaposlenih);
<input type="checkbox"/>	Velikim pravnim licima (više od 251 zaposlenih).

4 Površina koju obuhvata postrojenje Vaše kompanije

(navedite aproksimativnu vrednost u m²):

5 Sistem menadžmenta koji imate implementiran (možete odabrati više odgovora):

<input type="checkbox"/>	Sistem menadžmenta kvalitetom (ISO 9001);
<input type="checkbox"/>	Sistem menadžmenta životnom sredinom (ISO 14001);
<input type="checkbox"/>	Sistem menadžmenta bezbednošću i zdravljem na radu (OHSAS 18001);
<input type="checkbox"/>	Sistem menadžmenta bezbednošću hrane (ISO 22000);
<input type="checkbox"/>	Drugi: _____

6 Na kom stepenu razvoja se nalazi Vaša organizacija (možete odabrati samo jedan odgovor):

<input type="checkbox"/>	Existence (0-3 godina);
<input type="checkbox"/>	Survival (3-5 godina);
<input type="checkbox"/>	Success (5-10 godina);
<input type="checkbox"/>	Maturity (više od 10 godina).

7 Ocenite prosečnu starost opreme koju posedujete (možete odabrati samo jedan odgovor):

<input type="checkbox"/>	Do 5 godina starosti;
<input type="checkbox"/>	Između 5 i 10 godina starosti;
<input type="checkbox"/>	Više od 10 godina starosti.

8 Označite broj energetske izvora (Ovo se odnosi na sve izvore energije: električna energija, prirodni gas, mazut, komprimovani vazduh, pregrejana vodena para, kao i prirodni izvori energije (npr. solarna energija):

<input type="checkbox"/>	1-2;
<input type="checkbox"/>	3;
<input type="checkbox"/>	4

9 Broj značajnih potrošača u Vašoj kompaniji (odnosi se na sve uređaje, mašine, alate koji imaju značajan utrošak energije):

	≤ 5
	6-10;
	≥11.

10 Prosečna godišnja potrošnja energije:

	≤ 200 TJ;
	200 TJ ≤ 2,000 TJ;
	2,000 TJ ≤ 10,000 TJ;
	10,000 TJ.

11 Broj osoba zaduženih za menadžment energijom u Vašoj organizaciji:

DEO II: Analiza primene metoda i tehnika sistema menadžmenta energijom**12 Molimo da označite tačan odgovor**

(Za svaki odgovor označite status oznakom "X" u odgovarajuće polje):

		DA	Delimično	NE
1	Da li Vaša organizacija ima implementiran sistem koji prati, dokumentuje, održava potrošnju energije u Vašoj kompaniji?			
2	Da li su jasne granice Vaše kompanije koje taj sistem pokriva (celo postrojenje, deo postrojenja, proizvodnu liniju itd.)?			
3	Da li postoji dokument koji na bilo koji način određuje efektivno rukovođenje energijom (dat npr. u Poslovniku organizacije)?			
4	Da li sistem koji imate primenjen u Vašoj organizaciji ukuljučuje kontinualno poboljšanje performase energetskeg sistema i energetske efikasnost?			
5	Da li Vaše rukovodstvo jasno definiše i odredjuje zaduženja i nadležnosti kako bi osiguralo efektivno upravljanje energijom?			
6	Da li Vaše rukovodstvo promoviše značaj energetske efikasnosti i efektivnog rukovođenja energijom na svim nivoima organizacije?			
7	Da li Vaše rukovodstvo osigurava podizanje svesti o energetskej efikasnosti kod zaposlenih u Vašoj organizaciji?			
8	Da li su energetske performanse uključene u dugoročnim planovima Vaše organizacije?			
9	Da li Vaša organizacija ima definisan plan o korišćenju energije, uštedi, performansama sistema koje je neophodno postići za neki definisani vremenski period?			
10	Da li Vaša organizacija definiše plan aktivnosti vezane za energetske performanse sistema?			
11	Da li Vaša organizacija identifikuje, primenjuje i ima pristup odgovarajućim zahtevima koji su definisani zakonodavstvom (uredbama, propisima, pravilnicima) i koje se odnose na korišćenje energije, potrošnji i efikasnosti?			
12	Da li Vaša organizacija osigurava da navedeni zahtevi budu ispoštovani i praćeni u određenim vremenskim intervalima?			
13	Da li Vaša organizacija sprovodi energetske audit (kontrolu i praćenje energetske performansi sistema unutar Vaše organizacije)?			
14	Da li Vaša organizacija ima jasno definisanu metodologiju i kriterijume za razvoj i sprovođenje energetskeg audita?			
15	Da li Vaša organizacija analizira korišćenje i potrošnju energije unutar organizacije i da li detljano meri i identifikuje trenutne izvore energije?			
16	Da li Vaša organizacija ima evidenciju o potrošnji energije u prošlosti (kako bi mogla da upoređuje sa trenutnom potrošnjom)?			
17	Da li dokumentujete potrošnju energije i cenu energije u određenom vremenskom periodu?			
18	Da li na redovnim sastancima (mesečnim, kvartalnim) razmatrate mogućnosti za uštedu energije i povećanje energetske efikasnosti?			
19	Da li Vaša upravna zgrada, fabrika ili zgrada unutar Vaše kompanije ima energetske pasoš?			
20	Da li imate jasno definisane ciljeve i ograničenja vezano za potrošnju energije u Vašoj kompaniji?			

21	Da li Vaša organizacija definiše akcijske planove za ostvarivanje ciljeva vezano za potrošnju energije (u kojima su definisani konkretni zadaci, potrebni resursi, rokovi i izvršioци tih zadataka)?			
22	Da li se u Vašoj kompaniji sprovode prethodno definisani akcioni planovi za uštedu energije (nadzor potrošnje energije)?			
23	Da li Vaši zaposleni u godišnjim/mešечnim/nedeljnim izveštajima uključuju podatke koje se tiču potrošnje energije?			
24	Da li Vaši zaposleni u toku rada imaju aktivnosti u kojima prate, mere, dokumentuju ili raportiraju o utrošku energije na bilo kom nivou?			
25	Da li su Vaši zaposleni pohađali ili završili bilo kakvu obuku, kurs, predavanja vezano za efektivno korišćenje i upravljanje energijom?			
26	Da li organizujete obuke i/ili sastanke za zaposlene u pogledu edukacije o menadžmentu energijom i njenom značaju?			
27	Da li se u Vašoj organizaciji razmenjuju informacije vezano za potrošnju ili korišćenje energije (na sastancima, mail prepiskama, izveštajima)?			
28	Da li podstičete slobodnu komunikaciju u Vašoj organizaciji vezano za uštedu energije?			
29	Da li podstičete zaposlene u Vašoj organizaciji da daju predloge, komentare, vezano za poboljšanje energetske efikasnosti pojedinih procesa?			
30	Da li Vaša organizacija poseduje dokumentaciju koja je vezana sa menadžmentom energije (procedure, planovi, izveštaji, aktivnosti, uputstva)?			
31	Da li imate jasno definisane procedure za upravljanje dokumentacijom koje se odnose na menadžment energije?			
32	Da li su Vam poznati procesi u Vašoj organizaciji koji značajno utiču na potrošnju energije?			
33	Da li možete da identifikujete procese u kojima je moguće povećati energetske efikasnot?			
34	Da li imate jasno defisane procedure vezano za rad i održavanje mašina, alata i opreme u značajnim procesima (tj. u procesima koje smatrate da značajno utiču na potrošnju / korišćenje energije)?			
35	Da li ste upućeni ko su najveći potrošači energije u Vašoj organizaciji (postrojenje, oprema, sistem, proces)?			
36	Da li određujete trenutne energetske performanse postrojenja, instalirane opreme, sistema ili procesa kako biste identifikovali značajne potrošače energije?			
37	Da li možete proceniti potrošnju energije za budući period, kao i troškove?			
38	Da li identifikujete i pravite listu prioriteta koje se odnose na mogućnosti za poboljšanje energetske performansi Vaše organizacije?			
39	Da li pratite razvoj novih uređaja, sistema, proizvodnih linija koje imaju bolje energetske performanse od onih starije proizvodnje?			
40	Da li imate osobu u Vašoj organizaciji koja se na bilo koji način bavi praćenjem, evidentiranjem, izveštavanjem o energetske potrošnji i uštedi sistema unutar Vaše organizacije?			
41	Da li Vaša organizacija ima evidenciju o svim značajnim akcidentnim stanjima ili devijacijama koje se odnose na odstupanje očekivane potrošnje energije, uključujući razloge zbog kojih se to i dešava?			
42	Da li Vaše rukovodstvo ima evidenciju koliko energije se troši za produkciju jednog proizvoda iz Vašeg asortimana?			
43	Da li se sprovodi preispitivanje rukovodstva vezano za rukovođenje energijom (potrošnjom, uštedom, povećanjem energetske efikasnosti)?			
44	Da li se definišu korektivne akcije ili planovi vezano za trenutni problem potrošnje energije (na kvartalnom ili godišnjem nivou)?			
45	Da li se u Vašoj organizaciji definišu preventivne mere, akcije i/ili planovi vezano za menadžment energije?			
46	Da li mišljenje Vaših potrošača/korisnika usluga se formira i na osnovu racionalne upotrebe energije u Vašoj organizaciji?			

PRILOG 2: Struktura odgovora ispitanika

Odgovori u ispitanim organizacijama													
	Grupa zahteva	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12
PLAN	Sistemi pristup	5	8	5	1	1	5	4	4	0	1	6	0
	Rukovodstvo	3	4	4	3	2	3	3	2	2	3	4	3
	Energetsko planiranje	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	4	3
	Zahtevi standarda i regulative	3	3	3	2	2	2	2	0	2	2	2	2
	Energetski profil	7	11	12	4	8	7	7	8	8	7	9	4
	Energetski ciljevi	2	4	4	2	2	3	3	3	2	3	3	3
DO	Uključenost zaposlenih	3	5	7	2	3	4	4	4	3	4	4	1
	Komunikacija	3	3	5	4	3	4	4	3	3	4	6	3
	Dokumentovanost sistema	2	2	2	2	0	2	2	0	0	2	2	1
	Procesni pristup	3	3	6	3	2	3	3	3	2	3	3	6
CHECK	Odlučivanje na nivou činjenica	8	9	12	6	8	9	9	8	8	9	8	10
ACT	Preispitivanje i stalna poboljšanja	7	8	11	6	8	2	7	5	6	2	6	0
	Grupa zahteva	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19	O20	O21	O22	O23	O24
PLAN	Sistemi pristup	2	5	0	1	0	4	6	0	5	4	4	1
	Rukovodstvo	3	3	3	0	3	4	3	3	3	6	6	5
	Energetsko planiranje	4	4	3	3	3	4	3	3	2	6	6	2
	Zahtevi standarda i regulative	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	0
	Energetski profil	8	8	4	8	4	7	9	4	8	9	9	4
	Energetski ciljevi	3	3	3	3	3	2	1	3	5	3	3	1
DO	Uključenost zaposlenih	3	4	1	3	1	3	1	1	5	5	5	0
	Komunikacija	3	5	6	5	6	6	4	6	6	4	4	5
	Dokumentovanost sistema	0	0	1	0	1	2	0	1	2	2	2	3
	Procesni pristup	4	5	6	4	5	4	3	6	6	6	6	6
CHECK	Odlučivanje na nivou činjenica	10	8	10	8	10	11	11	10	8	14	14	7
ACT	Preispitivanje i stalna poboljšanja	7	8	0	4	0	7	2	0	3	6	6	3
	Grupa zahteva	O25	O26	O27	O28	O29	O30	O31	O32	O33	O34	O35	O36
PLAN	Sistemi pristup	8	1	1	7	7	7	3	1	2	5	1	1
	Rukovodstvo	5	3	3	6	6	4	6	5	2	2	5	5
	Energetsko planiranje	2	2	2	2	2	3	5	2	0	0	2	2
	Zahtevi standarda i regulative	2	2	2	3	3	4	4	0	0	1	0	0
	Energetski profil	9	5	5	12	12	10	8	4	7	7	4	4
	Energetski ciljevi	4	3	3	4	4	3	3	1	1	1	1	1
DO	Uključenost zaposlenih	5	0	0	4	4	5	3	0	3	3	0	0
	Komunikacija	6	6	6	5	5	4	6	5	4	4	5	5
	Dokumentovanost sistema	4	2	2	2	2	2	1	3	1	1	3	3
	Procesni pristup	6	6	6	6	6	6	5	6	4	4	6	6
CHECK	Odlučivanje na nivou činjenica	12	12	12	10	10	8	10	7	9	9	7	7

ACT	Preispitivanje i stalna poboljšanja	3	6	6	6	6	6	3	3	2	2	3	3	
	Grupa zahteva	O37	O38	O39	O40	O41	O42	O43	O44	O45	O46	O47	O48	
PLAN	Sistemski pristup	7	2	8	8	8	8	8	0	7	0	6	0	
	Rukovodstvo	6	1	6	5	5	5	5	1	5	6	6	1	
	Energetsko planiranje	6	0	6	2	2	2	2	1	4	6	2	1	
	Zahtevi standarda i regulative	2	1	4	2	2	2	2	0	0	4	3	0	
	Energetski profil	12	5	14	9	9	9	9	3	8	8	12	3	
	Energetski ciljevi	5	0	6	4	4	4	4	0	6	3	4	0	
DO	Uključenost zaposlenih	6	1	8	5	5	5	5	0	3	2	6	0	
	Komunikacija	6	2	6	6	6	6	6	0	5	6	3	0	
	Dokumentovanost sistema	4	0	4	4	4	4	4	0	3	1	2	0	
	Procesni pristup	4	2	6	6	6	6	6	0	5	4	4	0	
CHECK	Odlučivanje na nivou činjenica	12	9	16	12	12	12	12	0	14	12	13	0	
ACT	Preispitivanje i stalna poboljšanja	10	3	14	3	3	3	3	1	7	3	8	1	
	Grupa zahteva	O49	O50	O51	O52	O53	O54	O55	O56	O57	O58	O59	O60	O61
PLAN	Sistemski pristup	0	8	0	0	0	0	8	3	6	5	0	8	1
	Rukovodstvo	3	6	3	3	3	0	6	6	6	4	0	6	0
	Energetsko planiranje	4	6	4	1	1	0	6	5	3	3	0	6	1
	Zahtevi standarda i regulative	3	4	3	0	0	0	4	4	3	3	0	4	0
	Energetski profil	6	14	6	3	3	5	13	8	8	6	0	8	5
	Energetski ciljevi	2	6	2	0	0	0	6	3	5	5	1	3	0
DO	Uključenost zaposlenih	0	6	0	0	0	0	8	3	4	2	0	2	0
	Komunikacija	4	6	4	1	1	6	6	6	6	6	5	6	5
	Dokumentovanost sistema	2	4	2	0	0	1	4	1	1	2	0	1	1
	Procesni pristup	5	6	5	1	1	4	6	5	4	5	3	4	5
CHECK	Odlučivanje na nivou činjenica	6	16	6	8	8	2	16	10	12	15	2	12	7
ACT	Preispitivanje i stalna poboljšanja	1	13	1	7	7	1	12	3	4	5	0	3	2
	Grupa zahteva	O62	O63	O64	O65	O66	O67	O68	O69	O70	O71	O72	O73	O74
PLAN	Sistemski pristup	7	7	3	7	4	7	0	4	7	4	7	0	7
	Rukovodstvo	5	5	1	5	5	5	2	5	5	5	5	0	6
	Energetsko planiranje	4	4	3	4	4	4	2	4	4	4	4	2	6
	Zahtevi standarda i regulative	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
	Energetski profil	8	8	6	8	8	8	4	8	8	8	8	5	12
	Energetski ciljevi	6	6	4	6	6	6	2	6	6	6	6	1	6
DO	Uključenost zaposlenih	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4
	Komunikacija	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	4
	Dokumentovanost sistema	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	4
	Procesni pristup	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
CHECK	Odlučivanje na nivou činjenica	14	14	14	14	12	14	11	14	14	14	14	7	14
ACT	Preispitivanje i stalna poboljšanja	7	7	7	7	5	7	0	7	7	7	7	3	9

Utvrđivanje trenutnog stanja												
Sistem: I		Spoljašnja vrata - otvori										
Datum: 01.10.2019.		PVC i AL-PVC stolarija sa minimalno 5-komornim ramom i dvostrukim staklopaketom sa ispunom plemenitim gasom	Drvo-aluminijumski prozori sa trostrukim staklo paketom i AL-PVC 6-komorni sa poliuretanskom ispunom u ramu i trostrukim zastakljenjem	Dobra zaptivenost vrata	Minimalna infiltracija	Maksimalna infiltracija	Ne mogu se otvarati	Mogu se otvarati	Klizna	Sa sensorom pokreta	Ukupni broj poena	Rankiranje za lokaciju
Auditor: M.Rajic												
Komentari:												
Br.	Lokacija / Broj poena	2	2	2	1	0	3	0	1	3		
Maksimalni broj poena		2	2	2	1	0	3	0	1	3	13	100%
1	Administrativne kancelarije	1	1	2	1		3	0	1	3	9	69%
2	Proizvodni deo	1		2	1		2	0	1		7	54%
3	Skladište	1		2	1			0	1		5	38%
4	Ulazini i izlazni magacin	1	1	2	1			0	1		6	46%
											0	0%
											0	0%
											0	0%
											0	0%
											0	0%
											0	0%
											0	0%
											0	0%
											0	0%
											0	0%
Ukupan broj poena i rankiranje za Spoljašnja vrata - otvori											27	52%

Utvrđivanje trenutnog stanja												
Sistem: I		Plafon-Tavanica										
Datum: 01.10.2019.		Postojanje tavanskog prostora	Izolovani tavanski prostor	Izolovan regularan plafon	Tavanski prostor koji nije ventilisan	Krov je u dobrom stanju	Krov nije u dobrom stanju				Ukupni broj poena	Rankiranje za lokaciju
Auditor: M.Rajic												
Komentari:												
Br.	Lokacija / Broj poena	1	1	1	1	2	0					
Maksimalni broj poena		1	1	1	1	2	0				5	100%
1	Administrativne kancelarije		1		1	2					4	80%
2	Proizvodni deo			1		2					3	60%
3	Skladište			1		2					3	60%
4	Ulazini i izlazni magacin			1		2					3	60%
											0	0%
											0	0%
Ukupan broj poena i rankiranje za Plafon-Tavanica											13	65%

Utvrđivanje trenutnog stanja						
Sistem: I		Spoljašnji zidovi				
Datum: 01.10.2019.						
Auditor: M.Rajic						
Komentari:						
		Izolovan	Nije izolovan	Neophodna je rekonstrukcija	Ukupni broj poena	Rankiranje za lokaciju
Br.	Lokacija / Broj poena	3	0	1		
Maksimalni broj poena		3	0		3	100%
1	Administrativne kancelarije	3			3	100%
2	Proizvodni deo	3			3	100%
3	Skladište	1			1	33%
4	Ulazini i izlazni magacin	3			3	100%
					0	0%
					0	0%
					0	0%
					0	0%
					0	0%
					0	0%
					0	0%
					0	0%
					0	0%
					0	0%
Ukupan broj poena i rankiranje za Spoljašnji zidovi					10	83%

Utvrđivanje trenutnog stanja											
Sistem: I		Krov									
Datum: 01.10.2019.											
Auditor: M.Rajic											
Komentari:											
		Sa termičkom izolacijom	Bez termičke izolacije	Zastakljeni krov	Krovni prozor	Postojanje ventilacionog prostora ispod krova	Nema curenja	Mala curenja	Postoje značajna curenja	Ukupni broj poena	Rankiranje za lokaciju
Br.	Lokacija / Broj poena	2	0	0	1	1	2	1	0		
Maksimalni broj poena		2			1	1	2			6	100%
1	Administrativne kancelarije	2			1	1	2			5	83%
2	Proizvodni deo	2			1	1	2			5	83%
3	Skladište	2			1	1	2			5	83%
4	Ulazini i izlazni magacin	1			1	1	2			4	67%
										0	0%
Ukupan broj poena i rankiranje za Krov										19	79%

PRILOG 4: Forma za definisanje procedura i granica audita**PRIORITET ENERGETSKOG AUDITA****Cilj audita:**

- Ušteda:
- Potrošnje energije / Troškova nastalih potrošnjom energije;
 - Specificiranih tipova energenata: _____
 - Maksimalnih energetske zahteva/potreba;
- Da se osigura povećanja potrošnja energije u postrojenju;
- Kako bi se identifikovali energetske troškovi za svako odeljenje ponaosob;
- Drugi (specificirati): _____

Definisati vremenski okvir

Očekivan završetak audita _____

Rok za podnošenje preliminarne rezultata _____

Obezbediti potrebne resurse

- U okviru kompanije (interne):
 - Tehničko osoblje
 - Administrativno osoblje
 - Drugo (specificirati): _____
- Potrebno naknadno angažovanje (eksterne):
 - Konsultanti
 - Podizvodjači
 - Javne insitucije
 - Drugi (specificirati): _____

Stanje zgrade/proizvodne hale/administrativne zgrade

Specificirati sve probleme koji se odnose na:

- Komfor
- Otkaze u radu
- Nedostatak kapaciteta, potreba za dodatnim aneksima
- Izgled
- Buku
- Organizaciju proizvodnje
- Organizaciju održavanja
- Drugo (specificirati): _____

Faktori i ograničenja implementacije mera/prilika za poboljšanje

- Vremenski okvir prilika za poboljšanje definisanih za potrebe postrojenja: _____

- Vremenski okvir prilika za poboljšanje koji ne zahtevaju velika novčana ulaganja (tzv. low-cost prilika za poboljšanje): _____
 - Finansijska ograničenja : _____
- Vremenski okvir za naknadnu implementaciju prilika za poboljšanje: _____
 - Finansijska ograničenja: _____
- Mogućnosti za finansiranje kroz grantove, finansijsku pomoć Ministarstva, subvencije, poreske olakšice: _____

Mogućnosti primene preporuka audita na druge zgrade/potrojenja/odeljenja

- Da
- Ne

Specificirati detalje: _____

Neophodan format finalnih izveštaja:

- Obezbediti izveštaje za:
 - Top-menadžment
 - Senior-menadžment
 - Team leadere
 - Operatere u proizvodnji
- Finansijska analiza trenutnog stanja _____
- Finansijska analiza prilika za poboljšanje _____
- Period otplate implementiranih prilika za poboljšanje, za specificirane kriterijume: _____

PRILOG 5

DEFINISNJE GRANICA ENERGETSKOG AUDITA (ČEK-LISTA)**Oblasti koje će se ispitivati**

- Celo postrojenje;
- Individualne zgrade (specificirati): _____
- Departman/procesna jedinica (specificirati): _____

Eksterni potrošački sistemi

- Osvetljenje;
- Grejanje (toplotna energija neophodna za potrebe grejanja);
- Drugi (specificirati): _____

Individualni potrošački sistemi

- Kotlovsko postrojenje;
- Distribucija vodene pare/tople vode;
- Distribucija sanitarne tople vode;
- Proces hladjenja;
- Osvetljenje;
- Sistem za ventilaciju i hladjenje;
- Omotač zgrade;
- Procesni proizvodni potrošači (specificirati): _____
- Drugi (specificirati): _____

Vrste podataka i informacija

- Računi za električnu energiju;
- Računi za potrošnju goriva;
- Podaci vezani za proizvodnju;
- Vremenski uslovi analizirane lokacije;
- Specifikacije analiziranog postrojenja i tehnički crteži;
- Podaci koji će služiti za uporedjenje energetske performansi sličnih sistema/podsistema;
- Drugi (specificirati): _____

Analize

- Korelacija potrošnje energije u zavisnosti od obima proizvodnje i vremenskih uslova;
- Interna i/ili eksterna uporedna analiza;
- Analiza potreba za električnom energijom;
- Load inventory analiza;
- Analiza perioda otplate primenjenih prilika/mera za poboljšanje;
- Druge (specificirati): _____