

# Zelena proizvodnja

---

Šarić - Ormuž, Ira

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:267107>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Ira Šarić - Ormuž**

Zagreb, veljača 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić, dipl. ing.

Student:

Ira Šarić - Ormuž

Zagreb, veljača 2015.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem svom mentoru prof.dr.sc. Nedeljku Štefaniću na stručnoj pomoći i savjetima tijekom izrade ovog rada.

Također zahvaljujem svima koji su mi pružali podršku i omogućili izradu ovog rada, kolegama, kolegicama, prijateljima.

Najviše zahvaljujem svojoj obitelji na razumijevanju i podršci tijekom školovanja.

Ira Šarić - Ormuž



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **IRA ŠARIĆ-ORMUŽ**

Mat. br.: 0035181238

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **ZELENA PROIZVODNJA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **GREEN MANUFACTURING**

Opis zadatka:

U posljednjih desetak godina organizacije su prepoznale da se njihova uspješnost može značajno povećati analizom i unapređenjem procesa poduzeća. Razvijen je velik broj modela i tehnika poput Reinženjeringa poslovnih procesa, Mapiranja poslovnih procesa, Six Sigme, Cjelovitog upravljanja kvalitetom, Vitke proizvodnje, Zelene proizvodnje i druge. Zanimanje za procese proizlazi iz činjenice da na sebe vežu resurse poduzeća (vrijeme, ljude, materijale, informacije) i da se analizom procesa mogu postići relativno brzo značajna poboljšanja u proizvodnji i poslovanju.

U radu je potrebno:

- detaljno objasniti procesni pristup proizvodnji,
- sistematizirati metode i tehnike koje se koriste pri poboljšavanju i unapređenju procesa,
- detaljno objasniti principe i metodologiju Zelene proizvodnje,
- na proizvoljno odabranom realni primjer iz prakse primijeniti alate Zelene proizvodnje,
- razraditi sustav praćenja uspješnosti proizvodnje poduzeća prema kriteriju minimizacije utroška,
- razraditi softversku podršku menadžmentu poduzeća za povećanje uspješnosti proizvodnih procesa korištenjem odgovarajućih pokazatelja (Zelena metrika),
- razraditi Mapu Zelene metrike poduzeća.

Zadatak zadan:  
25. studenog 2014.

Rok predaje rada:  
**1. rok:** 26. veljače 2015.  
**2. rok:** 17. rujna 2015.

Predviđeni datumi obrane:  
**1. rok:** 2., 3., i 4. ožujka 2015.  
**2. rok:** 21., 22., i 23. rujna 2015.

Zadatak zadao:

Prof.dr.sc. Nedeljko Štefanić

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Zoran Kunica

# SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	II
POPIS TABLICA.....	III
SAŽETAK.....	IV
SUMMARY .....	V
1. UVOD.....	1
2. PROCESNI PRISTUP PROIZVODNJI.....	2
2.1. Riječ proces.....	2
2.2. Procesna industrija .....	4
2.3. Važnost efikasnosti procesa .....	6
3. LEAN METODOLOGIJA .....	7
3.1. Lean alati i tehnike .....	11
3.1.1. Kaizen strategija.....	12
3.1.2. 5S metoda.....	14
3.1.3. Mapiranje procesa .....	17
3.1.4. Poka Yoke.....	20
3.1.5. Jidoka .....	21
3.1.6. Six Sigma .....	23
3.1.7. DMAIC model .....	25
4. ZELENA PROIZVODNJA .....	28
4.1. Pojmovi koji se susreću u korelaciji s zelenom proizvodnjom .....	32
4.2. Tržišna vrijednost.....	33
4.3. Ciljevi zelene proizvodnje .....	34
4.3.1. Gubici zelene proizvodnje .....	34
4.3.2. 3R filozofija .....	36
4.4. Sedam koraka do postizanja zelene proizvodnje .....	37
4.5. Zelena proizvodnja u bolnici.....	39
4.5.1. Energetska optimizacija za nove i postojeće zgrade .....	41
4.5.2. Koraci energetske optimizacije.....	42
5. KBC ZAGREB .....	46
5.1. Organizacijska struktura KBC-a Zagreb.....	47
5.2. KBC Zagreb – bolnica Rebro.....	49
5.2.1. Energetski sustav KBC-a Zagreb – bolnica Rebro .....	49
5.2.2. CNUS – Centralni Nadzor za upravljanje sustavom na lokaciji Rebro .....	52
5.2.3. Postizanje zelene proizvodnje u KBC-u Zagreb – bolnica Rebro .....	54
5.2.4. Prijedlozi za ostala poboljšanja.....	68
6. ZAKLJUČAK.....	70
7. LITERATURA .....	71

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Osnovni odnos energije i proizvodnje.....	5
Slika 2.	Lean metodologija.....	7
Slika 3.	Načela Lean metodologije.....	8
Slika 4.	Implementacija Lean metodologije.....	11
Slika 5.	Proces provođenje Kaizen strategije.....	13
Slika 6.	5S metoda.....	14
Slika 7.	Poka Yoke metoda.....	21
Slika 8.	6 sigma metoda.....	25
Slika 9.	Upravljanje energijom i zaštitom okoliša tijekom procesa proizvodnje[23] .....	31
Slika 10.	3R strategija.....	36
Slika 11.	Prikaz tipične potrošnje energije jedne bolnice prema djelatnostima [27] .....	41
Slika 12.	Koraci energetske optimizacije .....	43
Slika 13.	Ocjenjivanje energetske učinkovitost sustava [27] .....	44
Slika 14.	Organizacijska struktura KBC-a Zagreb .....	47
Slika 15.	Udaljenosti transportnih puteva pojedinih lokacija KBC-a Zagreb .....	48
Slika 16.	Udaljenosti transportnih puteva pojedinih lokacija KBC-a Zagreb .....	48
Slika 17.	KBC Zagreb na lokaciji Rebro.....	49
Slika 18.	Prikaz centralne toplinske stanice na lokaciji Rebro.....	51
Slika 19.	Prikaz centralne toplinske stanice na lokaciji Rebro.....	51
Slika 20.	Tlocrt objekata na lokaciji Rebro .....	55
Slika 21.	Nadzorno i upravljačko radno mjesto u CNUS-u .....	58
Slika 22.	Izgleda sučelja ISGE sustava [29].....	60
Slika 23.	Izgled očitavanja podataka iz ISGE sustava [30].....	60
Slika 24.	Potrošnja vodena pare u kn po mjesecima (2014.).....	61
Slika 25.	Potrošnja vode u kn po mjesecima (2014.) .....	61
Slika 26.	Potrošnja plina u kn po mjesecima (2014.) .....	62
Slika 27.	Potrošnja električne energije u kn po mjesecima (2014.) .....	62
Slika 28.	Potrošnja resursa u 2014. godini .....	63
Slika 29.	Udio resursa u ukupnom trošku.....	63
Slika 30.	Površina zgrada u KBC Zagreb – bolnica Rebro .....	64
Slika 31.	Prikaz energetskog sustava KBC Zagreb - bolnica Rebro .....	65
Slika 32.	Primjer usporedbe potrošnja resursa prije i poslije energetske optimizacije .....	67
Slika 33.	Stanje u jednoj podstanici.....	68
Slika 34.	Stanje u jednoj podstanici.....	68

## POPIS TABLICA

Tablica 1.	Vrste gubitaka prema Lean metodologiji [8] .....	10
Tablica 2.	Razlika između automatizacije i Jidoka automatizacije[17] .....	23
Tablica 3.	Ovisnost sukladnosti proizvoda o sigma razini .....	24
Tablica 4.	Prosječne vrijednosti otpada i korištenja vode u bolnici i u domu [27] .....	40
Tablica 5.	Postupak ocjenjivanja energetske učinkovitost [27] .....	45



## SAŽETAK

Ovim završnim radom želi se istaknuti važnost primjene Lean strategije u procesnoj industriji korištenjem njezinih alata i tehnika u unapređenju procesa. Alati i tehnike objašnjeni su po koracima po kojima se provode, te su navedene koristi koje se postižu njihovom primjenom.

Također, završni rad želi istaknuti važnost primjene zelene proizvodnje u poduzećima. Nabrojena su načela i ciljevi zelene proizvodnje, koraci njenog provođenja, te je objašnjen proces njene implementacije u bolnici.

Primjenom Lean metode te načela i ciljeva zelene proizvodnje obavljeno je snimanje sustava KBC Zagreb – bolnica Rebro. Izvršena je analiza prikupljenih podataka, te su predložene konkretne mjere energetske optimizacije sustava kojima bi se postigla njegova veća učinkovitost. Predložena su i druga poboljšanja kojima bi se također ostvarile uštede, a i povećanje produktivnosti ove zdravstvene ustanove.

**KLJUČNE RIJEČI:** procesna industrija, lean, zelena proizvodnja, zelena proizvodnja u bolnici

## **SUMMARY**

This final thesis aims to highlight the importance of Lean strategy application in process industry, using its tools and techniques for process improvement. Using these tools and techniques is explained step by step and so are the benefits gained by their application.

Also, the final thesis wants to emphasize the importance of green manufacturing application in companies. Principles and goals of green manufacturing and steps of its implementation are listed and the process of implementing green manufacturing in hospital is explained.

By applying Lean methods and using the principles and goals of green manufacturing, monitoring of the system has been carried out in „KBC Zagreb – Hospital Rebro“. The analysis of the collected data has been done and certain measures for energy optimization of the system have been proposed for achieving greater efficiency. Other improvements for generating savings and increasing productivity of this health institution have been proposed.

**KEYWORDS:** process industry, lean, green manufacturing, green manufacturing in hospital

## **1. UVOD**

Uspješnost te uspostavljanje i održavanje konkurentske prednosti na tržištu i zadovoljstvo kupaca i klijenata cilj je svakog poduzeća. Taj cilj se lako može postići analizom i unapređenjem proizvodnih procesa kojima se smanjuju resursi kao što su materijal, energija ili radna snaga. U 19.-om i 20.-om stoljeću smatralo se da je važnost prirodnih resursa te mogućnost njihovom pristupu glavni put do uspjeha, dok se danas smatra da je najvažnija konkurentska prednost prikupljanje, razvijanje, dijeljenje i primjena znanja.

Međutim, trenutni glavni globalni problemi koji utječu na sva poduzeća i ljude na svijetu su problemi održivosti. Uz postizanje ekonomske održivosti, među glavnim pokretačima zbivanja u društvu nalaze se i postizanje održivosti okoliša i društvene pravde. Utjecaje koje neko poduzeće ima na zajednicu i okoliš ne smiju se zanemariti što dovodi do toga da se znanje u poduzeće treba usmjeriti prema očuvanju održivosti, jednako kao i prema postizanju konkurentske prednosti, te da se korištenje prirodnih resursa na putu prema uspjehu ne smije zanemariti.

## 2. PROCESNI PRISTUP PROIZVODNJI

### 2.1. Riječ proces

Proces [1] (lat.): 1. Događaj, zbivanje; 2. Skup pojava koje djeluju ili su organizirane u nekom vremenu; pravilna izmjena uzastopnih stanja razvoja i radnih faza.

Poslovni proces [2] je skup aktivnosti i odluka koji se izvodi na vanjski poticaj radi ostvarenja nekog mjerljivog cilja organizacije, traje određeno vrijeme i troši neke ulazne resurse pretvarajući ih u specifične proizvode ili usluge od značaja za kupca ili korisnika.

U cilju boljeg shvaćanja pojma proces, definiciju je potrebno detaljnije analizirati po dijelovima:

- „povezani skup aktivnosti i odluka" podrazumijeva da je to smišljeni skup radnji i odluka (a ne konglomerat) koji vode ka postizanju ciljeva i zadovoljenju nekih potreba kupaca ili korisnika
- „koji se izvodi na vanjski poticaj" podrazumijeva da organizacija ne radi ništa, niti troši neke resurse, ako za to nema zahtjeva ili poticaja od nekog kupca ili korisnika. U proizvodnim organizacijama taj poticaj je narudžba kupca, premda ona ne mora uvijek biti neposredna već može biti i planirana (što zavisi o sustavu upravljanja proizvodnjom)
- „specifični proizvodi ili usluge" su svi izlazni rezultati izvođenja procesa koji moraju biti pojedinačno prepoznatljivi (što znači da ih ne može dati ni jedan drugi proces) i mjerljivi

- „od značaja za kupca ili korisnika" podrazumijeva da organizacija koji bi postojala sama za sebe ne bi imala nikakvog smisla, već da ona postoji samo zbog kupaca ili korisnika njezinih proizvoda ili usluga. Međutim, u složenim organizacijama čije je djelovanje organizirano po načelu vrijednosnog lanca kupac ili korisnik ne mora uvijek biti vanjska, već to mogu biti neke interne organizacijske jedinice.

Proces je u vremenu kontinuiran te se ponavlja kroz vrijeme i proizvodi isti output svaki puta kada je proces završen.

Bosilj Vukšić, Hernaus i Kovačić definiraju kako su osnovna obilježja poslovnih procesa slijedeća [3] :

- svaki proces ima svrhu
- svaki proces ima vlasnika
- svaki proces ima početak i završetak
- u proces ulaze inputi, a izlaze outputi
- proces je sastavljen od sekvencijski izvedivih aktivnosti
- na temelju ulaza i izlaza procesa lako se utvrđuje uspješnost procesa
- da bi proces opstao treba imati poznate unutarnje i vanjske dobavljače i potrošače
- unapređenje procesa je neizbježno

Koliko god bila posebna, ili to misle o sebi, ipak sva poduzeća imaju cijeli niz zajedničkih procesa i poslovnih dimenzija [3] :

- podjela po organizacijskoj strukturi
- podjela po vremenskim intervalima
- podjela po teritoriju
- podjela po kategorijama produkata i usluga
- podjela po dobavljačima i kupcima

- Prema polju djelovanja procesa unutar organizacije poslovni procesi se dijele na tri (3) različite vrste [4]:
- individualni procesi koje obavljaju pojedinci
- vertikalni (funkcijski) procesi koji su dio funkcionalne jedinice ili odjela organizacije
- horizontalni procesi koji prolaze kroz nekoliko funkcionalnih jedinica.

## **2.2. Procesna industrija**

Procesna industrija [5] je proizvodna industrija koja koristi sirovi materijal da bi proizvela proizvod u proizvodnom procesu u kojem se sirovi materijal obrađuju u proizvodnom pogonu gdje se provode različite operacije u tekućem stanju tvari te drugi procesi koji su povezani kontinuiranim tokom.

Proizvodnja je proces kombiniranja i transformiranja inputa (zemlja, rad, kapital) u cilju stvaranja outputa (proizvoda). Proizvodna tehnologija (tehnoški proces) je ono što povezuje inpute i outpute. Proizvodna funkcija je matematička relacija odnosa između količine inputa i outputa.

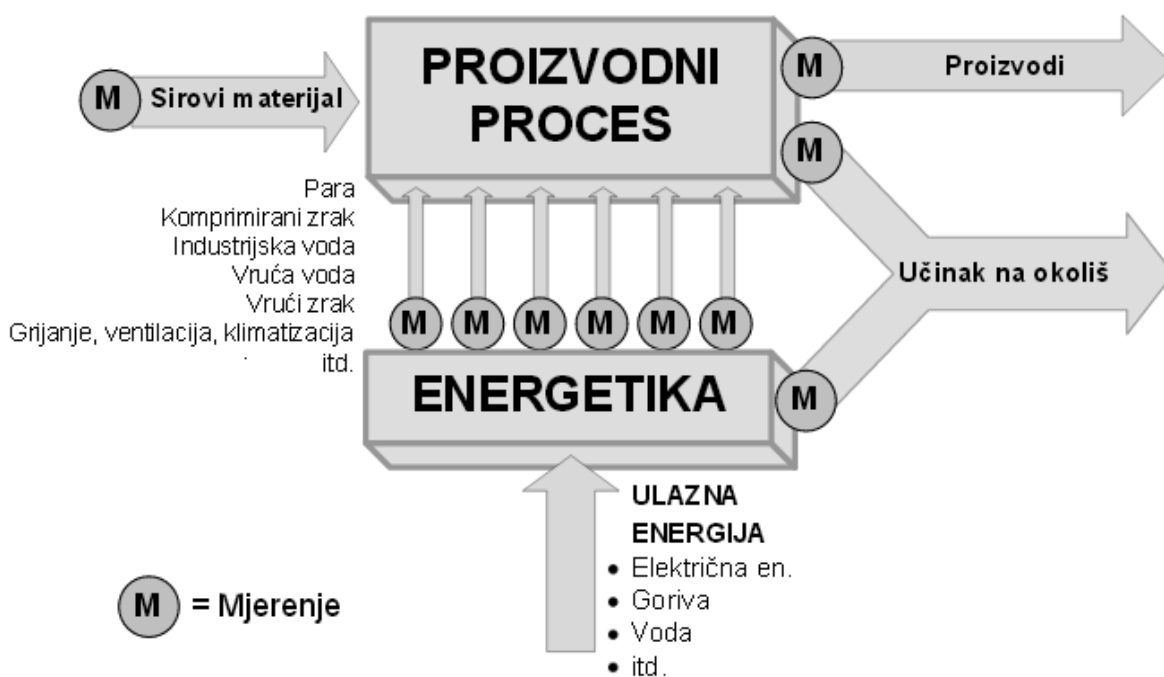
Prilikom donošenja poslovnih odluka poduzeća moraju voditi računa o:

- Količini proizvoda koju će proizvoditi
- Vrsti proizvodnog procesa
- Vrsti i količini inputa potrebnih za proizvodnju

Poduzeća su obično zajedno grupirana u skupine sličnih tipova industrije koje proizvode slične vrste proizvoda i često koriste slične proizvodne procese. Ti se klasteri obično nazivaju industrijski sektori, kao što su kemijski, automobilski ili poljoprivredni sektor. Također, te vrste industrija mogu se grupirati prema NACE kodu koji klasificira industrije u Europskoj Uniji. NACE (1996.) te definira procese industrije kao podskup svih prerađivačkih industrija. Te su industrije grupirane u rudarstvo i vađenje minerala, prehrambenu, industriju celuloze i papira, kemijsku industriju, metalurgiju, te ostale tipove industrije.

Poduzeća se bore da ostanu konkurenta na zrelom tržištu procesnih industrija. Zrelo tržište zahtjeva specifične konkurentske strategije koje često uključuju poboljšanja proizvoda i povećanje konkurentnosti obzirom na prihvatljivu nisku cijenu i dobre performanse proizvoda za kupce. Sposobnost stvaranja konkurentnosti smanjenjem troškova uključuje u određenoj mjeri razumijevanje dinamike ukupne strukture troškova u procesnoj industriji, a to je uglavnom sposobnost da se razviju i uvode troškovno učinkovitije tehnologija proizvodnog procesa.

Različiti sektori procesne industrije trebaju pridati različitu važnost na proizvod, proces i opseg razvoja procesa rada koji ponekad može biti i veći od sveukupnih aktivnosti razvoja samog proizvoda.



Slika 1. Osnovni odnos energije i proizvodnje

### 2.3. Važnost efikasnosti procesa

Postoje različite vrste procesa, ali svi procesi imaju jednu zajedničku karakteristiku, a to je da su dizajnirani kako bi pojednostavili rad zaposlenika.

Kada zaposlenici slijede dobro testiran slijed zadataka postoji manje pogrešaka i kašnjenja, njihovi naponi su manji, a oni kao i kupci se osjećaju zadovoljnije.

Loše projektirani procesi mogu dovesti do brojnih problema. Na primjer [6] :

- zaposlenici mogu biti frustrirani
- rad može biti umnožen, ili uopće ne obavljen
- moguće je da će doći do povećanja troškova
- moguć gubitak resursa
- mogućnost razvijanja aktivnosti uskog grla, čime su prouzročena kašnjenja
- kupci se mogu žaliti na slabu kvalitetu proizvoda ili loše usluge

Efikasnost procesa računa se prema slijedećoj formuli:

$$efikasnost = \frac{output}{input}$$

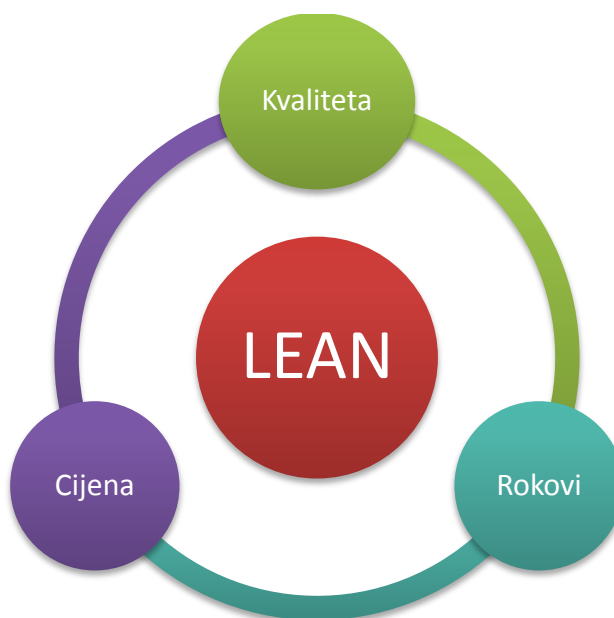


### 3. LEAN METODOLOGIJA

Kada poduzeće naiđe na neki od gore spomenutih problema, vrijeme je za pregled i ažuriranje relevantnih procesa. Jedna od metoda upravljanja procesima naziva se Lean metodologija. Pojam Lean je prvi puta primijenjen u djelu „The Machine That Changed the World“ J.P.Womack-a, D.T.Jones-a i D. Roos-a. Engleska riječ Lean prevedena na hrvatski znači vitko, što slikovito prikazuje način proizvodnje koji eliminira sve gubitke, a izraz se koristi za način proizvodnje pokrenut u Toyotinom proizvodnom pogonu oko 1950. godinu s ciljem rješavanja specifičnih problema s kojima se poduzeće susretalo.

Ukoliko poduzeće želi opstati na današnjem tržištu ono mora biti usredotočeno na kupca te iz njegovih želja proizvoditi točno ono što on želi, odgovarajuće kvalitete i u vremenu koje njega zadovoljava. Iz utvrđene cijene koju je kupac spreman platiti za proizvod zahtijevane kvalitete poduzeće treba odabrati dobavljača sirovine koji je u mogućnosti dostavljati istu uz prihvatljivu cijenu i u odgovarajućem vremenskom periodu, te odabrati optimalan proizvodni proces i odlučiti o vrsti kontrole kvalitete koju će koristiti.

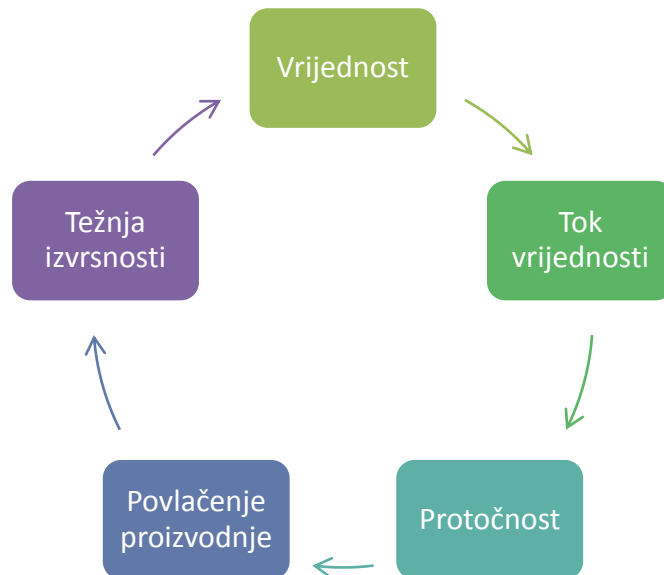
Lean metodologijom stvara se točno ono što kupac želi, korištenjem što manje resursa te eliminiranjem gubitaka u proizvodnom procesu što dovodi do stvaranja veće vrijednosti za kupca.



Slika 2. Lean metodologija

Lean metodologija temelji se na pet načela [7] :

1. Utvrditi vrijednost za kupca – odrediti i proizvesti ono proizvode ili usluge koje dodaju novu vrijednost prema očekivanjima tržišta pri čemu se ostvaruje potpuno zadovoljstvo kupca
2. Mapirati tok vrijednosti –identificirati ono korake koji omogućuju efektivnu produktivnost ili tok rada uslužne djelatnosti
3. Ostvariti protočnost procesa – eliminirati sve ono korake koji stvaraju prekide, odgađanja ili destrukciju te kreirati ono korake koji nemaju negativne efekte
4. Uspostaviti povlačenje, tj. eng. pull sustav – proizvoditi točno onoliko koliko je potrebno za slijedeću operaciju procesa, samo onda kada kupac to traži na zahtjev
5. Težiti izvrsnosti eliminacijom gubitaka – potrebno je kontinuirano otkrivati i otklanjati gubitke



**Slika 3. Načela Lean metodologije**

Lean upravljanje definira osam (8) vrsta gubitaka koji se javljaju u poslovnim sustavima na kojima se mora kontinuirano raditi da bi se ti gubici sveli na minimum ili potpuno anulirali.

Vrste gubitaka koje Lean definira prikazane su uz opise i moguće uzroke u niže priloženoj tablici 1.

Vrsta gubitka	Opis	Mogući uzrok
<b>Prekomjerna proizvodnja</b>	Nastaje zbog izrade proizvoda koje tržište ne traži, zbog proizvodnje količine proizvoda veće od potrebne ili proizvodnje planirane količine.	-loše projektiranje proizvodnih procesa -ne pridržavanje planova proizvodnje -prekidi proizvodnje zbog kvarova -dorada proizvoda
<b>Škart</b>	Nesukladni ili oštećeni proizvodi koji ne zadovoljavaju potrebe korisnika.	-nepotpuna proizvodna procedura -nerazumijevanje specifičnih zahtjeva -nezadovoljavajuće uzorkovanje i kontrola proizvoda -nedostatna obuka zaposlenika
<b>Nepotrebni pokreti</b>	Nepotrebno kretanje ljudi ili materijala zbog loše projektiranog sustava.	-nezadovoljavajuće organizirano radno mjesto -nesporazumi -izmjene u planovima
<b>Nepotrebne zalihe</b>	Prekomjerne zalihe sirovina ili proizvoda na skladištu, veće od potrebnih zaliha za nastavak sljedeće proizvodne faze.	-loše planiranje proizvodnih procesa -kašnjenje dobavljačeve isporuke sirovina -zastoj opreme -stvaranje zaliha da se prebrode zastoji
<b>Prekomjerna obrada</b>	Prerana ili prebrza obrada, prije nego što je potrebna za sljedeću fazu.	-nezadovoljavajuće definirani zahtjevi korisnika -nedostatak normiranih postupaka
<b>Čekanje</b>	Čekanje informacija, operatera, dostupnosti materijala ili opreme.	-organizacija radnog mjesta -sustav odobravanja i kontrole -loše planiranje -nedostatak materijala -velike serije s dugim vremenom obrade
<b>Transport</b>	Predugi transportni putevi, neadekvatna transportna sredstva, dislocirani dijelovi poduzeća ili dislocirani dijelovi proizvodnje.	-nezadovoljavajuće organizirano radno mjesto -izgubljeni predmeti -izmjene u planovima
<b>Nedovoljno korištenje potencijala zaposlenika</b>	Nedovoljno uključivanje zaposlenika u organizaciju i rješavanje problema.	-niska očekivanja poslodavca i radnika -neuključivanje radnika u poboljšanje procesa -velik odlijev zaposlenika -loše rukovođenje i hijerarhijska struktura

**Tablica 1. Vrste gubitaka prema Lean metodologiji [8]**

### 3.1. Lean alati i tehnike

Lean metodologiju nije moguće uvesti samo na zahtjev uprave, već ona zahtijeva dublji pristup djelatnika u organizaciji. Lean je filozofija života, a ne samo poslovna filozofija. Alati [8] kojima se implementira Lean metodologija u proces odnose se na organizaciju i ljude, sveobuhvatnu kvalitetu, pripremu i održavanje, procese i tehnologiju, te na protočnost materijala kroz proizvodnju, kao što je prikazano u niže priloženoj slici 4.



**Slika 4. Implementacija Lean metodologije**

Konstantno unapređenje procesa i eliminacija gubitaka u poduzeću moguća je jedino kroz kontinuirani proces provođenja Lean alata i tehnika što za posljedicu ima dugoročne koristi za poduzeće.

### 3.1.1. *Kaizen strategija*

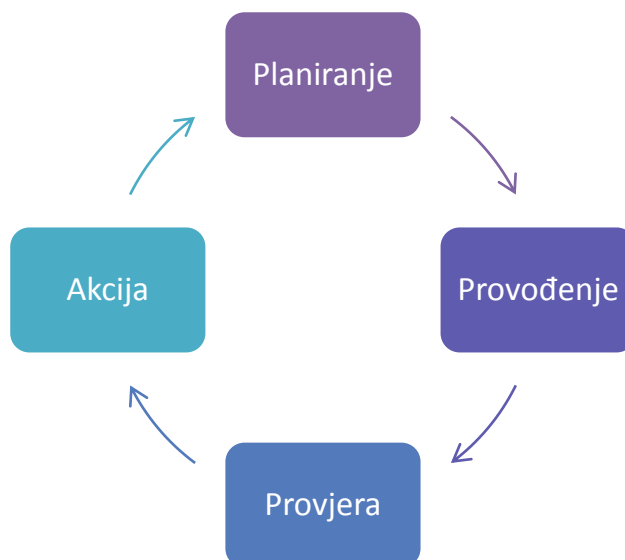
Kaizen [9] (jap. dobra promjena) je strategija kontinuiranog unapređenja u kojoj zaposlenici proaktivno rade s ciljem postizanja stalnih, inkrementalnih poboljšanja u procesu. Ta poslovna strategija se razvila u Japanu te označava filozofiju života i rada, tj. potragu za neprestanim poboljšanjima i unapređenjima. Kaizen je uvijek orijentiran na proces i na nove organizacijske strukture, a kao osnovni faktor uspješnosti postavlja vrijeme u kojem se mjeri brzo prihvaćanje ideja, poboljšana realizacija, decentralizacija i osobna odgovornost. U provođenju strategije sudjeluju svi radnici, od predsjednika uprave, do zaposlenika u službi čišćenja, te se suradnjom uvode novi stilovi rukovođenja. Njegovo provođenje je moguće u različitim djelatnostima kao što je zdravstvo, vlada, bankarstvo itd.

Provođenje Kaizen strategije sastoji se od:

1. Postavljanja ciljeva
2. Pregleda trenutnog stanja i razvitka plana za poboljšanje
3. Provođenja poboljšanja
4. Pregleda i promjena onoga što ne funkcionira optimalno
5. Izvještaja rezultata

Takav krug aktivnosti se često naziva PDCA (eng. Plan-planiranje, Do-provođenje, Check-provjera, Act-akcija) krug. [10]

1. Planiranje je zapravo postavljanje hipoteze.
2. Provođenje znači provođenje eksperimenta.
3. Provjera je procjena rezultata.
4. Akcija je ponovno definiranje aktivnosti te početak novog ciklusa.



**Slika 5. Proces provođenje Kaizen strategije**

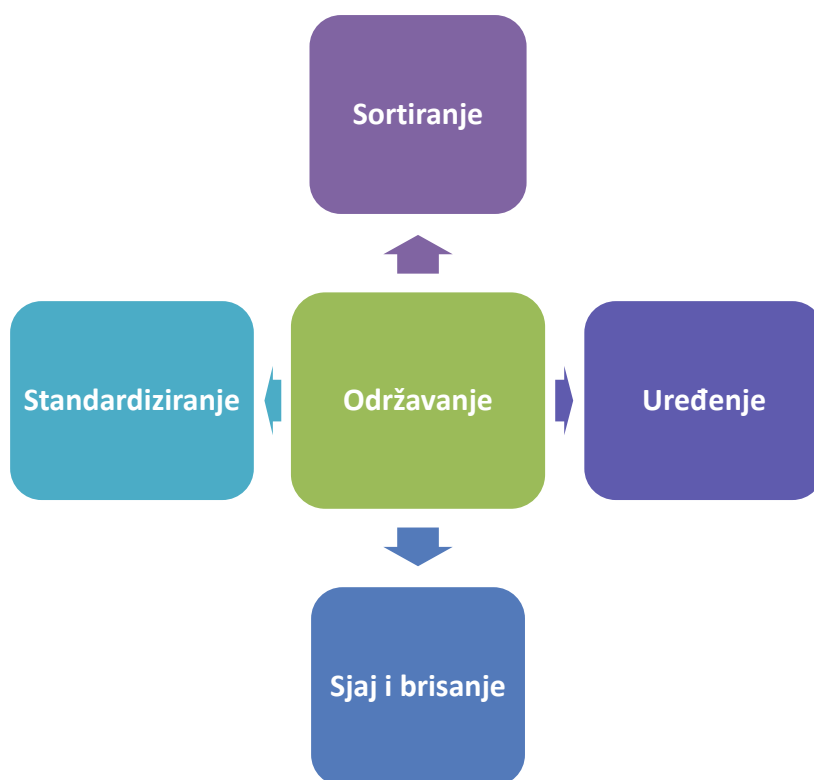
Nakon njegovog provođenja postižu se brzi rezultati, kao što su [11] :

- Smanjenje gubitaka i povećanje kvalitete u inventaru, vremenu čekanja, prijevozu, pokretima radnika
- Povećanje kvalitete vještina zaposlenika
- Veća kvaliteta procesa
- Poboljšana iskoristivost prostora
- Bolja komunikacija između zaposlenika
- Veće zadovoljstvo zaposlenika
- Bolja sloga u timovima zaposlenika
- Povećana sigurnost
- Manja kompliciranost papirologije i procesa za zaposlenike i korisnike

Postizanjem nabrojanih rezultata u poduzeću također se stvara i bolji proizvod ili bolja usluga za korisnika.

### 3.1.2. 5S metoda

5S [12] metoda je provođenje skupa pravila za organiziranje radnog prostora prema kojoj se lako svim zaposlenicima objašnjava eliminacija gubitaka u poduzeću te je pristup tako strukturiran da se njime razvija radna disciplina. Termin 5S je akronim japanskih izraza: Seiri -sortiranje, Seiton – urednost, Seiso – čistoća, Seikeco – savršenstvo i Shitsuke – disciplina, ali je također postao i akronim za izraze engleskog jezika: Sort, Set in order, Shine, Standardize i Susatin.



Slika 6. 5S metoda

Ova metodologija možda izgleda kao jedna od tehnika čišćenja, ali nije samo to, pozadina je dublja. 5S pomaže da se identificiraju i eliminiraju nekorisne stvari ili otpad na radnom mjestu. Pomaže uspostavljanju produktivnijeg i kvalitetnijeg radnog okruženja. Potiče poduzeće da promatra objekte ili pitanja koja su često zanemarena.



Koraci prilikom provođenja 5S metode [13] :

### **Prvi S: Seiri (Sortiranje)**

Prvi korak u 5S procesu odnosi se na bacanje svih nepotrebnih predmeta i materijala sa radnog mjesta. Ideja je da nakon provedenog bacanja na radnom mjestu ostane samo ono što se odnosi na posao. Broj potrebnih stavki na radnom mjestu mora biti sveden na apsolutni minimum. U ovom koraku planira se „dan čišćenja“ koji je potpuno posvećen isključivo uklanjanju nepotrebnog i planiranju neophodnog.

### **Drugi S: Seiton (Uređenje)**

Pojam urednosti je potpuno vezan za efikasnost. Cilj ovog koraka je da se za svaki predmet definira određeno mjesto, a rezultat je brz pristup i olakšano i brzo vraćanje i čišćenje. Ako svatko ima brz pristup do alata ili materijala, tok rada postaje efikasniji, a radnik produktivniji. Mjesto, položaj ili držač za svaki alat, predmet ili materijal mora biti pažljivo izabran u odnosi na to kako će posao biti obavljan i tko će ga sve koristiti. Svakom predmetu se mora dodijeliti mjesto za čuvanje, a svaka lokacija se mora označiti tako da bude jednostavna i logična za identifikaciju.

### **Treći S: Seiso (Čistoća)**

Seiso, treći korak u 5S, kaže da je „svatko čistač“. Seiso se sastoji od čišćenja radnog mjesta dok ono ne dobije „sjaj“. Svatko u organizaciji ima svoje dužnosti vezane za čišćenje - od radnika na stroju do top menadžera. U ovoj fazi se područje radnog mjesta dodjeljuje jednom radniku ili grupi i time delegira zaduženje za čišćenje istog. Nijedno područje se ne ostavlja bez „čistača“. Cilj ovog koraka je da svaki zaposlenik vidi svoje radno mjesto kroz „oči posjetioca“ te da uvijek razmišlja o tome da li je dovoljno čisto da ostavi savršen prvi dojam.

### **Četvrti S: Seiketsu (Standardiziranje)**

Četvrti korak 5S, ili seiketsu, se više ili manje može prevesti kao „standardizirano čišćenje“. Predstavlja definiranje standarda po kojim zaposlenici mjere i održavaju čistoću. Seiketsu

obuhvaća i osobnu urednost kao i urednost okoline. Vizualno upravljanje je važan element standardiziranja. Koriste se različite boje ili načini obilježavanja kako bi se anomalije što prije uočile i ispravile. Kroz obuke zaposlenici se upoznaju sa novim načinom obilježavanja i spremni su odmah reagirati u slučaju nepoštivanja pravila.

### **Peti S: Shitsuke (Održavanje)**

Posljednji korak 5S znači održavanje. Ono označava opredjeljenje da se prethodna 4S konstantno koriste i prihvate kao način rada i života. Naglasak shitsuke je eliminacija loših i stalna praksa dobrih navika. Jednom kada se postigne pravi shitsuke, osoblje samo brine o čistoći i urednosti bez podsjećanja od strane nadređenih. Peti S omogućava da se metodologija 5S počne sama održavati.

### **Koristi 5S alata nakon potpunog uvođenja[13] :**

- nema ničeg dopunskog i nepotrebnog
- izuzetno čist radni prostor
- rasipanja i nenormalnosti se odmah prepoznaju
- papirologija je minimalna i jednostavna
- radne stanice su takve da ljudi do potrebnog dolaze lagano
- bilo tko može doći do opreme ili informacije za 30 sekundi ili manje
- standardne procedure se lako razumiju i jasne su
- na prvi pogled su jasni tokovi robe
- omogućen je brži rad
- veća efikasnost u postizanju ciljeva
- veća spremnost za nove zadatke
- ostavlja se bolji dojam na korisnika
- moguća je brža obuka za nove zaposlenike
- smanjen je stres i umor
- povećan moral zaposlenih,

- povećano samopoštovanje i zadovoljstvo radom u poduzeću
- povećana proizvodnja
- reducirani zastoji strojeva

### 3.1.3. *Mapiranje procesa*

Mapiranje procesa daje pregled rezultata rada u poduzeću, te nakon tog pregleda otvara mogućnosti optimizacije, stvaranja novih modela rada, prilagodbi i poboljšanja. Jednostavnim prikazom svaki se proces može dovoljno pojednostaviti da bi bio jasan svakome tko ga promatra, a bez da se izgubi osnovna ideja koja je u temeljima samog procesa.

Mapiranje procesa se sastoji od sljedećih koraka [14] :

#### **Korak 1: Mapiranje**

Nakon što je odlučeno koji se proces želi poboljšati, svaki se korak dokumentira pomoću dijagrama toka. Ti alati vizualno pokazuju korake u procesu.

Važno je istražiti svaku fazu u detalje ,jer neki procesi sadrže pod-procese kojih se možda nije ni svjesno. Potrebno je i posavjetovati se s ljudima koji taj proces redovito koriste kako bi se osiguralo da se ne predvidi ništa važno.

#### **Korak 2: Analiza procesa**

Analiza procesa se postiže dijagramom toka u cilju istraživanja problema unutar procesa.

Potrebno je razmotriti sljedeća pitanja:

- Zbog čega su zaposlenici ili klijenti frustrirani?
- Koja od koraka u procesu stvara usko grlo?
- Gdje dolazi do povećanja troškova, a gdje do pada kvalitete proizvoda ili usluge?
- Koja od ovih koraka zahtijeva najviše vremena, ili uzrokuje najviše kašnjenja?

Potrebno je razgovarati s ljudima na koje taj proces utječe te ih pitati što oni smatraju da s njime nije u redu, te da li imaju prijedloge za njegovo poboljšanje. Zatim je potrebno razmotriti kako drugi zaposlenici u poduzeću reagiraju na slične probleme, te koja su oni rješenja razvili.

### **Korak 3: Redizajn procesa**

Proces se mora redizajnirati kako bi se navedeni problemi riješili te je to najbolje izvesti s ljudima koji su izravno uključeni u proces. Njihove ideje mogu otkriti nove pristupe, te će se kasnije lakše prilagoditi na promjene ukoliko su bili uključeni u ranoj fazi ovakvog procesa.

Svi trebaju razumjeti koja je svrha procesa, a potraga za rješenjem procesa je moguća „brainstormingom“, što znači da se zapiše svaka ideja za promjenu, bez obzira na njene troškove. Nakon toga se sužava popis mogućih rješenja s obzirom na mogućnost provedbe tih rješenja u realnom slučaju i provodi analiza rizika s ciljem uočavanja mogućih rizika redizajniranog procesa.

Također, ovisno o vrsti poduzeća, moguće je u obzir uzeti mapiranje iskustva kupaca.

U trenutku kada se shvaćaju sve posljedice svake predložene ideje te se svi u timu za odluku slažu o promjeni procesa, stvaraju se novi dijagrami za dokumentiranje svakog koraka.

### **Korak 4: Prikupljanje sredstava**

Potrebno je osigurati resurse neophodne za provedbu novog procesa nakon popisivanja svake aktivnosti koju je potrebno obaviti. To uključuje vodstvo i smjernice viših menadžera ili kolega u drugim odjelima, komuniciranje sa svakom skupinom zaposlenih u poduzeću, te provođenje edukacije o tome kakva će biti korist cijele organizacije nakon uvođenja.

### **Korak 5: Implementacija i informiranje o promjenama**

Vrlo je vjerojatno da će poboljšanje proizvodnog procesa sa sobom donijeti brojne novosti koje uključuju promjenu postojećeg sustava, timova ili procesa. Na primjer, moguće je da će

biti potrebno osmisliti novi softver, zaposliti nove ljude, ili organizirati trening za zaposlenike.

Potrebno je dodijeliti dovoljno vremena za rješavanje gorućih problema, te razmotriti da li je moguće pokretanje pilot projekta kako bi se otkrili potencijalni problemi.

Pošto promjena nije uvijek laka, ljudi joj se mogu opirati, pogotovo kada se radi o procesu na kojeg su se već navikli.

Međutim, također postoje alati koji mogu pomoći pri prevladavanju tog otpora promjenama.

### **Korak 6: Ocjenjivanje procesa/ pregled procesa**

Malo stvari od početka radi savršeno. Nakon razvijanja novog postupka, potrebno je pomno pratiti što se razvija u slijedećim tjednima i mjesecima, kako bi se osiguralo da proces dostiže očekivanja. Taj nadzor će također omogućiti rješavanje problema čim se oni pojave.

Treba usvojiti strategije kontinuiranog poboljšanja kao što je Kaizen. Mala redovita poboljšanja će osigurati da proces ostane učinkovit.

### 3.1.4. Poka Yoke

Poka Yoke [15] je jedan od alata koji se koristi prilikom provođenja Kaizen projekta. Naziv metode dolazi od japanske riječi „poka“ koja znači pogreška, te riječi „yokeru“ što znači zaštita. Osnovna namjera je da se konstruira proces bez greške, odnosno da se eliminiraju sva potencijalna mjesta na kojima se može napraviti greška, bez obzira da li se proces obavlja u proizvodnji ili nekoj uslužnoj djelatnosti. Rješenja su uglavnom financijski povoljna i mogu se odmah primijeniti, a osnova se sadrži u razumijevanju činjenice da ne postoji čovjek koji je u stanju u potpunosti spriječiti slučajne pogreške, a pogotovo onda kada se radi o zamornom i repetitivnom poslu kojeg radnik mora obaviti.

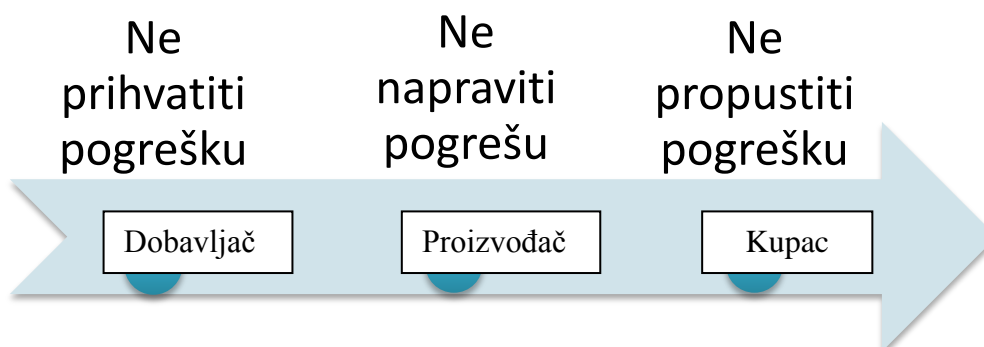
S obzirom na današnje tržište koje inzistira na brzini odziva poduzeća ka zahtjevu kupca, poka yoke metoda je jedino logično rješenje za razliku od kontrole kvalitete proizvoda po završetku serije kada je kasno da se popravi pogreška već nastala na proizvodu.

Poka Yoke može biti implementirana u svakom koraku procesa proizvodnje gdje nešto može poći po zlu. Dvije funkcije uvijek obavezne prilikom provođenja, a to su: otkrivanje defekta ili njegovog uzroka, te preuzimanje korektivne akcije.

Postoje tri (3) tipa Poka Yoke metode za otkrivanje i sprječavanje pogrešaka u sustavu a to su [16] :

1. Kontaktna metoda koja identificira nedostatke proizvoda testiranjem oblika, veličine, boje ili nekog drugog fizičkog atributa proizvoda
2. Metoda fiksne vrijednosti (ili konstantnog broja) je metoda koja upozorava operatera u slučaju da određeni broj pokreta nije napravljen
3. Metoda slijeda koraka je metoda koja utvrđuje da li su propisani koraci procesa provedeni

Poka Yoke temelji se na 3 pravila:



Slika 7. Poka Yoke metoda

### 3.1.5. Jidoka

Pojam jidoka [16] dolazi od japanske riječi „jido“ što znači automatizacija, a definira se kao inteligentna automatizacija ili automatizacija s ljudskim dodiranjem, što znači samostalan rad stroja pod nadzorom čovjeka.

Jidoka koncept je razvijen iz razloga:

- Hiperprodukcija robe
- Izgubljenog vremena rada stroja tijekom proizvodnje
- Rasipanja vremena tijekom prijevoza škarta s jednog mjesta na drugo
- Gubitka vremena za doradu neispravnih proizvoda
- Otpada inventara

Ovaj tip automatizacije se provodi kod funkcija nadzora, a ne proizvodnih funkcija, što znači da ukoliko dođe do abnormalne situacije, stroj prestaje s radom i zaposlenik zaustavlja proizvodnu liniju, te počinje nadzor. Jidoka je proces kontrole kvalitete koji se sastoji od četiri načela [17]:

1. Otkrivanja abnormalnosti
2. Zaustavljanja rada
3. Popravka ili ispravka trenutnog stanja
4. Istraživanja uzroka i provođenja protumjere

Cilj jidoke je odvajanje ljudi od strojeva kako bi operater mogao obavljati druge zadatke dok stroj radi. Automatizacija smanjuje potrebu radnika da stalno procjenjuje da li stroj radi normalno te time smanjuje njegove napore, a on je upozoren od strane stroja kada nastane problem. Također je otvorena mogućnost da radnik nadzire više strojeva odjednom.

Poboljšanja nakon uvođenja jidoka koncepta[17]:

- Lakše otkrivanje problema u ranijim fazama
- Ljudska inteligencija postaje integrirana u stroj
- Proizvode se ispravni proizvodi, vrhunske kvaliteta
- Postiže se napredak u produktivnosti organizacije
- Pomoć pri ostvarivanju veće uspješnosti poduzeća
- Efektivnije iskorištenje radne snage
- Kraće vrijeme isporuke proizvoda
- Smanjenje kvarova opreme
- Povećanje zadovoljstva kupaca
- Niži troškovi

Neka od poboljšanja jidoka koncepta su također prikazana u niže priloženoj tablici 2.



kategoriya	Automatizacija	Jidoka automatizacija
Ljudi	Rad je lakši, ali ljudi i dalje nadziru strojeve.	Povećana je produktivnost kada su ljudi operateri u više procesa.
Strojevi	Strojevi rade do završetka ciklusa ili do pritiska na gumb stop.	Stroj može detektirati grešku i automatski stati.
Kvaliteta	Kvar stroja može dovesti do masovne proizvodnje škarta.	Škart i kvar stroja je preveniran automatskim zastojem.
Rješavanje problema	Greške su pronađene kasnije, traženje uzoka greške je dugo.	Greške i uzroci stroja se lakše i brže pronalaze.

**Tablica 2. Razlika između automatizacije i Jidoka automatizacije[17]**

### 3.1.6. Six Sigma

Six Sigma [18] metoda jedna je od metoda osiguranja i kontrole kvalitete u poduzeću.

Osiguranje kvalitete je program koji je počeo oko 1960.-e godine u Sjedinjenim Američkim Državama.

Sastoji se od uvođenja sistematskih metoda s ciljem usklađivanja procesa sa željenim standardima i normama s ciljem osiguranja kvalitete, a fokusom na otkrivanje i ispravljanje grešaka uz osigurenje kvalitete rada osoblja.

Six Sigma koncept je predstavljen 1987. godine od poduzeća Motorola kao vlastiti program kvalitete, a sastoji se od povezivanja niza statističkih tehnika za mjerenje performansi procesa i temelji se na primjeni statističkih alata i mjerenja odstupanja (standardne devijacije -  $\sigma$ ) od srednje vrijednosti statističke distribucije (Gausova razdioba) neke pojave: radne operacije, aktivnosti ili procesa. Nakon integriranja Six Sigma koncepta postiže se veoma mala varijacija te proces rezultira točnošću od 99,9997 %..

<b>Sigma razina</b>	<b>% Sukladnih</b>	<b>Broj nesukladnih (ppm)</b>
<b>1</b>	<b>30,85</b>	<b>691500</b>
<b>2</b>	<b>69,15</b>	<b>308500</b>
<b>3</b>	<b>93,32</b>	<b>66800</b>
<b>4</b>	<b>99,38</b>	<b>6200</b>
<b>5</b>	<b>99,977</b>	<b>230</b>
<b>6</b>	<b>99,99966</b>	<b>3,4</b>

**Tablica 3. Ovisnost sukladnosti proizvoda o sigma razini**

Six Sigma je metodologija koja je usmjerena na [19] :

- Poboljšanje zadovoljstva korisnika (kupaca)
- Skraćenje vremena izrade proizvoda (smanjenje vremena ciklusa) i
- Smanjenje broja grešaka na proizvodima i uslugama

Unapređenjem te tri (3) karakteristike osigurava se visok nivo kvalitete proizvoda, velike uštede i visok profit poduzećima, zadržavanje postojećih korisnika/kupaca, osvajanje novih tržišta i podizanje nivoa ugleda i imidža poduzeća. Metodologija Six Sigma podrazumijeva potpunu posvećenost menadžmenta filozofiji savršenstva, fokusirajući se na kupca, poboljšavanju procesa i korištenju mjerenja umjesto mišljenja.

Glavni ciljevi koncepta Six Sigma su:

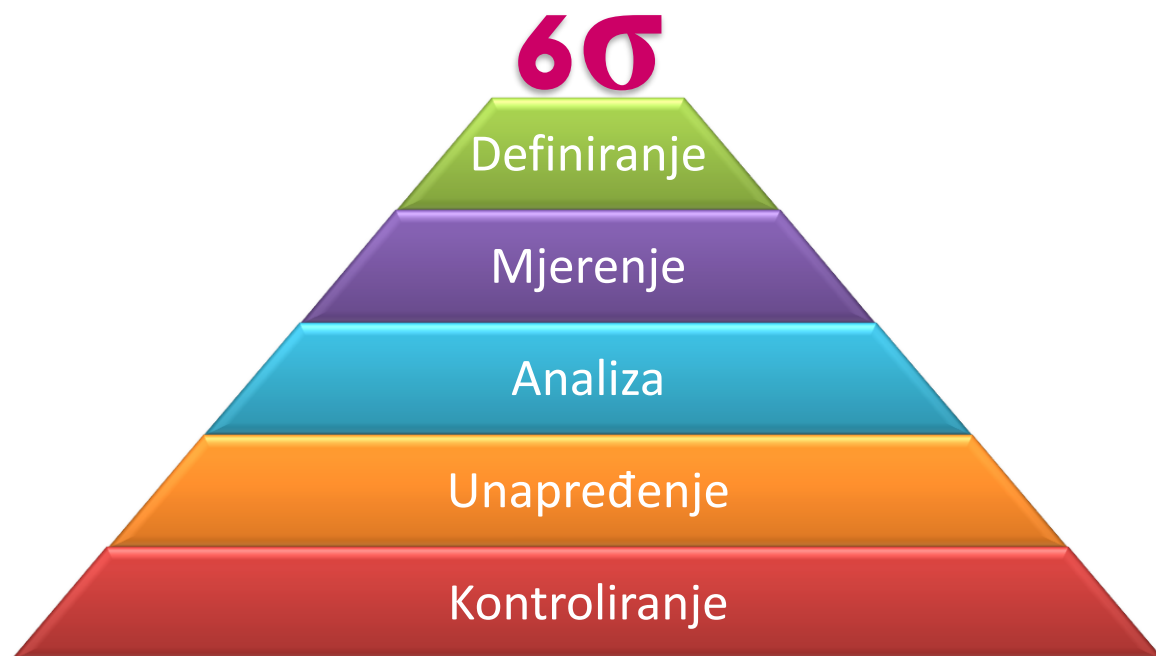
1. Eliminirati defekte (greške)
2. Minimizirati varijacije procesa

Najvažniji elementi u provođenju metode su [20] :

- potpora vodstva - bez čije se podrške i motiviranja zaposlenih u provođenju programa neće postići potpuni uspjeh
- obuka i trening – kojeg svi zaposlenici poduzeća moraju proći
- raspoređivanje – raspoređivanje zaposlenika po projektima ovisno o sposobnostima i znanjima
- sustav nagrađivanja – koji igra važnu ulogu prilikom zadavanja ciljeva i praćenja postignutih rezultata

### 3.1.7. DMAIC model

Osnovu Six Sigma metodologije čini DMAIC model [21] (Define-definiranje, Measure-mjerenje, Analyze-analiza, Improve-unapređenje, Control-upravljanje) ili DMADV model.



Slika 8. 6 sigma metoda

## Definiranje

Potrebno je detaljno definirati problem, cilj i proces korištenjem mapiranja procesa te identificirati kupce i zahtjeve kupaca.

Cilj ovog koraka je jasno definirati problem procesa, cilj, potencijalne resurse i opseg projekta. Te informacije se uobičajeno prikazuju putem definicije projekta.

Zapisuje se sljedeće:

- Problem
- Korisnici
- Očekivanja, preferencije i nesklonosti kupca
- Ciljani proces
- Projektni ciljevi
- Opseg i granice projekta
- Definicija projekta i dogovoreni koraci

## Mjerenje

U ovom koraku je potrebno utvrditi polazno stanje procesa koje je osnova za poboljšanje. To je korak skupljanja podataka prema kojima će se po završetku projekta ustvrditi da li je postignut objektivno značajan napredak. Dobro odabrani i izmjereni podaci su najvažniji za DMAIC proces.

Potrebno je:

- Prepoznati razliku između trenutnih i potrebnih performansi procesa
- Prikupiti podatke o mogućnostima procesa odabrati sustav mjerenja za odgovarajuće točnosti i preciznosti

## **Analiza**

Cilj analize je identificirati, provjeriti i odabrati uzrok koji je potrebno eliminirati. U ovom se koraku identificira velik broj potencijalnih uzroka problema iz podataka prikupljenih u prethodnom koraku te se donosi odluka može li se proces poboljšati ili ga treba redizajnirati. U ovoj fazi već je moguće znati kako unaprijediti projekt, ali ovo je samo teoretski dio rješavanja problema.

## **Unapređenje**

Unapređenje u sebi sadrži identificiranje, testiranje i implementaciju rješenja problema kroz eliminaciju uzroka problema, jednim dijelom ili u cjelini. Za razliku od teoretskog rješavanja problema iz prethodne faze, ovdje se rješavanje iskazuje u stvarnom okruženju. Ovaj korak moguće je postići kreiranjem inovativnih rješenja, fokusiranjem na najjednostavnija rješenja, kreiranjem detaljnog implementacijskog plana i postavljanjem poboljšanja.

## **Upravljanje**

Svrha ovog koraka je praćenje poboljšanja kako bi se osigurao kontinuiran i održiv uspjeh kroz uspoređivanje stanja i zacrtanih ciljeva. Prilikom upravljanja se nadgleda proces i njegovo funkcioniranje nakon uvođenja rješenja. Potrebno je napraviti plan kontrole, ažuriranje dokumenata i poslovnih procesa. Korisna je i grafička metoda prikazivanja podataka za procjenu stabilnosti poboljšanja tijekom vremena.

#### 4. ZELENA PROIZVODNJA

Zelena proizvodnja [22] sve više i više dobiva na važnosti među mnogobrojnim pojedincima. Porastom populacije, te ekonomije koja se pokušava proširiti, Zemljin ekosustav i njezini resursi doživljavaju ogromne izazove. Proizvodni sustavi koji stvaraju povećanu potražnju za tim resursima su povezani s nepovoljnim utjecajima na okoliš.

Potrebne su hitne mjere koje se moraju poduzeti kako bi se postigla ključna promjena u načinu života društva u cjelini te industrije koja upravlja prirodnim resursima. Kao posljedicu toga, mnoge vlade su i formalno prihvatile politiku zaštite okoliša, a tržište podupire one tvrtke koje su u mogućnosti proizvoditi na "zeleni" način te za to ponuditi dokumentaciju.

Posljednjih godina čovječanstvo svjedoči snažnoj ekspanziji interesa za zelenu proizvodnju. U 2001. godini Dangayach i Deshmukh prepoznali su relativno malu prirodu bavljenja ekološkim pitanjima u proizvodnji i operacijskim istraživanjima. Ipak, u listopadu 2007. Rahimifard i Clegg su objavili članak o održivom razvoju i proizvodnji te o hitnosti i nužnosti daljnjih istraživanja u svakoj fazi životnog ciklusa proizvoda.

Oni koji razumiju bit održivog razvoja su u potpunosti upoznati s interpretacijama, idejama i metodama povezanim sa zelenom proizvodnjom, ali postoji velik broj ljudi koji prakticira i istražuje proizvodne operacije, ali pojam održivosti shvaća na pogrešan način. To treba biti motiv za promociju zelene proizvodnje.

Pojam „zeleno“ je trenutno vrlo raširen među popularnim medijima, te mu nedostaje znanstvena osnova među pojedincima. Mnogi predmeti su dobili epitet „zeleno“ potpuno neopravdano, sve samo kako bi postali primamljiviji kupcima. Pošto se koristi često u svakodnevnom životu, potrebno je poraditi na tome da definicija pojma ne bude dvosmislena. Pojam je obično povezan sa širokim rasponom pitanja, kao što su „eco-friendly“ način života, recikliranje, ušteda energije, gospodarenje otpadom, smanjenje zagađenja itd.

Kada se pojam koristi u proizvodnom smislu on pokriva niz pojmova kao što su ekološka osviještenost, etika, „fair trade“ proizvodnja i organski proizvodi.

Ekološka osviještenost podrazumijeva proizvodna poduzeća koja su se obvezala da usporavaju razgradnju prirodnih resursa i ekosustava na planeti.

Etičnost se odnosi na poslovna poduzeća koja su preuzela odgovornost za prava radnika u svojim nabavnim lancima u skladu s posebnim standardima rada ili pravilima postupanja.

„Fair trade“ poslovanje se odnosi na kupce koji su prihvatili platiti cijenu iznad razine tržišne cijene za proizvode iz ugroženih i marginaliziranih dijelova svijeta, obično iz Trećeg svijeta, ako se ti proizvodi nalaze na popisu „fair trade“ trgovine.

Pojam organski se odnosi na proizvođače hrane i određenih neprehrambenih artikala koji su dobili certifikat od neke od za to odobrenih organizacija.

Za pojam „zelena proizvodnja“ postoji širok spektar definicija, npr., citiram:

Melnyk i Smith (1996): „Proizvodnja koja integrira pitanja proizvoda i dizajna proizvodnog procesa sa pitanjima planiranja proizvodnje i kontrole na takav način da se identificiraju, kvantificiraju, procjenjuju i upravljaju tokovi otpada s ciljem smanjenja i minimiziranja utjecaja na okoliš, dok se istovremeno pokušava maksimizirati resurs.“

Liu, Chen, Kang, Ngai i Li (2005): „Moderna proizvodna metoda koja se obazire kako na utjecaj na okoliš, tako i na potrošnju resursa tijekom cijelog životnog ciklusa proizvoda, od dizajna, proizvodnje, pakiranja, prijevoza, uporabe, recikliranje, do uklanjanja otpada, a sa ciljem minimiziranja negativnih utjecaja na okoliš i povećanja stupnja iskorištenja resursa te usklađenja optimizacije, ekonomske i društvene koristi uz maksimalnu integriranu korist.“

Glavic i Lukman (2007): „Održiva proizvodnja stvara robu pomoću procesa i sustava koji ne zagađuju, štede energiju i prirodne resurse u ekonomski održivom, sigurnom i zdravom

okružju za zaposlenike, zajednice i potrošače, te je društveno i kreativno isplativa za dioničare kako kratkoročno tako i dugoročno.”

Teško je shvatiti evoluciju korištenja termina „zelene proizvodnje” u znanstvenom tisku. Pojam „zeleno“ se prvi puta koristio 1971. godine, kada je radikalna skupina Greenpeace osnovana. Unutar te skupine, značenje „zeleno“ se definira kao poduzimanje radnji za promjenu stavova i ponašanja, u svrhu očuvanja okoliša i promicanja mira. Iako su neki autori rano iskazali zabrinutost ekološkim pitanjima već 1960-ih godina, literatura na temu zelene proizvodnje se počela objavljivati 1970-tih godina kada je pojam „zeleno“ postao zanimljiv u politici. (Saha i Darntona, 2005.).

Tradicionalni pogled na zelenu proizvodnju u prošlosti je bio usredotočen na onečišćenje, prevenciju i kontrolu onečišćenja različitim tehnikama. Kontrola onečišćenja usvojena je već 1970-tih godina, na temelju korištenja pravila za osiguranje pravilnog odlaganja otpada te smanjenja ispuštanja štetnih tvari nakon što su stvorene.

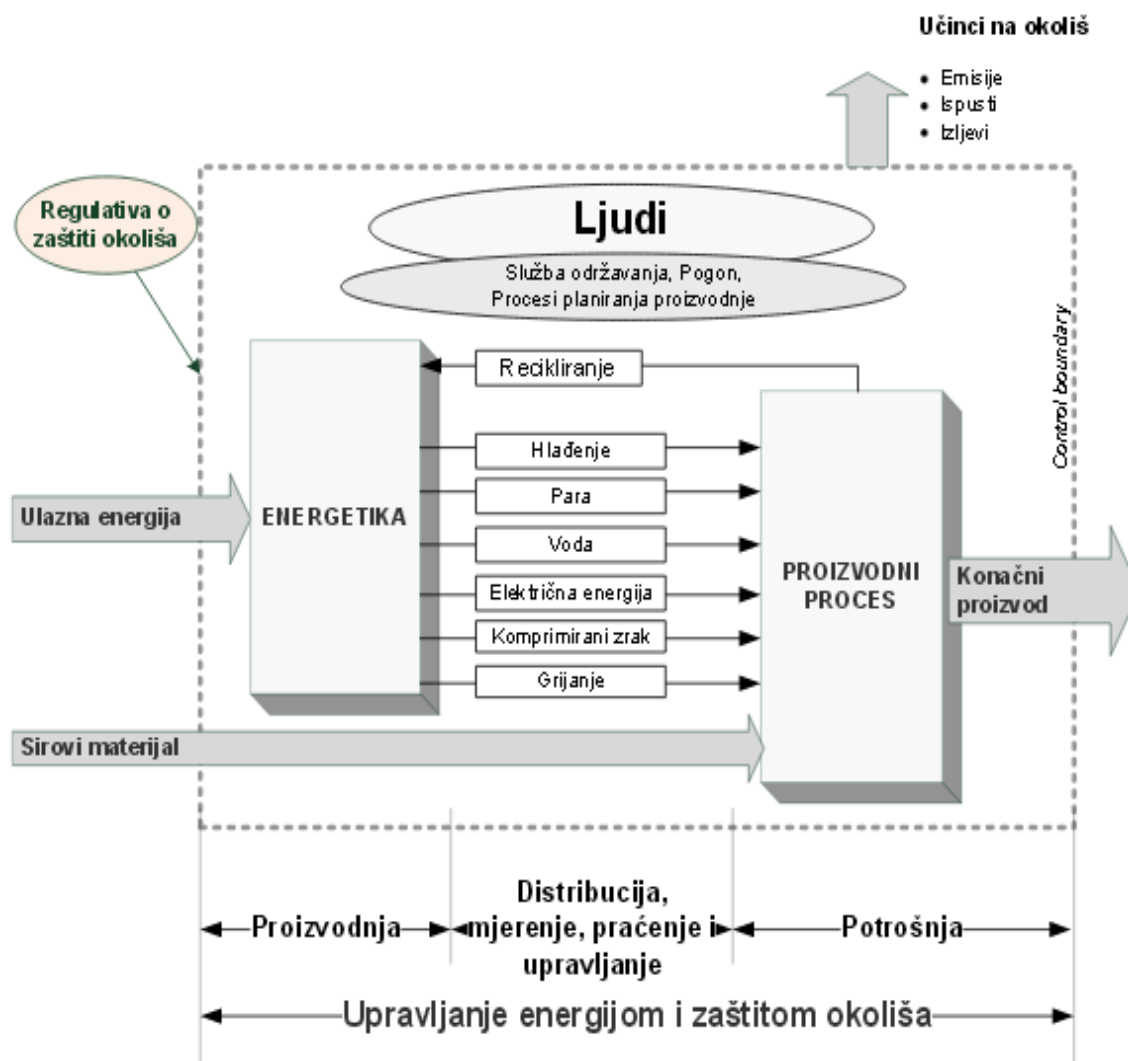
Razlika između sprečavanja onečišćenja i kontrole onečišćenja je nestala 1990-ih godina, kada su ti aspekti postali integrirani u jednu cjelinu. U praksi, to uključuje napore za procjenu utjecaja na okoliš tijekom investicijskih odluka, kao i operativne postupke koji ograničavaju ili smanjuju negativan utjecaj proizvodnog procesa na okoliš (npr. upravljanje zalihama, raspored proizvodnje, obuka zaposlenika)

Tijekom 1990-ih uvela se nova praksa upravljanja proizvodima koja je za sobom povlačila dublji pristup zelenog upravljanja. Percepcija brige za okoliš se proširila izvan proizvodnje i poslovanja te je uključivala umanjeње opterećenja na okoliš povezan sa svakim aspektom životnog vijeka proizvoda, od dizajna, preko proizvodnje i korištenja, sve do recikliranja.

Općenitije, industrijska ekologija je pojam koji dijeli ekosfere (povezane s prirodnim okolišem) i tehnosfere (povezane s industrijskim ciklusom) i tvrdi da se mora provesti minimizacija otpada sa tehnosfera na ekosfere. Također, uključuje strategije za povećanje produktivnosti u fazi uporabe, kao što su poslovni modeli orijentirani uslugama ili tehnike za produljenje vijeka trajanja (npr. preventivno održavanje ili višestruko korištenje proizvoda).



Sprečavanje i zbrinjavanje proizvoda može se koristiti kao potpora viziji održivosti, dok je potrebno biti usmjeren poboljšanju konkurentnosti izvođenjem proizvodnje s razmišljanjem o zaštiti okoliša.



Slika 9. Upravljanje energijom i zaštitom okoliša tijekom procesa proizvodnje[23]

Na gore priloženoj slici 9. prikazan je proizvodni proces u kojem ulazna energija i sirovi materijal čine input, a konačan proizvod čini output. Prikazano je da u procesu transformacije inputa u outpute sudjeluju i ljudi te strojevi u pogonu. Prema regulativama o zaštiti okoliša, upravljanje energijom i zaštitom okoliša mora se uzimati u obzir od ulaza u sustav do izlaza iz njega, tj. tijekom proizvodnje, distribucije, mjerenja, praćenja i upravljanje te potrošnje.

## **4.1. Pojmovi koji se susreću u korelaciji s zelenom proizvodnjom**

**Popis najvažnijih pojmova [22] :**

### **Zeleni proizvodi**

Takvi proizvodi smanjuju štetne učinke materijala koji je uključen u proizvod ili njegovu ambalažu, primjerice izbjegavajući uporabu otrovnih tvari i smanjujući korištenje neobnovljivih materija, a umjesto njih koristiti obnovljive koji ih mogu zamijeniti. Npr. deterdženti koji ne sadrže fosfate, proizvodnja odjeće koja koristi organski pamuk.

### **Zelena procesi i operacije**

Rad u zelenim procesima uključuje korištenje stroja kojim se smanjuje emisija plinova, umanjuje čvrsti i tekući otpad, postiže ušteda vode i energije, te štiti zdravlje i sigurnost proizvodnih radnika, kupaca i lokalne zajednice.

### **Zelena uporaba**

Zelena uporaba se odnosi na smanjenje emisija, otpada i potrošnju energije povezane s proizvodom u uporabi. To se obično postiže promjenom dizajna proizvoda i provedbom inovativnih tehnologija, kao što je u slučaju niske emisije dizelskih vozila ili hibridnih benzinsko-električnih automobila poduzeća Toyota, Nissan, itd.

### **Zelena poduzeća**

Od poduzeća se sve više očekuje, odnosno zakonski je uvjetovano, preuzeti odgovornost za cijeli životni vijek svojih proizvoda, uključujući pravilnu reciklažu i zbrinjavanje. Obrnuti lanac opskrbe uključuje zbrinjavanje korištenog proizvoda, obrnutu logistiku (prijevoz iskorištenih proizvoda do postrojenja za preradu), inspekciju i raspolaganje (određuje se hoće li se proizvod popraviti, prerađivati ili će se koristiti rezervni dijelovi ili reciklirati), preradu i

recikliranje. Dakle, strategija gospodarenja otpadom uključuju isporuku proizvoda koji se mogu ponovo koristiti ili reciklirati na kraju životnog vijeka. Na primjer, većina proizvođača modificirala je svoje proizvode kako bi smanjili vrijeme demontaže proizvoda na kraju životnog vijeka proizvoda. BMW u velikoj mjeri uključuje dijelove i komponente koji su izrađene od reciklirane sintetike u vozilima, dok je Xerox razvio sofisticirani proces prerade koji omogućava preradu dijelova korištenih strojeva za kopiranje i njihovo spajanje u nove strojeve.

### **Zeleno upravljanje opskrbnim lancem**

Zeleno upravljanje opskrbnim lancem dobiva sve veću važnost među znanstvenicima i praktičarima iz poslovanja i upravljanja lancem opskrbe. Porast važnosti je uglavnom rezultat eskaliranja uništavanja okoliša, npr. iscrpljivanjem sirovinskih resursa, povećanjem otpada i povećanjem razine onečišćenja. Opseg zelenog upravljanja opskrbnim lancem kreće se od reaktivnog praćenje općih programa upravljanja okolišem do proaktivne prakse provođenja implementacije kroz 3R proces koji će biti objašnjen u nastavku.

Uvjerenje o zelenoj proizvodnji može se dobiti jedino za proizvode koji su proizvedeni od ekoloških materijala kroz zelenije operacije i procese, te zelenije outpute, i koji su nakon njihovog životnog vijeka ekološki zabrinuti.

### **4.2. Tržišna vrijednost**

Poduzeća mogu uvidjeti priliku da korištenjem zelene proizvodnje poboljšaju svoj ugled i ojačaju svoju poziciju na tržištu. Financijske institucije ocjenjuju poduzeća prema njihovim društvenim i ekološkim obvezama, što dovodi investitore do mogućnosti da razmisle o ugledu svojih odluka.

Na sličan način, potencijalni strateški partneri, poput vladinih agencija, dobavljača i banaka trenutačno su mnogo osjetljiviji na socijalne i ekološke performanse pri odabiru poduzeća za

stvaranje suradnje. U nekim poslovnim sektorima poduzeća tvrde da su bila potaknuta zelenim aktivizmom konkurencije. Osim toga, i nevladine organizacije stvaraju pritisak na poduzeća da okolišu daju središnju ulogu u javnoj politici i poslovnoj praksi.

Zaključak je da postoje tri (3) glavna razloga za implementaciju zelene proizvodnje:

- regulatorni zahtjevi
- stvaranje tržišne vrijednosti
- programi za smanjenje troškova

### **4.3. Ciljevi zelene proizvodnje**

Ciljevi zelene proizvodnje postižu se projektiranjem poslovnih procesa i konstruiranjem proizvoda prema načelima ekološke održivosti i zelenim standardima. Ova proizvodnja teži k tome da postane održiva, te kao takva uzima u obzir želje i potrebe gospodarstva, društva i okoliša. Kao i u slučaju Lean upravljanja proizvodnjom, zelena proizvodnja se fokusira na gubitke [24] prisutne u tradicionalnim poslovnim sustavima čija se količina pokušava smanjiti.

#### **4.3.1. Gubici zelene proizvodnje**

##### **1. Gubici energije**

Gubici energije nastaju u procesu proizvodnje proizvoda ili usluge korištenjem više energije nego što je potrebno. Gubitak se može sagledati i kao oportuni trošak korištenja obnovljivih izvora energije kao što su sunčeva energija, energija vjetra, biomase i sl.

##### **2. Gubici vode**

Voda se često koristi u proizvodnim procesima kao rashladni ili ogrjevni medij ili kao sastavni dio proizvodnog procesa. Korištenje većih količina vode nego što je potrebno u procesu proizvodnje uzrokuje povećane troškove i povećava cijenu proizvoda. Ove troškove

moгуće je svesti na razumnu razinu pročišćavanjem vode i ponovnim vraćanjem pročišćene vode u proizvodni proces.

### **3. Gubici materijala**

Gubici materijala se javljaju kao posljedica korištenja neadekvatnih materijala i sirovina u proizvodnim procesima. Reduciraju se korištenjem materijala koji se mogu reciklirati i zamjenom opasnih materijala i sirovina bezopasnim.

### **4. Gubici zbog otpada**

Gubici zbog otpada nastaju zbog skupog pakiranja proizvoda, dodatne ambalaže i sličnih dodataka proizvodu koji se jednokratno koriste i zatim bacaju.

### **5. Gubici zbog transporta**

Transportni gubici nastaju zbog nepotrebnih kretanja ljudi, materijala, sirovina, proizvoda i informacija.

### **6. Emisije štetnih plinova**

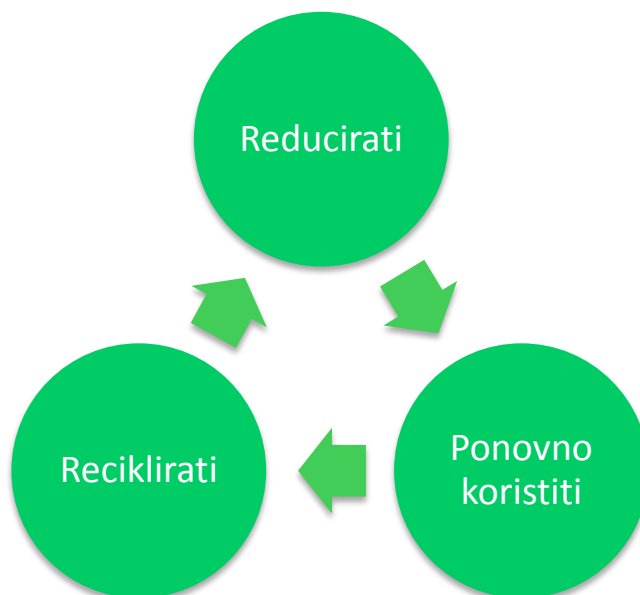
Takvi gubici nastaju kao rezultat plaćanja naknada za ispuštanje štetnih plinova u okoliš i atmosferu.

### **7. Bioraznolikost**

Prevelikim iskorištavanjem prirodnih resursa narušava se ravnoteža cjelokupnog ekosustava, a to uzrokuje direktno uništavanje zemljine flore i faune.

### 4.3.2. 3R filozofija

Da bi riješila navedene gubitke i probleme koje oni impliciraju u proizvodnji i poslovanju, zelena proizvodnja primjenjuje filozofiju 3R [25] (Reduce-reducirati, Reuse-ponovo koristiti, Recycle-reciklirati).



Slika 10. 3R strategija

Prvi korak, reducirati, se primarno odnosi na smanjenje korištenja resursa i smanjenje otpada koji se proizvodi i to je najučinkovitiji od tri „R-a“, ali i najteži.

Drugi korak, ponovno koristiti, se odnosi na ponovno korištenje ambalaže ili njezinih dijelova.

Treći korak, reciklirati, sastoji se od organiziranog prikupljanja iskorištenih proizvoda ili ambalaže te recikliranja otpada koji nastaje u procesu proizvodnje.

#### **4.4. Sedam koraka do postizanja zelene proizvodnje**

Proces postizanja zelene proizvodnje u sustavu postiže se sljedećim koracima [26] :

##### **Priprema**

###### 1. Mapiranje utjecaja vlastitog procesa i postavljanje prioriteta

Potrebno je okupiti tim zadužen za održivost i postaviti ciljeve nakon pregleda utjecaja na okoliš koji nastaju. Za svaki promjenu potrebno je mapiranje procesa koje će pomoći da se ciljevi ostvare. Potrebno je fokusirati se na trenutno stanje i na stanje koje se želi postići, kako bi se osiguralo sve potrebno da se do cilja i dođe. Cilj prvog koraka je utvrditi pozitivne i negativne utjecaje na okoliš putem mapiranja aktivnosti i određivanja onih koje najviše utječu na performanse.

###### 2. Odabir korisnih pokazatelja poslovanja

Potrebno je utvrditi pokazatelje koji su važni za poslovanje i odlučiti koje podatke treba prikupiti kako bi oni pomogli na putu prema kontinuiranom poboljšanju. Nekim poduzećima dovoljno je uzeti samo nekoliko pokazatelja, dok će druga imati više koristi od dodavanja više pokazatelja tijekom vremena.

##### **Mjerenje**

###### 3. Mjerenje inputa koji ulaze u proizvodnju

Potrebno je utvrditi količinu materijala i komponenti koje se koriste u svim proizvodnim procesima, te kako one utječu na okoliš. Skup pokazatelja odnosi se na sirovine i poluproizvode koji se koriste u proizvodnim procesima. Potrebno je već za sirovine sagledati kakav utjecaj one imaju na okoliš.

#### 4. Procjena poslovanja objekta

U ovom se koraku usredotočuje na proizvodnu funkciju i dizajn objekta. Utjecaj i učinkovitost samog objekta u kojem se proces odvija jako je važna, također i aktivnosti koje se poduzimaju prilikom transformacije ulaznih sirovina u proizvode za isporuku i prodaju. Ovaj korak obuhvaća mjerenje energetske intenziteta, generacije stakleničkih plinova, emisija u zrak i vodu.

#### 5. Procjena vlastitog proizvoda

U petom koraku se utvrđuju čimbenici kao što su potrošnja energije u uporabi, pri recikliranju i korištenje opasnih tvari kako bi se ustvrdilo koliko je gotov proizvod održiv. Iz sastava i uporabe proizvoda proizlaze podaci koliko je on kvalitetan i štetan za okoliš. Svaki je proizvod potrebno procijeniti.

### **Poboljšanja**

#### 6. Razumijevanje izmjerenih rezultata

Dobivene pokazatelje i rezultate mjerenja treba čitati i razumjeti trendove u procesu prilikom ostvarivanja prednosti u zaštiti okoliša. Identificiranje i praćenje pokazatelja poboljšati će znanje, strategije i rezultate poduzeća te način razmišljanja i nove poglede na analizu podataka.

#### 7. Poduzimanje mjera za poboljšanje performansi

U prethodnom koraku se uspostavila osnovna izvedba na odabranim pokazateljima, podaci su pregledani i poduzete su odluke o mogućnosti poboljšanja, a ovaj korak se sastoji od odabira mogućnosti za poboljšanje performansi i stvaranja akcijskih planova za njihovu provedbu. Postavljeni ciljevi moraju biti jasni, a akcijski plan opipljiv.

Ovih sedam koraka nije nužno jednokratni proces, već je preporučeno provoditi ih kao ciklički proces upravljanja. Na taj način će se razumijevanje vlastitog utjecaja na okoliš povećati, a izvedba će se poboljšati na trajnoj osnovi. Održiva proizvodnja nije konačno odredište ili rezultat, već kontinuirano učenje kroz inovacije i poboljšanja.



#### **4.5. Zelena proizvodnja u bolnici**

Zdravstvene ustanove [26], prvenstveno bolnice, su objekti koji koriste ogromne količine energije. U mnogim europskim državama velik je udio zastarjelih objekata bolnica što ih stavlja u najmanje energetski učinkovite javne zgrade. Bolnice su druge po redu prema potrošnji energije, odmah nakon objekata prehrambene industrije. Trenutno postoji tendencija da se postignu velike uštede energije u postojećim objektima kao i da se izgrade energetski održive nove bolnice.

Zdravstveni sektor suočava se s velikim dilemama. S jedne strane je to medicinska usluga i njega bolesnika koja se stalno razvija te nove tehnologije koje se kontinuirano uvode, a na drugoj strani su troškovi povezani s povećanjem opterećenja javnih i privatnih investitora koji imaju negativan učinak na cijenu zdravstvenog osiguranja. Gotovo svaka diskusija o energiji u zdravstvu završava sa spominjanjem ekonomskih i organizacijskih izazova kao velikih ograničenja. Specifično je to što je teško motivirati zdravstvene institucije da investiraju u energetske učinkovitost makar to donosi dugoročnu isplativost.

Oni koji su odgovorni za rad i stvaranje tehnologija u bolnici imaju veliku odgovornost prema pacijentu, osoblju i posjetiteljima svaki dan. Nabava svih oblika energije, klimatizacijska kontrola i čiste prostorije za operacijske sobe moraju biti osigurani 24 sata dnevno što je potrebno da se spriječe po život opasne situacije, što može biti slučaj kod operacija. Također, odgovorne osobe moraju raditi na povećanju energetske učinkovitosti, smanjenju emisija CO<sub>2</sub> i štednje te im takve obaveze postaju dnevni zadaci. Tehnički kvarovi moraju biti otkriveni na vrijeme i o njima mora biti što prije obaviješteno tehničko osoblje kako da bi se odgovarajuće mjere mogle odmah provesti, a time vrijeme kvara svesti na minimum. Izgradnja i održavanje takvog objekta zahtjeva sveobuhvatna znanja kada je u pitanju upravljanje objektima. Sve to čini bolnicu jednom od najsloženijih objekata koji zahtijeva konstantno i sigurno dobavljanje energije u kombinaciji sa postizanjem energetske učinkovitosti i smanjenjem troškova. Uz sve to, potrebno je misliti i na smanjenje efekta stakleničkih plinova što je jedan od većih problema današnjice. Niže prikazana tablica 4. pokazuje koliko je bolnica zapravo velik zagađivač prema prosječnim vrijednostima stvorenog otpada u danu i količinama korištene vode u danu.

parametar	u bolnici	u domu
stvaranje otpada/dan	7 kg/osobi	1,7 kg/osobi
korištenje vode/dan	600 l/osobi	120 l/osobi

**Tablica 4. Prosječne vrijednosti otpada i korištenja vode u bolnici i u domu [27]**

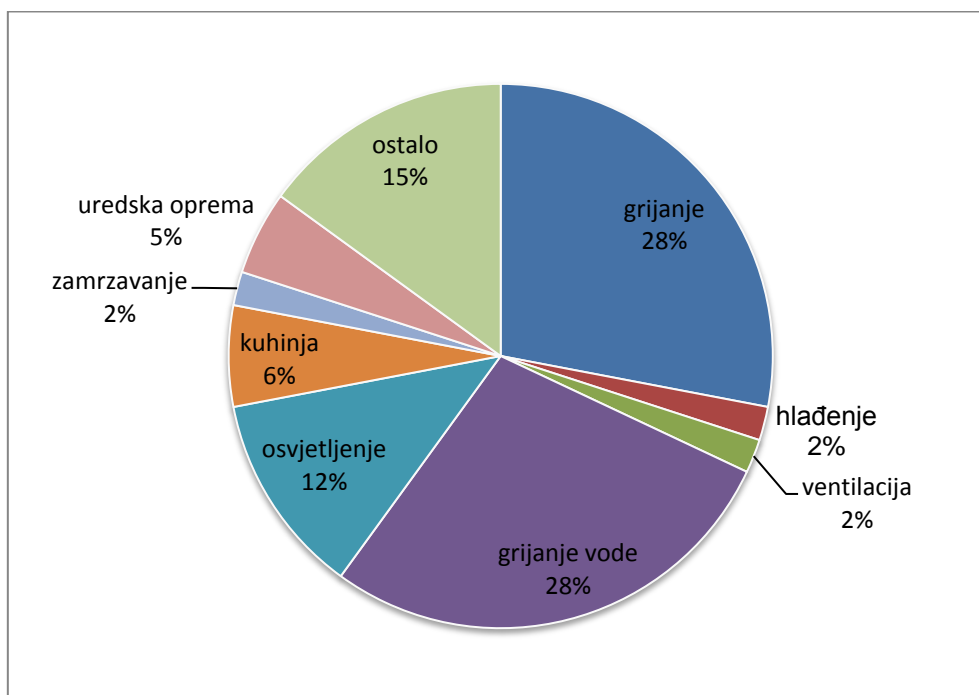
Većina bolnica dijeli specifične značajke koje određuju potrošnju i učinak energije, a to uključuje:

- Zahtjeve za proizvodnju tople vode tijekom cijele godine s razinom temperature koja često prelazi 60 °C
- Česte istovremene zahtjeve za toplinu i snagu
- Stalne zahtjeve za distribuciju snage tijekom dana i tijekom cijele godine
- Kontinuirane zahtjeve za klimatizaciju

Pošto većina objekata bolnica ima zastarjele sustave i potrebu za njihovom renovacijom, to ostavlja prostor za značajne potencijalne uštede. Praktični primjeri pokazuju da je ušteda od 25 do 40% realna nakon provedbe odgovarajuće mjere obnove. S obzirom da će se fosilna goriva moći koristiti samo još ograničeno vrijeme u budućnosti, bolnice se suočavaju s pitanjem dugoročne energetske dostupnosti.

Smanjenje potrošnje resursa, duži rad operativnog sustava, kao i bolje održavanje i popravak uređaja, obično rezultira nižim operativnim troškovima. Ako su svi ti faktori uzeti u obzir, ispravno donijeta odluka mora imati pozitivan utjecaj na tekuće troškove i okoliš.

U tipičnoj bolnici, grijanje vode, prostora i osvjetljenje zauzimaju 61-79% sveukupne potrošnje energije ovisno o geografskom položaju objekta o kojem ovisi broj dana grijanja ili hlađenja godišnje.



Slika 11. Prikaz tipične potrošnje energije jedne bolnice prema djelatnostima [27]

#### 4.5.1. Energetska optimizacija za nove i postojeće zgrade

Za nove zgrade [27], sveobuhvatni koncept energije koji uključuje troškove, prednosti, propise i poštivanje okoliša treba biti izrađen u fazi planiranja. U tom postupku, troškove se treba promatrati kao dio životnog ciklusa, a to uključuje troškove nabave kao i troškove za rad sustava i održavanje. Izračun investicija mora biti izrađen za svaku komponentu sustava.

U postojećoj zgradi, uštede na troškovima za energiju se prvenstveno mogu postići ako se održivi proces optimizacije provodi s klijentom. Primjerice, Njemačka ima energetske potencijal uštede troškova u svim bolnicama oko 232.000.000 € godišnje. Postupak optimizacije energije u takvim objektima se uglavnom sastoji od praćenja, analize i provođenja optimizacije. Taj proces se mora provesti kroz cijeli kompleks, tako da se postignute uštede mogu održavati i optimizirati na trajnoj osnovi. Kao što je zaključeno, najviše energije se troši za grijanje u bolnici, te će time ta ušteda energije dovesti do najvećih sveukupnih ušteda. Prije procesa optimizacije nužno je izračunati postojeću efikasnost procesa korištenja energije.

$$\text{Opskrba} = \text{Potrošnja} + \text{Gubici}$$

$$\text{Efikasnost } (\eta) = \frac{\text{Korisni isporučeni rad}}{\text{Potrošena električna energija}}$$

#### 4.5.2. Koraci energetske optimizacije

Tri koraka energetske optimizacije [27] :

##### Mjerenje

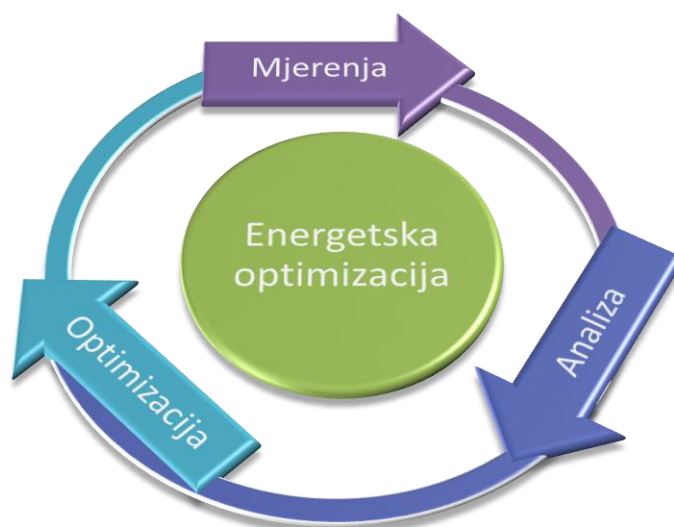
Kako bi se postiglo smanjenje utroška energije, potrošnja se prvo mora mjeriti. Izmjereni podaci pružaju korisne vrijednosti o udjelima energenata u potrošnji. Osim toga, iz tih se podataka mogu izračunati troškovi i emisije štetnih plinova. To pruža temelj potreban za optimiziranje odluke za dugotrajnu profitabilnost.

##### Analiza

Tehnologije za uštedu energije moraju biti razvijane kontinuirano. Uz dovoljno znanja i iskustva za analizu rezultata, usporedbom vrijednosti se generira mjerilo koje se može koristiti kao temelj optimizacije.

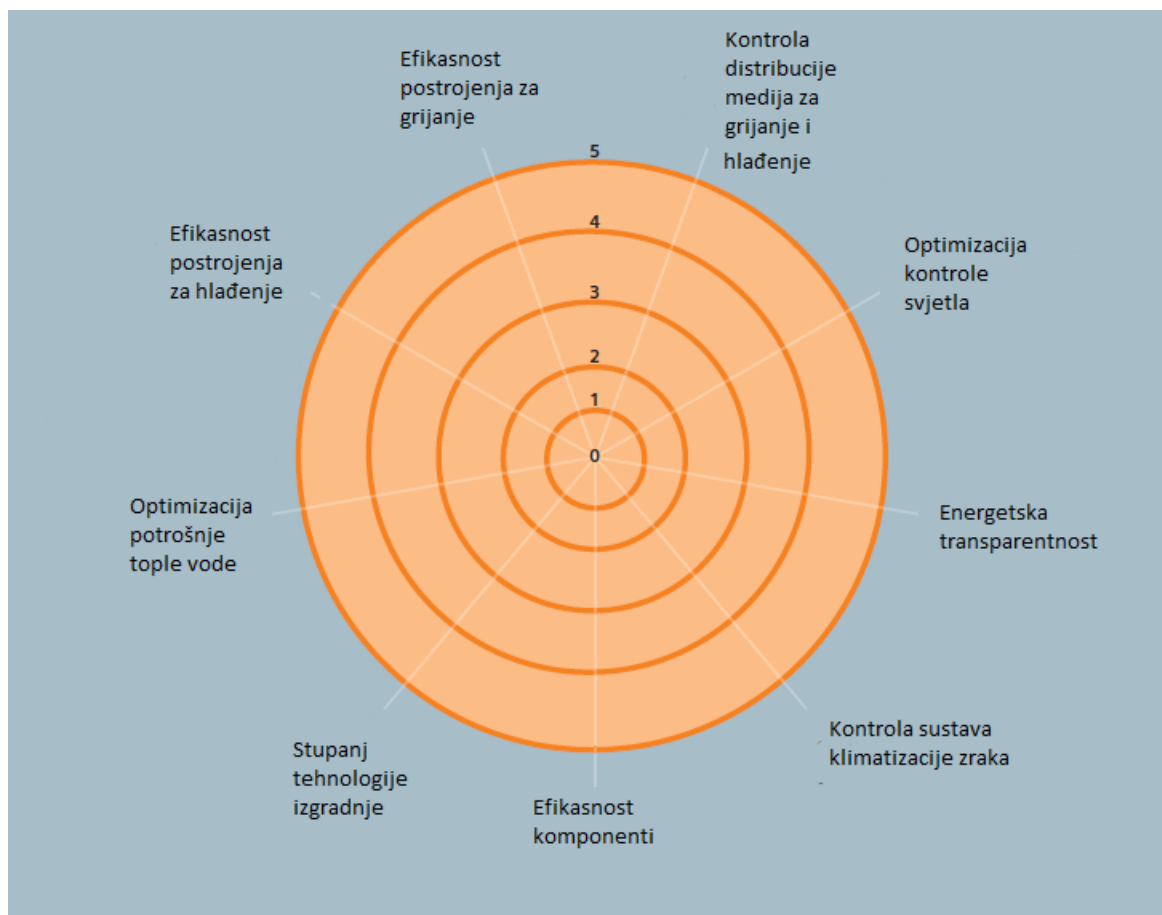
##### Optimizacija

Energetska optimizacija je prilagođena da zadovoljava zahtjeve svake bolnice. Ona se temelji na rezultatima mjerenja i naknadne analize. Također i uključuje optimizaciju bolničkih poslovnih procesa.



**Slika 12. Koraci energetske optimizacije**

Energetski optimizirani rad zahtjeva automatizirani nadzor i regulaciju koju pružaju moderni sustavi automatizacije za zgrade i sobe. Danas na tržištu postoje moderni senzori koji mjere mješavinu plinova u sobi kao i senzori koji mjere kakvoću zraka, te elementi koji se aktiviraju kako bi prigušili svjetlost umjesto stalnom uključivanja i isključivanja. Ti senzori i elementi mogu biti umreženi korištenjem suvremenig sustava sabirnica koje služe za pojednostavljenje instalacije. Osim toga, korisnici i operatori mogu jednostavno promijeniti ciljane vrijednosti, ako je to potrebno.



Slika 13. Ocjenjivanje energetske učinkovitost sustava [27]

U ovome grafikonu poželjno je unijeti indikatore trenutnog stanja prije implementacije bilo kakve energetske optimizacije. Svaki se od indikatora ocjenjuje s ocjenom od 1-5, a nakon popunjavanja dobiva se uvid u onaj dio sustava kojem je potrebna otpimizacija i da li ju je uopće potrebno provesti.

Ocjenjivanje indikatora funkcionira na slijedeći način (priložena tablica 5.)

Parametri	1 (jako loše)	2 (slabo)	3 (zadovoljavajuće)	4 (dobro)	5 (vrlo dobro)
Kontrola distribucije medija za grijanje i hlađenje	ručno	konstantna temperatura i volumenski protok (24/7) prema vanjskoj temperaturi	dobava protoka temperature i volumenskog protoka kontrolirana termostatom	temperatura i volumenski protok kontroliran potražnjom korisnika i vremenskim uvjetima sa termostatima za isključenje po noći	temperaturu i volumenski protok kontrolira se na zahtjev korisnika i vremenskih uvjeta sa sobnim termostatima i noćnim gašenjem sa samostalnim kontrolama
Optimizacija kontrole svjetla	ručno uključeno/isključeno	timer	detektori pokreta i timeri	detektori pokreta i timeri sa pojedinačnim rasporedom	pojedinačna kontrola svjetla koja uključuje detektor pokreta i centraliziranu kontrolu rasvjete za zajedničke prostorije i vanjsko osvjjetljenje
Energetska transparentnost	ne uzima se u obzir	ručno snimanje troškova računa, npr. voda, električna struja	ručni glavni mjerac energije, troškova računa u odnosu na vremensku prognozu, mjereno mjesečno	automatizirani glavni i pomoćni mjerac vrijednosti koji uključuje tjedno namještanje	automatizirani glavni i pomoćni mjerac vrijednosti koji uključuje tjedno namještanje sa proračunom preko budžeta za energiju za određene prostore s automatiziranim alarmom
Kontrola sustava klimatizacije zraka	ručno	konstantna temperatura i volumenski protok (24/7)	konstantna temperatura i volumenski protok kontroliran timerom	konstantna temperatura i volumenski protok kontroliran timerom te nedgledanje performansi	Klimatizacija zraka upravljana prema zahtjevima korisnika ovisno o količini CO <sub>2</sub> i temperaturi sa nadzorom performansi
Efikasnost komponenti	< 60%	60 – 70%	70 – 80%	80 – 85%	> 85%
Stupanj tehnologije izgradnje	ne koristi se	rijetko korišteno	korišteno 3 -4 puta tjedno	korišteno na dnevnoj bazi sa stalnim nadogradnjama	proaktivno korišten, procjena tijekom podataka te računanje razlike od optimalnih mjera
Optimizacija potrošnje tople vode	ne uzima se u obzir	konstantna recirkulacija	električno praćenje	optimizirani volumenski protok sa stalnom recirkulacijom	optimiziran volumenski protok s električnim nadzorom
Efikasnost postrojenja za hlađenje	< 2	2.1 – 2.5	2.6 – 3.5	3.6 – 4.5	> 4.5
Efikasnost postrojenja za grijanje	< 60%	60 – 70%	70 – 80%	80 – 85%	> 85%

**Tablica 5. Postupak ocjenjivanja energetske učinkovitost [27]**

## 5. KBC ZAGREB

Klinički bolnički centar Zagreb je najveća bolnička ustanova u Republici Hrvatskoj i ujedno najveća baza kliničke nastave Medicinskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. [28]

Bolnica je osnovana 1942. godine. U sklopu Kliničkog bolničkog centra Zagreb djeluju 32 Klinike i Kliničkih zavoda, Banka krvi iz pupkovine, Centar očna banka, Centar za bolesti srca i krvnih žila i bolnička ljekarna. Prostori su smješteni na šest lokacija u gradu Zagrebu, najveći broj na Rebru, zatim na Jordanovcu i Šalati, te u Petrovoj, Božidarevićevoj i Gundulićevoj ulici.

Od osnutka bolnice 1942. godine do danas uporno je praćen razvoj u svim područjima medicine.

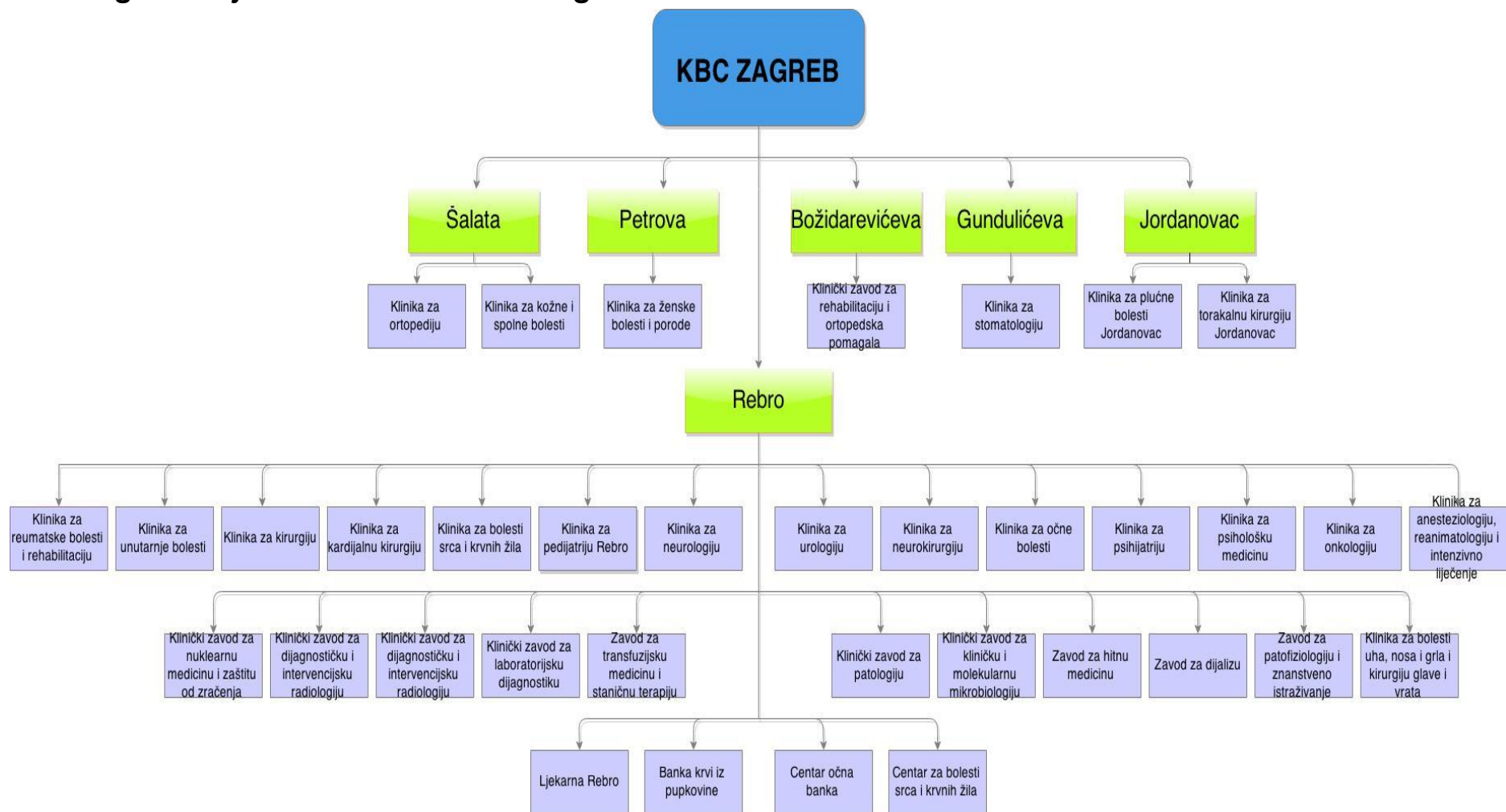
KBC Zagreb je središnja i po mnogim medicinskim postupcima jedinstvena bolnička ustanova u Republici Hrvatskoj. Za liječenje i njegu bolesnika svakodnevno skrbe 4024 zdravstvena djelatnika. U radu im pomaže 84 zdravstvenih suradnika, a za normalno funkcioniranje i poslovanje bolnice brine se 716 zaposlenika za tehničku potporu i 363 administrativnih djelatnika.

KBC Zagreb aktivno surađuje s vrhunskim svjetskim bolničkim ustanovama.

Vizija KBC-a Zagreb je postaviti pacijenta i njegovu obitelj u središte svoje pažnje, a misija pružiti vrhunsku brigu pacijentima te i nadalje biti najveća baza kliničke nastave u Hrvatskoj.

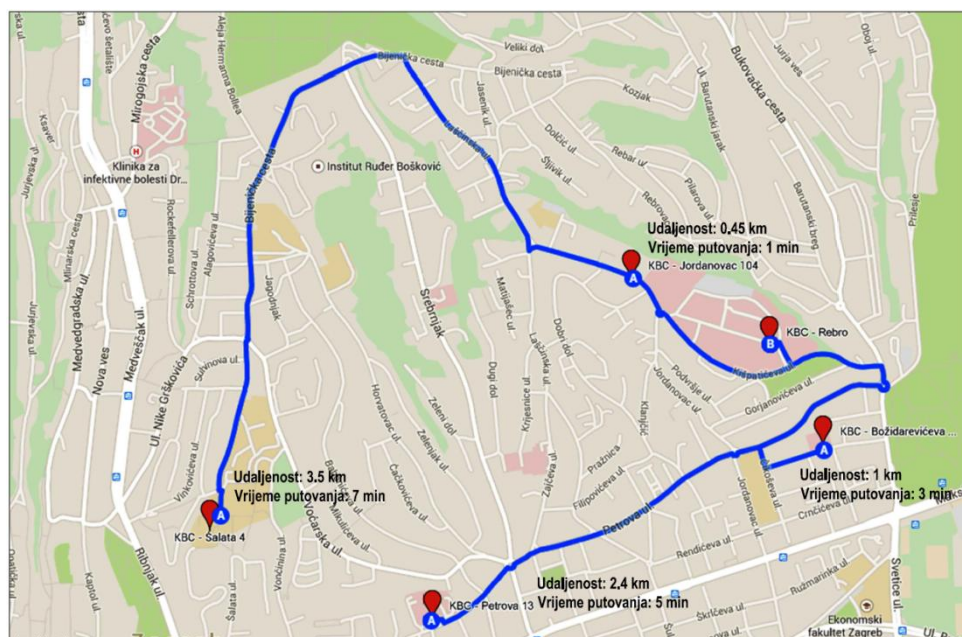


## 5.1. Organizacijska struktura KBC-a Zagreb

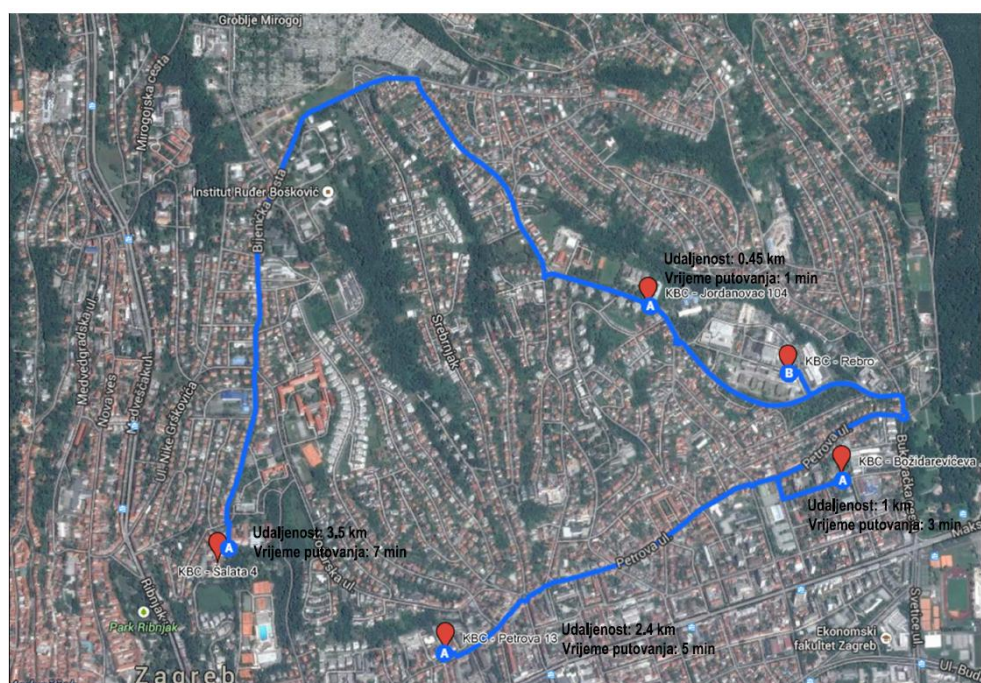


Slika 14. Organizacijska struktura KBC-a Zagreb

Lokacije pojedinih objekta KBC-a Zagreb te udaljenosti između njih su prikazane na sljedećim slikama niže.



Slika 15. Udaljenosti transportnih puteva pojedinih lokacija KBC-a Zagreb



Slika 16. Udaljenosti transportnih puteva pojedinih lokacija KBC-a Zagreb

## 5.2. KBC Zagreb – bolnica Rebro

Lokacija Rebro kao dio KBC-a Zagreb najveća je zdravstvena ustanova u Hrvatskoj.



Slika 17. KBC Zagreb na lokaciji Rebro

### 5.2.1. Energetski sustav KBC-a Zagreb – bolnica Rebro

U KBC Zagreb – bolnica Rebro primijenjeno je projektno rješenje cjelovite opskrbe bolnice svim potrebnim oblicima energije:

1. ogrjevnom toplinom,
2. rashladnom energijom (hlađenje putem pare koja služi za pogon apsorpcijskih rashladnih uređaja),
3. tehnološkom parom i
4. električnom energijom,

**Energetski sustav se sastoji od:**

1. Električnih i termoenergetskih postrojenja
2. Toplinskih podstanica (12 podstanica)
3. Rashladnih podstanica (12 podstanica)
4. Klima-komora (48 glavnih komora)

**Popis klima stanica za hlađenje i grijanje:**

1. Operacijski blok
2. Dogradnja glavne zgrade
3. Poliklinika (Bijela zgrada)
4. Poliklinika (Zelena zgrada)
5. Glavna zgrada (stara rashladna – kompresorska stanica)
6. Edukacijski centar – istok
7. GAMMA KNIFE (neurokirurgija)
8. Linearni akcelerator
9. Glavna zgrada (podrum)
10. Klinika za patologiju
11. Hotelsko poslovni centar
12. Glavna zgrada – lijevo i desno stubište podstanica (4+4)

*5.2.1.1. Namjena centralne toplinske stanice Rebro*

Centralna toplinska stanica Rebro osigurava Bolnicu Rebro potrebnom toplinskom energijom. To je distributivni objekt smješten u objektu Bolnice Rebro te istoj osigurava opskrbu parom i vrelom vodom.

Glavni energent postrojenja je vodena para nominalnog tlaka 9,0 bara i temperature 185°C, koju putem svoje distribucijske mreže HEP Toplinarstvo d.o.o., Zagreb, dostavlja potrošaču iz centralnog toplinskog sustava HEP TE-TO. TE-TO je jedna od dvije zagrebačke toplane u

kojoj se proizvodi toplinska energija za centralni toplinski sustav grada Zagreba, te električna energija.

Ova toplinska stanica osim parnih potrošača, transformira energiju putem pločastih izmjenjivača u vrelu vodu, ovisno o potrebi pojedinog objekta potrošača. Osim pločastih izmjenjivača u toplinskoj stanici su smještene i cirkulacijske pumpe koje toplinsku energiju upućuju kroz distributivnu mrežu do primopredajnih objekata toplinskih podstanica potrošača.



**Slika 18. Prikaz centralne toplinske stanice na lokaciji Rebro**



**Slika 19. Prikaz centralne toplinske stanice na lokaciji Rebro**

### 5.2.2. CNUS – Centralni Nadzor za upravljanje sustavom na lokaciji Rebro

Domena djelovanja CNUS-a:

1. Energetski sustav
2. Rasvjeta
3. Video-kamere
4. Nadzor ostalog dijela sustava

CNUS zasada nema potpuni uvid i u druge lokacije KBC-a osim Bolnice Rebro, a i na toj lokaciji nadzor je moguć samo u novo izgrađenim objektima.

#### Djelatnosti

- Svakodnevni nadzor i korekcija
- Primanje zahtjeva za promjenu parametara (telefonski)
- Upravljanje svim parametrima klima komora, osim vlažnosti
- Izvan moći je blokirati i regulirati parametre koje HEP šalje u sustav

#### Način rada CNUS-a:

- Korisnik (medicina) šalje zahtjev za neku promjenu putem telefonskog poziva koji se snima ili putem interfona. Po utvrđenom protokolu zahtjevi se registriraju i pismeno.
- Izvršavanje zahtjeva naredbe je neupitno. Do reakcije, tj. izvršavanja zahtjeva naredbe dolazi unutar maksimalno 2 minute.
- Softver bilježi povijest radnji.
- Za izvršavanje zahtjeva naredbe ne postoji dokument, tj. postupnik.  
Nema adekvatne dokumentacije koju bi se zbog sigurnosti trebalo napraviti kao trajni dokument.

- Nakon izvršenja zahtjeva naredbe djelatnik CNUS-a zapisuje sve obavljeno u zapisnik.
- Alarm se pokreće ukoliko se pojavi kvar.
- Nadzor radi 0-24h.
- Ako služba koja mora otkloniti kvar u trenutku kvara ne radi, zahtjev za otklanjanjem kvara se šalje e-mailom, a ako ista radi tada se direktno javlja i intervenira pri čemu im zaposlenik CNUS-a daje vizualni opis kvara.
- U smjeni radi jedan radnik.
- Vrste kvarova koje se pojavljuju su kategorizirane u 5 nivoa – zamišljeno je i projektirano da CNUS otklanja 4 nivoa kvarova (cjelokupno mehaničko održavanje, ali ne i softversko), ali to nije moguće jer takav rad zahtijeva dva (2) radnika u smjeni

### **Energetski sustav**

- U klima-komorama moguće upravljanje svim parametrima osim vlažnosti (održavana relativna vlažnost zraka je 45%)

### **Unutrašnja rasvjeta**

- Kontrola rasvjete ne postoji na stubištima
- Kontrola rasvjete postoji samo u hodnicima novoizgrađenih objekata (po etažama) – problem što je samo u novoizgrađenim objektima, stare zgrade nisu spojene na CNUS
- Programirano je vrijeme kada se koja rasvjeta gasi, ali pojedinac može sam upaliti rasvjetu tamo gdje mu je potrebno
- Komunikacija s korisnikom ne postoji, nego se rasvjeta regulira programiranim vrijednostima
- Praćenje i reguliranje rasvjete određenih objekata vrši se prema radnom vremenu

## Vanjska rasvjeta

- Služba CNUS-a putem WEB aplikacije ima pristup upravljanju
- Prema prijedlogu da se smanji jakost svijetla vanjske rasvjete ta se ušteda i provela

## Video nadzor

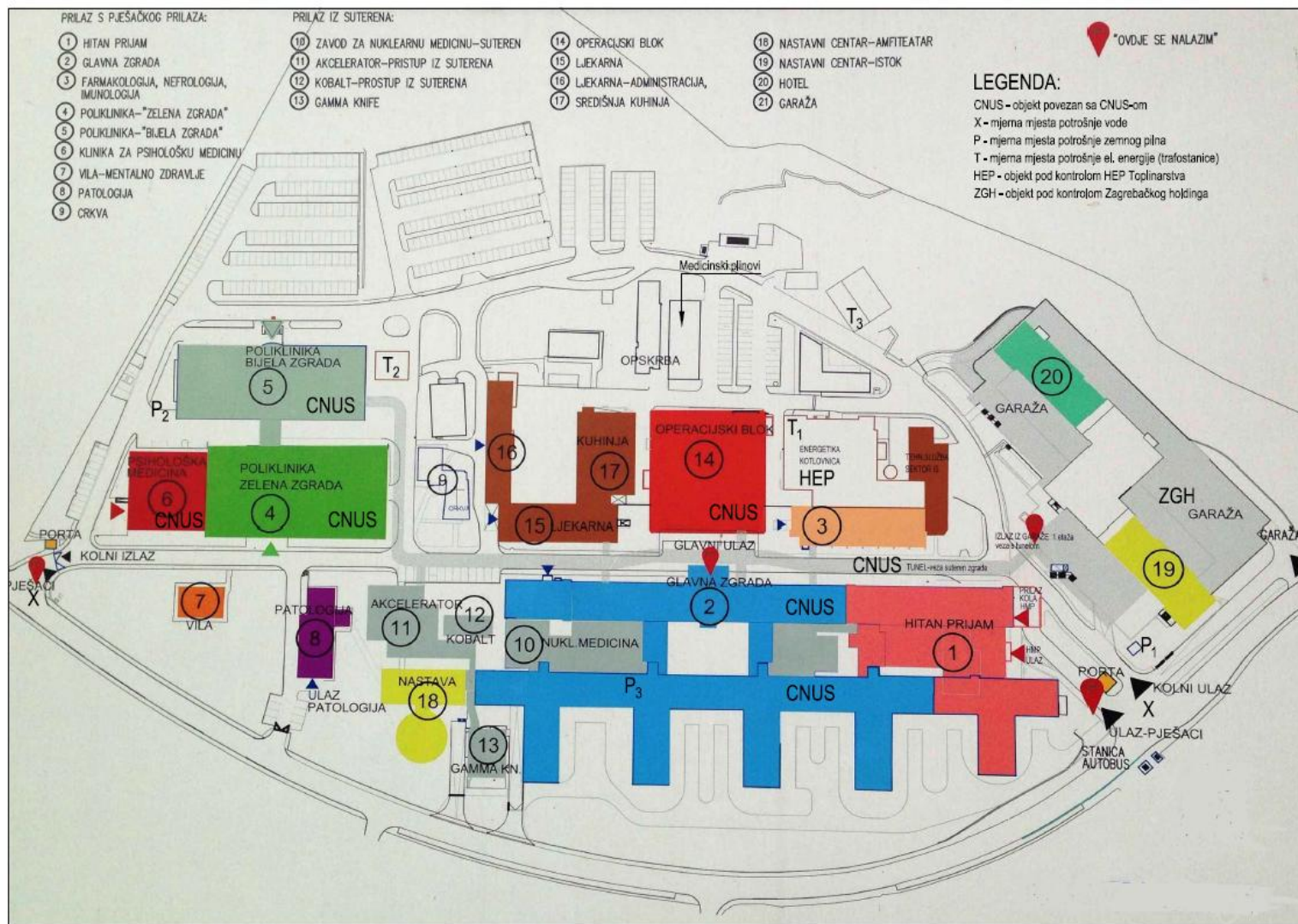
- Voditelj sektora integralne sigurnosti prati video nadzor
- Nadzor je pasivan, podaci se bilježe unatrag
- 4 monitora u CNUS-u
- 160 kamera

### **5.2.3. Postizanje zelene proizvodnje u KBC-u Zagreb – bolnica Rebro**

#### *5.2.3.1. Definiranje procesa i postavljanje prioriteta*

Nakon obilaska lokacije i razgovora sa zaposlenicima radi prikupljanja podataka o lokacijskoj strukturi KBC Zagreb – bolnica Rebro utvrđeni su podaci o tokovima energije i njihove potrošnje, kao i o tokovima informacija i ljudi.





Slika 20. Tlocrt objekata na lokaciji Rebro

Na slici 20. prikazan je tlocrt objekata na lokaciji Rebro uz legendu kojom su označena mjerna mjesta potrošnje vode, plina, električne energije, centralna toplinska stanica koja je pod kontrolom HEP Toplinarstva, te objekt koji koristi Zagrebački Holding.

Također oznakom CNUS prikazani su energetske sustavi kojima je moguće upravljanje iz CNUS-a, a to su:

1. Objekt OP bloka:

- Klima komore - 48 kom ( tlak – odsis )
- Odsisni ventilatori - 5 komada
- Toplinska stanica
- Rashladna stanica
- Protupožarne zaklopke - 144 komada
- Elektrosignali

2. Objekt Poliklinike „Bijela zgrada“

- Klima komore – 14 kom (tlak – odsis)
- Odsisni ventilatori – 3 komada
- Toplinska stanica (klima komore, radijatorsko grijanje i ventilokonvektori)
- Rashladna stanica (klima komore i ventilokonvektori)
- Protuprožarne zaklopke – 161 komada
- Elektrosignali (rasvjeta, dizala)

3. Objekt dogradnje Glavne zgrade („Istočni češalj“)

- Klima komore – 11 komada (tlak – odsis)
- Odsisni ventilatori – 7 komada
- Toplinska stanica (klima komore, ventilokonvektori, centralno grijanje)
- Rashladna stanica (klima komore, ventilokonvektori)
- Protupožarne zaklopke – 174 komada
- Elektrosignali (dizala, rasvjeta i drugo)

#### 4. Glavna zgrada

- Klima komore – 6 komada (tlak – odsis)
- Toplinska stanica (centralno grijanje)

#### 5. Zelena zgrada

- Klima – komore – 3 komada (tlak – odsis)
- Odsisni ventilator – 1 komad
- Digestor – 3 komada
- Toplinska stanica (klima komore, ventilokonvektori i centralno grijanje)
- Rashladna stanica (klima komore i ventilokonvektori)
- Protupožarne zaklopke – 116 komada
- Elektrosignali (dizala, prepumpna stanica)

#### 6. Psihološka medicina

- Klima komora – 1 komad (tlak – odsis)
- Odsisni ventilator - 1 komad
- Klima komora V1 – OV1 (tlak – odsis)
- Toplinska stanica (klima komore, centralno grijanje i ventilokonvektori=
- Rashladna stanica (klima komora, ventilokonvektori)
- Protupožarne zaklopke – 27 komada

#### 7. Podzemni hodnik

- Klima komore – 3 komada (tlak – odsis)
- Elektrosignali (rasvjeta)



**Slika 21. Nadzorno i upravljačko radno mjesto u CNUS-u**

Procesi koji se odvijaju i na koje će se postaviti prioriteta su procesi distribucije i toka energije te ostalih resursa kao što su voda i plin kroz objekt, te reguliranje tih tokova.

Prevelikim rasipanjima resursa dolazi do gubitaka koji su vidljivi u ukupnim troškovima Bolnice Rebro obzirom da se radi o jednom velikom skupu objekata kao što je ovdje slučaj, gdje su potrebne ogromne količine energije za zagrijavanje, hlađenje i rasvjetu.

#### *5.2.3.2. Odabir korisnih pokazatelja procesa*

U ovome slučaju razmatraju se svi resursi koji ulaze i koriste se u Bolnici Rebro, a to su vodena para (energent toplinskog sustava), voda, plin i električna energija. Prilikom postizanja zelene proizvodnje nužno je smanjiti gubitke, odnosno, potrošnju izvora energije i vode koji su među sedam vrsta gubitaka zelene proizvodnje.

### 5.2.3.3. Mjerenje inputa koji ulaze u proces

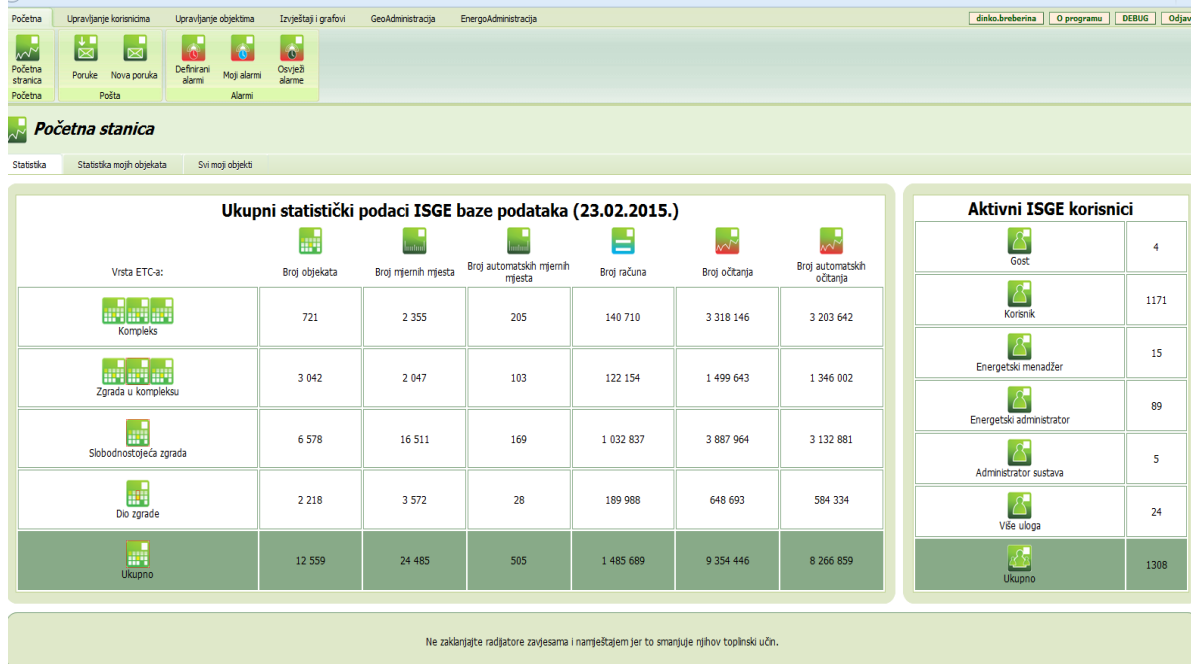
U ovome koraku prikupljeni su podaci o količinama i cijeni resursa koji su se koristili u 2014. godini, a to su:

1. Vodena para
2. Voda
3. Plin
4. Električna energija
- 5.

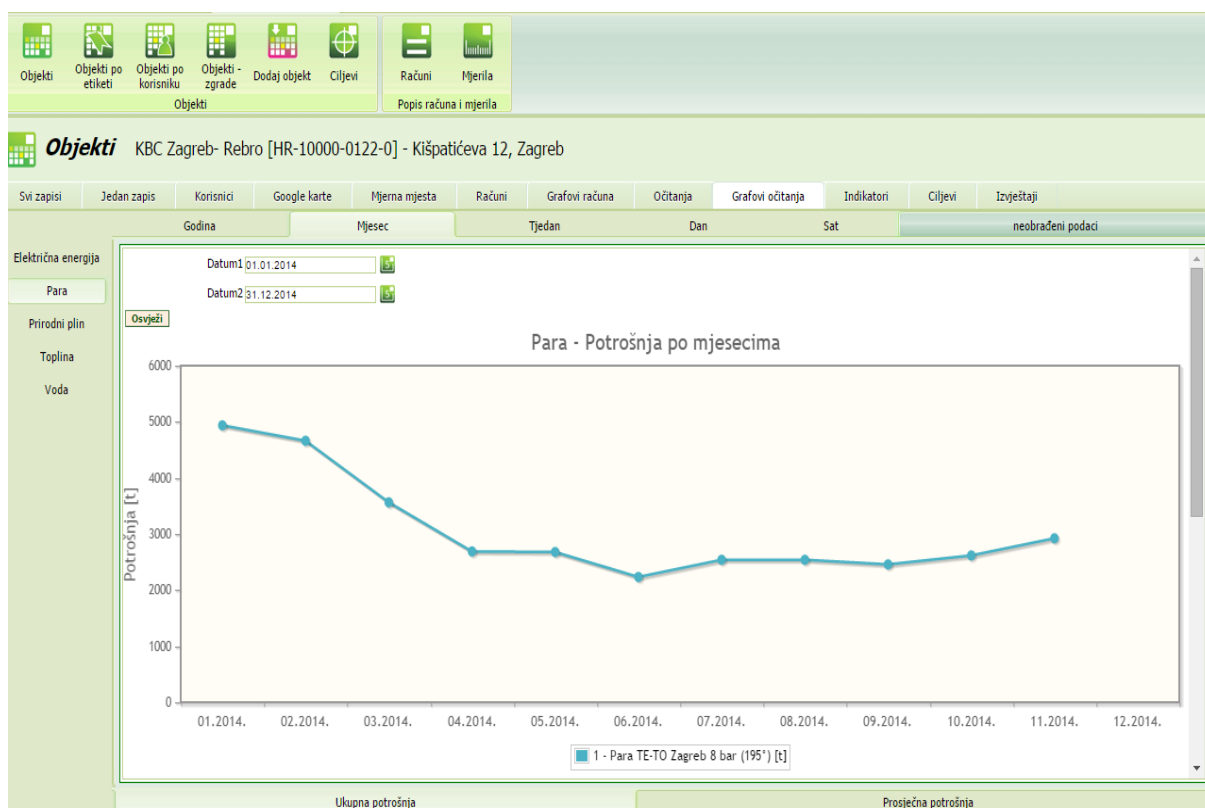
Podaci su očitani sa internetske stranice Informacijskog sustava za gospodarenje energijom – ISGE [29] , što je zapravo internetska aplikacija za nadzor i analizu potrošnje energije i vode u zgradama javnog sektora te predstavlja neizbježan alat za sustavno gospodarenje energijom.

U bazu podataka ISGE-a prvo se unose statički podaci o svakom objektu koji uključuju opće, konstrukcijske i energetske karakteristike zgrade, a zatim i dinamički podaci koji uključuju potrošnju energenata na mjesečnoj razini prema dostavljenim računima od dobavljača te potrošnju na tjednoj ili dnevnoj razini prikupljenu direktnim očitanjem potrošnje s brojila.

Podaci uneseni u ISGE koriste se za niz izračuna, analiza i kontrola koji omogućavaju razumijevanje kako i na što se troši energija i voda u pojedinoj zgradi, uspoređivanje pojedinih zgrada sa sebi sličnim zgradama, kao i identificiranje neželjene, prekomjerne i neracionalne potrošnje.



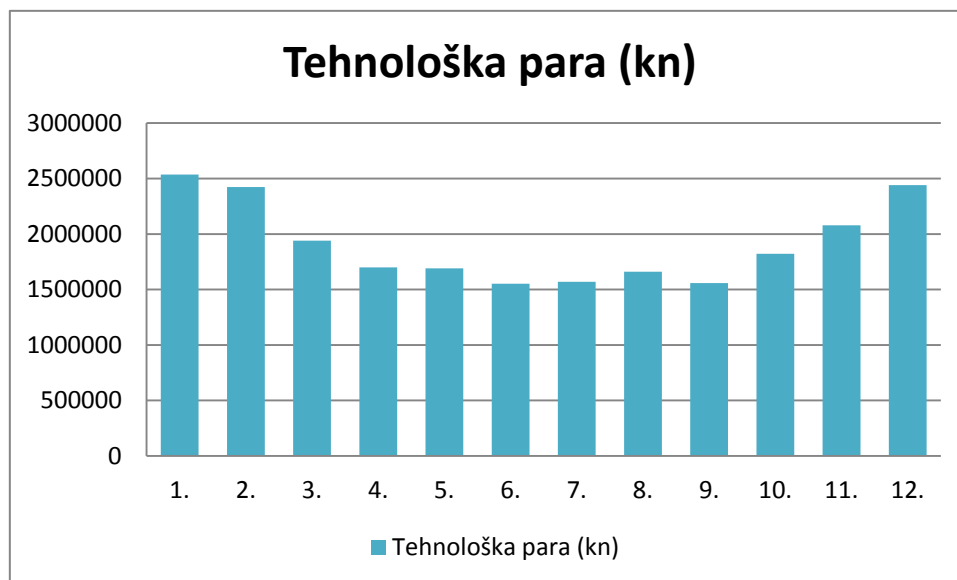
Slika 22. Izgleda sučelja ISGE sustava [29]



Slika 23. Izgled očitavanja podataka iz ISGE sustava [30]

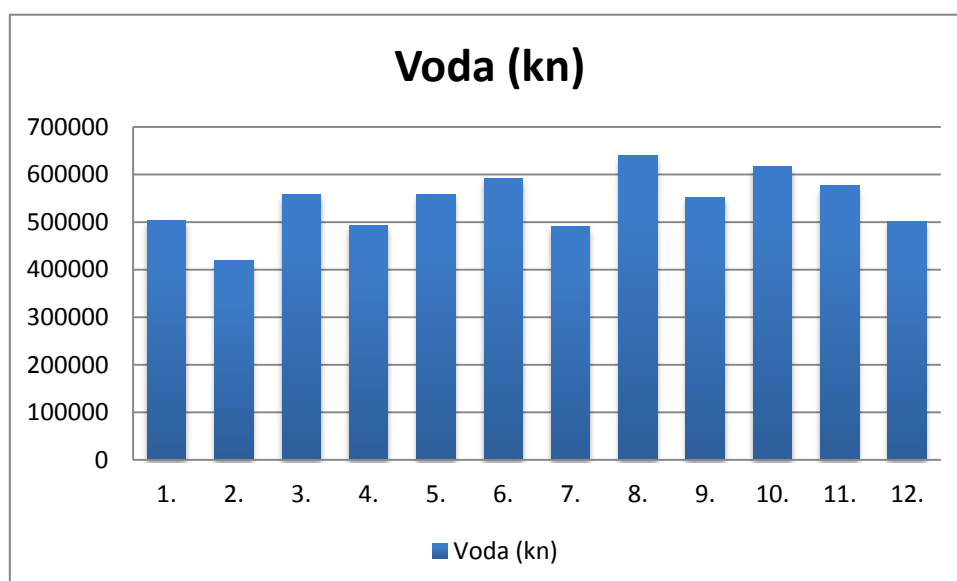
Prikupljeni podaci o potrošnji:

### 1. Vodena para



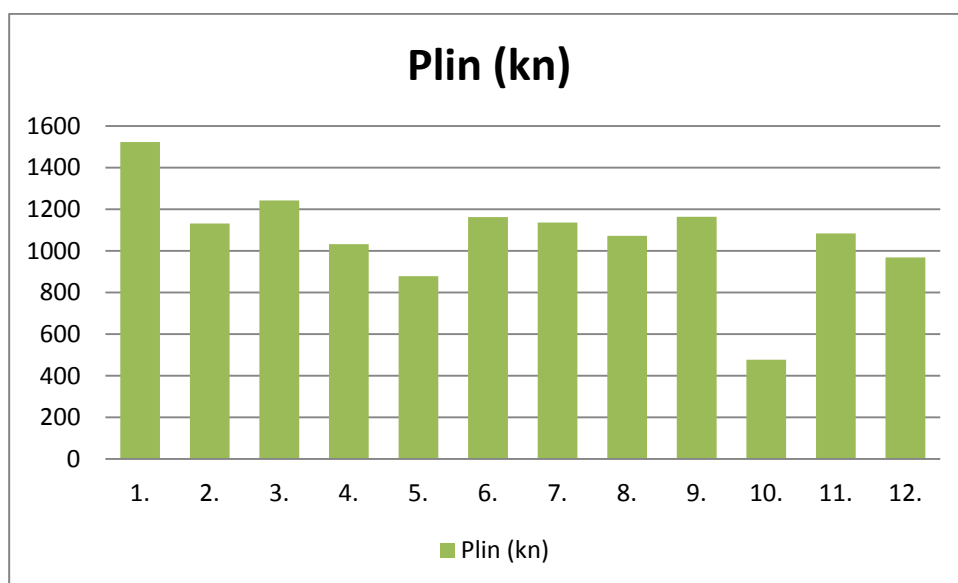
Slika 24. Potrošnja vodena pare u kn po mjesecima (2014.)

### 2. Voda



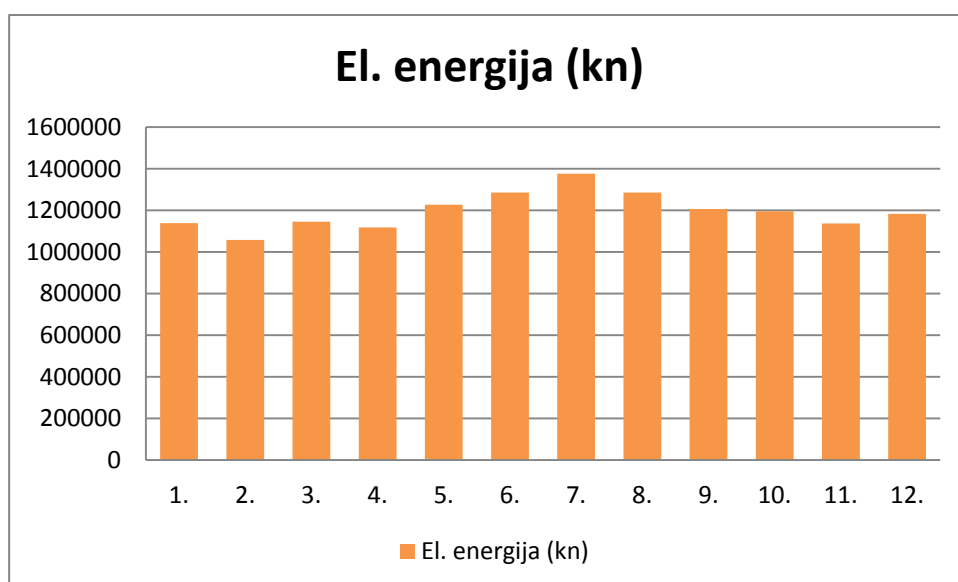
Slika 25. Potrošnja vode u kn po mjesecima (2014.)

### 3. Plin



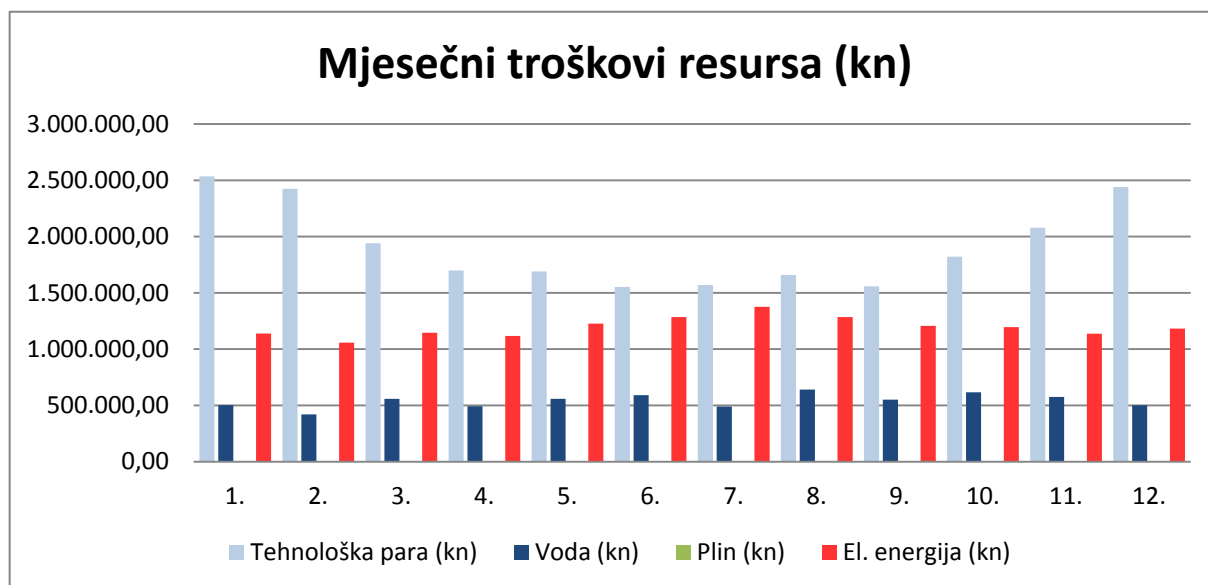
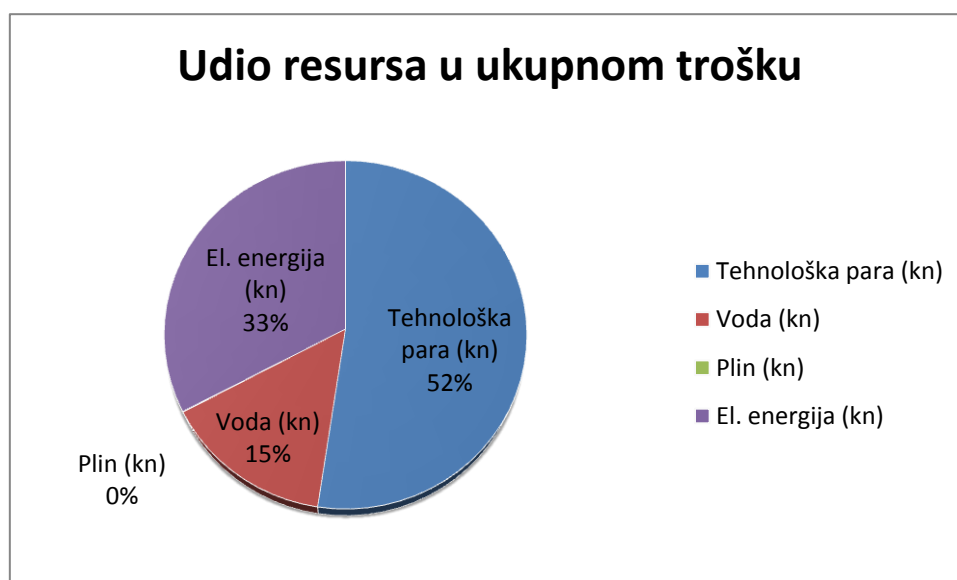
Slika 26. Potrošnja plina u kn po mjesecima (2014.)

### 4. Električna energija

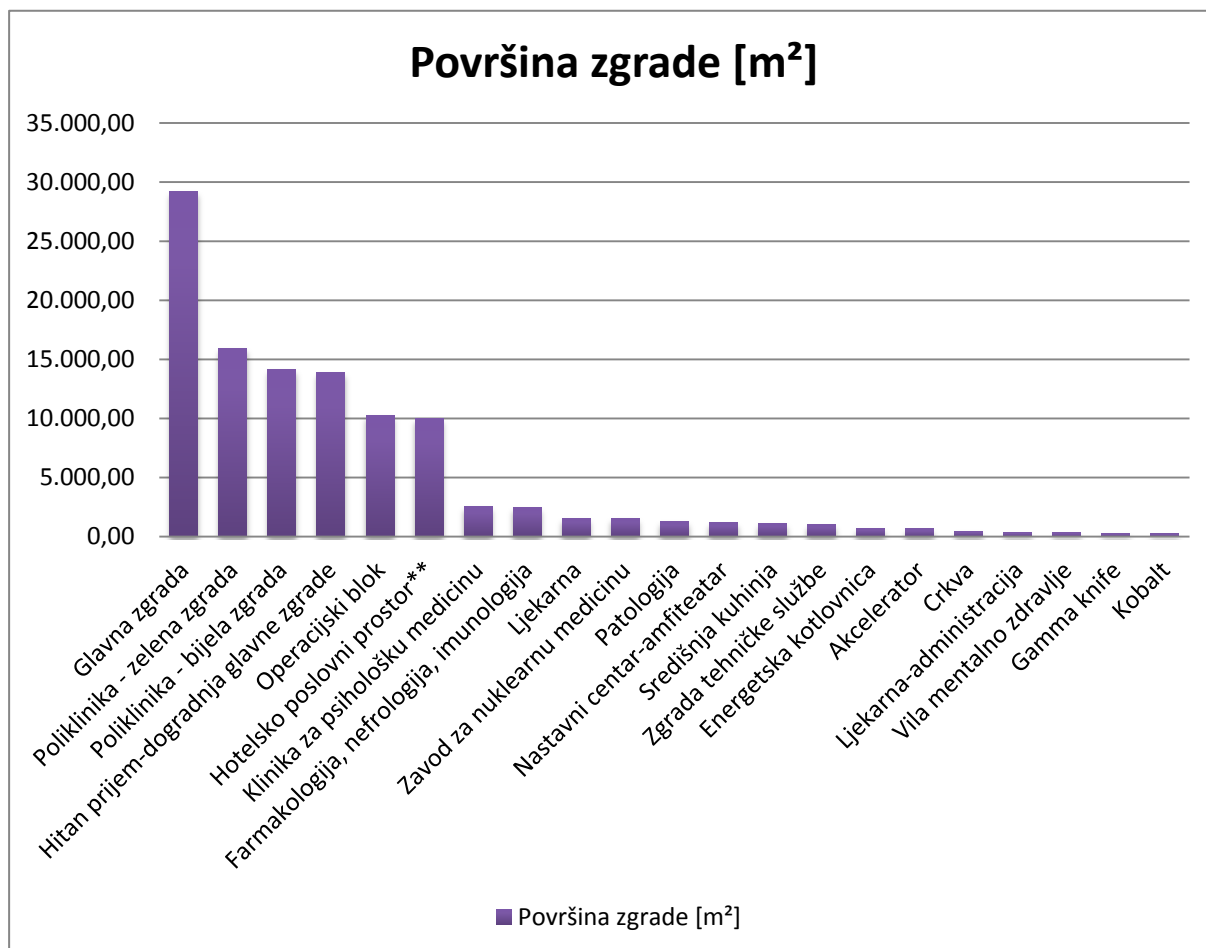


Slika 27. Potrošnja električne energije u kn po mjesecima (2014.)



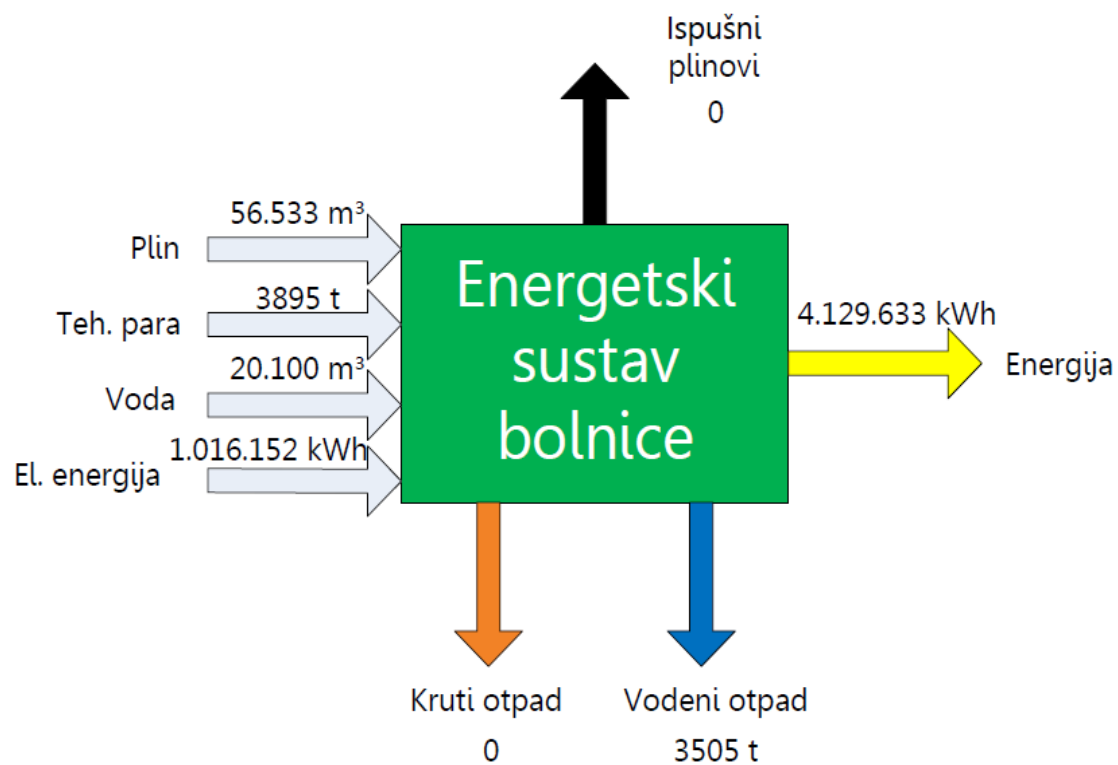
5.2.3.4. *Potrošnja resursa u trenutnom sustavu*Slika 28. **Potrošnja resursa u 2014. Godini**5.2.3.5. *Procjena troškova u sustavu*Slika 29. **Udio resursa u ukupnom trošku**

Prema prikazu na slici 29. zaključeno je da vodena para zauzima najveći udio u ukupni troškovima resursa, što znači da se ona treba postaviti kao prioritet optimizacija kako bi se postigle najveće ušteda.



**Slika 30. Površina zgrada u KBC Zagreb – bolnica Rebro**

Prema slici 30. vidljivo je da Glava zgrada ima najveću površinu, a samim time da se i na njene resurse otpada najveći dio troškova, pogotovo zato i što je ta zgrada stalno u funkciji (ljudi su tamo stacionirani), dok se druge zgrade gase nakon radnog vremena.



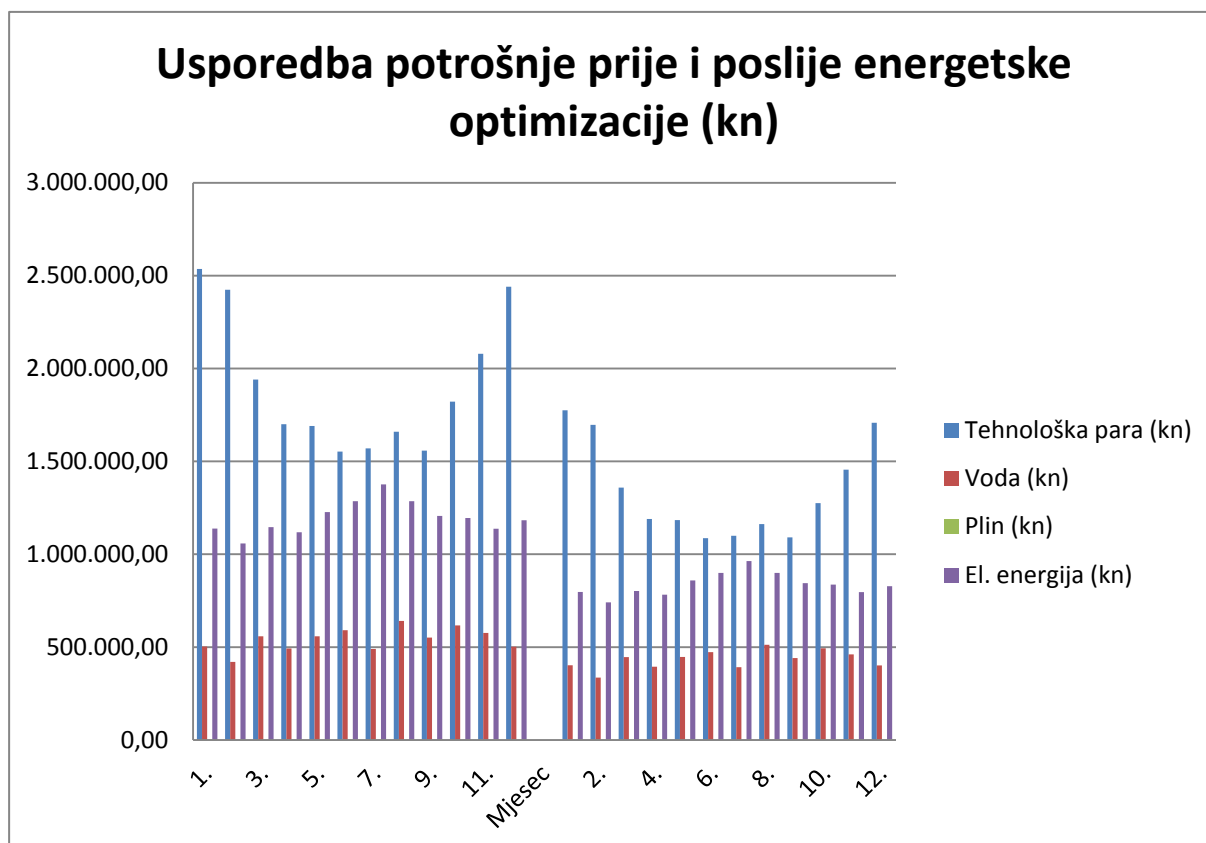
Slika 31. Prikaz energetskog sustava KBC Zagreb - bolnica Rebro

#### 5.2.3.6. Poduzimanje mjera za poboljšanje performansi

Iz prethodnih izmjerenih i prikupljenih podataka zaključeno je da je najvrjednije provoditi energetska optimizaciju energenta - vodene pare.

#### **Prijedlozi za poboljšanja u energetska sustavu:**

- Izgradnja kvalitetne toplinske fasade u „starim objektima“
- Zamjena otvora (prozora i vrata) sa energetska učinkovitijima u „starim objektima“
- Kontrola otvora (prozora i vrata) u različitim toplinskim uvjetima
- Rekonstrukcija sustava unutarnje rasvjete ugradnjom štedljivih rasvjetnih elemenata
- Rekonstrukcija termoenergetskog sustava ugradnjom odgovarajuće regulacije u „stare objekte“ čime će se postići proširenje domene djelovanja CNUS-a na ostale objekte, kako bi se postigla bolja regulacije grijanja i hlađenja
- Popravak regulacijske opreme na cirkulacijskim pumpama u toplinskim stanicama
- Periodičko čišćenje i zamjena filtera zraka
- Ugradnja rasvjete koja se pali na senzore u prostorijama s malim protokom ljudi
- Modifikacija i optimizacija rasporeda rasvjete u dugačkim hodnicima
- Minimizacija vanjske rasvjete
- Povremeno isključivanje klimatizacije u prostorijama kada se iste ne koriste, ako je to moguće
- Zamjena postojećih slavina slavinama s automatskim zatvaranjem



**Slika 32. Primjer usporedbe potrošnja resursa prije i poslije energetske optimizacije**

Nakon provođenja poboljšanja, rezultate je potrebno mjeriti i pratiti. Na slici. 32. dan je primjer praćenja potrošnje tehnološke pare, vode, plina i električne energije po mjesecima u programu Microsoft Excel. S lijeve strane nalaze se potrošnje prije provođenja poboljšanja, a s desne strane nakon provođenja (podaci nakon poboljšanja na slici su napravljeni proizvoljno, samo kako bi se pokazao proces praćenja uštede)

#### 5.2.4. Prijedlozi za ostala poboljšanja

##### 5.2.4.1. Provođenje 5S metode

Prilikom obilaska toplinskih podstanica uočeni su problemi kao što su neurednost i neorganiziranost pojedinih prostora, što zahtijeva provođenje 5S metode.



Slika 33. Stanje u jednoj podstanici



Slika 34. Stanje u jednoj podstanici

Potrebno je podijeliti zadatke zaposlenici i objasniti im smisao i svrhu 5S metode koja se provodi u 5 koraka, te im objasniti da nakon postizanja urednosti i sustavnog pristupa opremi dolazi do učinkovitijeg rada i poboljšanja rada i zadovoljstva na poslu.

### **Sortiranje**

U prvome koraku potrebno je sortirati sve nepotrebne predmete i materijal iz podstanice i ostaviti tamo samo ono što je potrebno za rad i odnosi se na posao. To se može provesti u planiranom „danu čišćenja“.

### **Uređenje**

U drugom koraku je potrebno definirati određeno mjesto za svaki predmet kako bi se olakšao pristup, brzo vraćanje i čišćenje čime će se povećati produktivnost radnika.

### **Čišćenje**

Potrebno je svakom zaposleniku koji radi u toplinskim podstanicama dati zadatak da se brine o čišćenju određenog mjesta.

### **Standardiziranje**

U ovome koraku radnici kroz obuku uče o novom načinu obilježavanja predmeta i mjesta te nakon toga primjenjuju naučeno u toplinskoj podstanici.

### **Održavanje**

Prijedlog je da se metoda 5S sama održava, tj. potrebna je disciplina radnika, te usvajanje i zadržavanje dobrih navika.

#### *5.2.4.2. Provođenje Kazien strategije*

Provođenjem Kaizen strategije postiže se uključivanje zaposlenika u aktivno rješavanje konkretnih problema.

Prijedlog za poboljšanje među zaposlenicima tehničke službe KBC-a Zagreb je provedba Kaizen radionica u kojima će zaposlenici definirati konkretan problem, utvrditi i analizirati stanje te dati ideje za moguće rješavanje problema. Nakon toga će se izabrati najbolje ideje i definirati će se plan provedbe. Nakon provedbe rješenja napredak se mora pratiti.

Provođenje Kaizen radionice doprinijeti će zadovoljstvu radnika te brzo prihvaćanje ideja i poboljšanu realizaciju provedbe ideje.

## **6. ZAKLJUČAK**

Održavanje uspješnosti poduzeća i konkurentnosti na tržištu postiže se alatima i metodama unapređenja procesa kao što su Lean metode kojima se postižu brojne uštede i povećanja efikasnosti fokusirajući se na gubitke koje treba minimizirati.

Također, financijski uspjeh ide ruku pod ruku sa etičkim, okolišnim i društvenim skladom što brojna poduzeća motivira da u svoje procese implementiraju načela zelene proizvodnje i odluke vezane za aktivnosti zaštite okoliša koja osim što smanjuju štetne utjecaje na okoliš i zajednicu donose i gospodarsku korist.

U radu su objašnjena načela Lean metodologije i načela zelene proizvodnje, te su dane općenite smjernice vezane za zelenu proizvodnju, energetska učinkovitost i energetska optimizaciju u objektima bolnica.

Kao primjer procesa na kojem se može provesti zelena proizvodnja smanjenjem korištenja resursa uzet je proces gospodarenja energijom i resursima KBC-a Zagreb – bolnice Rebro. Pokazano je kako prije provođenja metode unapređenja u procesu, trenutno stanje treba snimiti i analizirati. Nakon analize prikupljenih podataka dani su prijedlozi o mogućnostima poboljšanja koji se moraju provoditi kontinuirano kako bi se postigla najveća učinkovitost procesa.



## 7. LITERATURA

- [1] <http://www.znacenje.info/definicija/proces.html>
- [2] Brumec, J.: Modeliranje poslovnih procesa, Prvi dio: Uvod u modeliranje, prezentacija
- [3] Milanović, Lj.: Upravljanje poslovnim procesima u poduzećima Republike Hrvatske. Sarajevo Business and Economics Review., 1; 105-125 (članak, izvorni znanstveni rad), 2011.
- [4] Lagunda, M., Marklund, J.: Business Process Modelling, Simulation and Design, New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2005.
- [5] <http://oliver.efpu.hr/~mskare/predavanja/poglavlje7/poglavlje7.htm>
- [6] <http://www.mindtools.com/pages/article/improving-business-processes.htm>
- [7] Piškor M., Kondić V., Lean production kao jedan od načina povećanja konkurentnosti hrvatskih poduzeća na globalnom tržištu, ISSN 1846-6168
- [8] <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/upravljanje-kvalitetom/2349-primjena-metodologije-six-sigma-lean-u-proizvodnji>
- [9] <http://www.leanproduction.com/kaizen.html>
- [10] <http://en.wikipedia.org/wiki/Kaizen>
- [11] <http://www.graphicproducts.com/tutorials/kaizen/kaizen-benefits.php>
- [12] <https://husojasarevic.wordpress.com/2009/08/03/biografija/>
- [13] <http://www.tqmkonsalting.com/usluge/tehnike-metode-alati/5s-metoda.html>
- [14] <http://www.poslovna-ucionica.hr/download/MapiranjePoslovnihProcesa.pdf>
- [15] <http://tps-lean-posao.blogspot.com/2012/11/26-poka-yoke.html>
- [16] <http://world-class-manufacturing.com/jidoka.html>
- [17] <http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomation>
- [18] Mencer, I.: Osiguranje kvalitete – osiguranje strategijske konkurentnosti,UDK 380.13:658.51, Izvorni znanstveni rad
- [19] Lazić, M.: Šest sigma – metodologija unapređenja kvalitete
- [20] [http://strojevi.grf.unizg.hr/media/Odabrana%20poglavlja%20upravljanja%20kvalitetom/Sest%20sigma%202011\\_12.pdf](http://strojevi.grf.unizg.hr/media/Odabrana%20poglavlja%20upravljanja%20kvalitetom/Sest%20sigma%202011_12.pdf)
- [21] <http://en.wikipedia.org/wiki/DMAIC>

- [22] Baines, T., Brown, S., Benedettini, O., Ball, P., : Examining green production and its role within the competitive strategy of manufacturers, Journal of Industrial Engineering and Management, 2012.
- [23] [http://www.fer.unizg.hr/download/repository/MAPE\\_2014\\_Skripta\\_Uloga\\_Gospodarenja\\_energijom.pdf](http://www.fer.unizg.hr/download/repository/MAPE_2014_Skripta_Uloga_Gospodarenja_energijom.pdf)
- [24] <http://mfluid.blogspot.com/2012/11/sedam-gubitaka-zelene-proizvodnje.html>
- [25] <http://www.nrdc.org/thisgreenlife/0802.asp>
- [26] <http://www.oecd.org/innovation/green/toolkit/actionstepsforsustainablemanufacturing.htm>
- [27] [http://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.siemens.com%2Fbt%2Ffile%3Fsoi%3DA6V10219318&ei=bW\\_rVMXnA6Wt7gb4yICwDQ&usg=AFQjCNEqe\\_PiQNKV0PdS2yOwWz9ZCeEjeg&sig2=3n8RBbOEdl\\_9UEsyJsQqlQ](http://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.siemens.com%2Fbt%2Ffile%3Fsoi%3DA6V10219318&ei=bW_rVMXnA6Wt7gb4yICwDQ&usg=AFQjCNEqe_PiQNKV0PdS2yOwWz9ZCeEjeg&sig2=3n8RBbOEdl_9UEsyJsQqlQ)
- [28] [http://hr.wikipedia.org/wiki/Klini%C4%8Dki\\_bolni%C4%8Dki\\_centar\\_Zagreb](http://hr.wikipedia.org/wiki/Klini%C4%8Dki_bolni%C4%8Dki_centar_Zagreb)
- [29] <http://www.apn.hr/hr/isge-158>
- [30] <https://isge.hr/>