

Analiza pojave uskih grla i pogrešaka u komunikaciji u poduzeću

Klasić, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:096187>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-26**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Tomislav Klasić

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

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

Student:

Tomislav Klasić

Zagreb, 2021.

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

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc. Nedeljku Štefaniću na pruženoj pomoći, savjetima i vodstvu za vrijeme izrade ovog rada, te svim zaposlenicima poduzeća Culmena.

Zahvaljujem se poduzeću OMV-INDOIL, posebno zaposlenicima konstrukcijskog ureda, na izdvojenom vremenu i pruženoj pomoći u izradi ovog rada.

Zahvaljujem se svojoj obitelji, djevojci i prijateljima za svu potporu pruženu tijekom studija.

Tomislav Klasić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
Procesno-energetski, konstrukcijski, inženjersko modeliranje i računalne simulacije i brodstrojarski

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 21 - 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 21 -	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Tomislav Klasić** JMBAG: 0035205160

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Analiza pojave uskih grla i pogrešaka u komunikaciji u poduzeću**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Analysis of the occurrence of bottlenecks and communication errors in company**

Opis zadatka:

Proces oblikovanja proizvoda je prva faza u lancu dodavanja vrijednosti od sirovog materijala pa sve do proizvodnje gotovog proizvoda. Pojava grešaka i pogrešnih odluka u radu konstrukcijskog ureda utječe čak do 70% na cijenu proizvoda i troškove proizvodnje. U zadnje vrijeme, sve se više u radu konstruktora i u konstrukcijskom uredu, primjenjuju principi i alati Lean menadžmenta i Industrije 4.0 s ciljem prepoznavanja pojave uskih grla i pogrešaka u komunikaciji s drugim funkcijama poduzeća.

U radu je potrebno:

- Opisati procesni pristup poduzeću
- Detaljno opisati najvažnije principe i alate Lean menadžmenta i Industrije 4.0
- Analizirati vrste pogrešaka i gubitaka koji se javljaju u radu konstrukcijskog ureda i u komunikaciji s proizvodnjom
- Na proizvoljno odabranom poduzeću primijeniti najviše četiri alata Lean menadžmenta i Industrije 4.0
- Procijeniti postignute uštede
- Standardizirati predloške za prepoznavanje i otklanjanje gubitaka, loše komunikacije i pojavu uskih grla.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

6. svibnja 2021.

Zadatak zadao:

Prof. dr.sc. Nedeljko Štefanić

Datum predaje rada:

8. srpnja 2021.

Predvideni datumi obrane:

12. – 16. srpnja 2021.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	II
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS KRATICA	V
POPIS OZNAKA	VI
SAŽETAK.....	VII
SUMMARY	VIII
1. UVOD.....	1
2. PROCESNI PRISTUP PODUZEĆU.....	2
2.1. Organizacija i organizacijska struktura.....	2
2.2. Funkcijska organizacijska struktura.....	4
2.3. Procesna organizacijska struktura.....	6
2.4. Procesni pristup.....	9
2.4.1. Povijesni razvoj procesnog pristupa	11
2.4.2. Važnost procesnog pristupa	12
2.4.3. Poslovni procesi	13
3. LEAN MENADŽMENT	16
3.1. Povijest Lean menadžmenta.....	18
3.2. Vrijednost i gubitci.....	19
3.3. Alati Lean menadžmenta	27
3.3.1. 5S	27
3.3.2. Kaizen	29
3.3.3. Mapiranje toka vrijednosti	32
3.3.4. Single-Minute Exchange of Dies (SMED)	38
3.3.5. Vizualni menadžment	39
3.3.6. Kanban	40
4. INDUSTRIJA 4.0	42
5. ANALIZA PROVEDENOG ISTRAŽIVANJA	51
5.1. Konstrukcijski ured	52
5.1.1. Analiza konstrukcijskog ureda jednog poduzeća.....	66
5.2. Proizvodnja	74
6. OMV-INDOIL.....	76
6.1. Analiza rada konstrukcijskog ureda poduzeća OMV-INDOIL	77
6.2. Prijedlozi poboljšanja.....	82
7. STANDARDNI PREDLOŽAK ZA IDENTIFIKACIJU INFORMACIJSKIH GUBITAKA	84
8. ZAKLJUČAK.....	88
LITERATURA.....	89

POPIS SLIKA

Slika 1.	Model procesne organizacije [1]	6
Slika 2.	Faze razvoja procesne orijentacije [1]	11
Slika 3.	Podijela poslovnih procesa [1]	15
Slika 4.	Procesna hijerarhija [1]	15
Slika 5.	Pet osnovnih Lean principa [9]	17
Slika 6.	Kiichiro Toyoda [10]	18
Slika 7.	Procjena aktivnosti LAI inženjera [11]	19
Slika 8.	Procjena aktivnosti rada LAI inženjera [11]	20
Slika 9.	Kombinirana procjena rada LAI inženjera [11]	20
Slika 10.	Kvalitativni prikaz rezultata istraživanja Roberta R. Slacka [11]	26
Slika 11.	5S u načinu spremanja alata na radnom mjestu [13]	28
Slika 12.	Podrijetlo riječi „Kaizen“ [14]	29
Slika 13.	Ishikawa dijagram [16]	31
Slika 14.	VSM mapa trenutnog stanja za proizvodnju	36
Slika 15.	VSM mapa trenutnog stanja za razvoj proizvoda [11]	37
Slika 16.	Faze SMED-a [20]	38
Slika 17.	Povezanost vizualnog menadžmenta i ostalih aktivnosti u poduzeću [21]	39
Slika 18.	Kanban sustav [22]	40
Slika 19.	Horizontalna i vertikalna integracija unutar poduzeća [25]	43
Slika 20.	Usporedba uobičajenog lanca dobave i onog za aditivnu proizvodnju [16]	44
Slika 21.	Pametna tvornica [26]	45
Slika 22.	Okvir pametne tvornice [28]	46
Slika 23.	Digitalna transformacija	47
Slika 24.	Karakteristike agilnih lidera	49
Slika 25.	Cirkularna ekonomija [32]	50
Slika 26.	Udio ispitanih poduzeća po broju zaposlenih	51
Slika 27.	Način komunikacije konstrukcijskih ureda s proizvodnjom	53
Slika 28.	Način komunikacije konstrukcijskih ureda s ostalim odjelima u poduzeću	53
Slika 29.	Pojava zastoja u radu uzrokovana čekanjem na informacije	54
Slika 30.	Uzroci čekanja na informacije	55
Slika 31.	Pojava prerano stvorenih informacija koje uzrokuju zastoje u radu	55

Slika 32.	Kreiranje više informacija nego li je potrebno	56
Slika 33.	Učestalost pojave zastarjelih informacija na tjednoj razini.....	56
Slika 34.	Razlozi kreiranja nepotrebnih zaliha informacija	57
Slika 35.	Razlozi prekomjernog oblikovanja informacija	58
Slika 36.	Pojava „push sustava“ u radu ispitanika.....	59
Slika 37.	Uzroci prekomjerne proizvodnje informacija	59
Slika 38.	Traganje za potrebnim informacijama	60
Slika 39.	Uzroci prekomjernog prijenosa informacija.....	60
Slika 40.	Uzroci nepotrebnog kretanja	61
Slika 41.	Pojava grešaka u izlaznim informacijama.....	62
Slika 42.	Uzroci pojave grešaka u ulaznim i izlaznim informacijama	63
Slika 43.	Greške u radu konstrukcijskih ureda	63
Slika 44.	Konstrukcijski ured – komunikacija s proizvodnjom.....	66
Slika 45.	Konstrukcijski ured – komunikacija s ostalim odjelima	67
Slika 46.	Konstrukcijski ured – uzroci čekanja	68
Slika 47.	Konstrukcijski ured – kreiranje viška informacija	68
Slika 48.	Konstrukcijski ured – učestalost kreiranja viška informacija	69
Slika 49.	Konstrukcijski ured – uzroci stvaranja zaliha	69
Slika 50.	Konstrukcijski ured – uzroci prekomjerne obrade informacija.....	70
Slika 51.	Konstrukcijski ured – uzroci prekomjerne proizvodnje informacija.....	70
Slika 52.	Konstrukcijski ured – uzroci nepotrebnog kretanja	71
Slika 53.	Konstrukcijski ured – uzroci pojave škarta ili dorade.....	72
Slika 54.	Konstrukcijski ured – vrste pogrešaka u radu	72
Slika 55.	Udio zaposlenika sa srednjom ili nižom stručnom spremom u proizvodnji	74
Slika 56.	Postojanje problema u komunikaciji proizvodnje i konstrukcijskog ureda	75
Slika 57.	Zgrada poduzeća OMV-INDOIL u Donjem Stupniku [34]	76
Slika 58.	Shema rada konstrukcijskog ureda poduzeća OMV-INDOIL	77
Slika 59.	Konstrukcijski ured poduzeća OMV-INDOIL.....	78
Slika 60.	Montažni prostor poduzeća OMV-INDOIL.....	81

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prednosti i nedostaci funkcijske organizacijske strukture [1]	5
Tablica 2. Prednosti i nedostaci procesne organizacijske strukture [1]	8
Tablica 3. Razlike između funkcijskog i procesnog pristupa poslovanju [1]	10
Tablica 4. Pozitivni utjecaji procesnog pristupa na uspješnost poslovanja [1]	12
Tablica 5. Vrste poslovnih procesa [1].....	14
Tablica 6. Informacijski gubitci [11].....	23
Tablica 7. Primjeri i uzroci informacijskih gubitaka [11]	24
Tablica 8. VSM simboli za prikaz procesa [19]	33
Tablica 9. Karakteristike tradicionalnih i modernih lidera.....	48
Tablica 10. Ocjene učestalosti pogrešaka u radu konstrukcijskih ureda	65
Tablica 11. Ocjene učestalosti pogrešaka – jedan konstrukcijski ured	73
Tablica 12. Standardni predložak za identifikaciju informacijskih gubitaka	84

POPIS KRATICA

Kratika	Opis
BPR	Reinženjering poslovnih procesa (eng. Business Process Re-engineering)
CAD	Computer-Aided Design
CPS	Kibernetičko-fizički sustavi (eng. Cyber-Physical Systems)
ERP	Enterprise Resource Planning
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis
ICT	Informacijsko-komunikacijske tehnologije
IoS	Internet usluga (eng. Internet of Services)
IoT	Internet stvari (eng. Internet of Things)
IT	Informacijske tehnologije
LAI	Lean Aerospace Initiative
MES	Manufacturing Execution System
NVAT	Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost (eng. Non-Value Added Time)
RCA	Analiza uzroka i posljedica (eng. Root-Cause Analysis)
RFID	Radio-Frequency Identification
SAD	Sjedinjene Američke Države
SMED	Tehnika za skraćanje vremena izmjene alata (eng. Single-Minute Exchange of Dies)
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyotini proizvodni sustavi (eng. Toyota Production Systems)
VAT	Aktivnosti koje dodaju vrijednost (eng. Value Added Time)
VSM	Mapiranje toka vrijednosti (eng. Value Stream Mapping)

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
<i>P₁</i>	%	Postotak odabira ocjene 1 (Vrlo rijetko)
<i>P₂</i>	%	Postotak odabira ocjene 2 (Rijetko)
<i>P₃</i>	%	Postotak odabira ocjene 3 (Povremeno)
<i>P₄</i>	%	Postotak odabira ocjene 4 (Često)
<i>P₅</i>	%	Postotak odabira ocjene 5 (Vrlo često)
<i>C/T</i>	s	Takt
<i>C/O</i>	s	Pripremno-završno vrijeme
<i>NVAT</i>	s	Vrijeme trajanja aktivnosti koje ne dodaju vrijednost
<i>Raspoloživost</i>	%	Raspoloživost stroja

SAŽETAK

Tema ovog rada je analiza pojave uskih grla i pogrešaka u komunikaciji u poduzeću, s fokusom na rad konstrukcijskog ureda i komunikaciju između konstrukcijskog ureda i ostalih odjela u poduzeću. U radu će biti detaljno opisan procesni pristup poduzeću, kao i principi i alati Lean menadžmenta i Industrije 4.0. Analizirat će se pogreške koje se javljaju u radu konstrukcijskog ureda, kao i pogreške u komunikaciji s ostalim odjelima poduzeća, te gubici koje te pogreške uzrokuju. Na primjeru jednog poduzeća bit će opisan rad konstrukcijskog ureda i svi problemi u radu i komunikaciji, te će biti predložena poboljšanja, koja je moguće postići primjenom alata Lean menadžmenta i Industrije 4.0. Na kraju rada će biti kreiran standardni predložak za prepoznavanje i otklanjanje gubitaka, loše komunikacije i pojavu uskih grla u radu konstrukcijskog ureda.

Ključne riječi: uska grla, komunikacija, konstrukcijski ured, procesni pristup, Lean menadžment, Industrija 4.0

SUMMARY

The topic of this paper is the analysis of the occurrence of bottlenecks and errors in communication in the company, with a focus on the work of the design office and communication between the design office and other departments in the company. The paper will describe in detail the process approach to the company, as well as the principles and tools of Lean management and Industry 4.0. Errors that occur in the work of the design office will be analyzed, as well as errors in communication with other departments of the company, and losses caused by these errors. The work of the design office and all the problems in work and communication will be described on the example of one company, and improvements will be proposed, which can be achieved by applying the tools of Lean management and Industry 4.0. At the end of the paper, standard template will be created for recognizing and eliminating losses, poor communication and the appearance of bottlenecks in the work of the design office.

Key words: bottlenecks, communication, design office, process approach, Lean management, Industry 4.0

1. UVOD

Proizvodno poduzeće je živ organizam sastavljen od velikog broja međusobno povezanih odjela koji svojom interakcijom omogućavaju odvijanje poslovnih procesa i provedbu projekata. Konstrukcijski ured ima jednu od najznačajnijih uloga u poduzeću, a sve greške koje se jave u radu tog ureda direktno utječu na rad proizvodnje i ostalih odjela. Osnovna djelatnost unutar poduzeća je komunikacija, a točan i pravovremen prijenos ispravnih informacija je osnova za uspješan rad poduzeća. Međutim, često se u komunikaciji javljaju greške, koje zatim uzrokuju zastoje u radu, troškove i gubitke. Posebno je to izraženo u radu konstrukcijskih ureda, koji ne proizvode fizičke proizvode, nego informacije, i kojima su informacije glavna sirovina kojom rukuju. Zbog svega navedenog je od velike važnosti pronaći uzroke grešaka u radu i komunikaciji konstrukcijskog ureda te identificirane uzroke ukloniti.

2. PROCESNI PRISTUP PODUZEĆU

2.1. Organizacija i organizacijska struktura

Riječ organizacija potječe od grčke riječi *organon*, što označava alat, instrument ili spravu. Različiti autori različito definiraju pojam organizacije, no zajedničko im je da je organizacija ljudska tvorevina. Iako je težnja za organiziranjem rada bila prisutna u čitavoj povijesti čovječanstva, organizacija je fenomen 20. stoljeća, jer tada dolazi do pojave organizacije kao znanosti i razvoja brojnih teorija organizacije. Organizaciju je moguće shvatiti kao proces organiziranja i kao rezultat procesa organiziranja. *Sikavica i Hernaus* smatraju da su to dva ključna pogleda na organizaciju iz kojih proizlaze različite definicije organizacije, a ona se u najvećoj mjeri definira kao sredstvo za ostvarenje ciljeva [1].

Struktura je sastavni dio svake organizacije, a također i njezin najvažniji dio. Postoje različite definicije organizacijske strukture, a sve stavljaju naglasak na povezanost dijelova te veze i odnose između ljudi u organizaciji. Prema *Sikavici i Hernausu*, najbolju definiciju organizacijske strukture je dao *M.Babić* koji kaže da organizacijska struktura podrazumijeva sveukupnost veza i odnosa između svih činitelja proizvodnje, kao i sveukupnost veza i odnosa unutar svakog pojedinog činitelja proizvodnje, odnosno poslovanja. Organizacijska struktura je dinamičan element organizacije, podložan stalnim promjenama, a na nju utječe velik broj vanjskih čimbenika, poput okoline u kojoj se organizacija nalazi [1].

Danas je sve naglašeniji procesni pristup organizaciji. Organizacijska struktura i poslovni procesi su jednakovrijedni elementi organizacije, jer bez strukture nema procesa i obrnuto. Struktura predstavlja okvir unutar kojeg se odvijaju poslovni i proizvodni procesi, a poslovni procesi predstavljaju način funkcioniranja organizacije [1].

Unutarnje ustrojstvo bilo koje organizacije definirano je izborom odgovarajuće vrste organizacijske strukture, a ona je rezultat procesa dizajniranja organizacije, odnosno organizacijskog dizajna. Organizacijski dizajn je stalan proces uspostave odgovarajuće organizacijske strukture koja odgovara baš toj organizaciji u konkretnoj situaciji. Ne postoje univerzalna načela organizacije koja bi vrijedila za sve organizacije, a izbor organizacijskog dizajna je zadatak menadžmenta poduzeća. Organizacijska struktura je u velikoj mjeri određena ciljevima i strategijom poduzeća, no također je i rezultat njegovih mnogobrojnih čimbenika. Sve poznate vrste organizacijskih struktura je moguće grupirati u dvije skupine :

- 1) mehanicističke, klasične, tradicionalne (birokratske);
- 2) organske (adaptivne ili prilagodljive).

Ne može se jednoznačno odrediti koji je način organizacije poduzeća bolji, no današnja poduzeća sve više naginju organskim strukturama. Izbor klasične ili organske strukture će ovisiti o uvjetima u kojima se poduzeće nalazi. Primjerice, poduzećima masovne proizvodnje, koja posluju u jednostavnoj i stabilnoj okolini, će odgovarati klasična struktura, dok će poduzećima pojedinačne ili procesne proizvodnje, koja posluju u složenoj i turbulentnoj okolini, odgovarati organska struktura. Danas se gotovo ni u jednom poduzeću neće naići na samo jednu vrstu organizacijske strukture, već se najčešće različite strukture primjenjuju na različitim organizacijskim razinama [1].

2.2. Funkcijska organizacijska struktura

Funkcijska organizacijska struktura je vrsta klasične (birokratske) strukture. Klasične organizacijske strukture još uvijek predstavljaju prevladavajući oblik struktura u poduzećima. Klasičnu strukturu karakterizira [1]:

- specijalizirana podjela rada,
- jasna hijerarhija rukovođenja s lancem zapovijedanja,
- formalno planiranje i zapošljavanje na osnovi kompetentnosti.

Unutar klasično organiziranog poduzeća postoje jasna pravila i procedure koje se moraju poštovati, a poduzeće je naglašeno centralizirano, što uvjetuje vertikalni način komuniciranja, odnosno odozgo prema dolje. Temeljne vrste klasičnih struktura su funkcijske i divizijske organizacijske strukture. Funkcijska struktura može imati oblik čiste funkcijske organizacijske strukture i procesno orijentirane funkcijske organizacijske strukture [1].

Funkcijska organizacijska struktura je oblik strukture u kojoj se podjela rada te grupiranje i povezivanje poslova, kao i formiranje organizacijskih jedinica, obavlja prema odgovarajućim poslovnim funkcijama. Temeljne poslovne funkcije svake organizacije su [1]:

- istraživanje i studij proizvoda;
- razvoj;
- nabava;
- upravljanje ljudskim potencijalima;
- proizvodnja;
- prodaja;
- financije;
- ICT.

Svako poduzeće sadrži iste poslovne funkcije, a o njegovim čimbenicima ovisi kako će ih organizirati u odgovarajuće organizacijske jedinice. Funkcijska organizacijska struktura je najčešći i najrasprostranjeniji oblik organizacijske strukture [1].

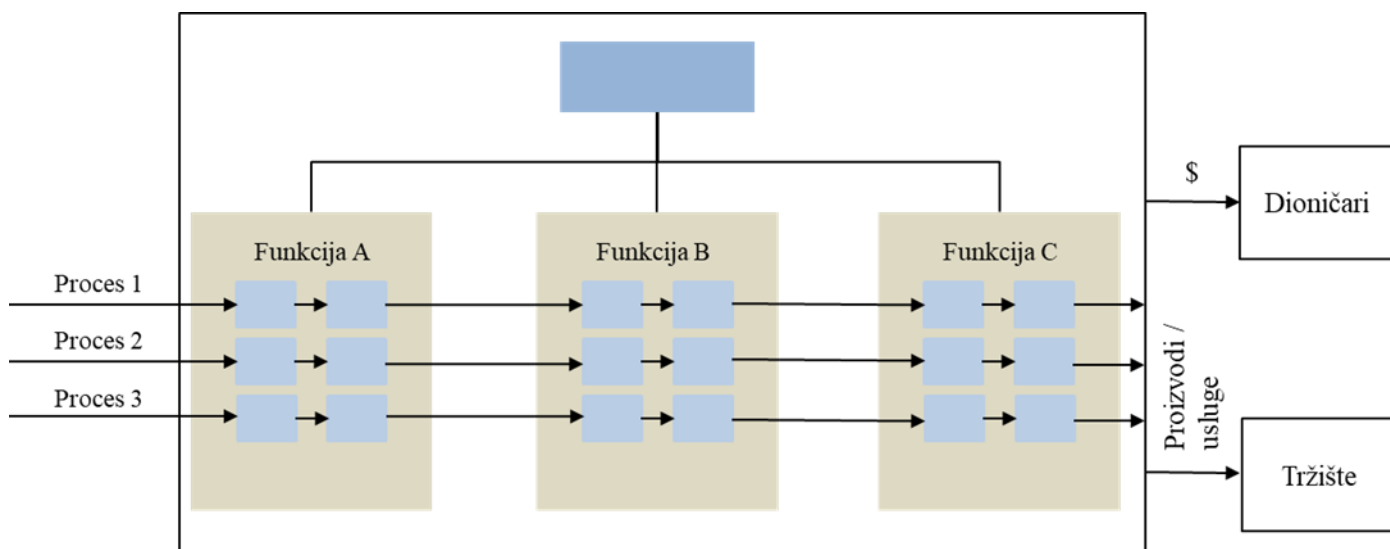
U Tablici 1 su prikazane prednosti i nedostaci funkcijske organizacijske strukture.

Tablica 1. Prednosti i nedostaci funkcijske organizacijske strukture [1]

Prednosti
Visok stupanj specijalizacije i podjele rada
Stručno vođenje i jedinstvena koordinacija poslova istih funkcija
Logična povezanost poslovnih procesa
Naglašavanje važnosti glavnih funkcija
Poštovanje načela specijalizacije po funkcijama
Olakšana obuka i osposobljavanje menadžera
Osiguranje čvrste kontrole od strane vrhovnog menadžmenta
Racionalna upotreba resursa
Niski režijski troškovi
Postizanje efekta ekonomije veličine
Fleksibilnost oblikovanja strukture
Nedostaci
Sporo prilagođavanje promjenama u poslu i okolini
Rascjepkanost poslova i otežanost njihove koordinacije
Odsutnost suradnje i timskog rada funkcijskih menadžera
Sporo i neadekvatno odlučivanje
Nedostatak inovacija
Razvučenost linije koordinacije i komunikacije
Naglašavanje važnosti ciljeva poslovnih funkcija, a ne poduzeća u cjelini
Odsutnost odgovornosti funkcijskih menadžera za konačni poslovni rezultat poduzeća
Ograničavanje razvoja menadžera za preuzimanje funkcija na najvišoj razini menadžmenta

2.3. Procesna organizacijska struktura

Procesna struktura vrsta je organskih organizacijskih struktura. Razvoj organskih organizacijskih struktura započeo je šezdesetih godina 20. stoljeća, a odlikuje ih veća sposobnost prilagodbe na promjene u odnosu na klasične strukture. Karakteriziraju ih vrlo mala ili niska složenost organizacije, blaga formalizacija te dominantno decentralizirani oblik organizacije. Zbog dominantne decentralizacije, komunikacija u poduzeću s organskom strukturom je horizontalna, a ne vertikalna. Danas organske strukture u sve većoj mjeri zamjenjuju klasične, no to ne znači da ih potpuno eliminiraju. Organska struktura ne može egzistirati samostalno, bez klasične strukture kao potpore. Najveći utjecaj na pojavu i razvoj organskih struktura imala je globalizacija te brz razvoj informacijskih i telekomunikacijskih tehnologija. Postoje različiti oblici organskih struktura, a uz projektne i matrične organizacijske strukture, koje čine prijelazni oblik s klasičnih, ističu se mrežna i procesna organizacijska struktura [1].



Slika 1. Model procesne organizacije [1]

Procesna organizacijska struktura je oblik suvremenog organizacijskog dizajna koji u prvi plan stavlja horizontalnu organizaciju. Ona je usko povezana s funkcijskom organizacijskom strukturom, a od nje se također bitno razlikuje. Funkcijska struktura je okvir unutar kojeg se interpolira procesna struktura (Slika 1). Procesna organizacijska struktura je posljedica otklanjanja slabosti funkcijske organizacijske strukture. Ona se temelji na radnom ili poslovnom procesu kao kriteriju za formiranje organizacijskih jedinica ili procesnih timova. U procesnoj organizaciji se javlja i nova vrsta odgovornosti menadžera, a to je odgovornost za pojedine poslovne procese. Menadžeri (vlasnici) procesa koordiniraju sve međufunkcijske aktivnosti koje je potrebno obaviti u nekom procesu. Idealni uvjeti za primjenu procesne organizacijske strukture su [1]:

- neizvjesna i promjenjiva okolina;
- umjereno velika ili velika organizacija;
- nerutinske i visoko međuovisne tehnologije;
- orijentacija na kupca.

U Tablici 2 su prikazane prednosti i nedostaci procesne organizacijske strukture.

Tablica 2. Prednosti i nedostaci procesne organizacijske strukture [1]

Prednosti
Potiće fleksibilnost i brzu reakciju na promjene potreba kupaca
Usmjerava pozornost na stvaranje i pružanje vrijednosti kupcu
Zaposlenici imaju širi uvid u ciljeve organizacije
Potiće timski rad i suradnju
Poboljšava kvalitetu života zaposlenika
Usmjerava resurse na zadovoljstvo kupca
Dramatično poboljšava brzinu i efikasnost
Brzo se prilagođava promjenama u okolini
Smanjuje granice između odjela
Povećava sposobnost da se vidi cijeli tijek rada
Povećava uključenost zaposlenika
Snižava troškove zbog manje strukture općih troškova
Nedostaci
Teško je utvrditi ključne procese i zahtijeva puno vremena
Zahtijeva promjene u kulturi poduzeća
Moguć je otpor tradicionalnih menadžera
Potrebna je obuka zaposlenika kako bi mogli raditi u horizontalnim timovima
Može ograničiti temeljit razvoj vještina
Može ugroziti srednje menadžere i specijaliste
Zahtijeva promjenu „mindseta“
Zahtijeva nove vještine i znanja za upravljanje lateralnim odnosima
Potrebno je više vremena za donošenje odluka u timovima
Moguća neefikasnost ukoliko se loše identificiraju procesi

2.4. Procesni pristup

Svaka se organizacija sastoji od poslovnih procesa, a orijentacija na te procese nudi brojne koristi. Stoga bi svaka organizacija trebala pažljivo pristupiti dizajniranju svojih poslovnih procesa. Za svaku poslovnu aktivnost se može reći da je dio nekog poslovnog procesa, a procesi predstavljaju jezgru funkcioniranja organizacije. U prošlosti se smatralo da se organizacije primarno sastoje od proizvoda ili usluga koji predstavljaju njihove izlaze, a danas se sve više stavlja naglasak na procese kojima se ti proizvodi ili usluge stvaraju. Poslovni procesi ne prikazuju što se obavlja, nego opisuju način na koji se posao obavlja. Horizontalne su prirode i prelaze standardne granice organizacijskih jedinica [1].

Procesna orijentacija predstavlja novu poslovnu filozofiju u kojoj se organizacija promatra iz perspektive kupca, a u njoj ne postoji samo vertikalni, već i horizontalni protok informacija i resursa. Karakterizira ju povezivanje i koordinacija različitih dijelova poduzeća u međuzavisnu cjelinu te zapravo predstavlja novi način razmišljanja u organizacijama. Procesni pristup naglašava unutarnju složenost poduzeća, stavljajući u njezino središte poslovne procese. Osnova procesnog pristupa je orijentacija prema kupcima. Danas je velik naglasak stavljen na okretanje fokusa poduzeća prema kupcu, jer kupci su ti koji diktiraju što će biti uspješno na tržištu, a njihovi zahtjevi se ispunjavaju kroz poslovne procese poduzeća [1].

Procesna orijentacija se može primijeniti u svakoj organizaciji, kao i u različitim dijelovima i na različitim razinama iste. No, uvođenje nove poslovne filozofije često nailazi na otpor unutar same organizacije zbog nesklonosti promjenama zaposlenika i menadžera. Procesni pristup daje prednost procesima nad strukturama u organizaciji, tj. horizontalnom u odnosu na vertikalno. Tako se u prvi plan stavljaju potrebe kupaca, a zadovoljavaju se i zahtjevi dobavljača [1].

U Tablici 3 su prikazane razlike između funkcijskog i procesnog pristupa poduzeću.

Tablica 3. Razlike između funkcijskog i procesnog pristupa poslovanju [1]

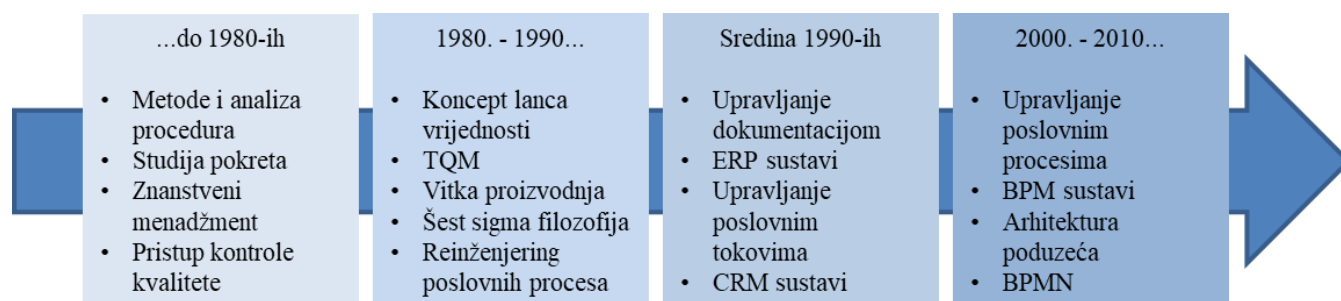
Funkcijski pristup	Procesni pristup
Naglasak na proizvodima i uslugama	Naglasak na poslovnim procesima
Zaposlenici funkcijski usmjereni na zadovoljavanje potreba nadređenih	Zaposlenici procesno orijentirani na zadovoljavanje potreba kupaca
Vertikalna komunikacija i spor protok informacija	Horizontalna komunikacija i brz protok informacija
Duboka hijerarhija i birokratska struktura	Plitka hijerarhija i organska struktura
Funkcijski menadžeri kao ključne pozicije	Vlasnici procesa kao ključne pozicije
Jednostavni i standardizirani proizvodi	Fleksibilni i prilagodljivi proizvodi
Isprekidani radni tokovi	Pojednostavljeni i povezani radni tokovi
Funkcijska suboptimizacija	Timski rad i međufunkcijska suradnja
Konkurencija prilikom raspodjele resursa	Zajednički resursi
Postojanje zapreka između odjela	Organizacija bez granica

Vidljivo je da procesni pristup puno više odgovara današnjim uvjetima u kojima poduzeća posluju. Fokus poduzeća mora biti usmjeren na kupca, jer potrebe kupaca definiraju proizvode, a te potrebe se konstantno mijenjaju. Poduzeća moraju oslušivati zahtjeve svojih kupaca i biti spremna brzo reagirati i prilagoditi se novim izazovima. Zbog toga je poželjno da procesi u poduzeću budu fleksibilni i prilagodljivi, kao i proizvodi koji predstavljaju izlaz tih procesa. Timski rad, povezanost radnih tokova, brz protok informacija, te općenito povezanost unutar organizacije, uz što manje gubitaka, čine osnovu uspješnog poduzeća.

2.4.1. Povijesni razvoj procesnog pristupa

Naglasak na organizaciju proizvodnih procesa stavljen je već pojavom prve industrijske revolucije, a koncept poslovnog procesa se detaljnije počinje proučavati dvadesetih godina 20. stoljeća. Poduzeća su oduvijek pokušavala pronaći nove načine za restrukturiranje i unaprjeđenje poslovanja, iako je tek nedavno stavljen naglasak na nedostatak praktičnih spoznaja dizajniranja, unaprjeđenja i izvođenja poslovnih procesa. Iz proizvodne perspektive, do unaprjeđenja proizvodnih procesa dolazi pojavom znanstvenog menadžmenta, a razvoju procesne inicijative je pridonio i pristup kontrole kvalitete. Poseban doprinos razvoju procesnog pristupa pružila su japanska poduzeća tijekom šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća kroz pokret kvalitete. Svi ti pristupi koji su u korijenu imali shvaćanje da je način za stjecanje prednosti drugačije obavljanje posla, predstavljaju prvu od četiri faze razvoja procesne orijentacije [1].

Druga faza razvoja procesne orijentacije započela je pojavom koncepta lanca vrijednosti, a paralelno su se razvijale i druge slične filozofije poput vitke proizvodnje, potpunog upravljanja kvalitetom, reinženjeringa poslovnih procesa (BPR), statističke kontrole procesa i šest sigma filozofije. Treća faza razvoja procesne orijentacije započinje sredinom devedesetih godina prošlog stoljeća, daljnjim razvojem šest sigma filozofije i odbacivanjem prakse BPR-a. Ona se temeljila na primjeni informacijske tehnologije, informacijskih sustava i softverskih aplikacija kojima se nastojalo automatizirati poslovanje. Tijekom te faze je glavni pokretač procesne inicijative bila tehnologija. Četvrta, trenutno aktualna, faza razvoja procesne orijentacije nastala je na osnovi pogrešaka proizašlih iz neuspješne konceptualizacije i primjene prijašnjih pristupa, razvitkom nove discipline upravljanja poslovnim procesima [1]. Na Slici 2 prikazane su faze razvoja procesne orijentacije.



Slika 2. Faze razvoja procesne orijentacije [1]

2.4.2. Važnost procesnog pristupa

Razumijevanje i primjena procesne orijentacije ključni su za poslovanje u današnjim tržišnim uvjetima. Uspješne organizacije stavljaju fokus na ključne poslovne procese koji dominiraju nad vertikalnim procesima hijerarhijske strukture. Procesi oblikuju izgled organizacijskih struktura, izgled dizajna posla, odgovornosti i potrebne vještine, te su kao takvi najvrjednija imovina poduzeća, čija se vrijednost ne ogleda samo u njihovom izvođenju već i u sposobnosti upravljanja istima. Oni omogućuju poduzeću veću uspješnost po različitim osnovama, između ostalog, po pitanju brzine, troškova, kvalitete i inovacija. Moguće je razlikovati četiri vrste koristi od procesne orijentacije (Tablica 4) [1]:

- izravno povećanje prihoda;
- izravno smanjenje troškova;
- neizravno povećanje prihoda;
- neizravno smanjenje troškova.

Tablica 4. Pozitivni utjecaji procesnog pristupa na uspješnost poslovanja [1]

	Povećanje prihoda	Smanjenje troškova
Izravni utjecaj	<ul style="list-style-type: none"> • povećanje produktivnosti • povećanje efikasnosti • bolja kvaliteta proizvoda i/ili usluga • povećanje tržišnog udjela • veći prihod od prodaje 	<ul style="list-style-type: none"> • racionalizacija poslovanja • kraći vremenski ciklusi • eliminacija redundantnih aktivnosti i aktivnosti koje ne stvaraju vrijednost • manje škarta
Neizravni utjecaj	<ul style="list-style-type: none"> • veća fleksibilnost • češće i brže inovacije • širenje znanja • orijentacija prema kupcima • pozitivan imidž • zadovoljstvo zaposlenika 	<ul style="list-style-type: none"> • bolje razumijevanje poslovnih procesa i veća transparentnost • bolja integracija napora i koordinacija između zaposlenika i organizacijskih jedinica • manja birokracija i rigidnost

2.4.3. Poslovni procesi

ISO 9001:2015 definira proces kao skup međusobno povezanih i međudjelujućih aktivnosti koje koriste ulaze za postizanje željenih rezultata. Ulazi i izlazi iz procesa mogu biti materijalni (materijal, dijelovi, oprema) ili nematerijalni (podaci, informacije, znanje). Procesni pristup uključuje uspostavljanje procesa organizacije da djeluju kao integrirani i cjeloviti sustav, pri čemu [2]:

- sustav upravljanja integrira procese i mjere za postizanje ciljeva;
- procesi definiraju međusobno povezane aktivnosti i provjere radi postizanja željenih rezultata;
- detaljno planiranje i kontrole se mogu definirati i dokumentirati prema potrebi, ovisno o organizaciji.

U poslovnom okruženju se razlikuju tri vrste procesa: radni ili poslovni, bihevioralni i procesi promjena. Radni ili poslovni procesi, koji pretvaraju određene ulaze u određene izlaze, su najopipljivija kategorija procesa u poduzeću. Koncept procesa ključan je za razumijevanje i obavljanje posla unutar poduzeća. Njima se ne određuje samo tijek obavljanja posla, već se naglašava i nužno povezivanje različitih organizacijskih jedinica. Svaki se poslovni proces sastoji od pet ključnih elemenata [1]:

- 1) kupaca;
- 2) skupa aktivnosti;
- 3) ulaza (resursi) i izlaza (proizvodi i usluge);
- 4) ljudi;
- 5) tehnologije.

Poslovni procesi mogu se kategorizirati na razne načine, a postoje tri temeljne dimenzije u okviru kojih se utvrđuju vrste procesa (Tablica 5) [1]:

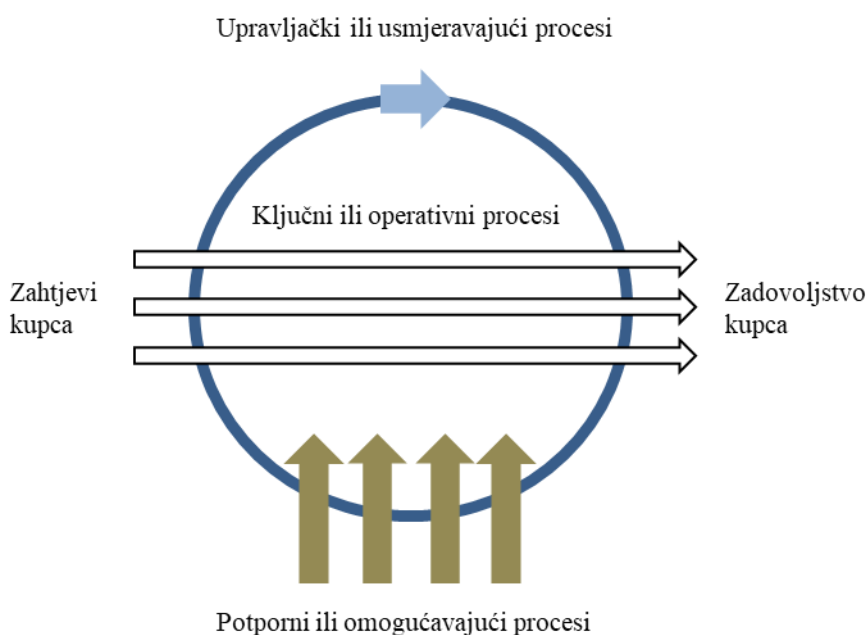
- 1) položaj i smjer procesa;
- 2) priroda procesa;
- 3) vrijednost procesa.

Tablica 5. Vrste poslovnih procesa [1]

Kriterij	Vrste poslovnih procesa			
Položaj i smjer procesa	1. vertikalni 2. horizontalni 3. individualni	1. proizvodni 2. poslovni 3. funkcijski 4. upravljački 5. operativni	1. strateški 2. taktički 3. operativni	1. organizacijski 2. međuorganizacijski
Priroda procesa	1. proizvodni 2. uslužni 3. poslovni	1. upravljački 2. operativni 3. potporni	1. usmjeravajući 2. poslovni 3. omogućavajući	1. manualni 2. automatizirani
Vrijednost procesa	1. procesi koji stvaraju vrijednost 2. procesi koji nude opcije 3. procesi koji čuvaju vrijednost	1. aktivnosti koje dodaju veliku vrijednost 2. aktivnosti koje dodaju vrijednost 3. aktivnosti koje dodaju malu vrijednost	1. aktivnosti koje dodaju vrijednost 2. aktivnosti koje ne dodaju vrijednost 3. aktivnosti koje predstavljaju troškove	

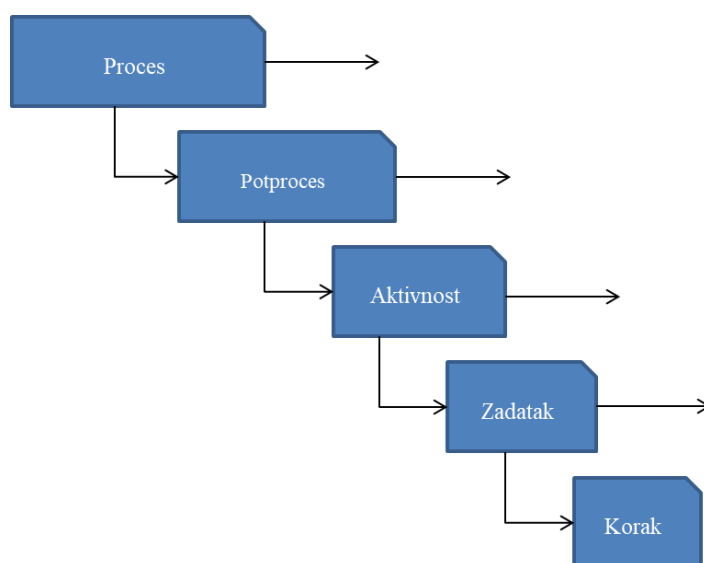
Danas je uobičajena podjela poslovnih procesa na sljedeće tri vrste (Slika 3) [1]:

- 1) upravljački ili usmjeravajući procesi;
- 2) ključni, temeljni ili operativni procesi;
- 3) potporni, omogućavajući ili administrativni procesi.



Slika 3. Podijela poslovnih procesa [1]

Broj poslovnih procesa u nekom poduzeću usko je vezan uz njihovu složenost, a nju je moguće promatrati kroz vertikalnu i horizontalnu dimenziju. Vertikalna složenost vezana je uz procesnu hijerarhiju i način na koji se procesi više razine raščlanjuju na procese niže razine. Horizontalna složenost se odnosi na procesnu integraciju, odnosno na stupanj povezanosti različitih poslovnih procesa najčešće iste hijerarhijske razine. U svakom poduzeću postoji naglašena procesna hijerarhija, a procesi se protežu od globalnih procesa, preko grupa procesa, procesa, potprocesa i aktivnosti do zadataka i koraka (Slika 4) [1].



Slika 4. Procesna hijerarhija [1]

3. LEAN MENADŽMENT

Pojam „lean“ se prvi puta pojavio u knjizi „The machine that changed the world“ J.P. Womacka i D.T. Jonesa, a samo značenje riječi je „vitak“, što u proizvodnji predstavlja manje obrade, manje skladišta, manje vremena te manje investicija [3]. Postoji nekoliko definicija Lean menadžmenta, a neke od njih su:

- Lean je proizvodna filozofija koja, kada je implementirana, skraćuje vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda, eliminirajući sve izvore rasipanja (gubitaka) u proizvodnom procesu [3];
- Lean je način upravljanja organizacijom koji podržava koncept kontinuiranog poboljšanja, dugoročni pristup poslu koji traži postizanje malih, inkrementalnih promjena u procesu kako bi se povećala efikasnost i kvaliteta [4];
- Lean je metoda upravljanja poslom u organizaciji s ciljem poboljšanja performansi, posebno kvalitete i profitabilnosti proizvodnih procesa [5].

Osnovno načelo Lean-a je da se proizvodi točno ono što kupac želi, tj. naglasak je stavljen na potrebe kupca. Kako bi se to postiglo, potrebno je organizirati proizvodne procese, učiniti ih fleksibilnima i učinkovitima, skratiti njihovo trajanje, izbaciti sve nepotrebne aktivnosti i minimizirati gubitke [3].

Lean je način razmišljanja, a ne lista stvari koje treba odraditi [6]. Ne postoji standardni način uspostave Leana u poduzeću jer svako poduzeće ima različite potrebe. Lean principi nisu nastali iz teoretskog razmatranja, već su razvijeni u praksi. Oni nisu primjenjivi samo u proizvodnim poduzećima, već u bilo kojoj organizaciji. Lean se može primijeniti gdje god postoji proces. U središtu Lean metodologije su procesi i postizanje izvrsnosti, te ona stavlja poseban naglasak na [3][7]:

- uvažavanje ljudi;
- prepoznavanje i otklanjanje gubitaka;
- kontinuirano unaprjeđenje.

John Bicheno smatra da je jedan od načina razumijevanja Leana da se na njega gleda kao na provjeren pristup za odmak od sve neprikladnije „ekonomije razmjera“ i usvajanje „ekonomije vremena“. Za njega je Lean prevencija gubitaka, vrijednost, sustav, proces, revolucija i evolucija, distribucija odgovornosti, usluga i ekologija, a ne skup alata. Glavni cilj je postizanje brzog i fleksibilnog toka. Brzog, jer je brzina osnova Lean-a, te fleksibilnog, jer danas se zahtjeva da procesi budu fleksibilni i lako prilagodljivi promjenama na tržištu. Da bi se to postiglo, potrebno je srušiti tradicionalne barijere između odjela u poduzeću, što zahtijeva promjenu načina razmišljanja zaposlenika i menadžera. Pet osnovnih principa Lean metodologije, prikazanih na Slici 5, su [8]:

- 1) definirati vrijednost sa stajališta kupca;
- 2) mapirati tok vrijednosti;
- 3) uspostaviti tok posla;
- 4) uspostaviti „pull“ sustav;
- 5) kontinuirano usavršavati i težiti savršenstvu.



Slika 5. Pet osnovnih Lean principa [9]

3.1. Povijest Lean menadžmenta

Lean je kao metodologija razvijen u Toyotinim proizvodnim sustavima (eng. Toyota Production Systems, TPS). Po završetku Drugog svjetskog rata, industrija SAD-a je bila najrazvijenija na svijetu te je prijetila ulaskom na japansko tržište. Tadašnji je Toyotin predsjednik, Kiichiro Toyoda (Slika 6), ustanovio da je jedina nada za opstanak japanske autoindustrije sustizanje SAD-a u roku tri godine. Svoju ideju je predstavio Taiichi Ohnu, jednom od Toyotinih glavnih inženjera, koji se danas smatra začetnikom Toyotinog proizvodnog sustava. Ohno je sa suradnicima otputovao u SAD i posjetio Fordovu tvornicu u Michiganu te je tamo uvidio Fordov ključ uspjeha – masovnu proizvodnju. Ford je njegovao ekonomiju obujma, proizvodio velike serije, imao velike skladišne prostore i snažnu vertikalnu integraciju procesa, što je za američko tržište bila dobitna kombinacija [6].



Slika 6. Kiichiro Toyoda [10]

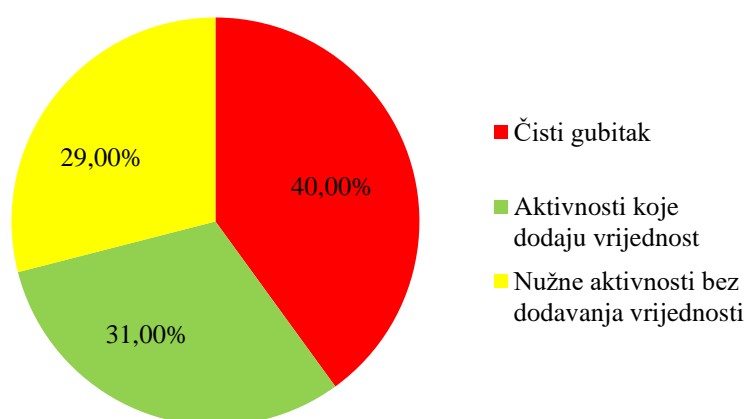
Toyota se nije mogla pouzdati u takav način rada jer je japansko tržište bilo malo i fragmentirano, postojao je manjak radne snage, prirodni resursi su bili oskudni, nedostajalo je prostora i nije postojao značajan kapital za ulaganje u industriju. Zbog toga je odlučeno napraviti potpuni zaokret u poslovanju, a kompanija se fokusirala na proizvodnju manjih serija različitih modela, koji će biti kvalitetni i pouzdani, a usto i cjenovno prihvatljivi, što je postavilo temelje postanka TPS-a. Procesi koji su uslijedili u sljedećim godinama postavili su osnovu za razvoj Lean razmišljanja. Primjena Lean razmišljanja prometnula je japanske proizvođače u sam vrh svjetske industrije, a danas je to opće prihvaćen način razmišljanja u poduzećima diljem svijeta [6].

3.2. Vrijednost i gubitci

Lean je proces uklanjanja gubitaka s ciljem stvaranja vrijednosti [6]. Vrijednost je sve ono što je kupac spreman platiti, a to se može promatrati iz sadašnje i buduće perspektive. Sve aktivnosti u lancu vrijednosti mogu se podijeliti u tri skupine [3]:

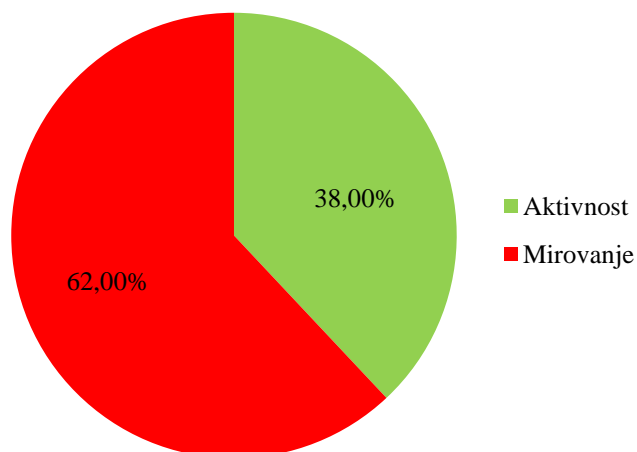
- 1) aktivnosti koje dodaju vrijednost;
- 2) aktivnosti koje ne dodaju vrijednost, ali su neophodne;
- 3) aktivnosti koje ne donose vrijednost.

Dok tradicionalni način optimiranja procesa u fokusu ima aktivnosti koje dodaju vrijednost, Lean stavlja naglasak na eliminaciju nepotrebnih aktivnosti i skraćivanje trajanja neophodnih aktivnosti koje ne dodaju vrijednost [3]. Iako većina procesa na kraju rezultira kvalitetnim proizvodom, zahvaljujući profesionalnom i predanom radu inženjera i menadžera, to ne znači da je efikasnost procesa na nivou na kojem bi trebala biti. U većini procesa postoji prostor za poboljšanja koja će proces znatno ubrzati. Među LAI-ovim inženjerima provedeno je istraživanje u kojem se od njih tražilo da procijene koliko vremena troše na zadatke koji direktno dodaju vrijednost, koliko na one koji ne dodaju vrijednost, ali su nužni za proces, a koliko na one koji su čisti gubitak. Dobiveni rezultati pokazali su da je tek oko 30% vremena utrošeno na zadatke koji dodaju vrijednost, a da je čak 40% čisti gubitak vremena (Slika 7) [11].

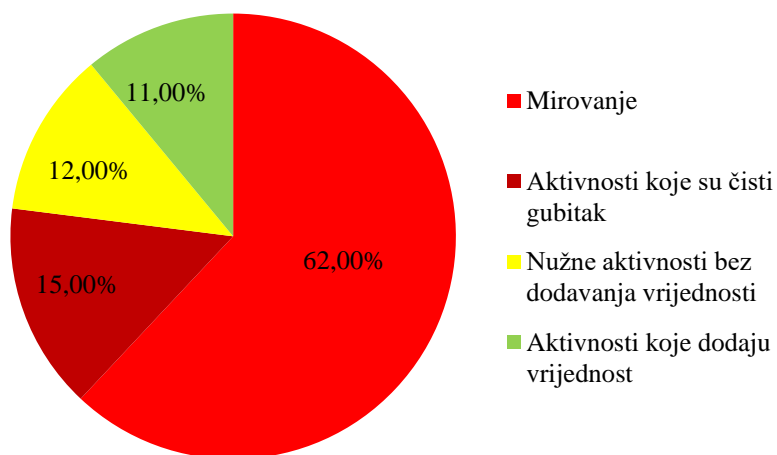


Slika 7. Procjena aktivnosti LAI inženjera [11]

Kada se pratilo same inženjere u njihovom poslu, pokazalo se da su oni čak 60% vremena neaktivni (Slika 8), tj. „na čekanju“, što je kombinirano dalo podatak da je čak 77% vremena inženjera čisti gubitak (Slika 9) [11].



Slika 8. Procjena aktivnosti rada LAI inženjera [11]



Slika 9. Kombinirana procjena rada LAI inženjera [11]

Gubitci (eng. waste, jap. muda) su elementi proizvodnog procesa koji ne sadrže nikakvu vrijednost, tj. aktivnosti koje ne donose vrijednost proizvodu. Oni su neizostavan dio Leana, a bitno je razumjeti da [3][8]:

- eliminacija gubitaka je sredstvo za postizanje idealnog Lean procesa, ali nije i njegov kraj;
- prevencija gubitaka je jednako bitna kao i njihova eliminacija;
- gubitci su suprotnost vrijednosti.

Taiichi Ohno je definirao sedam vrsta gubitaka koji se javljaju u proizvodnim poduzećima, a njima se danas može dodati još jedan, što čini 8 osnovnih vrsta gubitaka:

- 1) prekomjerna proizvodnja;
- 2) transport;
- 3) čekanje;
- 4) nepotrebne kretnje;
- 5) zalihe;
- 6) prekomjerna obrada;
- 7) škart;
- 8) neiskorišteni ljudski potencijali.

Prekomjerna proizvodnja obuhvaća stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržištu, izvođenje operacija koje nisu neophodne, stvaranje dokumentacije koja nije potrebna, loše predviđanje zahtjeva tržišta, slanje uputa prema previše ljudi, proizvodnju za svaki slučaj, itd. Gubitci u transportu događaju se kod nepotrebnog kretanja materijala između operacija ili skladišta, kod korištenja starih i neučinkovitih „layouta“ kretanja materijala, te ako postoji neučinkovit transport informacija. Neuspješna komunikacija je također vrsta transportnog gubitka, gdje dolazi do gubitka podataka te nekompatibilnosti i nepouzdanosti informacija. Čekanje podrazumijeva vrijeme čekanja između operacija, čekanje radnika na strojevima, čekanje na podatke, odobrenja, informacije te čekanje na isporuku. Nepotrebno kretanje uzrokuje loš raspored strojeva, loša ergonomija radnog mjesta, kretanja ljudi radi dolaska do informacija i naknadne operacije. Zalihe su povezane s prekomjernom proizvodnjom, a predstavljaju zamrznuti kapital u skladištima. Prekomjerna obrada događa se kod loše dizajniranih proizvoda i proizvodnih postupaka te kod nedostatka potrebne opreme. Zaključno, sve greške uzrokuju škart, koji je sam po sebi čisti gubitak [3].

Danas postoje i nove vrste gubitaka koje se mogu dodati originalnom popisu, a to su [8]:

- 9) efikasna izrada krivog proizvoda;
- 10) neprikladni sustavi;
- 11) gubitak energije i vode;
- 12) gubitak materijala.

Efikasna izrada krivog proizvoda je zapravo potvrda važnosti prvog Lean principa, a to je pravilno definiranje vrijednosti. Zaposlenici su velik potencijal svakog poduzeća te je potrebno njihovo uključivanje u procese poduzeća, kao i poticanje njihove kreativnosti i samostalnosti. Primjer neprikladnih sustava su softverska rješenja koja se ne koriste ili koja nisu prikladna za korištenje u poduzeću. Danas se naglasak sve više stavlja na smanjenje utroška energije, korištenje energije iz obnovljivih izvora te na smanjenje utroška vode. Također, teži se manjem gubitku materijala tijekom životnog ciklusa proizvoda, što uključuje čuvanje materijala prilikom konstruiranja, proizvodnje, upotrebe, a recikliranjem i ponovnim korištenjem, i nakon završetka upotrebe proizvoda [8].

Primjenom Leana u poduzeću postižu se brojne pozitivne promjene te se poboljšavaju svi dijelovi procesa na svim hijerarhijskim razinama. Neke od promjena su [4][7]:

- inteligentniji poslovni procesi;
- poboljšana upotreba resursa;
- povećana efikasnost i produktivnost;
- veća kvaliteta proizvoda i usluga;
- niži troškovi.

Velik broj grešaka u poduzeću nastaje kao posljedica gubitaka u informacijskim tokovima, što uključuje i tok informacija unutar konstrukcijskog ureda, kao i tok informacija između konstrukcijskog ureda i ostalih odjela u poduzeću. Također, glavna sirovina kojom se rukuje u konstrukcijskom uredu nije materijalnog oblika, već su to ideje, koncepti, računalni modeli, simulacije i općenito informacije. Stoga je potrebno identificirati što više postojećih informacijskih gubitaka unutar informacijskih tokova. Informacijski gubici se mogu klasificirati prema sedam vrsta gubitaka koje se prema Leanu pronalazi u tvornici, što je prikazano u Tablici 6 [11].

Tablica 6. Informacijski gubici [11]

Vrsta gubitaka	Informacijski gubici u razvoju proizvoda
Čekanje	Kasna doprema informacija; Prerana doprema informacija (uzrokuje prepravke)
Zalihe	Manjak kontrole; Previše informacija; Komplicirano dohvaćanje informacija; Zastarjele informacije
Prekomjerna obrada	Nepotrebna serijska proizvodnja; Prekomjerno/Prilagođeno oblikovanje; Previše iteracija
Prekomjerna proizvodnja	Kreiranje nepotrebnih podataka i informacija; Prekomjerno širenje informacija; Guranje, a ne povlačenje podataka
Transport	Nekompatibilnost informacija; Nekompatibilnost softvera; Neuspješna komunikacija; Sigurnosni problemi
Nepotrebne kretnje	Manjak direktnog pristupa; Hodanje u procesu
Škart, dorada	Žurba; Manjak provjera, testiranja i verifikacija; Manjak interpretiranja (dostava „sirovih“ podataka, umjesto informacija i znanja)

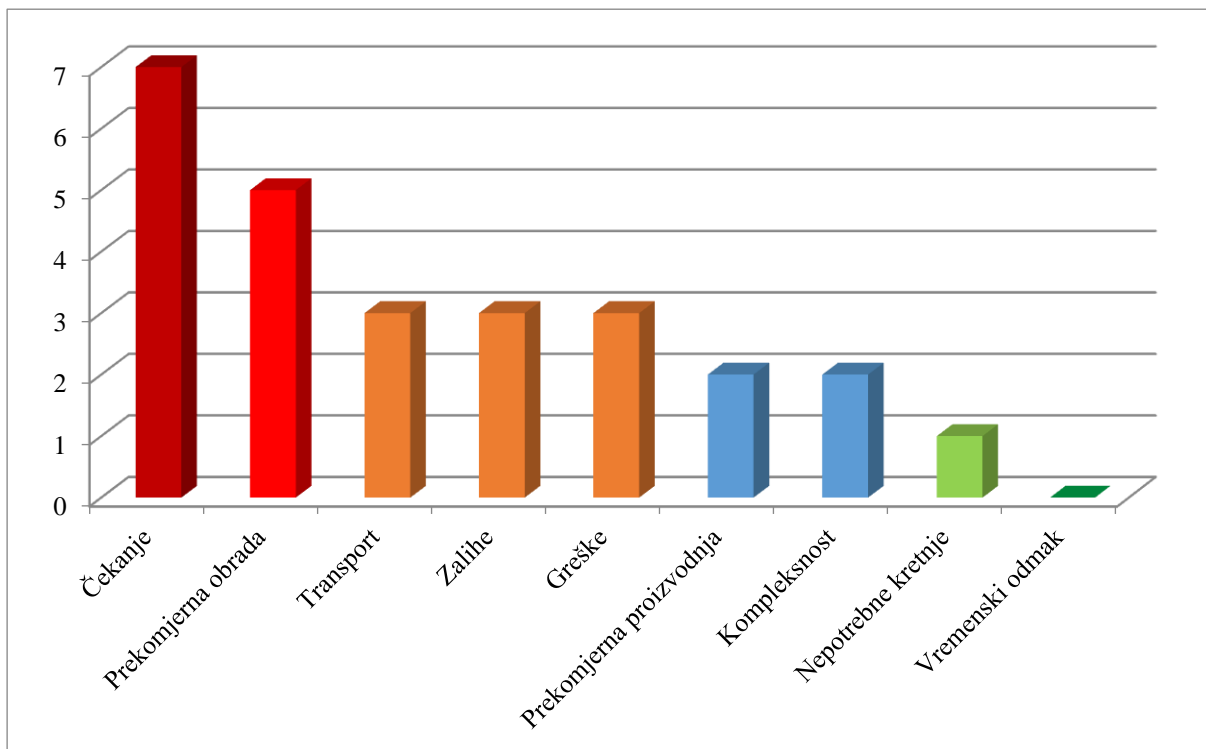
U Tablici 7 prikazni su primjeri informacijskih gubitaka u radu konstrukcijskog ureda i uzroci zbog kojih se javljaju.

Tablica 7. Primjeri i uzroci informacijskih gubitaka [11]

Vrsta informacijskog gubitka	Primjeri	Uzroci
Čekanje	Ljudi čekaju informacije	<ul style="list-style-type: none"> • Manjak pristupa • Nepravodobno ažuriranje baza podataka • Višestruka odobravanja • Proces loše dizajniran i izveden za pružanje informacija
	Informacije čekaju ljude	<ul style="list-style-type: none"> • Prerano stvorene informacije mogu postati zastarjele do trenutka upotrebe
Zalihe	Previše informacija	<ul style="list-style-type: none"> • Loše shvaćanje korisničkih potreba
	Višestruki/suvišni izvori	<ul style="list-style-type: none"> • Težnja da svi sačuvaju vlastite datoteke
	Zastarjele informacije	<ul style="list-style-type: none"> • Nedostatak kontrole verzije informacija • Manjak discipline sustava koji radi ažuriranje novih i brisanje starih informacija • Neadekvatni standardi i prakse pohranjivanja informacija
	Informacije „za svaki slučaj“	<ul style="list-style-type: none"> • Prikupljanje, procesuiranje i spremanje svakog elementa podataka kojeg se sudionici procesa mogu dosjetiti, bez obzira postoji li ili ne postoji korist
Prekomjerna obrada	Prekomjerno/prilagođeno oblikovanje	<ul style="list-style-type: none"> • Manjak standardizacije
	Brojni, fragmentirani izvještaji	<ul style="list-style-type: none"> • Loš dizajn izlaza (output design) • Manjak razumijevanja potreba korisnika izlaza procesa
	Nepotrebna serijska proizvodnja	<ul style="list-style-type: none"> • Loš dizajn sistema (system design) • Nedostatak razumijevanja mogućnosti istodobne obrade
	Prekomjerna dopuštenja za puštanje informacija	<ul style="list-style-type: none"> • Zapovjedni i kontrolni mentalitet • Zaštita položaja
Prekomjerna proizvodnja	Nepotrebno detaljiranje i točnost	<ul style="list-style-type: none"> • Sklonost predizajniranju • Više detalja nego što je potrebno u ranom dizajnu
	Guranje, a ne povlačenje, podataka i informacija	<ul style="list-style-type: none"> • Nekontroliran proces
	Prekomjerno širenje informacija	<ul style="list-style-type: none"> • Loše razumijevanje potreba sudionika • Slanje svih podataka svima, umjesto zadovoljavanja specifičnih potreba

Transport	Informacije kojima rukuje velik broj ljudi prije nego dođu do korisnika	<ul style="list-style-type: none"> • Manjak direktnog pristupa zbog ograničenja IT sustava, organizacijska neefikasnost, gomilanje znanja, sigurnosni problemi
	Lov na informacije	<ul style="list-style-type: none"> • Manjak čistih putanja za protok informacija, neuspjeh procesa u proizvodnji informacija
	Ponovno formatiranje ili ponovni ulaz podataka	<ul style="list-style-type: none"> • Nekompatibilni tipovi informacija • Nekompatibilni softveri i alati • Manjak dostupnosti, znanja ili edukacije o konvertiranju i povezivanju sustava
	Promjena računala za pristup informacijama	<ul style="list-style-type: none"> • Nekompatibilnosti softvera i hardvera • Podrška informacijskog sustava
Nepotrebne kretnje	Hodanje do informacija, prikupljanje ispisanih materijala	<ul style="list-style-type: none"> • Manjak distribuiranog, direktnog pristupa • Manjak pravocrtnog pristupa • Nedostatak digitalnih verzija zabilježenih informacija
	Pretjerana tipkovnica, operacije s mišem	<ul style="list-style-type: none"> • Manjak edukacije/iskustva • Loše dizajnirana korisnička sučelja • Nekompatibilni programski paketi • Previše informacija za razvrstavanje
	Loš psihološki aranžman ili organizacija	<ul style="list-style-type: none"> • Članovi tima nisu na istoj lokaciji • Organizacijska struktura koči formiranje pravih timova
Škart, dorada	Greške u izvještajima/ulaznim podacima	<ul style="list-style-type: none"> • Ljudska pogreška • Loše dizajnirani ulazni predlošci
	Greške u informacijama koje se pružaju korisnicima	<ul style="list-style-type: none"> • Nedostatak discipliniranih revizija, testova i provjera
	Informacija korisniku nema smisla	<ul style="list-style-type: none"> • Dostavljanje „sirovih“ podataka, dok korisnik treba informacije, preporuke ili odluke

Robert R. Slack je proveo istraživanje o gubitcima u procesu razvoja proizvoda i radu konstrukcijskog ureda na temelju 25 ispitanih poduzeća, gdje je tražio da navedu barem jedan gubitak koji se javlja u njihovom radu. Rezultate je klasificirao u sedam vrsta gubitaka, a nadodao je još dvije kategorije: Kompleksnost i Vremenski odmak. Čekanje i Prekomjerna obrada pokazali su se kao najčešća vrsta gubitaka. Na Slici 10 je dan kvalitativni prikaz rezultata istraživanja [11].



Slika 10. Kvalitativni prikaz rezultata istraživanja Roberta R. Slacka [11]

3.3. Alati Lean menadžmenta

Lean menadžment sadrži set snažnih alata za promjenu poslovnih procesa i kulture zaposlenika, no postoji opasnost u promatranju Leana kao „kutije s alatom“. Svaki alat će dati dobre rezultate čak i ako se koristi individualno, ali bitna je integracija različitih alata i promatranje toka vrijednosti u poduzeću. Postoje brojni Lean alati, a neki od njih su [8][12]:

- 5S;
- Kaizen;
- SMED;
- Mapiranje toka vrijednosti;
- Vizualni menadžment;
- Poka-Yoke;
- Kanban;
- Andon;
- Gemba;
- Just-In-Time;
- Standardizacija;
- TPM.

3.3.1. 5S

5S je jedan od najosnovnijih Lean alata, a jednako se primjenjuje i u uredima i proizvodnim pogonima. To je koncept koji potiče iz Toyotinih pogona, a cilj mu je poboljšanje načina rada unutar tvornice ili bilo kakve organizacije. Primjenom 5S-a postiže se veća efikasnost i sigurnost radnika, a metoda se sastoji od 5 koraka [3]:

- 1) sortirati (jap. seiri);
- 2) dovesti u red (jap. seiton);
- 3) očistiti (jap. seiso);
- 4) standardizirati (jap. seiketsu);
- 5) održavati (jap. shitsuke).

Prvi korak je sortiranje predmeta u radnom prostoru, tj. identifikacija svih stvari koje su nepotrebne za rad i njihova eliminacija iz radnog prostora. To uključuje odabir potrebnih alata, spremanje trenutno nepotrebnih alata i materijala i bacanje onih koji su potpuno nepotrebni. Drugi korak je dovođenje radnog mjesta u red. Često korišten alat bi se trebao nalaziti na dohvata ruke, dok bi alati koji se koriste povremeno trebali biti dalje odloženi. Alati bi trebali biti poredani prema redoslijedu korištenja i funkcionalno grupirani. Bitno je dodati oznake na radno mjesto, jasno označiti pozicije i misliti na ergonomiju. Radno mjesto i korištene alate treba konstantno čistiti, na dnevnoj bazi. Četvrti korak je uspostava standardnih radnih rutina i stvaranje navika zaposlenika. Zaključno, završni i najvažniji korak je samodisciplina ili održavanje uspostavljenog reda. Danas se uz osnovnih pet često navodi i šesti „S“, a to je sigurnost. Uvođenje 5S metodologije u svakodnevni rad zahtjeva promjenu načina razmišljanja i općenito spremnost na promjene te postoji velika opasnost od povratka na staro. Zbog toga je potrebno održavati disciplinu radnika, mijenjati njihov „mindset“ i stvarati trajne radne navike koje povećavaju efikasnost rada. Na Slici 11 prikazana je primjena 5S metode u načinu spremanja alata na radnom mjestu [3][8].



Slika 11. 5S u načinu spremanja alata na radnom mjestu [13]

U poslovnim procesima poduzeća nered se javlja, ne samo na radnim mjestima, nego i u komunikaciji i toku informacija. Zbog toga je moguće provesti i informacijski 5S. Informacijski 5S podrazumijeva primjenu 5S metodologije u baratanju informacijama. Sve informacije moraju biti uredno spremljene, a sav nered (zastarjele varijante, skice, netočni radovi) mora biti uklonjen. Dobra informacija je ona koja je sortirana i spremljena sistematično, standardizirano i jednostavno. Informacijski sustavi bi trebali biti jednostavni i sigurni, sa standardiziranim aplikacijama te antivirusnom zaštitom [11].

3.3.2. *Kaizen*

Kaizen je snažan alat za postizanje kontinuiranog poboljšanja u poduzeću. Sama riječ dolazi iz kombinacije japanskih riječi „kai“ (hrv. promjena) i „zen“ (hrv. dobro), a znači promjenu na bolje ili kontinuirano poboljšanje (Slika 12). Metoda uključuje poticanje svih zaposlenika na svakodnevna mala poboljšanja te na aktivno sudjelovanje u radionicama, gdje se radi na rješavanju konkretnih problema. Sama metoda ne uzrokuje troškove poduzeću, jer su potrebni resursi radnici, a uzrokuje veće zadovoljstvo radnika, bolje procese i općenito napredak poduzeća [3][9].



Slika 12. Podrijetlo riječi „Kaizen“ [14]

Kaizen metoda je nešto što dolazi prirodno, jer svaki radnik želi obavljati posao efikasnije, svako poduzeće želi brže i bolje procese, a također svaki zaposlenik u poduzeću želi biti uključen u donošenje odluka i provođenje promjena. Provođenje Kaizena može kočiti strah zaposlenika od posljedica, pa je bitno naglasiti da cilj metode nije traženje krivca, već traženje i rješavanje problema. Najbolji način za to su Kaizen radionice, na kojima interdisciplinarni tim zaposlenika rješava konkretan problem, uz podršku menadžmenta poduzeća. Na radionici se prepoznaje problem, traži prostor za poboljšanja, analiziraju uzroci problema i definira plan mjera. Potrebno je shvatiti trenutno stanje i definirati buduće ciljano stanje, a zatim primjenom Plan-Do-Check-Act metodologije uspostaviti kontinuirane pomake prema tom ciljanom stanju. Bitan element Kaizena je usvajanje samokritičnog pogleda kod svih zaposlenika poduzeća, što znači da će zaposlenici konstantno preispitivati procese na kojima rade i da će tražiti prostor za poboljšanje, čak i u slučaju da proces radi bez greške [3][9].

Kaizen karakteriziraju poboljšanja koja dolaze od malih promjena i koja ne zahtijevaju velika ulaganja, ideje koje dolaze iz sposobnosti i iskustva samih radnika te orijentacija na procese. Srce metode čini 5 principa čija je implementacija u poslovanje poduzeća osnovni preduvjet za kontinuirano poboljšanje, a to su [15]:

- 1) poznavanje kupaca;
- 2) uspostava toka i uklanjanje gubitaka;
- 3) gamba šetnja;
- 4) poticanje zaposlenika;
- 5) transparentnost.

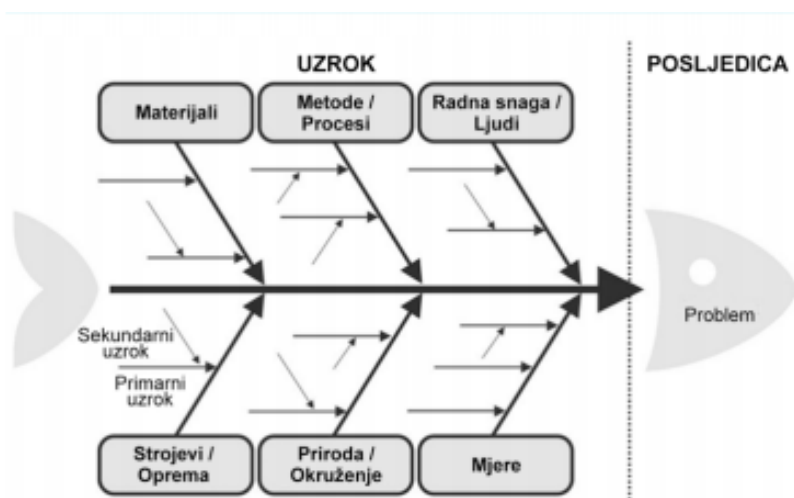
Osnova za predlaganje poboljšanja je poznavanje potreba kupaca. Poboljšanje mora biti isplativo, a čak je i najbolje poboljšanje loše ako je promašeno. Zbog toga poduzeća moraju biti orijentirana na kupce i sva poboljšanja predlagati u skladu s njihovim potrebama. Uklanjanje gubitaka je cilj svakog poduzeća, a naravno i osnovni cilj Kaizen metode. Kako bi se problemi ispravno uočili potrebno je otići na mjesto problema, što je puno bolje od čitanja izvještaja, zbog mogućnosti krive interpretacije ili lošeg shvaćanja problema. Sve zaposlenike treba poticati i nagrađivati za predložena i implementirana poboljšanja, a također treba jasno izložiti sve rezultate na vidljiva mjesta i transparentno voditi proces.

Prilikom provedbe Kaizena u poduzeću, potrebno je na umu imati nekoliko osnovnih pravila, kako bi proces uspostave kontinuiranog poboljšavanja bio što uspješniji [15]:

- 1) preispitivati sadašnje stanje;
- 2) misliti „kako nešto napraviti“, umjesto „zašto se ne može napraviti“;
- 3) prestati tražiti izgovore;
- 4) ne očekivati savršenstvo nakon prvog pokušaja;
- 5) ispraviti pogreške odmah;
- 6) ne trošiti novac;
- 7) mudrost dolazi na vidjelo kada se susretne s problemom;
- 8) pitati zašto 5 puta i tražiti uzrok problema;
- 9) tražiti mudrost desetero ljudi radije nego znanje jednog;
- 10) mogućnosti Kaizena su beskonačne.

Kako bi se neki problem riješio efikasno, potrebno je pronaći njegov pravi uzrok. Često su korijenski uzroci problema duboko sakriveni i neočiti, a rješavanje očitih uzroka neće dati željene rezultate. Zbog toga su razvijene tehnike za traženje uzroka problema, a jedna od najpoznatijih je analiza uzroka i posljedica (eng. Root-Cause Analysis, RCA), razvijena u Toyoti pedesetih godina 20. stoljeća. Ona predstavlja skup metoda za traženje uzroka problema i grešaka u radu zaposlenika, strojeva ili procesa, a metode koje se primjenjuju razlikuju su od problema do problema. Neke od metoda RCA tehnike su [16]:

- 5 zašto;
- FMEA;
- SIPOC;
- dijagram toka procesa, informacija, sustava;
- Ishikawa dijagram (Slika 13);
- Pareto dijagram.



Slika 13. Ishikawa dijagram [16]

3.3.3. *Mapiranje toka vrijednosti*

Mapiranje toka vrijednosti (eng. Value Stream Mapping, VSM) je Lean tehnika koja se koristi za dokumentiranje, analizu i poboljšanje protoka informacija ili materijala potrebnih za proizvodnju proizvoda ili usluga. Tok vrijednosti niz je koraka koje poduzeće mora poduzeti kako bi isporučilo proizvod ili uslugu koje njihovi kupci zahtijevaju. Mapiranje toka vrijednosti (VSM) pruža nam strukturiranu vizualizaciju ključnih koraka i odgovarajućih podataka potrebnih za razumijevanje i uvođenje poboljšanja koja optimiziraju čitav proces, a ne samo jedan dio na štetu drugog [17][18].

Za razliku od procesnih mapa ili dijagrama toka, koji prikazuju samo korake koji su uključeni u proces, VSM prikazuje znatno više informacija. VSM omogućuje članovima tima da vide gdje se stvarna vrijednost dodaje u procesu. Da bi se pravilno analiziralo neki proces pomoću VSM-a, potrebno je poznavati sve njegove korake, imati sve potrebne informacije i razumjeti ga do najmanjih detalja [18].

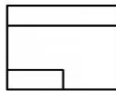








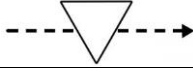








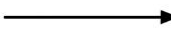







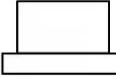



Uobičajeni postupak promatranja nekog procesa započinje mapiranjem trenutnog stanja, traženjem gubitaka i završava crtanjem budućeg stanja. Postupak mapiranja trenutnog stanja moguće je razložiti na tri koraka [11]:

- 1) raspodjela zadataka i tokova informacija;
- 2) prikupljanje podataka o izvedbi zadataka te, u nekim slučajevima, tokovima informacija;
- 3) procjena načina stvaranja vrijednosti.

Kao osnova za dobar početak rada i sagledavanje šire slike, mogu se iskoristiti neki drugi oblici mapa procesa, poput gantograma ili Wardove mape. Ako već ne postoje, one se vrlo brzo mogu izraditi, a imaju brojne prednosti poput prikaza preklapanja zadataka i razine truda uloženog u neki zadatak [11].

U VSM-u se koristi standardni set industrijski prepoznatih simbola za mapiranje procesa poduzeća, od sirovine do gotovog proizvoda. Svi simboli i njihovo značenje prikazani su u Tablici 8.

Tablica 8. VSM simboli za prikaz procesa [19]

Simbol	Opis	Simbol	Opis
	Proces		Povlačenje materijala
	Dobavljač / Kupac		Tok First In-First Out
	Podatkovna tablica		Proizvodni kanban
	Transport materijala		Povlačeći kanban
	Push tok		Signalni kanban
	Prijevoz kamionom		Kanban u serijama
	Prijevoz vlakom		Kanban kutija
	Prijevoz brodom		Sigurnosna zaliha
	Prijevoz avionom		Ulazno uravnoteženje
	Tok informacija		Iteracija
	Elektronski tok informacija		Kaizen bljesak
	Zalihe		Radnik/Operater
	Inbox		Telefon
	Elektronski inbox		Fizička provjera/odobrenje
	Samoposluga		Zastoj

Prvi korak je identificirati zadatke koji čine proces i osnovne tokove informacija između tih zadataka. Potrebno je rano donijeti odluku o tome koliko detaljno se želi razložiti proces. Predetaljno razloženi proces postaje teško za pratiti, a prejednostavno razlaganje ne daje potpun uvid. Iskustvena procjena LAI-ovih inženjera je da je 10 do 30 zadataka dovoljno za dobivanje dobrog uvida u proces. Prikupljanje i upotreba podataka zahtjeva balans između uloženog truda i očekivane isplativosti. Iako je prikupljanje podataka zahtjevan posao, moguće ih je prikupiti previše, što se naziva „paraliza analiziranjem“. Druga pogreška je pretpostaviti teoriju i prikupljati podatke koji će ju potvrditi. Glavni izvor podataka su ljudi u timu, jer će oni, na temelju iskustva, najbolje znati interpretirati podatke te procijeniti podatke detaljnijih procesa. No, bitno je izbjegavati pristranost. Podatke dobivene iz različitih izvora potrebno je ujednačiti. Osnovne smjernice za prikupljanje podataka o trenutnom stanju su [11]:

- koncentrirati se na ono što je potrebno;
- iskoristiti što se može pronaći,;
- snalaziti se s onim što se ima;
- biti iskren;
- detaljno istraživati samo kada je to nužno.

Da bi se nacrtala mapa postojećeg stanja potrebno je definirati proces koji će se promatrati, definirati tim, razumjeti potražnju i zahtjeve tržišta te prikupiti sve potrebne podatke, što uključuje podatke o kupcima i dobavljačima, zaliham, vremenima trajanja aktivnosti, načinu komunikacije, načinu i učestalosti kontrole i izmjene informacija, itd. Temeljno načelo je sagledati proces iz perspektive kupca, jer potrebe kupaca određuju proizvodne zahtjeve, a samim time i definiraju vrijednost u procesu. Sve podatke je potrebno prikupiti na licu mjesta, jer dokumentirani podaci često nisu točni ili ne daju cijeli sliku. Također, potrebno je što više podataka izraziti brojčano. Neki od brojčanih podataka koji se prikupljaju prije izrade mape trenutnog stanja su: vrijeme ciklusa ili takt (C/T), pripremno-završno vrijeme stroja (C/O), raspoloživost stroja, veličina serije, zalihe, broj radnika, broj varijanti proizvoda, raspoloživo radno vrijeme, trajanje smjene i pauze, broj smjena, postotak škarta, itd.

Taktno vrijeme je tempo kojim je potrebno proizvoditi kako bi se zadovoljila potražnja, tj. zahtjev kupca. Cilj VSM-a je ukloniti gubitke iz procesa, kako bi se zadovoljilo taktno vrijeme i sinkronizirao tempo proizvodnje s tempom prodaje. Takt se računa na sljedeći način:

$$Takt = \frac{\text{Raspoloživo vrijeme rada po smjeni}}{\text{Zahtjev kupca po smjeni}}. \quad (1)$$

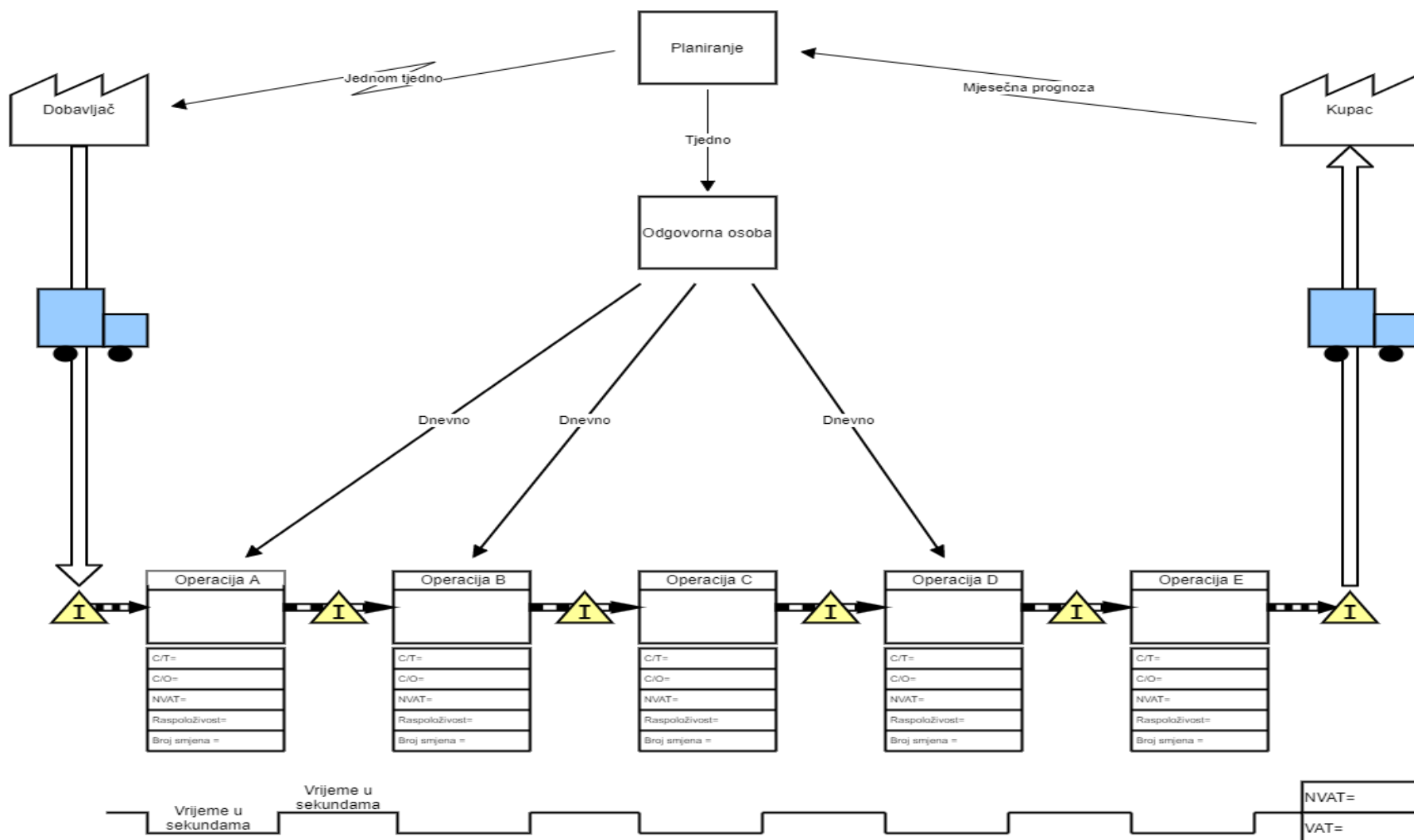
Zalihe u skladištima ili između proizvodnih operacija predstavljaju vrijeme za aktivnosti koje ne dodaju vrijednost (eng. Non-Value Added Time, NVAT), a ono se računa na način:

$$NVAT = \frac{\text{Zalihe}}{\text{Zahtjev kupca po smjeni}}. \quad (2)$$

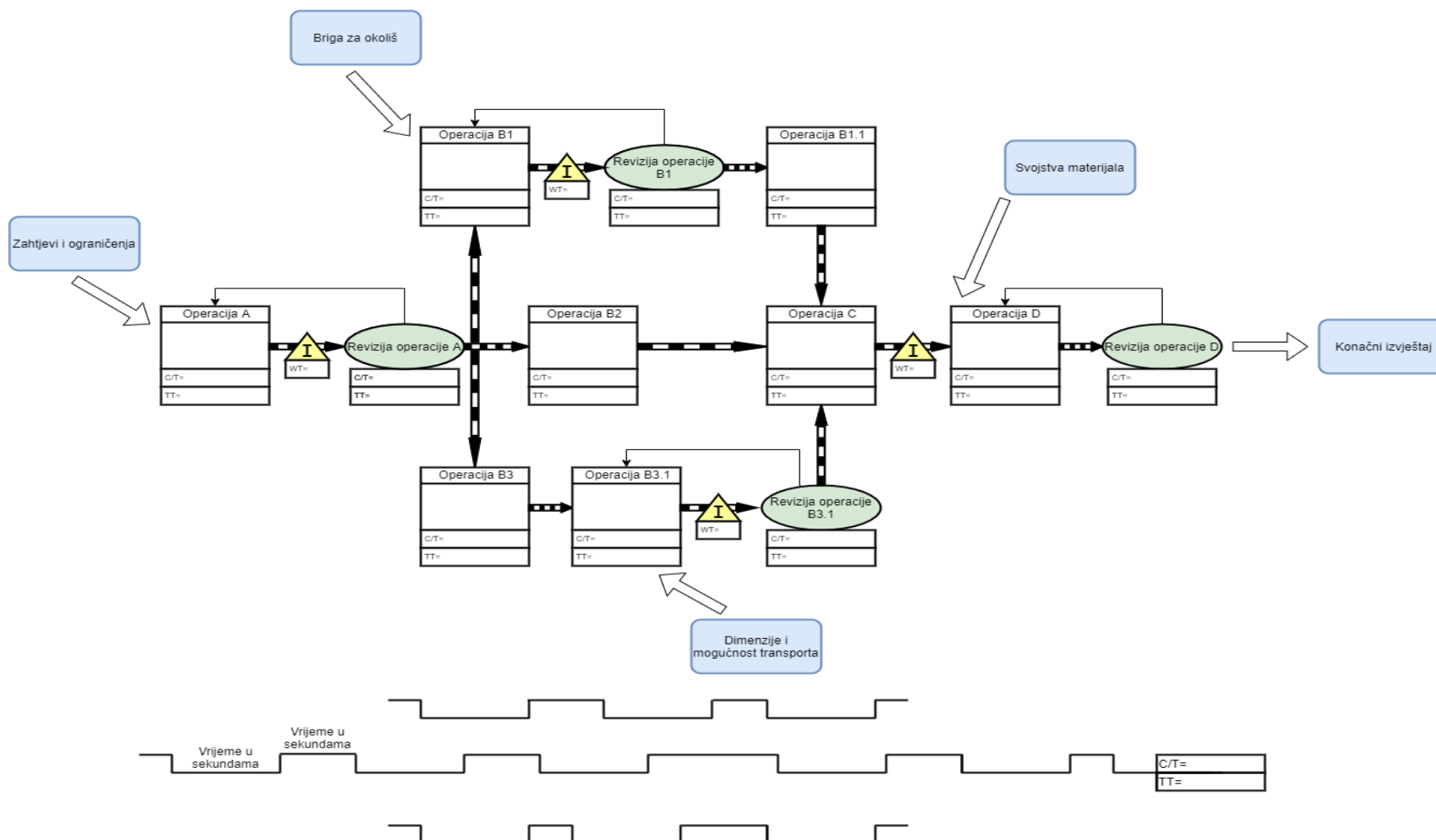
Raspoloživost stroja je vrijeme koje stroj može provesti radeći u smjeni, najčešće se izražava u postocima, a računa se kao:

$$Raspoloživost = \frac{\text{Raspoloživo vrijeme rada po smjeni} - C/O}{\text{Raspoloživo vrijeme rada po smjeni}}. \quad (3)$$

Nakon što je mapirano trenutno stanje procesa, potrebno ga je pokušati poboljšati. Najvažnije je eliminirati sve oblike gubitaka koji se javljaju u procesu, a zatim uvesti i određena poboljšanja. Glavni izvor unaprjeđenja procesa su Kaizen bljeskovi, tj. ideje koje dolaze od članova tima. Nakon što se uoče gubitci i uvedu poboljšanja u proces, ponovno se napravi mapa procesa koja predstavlja mapu budućeg stanja. Nemoguće je očekivati da se promjene u procesu dogode preko noći, pa je zato potrebno napraviti plan aktivnosti i uvesti mjerljive metrike za praćenje unaprjeđenja procesa (npr. NVAT, C/O, postotak škarta, efikasnost, itd.). Današnja industrija se stalno mijenja, što znači da se svi procesi u poduzećima moraju stalno revidirati i nadograđivati, kako bi pratili potrebe tržišta i bili u stanju ispuniti sve zahtjeve. Na Slici 14 prikazan je primjer VSM mape trenutnog stanja za proizvodnu liniju, a na Slici 15 primjer VSM mape trenutnog stanja za proces razvoja proizvoda [11].



Slika 14. VSM mapa trenutnog stanja za proizvodnju

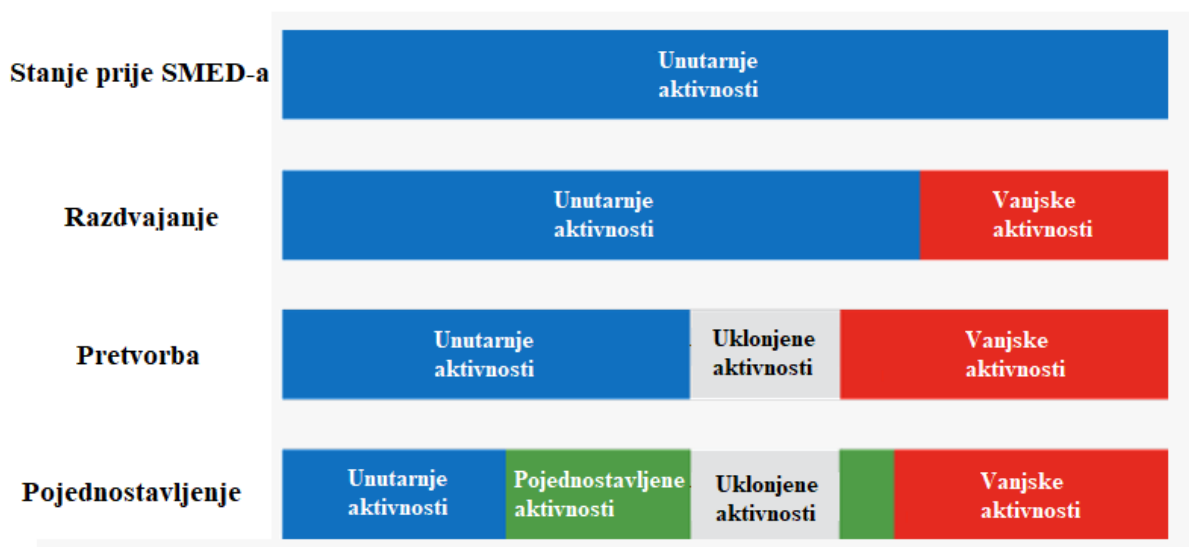


Slika 15. VSM mapa trenutnog stanja za razvoj proizvoda [11]

3.3.4. Single-Minute Exchange of Dies (SMED)

Često su u proizvodnom pogonu ispostavi da se više vremena utroši na pripremu stroja i izmjenu alata, nego na sam proces obrade. Zbog toga je razvijena tehnika SMED kao način skraćivanja vremena potrebnog za izmjenu alata. Osnova SMED-a je pretvorba što većeg broja aktivnosti u vanjske aktivnosti, tj. one koji se mogu izvesti dok stroj obavlja prethodni zadatak, te pojednostavljivanje preostalih aktivnosti. Sam naziv Single-Minute Exchange of Dies dolazi iz tendencije da se vrijeme izmjene alata svede na jednoznačenkasti broj (eng. single digit), tj. manje od 10 minuta. Uspješnom primjenom SMED-a postižu se manji proizvodni troškovi, manje serije proizvoda, manje zalihe te veća mogućnost reakcije na zahtjev kupca. Kao što je već navedeno, SMED razlikuje dvije vrste aktivnosti: unutarnje i vanjske. Unutarnje aktivnosti su one koje se mogu izvesti dok stroj miruje, a vanjske koje se mogu izvesti dok stroj radi. Postupak provođenja SMED-a sastoji se od tri faze (Slika 16) [20]:

- 1) razdvajanje unutarnjih i vanjskih aktivnosti;
- 2) pretvorba aktivnosti;
- 3) pojednostavljivanje aktivnosti.

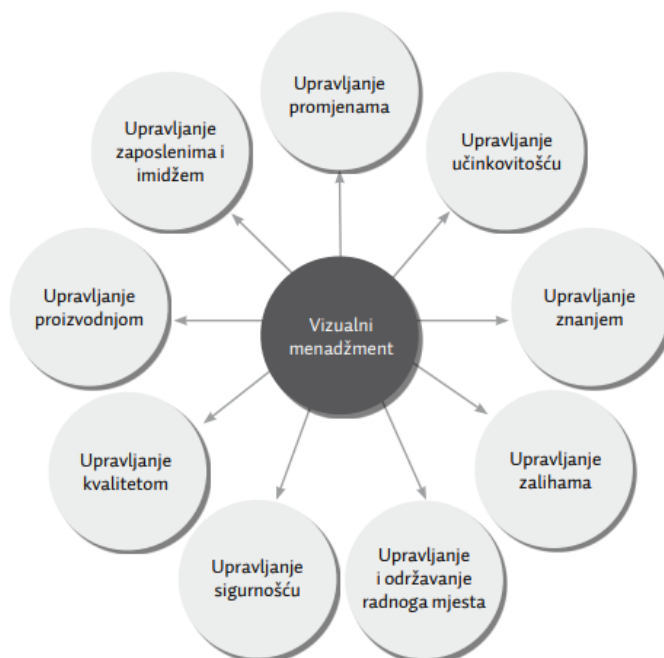


Slika 16. Faze SMED-a [20]

3.3.5. Vizualni menadžment

Vizualni menadžment je jedna od ključnih stavki Lean-a te bi trebao biti integriran u 5S i standardne operacije. Cilj je učiniti sve stavke procesa jasno vidljivima, kao i informacije o efikasnosti procesa i zaposlenika. Ako radnik ne mora tražiti informacije za početak rada, već su one jasno vidljive, to znatno utječe na brzinu obavljanja posla. Ideja je da se samom vizualizacijom dobije što više potrebnih informacija, kako bi se što manje vremena trošilo na njihovo traženje [8].

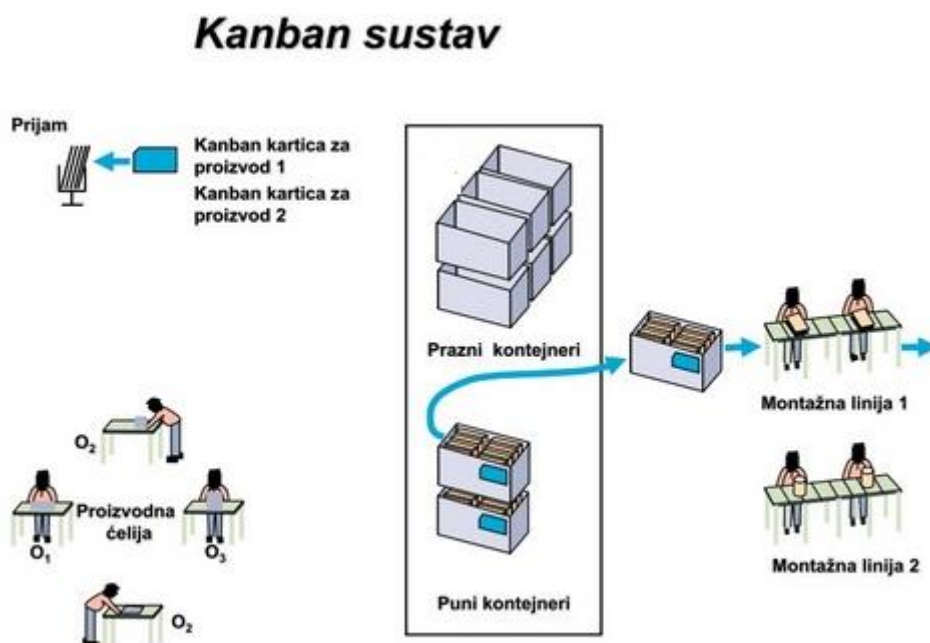
Vizualni menadžment koristi se za jednostavnije prikazivanje odvijanja procesa te poboljšanje efikasnosti komunikacije unutar sustava, što je preduvjet za efikasno izvođenje procesa. To je proces prikazivanja ključnih informacija tako da svi koji dođu na radno mjesto, čak i oni koji nisu upoznati s detaljima procesa, ga mogu vrlo brzo razumjeti i spoznati što je pod kontrolom, a što nije. Cijeli radni prostor se oprema vidljivim i intuitivnim signalima koji omogućavaju zaposlenicima da odmah znaju što se događa, razumiju svaki proces i jasno vide što se izvodi pravilno, a što nije u redu. Uobičajeni mehanizmi vizualnog menadžmenta uključuju znakove obavještanja, oznake zaštite, naljepnice te razne oznake u bojama. Njime se može upravljati raznim područjima aktivnosti poduzeća (Slika 17) [21].



Slika 17. Povezanost vizualnog menadžmenta i ostalih aktivnosti u poduzeću [21]

3.3.6. Kanban

Kanban (Slika 18) je sustav koji koristi kartice kojima se signalizira potreba za određenim materijalom, poluproizvodom, sirovinom, itd. Nastao je po uzoru na supermarketu, gdje se polica popunjava tek kada se količina proizvoda na njoj smanji na određenu mjeru. Takav sustav primijenjen u proizvodnji uzrokuje da prethodna operacija proizvodi točno ono što sljedeća treba i točno kada to treba, tj. uspostavlja se „pull“ sustav. Kanban je primjenjiv u proizvodnji koja se ponavlja, u stabilnim sustavima s pouzdanim strojevima, gdje postoje standardizirani procesi i operacije te pouzdani dobavljači. Zahtjeva angažman i stručnost radnika, a potrebna su i ulaganja u smanjenje vremena pripreme stroja (SMED) zbog proizvodnje malih serija [3].



Slika 18. Kanban sustav [22]

Danas se uvjeti na tržištu svakodnevno mijenjaju, kao i potrebe i zahtjevi kupaca. Zbog toga poduzeća moraju biti fleksibilna, a procesi sposobni za brzu promjenu i prilagodbu. Tu serijska i masovna proizvodnja, koje karakterizira „push“ sustav, uvelike zaostaju za „pull“ sustavom. „Pull“ sustav ne gura proizvode prema kupcu, već kupac izvlači točno ono što želi. Karakteriziraju ga male serije proizvoda, visoka prilagodljivost zahtjevima tržišta, smanjivanje zaliha gotovih proizvoda te zaliha između operacija.

Osim ranije navedenih, postoje i drugi Lean alati koji se koriste u poduzećima prilikom implementacije Leana-a i optimizacije procesa. Jedan od tih alata je Poka-Yoke, nastao šezdesetih godina u Japanu. Poka-Yoke je alat za prevenciju i ispravljanje pogrešaka u proizvodnim poduzećima, koji onemogućava pojavu pogreške ili omogućava njezino jasno uočavanje kada se ona pojavi. Primjenjuje se kod koraka u procesu u kojima se prepoznaju mogućnosti za ljudsku pogrešku, pogotovo u procesima koji ovise o iskustvu, znanju i koncentraciji radnika, kod koraka primopredaje posla između radnika, kod koraka u kojima manja greška uzrokuje veću štetu kasnije u procesu i kod koraka gdje greška predstavlja veliku opasnost. Kada se u procesu pronade korak u kojem postoji šansa za pogrešku, on se sagledava iz tri perspektive: je li moguće eliminirati taj korak, je li moguće zamijeniti taj korak te je li moguće olakšati korak kako bi se spriječila pojava pogreške? Ako ne postoji način za otklanjanje mogućnosti za pogrešku, potrebno je uspostaviti sustav kontrole koji će pogrešku što prije uočiti i ispraviti [23].

Još jedan od temelja Toyotinih proizvodnih sustava, a tako i samog Lean menadžmenta, su standardni rad i standardne operativne procedure. Standardizacija je osnova za buduća poboljšanja. Standardna procedura je trenutno najbolji poznati način obavljanja posla, a koji će poduzeće nadograđivati i poboljšavati svaki puta kada se uoči mogućnost za optimizaciju procesa. Svi standardi i standardne operativne procedure u poduzeću moraju biti jasno dokumentirane. Postoje tri aspekta standardnog rada [8]:

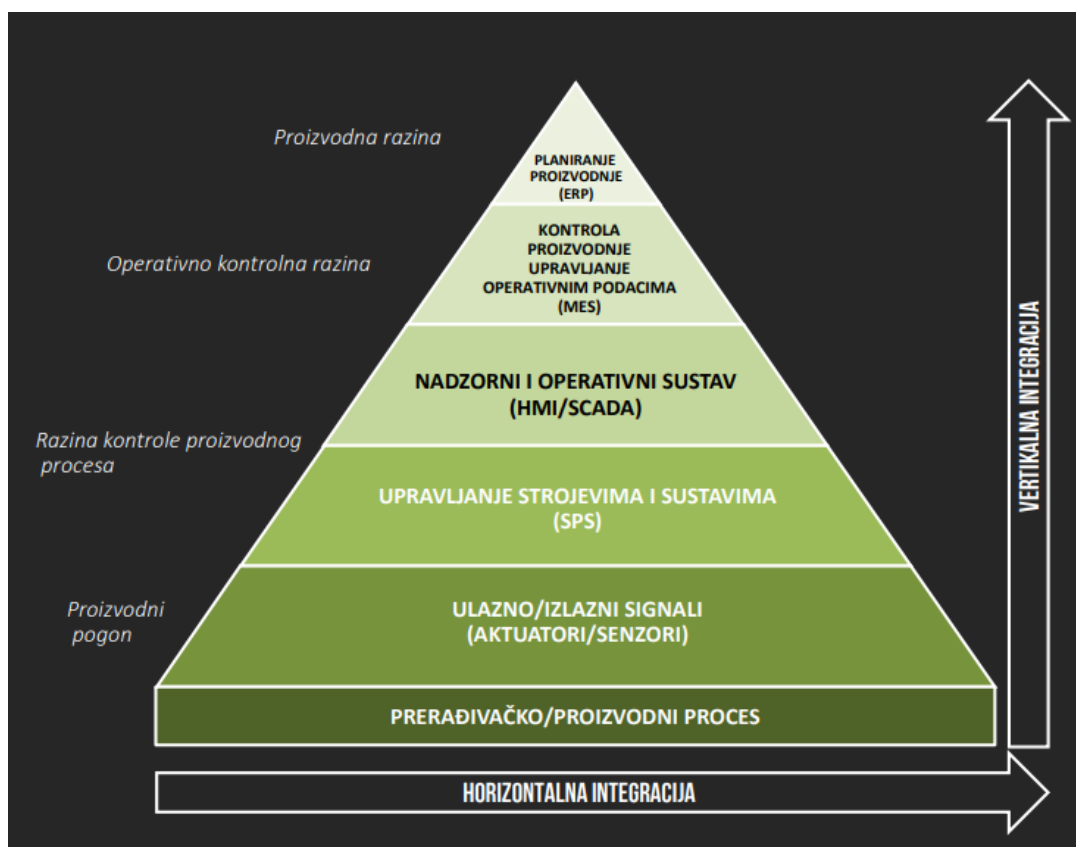
- 1) nije statičan, već se nadograđuje kada se pronade bolji način;
- 2) povećava stabilnost i smanjuje varijacije;
- 3) osnova je za kontinuirano poboljšavanje.

4. INDUSTRIJA 4.0

Razvojem informacijsko-komunikacijskih tehnologija i njihovim uvođenjem u proizvodne sustave započela je transformacija tradicionalne industrije. Kako bi se iskoristio potencijal tih tehnologija, razvijen je novi koncept industrije, koji podrazumijeva uvođenje pametnih uređaja s mogućnošću autonomne razmjene informacija unutar lanca stvaranja vrijednosti, naziva Industrija 4.0. On predstavlja novu razinu proizvodnih sustava i industrije općenito, kroz unaprijeđenje automatizirane proizvodnje, što znači da strojevi nisu samo zamjena za fizički rad čovjeka, već su sposobni za samooptimizaciju, samokonfiguraciju i samoregulaciju, a zbog toga se izjednačava s pojmom Četvrta industrijska revolucija. Tehnologije povezane s Industrijom 4.0, kao i njihov daljnji razvoj, imaju velik utjecaj na sadašnje proizvodne sustave i na razvoj industrije budućnosti. Međutim, kako bi provela digitalnu transformaciju potrebnu za zadovoljavanje standarda Industrije 4.0, poduzeća moraju biti spremna na evaluaciju vlastitih sposobnosti i kreiranje novih strategija, kao i na zadovoljavanje određenih kriterija, poput zadovoljavanja sigurnosnih standarda, treninga radne snage, standardizacije i organizacije poslovnih procesa, itd [24].

Industrija 4.0 predstavlja logičan korak u razvoju proizvodnih sustava. Zadnjih godina je uvođenje autonomnih informacijskih sustava, kao što su ERP (eng. Enterprise Resource Planning) ili MES (eng. Manufacturing Execution System), znatno pridonijelo poboljšanju produktivnosti u tvornicama. Međutim, problem takvog sustava je nemogućnost izmjene podataka i informacija s proizvodnim pogonom u realnom vremenu, što uzrokuje čekanja i zastoje u donošenju odluka. Kako bi transformirala svoje procese da budu fleksibilni i efikasni, a istovremeno i ekonomični, poduzeća moraju implementirati sustave koji će omogućiti komunikaciju u realnom vremenu, ne samo u proizvodnom pogonu, već duž cijelog poduzeća. To se postiže integracijom kibernetičko-fizičkih sustava (eng. Cyber-physical systems, CPS) u proizvodne sustave, a njih čine pametni strojevi ili proizvodi koji samostalno izmjenjuju informacije, radeći u kolaboraciji s fizičkim okolišem. To je omogućeno razvojem i implementacijom novih tehnologija, koje čine osnovu Industrije 4.0, poput RFID (eng. Radio-Frequency Identification), Interneta stvari (eng. Internet of Things, IoT), Aditivne proizvodnje, Big Data, Virtualne i Proširene stvarnosti, Interneta usluga (eng. Internet of Services, IoS), Računalstva u oblaku (eng. Cloud Computing), Strojnog učenja, Robotike, itd. [24].

Industriju 4.0 karakterizira postojanje horizontalne i vertikalne integracije unutar poduzeća (Slika 19). Vertikalna integracija je pristup koji uključuje umrežene proizvodne sustave koji pristupaju izmjenama u proizvodnom procesu kroz alternativne strategije. Uglavnom podrazumijeva umreženost unutar poduzeća od procesa, preko operativne razine, do razine proizvodnog pogona, a uključuje povezanost IT sustava na svim razinama. Horizontalna integracija je optimizirani tok informacija i sirovine kroz čitav lanac stvaranja vrijednosti. Karakterizira ju umreženost proizvodnih lokacija, uključenost kupca u proizvodni proces i razmjena informacija kroz cijeli lanac vrijednosti. Horizontalna integracija podrazumijeva rušenje barijera između različitih odjela u poduzeću te prijenos informacija među njima [25].



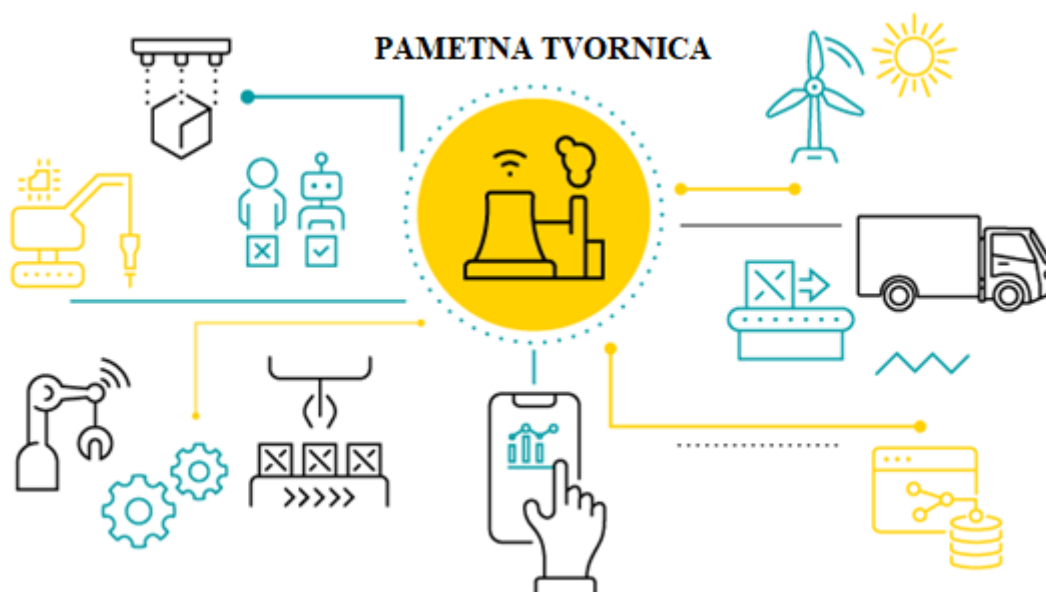
Slika 19. Horizontalna i vertikalna integracija unutar poduzeća [25]

Danas se poduzeća moraju orijentirati na kupca kako bi ostala konkurentna na tržištu, a zahtjevi kupaca sve više idu u smjeru malih proizvodnih serija i personaliziranih proizvoda, što stavlja fokus na fleksibilnost proizvodnih sustava i mogućnost brze reakcije poduzeća. Tu do izražaja dolazi aditivna proizvodnja, kao tehnologija koja se ubrzano razvija posljednjih godina. Aditivna proizvodnja je skup tehnologija koje omogućuju izradu fizičkih proizvoda, direktno iz 3D CAD modela, dodavanjem materijala samo tamo gdje je potrebno, najčešće sloj po sloj, dok se ne izradi cijeli proizvod. Ona nudi nove mogućnosti u oblikovanju proizvoda kroz geometrijsku, hijerarhijsku, funkcionalnu kompleksnost i kompleksnost materijala, a omogućuje i ekonomski isplativu proizvodnju pojedinačnih proizvoda i malih serija, kao i „on demand“ proizvodnju. U aditivnoj proizvodnji svaki proizvod može biti potpuno drugačiji od ostalih ili varirati s obzirom na neku dimenziju ili zahtjev, bez značajnijeg utjecaja na vrijeme i troškove proizvodnje, što omogućuje da svaki proizvod bude prilagođen potrebama pojedinog korisnika. Glavna prednost je mogućnost „on demand“ proizvodnje, tj. proizvodnje koja započinje tek kada kupac naruči proizvod, što omogućuje uštede na način da nema potrebe za skladištenjem dobara, rezervni dijelovi su pohranjeni u digitalnom obliku i izrađuju se po potrebi, jedan stroj može izrađivati širok spektar proizvoda i proizvodnja može biti lokalna na temelju 3D modela koji je poslan s bilo kojeg kraja svijeta. Na Slici 20 prikazana je razlika uobičajenog lanca dobave i lanca dobave za aditivnu proizvodnju [16][24].



Slika 20. Usporedba uobičajenog lanca dobave i onog za aditivnu proizvodnju [16]

Krajnji produkt Industrije 4.0 je Pametna tvornica (eng. Smart Factory). Pametna tvornica (Slika 21) je pametan i autonoman sustav, povezan na svim razinama u realnom vremenu, sposoban brzo odgovoriti na zahtjeve kupaca, s fleksibilnim proizvodnim procesima. Osnova pametne tvornice su pametni strojevi i proizvodi koji mogu razmjenjivati podatke i informacije te donositi određene zaključke, na temelju kojih će ubrzati odlučivanje zaposlenih ili čak sami donositi odluke. Virtualni svijet postaje jednako važan kao i fizički, zbog mogućnosti računalne izrade i testiranja prototipa te pohrane, pristupanja podacima i komunikacije s udaljenih lokacija pomoću tehnologija Clouda.

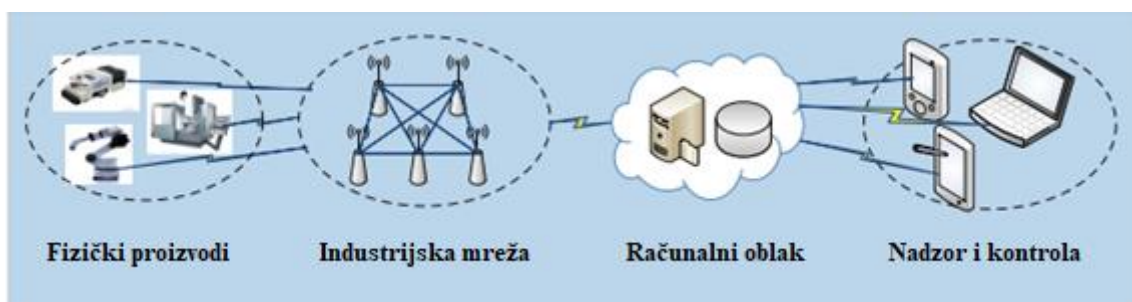


Slika 21. Pametna tvornica [26]

Pametna tvornica ima kulturu orijentiranu na kupca, a svi operativni procesi su joj automatizirani. Za komunikaciju i rad se koriste digitalni kanali, sve odluke se donose na temelju duboke i operativne analitike te se koriste prednosti globalizacije kako bi se smanjili troškovi, poboljšala učinkovitost i povećao tržišni udio. Bitna odrednica pametne tvornice je stvaranje kulture inovacija i konstantnog unaprjeđivanja [27].

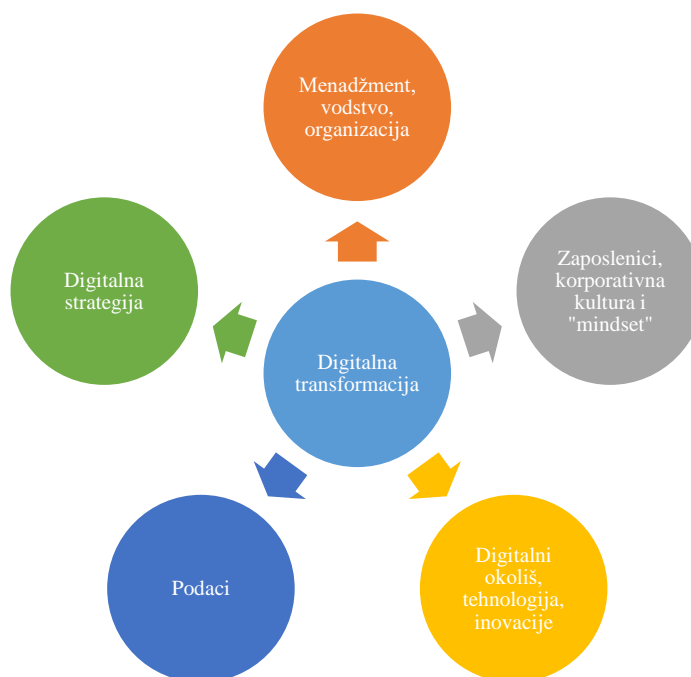
Informacijski sustav pametne tvornice je centraliziran, u njemu se prikupljaju podaci o kupcima sa svih dostupnih kanala, kao i podaci iz svih poslovnih procesa. Kako bi se učinkovito analizirali podaci prikupljeni s različitih uređaja i senzora, potrebno je koristiti računalstvo u oblaku te tehnologiju analitike velikih podataka. Zbog obade velike količine podataka u virtualnom svijetu, jako važan dio svake pametne tvornice su sustavi za kibernetičku sigurnost. Podaci koji se prikupljaju u centralni sustav dolaze sa strojeva koji su automatizirani, povezani i imaju mogućnost međusobne interakcije, a opremljeni su sensorima koji su reaktivni i imaju mogućnost predviđanja. Također, Pametne tvornice proizvode pametne proizvode. Pametan proizvod se može pratiti tijekom čitavog životnog ciklusa, pruža informacije o proizvodnom procesu i može upravljati proizvodnim procesom. Okvir pametne tvornice se generalno sastoji od četiri dijela, a to su fizički proizvodi, industrijska mreža, računalni oblak te nadzor i kontrola (Slika 22). Glavne prednosti pametne tvornice su [27][28]:

- fleksibilnost;
- produktivnost;
- efikasno korištenje resursa i energije;
- transparentnost;
- integracija;
- profitabilnost;
- pristupačnost za radnike.



Slika 22. Okvir pametne tvornice [28]

Kako koncept Pametne tvornice pruža brojne prednosti u usporedbi s tradicionalnom tvornicom, brojna poduzeća pokreću transformaciju ka Pametnoj tvornici, a ona se može razdijeliti na četiri razine. Prva razina su povezani podaci, tj. stanje u kojem se podaci sa strojeva i senzora prikupljaju u jedan izvor te se koriste za rješavanje problema i donošenje odluka. Druga razina je prediktivna analitika gdje se prikupljeni podaci ne koriste za reaktivno djelovanje, već za predviđanje problema. Treća razina je preskriptivna analitika u kojoj, umjesto da predviđaju kada bi se mogli pojaviti kvarovi, tehnologije strojnog učenja preporučuju postavke putem analitičke analize koja omogućuje optimizaciju proizvodnje. Na četvrtoj razini, automatizacija vođena umjetnom inteligencijom zapravo koristi preporuke identificirane analizom proizvodnih podataka. Transformacija u pametnu tvornicu uglavnom podrazumijeva digitalnu transformaciju tvornice, a ona se provodi na 5 razina (Slika 23). Za provedbu digitalne transformacije potrebno je razviti digitalnu strategiju, uključiti najviše razine menadžmenta da vode primjerom, poticati zaposlenike na prihvaćanje nove kulture i mijenjati njihov „mindset“, uspostaviti digitalni okoliš, ulagati u nove tehnologije i poticati inovativnost te naravno digitalizirati podatke. Bitno je shvatiti kako Pametna tvornica nikada nije dovršena do kraja, već predstavlja proces stalne nadogradnje i unaprjeđivanja koje je uvjetovano konstantnim napretkom tehnologije i težnjom za postizanjem konkurentske prednosti i što većeg udjela na tržištu [29].

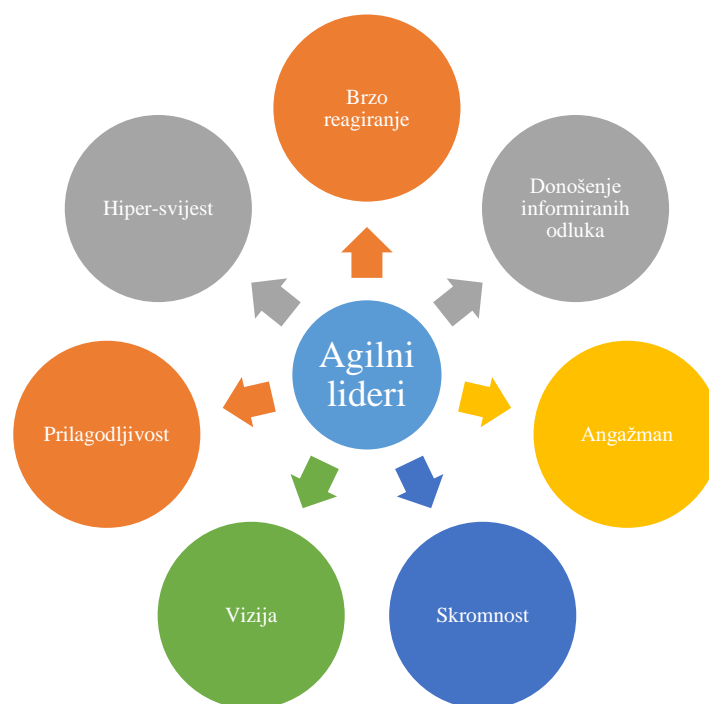


Slika 23. Digitalna transformacija

Bitan dio Industrije 4.0 nisu samo tehnologije, proizvodi i podaci, već i zaposlenici, a pogotovo način upravljanja poduzećem. Zbog toga se lideri u današnje doba susreću s novim izazovima, a od njih se traži potpuno drugačiji način upravljanja poduzećem. Tablica 9 prikazuje razliku između tradicionalnog i modernog lidera. Moderni lider mora imati dobru komunikaciju sa zaposlenicima, poticati njihovu inovativnost i kreativnost te im omogućiti autonomno donošenje odluka. Mora pružiti viziju i usmjeriti poduzeće, pružiti perspektivu o stvarima koje su važne i pokazati ciljeve koji se pokušavaju postići te objasniti zašto. Također, u digitalno doba vodstvo nije jednako iskustvu, već se zahtjeva eksperimentalni način razmišljanja. Kako procesi u poduzeću moraju postati što agilniji, tako to moraju i lideri. Agilan lider je sposoban za brze kretanje i reakcije, donosi odluke na temelju podataka i informacija, sluša svoje zaposlenike, komunicira s njima i zanima ga što oni imaju za reći, prihvaća tuđu sugestiju, ima jasan osjećaj za dugoročno usmjeravanje, prilagodljiv je te promjenu shvaća kao priliku i stalno traži nove mogućnosti za napredak (Slika 24). Tek uz takvo vođenje tvornica može započeti svoj put ka Pametnoj tvornici.

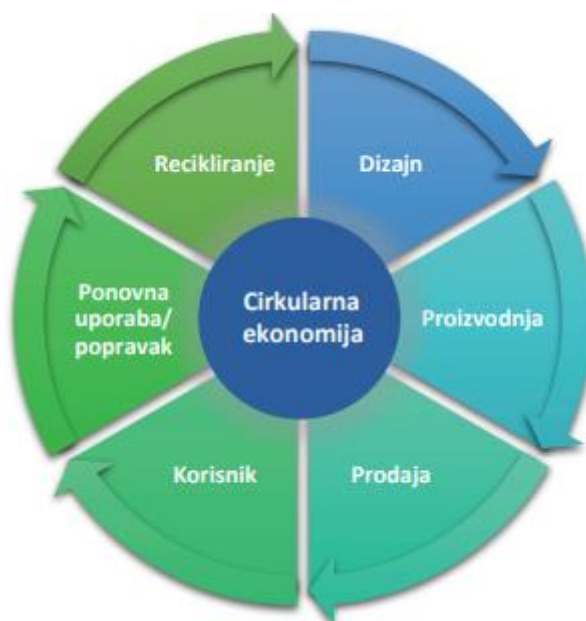
Tablica 9. Karakteristike tradicionalnih i modernih lidera

Tradicionalni lider	Moderni lider
Karizma	Timski rad
Govorništvo	Podupiranje zaposlenika
Retorika	Kreativnost
Strogoća	Dugoročno planiranje
Pravednost	Funkcioniranje u digitalnom dobu
„Lider heroj“	Agilnost



Slika 24. Karakteristike agilnih lidera

Postoji još jedan aspekt Industrije 4.0 koji se ne smije zanemariti, a to je briga za okoliš, korištenje obnovljivih izvora energije i cirkularna ekonomija. Danas se sve više zagovara upotreba čiste energije, tj. energije dobivene iz obnovljivih izvora poput energije vjetra, sunca, itd. Cirkularna ekonomija novi je ekonomski model koji zamjenjuje donedavno najpopularniji linearni, a predstavlja obnovljivi ekonomski sistem u okviru kojeg se proizvodni resursi, otpad i energetska potrošnja bitno umanjuju usporavanjem, zaokruživanjem i produljivanjem energetske i materijalne ciklusa u proizvodnji (Slika 25) [30][31][32].



Slika 25. Cirkularna ekonomija [32]

To se ostvaruje osmišljavanjem i stvaranjem proizvoda na takav način da im se maksimalno produži životni vijek, ali i održavanjem, servisiranjem i reciklažom. Tri su temeljna principa cirkularne ekonomije [30][31][32]:

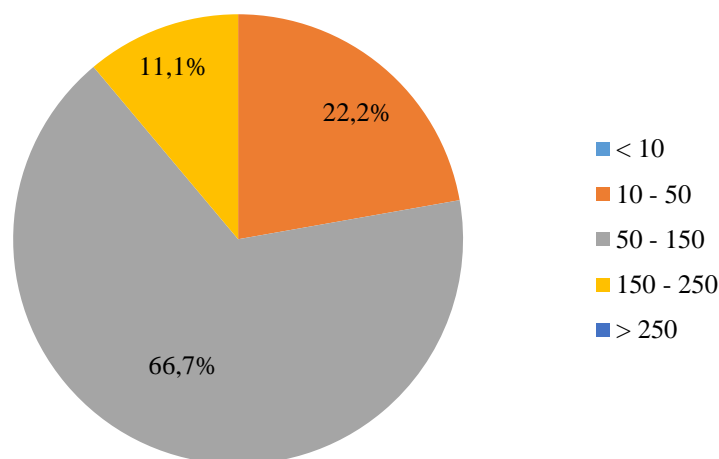
- 1) dizajniranje otpada – odabir materijala koji će biti pogodan za recikliranje ili ponovnu upotrebu;
- 2) održavanje proizvoda i materijala u upotrebi – proizvodi moraju biti dizajnirani na način da se mogu ponovno upotrijebiti, popraviti i obnoviti;
- 3) obnavljanje prirodnih sustava – vraćanje vrijednih hranjivih tvari u tlo i druge ekosustave da bi se obogatili prirodni resursi.

5. ANALIZA PROVEDENOG ISTRAŽIVANJA

Kako bi se identificirale greške u radu konstrukcijskog ureda, što uključuje greške u izlazima procesa i greške u komunikaciji s proizvodnjom i ostalim odjelima u poduzeću, pronašli uzroci tih grešaka te shvatile posljedice koje te greške uzrokuju u proizvodnji, provedeno je istraživanje pomoću Google ankete. Istraživanje je provedeno na nekoliko proizvodnih poduzeća iz Grada Zagreba i Zagrebačke županije, a sadržavalo je dvije ankete: jednu za konstrukcijski ured i jednu za proizvodnju. Radi zaštite podataka, imena poduzeća koja su sudjelovala u istraživanju neće biti navedena u ovom radu.

Greške koje se pojave u radu konstrukcijskog ureda i u proizvodnji je većinom lagano identificirati, tj. one su većinom nedvosmislene. No, sama identifikacija uzroka tih grešaka je kompliciraniji zadatak jer je potrebno uključiti više različitih perspektiva. Postoji mogućnost da će radnik u konstrukcijskom uredu navesti jedan uzrok pojave greške, dok će netko tko radi u proizvodnji za istu grešku navesti drugačiji uzrok, a kako bi se uzrok greške (ili uzroci) ispravno detektirao, potrebno je sagledati problem iz obje perspektive. Iz tog razloga su izrađene dvije različite ankete. Na početku obje ankete prikupljeni su podaci o veličini poduzeća, broju zaposlenih u konstrukcijskom uredu/proizvodnji, stručnoj spremi zaposlenika, korištenju ERP sustava i načinu komunikacije u poduzeću.

Istraživanje je provedeno na malim i srednjim poduzećima, što je dobro jer većina poduzeća u Republici Hrvatskoj spada u tu kategoriju, a na Slici 26 prikazan je udio ispitanih poduzeća prema broju zaposlenih. U kategoriju malih i srednjih poduzeća spadaju ona poduzeća koja broje manje od 250 zaposlenih te imaju godišnji promet manji od 50 milijuna EUR ili aktivu/dugoročnu imovinu manju od 43 milijuna EUR [33].



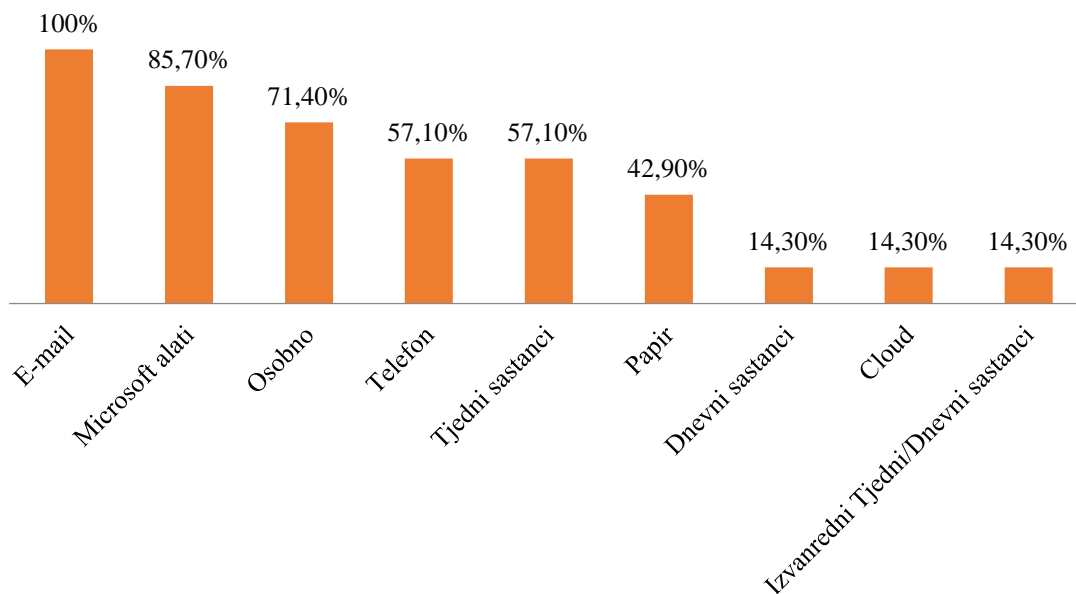
Slika 26. Udio ispitanih poduzeća po broju zaposlenih

5.1. Konstrukcijski ured

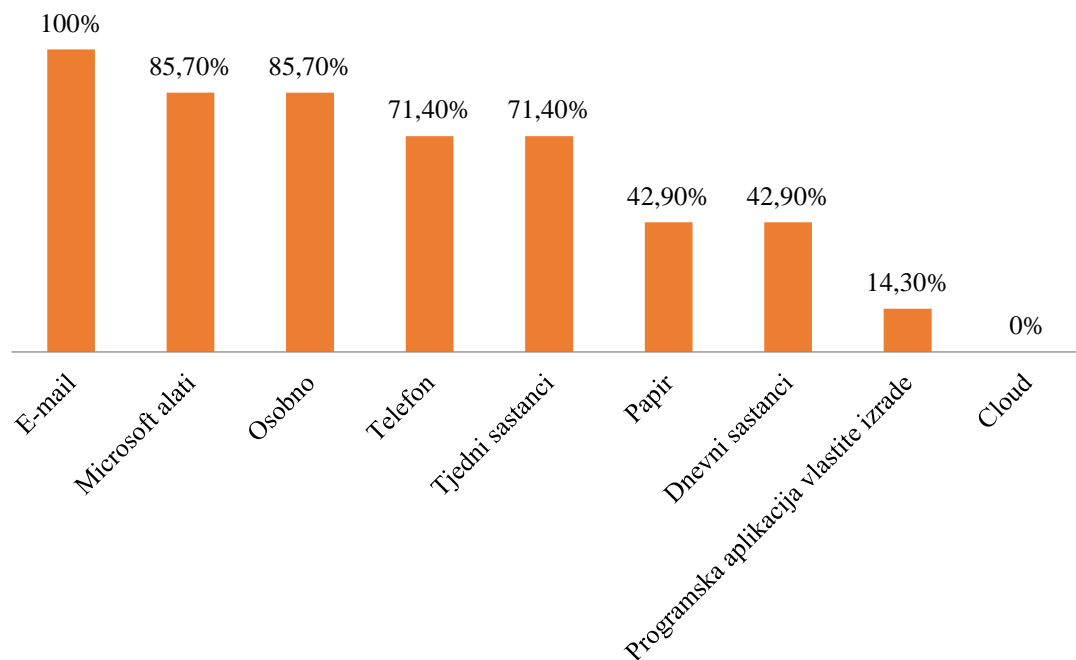
U izradi ankete za konstrukcijski ured korištene su Tablica 6 i Tablica 7. Kao što je ranije navedeno, konstrukcijski ured u svom radu ne barata materijalnim sirovinama, već informacijama, a izlazi procesa im nisu fizički proizvodi, već također neka vrsta informacija. Cilj ankete je bio prepoznati što više informacijskih gubitaka i njihovih uzroka, kao i učestalost njihova pojavljivanja, a gubici su podijeljeni u sedam skupina kao u Tablici 6. Posljedično, anketa je imala sedam skupina pitanja, gdje je svaka skupina obuhvaćala pitanja o uzrocima i učestalosti jedne vrste informacijskih gubitaka. Sama pitanja formirana su pomoću Tablice 7, na način da se pokušalo obuhvatiti što više primjera grešaka i mogućih uzroka. Zaposlenicima je omogućeno i dodavanje novih vrsta grešaka, kao i njihovih uzroka, koje nisu bile obuhvaćene pitanjem. Također, od zaposlenika se tražilo da navedu na koji način komuniciraju s proizvodnjom, a na koji s ostalim odjelima u poduzeću, te da navedu softver koji koriste. Učestalost grešaka promatrala se na tjednoj razini, na skali od 1 do 5 (1 - Vrlo rijetko, 2 - Rijetko, 3 - Povremeno, 4 - Često, 5 - Vrlo često).

Većina konstrukcijskih ureda obuhvaćenih anketom brojala je 1-5 ili 5-10 zaposlenih, dok je samo jedno ispitano poduzeće imalo konstrukcijski ured s više od 20 zaposlenih. Većina ispitanih je odgovorila da koriste ERP sustav, čak njih 75%, a radilo se o sustavima GoSoft, SAP, Microsoft AX 2012 i OpenERP. Što se tiče softvera koje koriste u radu, zaposlenici su naveli SolidWorks, CATIA-u, AutoCAD, Autodesk Inventor, Solid Edge i DraftSight.

Najčešći način na koji zaposlenici u konstrukcijskim uredima komuniciraju s proizvodnjom je putem E-maila, Microsoft alata (npr. Microsoft Teams) i osobne komunikacije. Nešto manji broj zaposlenika za komunikaciju koristi telefon i papir ili informacije izmjenjuju na redovnim tjednim sastancima. Najmanji broj zaposlenika održava redovne dnevne sastanke ili komunicira putem Clouda. Određen broj zaposlenika je naveo kako održavaju tjedne ili dnevne sastanke, ali samo ako se ukaže potreba, dok se ne riješi određeni problem. Slika 27 prikazuje način na koji konstrukcijski uredi komuniciraju s proizvodnjom.



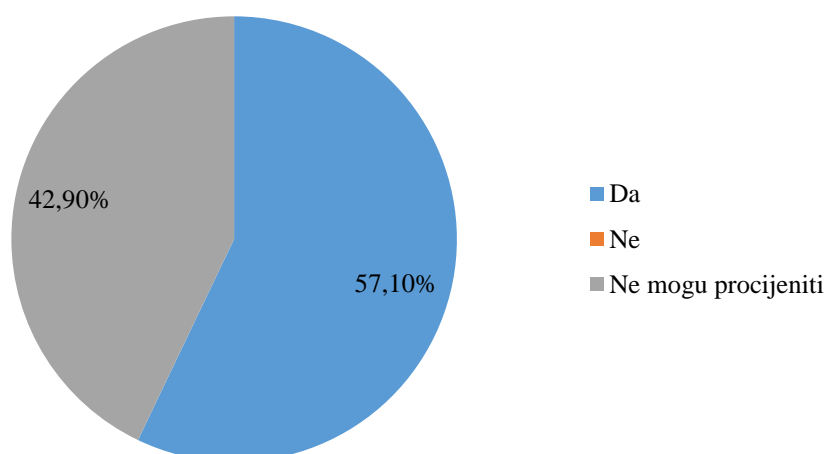
Slika 27. Način komunikacije konstrukcijskih ureda s proizvodnjom



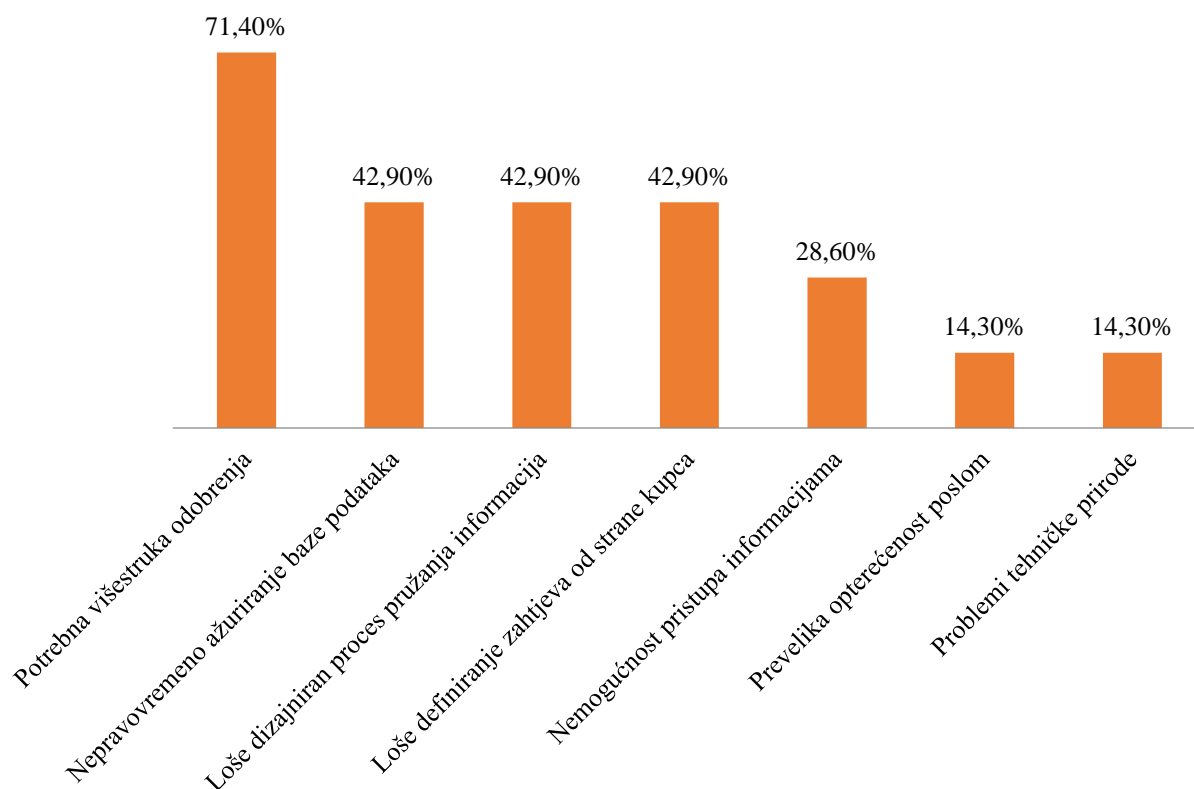
Slika 28. Način komunikacije konstrukcijskih ureda s ostalim odjelima u poduzeću

Slika 28 prikazuje način na koji konstrukcijski uredi komuniciraju s ostalim odjelima u poduzeću. Ponovo je najzastupljeniji način putem E-maila, Microsoft alata i osobna komunikacija, dok su slabije zastupljeni telefon i tjedni sastanci, kao i komunikacija putem papira ili dnevnih sastanaka. No, uočljivo je da su postoci veći, a to se može opravdati većim brojem odjela i zaposlenika u njima, što podrazumijeva češću i raznolikiju komunikaciju. Ono što je zabrinjavajuće jest to da niti jedan ispitanik nije naveo da u komunikaciji s ostalim odjelima u poduzeću koristi Cloud, koji je jedna od osnovnih tehnologija Industrije 4.0.

Više od polovice ispitanika odgovorilo je da čekanje na informacije uzrokuje zastoje u njihovom radu, dok ostali nisu mogli procijeniti (Slika 29). Najčešće naveden uzrok čekanja na informacije je potreba za višestrukim odobrenjima prije nego li se informaciji može pristupiti ili istu proslijediti, a takav način rada nije u skladu s karakteristikama modernog vođenja poduzeća. Čekanje također uzrokuje nemogućnost pristupa informacijama potrebnim za rad, nepravovremeno ažuriranje baze podataka, loše dizajniran proces prijenosa i pružanja informacija kroz ERP sustav te nepotpuno ili netočno definiranje potreba od strane kupca. Još neki od navedenih razloga zbog kojih dolazi do čekanja u radu ispitanika su prevelika opterećenost poslom, problemi tehničke prirode poput pada mreže ili sustava te naknadna promjena parametara od strane kupaca. Na Slici 30 prikazani su uzroci čekanja s obzirom na učestalost. Više od polovice ispitanika odgovorilo je da često ne mogu pristupiti informacijama, a da do zastoja u radu dolazi povremeno.

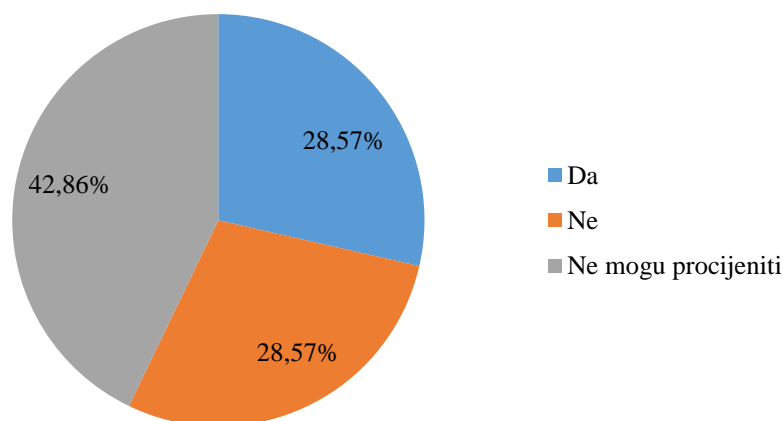


Slika 29. Pojava zastoja u radu uzrokovana čekanjem na informacije



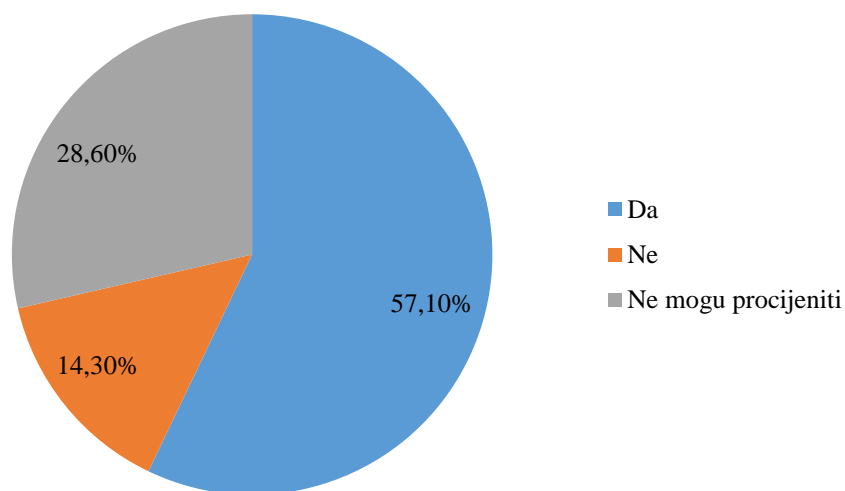
Slika 30. Uzroci čekanja na informacije

Još jedan problem koji se javlja u poduzećima je prerano stvaranje informacija, koje do trenutka korištenja postanu zastarjele, što uzrokuje zastoje u radu. Većina ispitanika odgovorila je da se takvo što u njihovom radu ne događa (Slika 31), a ako se događa, onda je to vrlo rijetko.



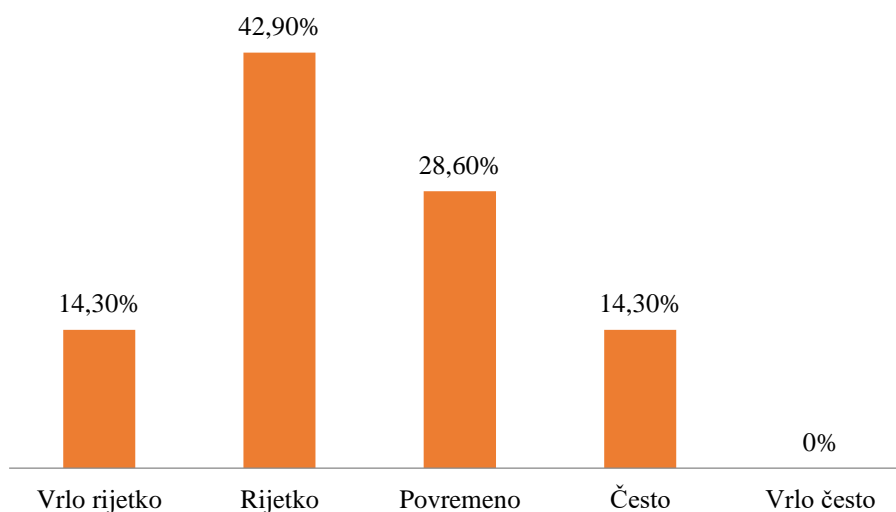
Slika 31. Pojava prerano stvorenih informacija koje uzrokuju zastoje u radu

Preko polovice ispitanika (57,1%) odgovorilo je da u svojem radu kreiraju više informacija nego li je potrebno (Slika 32) i da se to u prosjeku događa povremeno. Također, često se kreirane informacije spremaju na više nepotrebnih izvora (42,9%).



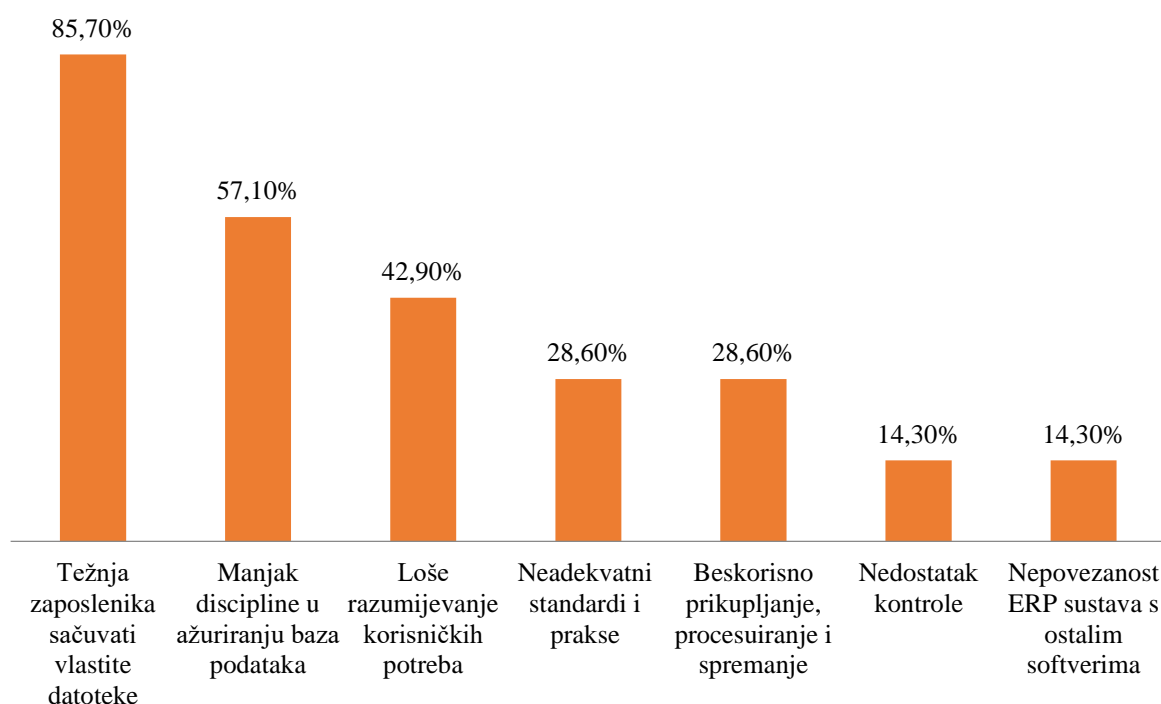
Slika 32. Kreiranje više informacija nego li je potrebno

Zanimljiv je podatak da je 100% ispitanika odgovorilo da se u svom radu susreće sa zastarjelim informacijama, koje predstavljaju beskorisne zalihe, a najčešće se to događa rijetko do povremeno (Slika 33).



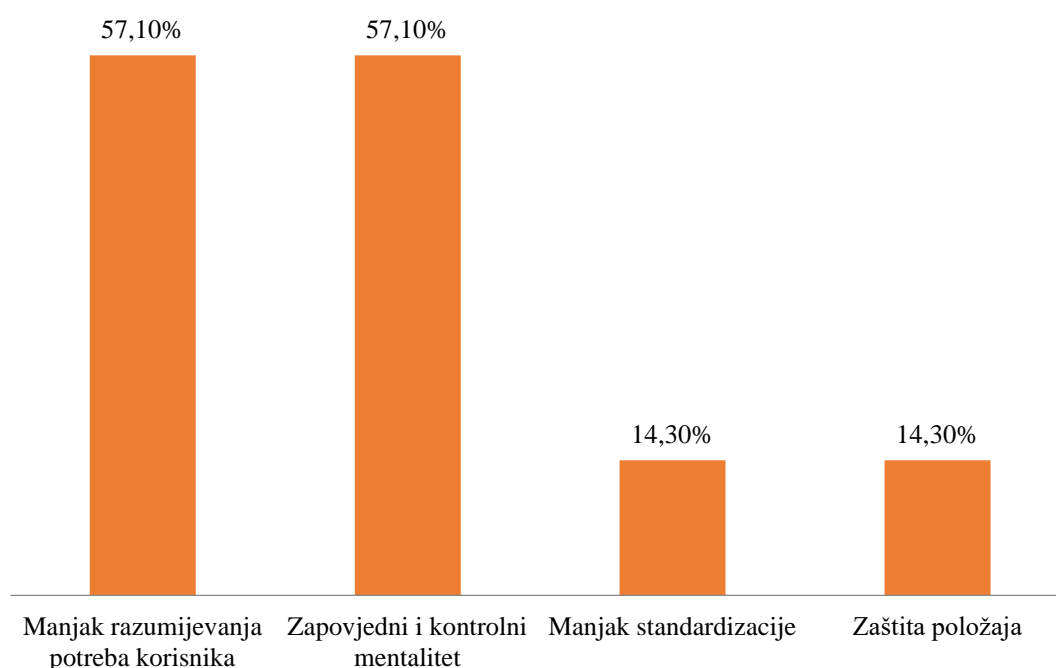
Slika 33. Učestalost pojave zastarjelih informacija na tjednoj razini

Zalihe informacija također nastaju kreiranjem informacija „za svaki slučaj“, što radi čak 71,4% ispitanika. Najčešće navedeni razlozi kreiranja nepotrebnih zaliha informacija je težnja zaposlenika da sačuvaju vlastite datoteke te manjak discipline u ažuriranju baza podataka i uklanjanju zastarjelih informacija (Slika 34). Još neki od navedenih razloga kreiranja nepotrebnih zaliha informacija su loše razumijevanje korisničkih potreba, neadekvatni standardi i prakse pohranjivanja informacija, prikupljanje, procesuiranje i spremanje informacija bez obzira ima li od toga ikakve koristi, nedostatak kontrole te nepovezanost ERP sustava s ostalim softverima koji su u upotrebi.



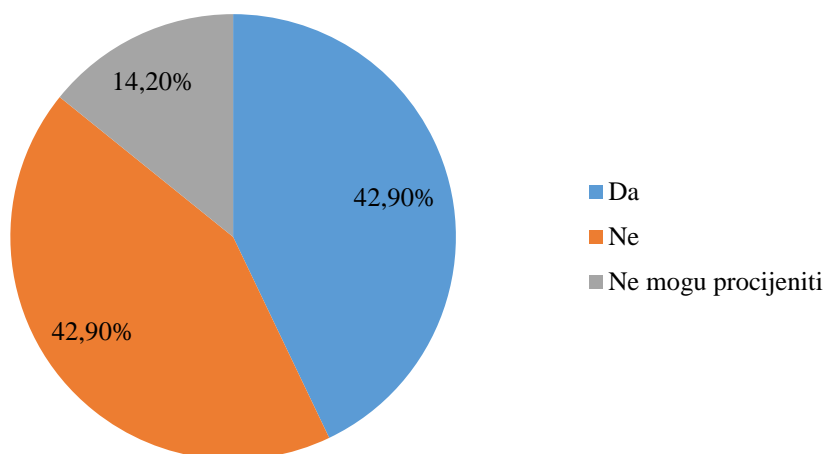
Slika 34. Razlozi kreiranja nepotrebnih zaliha informacija

Što se tiče prekomjernog oblikovanja, većina ispitanika je odgovorila da se ono ne pojavljuje u njihovom radu (42,9%), dok je manji dio (28,6%) odgovorio da se ono događa rijetko. Ono što se povremeno događa, a može se svrstati u prekomjernu obradu, je nabavljanje većeg broja odobrenja prije prosljeđivanja informacija, što je izjavilo 57,1% ispitanih. Najčešći razlozi prekomjerne obrade informacija su manjak razumijevanja potreba korisnika te zapovjedni i kontrolni mentalitet u poduzeću, a u manjoj mjeri su to manjak standardizacije i težnja za zaštitom vlastitog položaja (Slika 35).



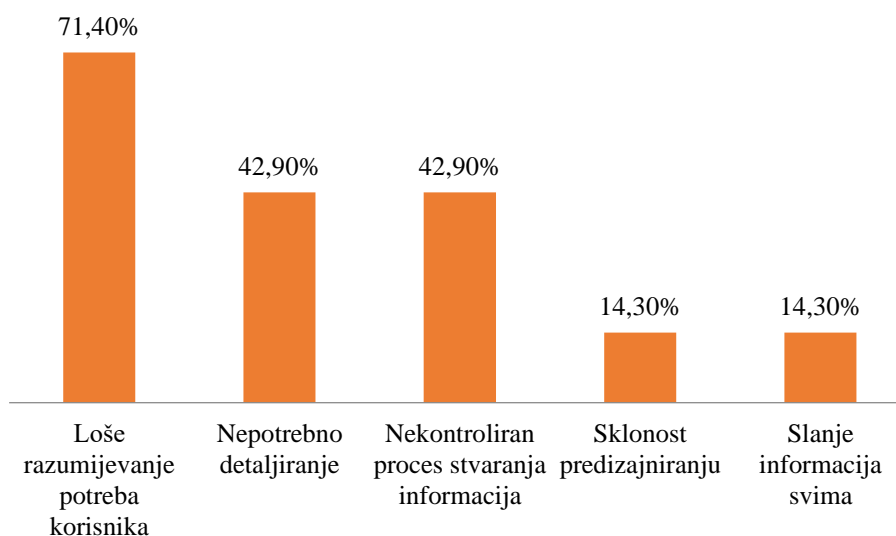
Slika 35. Razlozi prekomjernog oblikovanja informacija

Samo je 28,6% ispitanih odgovorilo da prekomjerno proizvodi informacije i to rijetko, a većina (57,1%) nema taj gubitak u svom radu. S druge strane, 42,9% ispitanih je u svom radu uočilo „push sustav“, tj. guranje ulaznih informacija prema njima, brže nego ih oni stignu obraditi (Slika 36), a učestalost toga su ocijenili kao povremenu.



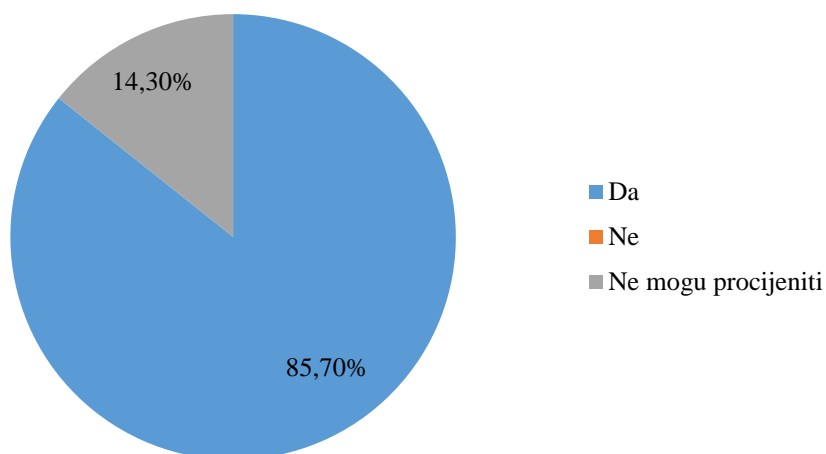
Slika 36. Pojava „push sustava“ u radu ispitanika

Najčešće naveden razlog prekomjerne proizvodnje informacija je loše razumijevanje potreba korisnika (unutarnjih i vanjskih), a nadalje navedeni razlozi su nepotrebno detaljiranje u ranim fazama konstruiranja, nekontroliran proces stvaranja informacija, sklonost predizajnjiranju te slanje informacija svima, a ne samo onima kojima su potrebne (Slika 37).



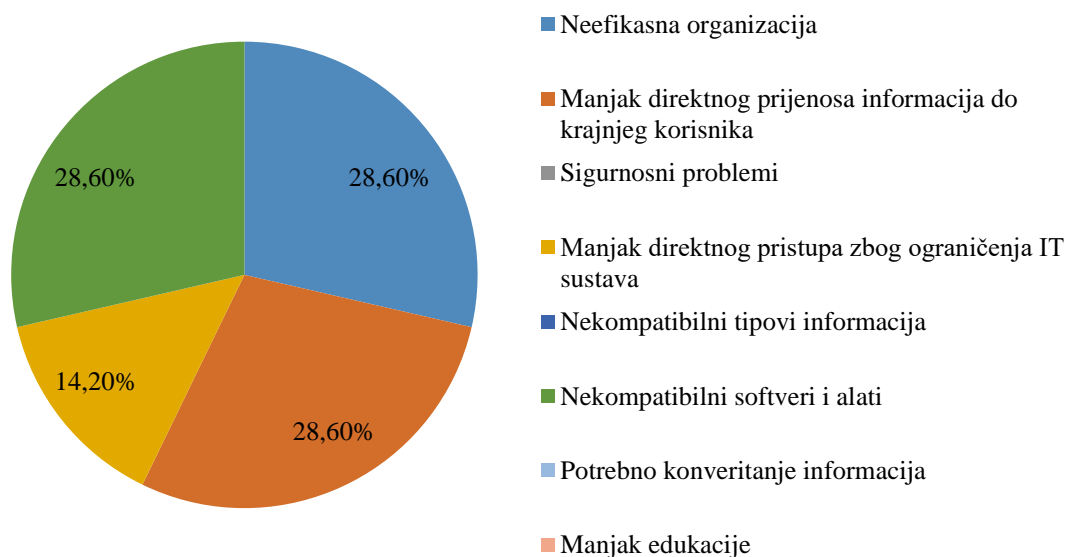
Slika 37. Uzroci prekomjerne proizvodnje informacija

Čak 85,7% ispitanih je odgovorilo da povremeno moraju tražiti informacije koje su im potrebne za rad (Slika 38). Iz ostalih odgovora vidljivo je da je u manjoj mjeri zastupljen problem rukovanja informacijama od strane prevelikog broja ljudi (28,6%) te potreba za promjenom računala da bi se došlo do potrebnih informacija (14,3%).



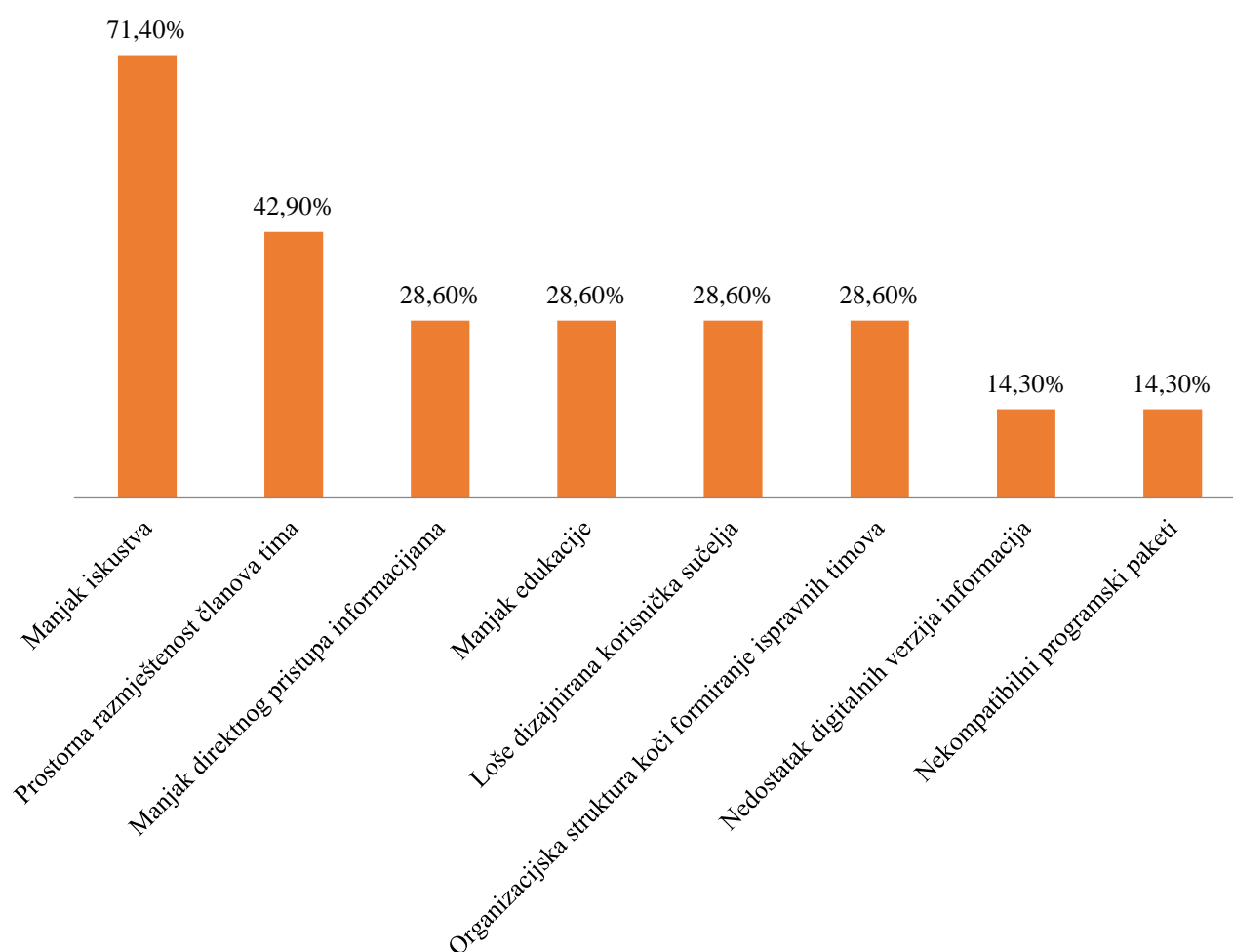
Slika 38. Traganje za potrebnim informacijama

Kao uzroke prekomjernog prijenosa informacija, ispitanici su naveli neefikasnu organizaciju, manjak direktnog prijenosa informacija do krajnjeg korisnika, nekompatibilnost softvera i alata te manjak direktnog pristupa zbog ograničenja IT sustava (Slika 39).



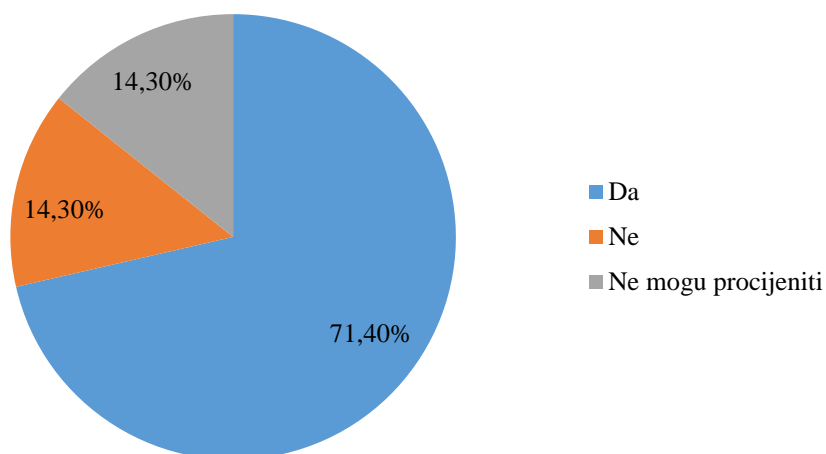
Slika 39. Uzroci prekomjernog prijenosa informacija

Velika većina ispitanika, njih 85,7%, odgovorila je da u svom radu povremeno moraju hodati do informacija. Također, više od polovice ispitanih (57,1%) moraju povremeno prikupljati ispisane materijale. Značajan udio ispitanih (42,9%) je navelo i treći problem, a to je obavljanje prevelikog broja operacija na računalo. Najčešće naveden uzrok nepotrebnog kretanja u radu je manjak iskustva zaposlenika, a slijede prostorna razmještenost članova tima, manjak direktnog pristupa informacijama, manjak edukacije, loše dizajnirana korisnička sučelja, organizacijska struktura koja koči formiranje ispravnih timova, nedostatak digitalnih verzija informacija te nekompatibilni programski paketi (Slika 40).



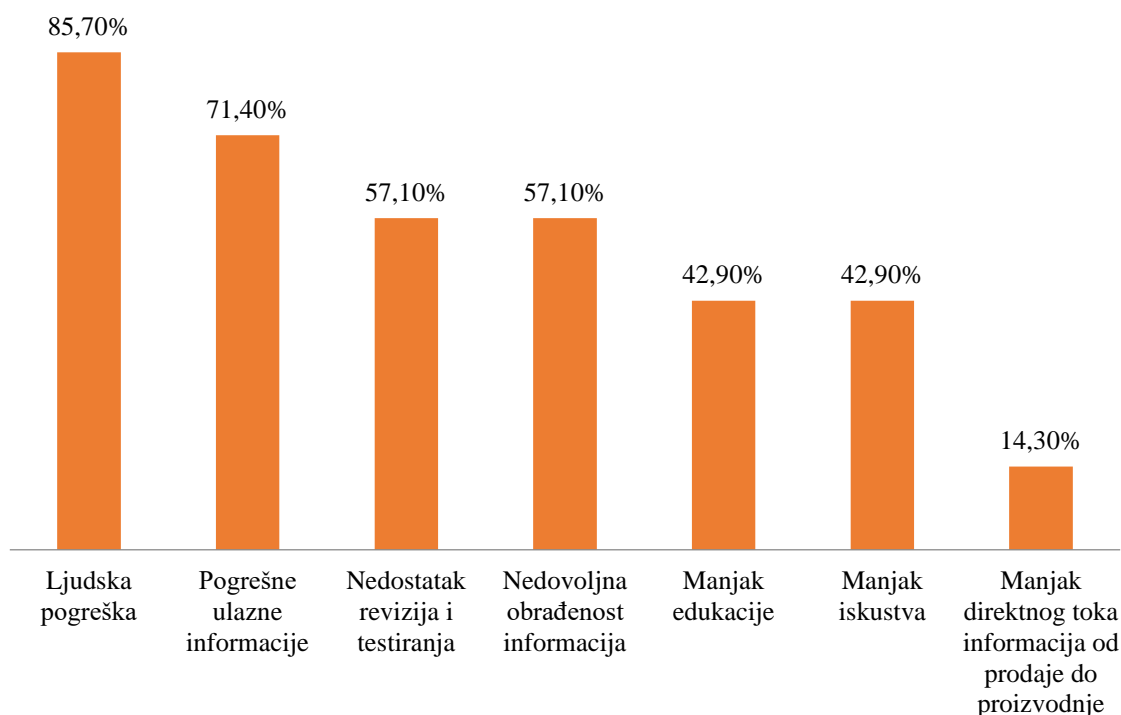
Slika 40. Uzroci nepotrebnog kretanja

Čak 85,7% ispitanika je odgovorilo da se u njihovom radu javljaju greške u ulaznim podacima, a u prosjeku se to događa rijetko. Također, 71,4% ispitanih je odgovorilo da se u njihovom radu javljaju greške u informacijama koje se šalju daljnjim korisnicima, unutarnjim ili vanjskim (Slika 41), a to se u prosjeku događa povremeno.



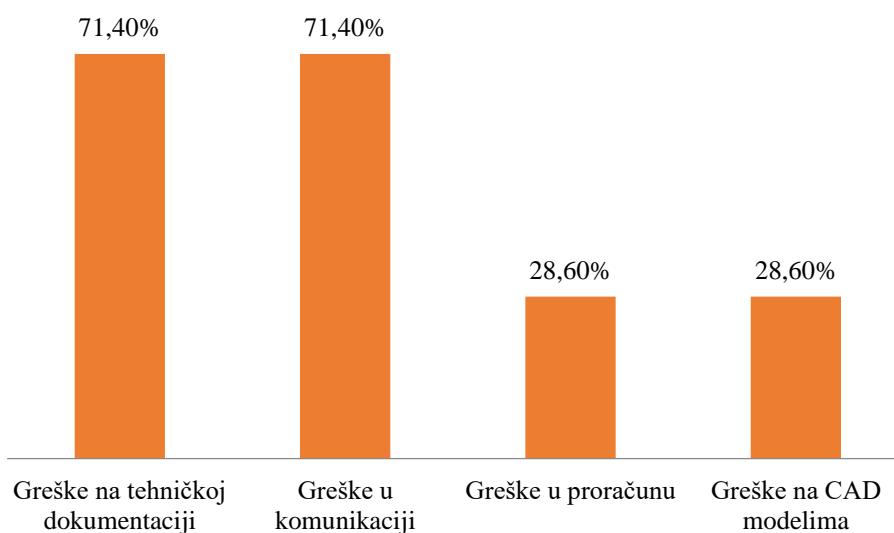
Slika 41. Pojava grešaka u izlaznim informacijama

Najčešće naveden uzrok pojave grešaka u ulaznim ili izlaznim informacijama je ljudska pogreška, a slijede pogrešne ulazne informacije, nedostatak revizija i testiranja, nedovoljna obrađenost informacija koje se šalju korisnicima, manjak edukacije, manjak iskustva te manjak direktnog toka informacija od prodaje do proizvodnje (Slika 42).



Slika 42. Uzroci pojave grešaka u ulaznim i izlaznim informacijama

Zaključno, konstrukcijski uredi su kao dvije najčešće vrste grešaka u svom radu naveli greške na tehničkoj dokumentaciji i greške u komunikaciji, a u manjoj mjeri i greške na CAD modelima te greške u proračunu (Slika 43).



Slika 43. Greške u radu konstrukcijskih ureda

U Tablici 10 prikazane su ocjene učestalosti za sve gubitke obuhvaćene anketom, te ukupne ocjene učestalosti za svaku skupinu gubitaka. Kao što je ranije navedeno, učestalost se ocjenjivala na tjednoj razini, prema skali:

- a) 1 – Vrlo rijetko;
- b) 2 – Rijetko;
- c) 3 – Povremeno;
- d) 4 – Često;
- e) 5 – Vrlo često.

Ocjena učestalosti računala se prema formuli:

$$\text{Ocjena učestalosti} = P_1 \cdot 1 + P_2 \cdot 2 + P_3 \cdot 3 + P_4 \cdot 4 + P_5 \cdot 5, \quad (4)$$

Gdje su P_1, P_2, P_3, P_4 i P_5 postoci odgovora ispitanika za svaku ocjenu.

Iz Tablice 10 je vidljivo da ukupna ocjena učestalosti pogrešaka u radu konstrukcijskih ureda obuhvaćenih ovom anketom iznosi 2,53, što znači da se pogreške događaju rijetko do povremeno.

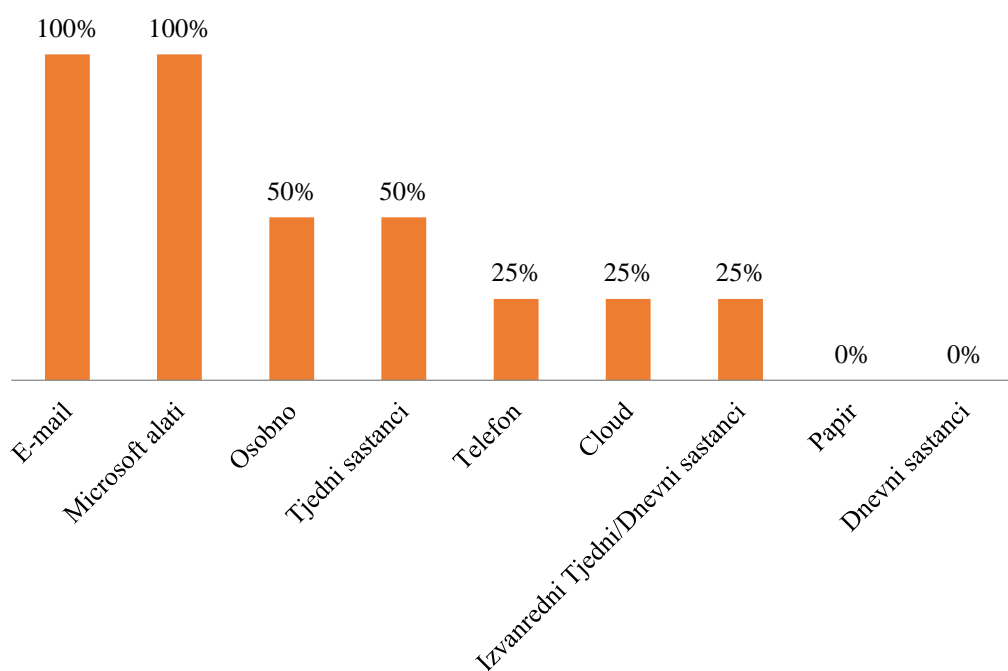
Tablica 10. Ocjene učestalosti pogrešaka u radu konstrukcijskih ureda

Ocjene učestalosti pogrešaka	
Čekanje	
Nemogućnost pristupa informacijama	3,86
Čekanje u radu	2,00
Čekanje uzrokovano prerano stvorenim informacijama	1,57
Ocjena učestalosti - Čekanje	2,48
Zalihe	
Kreiranje više informacija nego što je potrebno	2,60
Spremanje informacija na više nepotrebnih izvora	3,50
Zastarjele informacije	2,43
Informacije „za svaki slučaj“	3,00
Ocjena učestalosti – Zalihe	2,88
Prekomjerna obrada	
Prekomjerno oblikovanje	2,00
Potreba za više odobrenja prije slanja informacija	3,20
Ocjena učestalosti – Prekomjerna obrada	2,6
Prekomjerna proizvodnja	
Kreiranje više informacija nego što je potrebno	2,33
Guranje informacija („push sustav“)	2,25
Ocjena učestalosti – Prekomjerna proizvodnja	2,29
Transport	
Traganje za potrebnim informacijama	2,72
Previše ljudi rukuje informacijama	3,00
Promjena računala zbog dolaska do informacija	2,00
Ocjena učestalosti – Transport	2,57
Nepotrebno kretanje	
Hodanje do informacija	2,17
Prikupljanje isprintanih materijala	3,00
Obavljanje previše operacija na računalu	2,75
Ocjena učestalosti – Nepotrebno kretanje	2,64
Škart, dorada	
Greške u ulaznim informacijama	1,83
Greške u informacijama koje se šalju korisniku	2,6
Ocjena učestalosti – Škart, dorada	2,22
Ukupna ocjena učestalosti pogrešaka u radu konstrukcijskih ureda	2,53

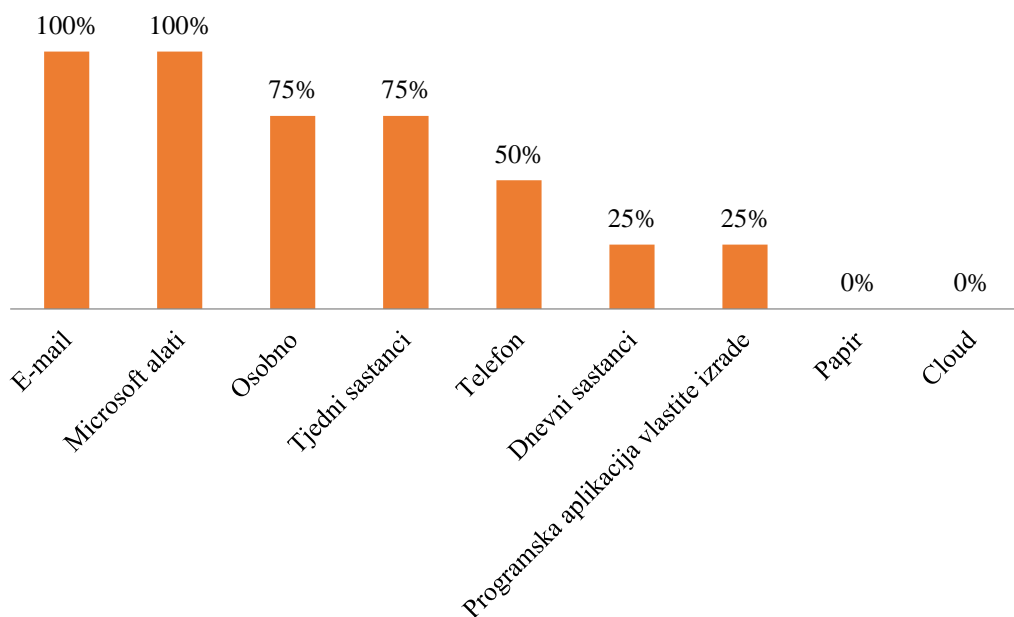
5.1.1. Analiza konstrukcijskog ureda jednog poduzeća

Zanimljivo je promotriti odgovore na temelju samo jednog poduzeća, kako bi se dobio uvid o raznolikosti uobičajenih praksi i ponašanja unutar zasebnog poduzeća kao i o različitosti shvaćanja problema i njihovih uzroka unutar jednog konstrukcijskog ureda. Analizirano je jedno poduzeće iz područja automobilske industrije locirano u Gradu Zagrebu, čije ime neće biti navedeno zbog zaštite podataka. To poduzeće broji između 50 i 150 zaposlenih, od čega je više od 20 zaposlenih u konstrukcijskom uredu, a u svom radu ne koriste ERP sustav. Softveri koje koriste su SolidWorks i CATIA.

Najčešći način na koji konstrukcijski ured komunicira s proizvodnjom je putem E-maila i Microsoft alata (Slika 44), a to su također najčešći načini komunikacije s ostalim odjelima u poduzeću (Slika 45).

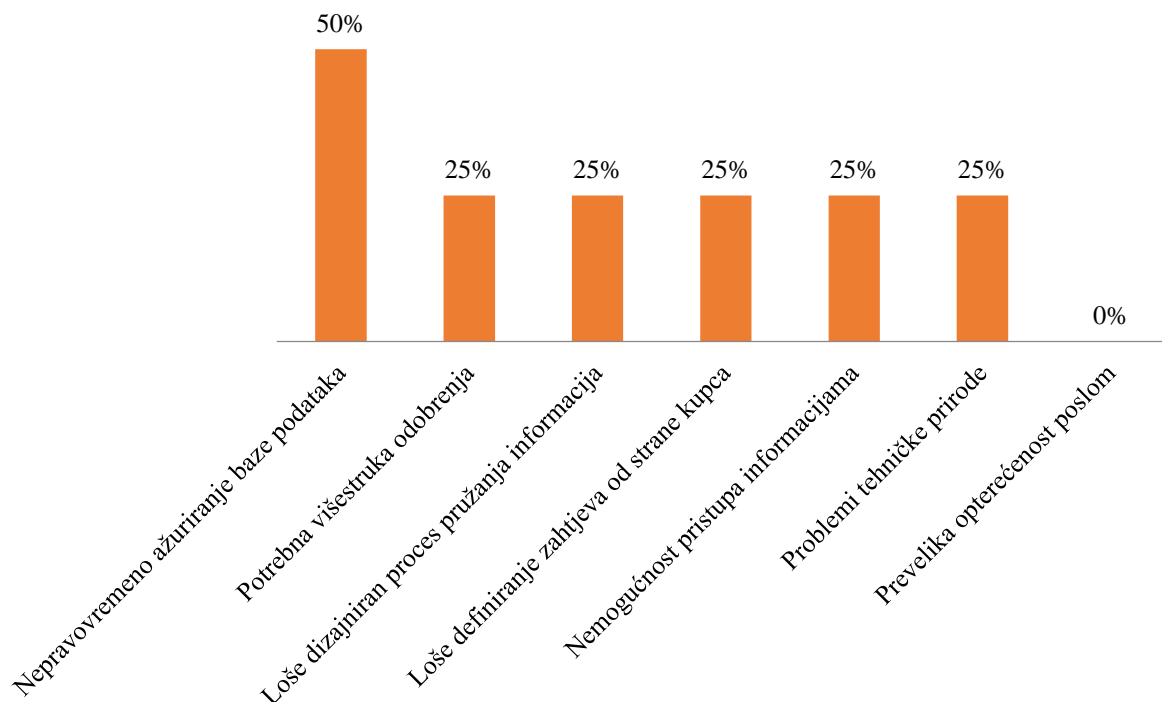


Slika 44. Konstrukcijski ured – komunikacija s proizvodnjom



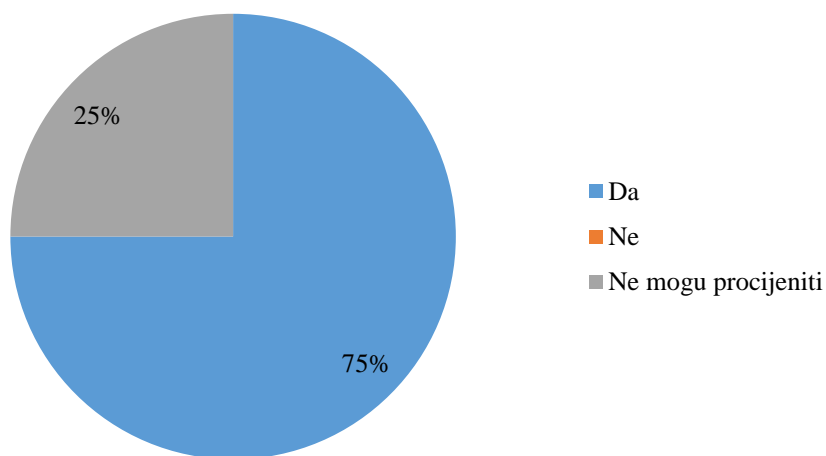
Slika 45. Konstrukcijski ured – komunikacija s ostalim odjelima

Polovica ispitanika odgovorila je da se u njihovom radu javlja čekanje na informacije koje uzrokuje zastoje u radu, dok ostali nisu mogli procijeniti. Do čekanja u radu dolazi rijetko, a ispitanici povremeno do često ne mogu pristupiti informacijama. Također, polovica ispitanika je odgovorila da prerano stvorene informacije uzrokuju zastoje u njihovom radu, no to se događa vrlo rijetko do rijetko. Najčešće naveden uzrok čekanja na informacije je nepravovremeno ažuriranje baze podataka, a zatim u jednakoj mjeri slijede ostali, što je prikazano na Slici 46.

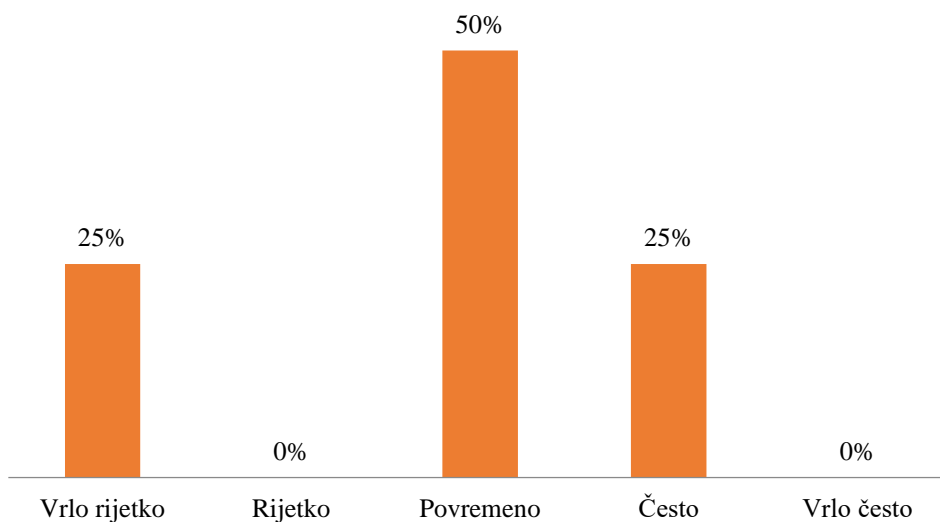


Slika 46. Konstrukcijski ured – uzroci čekanja

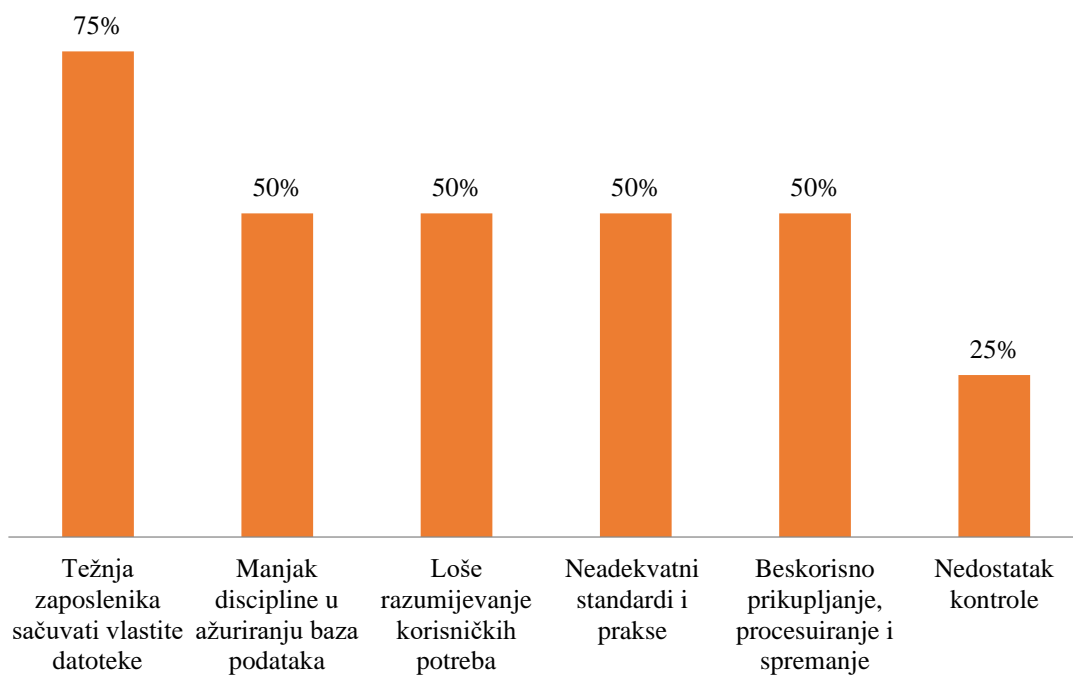
Čak je 75% ispitanih odgovorilo da u svom radu kreiraju više informacija nego što je potrebno (Slika 47), te je učestalost ocijenila kao povremenu (Slika 48). Polovica ispitanih smatra da se informacije povremeno do često spremaju na više nepotrebnih izvora, a svi se u svom radu povremeno susreću sa zastarjelim informacijama. Također, svi u radu kreiraju informacije za svaki slučaj i to povremeno do često. Najčešće naveden uzrok stvaranja zaliha je težnja zaposlenika da sačuvaju vlastite datoteke, a svi uzroci su prikazani na Slici 49.



Slika 47. Konstrukcijski ured – kreiranje viška informacija

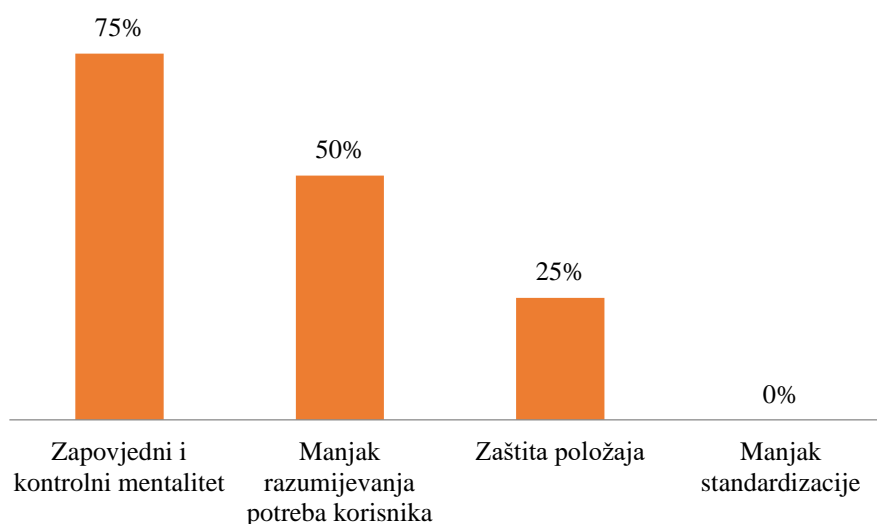


Slika 48. Konstrukcijski ured – učestalost kreiranja viška informacija



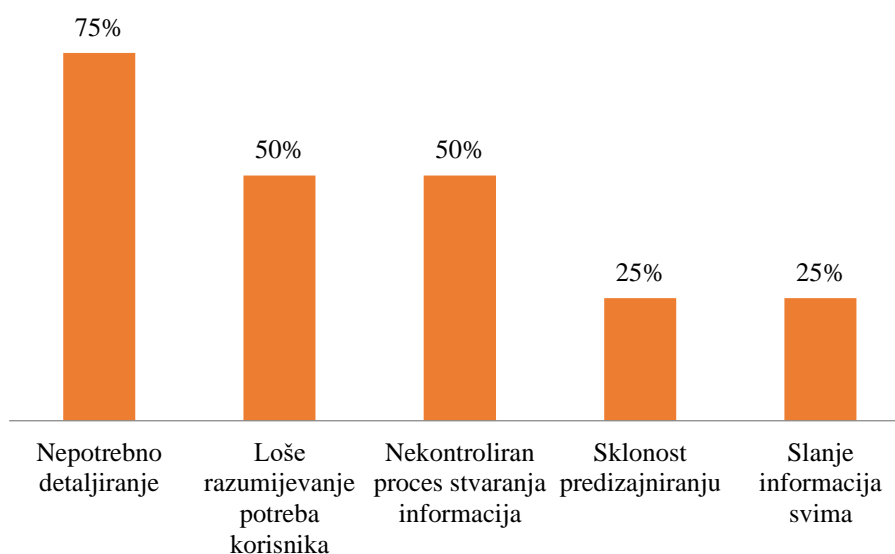
Slika 49. Konstrukcijski ured – uzroci stvaranja zaliha

Polovica ispitanika odgovorila je da im se u radu događa prekomjerno oblikovanje, ali se to događa rijetko. Suprotno tome, čak je 75% ispitanih odgovorilo da često trebaju više odobrenja za prosljeđivanje informacija. Najčešći uzrok prekomjerne obrade informacija u poduzeću je zapovjedni i kontrolni mentalitet, zatim manjak razumijevanja potreba korisnika te zaštita vlastitog položaja (Slika 50).



Slika 50. Konstrukcijski ured – uzroci prekomjerne obrade informacija

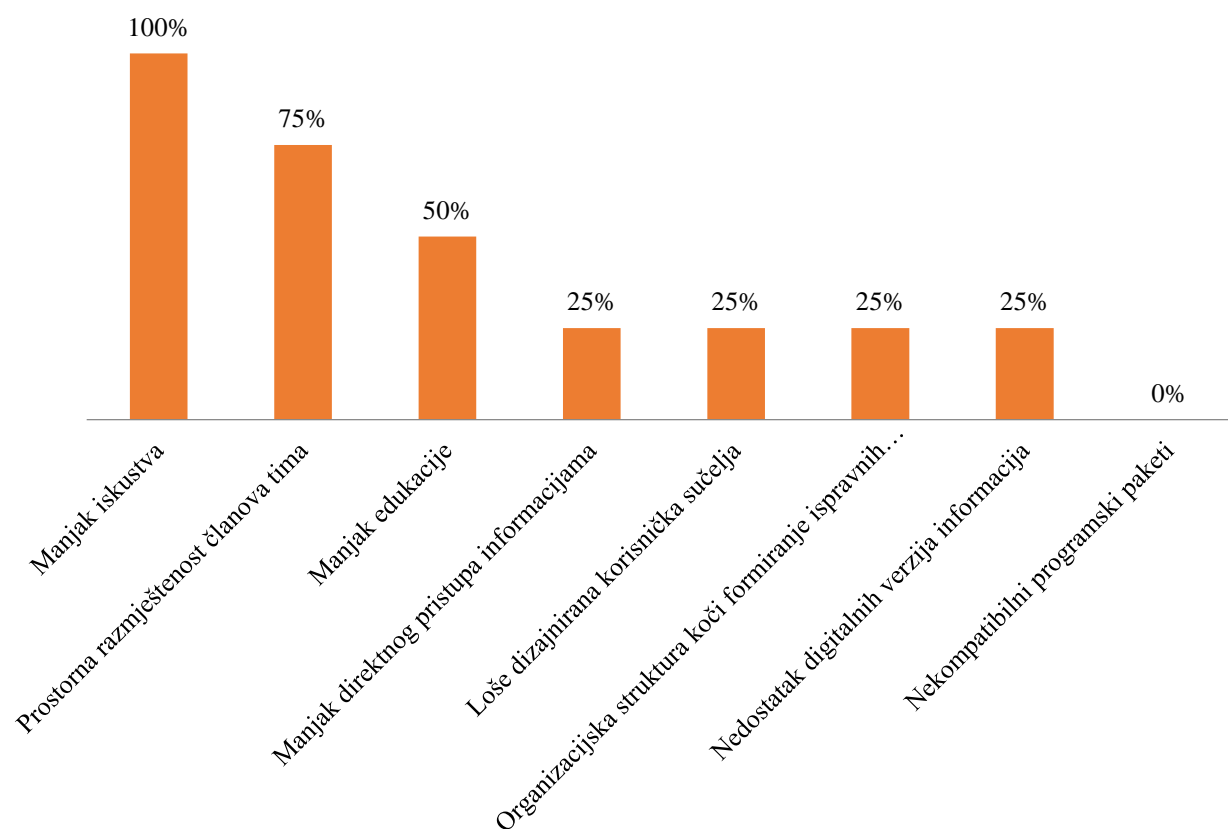
Polovica ispitanika u svom radu povremeno proizvodi više informacija nego što je potrebno, a isti broj u radu primjećuje „push sustav“. Najčešći uzrok prekomjerne proizvodnje informacija u poduzeću nepotrebno detaljiranje u ranim fazama konstruiranja, a na Slici 51 su prikazani svi uzroci prekomjerne proizvodnje.



Slika 51. Konstrukcijski ured – uzroci prekomjerne proizvodnje informacija

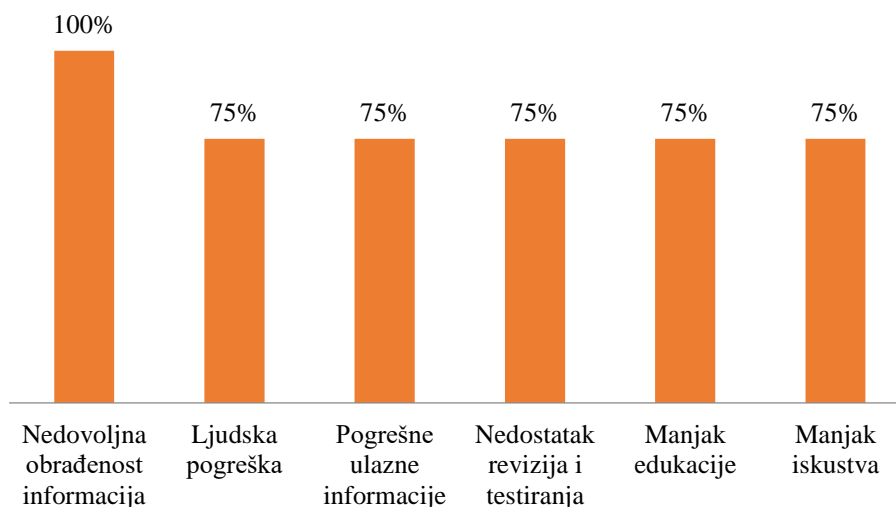
Tri četvrtine ispitanih povremeno mora tražiti informacije potrebne za rad, dok malo njih smatra da informacijama rukuje previše ljudi prije nego li one dođu do korisnika. Također, niti jedan ispitanik nije odgovorio da mora mijenjati računalo kako bi došao do potrebnih informacija. Navedeni uzroci prekomjernog transporta informacija su neefikasna organizacija i manjak direktnog prijenosa informacija do krajnjeg korisnika.

Čak 75% ispitanih smatra da povremeno moraju hodati do informacija, a 50% ih mora obaviti prevelik broj operacija na računalu te prikupljati isprintane materijale. Najčešći uzrok nepotrebnog kretanja u radu je manjak iskustva, a ostali uzroci prikazani su na Slici 52.



Slika 52. Konstruktivski ured – uzroci nepotrebnog kretanja

Svi ispitanici odgovorili su da se susreću s greškama u ulaznim informacijama, ali da se to događa rijetko. Također, svi smatraju da se povremeno javljaju greške u informacijama koje se šalju daljnjim korisnicima. Najčešće navedeni uzrok pojave škarta i dorade je nedovoljna obrađenost informacija koje se šalju korisnicima, unutarnjim ili vanjskim, a na Slici 53 su prikazani svi uzroci škarta i dorade. Slika 54 prikazuje najčešće vrste pogrešaka u radu konstruktivskog ureda ovog poduzeća.



Slika 53. Konstrukcijski ured – uzroci pojave škarta ili dorade



Slika 54. Konstrukcijski ured – vrste pogrešaka u radu

U Tablici 11 prikazane su ocjene učestalosti za sve gubitke obuhvaćene anketom, te ukupne ocjene učestalosti za svaku skupinu gubitaka, računane na isti način kao u Tablici 10. Iz Tablice 11 je vidljivo da ukupna ocjena učestalosti pogrešaka u radu konstrukcijskih ureda obuhvaćenih ovom anketom iznosi 2,39 što znači da se pogreške događaju razmjerno rijetko, a poduzeće ima bolju ocjenu učestalosti s obzirom na prosjek svih ispitanih poduzeća.

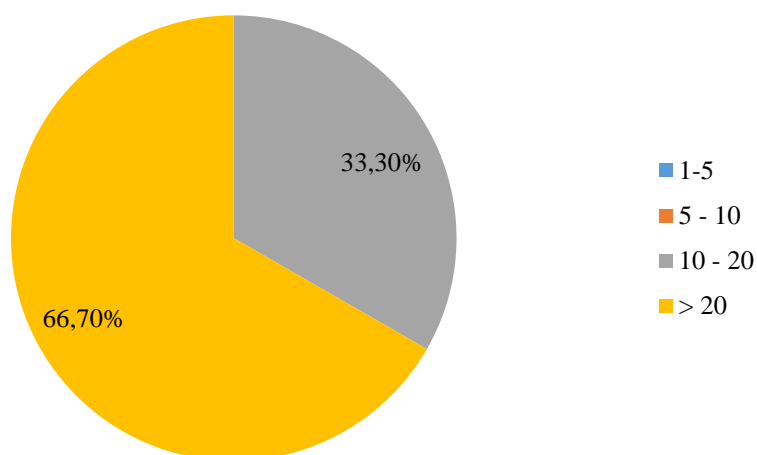
Tablica 11. Ocjene učestalosti pogrešaka – jedan konstrukcijski ured

Ocjene učestalosti pogrešaka	
Čekanje	
Nemogućnost pristupa informacijama	3,50
Čekanje u radu	2,00
Čekanje uzrokovano prerano stvorenim informacijama	1,75
Ocjena učestalosti - Čekanje	2,24
Zalihe	
Kreiranje više informacija nego što je potrebno	2,75
Spremanje informacija na više nepotrebnih izvora	3,00
Zastarjele informacije	2,50
Informacije „za svaki slučaj“	3,00
Ocjena učestalosti – Zalihe	2,81
Prekomjerna obrada	
Prekomjerno oblikovanje	2,00
Potreba za više odobrenja prije slanja informacija	3,25
Ocjena učestalosti – Prekomjerna obrada	2,63
Prekomjerna proizvodnja	
Kreiranje više informacija nego što je potrebno	2,33
Guranje informacija („push sustav“)	2,67
Ocjena učestalosti – Prekomjerna proizvodnja	2,50
Transport	
Traganje za potrebnim informacijama	2,75
Previše ljudi rukuje informacijama	2,5
Promjena računala zbog dolaska do informacija	1
Ocjena učestalosti – Transport	2,08
Nepotrebno kretanje	
Hodanje do informacija	2,33
Prikupljanje isprintanih materijala	2,00
Obavljanje previše operacija na računalu	2,67
Ocjena učestalosti – Nepotrebno kretanje	2,33
Škart, dorada	
Greške u ulaznim informacijama	2,00
Greške u informacijama koje se šalju korisniku	2,25
Ocjena učestalosti – Škart, dorada	2,13
Ukupna ocjena učestalosti pogrešaka u radu konstrukcijskih ureda	2,39

5.2. Proizvodnja

Anketa za proizvodnju bila je manjeg obujma nego anketa za konstrukcijski ured te je izrađena na drugačiji način. Prikupljeni su podaci o greškama koje se javljaju u proizvodnji, kao i o njihovoj učestalosti, a posebno o greškama koje su uzrokovane greškama u radu konstrukcijskog ureda. Cilj ove ankete je bio sagledati greške u radu konstrukcijskog ureda iz perspektive proizvodnje, kao i greške u komunikaciji između ta dva odjela poduzeća. Učestalost grešaka se i u ovoj anketi promatrala na tjednoj razini.

Kao što je ranije navedeno, anketom su obuhvaćena mala i srednja poduzeća, no i ona se razlikuju po veličini, odnosno broju zaposlenika. Tako je 50% ispitanih poduzeća imalo između 10 i 20, 25% između 20 i 50, a 25% više od 50 zaposlenih u proizvodnji. U većini poduzeća je visoku ili višu stručnu spremu imalo 1 do 5 zaposlenih u proizvodnji, a puno su zastupljeniji oni sa srednjom ili nižom stručnom spremom (Slika 55).



Slika 55. Udio zaposlenika sa srednjom ili nižom stručnom spremom u proizvodnji

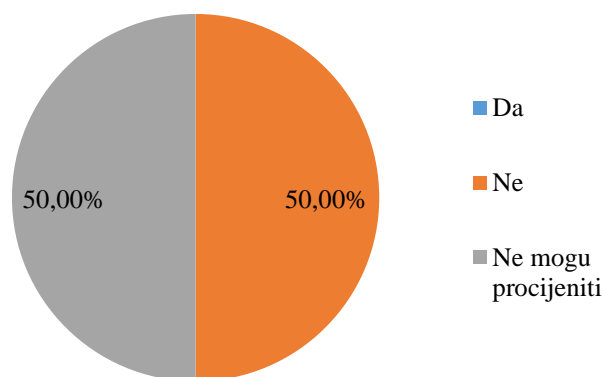
Ispitanici su odgovorili da se greške u proizvodnji, na tjednoj razini, događaju malo rjeđe od povremeno (ocjena učestalosti 2,66). Procijenjeni broj grešaka se razlikuje od poduzeća do poduzeća, od jako malog (1 na tjedan) do jako velikog (50 na tjedan), što je uvjetovano brojem radnika, brojem aktivnih projekata, opsegom i razinom zahtjevnosti posla, itd. Iako je aritmetička sredina, kao statistička vrijednost, osjetljiva na postojanje ekstremnih vrijednosti, ovdje je ipak bila najbolje sredstvo za prikazivanje relativnog broja grešaka. Tako je izračunato da je prosječan broj grešaka u proizvodnji anketom obuhvaćenih poduzeća 12 grešaka na tjedan.

Ispitanici su odgovorili da greške u radu konstrukcijskog ureda uzrokuju greške u proizvodnji malo češće od povremeno (ocjena učestalosti 3,17). Procijenjeni postotak grešaka u proizvodnji uzrokovan greškama u radu konstrukcijskog ureda iznosi 50,1%, što je u skladu s procijenjenom učetalosti, a to bi značilo da na 12 grešaka u prosjeku, greške u radu konstrukcijskog ureda uzrokuju otprilike 6 grešaka u proizvodnji, na tjednoj razini.

Kao najčešće pogreške u radu konstrukcijskog ureda ispitanici su naveli nejasnu tehničku dokumentaciju, a slijede pogrešne kote na tehničkoj dokumentaciji, potpuno pogrešna tehnička dokumentacija, nedostatak kota na tehničkoj dokumentaciji, greške u softverskim predlošcima, pogrešan upis materijala ili podataka te nepoznavanje tehnoloških postupaka.

Kao uzroke tih grešaka ispitanici su naveli pogrešne izmjere u pogonu, lošu komunikaciju konstrukcijskog ureda s ostalim odjelima u poduzeću (npr. automatika ili priprema proizvodnje), nepažnju radnika, nedostatak kontrole, nove ili specijalne tipove proizvoda, nedostatak edukacije, manjak iskustva, manjak angažmana od strane voditelja, nerazumijevanje mogućnosti proizvodnje te kratke rokove predviđene za konstrukcijsku razradu.

Zanimljivo je da je 50% ispitanih odgovorilo da nema problema u komunikaciji s konstrukcijskim uredom, a 50% da ne može procijeniti (Slika 56), dok su kao najčešće probleme u komunikaciji s konstrukcijskim uredom naveli nerazumijevanje potreba proizvodnje, odnosno krivu jasnoću strukture dokumentacije, nerazumijevanje mogućnosti proizvodnje, nedostatak vremena te općenito nedovoljnu komunikaciju, što je samo po sebi kontradiktorno. To ukazuje na to da često odjeli nisu ni svjesni problema u komunikaciji s drugim odjelima, već to podrazumijevaju kao nešto normalno, što je osnova za stvaranje nepotrebnih gubitaka.



Slika 56. Postojanje problema u komunikaciji proizvodnje i konstrukcijskog ureda

6. OMV-INDOIL

OMV-INDOIL je hrvatsko poduzeće smješteno u Gornjem Stupniku u blizini Grada Zagreba (Slika 57). Već 30 godina su vodeće hrvatsko poduzeće u proizvodnji industrijskih ventila, a industrije u kojima djeluju su: industrija nafte i plina, energetski sektor, vode i otpadne vode, brodogradnja, farmaceutska industrija i ostale procesne industrije. Konstruiraju i proizvode armature prema specifičnim zahtjevima kupaca, što uključuje pronalaženje novih tehničkih rješenja u radu ventila, vlastiti dizajn ventila te specijalne izvedbe ventila. Od siječnja 2021. su dio AVK grupe, koja je globalni lider u proizvodnji ventila i hidranata, a ima više od 100 učinkovitih tvrtki, 4000 zaposlenih te još šest povezanih industrijskih tvrtki, a posluje u više od 86 zemalja [34].



Slika 57. Zgrada poduzeća OMV-INDOIL u Donjem Stupniku [34]

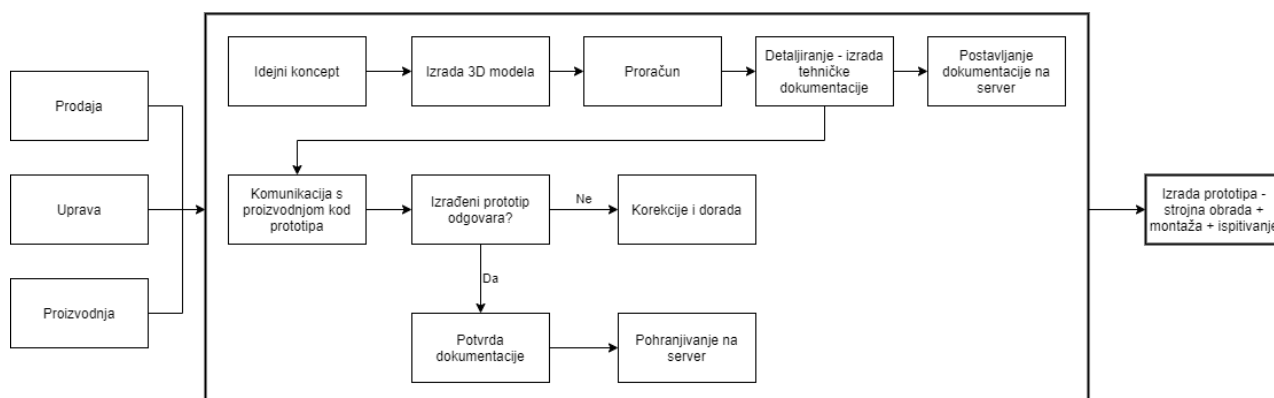
Proizvodnja im se nalazi na dvije lokacije: OMV-INDOIL d.o.o. u Zagrebu, gdje je i sjedište poduzeća, te Energovalves d.o.o. u Čapljini (Bosna i Hercegovina). Sve ventile proizvode prema ANSI, ED/DIN i GOST standardima u klasama ANSI 150 do 2500 (PN6 – PN420), a posjeduju i sve potrebne certifikate. Osim proizvodnje industrijskih ventila, OMV-INDOIL je vodeći dobavljač armatura i kompletnog cjevovodnog materijala za izgradnju i održavanje infrastrukturnih projekata u naftnoj, plinskoj, petrokemijskoj, farmaceutskoj i procesnoj industriji, te energetici prema standardima EN, ANSI, GOST I DIN [34].

Cilj poduzeća je biti vodeći proizvođač industrijskih ventila u jugoistočnoj Europi po kvaliteti i inovativnosti, te održati vodeću poziciju kao isporučitelj kompletnih paketa cjevovodnog materijala za projekte i održavanje industrijskih postrojenja u Republici Hrvatskoj. Trenutno broje više od 650 zadovoljnih kupaca, 40 zemalja izvoza i proizvode više od 40 000 ventila godišnje. Njihov asortiman proizvoda obuhvaća: kuglaste slavine, leptiraste zaklopke, zasune, zaporne ventile, nepovratne ventile, konusne slavine, taylor-made ventile, dijelove ventila, ventile specijalne izvedbe, bušotinsku opremu i dijelove, kontrolne ploče te krajnje polne ploče [34].

6.1. Analiza rada konstrukcijskog ureda poduzeća OMV-INDOIL

OMV-INDOIL broji između 50 i 150 zaposlenih te spada u skupinu malih i srednjih poduzeća, a u konstrukcijskom uredu imaju 3 zaposlena. Trenutno koriste OpenERP sustav, kao prijelazno rješenje do implementacije novog ERP sustava koji će biti pogodniji za njihovo poslovanje. S proizvodnjom i ostalim odjelima u poduzeću komuniciraju putem E-maila, telefonski, osobno, korištenjem papira i Microsoft alata te na tjednim sastancima. Softveri koje koriste u svom radu su SolidEdge i Draftsight.

Konstrukcijski ured signal za rad dobiva od prodaje, uprave i proizvodnje, a izlaz njihovih procesa šalje se u strojnu obradu, nakon koje slijede montaža i ispitivanje. Nakon što dobiju informaciju od prodaje o pokretanju projekta izrađuju idejni koncept, 3D model i vrše proračun. Zatim izrađuju tehničku dokumentaciju i postavljaju ju na server. Kod izrade novih proizvoda, tj. prototipova, komuniciraju s proizvodnjom i ukoliko izrađeni prototip odgovara svim zahtjevima, postavljaju odobrenu dokumentaciju na server. Ukoliko prototip ne odgovara svim zahtjevima, korigira se dokumentacija i vrše se dorade. Uz obavljanje tog dijela posla, trenutno pružaju podršku prodaji. Slika 58 prikazuje opisani način rada konstrukcijskog ureda.



Slika 58. Shema rada konstrukcijskog ureda poduzeća OMV-INDOIL

U radu konstrukcijskog ureda događaju se pogreške, koje najčešće nastaju kao posljedica manjka vremena ili loše komunikacije s prodajom i proizvodnjom. U nastavku će biti objašnjeni problemi u radu konstrukcijskog ureda ovog poduzeća te dani prijedlozi za rješavanje tih problema. Slika 59 prikazuje konstrukcijski ured poduzeća OMV-INDOIL.



Slika 59. Konstrukcijski ured poduzeća OMV-INDOIL

U svom radu konstrukcijski ured povremeno ne može pristupiti potrebnim informacijama te dolazi do čekanja. Također, neke informacije se prerano stvaraju. Prodaja dogovori posao i pošalje informaciju o tome konstrukcijskom uredu, s rokom za završetak od, na primjer, dva mjeseca. Konstrukcijski ured tu informaciju zaprimi, ali zbog prevelike opterećenosti poslom ne mogu odmah početi raditi na tom projektu, već to stoji narednih nekoliko tjedana. Za to vrijeme kupac može promijeniti narudžbu ili dodati neke nove zahtjeve, a konstrukcijski ured o tome često nije obaviješten, već ima zastarjelu informaciju. Tek na upit konstrukcijskog ureda se dolazi do promijenjene verzije informacije. Također, pošto te informacije dugo stoje, postoji mogućnost da se na njih zaboravi, jer ne postoji sustav podsjetnika koji bi upozorio radnike u konstrukcijskom uredu o skorom početku novog projekta. Zbog toga konstrukcijski ured mora ručno pratiti sve projekte koji dolaze, čime se gubi na efikasnosti.

Konstrukcijski ured neke informacije često sprema na više izvora, konkretno informacije koje su potrebne proizvodnji, na zahtjev same proizvodnje. Postoji i velik broj zastarjelih informacija, točnije zastarjelih nacrti koji ili nisu ažurirani ili nisu uklonjeni. Kako se isti nacrti spremaju na više izvora, ako se ukaže potreba za promjenom nacrti, događa se da se promjeni nacrt na jednom ili više izvora, ali ne na svima, što uzrokuje pogreške u radu. Kao razloge stvaranja zaliha informacija zaposlenici konstrukcijskog ureda su naveli težnju da sačuvaju vlastite datoteke, nedostatak kontrole te prikupljanje i procesuiranje nepotrebnih informacija.

U svom radu često vrše prekomjernu obradu, zbog lošeg razumijevanja potreba korisnika. Uzrok tome je loša komunikacija s prodajom, jer često nije do kraja definirano što se od njih traži, tj. nije dobro iskomunicirano što treba napraviti. Također, proizvode više informacija nego li je to potrebno. Primjer toga je stavljanje svih kota na crteže, kako bi se izbjegao nedostatak određene kote i zastoj u proizvodnji. Prekomjerno kotiranje je zapravo kompromis između utroška njihovog vremena (prema njima, to im ne oduzima puno vremena) i utroška vremena u proizvodnji. Kao uzroke prekomjerne proizvodnje informacija naveli su sklonost predizajnanju i loše razumijevanje potreba korisnika.

Konstruktivski ured često mora tražiti informacije potrebne za rad. Na primjer, najavi se određen projekt, oni započnu s poslom i zatim traže potrebne informacije te pokušavaju saznati da li postoje promjene za koje oni ne znaju. Umjesto dobivanja potrebnih informacija na mail ili telefon, one se prenose u hodu ili preko treće osobe, zbog čega se gubi na njihovoj točnosti pa se moraju ili provjeravati ili tražiti ako se zaborave prenijeti. Nekada se potrebne informacije niti ne pošalju, već se za to mora poslati podsjetnik. Povremeno moraju hodati do informacija, što je posljedica manjka direktnog pristupa, nedostatka digitalnih verzija informacija, lošeg dizajna korisničkih sučelja i dislociranosti članova tima.

U njihovom radu se javljaju greške u ulaznim informacijama, kao i greške u izlaznim informacijama. Greške u ulaznim informacijama su objašnjene ranije u tekstu te se odnose najčešće na greške u komunikaciji, a greške u izlaznim informacijama se najčešće odnose na greške u kotiranju crteža ili nedostatak kota koje su potrebne proizvodnji. To se najčešće događa kod izrade novih proizvoda, tj. kod izrade prototipa, a kod izrade standardnih proizvoda zbog korištenja zastarjele dokumentacije. Zastarjela dokumentacija se javlja zbog manjka vremena za njeno uklanjanje i ispravljanje te zbog manjka informacija o samoj potrebi ispravka iste.

Po njihovoj procjeni, dnevno se pojave jedna do dvije greške na dokumentaciji koje zahtijevaju njihovu intervenciju, a okvirno trajanje te intervencije je 5 do 10 minuta po crtežu. Naravno, nenadana intervencija znači prekidanje trenutnog posla i gubitak fokusa, što može uzrokovati stvaranje novih grešaka. Najčešće su to greške pri izradi prototipa, jer tehnolog ne prekontrolira crteže prije nego li se oni šalju u proizvodnju. Zbog toga se događa da nedostaje određena kota koja nije potrebna za definiranje samog dijela, već za njegovu izradu na stroju. Takve se greške događaju zbog preopterećenosti konstrukcijskog ureda i tehnologa. Problem je što poduzeće rijetko proizvodi velike serije proizvoda, već se proizvode male serije, često novih proizvoda, pa su takve pogreške učestale.

Proizvodni pogon u poduzeću radi u dvije smjene, jutarnjoj i popodnevnoj, dok konstrukcijski ured radi samo u jutarnjoj smjeni. Zbog toga se gleda sve prototipove izrađivati u toj smjeni, ako se ukaže potreba za ispravkom dokumentacije. Također, samo je konstrukcijski ured ovlašten za vršenje promjena na dokumentaciji. Djelatnik proizvodnje je naveo kako se veća pogreška uzrokovana radom konstrukcijskog ureda može dogoditi dva do tri puta u tjednu, a da jedna pogreška može uzrokovati direktni zastoj na stroju u trajanju dva do tri sata. U najgorem slučaju to znači do 9 sati zastoja u radu stroja, što je više od trajanja jedne smjene. Ako se takva pogreška dogodi u popodnevnoj smjeni, stroj stoji dok se ne dobije potrebna povratna informacija od konstruktora, što može potrajati. Ponekad proizvodnja prosljedi informaciju o pogrešci, ali se pogreška ne ispravi, a također se događa da se dogodi promjena u proizvodnom pogonu koju ne prati promjena na tehničkoj dokumentaciji. Sve to uzrokuje kašnjenje u proizvodnji i posljedično isporuci, koje se događa u čak 70% slučajeva.

Zastoji na stroju, čekanja i pogreške su sastavni dio rada svakog poduzeća, no ovdje uzrokuju kašnjenja zbog kratkog roka za izradu. Prodaja se pri ugovaranju poslova ne konzultira s konstrukcijskim uredom i nema uvid u opterećenost konstrukcijskog ureda, što znači da ne vide u kojem su stanju završenosti njihovi projekti, koliko projekata slijedi i koliko vremena treba za njihovo izvršenje. Zbog toga konstrukcijski ured kasno započinje s radom na određenom projektu što onda znači da najveći dio vremena trajanja projekta odlazi na izradu tehničke dokumentacije, iako se ona izrađuje relativno kratko. To za posljedicu ima da proizvodnja mora u jako kratkom roku proizvesti određenu količinu proizvoda, a onda svaka greška i zastoj uzrokuju probleme i posljedično kašnjenje. Također, pošto moraju ostaviti što više vremena proizvodnji, konstrukcijski ured svoj posao radi u žurbi te ponekad moraju naručiti određene dijelove prije same izrade prototipnog modela, što može uzrokovati troškove, ali se zbog iskustva radnika ne događa često.

Još jedan od problema u radu je manjak montažnih crteža, i za stare i za nove proizvode. To je problem kod zapošljavanja novih radnika u montaži, koje onda moraju nadgledati i educirati stari radnici. Montažne crteže bi bilo potrebno izraditi za određene grupe proizvoda, a uzrok nedostatka tih crteža je manjak vremena za njihovu izradu. Montažni prostor prikazan je na Slici 60.



Slika 60. Montažni prostor poduzeća OMV-INDOIL

Kao što je navedeno, konstrukcijski ured pruža i potporu prodaji u nekim aktivnostima, što im oduzima još vremena za rad. Na temelju svega navedenog vidljivo je da je najveći problem nedostatak vremena i preopterećenost poslom, koji su uzrokovani lošom razmjenom informacija u poduzeću, a za posljedicu imaju sve ranije navedene probleme.

6.2. Prijedlozi poboljšanja

Promjene koje bi bilo potrebno uvesti u radu poduzeća odnose se na poboljšanje komunikacije između različitih odjela te planiranja projekata. Prvo poboljšanje je nešto što poduzeće već ima u planu, a to je uvođenje novog ERP sustava koji će biti pogodniji za njihov način poslovanja, a poželjno bi bilo da ga je moguće integrirati s ostalim Microsoft alatima koje poduzeće već koristi.

Zbog grešaka u komunikaciji između konstrukcijskog ureda i proizvodnje, kao i lošeg razumijevanja potreba proizvodnje, kao rješenje se nameće Kaizen. Kao što je ranije navedeno, Kaizen je snažan alat za postizanje kontinuiranog poboljšanja u poduzeću. Održavanjem tjednih Kaizen radionica, radnici u proizvodnji bi mogli dati svoje prijedloge za izbjegavanje grešaka u radu konstrukcijskog ureda, osobno prijaviti pogreške koje su se javile u proteklom tjednu i tako osigurati da se one isprave te općenito predložiti promjene koje će ubrzati rad proizvodnje. Također, u radionicu bi bilo potrebno uključiti i prodaju, kako bi se riješilo probleme u komunikaciji između ta tri odjela. Kako bi se radnici osjećali slobodni predložiti promjenu, treba ih na to poticati i za to nagrađivati, što znači da treba ulagati trud u promjenu mindseta zaposlenika, a to zahtjeva angažman vodstva poduzeća. Vodstvo treba voditi primjerom i poticati svoje zaposlenike na stalna poboljšanja.

Još jedan alat Lean menadžmenta koji bi bilo potrebno primijeniti je uvođenje standardnih operativnih procedura. Prva standardna procedura koju je potrebno uvesti je procedura izrade tehničke dokumentacije za nove proizvode. Procedurom bi trebalo biti propisano da nakon što konstrukcijski ured izradi tehničku dokumentaciju, nju mora pregledati tehnolog i ukazati na određene propuste, koje će zatim konstrukcijski ured korigirati, a tek tada će se dokumentacija proslijediti u proizvodnju. Time bi se smanjio broj grešaka koje uzrokuju zastoje u radu stroja, a također i hitne intervencije konstruktora. Kada bi se ovakvom procedurom izbjegla pojava samo polovice trenutnog broja grešaka, to bi na mjesečnoj razini prosječno značilo dodatnih 12 sati i 30 minuta rada stroja, a također i dodatnih 2 sata i 50 minuta rada konstruktora. Druga standardna procedura bi trebala biti ona kojom bi bila propisana izrada montažnog crteža za novi proizvod odmah nakon izrade tehničke dokumentacije, ukoliko isti već ne postoji, a također bi trebao biti propisan i raspored izrade montažnih crteža za postojeće grupe proizvoda, na kojem bi trebali biti navedeni rokovi i odgovorne osobe. Time bi se uklonila potreba za stalnom edukacijom novih radnika, povećala efikasnost i uštedjelo vrijeme.

Zadnja predložena promjena je digitalna transformacija poduzeća i upotreba alata Industrije 4.0. U poduzeću se ne koristi Cloud, koji bi riješio problem pristupa informacijama i direktnog povezivanja različitih odjela. Također, potrebno je u rad uvesti digitalni alat za praćenje rada konstrukcijskog ureda i proizvodnje. Za takvo što postoje već razvijena Microsoftova rješenja, poput Microsoft Plannera ili Microsoft Projecta, upotrebom kojih bi prodaja bila u stanju pratiti opterećenost konstrukcijskog ureda i proizvodnje te prema tome ugovarati rokove novih projekata i tako rasteretiti ta dva odjela. Takav digitalni alat bi trebao informirati zaposlenike konstrukcijskog ureda o projektima koji dolaze, slanjem podsjetnika dan ili dva ranije, dok bi također trebao informirati prodaju o nadolazećim projektima kako bi ona mogla revidirati projekte, unijeti određene promjene (ako su se dogodile) i tako direktno obavijestiti konstrukcijski ured. To bi smanjilo potrebu za hodanjem i traženjem informacija, poboljšalo bi komunikaciju između ova dva odjela te bi rasteretilo konstrukcijski ured. Upotrebom Microsoft Projecta, prodaja bi mogla pratiti rokove i opterećenost proizvodnje, te prema tome bolje prilagoditi ugovorene projekte proizvodnim mogućnostima poduzeća. Također, rasterećenje konstrukcijskog ureda je moguće izvršiti nabavkom određenih programskih licenci za prodaju, kako konstrukcijski ured ne bi više morao pružati podršku tom odjelu.

7. STANDARDNI PREDLOŽAK ZA IDENTIFIKACIJU INFORMACIJSKIH GUBITAKA

Tablica 12. Standardni predložak za identifikaciju informacijskih gubitaka

Naziv poduzeća
Broj zaposlenih u poduzeću:
ERP sustav: DA NE
Naziv ERP sustava:
Odjel:
Broj zaposlenih u odjelu:
Ulaz:
Izlaz:
Komunikacija s ulazom:
<ol style="list-style-type: none"> 1. E-mail 2. Telefon 3. Papir 4. Osobno 5. Dnevni sastanci 6. Tjedni sastanci 7. Microsoft alati 8. Cloud 9. _____
Komunikacija s izlazom:
<ol style="list-style-type: none"> 1. E-mail 2. Telefon 3. Papir 4. Osobno 5. Dnevni sastanci 6. Tjedni sastanci 7. Microsoft alati 8. Cloud 9. _____
Koji su najčešći problemi u komunikaciji s ulazom?

Koji su najčešći problemi u komunikaciji s izlazom?

U sljedećem dijelu upitnika odgovarati ćete na pitanja o učestalosti pojave određene vrste problema i gubitaka. Učestalost se promatra na tjednoj razini, na skali od 1 do 5.

1 – Vrlo rijetko, 2 – Rijetko, 3- Povremeno, 4 – Često, 5 – Vrlo često

Ukoliko se navedeni problem nikad ne događa, nemojte ništa zaokruživati.

Čekanje

Koliko često ne možete pristupiti informacijama?	1	2	3	4	5
Koliko često dolazi do čekanja u Vašem radu?	1	2	3	4	5
Koliko često dolazi do čekanja uzrokovanih prerano stvorenim informacijama?	1	2	3	4	5

Koji su uzroci čekanja na informacije?

- Nemogućnost pristupa informacijama
- Nepravovremeno ažuriranje baze podataka
- Potreba za višestrukim odobrenjima
- Loše dizajniran proces pružanja i prijenosa informacija
- Prevelika opterećenost poslom
- Loše definiranje zahtjeva od strane kupca
- Čekanje potvrde od kupca ili dobavljača
- _____
- _____
- _____

Zalihe

Koliko često kreirate više informacija nego li je potrebno?	1	2	3	4	5
Koliko često spremate iste informacije na više izvora?	1	2	3	4	5
Koliko često se susrećete sa zastarjelim informacijama?	1	2	3	4	5
Koliko često kreirate informacije „za svaki slučaj“?	1	2	3	4	5

Koji su uzroci stvaranja zaliha informacija?

- Loše razumijevanje potreba korisnika
- Težnja zaposlenika da sačuvaju vlastite datoteke
- Nedostatak kontrole
- Manjak discipline u ažuriranju baza podataka
- Neadekvatni standardi i prakse pohranjivanja informacija
- Prikupljanje i procesuiranje beskorisnih informacija
- Loša povezanost ERP sustava s ostalim softverima u poduzeću
- _____
- _____
- _____

Prekomjerna obrada					
Koliko često u radu vršite prekomjerno oblikovanje informacija?	1	2	3	4	5
Koliko često Vam je potrebno više odobrenja za prosljeđivanje informacija?	1	2	3	4	5
Koji su uzroci prekomjerne obrade informacija?					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manjak standardizacije ▪ Loše razumjevanje potreba korisnika ▪ Zapovjedni i kontrolni mentalitet ▪ Zaštita položaja ▪ _____ ▪ _____ 					
Prekomjerna proizvodnja					
Koliko često proizvodite više informacija nego li je potrebno?	1	2	3	4	5
Koliko često se informacije guraju prema Vama brže nego li ih stignete obraditi?	1	2	3	4	5
Koji su uzroci prekomjerne proizvodnje informacija?					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sklonost predizajnanju ▪ Nepotrebno detaljiranje u ranim fazama konstruiranja ▪ Nekontroliran proces stvaranja informacija ▪ Loše razumjevanje potreba korisnika ▪ Slanje informacija svima, a ne samo onima kojima su potrebne ▪ _____ ▪ _____ 					
Transport					
Koliko često morate tražiti informacije potrebne za rad?	1	2	3	4	5
Koliko često informacijama rukuje previše ljudi prije nego dođu do krajnjeg korisnika?	1	2	3	4	5
Koliko često morate mijenjati računalo da bi došli do informacija?	1	2	3	4	5
Koji su uzroci prekomjernog transporta informacija?					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manjak direktnog pristupa zbog ograničenja IT sustava ▪ Sigurnosni problemi ▪ Neefikasna organizacija ▪ Manjak direktnog prijenosa informacija do krajnjeg korisnika ▪ Nekompatibilni tipovi informacija ▪ Nekompatibilni softveri i alati ▪ Potrebno konvertiranje informacija ▪ Manjak edukacije ▪ _____ ▪ _____ 					

Nepotrebne kretnje					
Koliko često morate hodati do informacija?	1	2	3	4	5
Koliko često morate prikupljati printane materijale?	1	2	3	4	5
Koliko često morate obaviti previše aktivnosti na računalo?	1	2	3	4	5
Koji su uzroci nepotrebnog kretanja?					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manjak direktnog pristupa informacijama ▪ Nedostatak digitalnih verzija informacija ▪ Manjak edukacije ▪ Manjak iskustva ▪ Loše dizajnirana korisnička sučelja ▪ Nekompatibilni programski paketi ▪ Dislociranost članova tima ▪ Organizacijska struktura koči formiranje ispravnih timova ▪ _____ ▪ _____ 					
Škart, dorada					
Koliko često se javljaju greške u ulaznim informacijama?	1	2	3	4	5
Koliko često se javljaju greške u izlaznim informacijama?	1	2	3	4	5
Koji su uzroci pojave grešaka?					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ljudska pogreška ▪ Pogrešne ulazne informacije ▪ Nedostatak revizija i testiranja ▪ Nedovoljna obrađenost informacija koje se šalju korisniku ▪ Manjak edukacije ▪ Manjak iskustva ▪ Informacijama barata previše ljudi prije nego li dođu do krajnjeg korisnika ▪ _____ ▪ _____ 					
Koje su najčešće greške u izlaznim informacijama koje proizvodi Vaš odjel?					

Ocjena učestalosti – Čekanje					
Ocjena učestalosti – Zalihe					
Ocjena učestalosti – Prekomjerna obrada					
Ocjena učestalosti – Prekomjerna proizvodnja					
Ocjena učestalosti – Transport					
Ocjena učestalosti – Nepotrebne kretnje					
Ocjena učestalosti – Škart, dorada					
Ukupna ocjena učestalosti					

8. ZAKLJUČAK

Iako sudjeluju u istom procesu unutar istog poduzeća, konstrukcijski ured i proizvodnja se bitno razlikuju u načinu obavljanja posla unutar tog procesa. Proizvodnja pretvara materijalne sirovine u fizičke proizvode, a konstrukcijski uredi oblikuju informacije. Karakteristična svojstva rada konstrukcijskih ureda su varijantnost, kreativnost i iterativnost, a zbog toga je njihov rad teže organizirati i optimizirati. Međutim, Lean menadžment pruža niz alata koji su primjenjivi na proces rada konstrukcijskog ureda i kojima je moguće postići znatna poboljšanja i uštede, kao i povećanje efikasnosti. Svi ti alati zahtijevaju određenu prilagodbu, poput 5S-a, koji se manifestira kao informacijski 5S ili mapiranja toka vrijednosti, gdje će mapa izgledati drugačije zbog potpuno drugačije koncepcije procesa, no princip rada ostaje isti. Konstrukcijski ured, kao i ostali odjeli u poduzeću, je ovisan o točnosti i pravovremenosti ulaznih informacija koje dobiva, što znači da je dobra komunikacija jedan od osnovnih uvjeta za uspješno poslovanje poduzeća. Greške u komunikaciji su razne, od čekanja na informacije do slanja potpuno pogrešnih informacija, a uzrokuju zastoje u radu i gubitke, kako vremenske tako i novčane. Primjenom Lean alata, poput Kaizena, moguće je minimizirati, ako ne i potpuno ukloniti komunikacijske pogreške. Jedan od najčešćih problema u komunikaciji je manjak direktnog pristupa informacijama, što se može riješiti uvođenjem digitalnih tehnologija, poput računalstva u oblaku, korištenjem digitalnih Microsoft alata, upotrebom IoT senzora, itd. Zaključno, primjenom Lean menadžmenta i digitalnom transformacijom, postupnom prilagodbom i promjenom prema Industrij 4.0 i konačno Pametnoj tvornici, poduzeće može značajno optimizirati rad konstrukcijskog ureda te ukloniti informacijske gubitke i pospješiti komunikaciju.

LITERATURA

- [1] Sikavica, P., Hernaus, T.: *Dizajniranje Organizacije*, Novi informator, Zagreb, 2011.
- [2] <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso9001-2015-process-appr.pdf>, 15.05.2021.
- [3] Štefanić, N., Tošanović, N.: *Lean proizvodnja*, FSB, Zagreb, 2012.
- [4] <https://searchcio.techtarget.com/definition/lean-management>, 20.05.2021.
- [5] <https://www.manutan.com/blog/en/glossary/lean-management-definition-and-tools>, 20.05.2021.
- [6] Murman, E. i drugi: *Lean Enterprise Value: Insights from MIT's Lean Aerospace Initiative*, The Lean Enterprise Value Foundation, 2002.
- [7] <https://culmena.hr/lean/>, 20.05.2021.
- [8] Bicheno, J.: *The New Lean Toolbox: Towards Fast, Flexible Flow*, Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School and University of Buckingham, Buckingham, England; 2004.
- [9] <https://kanbanize.com/lean-management/what-is-lean-management>, 20.05.2021.
- [10] https://en.wikipedia.org/wiki/Kiichiro_Toyoda, 20.05.2021.
- [11] McManus, Hugh L., *Product Development Value Stream Mapping (PDVSM) Manual*, Cambridge, 2005.
- [12] <https://www.leanproduction.com/top-25-lean-tools.html>, 22.05.2021.
- [13] https://www.flexpipeinc.com/us_en/shadow-boards/, 04.06.2021.
- [14] <https://www.kanbanchi.com/what-is-kaizen>, 23.05.2021.
- [15] <https://in.kaizen.com/>, 23.05.2021.
- [16] Štorga, M., Škec, S.: *Predavanja iz Teorije konstruiranja*, FSB, Zagreb, 2020./2021.
- [17] <https://www.isixsigma.com/dictionary/value-stream-mapping/>, 23.05.2021.
- [18] <https://www.plutora.com/blog/value-stream-mapping>, 23.05.2021.
- [19] <https://www.projectengineer.net/comprehensive-list-of-value-stream-mapping-symbols/>, 04.06.2021.
- [20] <https://www.leanproduction.com/smed.html>, 23.05.2021.
- [21] Erceg, A., Dotlić, P.: *Menadžment, Zbornik Radova: Vizualni menadžment za efikasno upravljanje projektima*, Zagreb, 2014.
- [22] <http://leancentar.fsre.sum.ba/lean/kanban/>, 24.05.2021.
- [23] <https://asq.org/quality-resources/mistake-proofing>, 24.05.2021.

- [24] Paiva Santos, B., Charrua-Santos, F., Lima, T.M.: *Industry 4.0: An Overview*, Konferencijski članak, 2018.
- [25] <https://www.hgk.hr/documents/hgk-industrija-4058d8c59722f1e.pdf>, 01.06.2021.
- [26] <https://www.avsystem.com/blog/smart-factory/>, 01.06.2021.
- [27] Baryshnikova, A., Taratukhin, V.: *Digital Transformation Framework for Smart Factory*, AMCIS 2017 Workshops, 2017.
- [28] Wang, S. i drugi: *Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook*, Istraživački članak, School of Mechanical and Automotive Engineering, South China University of Technology, Guangzhou, 2015.
- [29] <https://www.forbes.com/sites/willemsundbladeurope/2019/02/05/the-four-levels-of-a-smart-factory-evolution/?sh=1d67c01d56f6>, 09.06.2021.
- [30] <https://www.libertas.hr/za-studente/sto-je-cirkularna-ekonomija-i-kako-utjece-na-novi-svjetski-poredak-i-stvaranje-novih-radnih-mjesta/>, 01.06.2021.
- [31] <https://cirkularnaekonomija.org/sta-je-cirkularna-ekonomija/koncept/>, 01.06.2021.
- [32] <https://www.mmu.ac.uk/media/mmuacuk/content/documents/w2rin/5756-R4GM-IO4-Croatian-v4.pdf>, 01.06.2021.
- [33] <https://www.hgk.hr/documents/vodiczadefinicijumalogisrednjegpoduzetnistvaunatjecaji-mazadodjelusredstavaizfondovaeuhgkanaliza0120144457b5747dec0a7.pdf>, 25.06.2021.
- [34] <https://www.omv-indoil.hr/>, 30.06.2021.