

# Optimizacija brodograđevnih procesa primjenom vitkog menadžmenta

---

**Tödtling, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*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:235:561759>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-25**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Marko Tödting**

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Dr. sc. Nedeljko Štefanić, dipl. ing.

Student:

Marko Tödting

Zagreb, 2018.

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

Marko Tödtling

Ovom prilikom htio bih se zahvaliti mentoru prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću na savjetima i podršci tokom izrade ovog rada.

Također zahvaljujem se dr. sc. Miri Hegediću na savjetima, motivaciji, pozitivnoj energiji i bezrezervnoj podršci. Hvala mu na značajnom doprinosu mom osobnom i profesionalnom razvoju, tokom pisanja ovog rada, ali i tokom studija.

Zahvaljujem se svojim kolegama iz Brodograđevne Industrije Split d.d. na razumijevanju i podršci.

Hvala mojim sestrama Ivani i Mariji, a posebice hvala mojim roditeljima, Davoru i Goranki koji su svojim trudom, radom i brigom uvijek nastojali osigurati nam sve što je potrebno.

Na kraju, hvala mojoj djevojci Nicole mojoj glavnoj podršci i motivaciji, hvala joj što me čini boljim čovjekom.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



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

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

### DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **MARKO TÖDTLING** Mat. br.: 0035184523

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Optimizacija brodograđevnih procesa primjenom vitkog menadžmenta**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Optimization of shipbuilding processes applying lean management**

Opis zadatka:

Da bi proizvodno poduzeće bilo produktivno i konkurentno treba kontinuirano raditi na prepoznavanju i otklanjanju svih vrsta gubitaka koji se javljaju prilikom izvođenja pojedinih vrsta procesa. Najpoznatija paradigma koju koriste velika većina proizvodnih poduzeća je vitka (lean) proizvodnja. Njezina primjena u brodograđevnoj industriji je vrlo složena i suočava se sa specifičnim problemima. Hrvatske brodograđevne kompanije su, u ovom trenutku, većinom u privatnom vlasništvu te se može očekivati uspješnija primjena vitkog menadžmenta.

U radu je potrebno:

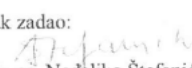
- Detaljno opisati pristup proizvodnji poznat pod nazivom vitki menadžment kao i njegove alate.
- Istražiti najbolje prakse primjene vitkog menadžmenta u brodograđevnoj industriji.
- Istražiti okvire za implementaciju, faktore koji utječu na spremnost poduzeća i najčešće probleme i greške kod uvođenja vitkog menadžmenta.
- Istražiti utjecaj ERP sustava na implementaciju.
- Razviti okvir za implementaciju vitkog menadžmenta u brodograđevno poduzeće.
- Na proizvoljno odabranom poduzeću primijeniti najmanje dva alata vitkog menadžmenta.
- Kvantificirati postignuta unaprjeđenja i predložiti informacijski sustav za praćenje istih.

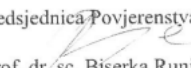
U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
03. svibnja 2018.

Rok predaje rada:  
05. srpnja 2018.

Predviđeni datum obrane:  
11. srpnja 2018.  
12. srpnja 2018.  
13. srpnja 2018.

Zadatak zadao:  
  
 prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Predsjednica Povjerenstva:  
  
 prof. dr. sc. Biserka Runje

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS TABLICA.....	III
POPIS DIJAGRAMA.....	IV
SAŽETAK.....	V
SUMMARY .....	VI
1. UVOD .....	1
2. VITKA METODOLOIJA .....	2
2.1. Načela Vitke metodologije .....	3
2.2. Gubitci u vitkoj metodologiji.....	9
2.3. Alati vitkog menadžmenta u proizvodnji.....	14
2.3.1. 5S .....	16
2.3.2. Kanban .....	18
2.3.3. Mapiranje toka vrijednosti (engl. Value Stream Mapping – VSM).....	20
2.3.4. Heijunka .....	26
2.3.5. SMED.....	30
3. VITKA METODOLOGIJA U BRODOGRADNJI .....	36
3.1. Vitka brodogradnja u Japanu .....	36
3.2. Vitka brodogradnja u SAD-u.....	37
3.3. Vitka brodogradnja u Norveškoj.....	37
3.4. Model vitke brodogradnje.....	42
3.5. Implementacija vitke metodologije u brodogradnji .....	43
3.6. Faktori koji utječu na implementaciju .....	48
3.7. Utjecaj ERP sustava na implementaciju vitke metodologije .....	57
3.7.1. ERP sustav i vitka metodologija .....	58
4. OKVIR ZA IMPLEMETACIJU VITKE METODOLOGIJE U BRODOGRAĐEVNO PODUZEĆE.....	64
4.1. Faza iniciranja.....	66
4.2. Faza planiranja.....	68
4.3. Faza provedbe.....	73
4.4. Kontinuirano unapređenje.....	74
5. PRIMJENA ALATA VITKOG MENADŽMENTA .....	75
5.1. Kaizen sustav .....	80
5.1.1. Izvedba sustava .....	80
5.1.2. Evaluacija prijedloga unapređenja .....	85
5.1.3. Implementacija.....	87
5.1.4. Analiza učinka ostvarenog implementacijom alata.....	90
5.2. 5S .....	92
5.2.1. Faza Sortiranja .....	98
5.2.2. Faza grupiranja.....	101
5.2.3. Analiza učinka ostvarenog implementacijom alata.....	103
6. ZAKLJUČAK .....	108
7. LITERATURA.....	109

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Proces .....	3
Slika 2.	Pet načela Vitke proizvodnje.....	4
Slika 3.	Uklanjanje gubitaka.....	5
Slika 4.	Tipovi proizvodnje prema [6].....	9
Slika 5.	Ilustrativni prikaz zaliha, prema [8] .....	11
Slika 6.	Toyota Production System, prema [9].....	15
Slika 7.	Kanban.....	19
Slika 8.	Heijunka .....	26
Slika 9.	Koraci SMED-a, prema [16] .....	32
Slika 10.	Reduciranje gubitaka, prema [24] .....	40
Slika 11.	Model vitkog brodogradilišta, prema [19] .....	43
Slika 12.	Hijerarhijske razine .....	53
Slika 13.	ERP sustav.....	57
Slika 14.	Tijek implementacije .....	64
Slika 15.	Brodograđevna Industrija Split d.d., prema [42].....	76
Slika 19.	Vrata Venecije, prema [42] .....	77
Slika 20.	Polar Expedition, prema [42] .....	77
Slika 21.	Flying Clipper, prema [42].....	78
Slika 16.	Obalno ophodni brod za Obalnu stražu RH, prema [42].....	78
Slika 17.	Most na Dravi, prema [42] .....	79
Slika 22.	A4 predložak za Kaizen sustav .....	82
Slika 23.	Prikaz Kaizen sustava u sklopu informacijskog sustava .....	84
Slika 24.	Prikaz Kaizen sustava u sklopu informacijskog sustava .....	85
Slika 25.	Bijela ploča kao medij informacija .....	87
Slika 26.	Zone odgovornosti.....	93
Slika 27.	Dijagram postupanja s osnovnim sredstvima i oznaka za označavanje osnovnih sredstava .....	99
Slika 28.	Početno stanje – hangari.....	100
Slika 29.	U tijeku faze sortiranja – hangari .....	100
Slika 30.	Postavljeni znakovi sigurnosti.....	102
Slika 31.	Stanje prije i poslije .....	102
Slika 32.	Stanje prije implementacije 5S alata .....	103
Slika 33.	Stanje nakon implementacije 5S alata.....	104
Slika 34.	Mjesto premještaja čelične cijevi .....	105



## POPIS TABLICA

Tablica 1. Razdioba tipova gubitaka, prema [7] .....	13
Tablica 2. Simboli u VSM alatu, prema [15] .....	24
Tablica 3. Heijunka tablica.....	28
Tablica 4. Predložak SMED.....	33
Tablica 5. Područja znanja, prema [32].....	51
Tablica 6. Razlike između ERP-a i vitke metodologije. prema [39].....	59
Tablica 7. ERP sustav i vitka metodologija .....	61
Tablica 8. Analiza prikupljenih prijedloga unapređenja .....	90
Tablica 9. Plan implementacije .....	94
Tablica 10. Učinak implementacije 5S alata.....	103
Tablica 11. Usporedba aktivnosti prije i nakon implementacije 5S alata .....	104

## POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 1. Implementacija VSM alata.....	22
Dijagram 2. Količina narudžbi kroz godinu.....	28
Dijagram 3. Vitka transformacija, prema [26] .....	46
Dijagram 4. Primarni razlozi propadanja projekata, prema [31].....	49
Dijagram 5. Okvir za implementaciju vitke metodologije .....	65
Dijagram 6. Organizacijska struktura Brodograđevne Industrije Split d.d. ....	76
Dijagram 7. Kaizen sustav .....	81
Dijagram 8. Provjera u Kaizen sustavu.....	86
Dijagram 9. Dijagram uvođenja Kaizen sustava .....	89
Dijagram 10. Prijedlozi unapređenja.....	91
Dijagram 11. Opseg prikupljanog materijala .....	95

## SAŽETAK

U ovom radu obrađena je tema optimizacije proizvodnih procesa u brodograđevnom sektoru implementacijom vitkih alata. U prvom poglavlju detaljno je objašnjena vitka metodologija njena načela i alati kojima se ta načela mogu ostvariti. U drugom poglavlju dan je pregled literature na temu implementacije vitke metodologije u brodograđevnom sektoru u Japanu, SAD-u i Norveškoj. Iz dostupne literature ekstrahirani su faktori koji imaju utjecaj na uspješnost implementacije te ponuđena nova kategorizacija. Kao drugi dio istog poglavlja napravljena je usporedba ERP sustava i vitke metodologije kao dva glavna strateška pravca i istražen utjecaj ERP sustava na vitku metodologiju i vice versa. U četvrtom poglavlju ponuđen je okvir za implementaciju vitke metodologije u brodograđevno poduzeće sa smjernicama i jasnim uputama na koji način bi se trebalo postupiti u svrhu postizanja uspješne implementacije. Peto poglavlje bavi se praktičnom primjenom odabranih vitkih alata koji su ocjenjeni kao oni koji bi se trebali uvesti među prvima alatima u poduzeće – Kaizen sustav, 5S i SMED.

Ključne riječi: vitka metodologija, optimiranje procesa, proizvodnja, brodogradnja, brodograđevni sektor, 5S, *Kaizen*

## **SUMMARY**

This paper elaborates optimization and manufacturing processes in the shipbuilding sector by implementing lean tools. In the second chapter, lean methodology and its principles are described in detail and covered with tools that support them. The third chapter gives a review of the Japanese, USA and Norwegian shipbuilding sector, with a focus on the implementation of lean methodology. Using the available literature, factors that have an impact on the implementations success were extracted, and a new categorization is offered. Since the ERP system and lean methodology were identified as the two most important strategic directions, the third chapter also contains an analysis of their mutual influences. The fourth chapter consist of a framework for the implementation of lean methodology in a shipbuilding company. The framework is followed by guidelines and clear instructions on how to achieve a successful implementation. Finally, the fifth chapter deals with the practical application of selected lean tools. Implemented tools were identified as the ones that should be introduced amongst the first tools used in a practice of an enterprise – Kaizen system, 5S and SMED tool.

Key words: Lean methodology, process optimization, manufacturing, shipbuilding, shipbuilding sector, Kaizen system, 5S, SMED

## 1. UVOD

Broj aktivnih brodogradilišta se u odnosu na 2007. godinu smanjio za 59%, odnosno od 860 aktivnih brodogradilišta do 2017. godine, opstalo je njih 357 na svjetskoj razini [1]. Pritom se pod aktivnim brodogradilištem podrazumijeva da brodogradilište ima barem jedan brod od 1000 ili više bruto tonaže u knjizi narudžbe. Razlika između danih brojeva rezultat je propadanja brodogradilišta uslijed velike ekonomske krize te njihove akvizicije od strane velikih brodogradilišta.

Prema podacima Državnog ureda za statistiku iz 2014., proizvodni sektor u Republici Hrvatskoj sudjelovao je s 14.3% u strukturi BDP-a. Brodograđevni sektor sudjelovao je s postotkom 0.8 – 1.8 % te činio 15% ukupnog izvoza. Multiplikacijski faktor brodograđevnog sektora ima vrijednost 2,8, što znači da na jedno radno mjesto u brodogradilištu dolazi još 2,8 radnih mjesta koja su potrebna izvan brodogradilišta. Multiplikacijski faktor se sastoji od dva dijela. Prvi je direktni utjecaj koji jasno mjerljiv i vidljiv – utjecaj na količinu posla dobavljača materijala koji se koristi za izradu dijelova broda te tvrtki koje pružaju usluge. Drugi dio je teže mjerljiv, a to je utjecaj na ostale sektore i industrije koje nisu nužno vezne za brodogradnju kroz zapošljavanja i izdvajanja novca za plaće ljudi. Jasno je da su brodogradilišta najveći poslodavci u mjestima gdje se nalaze. Osiguravanjem posla za ljude koji žive u okolnim mjestima povećava se njihova kupovna moć, a time se i više novca troši i ostaje unutar države. S obzirom na snažan utjecaj brodograđevnog sektora na nacionalnu ekonomiju, vrlo je bitno povećati produktivnost domaćih brodogradilišta. Primjenom načela i alata vitke metodologije to bi se i moglo ostvariti – veća produktivnost i manje gubitaka, uz ostvarivanja više vrijednosti za korisnika. Sve zajedno potrebno je kako bi organizacije ostvarile kompetitivnu prednost na visoko turbulentnom i frekventno promjenjivom stanju na tržištu. U narednim poglavljima bit će obrađena vitka metodologija sa svojim načelima i alatima.

## 2. VITKA METODOLOIJA

Pojam „Lean“, što u prijevodu na hrvatski znači „Vitko“ smatra se da je prvi put upotrijebio John Krafcik – član istraživačkog tima James P. Womacka. Knjiga „*The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*“ nastala je kao rezultat petogodišnjeg istraživanja financiranog od strane Massachusetts Institute of Technology (MIT) i japanske tvrtke Toyota Motor Company. Cilj istraživanja bio je istražiti i usporediti tvrtke u automobilskoj industriji. Prilikom tog istraživanja uočen je specifičan način rada u Toyoti koji je Krafcik opisao kao: „Vitka proizvodnja je vitka zbog toga što koristi manje svega u odnosu na masovnu proizvodnju – upola manje: ljudskog rada, prostora, investicija u alat, sati inženjera za razvoj novo proizvoda upola manje vremena“ [2]. Autori Sobek i Lang opisuju Vitki menadžment kao pristup koji smatra gubitkom svako korištenje resursa koje ne dodaje vrijednost krajnjem korisniku. Pristup obuhvaća niz alata i metoda koje imaju za cilj pomoći menadžerima i radnicima u unapređenjima, svaki dizajniran za specifični tip problema, za identificiranje i uklanjanje izvora gubitaka kroz preoblikovanje cijelog sustava [2].

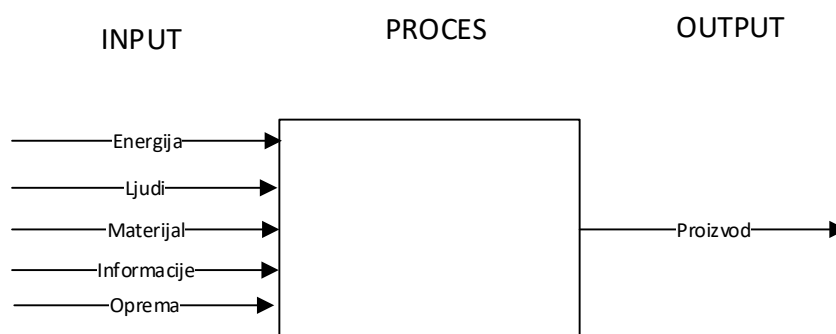
Počeci vitke metodologije datiraju iz 1913. godine uvođenjem 'pokretne proizvodnje' u Ford Motor Company. Henry Ford, osnivač kompanije, okrenuo se masovnoj proizvodnji kako bi zadovolji potrebe tržišta osobnih automobila. Jedna od ključnih značajki koja je omogućila započinjanje masovne proizvodnje jest razvoj izmjenjivih standardnih dijelova, specijaliziranih uređaja i uvođenje pokretne trake. Henry Ford razvojem spomenutih značajki uspostavio kontinuirani tok materijal, standardizirao procese i eliminirao gubitke. Iako je Ford tim pristupom napravio prekretnicu u organizaciji proizvodnje, imao je jedan nedostatak – raznolikost proizvoda. Tome u prilog ide izjava Henrya Forda: „Možete kupiti auto bilo koje boje, dokle god je ona crna.“[3].

U slijedećoj fazi razvoja Taiichi Ohno i Kiichiro Toyoda definirali su sustav poznat pod imenom *Toyota Production System* (TPS) koji je riješio problem u Fordu - raznolikost proizvodnje. Uspostavom sustava omogućili su diverznu i fleksibilnu proizvodnju koja može brzo i efikasno odgovoriti na zahtjeve tržišta. Implementacija takvog pristupa proizvodnji omogućila je Toyoti da se probije u sam vrh svjetskih proizvođača automobila.

Womack i Jones tvrde kako se načela Vitke metodologije mogu primijeniti u bilo kojoj industriji: od zdravstvenog sektora, uslužih djelatnosti sve do brodogradnje [4]. Specifičnosti

svakog sektora, kao i svake organizacije unutar sektora, utjecat će na izbor alata koji mogu biti korišteni. Strategija, odnosno put do ostvarivanja cilja, ovisit će prvenstveno o odlukama visokog menadžmenta.

Primjenom Vitke metodologije povećava se korisnost - omjer dobivenog i uloženog. Konkretno rečeno, za neki proces inputi su: energija, materijal, radni sati, alat, informacije, investicije itd., a izlaz jest proizvod, Slika 1. Cilj Vitke metodologije jest reducirati gubitke s ciljem stvaranja dodatne vrijednosti za korisnika što će biti vidljivo u narednom dijelu.



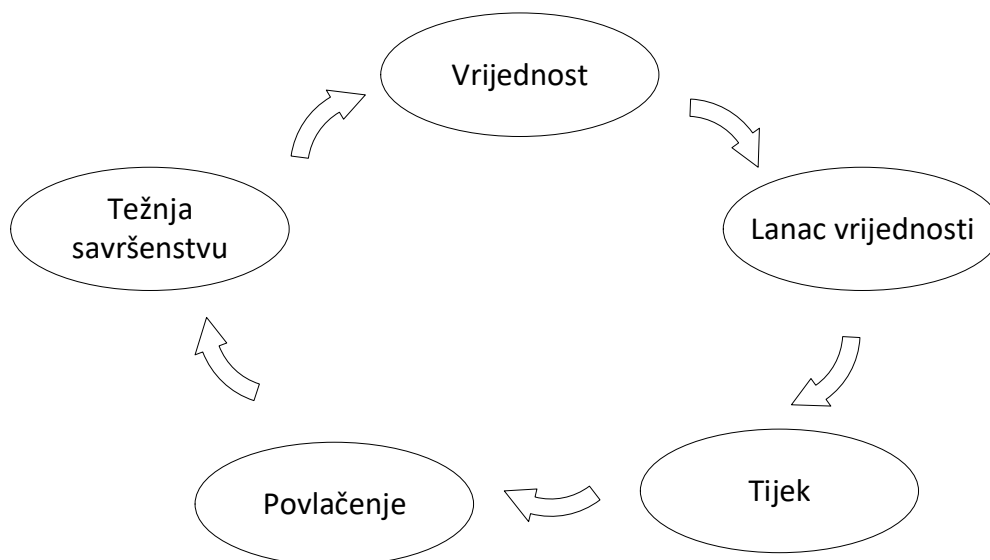
Slika 1. Proces

## 2.1. Načela Vitke metodologije

Principi Vitke metodologije pomažu organizacijama da postanu konkurentnije uklanjajući gubitke u procesu proizvodnje [4].

Womack i Jones su definirali u svom radu „*Lean Thinking*“ 5 osnovnih načela na kojima se temelji Vitka proizvodnja:

1. Vrijednost – definirana iz perspektive korisnika, ono što je korisnik spreman platiti
2. Lanac vrijednosti – sastoji se od aktivnosti koje čine transformacijski proces ulaznih veličina u konačni proizvod/uslugu
3. Tijek – uspostava neometanog protoka proizvoda kroz aktivnosti potrebne za proces transformacije
4. Povlačenje – prilagodba proizvodnje prema potrebama korisnika, proizvodnja onoga što je potrebno, u količini koja je potrebna i u vremenu kad je potrebno
5. Težnja k savršenstvu – kontinuirana unapređenja procesa



**Slika 2. Pet načela Vitke proizvodnje**

Prvi korak u analizi i optimizaciji procesa jest definirati što za korisnika predstavlja vrijednost - značajka proizvoda koju je korisnik spreman platiti. Definicija vrijednosti bit će polazišna točka u prepoznavanju aktivnosti koje se nalaze u procesu. Aktivnosti se dijele u tri kategorije:

- Aktivnosti koje dodaju vrijednost
- Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost, ali su neophodne
- Aktivnosti koje ne dodaju vrijednost i nisu neophodne.

Aktivnosti iz navedenih kategorija čine lanac dodavanja vrijednosti od zaprimanja narudžbe do isporuke proizvoda/usluge. Optimalno je da proces sadrži samo one aktivnosti koje dodaju vrijednost konačnom proizvodu jer će to rezultirati mogućnošću naplate potrošenih resursa od kupca, jer je on spreman platiti za njih. U stvarnom svijetu tako nešto nije moguće postići, no predstavlja cilj kojem treba stremiti. Gledajući cijeli lanac dodavanja vrijednosti može se zaključiti kako njega čini niz aktivnosti koje, ako dodaju više vrijednosti nego li zahtijevaju resursa, poslovanje čine profitabilnim. U suprotnom rezultiraju gubitkom ili tek pokrivanjem utrošenih sredstava. S obzirom da je osnovna funkcija poduzeća stjecanje dobiti, povećanje omjera dodane vrijednosti u odnosu na uložena sredstva je imperativ.

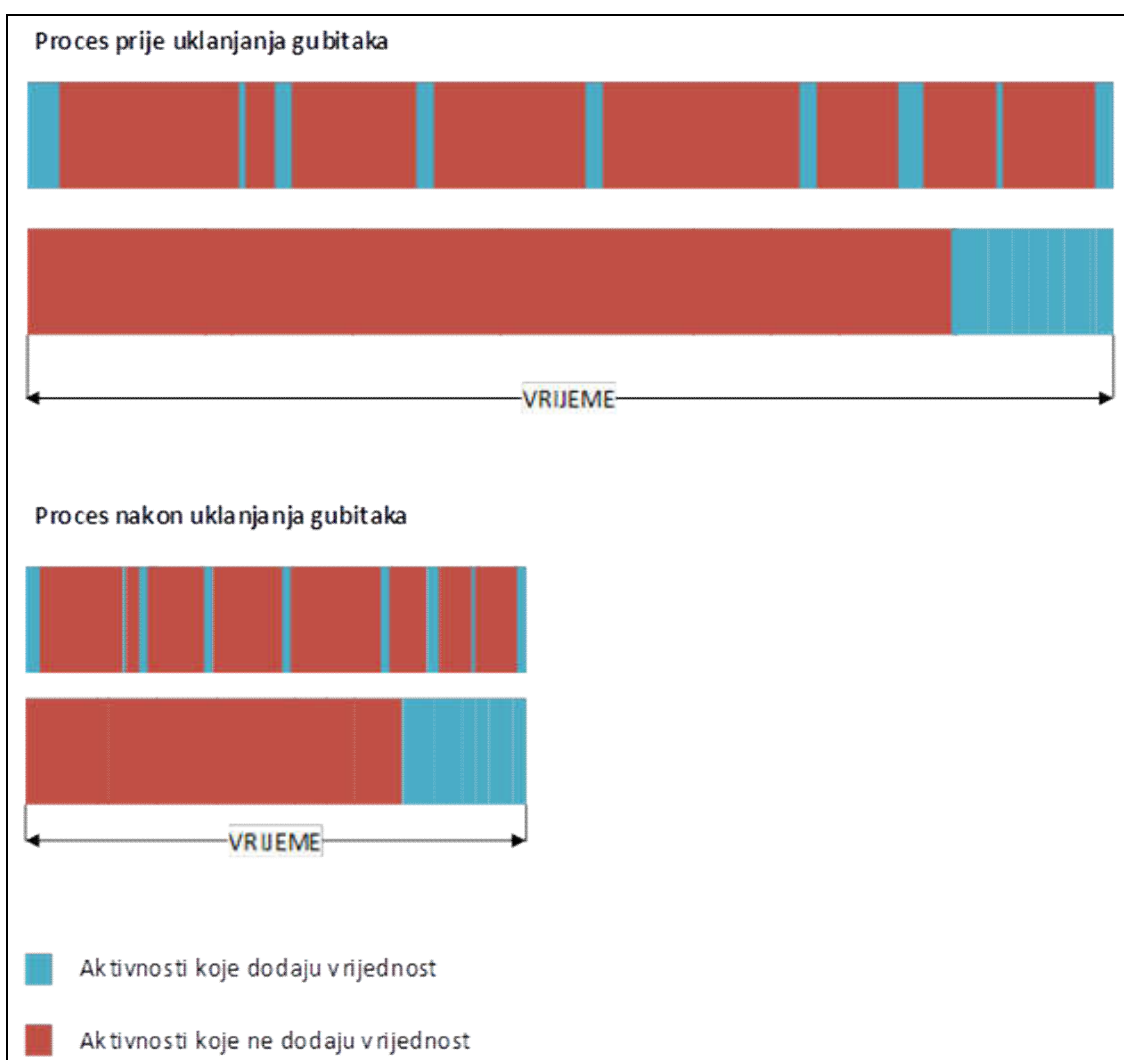
Sukladno rečenom potrebno jest:

- Težiti dodavanju vrijednosti
- Reducirati aktivnosti koje ne dodaju vrijednost, ali su neophodne



- Ukloniti aktivnosti koje ne dodaju vrijednost i nisu neophodne

Pritom, dodavanje vrijednosti podrazumijeva dodavanje vrijednosti konačnom proizvodu, a ne vremenskom produljenju aktivnosti. Prilikom reduciranja gubitaka treba se fokusirati na cijeli lanac aktivnosti. Pregledom literature najveće uštede dolaze od uklanjanja i reduciranja aktivnosti koje ne dodaju vrijednost jer aktivnosti koje dodaju vrijednost najčešće imaju vrlo mali udio u ukupnom vremenu, Slika 3.



**Slika 3. Uklanjanje gubitaka**

Uklanjanje vremena koje ne dodaje vrijednost, i posljedično oslobađanje resursa, je najveća prilika za povećanje učinka te omogućava usredotočenost na mjesta u procesu koja dodaju vrijednost. Pri tom, optimalan način je primjena vitkih načela kroz sve segmente tvrtke, pa čak i šire – kroz lanac opskrbe. Umjesto rješavanja problema, tvrtke se moraju orijentirati

njihovom prepoznavanju i onemogućavanju njihovog nastanka. To je moguće postići analizom uzroka i pojava koje omogućavaju njihovo nastajanje.

Tijek (protok) proizvoda kroz aktivnosti mora biti kontinuiran kroz cijeli lanac dodavanja vrijednosti, a na njega mogu negativno utjecati uska grla i zastoji uzrokovani kvarom.

### **Povlačeći sustav proizvodnje – engl. *Pull***

Povlačeći sustav jest pristup u proizvodnji u kojem se proizvodi onoliko koliko je potrebno za slijedeću aktivnost, odnosno prema potrebi korisnika.

Karakteristike povlačećeg sustava proizvodnje su:

- Manje zalihe
- Manji potrebni prostor
- Visoki koeficijent obrta zaliha
- „Slobodni“ kapital

Prednost ovog sustava je smanjenje zaliha među aktivnostima te troškova uzrokovanih njihovom manipulacijom i pohranom. Pull sustav je idealni sustav u kojem ne postoje zalihe te proces proizvodnje započinje kad se zaprimi zahtjev za proizvodnjom, što znači da smjer toka informacija ide u suprotnom smjeru od toka materijala. Nameće se pitanje zašto se ne pronalazi takav sustav u praksi koji je prožet cijelim lancem dodavanja vrijednosti, od dobavljača do konačnog korisnika? Zašto bi proizvođači pristali na povećane troškove skladištenja, dodatnu manipulaciju zalihama i rizik od oštećenja? Odgovori na to pitanje bit će dani nakon rasvjetljavanja gurajućeg tipa proizvodnje.

### **Gurajući sustav proizvodnje – engl. *Push***

Suprotnost povlačenju je „push“ sustav. Taj sustav temelji se na prognozi, a ne na stvarnoj potrebi.

Karakteristike push sustava su:

- Veće zalihe
- Veći potrebni prostor

- Nizak koeficijent obrta zaliha
- „Zarobljeni“ kapital

*Push* sustav je tradicionalni pristup u proizvodnji. Proizvodnja se odvija bez prave potrebe kupca te se odvija prema planu izrađenom na temelju prognoza potrebe kupaca. Ukoliko organizacija koristi ERP sustav onda je on taj od kojeg dolazi prognoza. Prognoze se rade prema povijesnim zapisima, a smjer toka materijala poklapa se sa smjerom toka informacija. Svaka prognoza je pogrešna, samo je pitanje koliko. Kao što je navedeno ranije, ovaj sustav za posljedicu ima veće zalihe gotovih proizvoda, ali i onih u proizvodnom procesu. Uz sve negativne strane navedene, pitanje koje se nameće jest zašto bi ovaj sustav i dalje postojao? U idealnom slučaju u kojem je sve pod kontrolom zaista nema potreba za ovakvim sustavom, no s obzirom da u stvarnom svijetu postoji puno nepredvidivosti, nekorištenje ovog sustava ne bi bio dobar izbor.

Prema dijagramu riblja kost, odnosno Ishikawa dijagramu, postoji 6 glavnih kategorija koje uzrokuju problema:

- Metode
- Strojevi (oprema)
- Ljudi
- Materijali
- Mjerenja
- Okoliš

Ako se napravi jednostavna analiza navedenih kategorija i konzervativno se procjeni da unutar svake kategorije postoji, recimo, 3 uzroka problema, dolazi se do brojke od 18 potencijalnih uzroka. O veličini sustava ovisit će i broj elemenata na koje se ovaj dijagram može primijeniti. Uzevši to u obzir, jasno je da postoji pregršt izvora nepredviđenih događaja. U slučaju da ne postoje određena (kontrolirana) zaliha nakon aktivnosti u kojima je nastao zastoj, to bi za posljedicu imalo da svi proizvodni procesi moraju stati, što u konačnici rezultira kašnjenjem isporuke.

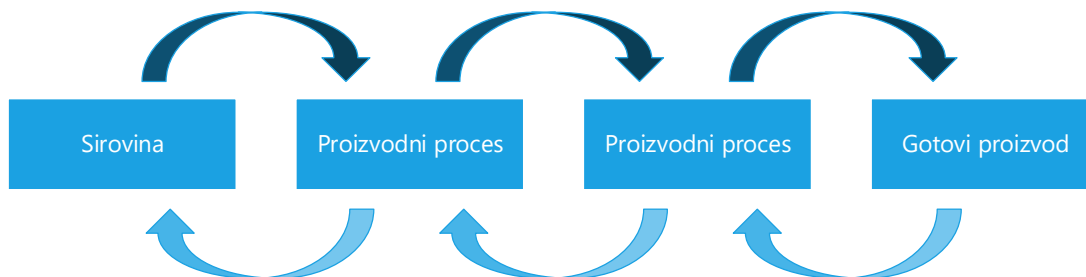
U literaturi postoji popriličan broj radova koji se bave definicijama i razlikama između gurajućeg i povlačećeg sustava te koji bi trebalo koristiti, u kojoj okolini. Može se reći da i jedan i drugi sustav, prema iznesenim definicijama, imaju prednosti i mana. Što je u jednom

sustavu prednost, u drugom je mana i *vice versa*. Jedna krajnost je oslanjati se isključivo na potrebe korisnika i krenuti s proizvodnjom tek po primitku zahtjeva, a druga je proizvoditi bez obzira na stvarne potrebe kupaca. Najbolji, egzaktni i sveobuhvatni model ne postoji, stoga autor sugerira kako model mora biti „tailor made“, odnosno skrojen prema specifičnostima sustava u koji se primjenjuje.

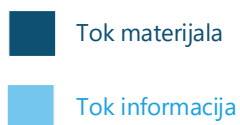
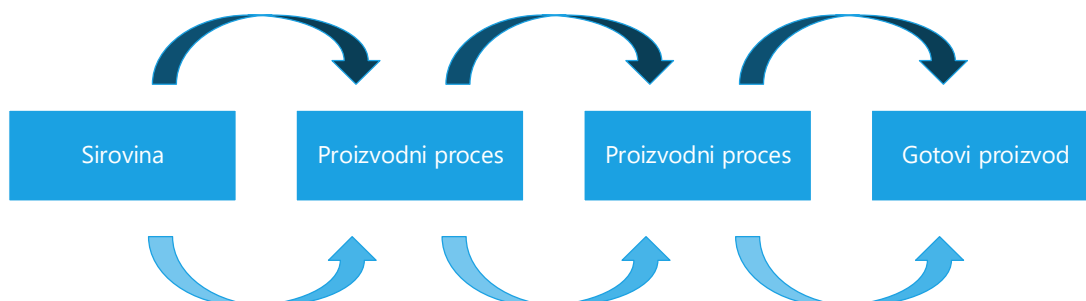
Autori Hopp i Spearman u svom su radu ponudili jasniju definiciju: Povlačeći sustav proizvodnje je onaj koji eksplicitno ograničava količinu zaliha u procesu koja može biti u sustavu. Gurajući sustav proizvodnje je onaj koji ne ograničava eksplicitno količinu zaliha u procesu, a koja može biti u sustav[5]. Ovakva definicija jasno stavlja u prednost povlačeći sustav, ograničavajući bespotrebno gomilanje zaliha. Definiranje limitnih količina potrebno je izraditi prema potrebama sustava, a potrebe se obično računaju uzimajući u obzir sljedeće informacije:

1. Zahtjevi korisnika
2. Redovitost zahtjeva
3. Veličina sigurnosne zalihe
4. Vodeće vrijeme

### Povlačeći tip proizvodnje



### Gurajući tip proizvodnje



Slika 4. Tipovi proizvodnje prema [6]

Težnja k savršenstvu je posljednje načelo vitke metodologije, no ne i manje bitno. Cilj organizacija mora biti stvaranje nove kulture kojoj će temeljna načela biti ona vitka, a vitko razmišljanje i unapređenje procesa svakodnevnica. Promjena bi trebala obuhvatiti sve zaposlenike u organizaciji od top menadžmenta, do radnika u pogonu.

## 2.2. Gubitci u vitkoj metodologiji

Gubitak je definiran, u domeni vitkog upravljanja proizvodnjom, kao aktivnost koja ne pridodaje nikakvu vrijednost konačnom proizvodu. Pregledom literature može se zaključiti

kako različiti autori različito definiraju gubitke povezane s vitkim upravljanjem u proizvodnji, no u presjeku oni se uglavnom svode na slijedeće:

1. Škart
2. Nepotrebne zalihe
3. Čekanja
4. Transport
5. Pretjerana obrada
6. Prekomjerna proizvodnja
7. Nepotrebna kretanja
8. Neiskorišteni ljudski potencijal

Tu tezu potvrđuju i autori Naga Vamsi Krishna Jasti i Rambabu Kodali koji su u svom radu [7] analizirali 546 znanstvena članka koji su objavljeni u vremenskom periodu od 1988. do 2011..

### **Škart**

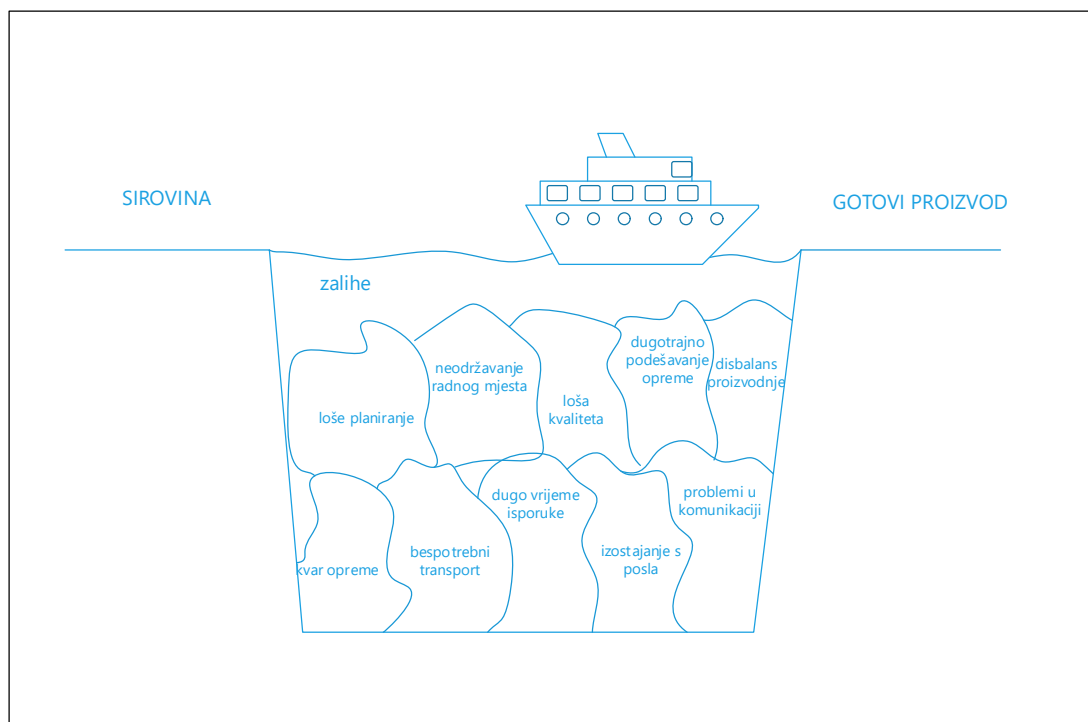
Gubitak podrazumijevan pod „škart“ jest proizvod koji ne zadovoljava tražene karakteristike kvalitete. Taj gubitak za sobom povlači ponovni rad, prepravljjanje ili odbacivanje proizvoda u potpunosti. Prepravljjanje proizvoda zahtjeva dodatne resurse i samim time povećava cijenu proizvodnje. Uzrok škarta može biti ljudska ili greška opreme.

### **Nepotrebne zalihe**

Zalihe same po sebi nisu problematične, dapače, potrebne su, no u ograničenoj količini i na ispravno definiranim mjestima. Zalihe koriste kao „*buffer*“ između dviju operacija. Zalihe bi se trebale koristiti na mjestu ispred procesa na kojem se planira proizvodnja, uređaja koji daje tempo. Ukoliko uređaj ostane bez potrebnih dijelova za proizvodnju, tada to za posljedicu ima neispunjavanje zahtjeva korisnika. Korištenjem zaliha u procesu taj se problem zaobilazi, no zalihe moraju imati definiranu maksimalnu i minimalnu količinu. U idealnom sustavu zalihe ne postoje nego se proizvodi točno ono što korisnik želi, u točnom trenutku i u točnoj količini. S obzirom na nepredvidivosti koje se pojavljuju u stvarnom svijetu, to nije moguće postići.

Zalihe u prekomjernim količinama predstavljaju problem, jer zauzimaju prostor i skrivaju

probleme. U radu „*Lean Manufacturing Guide*“ [8] napravljena je usporedba zaliha kao vode koja štiti brod na pučini od stijena. U tom slučaju stijene predstavljaju probleme u proizvodnom procesu – postoje, ali se ne vide. Primjerice, ako operacija kasni s proizvodnjom polu-proizvoda, ono se neće osjetiti na operaciji koja slijedi dokle god postoji zaliha između te dvije operacije. Problem koji nije identificiran ne može se riješiti. S druge strane, ako u uzvodnoj operaciji dođe do pogreške te se počnu proizvoditi neispravni polu-proizvodi, to se neće osjetiti sve dok prvi neispravni polu-proizvod ne dođe u nizvodnu operaciju. Time se ostavlja prostor za generiranje cijelog niza neispravnih proizvoda ovisno o veličini zalihe među operacijama.



Slika 5. Ilustrativni prikaz zaliha, prema [8]

## Čekanja

Svaka operacija u proizvodnom procesu ovisi o operacijama koje se nalaze uzvodno i nizvodno. Uzrok čekanja može biti greška operatera, opreme, toka materijala i komunikacije koji ne funkcionira. Ovaj gubitak se izbjegava pravilnim strukturiranjem komunikacijskog kanala te kanala kojima protječu materijali.

## **Transport**

S ovim gubitkom povezuje se nepotrební transport materijala, informacija i dobara. Svaki nepotrební transport rezultira povećanjem troškova proizvodnje zbog nepotrebnog angažiranja resursa, vremena i novca. Transport kao aktivnost je aktivnost koja ne pridodaje vrijednost konačnom proizvodu, no neophodna je. Iz toga razloga treba nastojati sav transport svesti na minimalnu količinu.

## **Prekomjerna obrada**

Pretjerana obrada je zapravo vrsta neadekvatne obrade. Neadekvatno obrađeni polu-proizvodi koji rezultiraju nezadovoljavajućom razinom kvalitete su škart, a oni polu-proizvodi koji zadovoljavaju i prelaze traženu razinu kvalitete smatraju se gubitkom. Kvalitetu određuje korisnik konačnog proizvoda te je to spreman platiti. Logika nalaže da korisnik neće imati problem s tim što je nešto kvalitetnije napravljeno nego li je dogovoreno (plaćeno), ali to direktno ima za posljedicu da svi troškovi nastali postizanjem kvalitete preko razine traženog neće biti podmireni od strane korisnika. Očito je da će to uzrokovati gubitak u novcu.

## **Prekomjerna proizvodnja**

Uvjetno rečeno, najgori gubitak je prekomjerna proizvodnja. Razlog tomu je stvaranje gubitaka u svim operacijama proizvodnog procesa uz dodatni trošak upravljanja zalihama, potrebnog skladišnog prostora, rizika od oštećivanja zbog dodatne manipulacije proizvodima. Nastavno, prekomjerna proizvodnja za posljedicu ima „zarobljavanje“ kapitala u obliku zaliha. Ukoliko se ne proizvodi prema potrebama korisnika (internih ili eksternih), već i više nego li je potrebno, znači da ti proizvodi nisu plaćeni unaprijed. Lako je zaključiti kako će se to odraziti na likvidnost poduzeća.

## **Nepotrebna kretanja**

Nedostatak procedura i standarda obavljanja posla, suboptimalno dizajniran proces ili prostorni plan proizvodnog pogona mogu biti uzrok nepotrebnih kretanja zaposlenika. To za posljedicu ima manji udio korisnog rada u ukupnom dostupnom radnom vremenu.

Gubitak koji ovdje nije spomenut, a neki ga autori poput Likera, Hinesa i Marksburý uvrštavaju kao osmog, jest pogrešno upravljanje ljudima i njihovima vještinama. Pod tim



gubitkom smatra se neadekvatno uključivanje ljudi, njihovih prijedloga i vještina u svrhu unapređenja procesa. Za pretpostaviti je da zaposlenici iz pogona najbolje znaju na koji način mogu unaprijediti svoju radnu okolinu, način na koji obavljaju posao i kako spriječiti pojavu spomenutih gubitaka.

Rezultati dijela istraživanja autora Naga Vamsi Krishna Jasti i Rambabu Kodali pokazuju distribuciju gubitaka kroz znanstvene radove. U Tablica 1., je vidljivo kako su primjenjivani alate vitke metodologije u većoj mjeri kako bi se utjecalo na škart (62,06%), nepotrebne zalihe (60,08%). Za pretpostaviti je kako je zastupljenost škarta u tolikom postotku jer on direktno i nedvosmisleno utječe na povećanje cijene proizvoda. S obzirom na prostornu ograničenost tvrtki, smanjenje količine zaliha je imperativ te je uvjetno rečeno smanjenje zaliha „brza i laka pobjeda“ ako se u obzir uzme zahtijevanu investiciju, vrijeme i očekivani benefit. Interesantno je uočiti kako su prekomjerna proizvodnja te nepotrebna kretanja na začelju liste. To se može tumačiti na način da su nepotrebna kretanja usko vezana uz prostorni plan proizvodnog pogona koji se ne može tek tako mijenjati bez značajnijih ulaganja. Nadalje, može se reći da se dio problema uzroka gubitka prekomjerne proizvodnje uklanja rješavanjem nepotrebnih zaliha u procesu, te bi to mogao biti razlog pozicije na listi učestalosti rješavanja problema. Razlozi koji zaista leže u pozadini ovakvih rezultata mogli bi se jednostavno potvrditi provođenjem korisničkih intervjua s tvrtkama koje su implementirale vitku metodologiju u svoj proizvodnom procesu.

**Tablica 1. Razdioba tipova gubitaka, prema [7]**

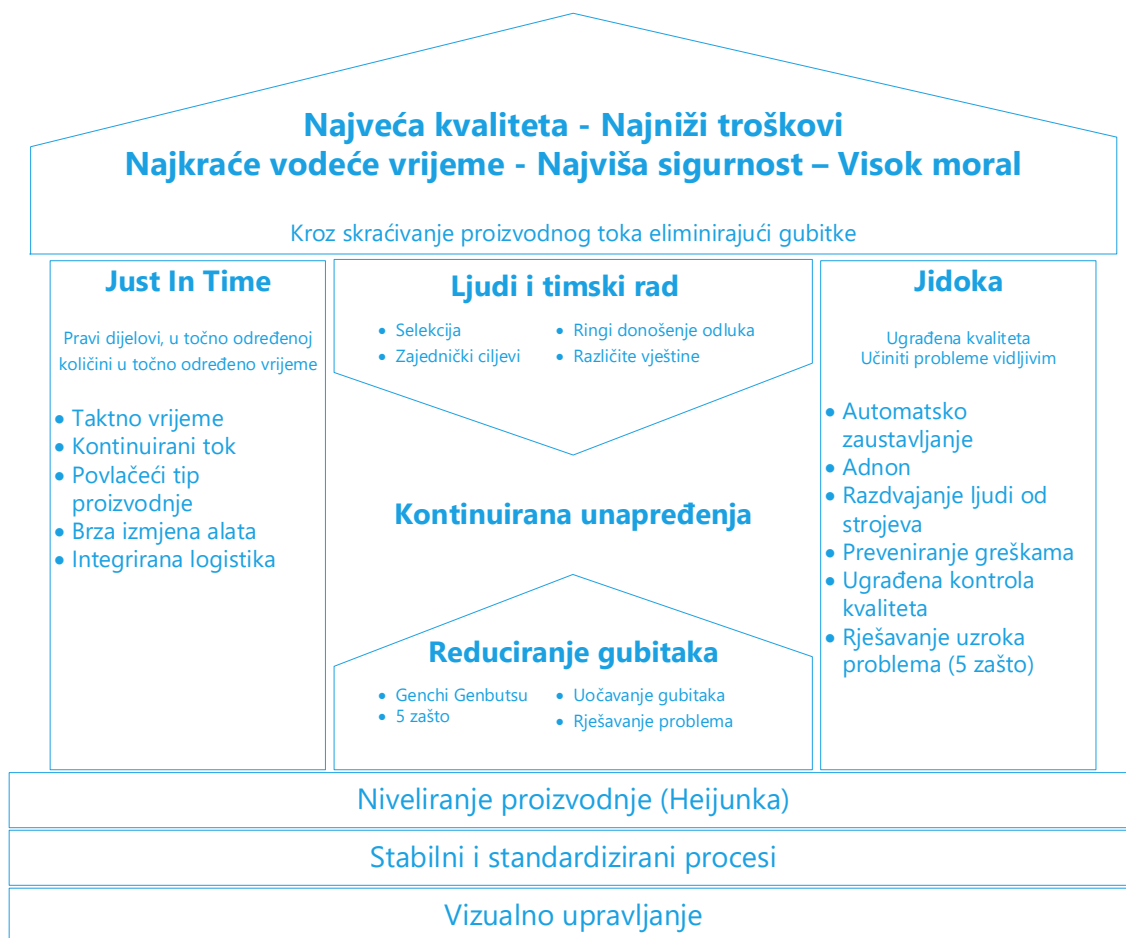
Tip gubitka	Učestalost pojave tipa gubitka kroz empirijske znanstvene radove
Škart	62,06%
Nepotrebne zalihe	60,08%
Čekanja	52,57%
Transport	38,34%
Prekomjerna obrada	25,69%
Prekomjerna proizvodnja	23,32%
Nepotrebna kretanja	22,92%

## Neiskorišteni ljudski potencijal

Ovaj gubitak prvotno nije bio dio TPS sustava nego je naknadno dodan jer je uočeno kako osim 7 osnovnih postoje gubici uzrokovani ne korištenjem vještina i znanja zaposlenika. Ovaj gubitak se očituje u povezivanju zaposlenika sa zadacima koje trebaju odraditi. Nepravilnim upravljanjem ljudskim potencijalima dolazi do toga da zadatke obavljaju osobe koje možda nemaju potrebne vještine za obaviti isti, ili jednostavno postoji osoba koja ga može obaviti brže i kvalitetnije. Osobe čiji je posao upravljanje ljudima moraju imati uvid u kvalitetu i vrstu vještina koje imaju njihovi ljudi, kako bi mogli optimalno dodijeliti zadatke. Jedan od načina izbjegavanja ovog gubitka je praćenje vještina zaposlenika u obliku matrice vještina.

### 2.3. Alati vitkog menadžmenta u proizvodnji

Kako bi se ostvarila načela vitke metodologije postoje tehnike i alati vitke proizvodnje čije korištenje omogućava ostvarivanje načela. TPS (engl. *Toyota Production System*) kuća predstavlja strukturirani sustav prikazan u metafori. Krov čine ciljevi kojima treba stremić – najbolja kvaliteta, najniži troškovi i najkraće vrijeme isporuke. Krov podupiru stupovi bez kojih krov ne može stajati, bez kojih se ne mogu ostvariti ciljevi. Stupove čine JIT (engl. *Just In Time*) i *Jidoka*. JIT predstavlja načelo prema kojem se treba proizvoditi točno ono što je potrebno (definirano od strane Kupca), u točno određenoj količini i u točno određeno vrijeme. *Jidoka* sprječava prosljeđivanje proizvoda koji ne zadovoljavaju zahtijevane karakteristike zaustavljanjem proizvodnje i time omogućava „ugrađenu kvalitetu“. U počecima, *Jidoka* je bila implementirana u obliku zaposlenika koji su motrili proizvode na izlasku iz uređaja te zaustavljali proizvodnju kako takvi proizvodi ne bi nastavili u daljnji tijek proizvodnje. Tokom godina, razvojem tehnologije pojavili su se uređaji koji sami sebe kontroliraju te zamjenjuju ljudski rad, omogućavajući čovjeku da se posveti drugim segmentima. *Jidoka* i JIT su komplementarni jer u slučaju škartova ne može se ostvariti ni JIT. S druge strane JIT onemogućava stvaranje zaliha koje mogu biti krivac za nepravovremeno uočavanje nedostataka.



**Slika 6. Toyota Production System, prema [9]**

Temelj kuće čine balansirana proizvodnja, stabilni i standardizirani procesi te vizualno upravljanje. Liker naglašava proturječnost stabilnosti u odnosu na male zalihe i zaustavljanje proizvodnje u slučaju pojave greške, što može dovesti do velikih zastoja, ovisno o magnitudi greške. Poanta koja se želi ostvariti TPS-om, jest momentalno rješavanje problema (odnosno njegovog uzroka) po nastanku. Mala zaliha kao pojam nije u potpunosti definirana, što znači da ju treba definirati prilikom implementacije metodologije prema specifičnostima proizvodnog procesa (kao i sve alate i tehnike) [9]. Praćenjem, prikupljanjem i analizom podataka iz proizvodnog pogona, može se vrlo jednostavno dati na važnosti potrebi pronalaženja uzroka problema i bez fizičkog zaustavljanja procesa proizvodnje.

Kod korištenja svakog alata potrebno je imati na umu izjavu Abrahama Maslowa iz 1966.: „Ako u kutiji s alatom imaš jedino čekić onda će sve izgledati kao čavao“. U prenesenom značenju, potrebno je razmotriti okolnosti u koje se implementiraju alati, jer nije svaki alat za

svaki problem. U nastavku je dan pregled nekolicine alata vitke metodologije koji su smatrani od strane autora kao oni koji se prvi uvode, shodno literaturi.

### 2.3.1. 5S

Naziv alata 5S dolazi od pet japanskih riječi koje započinju slovom „S“ te ujedno predstavljaju i korake implementacije alata. Implementacijom alata ostvaruje se sigurno, čisto i uredno radno mjesto u kojem je jednostavno otkriti abnormalnosti, što rezultira povećanom efikasnošću. Neuredno radno mjesto je često i nesigurno radno mjesto [10][11]. Sigurnost zaposlenika je na prvom mjestu, a urednost na drugom. Praktičnost alata je u tome što zahtjeva vrlo malu investiciju, a polučuje velike rezultate. Alat se sastoji od sljedećih 5 koraka implementacije [12]:

1. *Seiri*
2. *Seiton*
3. *Seiso*
4. *Seiketsu*
5. *Shitsuke*

#### **Seiri – sortiranje**

U prvom koraku potrebno je identificirati materijal koji nije potreban. To se može definirati na više načina, primjerice sav materijal koji nije korišten više od 6 mjeseci. Ovisno o veličini radnog prostora na koji se primjenjuje alat, mogu se koristiti i crvene oznake (engl. *Red Tag*) koje sadrže informacije poput: naziva predmeta, razloga označavanja, kategorije predmeta. Nakon što je sav nepotrebn materijal identificiran, potrebno ga je preseliti na predodređenu lokaciju.

Neke izvedbe implementacije uključuju žutu i crvenu oznaku te je ta izvedba primjenjivija u većim sustavima ili u pogonima u kojima egzistira više funkcionalno različitih radnih prostora. U tom slučaju, žuta oznaka se koristi za materijale koji su nepotrebn ili se nalaze na krivom mjestu, a crvena oznaka za neispravne ili nesigurne. Pritom, predmeti označeni žutom oznakom se stavljaju na prethodno definiranu lokaciju „aukcije“, s koje ostali zaposlenici mogu uzeti predmete ukoliko su im potrebni. Predmeti označeni crvenom oznakom se

stavljaju na također prethodno definiranu lokaciju kako bi ju zaposlenici iz odjela održavanja ili inženjeringa pregledali [13].

### ***Seiton – Grupiranje***

Kad su uklonjeni svi materijali koji nisu potrebni, potrebno je grupirati preostale. Grupiranje se vrši prema sličnosti i funkciji materijala. Također potrebno je materijale koji se češće koriste staviti na odgovarajuću poziciju kako bi bili pristupačniji.

Cilj ovog koraka je pronaći i definirati mjesto za sve, a unutar radnog područja. Sve bi trebalo biti raspoređeno na način da je u blizini mjesta korištenja te da je lako dohvatljivo. U ovom koraku treba obratiti pažnju i na ergonomiju te staviti one predmete koji se češće koriste bliže kako bi se smanjile nepotrebne kretnje. Ova faza može se implementirati na način da se promatranjem zabilježi koje su sve potrebne kretnje i prema tome napravi dijagram toka s jasno označenim kretnjama koje dodaju i onima koje ne dodaju vrijednost. Na taj način eliminiraju se suvišne kretnje što osigurava ergonomičan rad, ali i brže dohvaćanje predmeta. Po završetku ove faze u radnom prostoru trebali bi ostati samo oni predmeti koji su potrebni, locirani u blizinu gdje se koriste te grupirani ovisno o njihovoj funkciji.

### ***Seiso – Čišćenje***

Naziv trećeg koraka može navesti na pogrešan zaključak kako je cilj počistiti radno mjesto, a zapravo cilj trećeg koraka jest uspostaviti čišćenje na dnevnoj bazi, ali i identificirati uzrok onečišćenja. Identificiranjem uzroka onečišćenja može se prevenirati njegovo nastajanje. Primjerice, ukoliko se često čiste masne mrlje s poda, u proizvodnom pogonu to može značiti da neki od uređaja ispušta ulje, pa se tom identifikacijom može spriječiti nastanak onečišćenja.

### ***Seiketsu – Standardiziranje***

U četvrtom koraku postavljaju se standardi i procedure, kako bi se održalo čisto i uredno radno mjesto. Standard je, po definiciji, ograničenje ili pravilo koje definira traženu kvalitetu obavljenog posla ili načina na koji se obavlja neki posao. Standardi služe kako bi se mogla utvrditi usklađenost načina na koji se obavlja posao, odnosno obavljenog posla. Cilj izrade

standarda i njihove komunikacije prema zaposlenicima jest održavanje „dobre prakse“. Revizije bi se trebale uredno provoditi i pri tome ocjenjivati zatečeno stanje [12].

### ***Shitsuke - Samodisciplina***

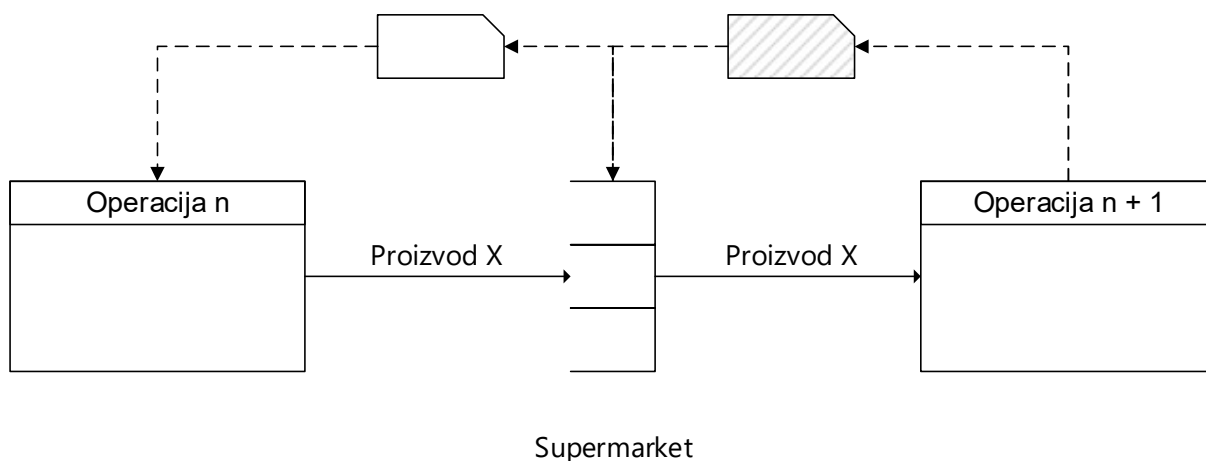
Posljednji korak je najzahtjevniji i njegova implementacija traje najduže – sve dok zaposlenicima standardi za održavanje radnog mjesta ne postanu navika [14]. Zaposlenicima će prije standardi prijeći u naviku što su im „bliži“. Jedan od načina pospješivanja toga jest da se provedba implementacije vrši na način da oni postanu „vlasnici procesa“. Pri implementaciji je bitno jasno i nedvosmisleno definirati zone odgovornosti te podijeliti zaposlenike u grupe i jasno postaviti zajednički cilj kojem streme. To će rezultirati osnaživanjem grupe i ujedno „povući“ zaposlenike koji pružaju više otpora promjenama.

#### **2.3.2. *Kanban***

Kanban jedan je od alata vitkog upravljanja u proizvodnji. Japanska riječ „kanban“ u prijevodu znači „signal na ploči“ odnosno „signal“. Kanban sustav osmislio je Taiichi Ohno iz Toyota Motor Company kako bi postigao *Just-In-Time* (hrv. U pravo vrijeme) proizvodnju. *Just-In-Time* proizvodnja usko je vezana uz povlačeći sustav proizvodnje koji podrazumijeva proizvodnju u točno određenoj količini i u točno određeno vrijeme. Cilj sustava, kako ga je Taiichi Ohno vidio, je zaustaviti prekomjernu proizvodnju i stvaranje prekomjernih zaliha. Ideju je dobio prilikom posjeta američkih supermarketa, gdje je uočio kako se na policama nadopunjavaju proizvodi samo kada su oni potrošeni, odnosno kad dosegnu limitnu granicu.

Kanban sustav kao takav možemo promatrati kao realnu verziju *Just-In-Time* sustava. U idealnom svijetu nema potrebe za takvim sustavom jer je on sam po sebi zaliha (koja se nastoji izbjeći), no u realnom svijetu zalihe su neizbježne. Čitatelj bi trebao biti svjestan da ideali postoje kako bi se prema njima stremilo, a ne kako bi se ostvarili. Postignuti ideal je loše postavljen ideal. Kanban sustavom se nastoji ostvariti približavanje tom idealu. U tu svrhu može se opisati vrlo jednostavan primjer u restoranu. Korisnik naruči hranu koju želi, neka to, ilustracije radi, bude riba. Znači li to da bi se trebalo uzvodno poslati informacija sve do ribara koji u tom trenutku treba krenuti s izlovom? Jasno je da je odgovor u tom slučaju negativan. Korisnik bi u tom slučaju morao predugo čekati i u konačnici bi odustao.

Specifičnost *Kanbana* jest da je količina zaliha ograničena, što ga jasno razdvaja od gurajućeg sustava proizvodnje. Postoji nekoliko tipova *Kanbana*. Jedan od njih je „Kanban 2 karte“, Slika 7.



**Slika 7. Kanban**

Na dijagramu je vidljivo kako osjenčana Kanban kartica (povlačeći Kanban) ide od „Operacija n + 1“ (kojoj je potreban dio za proizvodnju) prema supermarketu. To predstavlja akciju u kojoj „Operacija n + 1“ uzima „proizvod X“ iz supermarketeta. Čim „proizvod X“ bude uzet iz supermarketeta, odmah se generira bijela Kanban kartica (proizvodni Kanban) čime daje signal „Operaciji n“ da postoji potreba za proizvodnjom „proizvoda X“. Kako ne bi nastajale nepotrebne zalihe „Operacija n“ ne smije početi s proizvodnjom sve dok ne dobije signal iz supermarketeta.

Kanban kartica sadrži informacije poput količine po spremniku, broj kartica u sustavu, naziv operacije dobavljača te naziv operacije korisnika. Radi jednostavnosti objašnjavanja možemo to zamisliti kao kupone koje ima svaka operacija. Kako bi mogla izraditi proizvod potrebno je zamijeniti te bonove za stvarne proizvode. Te proizvode pronalazi u supermarketu, a po uzimanju šalje se bon dobavljaču supermarketeta da pokrene proizvodnju.

Za izračun broja Kanban spremnika koristi se slijedeća formula:

$$k = \frac{P_p + S_z}{V_s} \quad (1)$$

U kojoj je:

$k$  – broj kanban spremnika [kom]

$P_p$  - prosječna potreba elemenata tokom proizvodnje [kom]

$S_z$  – sigurnosna zaliha [kom]

$V_s$  – veličina spremnika (količina elemenata koja stane u spremnik) [kom]

Primijenjena formula u praksi se ogleda na sljedeći način: recimo da je potrebno 500 vijaka u određenom vremenskom periodu proizvodnje ( $P_p$ ), a da je sigurnosna zaliha definirana kao 10% potreba ( $S_z$ ). Kapacitet spremnika za odlaganje je 150 vijaka ( $V_s$ ). U tom slučaju izračun bi glasilo ovako:

$$k = \frac{500 + 500 * 0,10}{150} = 3,67 \quad (2)$$

S obzirom da dobiveni broj nije cijeli on se mora zaokružiti. Ako se zaokruži na višu vrijednost onda će biti i više nego li je potrebno dostupnih vijaka te će pružiti dodatni *buffer*. Zaokruživanjem na nižu vrijednost može se izvršiti pritisak da se nađu prilike za unapređenje proizvodnje pa da se na taj način nadoknadi razlika.

Druga vrsta Kanban sustava je Kanban sustav dva spremnika. Takav sustav se sastoji od dva spremnika koji imaju identičnu količinu i identičan sastav. Kad se jedan spremnik isprazni to postaje signal da je potrebno nadopuniti zalihu kako bi bilo dovoljno potrebnog materijala za proizvodne operacije. U tom slučaju, trebao bi postojati plan provjere količine zaliha u spremnicima ili se poslužiti drugim načinima slanja signala.

Neovisno o vrsti Kanban sustava, bitna je filozofija koja leži u pozadini, a to je slanje signala kako se može započeti s uzvodnom proizvodnjom. Danas postoje mnogi načini kako signalizirati informaciju – putem IT sustava, svjetlosnog signala, mobitela itd. Način signaliziranja, ovisit će potrebama i odabiru specifične tvrtke.

### 2.3.3. *Mapiranje toka vrijednosti (engl. Value Stream Mapping – VSM)*

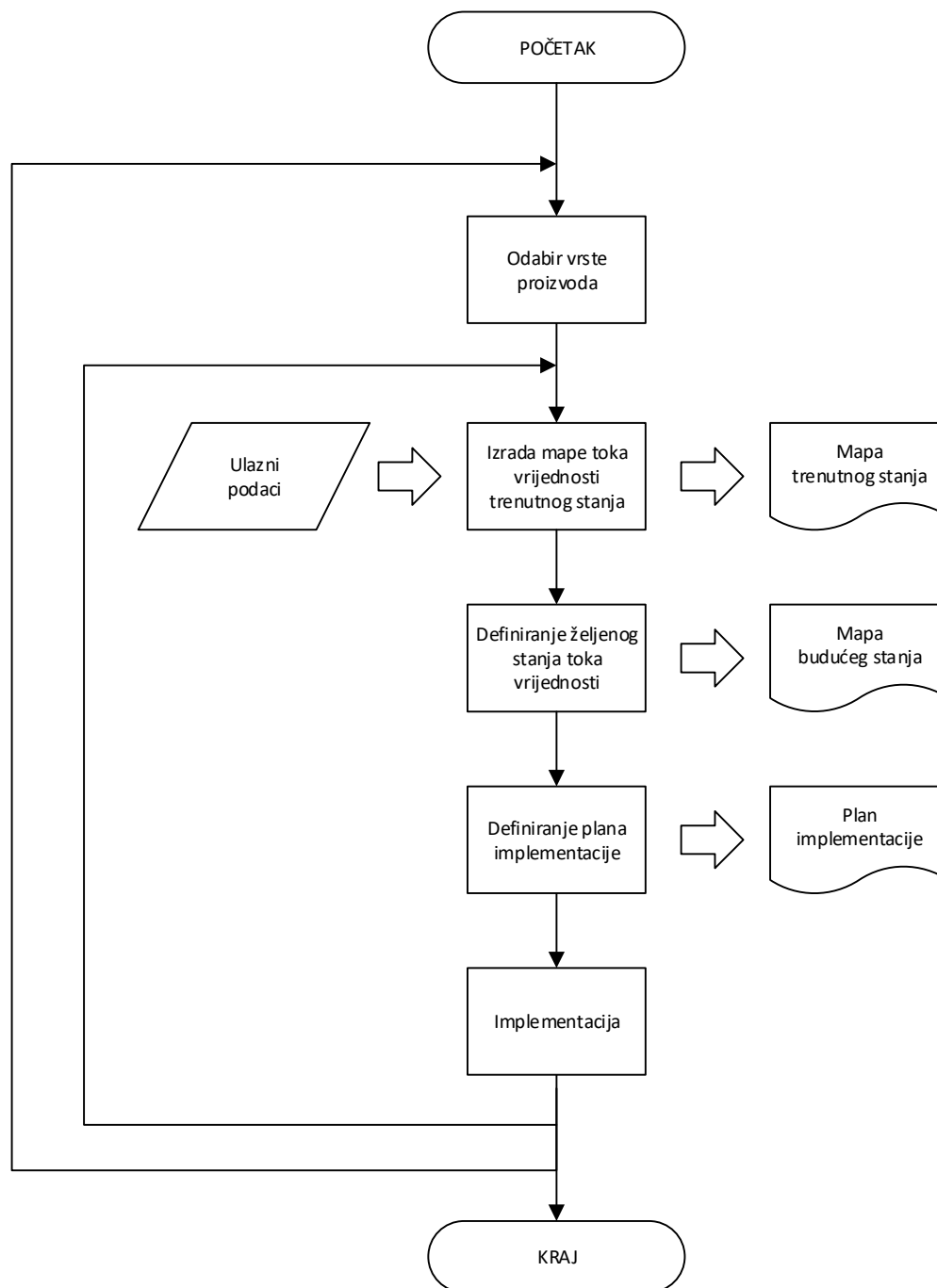


Mapa toka vrijednosti jest alat vitke metodologije kojim se na vizualan način prikazuju aktivnosti koje se provode u svrhu isporuke proizvoda. Mapa toka vrijednosti sadrži tok informacija i materijala, od zaprimanja narudžbe, do isporuke proizvoda ili usluge korisniku.

Korištenje VSM-a omogućava sagledavanje cijelog procesa, a posljedično tome, brzo i jednostavno prepoznavanje gubitaka i prilika za unapređenje. Mapa, jednom kad je napravljena, sadrži sve aktivnosti trenutnog stanja koje dodaju i koje ne dodaju vrijednost.

Dijagram 1 prikazuje korake primjene alata. U prvom koraku se odabire vrsta proizvoda za koji se želi napraviti mapa toka vrijednosti. Kako bi se izradila mapa trenutnog stanja potrebno je prikupiti potrebne podatke. U ovisnosti o definiranoj razini detalja do koje će se ići potrebno je prikupiti podatke koji mogu/trebali bi uključivati slijedeće:

1. Intenzitet narudžbi
2. Dostupno vrijeme rada u danu
3. Broj zaposlenika koji sudjeluju u procesima
4. Procesna vremena
5. Pripremno-završno vremena
6. Količine utrošenih energenata
7. Količine proizvedenog otpada
8. ...



**Dijagram 1. Implementacija VSM alata**

Do ulaznih podataka može se doći putem zapisa o prethodnoj proizvodnji, no vjerodostojnost može doći u pitanje. Nerijetko se događa da dostupni podaci odudaraju od stvarnog stanja. Japanski termin *Gemba Kaizen* definirao je Masaaki Imai u svojoj knjizi „*Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*“. U prijevodu na hrvatski označava „poboljšanje na stvarnom mjestu“. Time je autor sugerirao kako se poboljšanja mogu najbolje uočiti na licu mjesta, među ljudima, među strojevima. Do nekih od ovih podataka neki puta




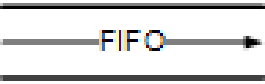



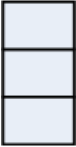
nije niti moguće doći na drugačiji način, nego li osobno otići i izmjeriti. Stoga je najbolji način otići i osobno ispratiti tok proizvoda kroz procese te zabilježiti sve potrebne podatke na papiru. Kad se završi s mapiranjem toka materijala i informacija može se jasnije prepoznati mjesta za unapređenje te shodno tomu izraditi mapa željenog, odnosno budućeg stanja. Nad izrađenom treba se pitati slijedeća pitanja:

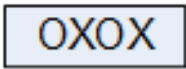
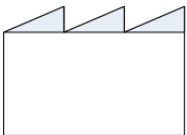

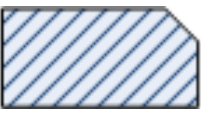


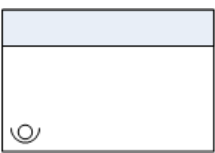
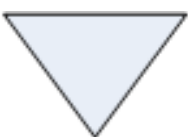

1. Gdje se može primijeniti jednokomadni tok?
2. Na kojim mjestima se može primijeniti FIFO sustav?
3. Gdje se mogu primijeniti supermarketi?
4. Je li proizvodnja balansirana?
5. Koji procesi zahtijevaju plan proizvodnje?
6. Mogu li svi procesi pratiti taktno vrijeme?



U slijedećem koraku, nakon što je definirano buduće stanje, potrebno je razraditi plan implementacije. Implementacija će u najmanju ruku zahtijevati određeno vrijeme da bude provedena, a najčešće će zahtijevati i određena financijska sredstva kako bi se napravila reorganizacija. Stoga je potrebno napraviti plan implementacije kako bi se to napravilo na optimalan način.

U dijagramu toka mogu se primijetiti dvije povratne petlje prije posljednjeg koraka u korištenju alata. Kraća povratna petlja označava da nakon implementacije željenog stanja ne treba stati sa unapređenjima, nego da to treba kontinuirano raditi. Druga petlja označava da nakon što se završi s jednom grupom proizvoda treba nastaviti s drugima, ovisno o proizvodnoj djelatnosti tvrtke.

Tablica 2. Simboli u VSM alatu, prema [15]

Simbol	Značenje	Objašnjenje
	Zaliha	Zaliha u procesu. Simbol može sadržavati informaciju o količini i o vremenu u kojem nastaje.
	Vrsta transporta	Vanjski transport kamionom. Simbol može sadržavati informaciju o učestalosti.
	Kretanje materijala PUSH	Kretanje materijala koje nije kontrolirano PULL sustavom.
	FIFO	Prvi unutra, prvi van redosljed premještanja materijala u procesu.
	Povlačenje	Povlačenje materijala PULL sustavom. Simbol se obično nalazi iza simbola supermarketa.
	Transport	Transport materijala prema korisniku.
	Supermarket	Međuskladište organizirano prema vrsti međuzaliha. Međuzaliha funkcionira prema FIFO sustavu u kombinaciji s Kanban karticom
	Sigurnosna zaliha	Sigurnosna zaliha proizvoda.

	Balansiranje proizvodnje	Balansiranje vrste i količine različitih proizvoda.
	Korisnik	Označava vanjskog dionika – dobavljača ili korisnika.
	Kaizen	Označava mjesto koje treba poboljšati na lancu dodavanja vrijednosti.
	Kanban kartica	Kanban kartica za povlačenje. Kartica označava povlačenje materijala iz prethodnog procesa odnosno supermarketeta.
	Kanban kartica	Kanban kartica za narudžbu proizvodnje. Kartica sadrži informaciju koliko se treba proizvesti određenog proizvoda u prethodnom procesu.
	Kanban kutija	Mjesto za prikupljanje kanban signala (kartica) – kartica za povlačenje i kartice za narudžbu proizvodnje.
	Proces	Simbol može sadržavati informacije o vremenu ciklusa (C/T), vremenu izmjene alata ili predmeta obrade (C/O), taktu, iskoristivosti,
	Signalni kanban	Signalna količina međuzalihe za nadopunu.
	Digitalni tok informacije	Simbol može sadržavati tip informacije.

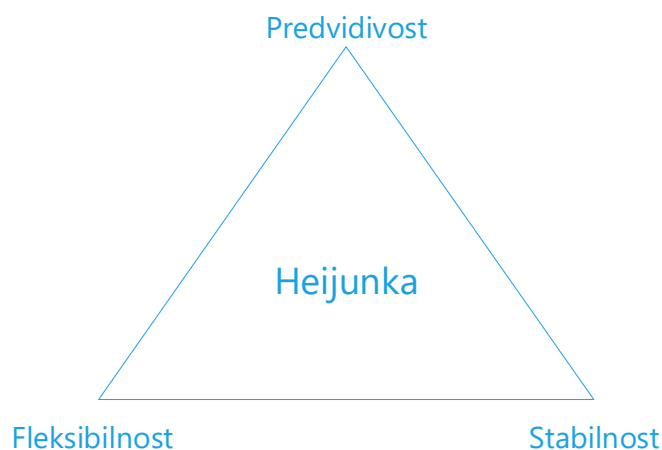
	Ručni tok informacije	Simbol može sadržavati tip informacije.
	Vremenska linija	Oznaka trajanja aktivnosti i vremena između aktivnosti

Osim navedenih simbola, pri izradi mape toka vrijednosti mogu se koristiti i drugi simboli, ali ih je potrebno prethodno definirati kako bi prikaz bio konzistentan.

#### 2.3.4. Heijunka

Heijunka je japanski naziv alata vitke metodologije koji u prijevodu znači niveliranje, ujednačavanje. Prednost primjene alata u proizvodnji je reduciranje gubitaka uz zadovoljavanje potreba tržišta za proizvodima. Koristi se za niveliranje količina kod više vrsta proizvoda kako bi se spriječilo pretjerano gomilanje zaliha reducirajući kapitalne troškove, rad ljudi i vodeće vrijeme proizvodnje duž cijelog lanca dodavanja vrijednosti.

Heijunka kao i ostali alati, prvi put je korištena u Toyoti u sklopu Toyota Production Systema. Alat jednom kad je implementiran, omogućuje predvidivost niveliranjem zahtjeva, fleksibilnost skraćivanjem vremena izmjene i stabilnost niveliranjem proizvodnih volumena i vrste proizvoda tijekom dužeg perioda, Slika 8.



Slika 8. Heijunka

## Niveliranje proizvodnje prema količini proizvoda

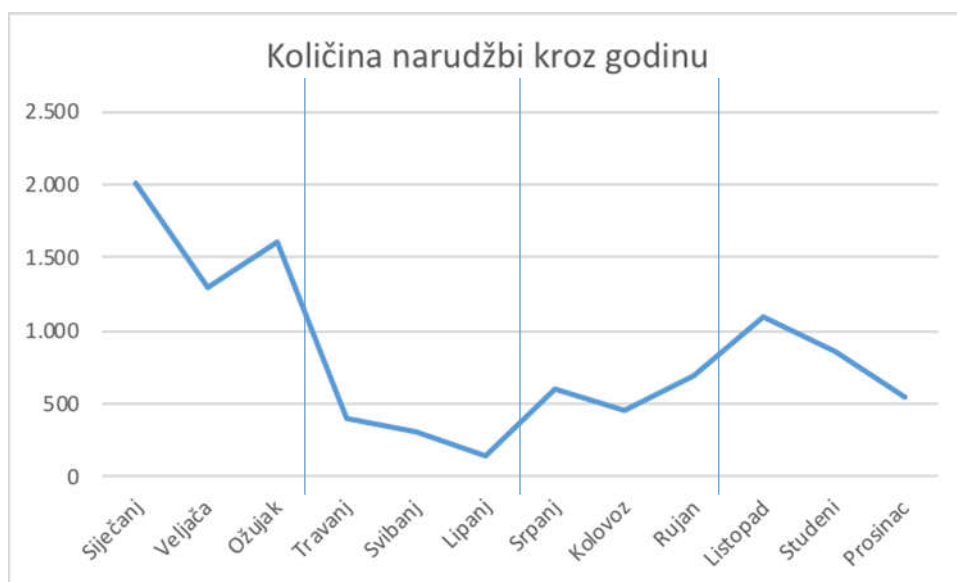
Recimo da proizvođač kumulativno mjesečno dobiva narudžbu od 10.000 jedinica istog proizvoda, ali različite količine na mjesečnoj bazi:

Siječanj:	2.000	jedinica proizvoda
Veljača:	1.000	jedinica proizvoda
Ožujak:	1.500	jedinica proizvoda
Travanj:	1.800	jedinica proizvoda
Svibanj:	300	jedinica proizvoda
Lipanj:	100	jedinica proizvoda
Srpanj:	300	jedinica proizvoda
Kolovoz:	200	jedinica proizvoda
Rujan:	700	jedinica proizvoda
Listopad:	800	jedinica proizvoda
Studeni:	800	jedinica proizvoda
Prosinac:	500	jedinica proizvoda

Primijenivši heijunku proizvođač bi mogao nivelirati proizvodnju tokom godine i držati spremnom određenu količinu zaliha kako bi smanjio pritisak na proizvodni pogon. To se može napraviti na više načina, ovisno koji vremenski period se želi nivelirati. Gledajući podatke može se uočiti svojevrsan uzorak kroz godinu. U Heijunka tablici vidi se kako je količina naručenih jedinica proizvoda u prvom kvartalu znatno veća nego li u ostatku godine, Tablica 3, Dijagram 2.

Tablica 3. Heijunka tablica

	Količina naručenih proizvoda	Prosječan broj narudžbi
1. kvartal	4.900	1.633,33
2. kvartal	850	283,33
3. kvartal	1.750	583,33
4. kvartal	2.500	833,33
	10.000	



Dijagram 2. Količina narudžbi kroz godinu

U ovom slučaju bilo bi optimalno odrediti 4 različita vremenska perioda proizvodnje s različitim tempom. Optimalno bi bilo kad bi proizvođač tijekom prvog kvartala držao zaliha od 1633 proizvoda na skladištu gdje bi proizvodi bili spremni za isporuku. Na taj način pritisak u siječnju bio bi mu 367, u veljači 333, te u ožujku 33 jedinica proizvoda. Drugi način je da se napravi izračuna prosjeka za svih 12 mjeseci, što iznosi 833 jedinica proizvoda te da se ta količina zaliha drži spremna za isporuku, a za stvarne potrebe izradi još naknadno koliko je potrebno. Čitatelj lako može zaključiti kako je prvi način izračuna bliži „stvarnim“ potrebama nego li drugi, budući da bolje opisuje dinamiku promatranog vremenskog perioda.



### Niveliranje proizvodnje prema vrsti proizvoda

Za razliku od prethodnog primjera, pretpostavimo da proizvođač ima više proizvoda s kojima treba zadovoljiti narudžbe kupaca – proizvodi A, B, C i D. Pod pretpostavkom da se ti proizvodi rade s istim resursima (ljudima, opremom ili novcem), što najčešće jest slučaj, vrlo je bitno odrediti kada će se koji proizvod i u kojoj količini izrađivati. Ukoliko se pretpostavi, primjera radi, da se proizvodi rade istom opremom, tada će na vrijeme za isporuku proizvoda biti značajno pripremno-završno vrijeme.

Prema jednadžbama za konvencionalnu obradu:

$$t_N = t_{pzs} + Z_N * t_1 \quad (3)$$

$$t_{pzs} = t_{pzo} * (1 + K_n * K_o) * (1 + K_d) \quad (4)$$

$$t_1 = [t_c + t_p * (1 + K_n * K_o)] * (1 + K_d) \quad (5)$$

Značenje oznaka:

$t_N$  - vrijeme izrade serije

$t_{pzs}$  - pripremno završno vrijeme

$Z_N$  - broj komada u seriji

$t_1$  - jedinično vrijeme

$t_t$  - tehnološko vrijeme

$t_p$  - pomoćno vrijeme

$t_{pzo}$  - osnovno pripremno-završno vrijeme za seriju

$K_n$  - koeficijent napora

$K_o$  - koeficijent okoline

$K_d$  - dopunski koeficijent

Može se zaključiti kako će kod izmjene serija značaj imati broj izmjena serija jer svaka izmjena zahtjeva svoje osnovno pripremno-završno vrijeme, ali ima i koeficijente koji na to isto vrijeme utječu. Logika kojom bi se poslužio masovni proizvođač vjerojatno bi išla u smjeru smanjenja broja izmjena proizvoda, jer se time smanjuje osnovno pripremno-završno vrijeme. U tom slučaju recimo da bi proizvođač izrađivao prema slijedećem rasporedu - AAAAABBBCCDD. Problem kod ovakvog pristupa je u tome što proizvodnja nije balansirana, pojavljuje se više zaliha nego li je potrebno, a postoji opasnost od nezadovoljavanja potreba kupaca u slučaju odstupanja od plana.

Kako bi se nesigurnosti i gubitci reducirali, Heijunka alatom bi se izradio novi plan proizvodnje koji bi izgledao poput AABCDAABCDAB čime bi se odstupanja u narudžbama brže mogla nadoknaditi potrebnim jedinicama proizvoda. Ako se promotri situacija u kojoj se količina proizvoda promjeni te u jednom trenutku bude potrebno više D proizvoda, nego li A tada će se to moći nadoknaditi budući da će postojati određena zaliha spremna za isporuku.

S obzirom da Heijunka traži veći broj izmjena serija to znači da bi se vrijeme potrebno za izmjenu proizvoda moralo svesti na minimum, a to se može postići korištenjem SMED alata (engl. *Single Minute Exchange of Dies*) o kojem će više biti rečeno u nastavku.

### 2.3.5. SMED

Cilj koji se želi ostvariti korištenjem SMED alata jest brz i efikasan prijelaz s jednog na drugi proizvod. SMED se koristi kako bi se:

1. Povećala fleksibilnost stroja
2. Povećao kapacitet stroja
3. Smanjili troškovi konačnog proizvoda.

Primjenom alata u pogonu značajno se može utjecati na podizanje efikasnosti i protočnosti cijelog proizvodnog sustava. Alat ide u prilog rješavanju među-zaliha proizvoda u procesu proizvodnje, jer se skraćivanjem vremena potrebnog za izmjenu alata, svojstvenog specifičnom tipu proizvoda omogućava povećanje broja izmjena. Naziv alata u slobodnom prijevodu bio bi „jednominutna izmjena kalupa“, no uvrježeniji je naziv „brza izmjena alata“. Razlog tomu je, vjerojatno i činjenica da izmjena alata koja bi se morala odviti, prema nazivu, u jednoj minuti i nema zapravo veze s konceptom, već se želi staviti naglasak da se izmjena obavi brzo (efikasno). SMED također nema veze niti s izmjenama kalupa već je široko primjenjiv jer koncept koji se nalazi u pozadini alata je ono što donosi vrijednost. Sam naziv potječe iz vremena kad je alata razvijen u Toyoti. S obzirom na to da je tada Shingo razvijao alat kako bi riješio problem izmjene kalupa za dijelove automobila, tako je alat i dobio ime.

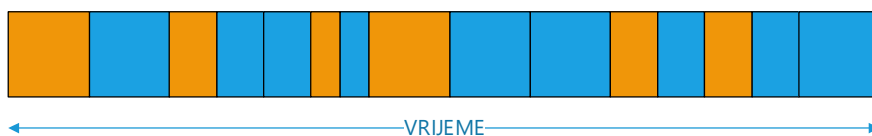
Vrlo je popularan način prikazivanja korištenja alata i njegovih mogućnosti kroz primjer formule 1. Najbrža izmjena guma u pit stopu realizirana je u vremenskom trajanju od 1,92 sekunde! Usporedbe radi, prema dostupnim podacima tijekom 1950-ih za izmjene guma bilo

je potrebno i više od 60 sekundi. Kako je moguće toliko smanjiti potrebno vrijeme? Korištenjem SMED alata i vitke metodologije.

Spomenuti primjer dokazuje i prethodno postavljenu tezu, kako je alat široko primjenjiv dokle god se shvate temeljni principi alata. Implementacija SMED alata znanstveni je pristup, a alat je široko primjenjiv, i izvan proizvodnog pogona. Autor alata je promatranjem procesa izmjene alata zaključio je kako se aktivnosti prilikom izmjene alata mogu podijeliti na eksterne i interne. Pritom interne aktivnosti je definirao kao aktivnosti koje se mogu izvoditi isključivo kad je stroj ugašen. Eksterne aktivnosti mogu biti izvedene dok je stroj uključen, odnosno bez prekida rada [16]. Pristup implementacije, kako sugerira autor sastoji se od sljedećih koraka:

1. Identifikacija aktivnosti
2. Razdvajanje eksternih i internih aktivnosti
3. Transformacija internih aktivnosti u eksterne (kad je to moguće)
4. Optimiranje (pojednostavljenje) i uspostava tijeka aktivnosti

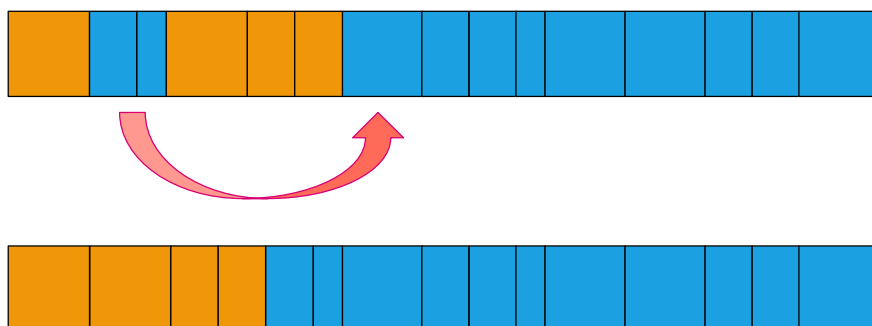
### Identifikacija aktivnosti



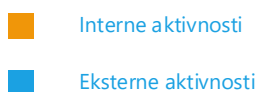
### Razdvajanje eksternih i internih aktivnosti



### Transformacija internih aktivnosti u eksterne



### Optimiranje i uspostava tijeka aktivnosti



Slika 9. Koraci SMED-a, prema [16]

## Identifikacija aktivnosti

Identifikaciju aktivnosti praktično je izvesti po principu „*gembutsu*“. *Gembutsu* je japanska riječ, koja u prijevodu znači „stvarno mjesto“. Pojednostavljeno, potrebno je otići u pogon, do stroja i na licu mjesta promatrati situaciju. Shingo, također sugerira razgovor s operatorima strojeva, jer to su osobe koje bi trebale najviše znati o procesima koji se odvijaju na stroju na kojem rade. Kod takvog načina promatranja i prikupljanja podataka potencijalno može doći



### **Razdvajanje eksternih i internih aktivnosti**

Razdvajanje aktivnosti vrlo je intuitivno i ne predstavlja zahtjevan zadatak jer se odgovor dobiva odgovorom na pitanje: „Može li se aktivnost obaviti bez isključivanja stroja?“. Ako se aktivnost može izvoditi kad je uređaj u pogonu onda se takva aktivnost definira kao eksternu aktivnost. U suprotnom, ako uređaj mora biti isključen tada se aktivnost definira kao interna aktivnost.

Primjeri eksternih aktivnosti:

1. Dohvaćanje novog alata
2. Vraćanje zamijenjenog alata
3. Dohvaćanje opreme potrebne za instalaciju
4. Dohvaćanje materijala
5. Kalibracija
6. Primjeri internih aktivnosti:
7. Uklanjanje alata
8. Postavljanje novog alata
9. Kalibracija

### **Transformiranje internih u eksterne aktivnosti**

Nakon jasnog razdvajanja uočenih eksternih i internih aktivnosti potrebno je čim više internih aktivnosti transformirati u eksterne kako bi se skratilo ukupno vrijeme stajanja stroja. Prije toga, potrebno je odlučiti jesu li sve uočene aktivnosti potrebne u procesu. Kao što je ranije spomenuto, vrijednost predstavlja ono što je kupac spreman platiti, odnosno ono što dodaje vrijednost konačnom proizvodu. Dakle, potrebno je identificirati aktivnosti prema načelu dodavanja vrijednosti te razlučiti jesu li neophodne ili nisu.

Načelno transformacija može se postići pripremom potrebnog materijala u pravoj količini, na pravom mjestu, u pravo vrijeme. Navedeno sumira standardiziranje posla – izradu jasnih i jednostavnih procedura, urednost radnog mjesta i pravovremenu provjeru je li sve spremno za izmjenu alata.

## **Optimiranje (pojednostavljenje) i uspostava tijeka aktivnosti**

Sve aktivnosti koje su identificirane kao potrebne u ovom koraku se optimiraju. To se vrši detaljnom analizom promatranih aktivnosti kako bi se uspostavio kontinuirani tok na optimalan način izvođenja aktivnosti.

Shingo [17] sugerira korištenje sljedećih tehnika prilikom implementacije SMED alata u proizvodnji:

1. Razdvajanje internih od eksternih aktivnosti
2. Transformiranje internih u eksterne aktivnosti
3. Standardiziranje funkcija, a ne oblika
4. Korištenje funkcionalnih steznih naprava ili uklanjanje vijčanih spojeva
5. Korištenje privremenih naprava za pozicioniranje i stezanje
6. Implementacija paralelnih aktivnosti
7. Eliminiranje prilagođavanja alata
8. Mehanizacija

SMED alat je široko primjenjiv kako u poslovnom sustavu, tako i u svakodnevnom životu. Možda najjednostavniji primjer je onaj kod kuhanja. Prije početka kuhanja mogu se pripremiti potrebne namirnice, pribor i posude te staviti na dohvat ruke kako bi se jednom kad se započne s procesom kuhanja mogle pravovremeno iskoristiti. Ovim rečenim želi se istaknuti kako se filozofija koja se nalazi u pozadini korištenja alata često koristi i bez da je „operater“ svjestan njenog korištenja, jer su tehnike zdravorazumske. U svakodnevnom životu nepridržavanje načela ovog alata nema značajniju posljedicu, no u velikim sustavima koji sačinjavaju velik broj uređaja, procesa i ljudi te još k tomu čija je osnovna zadaća ostvarivanje profita kao osnovne zadaće tvrtke, može činiti značajnu razliku.

### 3. VITKA METODOLOGIJA U BRODOGRADNJI

Vitka brodogradnja (engl. *Lean Shipbuilding*), odnosno implementacija vitkog menadžmenta u brodograđevnom sektoru kao koncept, vrlo je malo istražen i ne postoji puno znanstvenih članaka koji se bave tom tematikom, a oni koji postoje uglavnom su fokusirani na tri tržišta - japansku, američku i norvešku brodogradnju. Manjak informacija o implementaciji vitke metodologije u brodograđevnom sektoru onemogućava prezentiranje istih te egzaktno zaključivanje kako se odrazilo korištenje pojedinih alata na podizanje produktivnosti. S obzirom na činjenicu da su takve informacije ono što čini kompetitivnu prednost tvrtki u odnosu na ostale na tržištu, izostanak tih podataka nije neočekivan.

#### 3.1. Vitka brodogradnja u Japanu

Japanska brodogradnja se nakon 2. svjetskog rata našla u izazovnoj situaciji. Za završetkom rata japanska brodogradilišta nisu mogla konkurirati britanskim i sjevernoeuropskim zbog niske produktivnosti. U Japanu je Taiichi Ohno razvijao Toyotin proizvodni sustav (engl. *Toyota Production System*) u periodu od 1952. do 1962. te je upravo taj sustav poslužio kao poluga japanskom proizvodnom sektoru koji se borio s konkurencijom na svjetskom tržištu i niskom produktivnošću. To je za posljedicu imalo da su japanska brodogradilišta u periodu od 1960. do 1995. godine podigla svoju produktivnost za 150% [18]. Brodograđevni sektor je očito značajno drugačiji od automobilske industrije pa TPS nije u punom smislu zaživio u brodogradnji, ali jesu temeljni principi. Porast produktivnosti pripisuje se razvojem izrade strukturnih blokova i uranjenim opremanjem te uklanjanjem gubitaka po uzoru na vitka načela primijenjena u proizvodnji. Autori Lamb i Liker navode kako su također uspješno primijenili modularni dizajn, tok jednog komada (engl. *One piece flow*), kontinuirano unapređenje, zaposlenike s višestrukim vještinama i 5S alat. Modularnim dizajnom i visokim stupnjem standardizacije postavljaju se temelji za uspostavu jedno-komadnog toka i JIT (engl. *Just In Time*), a time upravljanje i kontrolu proizvodnje. Što više proizvodi slične jedni drugima to je izlazni proizvod lakše kontrolirati, a rezultati proizvodnje pouzdaniji.



### 3.2. Vitka brodogradnja u SAD-u

Američki Nacionalni brodograđevni istraživački program (engl. *National Shipbuilding Research Program - NSRP*) 2004. pokrenuo je inicijativu vitke brodogradnje (engl. *Lean Shipbuilding Initiative – LSI*) kako bi pokrenuo brodograđevni sektor i sektor remonta brodova. U izradi tog programa sudjelovali su Liker i Lamb, a izlazni proizvod je bio radni okvir implementacije vitkog menadžmenta u brodogradnji. Prije izrade samog programa implementacije utvrđeno je kako je produktivnost američkih brodogradilišta 50% od europskih i tek oko 30% japanskih brodogradilišta [19]. Razlog tomu je bila zatvorenost američkog tržišta koje je bilo orijentirano na izradu brodova za potrebe mornarice i domaćeg trgovinskog sektora. Predviđeno je kako je moguće primjenom vitke metodologije postići 50%-tno povećanje u produktivnosti te 50%-tno smanjenje potrebnog vremena za proizvodnju jednog broda.

### 3.3. Vitka brodogradnja u Norveškoj

Kompetitivna prednost norveške brodogradnje je gradnja visoko kompleksnih plovila za održavanje na moru, pravovremena isporuka i kvaliteta. Osim toga, norveški brodograđevni sektor povezan je u pomorskom klasteru koji čine dobavljači opreme, ostala brodogradilišta i vlasnici brodova [20]. Za razliku od japanske brodogradnje, norveška ima nizak stupanj standardizacije u vidu jedinstvenosti proizvoda. Razlog tomu je njihova usmjerenost na izradu brodova koji u velikoj mjeri imaju specifične individualne zahtjeve. Još jedna specifičnost jest podugovaranje izrade trupa broda, koje dogovaraju s podizvođačima iz zemalja gdje je jeftinija radna snaga, a njihova specijalnost je visoki stupanj uranjenog opremanja (opremanje sekcija i blokova koji još nisu ugrađeni na brod).

Iako brodograđevni sektor ima svoje specifičnosti postoji velika sličnost s konceptom vitkog građevinarstva (engl. *Lean Construction*) koji je značajno rašireniji od onog brodograđevnog.

Koskela [21] je definirao 11 načela vitkog građevinarstva:

### **1. Reducirati udio aktivnosti koje ne dodaju vrijednost**

Prema rezultatima provedenih istraživanja [22] i [23] tek 3 – 20% aktivnosti dodaju vrijednost u procesu proizvodnje s ukupnim udjelom u ciklusu proizvodnje od 0,5 – 5%. Pretpostavka je da su uzroci tih rezultata: ustroj organizacije, neznanje i inherentnosti proizvodnje.

### **2. Povećati vrijednost kroz sustavno razmatranje potreba korisnika**

Povećanje vrijednosti za krajnjeg korisnika je ultimativni cilj kojem treba stremiti, no lokalna unapređenja i lokalno povećanje vrijednosti ne znači da će na globalnoj razini vrijednost biti povećana. Svaka aktivnost u proizvodnom procesu ima dva korisnika čije potrebe treba razmatrati – korisnika u slijedećoj proizvodnoj aktivnosti i krajnjeg korisnika. Zadovoljenje samo jednog uvjeta, ili davanja prednosti jednom bez dubinskog razmatranja neće polučiti optimumom. Usmeravanje na snižavanje troškova u pojedinoj aktivnosti može „zamagliti“ pogled na nizvodne aktivnosti rezultirajući polu-proizvodom na koji će slijedeća aktivnost (korisnik u lancu) morati potrošiti više resursa nego li je prethodna uštedjela. Način da se to izbjegne je sagledavanje „široke“ slike pomoću alata poput VSM-a, spomenutog ranije u radu. Specifičnost brodograđevnog sektora u odnosu na građevinarski je velika količina zahtjeva za promjenama uslijed istovremenog odvijanja faza projektiranja, nabave i izrade. Zahtjevi za promjenama dolaze od vanjskih i unutarnjih subjekata, te je zbog toga u vitkoj brodogradnji potrebno kontinuirano sustavno evaluiranja potreba korisnika jer se i njihove potrebe mijenjaju zbog navedenih razloga.

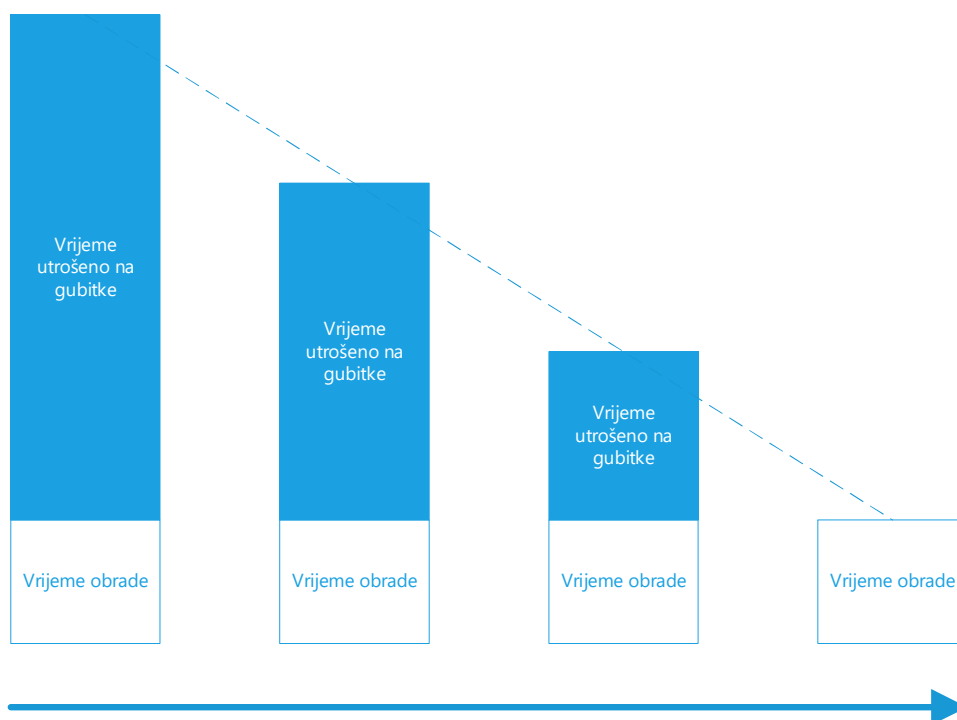
### **3. Reducirati varijabilnost**

Postoje dva razloga za reduciranje varijabilnosti procesa. Svako odstupanje od ciljanih specifikacija proizvoda rezultira gubitkom vrijednosti za krajnjeg, a potencijalno i za korisnike koji se nalaze nizvodno u lancu. Drugi razlog je što svaka devijantnost prouzročuje nesigurnost i smanjuje predvidivost. Na reduciranje devijacija proizvoda može se utjecati definiranjem i provođenjem standardnih procedura eliminirajući time uzroke devijantnosti.

#### 4. Reducirati vrijeme ciklusa proizvodnje

Ciklus proizvodnje označava vrijeme potrebno od početka izrade pa sve do njegova uskladištenja. Ono uključuje vrijeme potrebno za obradu, kontrolu, čekanja i transportno vrijeme. Skraćivanjem ciklusa proizvodnje omogućuje se brža isporuka, reduciranje potreba za prognoziranje budućih narudžbi, manje remećenje proizvodnih procesa u lancu uslijed zahtjeva za promjenom i jednostavnije upravljanje. Reduciranje se može izvesti:

- Reduciranjem rada u procesu – broja jedinica u procesu od početka do kraja proizvodnog procesa
- Reduciranjem veličina serija
- Reduciranjem transportnih puteva proizvoda
- Omogućavanjem kontinuiranog toka proizvoda kroz aktivnosti
- Reduciranjem varijabilnosti
- Dodavanjem paralelnih aktivnosti izbjegavajući serijski raspored aktivnosti
- Razdvajanjem glavnog i podržavajućeg obavljanja posla



## Slika 10. Reduciranje gubitaka, prema [24]

### 5. Pojednostaviti aktivnosti minimiziranjem broja koraka, dijelova i poveznica

Veći broj potrebnih koraka za određenu aktivnost utječe na pouzdanost kao i mogućnost pojave greške. Izrada kompleksnog proizvoda povećava prostor za naplatu takvog proizvoda u odnosu na one jednostavnije, no ujedno i otvara prostor za aktivnosti koje ne dodaju vrijednost. Pojednostavljenja u projektiranju proizvoda mogu značajno pojednostaviti proces proizvodnje. Kod projektiranja pridodaje se velika važnost cijeni sastavnih dijelova, no kod razmatranja treba uzeti u obzir i utjecaj radnih sati u proizvodnji. U tu svrhu trebalo bi kod projektiranja uvrstiti ekonomsku analizu i uspoređivati utjecaj načina spajanja elemenata u ovisnosti o cijeni i radnim satima te pouzdanosti procesa.

Pojednostavljenja se mogu ostvariti smanjivanjem broj elemenata konačnog proizvoda i smanjivanjem koraka u toku materijala i informacija. Tok informacija može značajno utjecati na ukupno vodeće vrijeme ukoliko u procesu proizvodnje postoji puno komunikacije koja se odvija po vertikalnoj osi. Ovdje treba spomenuti slučaj iz norveških brodogradilišta Aker Yards, Kleven Verft i Ulstein Verft [25]. Specifičnost norveške brodogradnje je visoko kompleksna brodogradnja i ugradnja naprednih tehnologija u svoje proizvode. Pogrešno bi bilo zaključiti kako je izrada kompleksnih proizvoda proturječna s ovom točkom, naprotiv! Bez obzira na kompleksnost proizvoda cilj norveških brodogradilišta je i dalje pojednostaviti proizvod uz zadovoljavanje potreba korisnika, koje je prioritet.

### 6. Povećati fleksibilnost proizvoda

Fleksibilnost proizvoda može se povećati modularnim dizajnom. Ukupna fleksibilnost može se postići reduciranjem složenosti procesa izmjene alata za promjenu vrste proizvoda, ostvarivanjem specifičnosti proizvoda u kasnijim fazama proizvodnje koji su bliži izradi gotovog proizvoda i razvojem vještina zaposlenika kako bi bili spremni obavljati različite poslove.

### 7. Povećati transparentnost procesa

Transparentnost ili vizualizacija cijelog proizvodnog procesa pozitivno korelira s većom stopom bržim uočavanjem grešaka, a time i njihovim uklanjanjem. Vizualiziranjem procesa i omogućavanjem da svi zaposlenici imaju uvid u cijeli proizvodni proces čini ljude

uključenijima i podiže moral i motivaciju. Treba težiti uključivanju zaposlenika u cijeli proizvodni proces makar na elementarnu razinu. Zaposlenici moraju moći vidjeti svoj doprinos u konačnom proizvodu te utjecaj njihovog rada na proizvodne aktivnosti. Transparentnost se može povećati kroz mjerenja ključnih pokazatelja te ustupanjem tih informacija širokom krugu zaposlenika putem ekrana ili drugih medija.

## **8. Staviti fokus na upravljanje cijelim procesom**

Konačni cilj je definiranje optimalnog procesa. Optimum cijelog procesa nije isto što i zbroj optimuma aktivnosti. Prva pretpostavka upravljanja cijelim procesom u smjeru optimiranja jest prikupljanje podataka – bez mjerenja upravljanje nije moguće. Druga pretpostavka je postojanje tijela koje ima autoritet utjecaja na proces – vlasnika procesa. Korak dalje je upravljanje lancem opskrbe te stvaranje stalnih i snažnih veza sa stalnim dobavljačima, ali i onim privremenim. Specifičnost brodogradnje, u odnosu na graditeljstvo jesu dobavljači ključne opreme koje nameće brodovlasnik. Iako i u građevinarstvu naručitelj može zahtijevati odabir specifičnog proizvođača određenih ugradbenih elemenata, u brodogradnji je to prije pravilo nego li iznimka. S obzirom na tu specifičnost potrebno je sustavom omogućiti brzo, jednostavno i kvalitetno uspostavljanje komunikacije s takvim dobavljačima te osigurati njihovu brzu integraciju u postojeći sustav upravljanja dobavljačima.

## **9. Ugraditi kontinuirano unapređenje**

Unapređenja trebaju biti kontinuirana i inkrementalna od strane svih zaposlenika. Postojanje sustava unapređenja podrazumijeva mjerenje i nadziranje prijedloga unapređenja te nagrađivanje zaposlenika za iste.

## **10. Balansirati unapređenja toka materijala i informacija te unapređenja u vidu promjena načina izvođenja aktivnosti**

Unapređenja mogu biti u vidu uspostave bolje toka informacija i materijala kroz proizvodni proces, ali i u vidu zamjene tehnologija. Optimiranje toka je manje financijski zahtjevno jer ne zahtjeva nužno ulaganja, a ako i zahtjeva, višestruko je manje od one potrebne za promjenu tehnologije. Upravo iz toga razloga nameće se teza kako je potrebno optimirati postojeće aktivnosti prije redizajniranja novih.

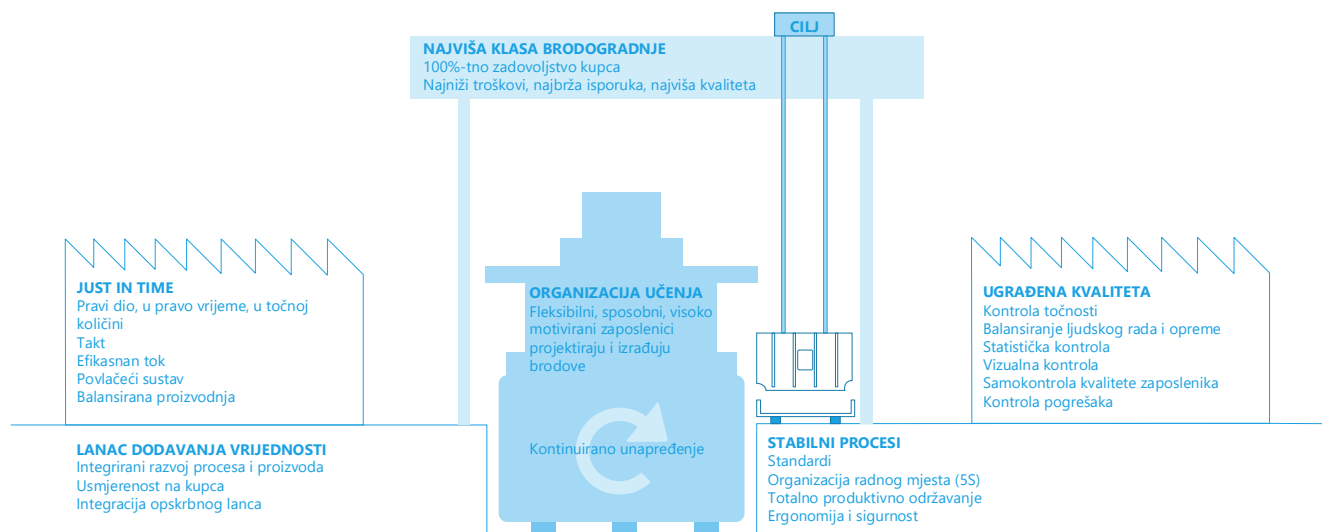
## 11. Usporedba s najboljima u klasi

*Benchmarking* je aktivnost koja podrazumijeva uspoređivanje ključnih metrika s konkurentnim poduzećima u istom sektoru. On omogućuje otkrivanje kompetitivnih prednosti pouzeća i postavljanje ciljeva kojim treba težiti kako bi se ostvarila bolja pozicija na tržištu. Usporedbe imaju za cilj prihvaćanje i preuzimanje, kopiranje i prilagođavanje najboljih poznatih praksi. Uspoređivanje može biti interno ili eksterno. Interno se odnosi na usporedbu odjela unutar organizacije te je jednostavnije samim time jer su podaci pristupačniji nego u slučaju eksternog *benchamarka*.

Autori Dugnas i Oterhals [25] tvrde kako vitka brodogradnja može biti vrlo slično primijenjena kao i vitko graditeljstvo zbog velikih sličnosti (proizvodnja jedinstvenih proizvoda, projektna orijentiranost), ali kako bi se unaprijedili proizvodni procesi potrebno je dublje poznavanje specifičnosti oba sektora.

### 3.4. Model vitke brodogradnje

Kao što je ranije spomenuto, postoji malo literature na temu vitke brodogradnje. Ipak, profesori sa sveučilišta u Michiganu ponudili su svoje viđenje vitke brodogradnje u sklopu rada za National Steel & Shipbuilding Company, Slika 11. prikazuje vitko brodogradilište po uzoru na TPS kuću, spomenutu radnije u ovom radu.



Slika 11. Model vitkog brodogradilišta, prema [19]

Razlika u TPS kući i vitkom brodogradilištu jest temeljna pretpostavka kako bez jednog stupa kuće, kuća kolabira, a brodogradilište se sastoji od nekoliko zasebnih dijelova koji su isprepleteni, no mogu (i moraju) egzistirati bez obzira na poremećaje u proizvodnji. Uzroci poremećaja mogu se pronaći u specifičnostima brodograđevnog sektora:

- Visoka kompleksnost proizvoda
- Velike količine polu-proizvoda
- Jedinstvenost proizvoda
- Predefinirani raspored strojeva
- Opskrbni lanac na globalnoj razini
- Veliki broj dobavljača
- Mnogobrojni nalozi za izmjenama
- Isprepletenost aktivnosti projektiranja, nabave i izrade
- Nedostatak i oscilacije u potrebama za radnom snagom

### 3.5. Implementacija vitke metodologije u brodogradnji

Implementacija Vitke metodologije nije jednostavan poduhvat i zahtjeva evaluiranje i upravljanje mnogobrojnim faktorima. Ono zahtjeva promišljeno planiranje kako bi se

predviđele prepreke koje se mogu javiti. Kako je Vitka metodologija kroz godine dobivala na važnosti, postoji značajan broj znanstvenih radova koje se bave tom tematikom. Radovi dostupni u bazama podataka poput Inderscience, Elsevier, Science-direct, Springer itd. pretežito sadrže prijedloge okvira (engl. *Framework*) koji nisu implementirani, ili ako jesu ne sadrže povratnu informaciju o utjecaju okvira na učinkovitost implementacije pa se ne može egzaktno zaključivati o valjanosti istih. S druge strane postoje okviri za implementaciju koji se više fokusiraju na načela vitke metodologije nego li na korake koje bi trebalo poduzeti.

Ipak među radovima dostupnim u bazama podataka ističe se rad Mostafe et al. U radu [26] autori su predložili upotrebu okvira za implementaciju koji se sastoji od 4 faze, Dijagram 3. Takav fazni raspored istovjetan je fazama u projektnom menadžmentu u kojem se svaki projekt sastoji od iniciranja, planiranja, provedbe i zatvaranja projekta.

### **Konceptualna faza**

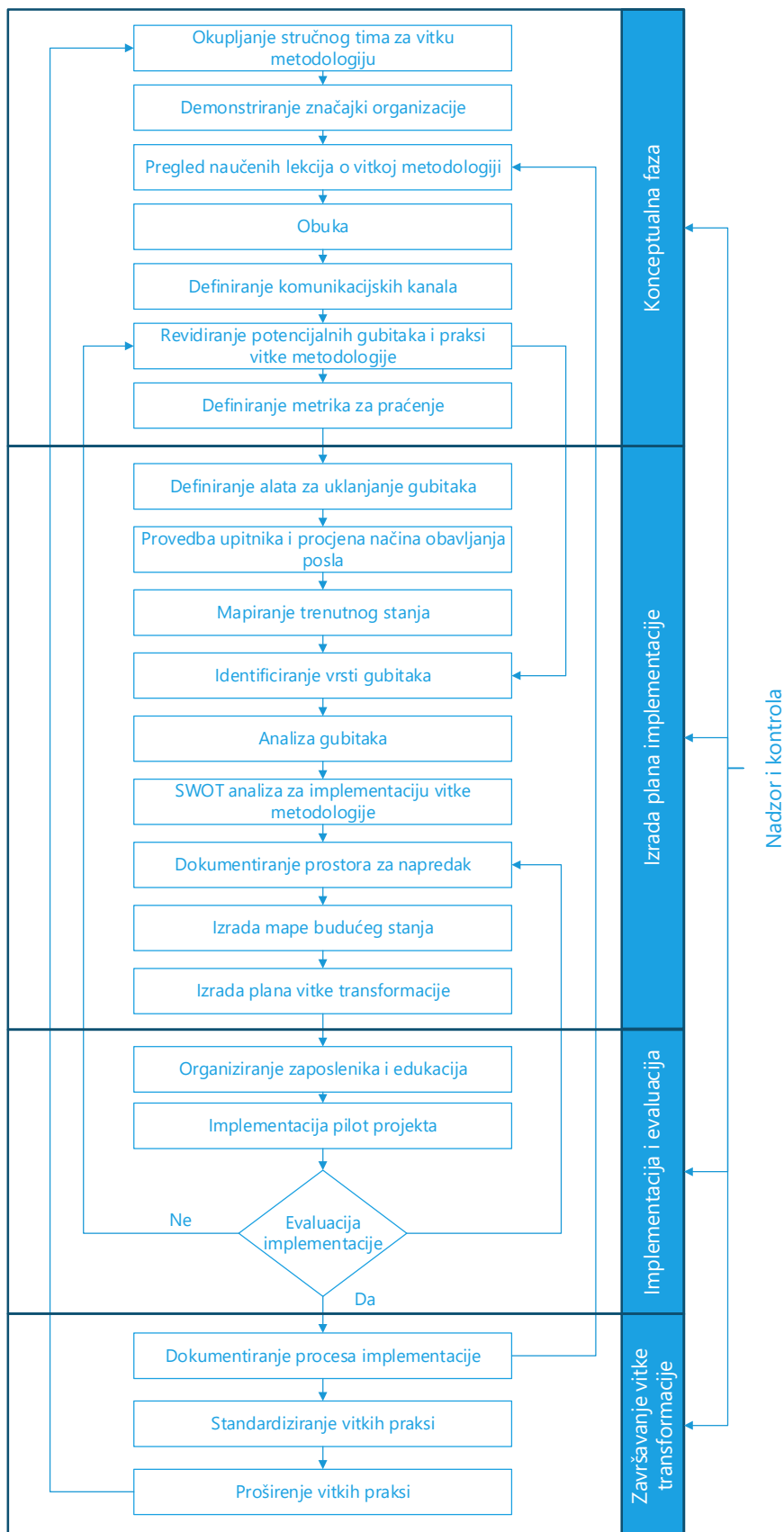
Prva faza implementacije namijenjena je edukaciji, prikupljanju osnovnih podataka, definiranju komunikacija i metrika za praćenje. Edukacija je namijenjena zaposlenicima koji će nositi promjene i educirati druge zaposlenike i služiti kao mentori u provedbi. Osnovni podaci o načinu rada organizacije potrebni su za definiranje široke slike i daljnjeg definiranja/planiranja faze implementacije. U ovoj fazi autori pretpostavljaju korištenje Pareto analize, iako ne specificiraju egzaktno na koji dio organizacije bi se analiza primijenila. Iako nemoguće za potvrditi, za pretpostaviti je da autori misle na provođenje analize na razini cijele organizacije kako bi se utvrdilo u kojim organizacijskim jedinicama je moguće ostvariti najveći utjecaj promjenama. Definiranje ključnih metrika za praćenje poklapa se s PMI-evim (Project Management Institute) fazama projekta u kojima se u inicijalnoj fazi nalazi aktivnost „kriteriji uspjeha“ u kojima se definira metrika koja će služiti za orijentaciju i zaključivanje o ostvarivanju plana projekta.

### **Izrada plana implementacije**

Ova faza je faza u kojoj se izrađuje plan prema kojem će se izvesti implementacija. Ona uključuje povezivanje vitkih alata i gubitaka, provedbu analiza trenutnog stanja, provedbu upitnika i mjerenje na licu mjesta. Autori sugeriraju da se alati povežu s gubitcima koji se nastoje reducirati/ukloniti i to u prvom koraku. S obzirom da do tog trenutka nije napravljena mapa procesa trenutnog stanja koja daje sveobuhvatni pregled nad gubitcima u organizaciji,



nije poznato na temelju kojih podataka bi se radilo uparivanje. Prijedlog autora ovog rada bio bi da prva točka bude definiranje trenutnog stanja pomoću alata vitke metodologije VSM-a te provedba upitnika i mjerenja na terenu. Tek na osnovu tih podataka mogli bi se prepoznati gubitci, a onda na temelju obuke provedene u konceptualnoj fazi napraviti uparivanje alata s prepoznatim gubitcima. Izostajanjem koraka mapiranja trenutnog stanja kao polazišne točke ove faze može rezultirati ponovnim radom i redefiniranjem potrebnih alata kasnije tokom iste faze. S obzirom da je jedan od „postulata“ vitke metodologije napraviti dobro iz prve to se čini kao logičan prijedlog koji vodi upravo k tome. Provedba upitnika sa zaposlenicima i mjerenja su najbolji način za dolazak do pouzdanih podataka, jer u konačnici na temelju tih podataka je potrebno donijeti odluke koje imaju za cilj optimizaciju. Faza završava planom vitke transformacije.



Dijagram 3. Vitka transformacija, prema [26]

### **Faza implementacije i evaluacije**

Ova faza se u projektnom menadžmentu poklapa s fazom izvođenja u sklopu koje se provodi plan projekta. Mostafa i autori sugeriraju da se prvo krene s pilot projektom u organizacijskoj jedinici za koju se ocjeni da je najproblematičnija. U članku nije definiran kriterij prema kojem bi se organizacijsku jedinicu ocijenilo najproblematičnijom pa se ne može naslutiti koja je bila pozadinska vizija autora. Uz pretpostavku kako su autori mislili na jedinicu koju bi bilo najteže transformirati, u tom slučaju autor ovog rada ne bi se složio s tom sugestijom. Naime, stajalište autora ovog rada jest da bi pažljivo trebalo planirati „male pobjede“ u implementaciji. Tome na tragu bio bi odabir jedinica u kojima se brzo može ostvariti „mala pobjeda“ kako bi to dalo dodatni moment u prihvaćanju promjena kao nečeg pozitivnog. Vrlo je važno da korisnici kojima se promjena nameće bude vrlo jasno koji su benefiti u promjenama za njih. Na taj način se može pospješiti tranzicija i premostiti ili ublažiti otpor promjenama.

### **Faza zatvaranja vitke transformacije**

Ova faza nikad ne završava, nego se vraća na konceptualnu fazu i ponovni prolazak kroz niz spomenutih aktivnosti i faza. Rečeno se slaže s jednom od temeljnih ideja vitke metodologije, a to je da kontinuirano treba stremiti uklanjanju gubitaka i poboljšanjima. Također kao aktivnost u ovoj fazi je predviđeno dokumentiranje naučenih lekcija što je vrlo važna komponenta za daljnji napredak i prijenos znanja. Ova komponenta se može pronaći u tek nekolicini predloženih okvira implementacije. Nakon dokumentiranja slijedi standardiziranje novo uvedenih praksi i u konačnici širenje na ostale organizacijske jedinice.

Čitatelj može primijetiti kako se nadzor i kontrola provlače kroz sve faze implementacije. Autor ovog rada je mišljenja kako je to suvišno i kako je prava uloga nadzora i kontrole te u fazi izvođenja te uloga kontrole i nadzora u tom dijelu jest osiguravanje da se provodi ono što je ranije definirano u planu projekta. Iako je predloženi okvir implementacije značajno konkretniji od ostalih koji se trenutno nalaze na tržištu prema mišljenju autora ovog rada komponente vezane uz unapređenja postojećeg okvira bit će predložena u narednim poglavljima.

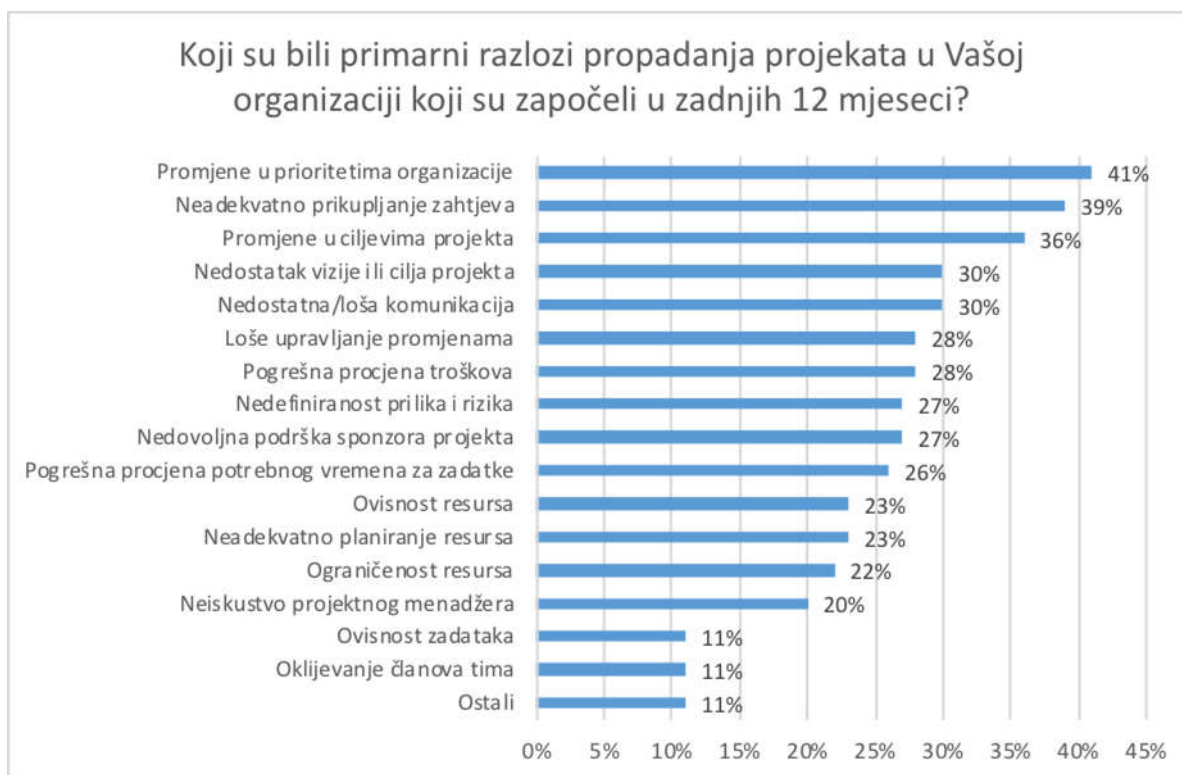
### 3.6. Faktori koji utječu na implementaciju

U literaturi se može pronaći nekolicina članaka koji nastoje obuhvatiti faktore koji utječu na uspješnost implementacije vitke metodologije [26][27][28][29][30]. Autori ih pretežito klasificiraju kao barijere, izazove, rizike ili uzroke propadanja implementacije. U konačnici sve to su faktori koji s obzirom na njihovo upravljanje mogu pozitivno ili negativno utjecati na ishod. Sumirano, svi faktori identificirani od strane istraživača mogu se svrstati u pet kategorija:

1. Znanje
2. Upravljanje
3. Podrška
4. Resursi
5. Održivost

#### Upravljanje

*Change management* ili upravljanje promjenama je strukturirani pristup koji ima za cilj dovesti do promjene u organizaciji, a subjekte obuhvaćene posljedicama planiranih promjena, uvesti u njih. Pristup provođenju i planiranju takvih promjena od velikog je značaja za ishod. Uvođenje vitke metodologije u organizaciju koja ga do tada nije imala, velika je promjena. Kao što je ranije rečeno, implementacija vitke metodologije nije namijenjena uvođenju u pojedini odjel ili poslovnu jedinicu, već bi trebala obuhvatiti cijelu organizaciju. Pri tom potrebno je poznavati specifičnosti okruženja u kojima se organizacija nalazi: proizvodni program, profile ljudi, zastupljenost struka, propisane procedure, tokove materijala i informacija, dobavljače itd. Cilj snimanja trenutne situacije jest prepoznavanje rizika i prepreka za implementaciju



**Dijagram 4. Primarni razlozi propadanja projekata, prema [31]**

Kako bi se osiguralo kvalitetno uvođenje vitke metodologije potrebno je projektno pristupiti implementaciji. U tome može pomoći jedna od dostupnih i široko primjenjivanih metodologija projektnog menadžmenta. U tom području dominiraju dvije organizacije poznate na svjetskoj razini - International Project Management Association (IPMA) i Project Management Institute (PMI). Svaka organizacija ima svoj pristup u upravljanju projektom te u svojim službenim dokumentima sugeriraju na koji način bi se projekti trebali planirati, voditi i kontrolirati.

Na Dijagramu 4. dan je prikaz identificiranih uzroka propadanja projekata od strane 3.234 voditelja projekata, 200 viših rukovoditelja, 510 direktora ureda za upravljanje projektima iz različitih industrija. Ovi podaci su vrlo značajni jer dolaze od voditelja projekata, dakle onih koji bi trebali osigurati kao i kod implementacije da projekt uspije. Iz dijagrama je vidljivo kako gotovo svaki treći projekt propada zbog:

1. Promjena u prioritetima organizacije
2. Neadekvatnog prikupljanje zahtjeva
3. Promjena u ciljevima projekta
4. Nedostatka vizije ili cilja projekta

5. Nedostatne/loše komunikacija
6. Lošeg upravljanje promjenama
7. Pogrešne procjena troškova
8. Nedefiniranosti prilika i rizika
9. Nedovoljne podrške sponzora projekta
10. Pogrešne procjena potrebnog vremena za zadatke

Uz pretpostavku da se implementacija vitke metodologije provodi kao projekt (što bi svakako i trebalo, budući da se radi o skupu aktivnosti koje se obavljaju u svrhu ostvarivanja specifičnog cilja s vremenskim i financijskim ograničenjima) onda se može reći kako je grupi faktora koji su povezani s upravljanjem potrebno posvetiti dužnu pažnju.

Neki od nabrojanih faktora mogu se smjestiti i u drugu kategoriju faktora (podrška), koji utječu na uspješnost implementacije, primjerice podrška sponzora projekta i promjene u prioritetima organizacije. Na ostale faktore moguće je utjecati ispravnim planiranjem projekta, Tablica 5.

U tablici je vidljivo kako su svi uzroci navedeni u prethodnoj listi (izuzev promjena u organizacija i nedostatka podrške sponzora projekta) obuhvaćeni u procesnoj grupi planiranja. Time rečenim može se doći do zaključka ukoliko projekt propadne zbog nekog od navedenih uzroka, da se napravila greška ili u planiranju ili u izvedbi. To se može prevenirati time da projekte vode ljudi s iskustvom koristeći ispravnu metodologiju i alate.

Tablica 5. Područja znanja, prema [32]

Područja znanja	Grupe procesa upravljanja projektom				
	Grupa procesa iniciranja	Grupa procesa planiranja	Grupa procesa izvedbe	Grupa procesa nadgledanja i kontrole	Grupa procesa zatvaranja
4. Upravljanje projektom integracijom	4.1. Razvoj projektne povelje	4.2. Razvoj plana upravljanja projektom	4.3. Delegiranje i upravljanje projektom poslom	4.4. Nadgledanje i kontrola projektnog posla 4.5. Provođenje kontrole integrirane promjene	4.6. Zatvaranje projekta ili faze
5. Upravljanje opsegom projekta		5.1. Planiranje upravljanja opsegom projekta 5.2. Prikupljanje zahtjeva 5.3. Definiranje opsega projekta 5.4. Izrada WBS-a		5.5. Potvrđivanje opsega 5.6. Kontroliranje opsega	
6. Upravljanje vremenom projekta		6.1. Planiranje upravljanja rasporedom 6.2. Definiranje aktivnosti 6.3. Razlaganje aktivnosti 6.4. Procjena potrebnih resursa za aktivnosti 6.5. Procjena trajanja aktivnosti 6.6. Razvoj rasporeda		6.7. Kontroliranje rasporeda	
7. Upravljanje troškovima projekta		7.1. Planiranje upravljanja troškovima 7.2. Procjena troškova 7.3. Određivanje budžeta projekta		7.4. Kontroliranje troškova	
8. Upravljanje kvalitetom projekta		8.1. Planiranje upravljanja kvalitetom	8.2. Provođenje osiguravanja kvalitete	8.3. Kontroliranje kvalitete	
9. Upravljanje ljudskim potencijalima projekta		9.1. Plan upravljanja ljudskim potencijalima	9.2. Okupljanje projektnog tima 9.3. Razvijanje projektnog tima 9.4. Upravljanje projektom timom		
10. Upravljanje komunikacijom u projektu		10.1. Planiranje upravljanja komunikacijom	10.2. Upravljanje komunikacijom	10.3. Kontroliranje komunikacija	
11. Upravljanje rizicima u projektu		11.1. Planiranje upravljanja rizicima 11.2. Identificiranje rizika 11.3. Provedba kvalitativne analize rizika 11.4. Provedba kvantitativne analize rizika 11.5. Planiranje reakcija na rizike		11.6. Kontroliranje rizika	
12. Upravljanje nabavom projekta		12.1. Planiranje upravljanja nabavom	12.2. Provođenje nabave	12.3. Kontroliranje nabave	12.4. Zatvaranje nabave
13. Upravljanje dionicima projekta	13.1. Identificiranje dionika projekta	13.2. Planiranje upravljanja dionicima projekta	13.3. Upravljanje uključenosti dionika projekta	13.4. Kontroliranje uključenosti dionika projekta	

## Znanje

Stručni tim za implementaciju osim ljudi koji imaju iskustva u vođenju projekata mora uključivati i osobe koje poznaju materiju vitke metodologije. Stručni tim mora osigurati kvalitetan prijenos znanja zaposlenicima tvrtke. Tim može biti sastavljan od internih i eksternih zaposlenika. Prema Womacku i Jonesu [33] najbolje rezultate daje kombinacija internog tima, koji je zadužen za implementaciju i glavnu komunikaciju sa zaposlenicima te vanjskih stručnjaka zaduženih za izradu efikasnog plana implementacije.

Edukacija i razvoj kompetentnosti zaposlenika ključni su faktori za uspješnu implementaciju, što je naglašeno i u TPS-u. Autori [34] naglašavaju kako je bitno da se obuka i edukacija

zaposlenika odvijaju unutar poduzeća kako bi one postale i ostale trajna praksa te kako bi bili blizu mjesta gdje se odvija posao. Za to je potrebno osposobiti ljude koji će moći svoje znanje prenositi dalje na ostale kolege, time se omogućava održivost koncepta učenja. Vitka tvrtka je ujedno i učeća tvrtka u kojoj se vještine i znanje kontinuirano razvijaju. Spoznavanje kako je vitka metodologija više od seta alata cilj je pravilne komunikacije i edukacije. Vitka metodologija prema nekim autorima obuhvaća više od 25 alata. Kako bi se postigla željena učinkovitost potrebno je poznavati namjenu i način korištenja alata. Zakon alata ili zakon čekića kaže da ako je jedino što se nalazi u kutiji alata čekić, onda će sve izgledati kao čavao. Taj koncept iznio je Abraham Maslow 1966. Na neki način taj zakon naglašava potrebu za pravilnim korištenjem ispravnog alata. Čitatelj treba imati na umu kako ne može svaki alat vitke metodologije riješiti svaki problem, niti svi problemi mogu biti riješeni koristeći se istim alatom. Pogrešno shvaćanje vitke metodologije vodi ka nepostizanju očekivanih rezultata što može za posljedicu imati javljanje otpora kod prihvaćanja nove metodologije od strane zaposlenika, ali i menadžmenta ukoliko se ne ostvari očekivani benefit.

## **Podrška**

Podrška je vrlo bitan faktor koja može značajno utjecati na proces implementacije, ali i na dugotrajnu održivost korištenja metodologije. Podrška dolazi od strane top menadžmenta, srednjeg menadžmenta, rukovodećeg te operativnog osoblja na nižim razinama te je isti slijed i važnosti iste. Prepoznavanje i shvaćanje važnosti od strane top menadžmenta je od presudne važnosti. Upravo je u istraživanju provedenom na primjeru indijskih organizacija [28], njih 47, utvrđeno je kako je kao glavni uzrok neuspjeha implementacije (barijera) prepoznat menadžment. Top menadžment svojom potporom može biti značajan pokretač promjena. S druge strane ukoliko nije fokusiran na uvođenje promjena i ne pruži potrebnu podršku projektu, može biti pogubna opstrukcija. Pružanje podrške može se očitovati kroz alociranje potrebnih financijskih sredstava te resursa u vidu zaposlenika. U tom smislu potrebno je na najvišoj razini odrediti prioritete te shodno tomu putem program menadžmenta alocirati potrebne resurse za provedbu. Podrška visokog menadžmenta također se odražava u delegiranju autoriteta za donošenje odluka, koje za posljedicu ima kraće vrijeme potrebno od uočavanja do realiziranja zahtjeva potrebnog za ostvarivanja ciljeva. Tome u prilog ide i činjenica da smanjivanjem broja razina u hijerarhiji koje odobrenje mora proći, brzina realizacije eksponencijalno raste. Stoga uklanjanje uskih grla delegiranjem autoriteta od



presudne je važnosti. Direktori bi svojim primjerom trebali pokazivati ostalim zaposlenicima svoju odlučnost u provedbi promjena jer promjene moraju doći od gore put dolje jer u suprotnom rezultiraju korištenjem značajno više resursa, a postignuti ciljevi ostaju vidljivi tek dijelu organizacije. Predanost zaposlenika koji provode promjene i oni koji ih trebaju prihvatiti te njihova motivacija pozitivno korelira s percepcijom predanosti i odlučnosti visokog menadžmenta [35].



**Slika 12. Hijerarhijske razine**

Uloga srednjeg menadžmenta u provedbi promjena je osiguravanje korištenja alata vitke metodologije u svakodnevnom radu svojih zaposlenika. Dok je top menadžment odgovoran za strateške odluke, srednji menadžment je odgovoran za alociranje resursa u svrhu ostvarivanja strateških odluka u koje spada i implementacija promjena. Njegova uloga je vrlo važna jer on služi kao spona između top menadžmenta i rukovodećeg kadra koji je direktno u kontaktu s operativnim osobljem.

Uloga rukovoditelja operativnog osoblja jest osiguravanje da operativno osoblje na nižim razinama koristi uvedene alata. U istraživanju provedenom u grčkom proizvodnom sektoru [29] sudionici istraživanja ocijenili su da su glavna barijera zaposlenici i njihova slaba predanost provođenju promjena. U istom istraživanju razlozi ne primjenjivanja alata vitke metodologije definirani su kako slijedi:

1. Niska razina znanja i shvaćanja

2. Loše komuniciranje cilja promjene
3. Inertnost
4. Strah od gubitka posla

Niska razina znanja i shvaćanja posljedica je neadekvatnog prijenosa znanja ili nedostatnog običavanja zaposlenika koji u tom slučaju postaju prepreka implementaciji promjena. Postoje četiri razine učenja:

1. Pročitati
2. Razumjeti
3. Primijeniti
4. Obučavati

Cilj je da zaposlenici kroz vlastiti razvoj dođu do razine u kojoj oni mogu podučavati druge i na taj način postati pokretači promjena. Za očekivati je da formiranjem kritične mase zaposlenici počinju međusobno jedni druge podučavati, odnosno prenositi znanje. Loše komuniciranje cilja i svrhe promjena koje se uvode problem je čiji uzrok nastaje u fazi planiranja projekta. Kako bi osoba prepoznala vrijednost u nečemu, osnovni je preduvjet da ta osoba shvaća cilj koji se želi ostvariti i benefite koji će tom promjenom biti ostvareni. Izostankom jasnog definiranja cilja, ali i puta kako do njega doći (strategije) stvara se prepreka ostvarivanju cilj. Inertnost je prema definiciji svojstvo nekog objekta da se odupire promjeni svog stanja i položaja. Upravo tako se i zaposlenici pri pojavi promjene odupiru njoj sve dok „moment“ ne postane prevelik da se zadrže u početnom stanju. Taj „moment“ mora doći od strane osoblja koji se nalaze više u hijerarhijskoj strukturi kroz edukaciju (ili njeno osiguravanje) te kroz kreiranje novih standarada i procedura obavljanja posla.

Strah od gubitka posla javlja se među zaposlenicima pretežito iz razloga što korištenje vitke metodologije omogućava da se napravi „više s manje“. Što znači da se isti posao može napraviti brže, jeftinije i kvalitetnije uklanjanjem gubitaka i optimiranjem procesa. Iako to nije jednoznačno povezano, uslijed optimiranja procesa javljaju se viškovi u vidu zaposlenika te dolazi do otpuštanja. Pod pretpostavkom da postoji kvalitetno upravljanje ljudskim resursima i upravljanje njihovih vještinama, otpuštanja radnika ne mora biti jedino rješenje –

oni se mogu iskoristiti u podizanju proizvodnih kapaciteta, no to pitanje je u domeni top menadžmenta.

## Resursi

Kao što je ranije navedeno uloga top menadžmenta je spustiti strateške odluke na srednji menadžment koji zatim te strateške ciljeve trebaju transformirati u specifične ciljeve organizacijskih jedinica. Bez osiguranih sredstava od strane top menadžmenta promjene je nemoguće provesti. Resurse predstavljaju ljudi, oprema ali i financijska sredstva kako bi se izgradila infrastruktura koja bi služila kao podrška promjenama. S obzirom da implementacija vitke metodologije treba ići u paraleli s obavljanjem redovnih poslovnih aktivnosti kako bi se osigurao opstanak organizacije potrebno je pažljivo planirati potrebne resurse u vidu radnog opterećenja zaposlenika. Zaposlenicima bi se trebalo omogućiti korištenje novih alata na način da im se prilagodi tempo kako bi mogli nove načine rada usvojiti bez utjecaja na redovan posao. Prva pretpostavka je postojanje kvalitetnog sustava upravljanja i *performance managementa*. Uvođenjem vitke metodologije postepeno bi se trebalo ljudima oslobađati sve više i više vremena uklanjanjem aktivnosti koje ne dodaju vrijednost, a to vrijeme koje se „oslobodilo“ iskoristiti za edukaciju i obuku. Kako bi taj dio bio izveden na efikasan način potrebno je to planirati u sklopu faze planiranja pri određivanju mjesta gdje će se krenuti s implementacijom.

## Održivost

Autori Deal i Kennedy tvrde kako je organizacijska kultura najbitniji faktor kod implementacija promjena [36]. Kod uvođenja promjena postoji opasnost od povratka na stari način rada. Kako bi se osigurala željena implementacija vitke metodologije u organizaciju bitno je planirati definiranje mehanizama i infrastrukture, odnosno sustava koji će omogućiti dugoročnu održivost.

U bazama znanstvenih radova rijetko se može naići na članak poput [35] u kojem autori sumiraju naučene lekcije iz dva pokušaja implementacije vitke metodologije. Pružanje otpora prema promjenama je uobičajeno, a uzrok leži u strahu od nepoznatog i neuspjeha te izlasku iz komforne zone. Otpor se može ublažiti vidljivim rezultatima i kratkoročni pobjedama odmah u početku. Bitno je jasno odrediti ciljeve, kratkoročne, srednjoročne i dugoročne, ne prejednostavne i ostvarive. Na taj način se također može utjecati na motivaciju i fokus

zaposlenika. Autori također ističu kako je bitno uspostaviti mehanizme koji će moći pratiti promjene i podržavati ih: interdisciplinarni timove, kontinuirani razvoj promotora vitke metodologije, sustav za poticanje zaposlenika za iskušavanje novih ideja bez kažnjavanja u slučaju pojave grešaka. Na taj način zaposlenicima bi se dao veći „*buy-in*“ u promjenama te je izglednije kako bi iste prihvatili i nastavili istim putem razvoja.

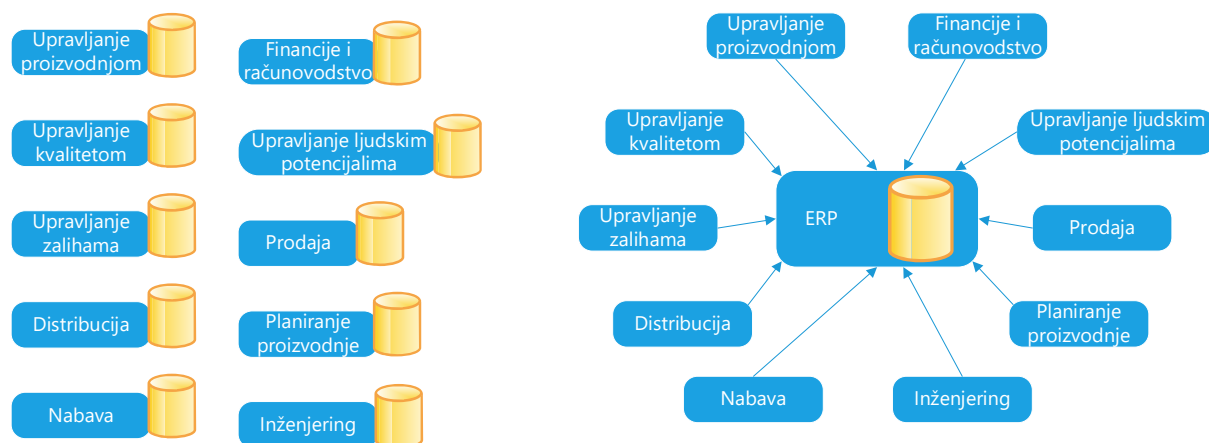
Uspostava kontinuiranog praćenja nakon prestanka trajanja projekta implementacije bitno je kako bi se dobila povratna informacija od zaposlenika da li trud koji se ulaže rodi plodom te je li potrebno poduzeti promjene u pristupu kako bi se postigao optimum. Potrebno je omogućiti prikupljanje pozitivnih i negativnih komentara na način rada kako bi se pravovremeno reagiralo i spriječilo vraćanje na načine rada prije uvođenja vitke metodologije.

Sve navedene grupe faktora mogu pozitivno ili negativno utjecati na ishod implementacije vitke metodologije u organizaciju, ovisno o načinu upravljanja istim. Prvi korak je shvaćanje da su to faktori na koje treba obratiti pažnju, a sljedeći jest izrada plana kako iz njih izvući najviše i iskoristiti ih na najbolji način.

### 3.7. Utjecaj ERP sustava na implementaciju vitke metodologije

ERP sustav (engl. *Enterprise Resource Planning*) je moderni poslovni informacijski sustav koji omogućava kontrolu nad procesima u tvrtki. Alat vuče korijene iz 1960-ih godina kada se pojavio u obliku alata za upravljanje i kontrolu zaliha. 1970-ih ga zamjenjuje MRP (engl. *Material Requirements Planning*) čija je karakteristika planiranje proizvodnih procesa i nabave sirovina prema trenutnim količinama zaliha u skladištu. 1980-ih pojavljuje se MRP II (engl. *Manufacturing Requirements Planning*) koji dotadašnje verzije ranih ERP sustava podiže na višu razinu omogućavajući koordiniranje proizvodnih procesa i distribuciju gotovih proizvoda. 1990-ih ERP počinje poprimati strukturu koja je vrlo slična onoj danas – modularno programsko rješenje.

ERP omogućava integraciju poslovnih procesa kroz različita funkcionalna područja povezujući aplikacije za njihovo upravljanje u jednu integralnu cjelinu. Integrirane aplikacije obično čine aplikacije za upravljanje financijama, ljudskim potencijalima, prodajom i distribucijom, proizvodnjom, materijalom, logistikom, procedurama, generiranje izvještaja itd.



Slika 13. ERP sustav

Na Slici 13. su prikazana funkcionalna područja koja su povezana ERP sustavom.

Takav sustav daje podršku u donošenju odluka, izvršavanju, planiranju, odnosno vođenju poslovnih aktivnosti [37]. Kroz ERP sustav omogućeno je da različiti subjekti unutar organizacije (ali i izvan) mogu dijeliti informacije i doći do njih. Korištenjem jedinstvene baze podataka spriječena je redundancija, opetovano unošenje istih informacija, smanjena

možnost pojave greške te omogućeno jednostavno i točno izvještavanje na temelju prikupljenih podataka.

Karakteristike ERP sustava su:

1. Integrirani sustav
2. Podaci u realnom vremenu
3. Zajednička baza podataka
4. Konzistentnost modula

### **3.7.1. ERP sustav i vitka metodologija**

Vitka metodologija i ERP sustavi su dvije najvažnije strategije kod proizvođača koje značajno doprinose konkurentnosti poduzeća [38]. U akademskoj zajednici, ali i među praktičarima postoje debate jesu li ERP sustavi i vitka metodologija komplementarni ili kontradiktorni. Organizacije danas se suočavaju s izborom - implementirati vitka načela ili ERP sustav, a neke od njih nastoje iskoristiti benefite jednog i drugog te napraviti hibridni sustav u nastojanju ostvarivanja kompetitivne prednosti u turbulentnom i visoko kompetitivnom poslovnom ozračju. Pregledom literature dolazi se do zaključka kako jedna i druga opcija omogućavaju ostvarivanje kompetitivne prednosti.

#### **Razlike**

Prva i osnovna razlika između ERP sustava i vitke metodologije je u tome što je ERP sustav alat, a vitka metodologija je filozofija koja stoji u pozadini pristupa obavljanju posla. Pravo pitanje je u kojoj su korelaciji načela vitke metodologije i mogućnosti koje ERP sustav nudi. Razlike između Vitke metodologije i ERP sustava prikazane su Tablicom 6.

Promatrajući područja na kojima se vitka metodologija sudara s logikom koja leži u pozadini ERP sustava može se zaključiti kako sve navedene razlike navedene u tablici proizlaze posljedično od jedne ključne razlike. Kod korištenja ERP sustava tempo proizvodnje diktiran je prognozama napravljenim prema povijesnim zapisima što je definicija gurajućeg tipa proizvodnje.

Tablica 6. Razlike između ERP-a i vitke metodologije. prema [39]

Aspekt	ERP	Vitka metodologija
Naglasak	Planiranje	Kontinuirano unapređenje proizvodnih procesa
Plan proizvodnje	Kombinacija stvarne prodaje i predviđanja prodaje prema zapisima iz prošlosti	Bazirana samo na stvarnim zahtjevima od internih proizvodnih procesa ili vanjskih kupaca
Razmjene informacija	Razmjena informacija koje ne dodaju vrijednost jer se svi događaji i aktivnosti bilježe u sustavu (iako je većina obavljena automatski)	Nastoji eliminirati sve gubitke uključujući kretanja, razmjenu nepotrebnih informacija i materijala. Nastoji ubrzati i olakšati proizvodnju.
Tradicionalni pristup	Od gore put dole	Od dole put gore
Vremenski periodi	Od nekoliko tjedana do godine dana ili više. U prosjeku bazirani na 12 tjedana	Bazirani na kapacitetima dnevne proizvodnje i prikupljenim narudžbama
Temeljni fokus	Alat za planiranje unaprijed, komunikaciju i vremensko tempiranje	Metodologija za reduciranje troškova i unapređenje procesa
Platforma	Ovisna o računalu	Orijentirana na pogon (najčešće uz podršku računala)
Proizvodni koncepti	Opterećeni strojevi za proizvodnju	Balansirane proizvodne linije sinkroniziranih taktnih i ciklusnih vremena
Količina informacija	Više je bolje. Više informacija, više fleksibilnosti, više funkcionalnosti i više značajki je poželjnije	Manje je više. Manje varijabilnosti, manje materijala, manje kretanja i manje zauzetog prostora je poželjnije
Kretanja proizvoda	Proizvod se kreće u serijama prema strojevima na kojima se izvodi specifična aktivnost te u seriji i napušta obradno mjesto	Svaka aktivnost je završena na pojedinačnom proizvodu te se proizvod kontinuirano kreće prema slijedećim aktivnostima.

### Komplementarnost

Iako je s aspekta vitke metodologije, u prošlosti korištenje informacijskih tehnologija bilo smatrano gubitkom, danas se u svjetlu brzog i konstantnog razvoja IKT sustava ta priča promijenila. Toyota je u 1970-ih odlučila kako se neće oslanjati na računalnu tehnologiju za planiranje i upravljanje proizvodnjom iz tri razloga:

1. Snižavanje troškova procesiranja informacija
2. Brzo i precizno dohvaćanje podataka
3. Ograničavanje viška kapaciteta uzvodnih procesa.

Danas je posve jasno kako suvremena računala, pa tako i programska rješenja mogu uštedjeti značajno resursa u procesiranju podataka. Uspoređivati brzinu obrade podataka čovjeka i računala nema smisla niti uspoređivati, a u budućnosti može se očekivati samo rast tog omjera. Razvojem elektroničke opreme i senzora koji mogu pomoću različitih tehnologija

prikupljati i analizirati podatke u rasponu od nekoliko milisekundi doprinio je tomu da su podaci potrebni za izradu izvještaja i donošenje odluka na dlanu ruke u nekoliko trenutaka (kada je sustav ispravno postavljen) [40]. Treći po redu navedeni razlog tiče se izbora Kanban kartica u papirnatom obliku umjesto digitalnog. Današnji ERP sustavi imaju razrađene e-Kanban upravljačke sustave čime se može doći do zaključka kako ERP sustavi mogu (jednim dijelom) poslužiti kao podrška vitkoj metodologiji.

Postavlja se pitanje koje su to karakteristike ERP sustava koje pomažu implementaciju vitke metodologije u proizvodnji. Powell i suradnici povezali su u svom radu [41] 5 osnovnih načela vitke metodologije s 15 ključnih područja u kojima ERP sustav može poslužiti kao podrška vitkoj proizvodnji, Tablica 7. Iako današnji ERP sustavi ne mogu u potpunosti udovoljiti zahtjevima vitkih načela, razvojem sustava kroz povijest i jačanjem trendova vitke proizvodnje, značajno su se približili.

### **Vrijednost**

U ostvarivanju načela, upravljanje odnosa s kupcima (*engl. Customer Relationship Management – CRM*) može znatno pomoći kroz skup alata za upravljanje poslovanja i odnosa s kupcima. Kroz CRM moguće je upravljati ponudama za kupce (stare i nove), ugovorima i narudžbama te pratiti aktivnosti u odnosu. On služi kao pristupna točka kupaca prema organizaciji, a omogućava automatizaciju procesa, organizaciju posla i koordinaciju aktivnostima. Generalni cilj je zadovoljenje potrebe kupca pružajući u kratkom vremenskom roku ispravne podatke. Slijedivost materijala i praćenje utroška istog te usklađivanje stvarne potrošnje s planiranom su aktivnosti koje ne dodaju vrijednost konačnom proizvodu, ali su neophodne za ispravno funkcioniranje organizacije. Powell i suradnici naglašavaju kako bi takvi procesi trebali biti automatizirani kroz ERP sustav. Time se skraćuje potrebno vrijeme i resursi za izvršavanje tih aktivnosti što u praksi snažno podupire načela vitke metodologije.



Tablica 7. ERP sustav i vitka metodologija

R.br.	Načelo	ERP sustav za vitku proizvodnju trebao bi:
1	Vrijednost	Podržavati upravljanje odnosa s kupcima (CRM)
2		Automatizirati neophodne aktivnosti koje ne dodaju vrijednost
3	Lanac dodavanja vrijednosti	Omogućiti modeliranje procesa za podršku standardnim radnim procesima
4		Osigurati izvor za lako pronalaženje dokumentacije proizvoda
5		Podržavati dijeljenje informacija u cijelom lancu opskrbe
6	Tijek	Omogućiti sinkronizirani i usmjereni protok informacija (internih i eksternih)
7		Podržavati balansiranje linije
8		Podržavati niveliranje zahtjeva
9		Podržavati automatsko planiranje temeljno na stopi promjene
10		Omogućiti podršku za donošenje odluka na najnižim razinama
11	Povlačenje	Podržavati kanban
12		Podržavati balansiranje proizvodnje (Heijunka)
13		Podržavati <i>Just In Time</i> nabavu
14	Težnja k	Omogućiti analizu uzroka i praćenje problema kvalitete
15	savršenstvu	Omogućiti vizualno i transparentno praćenje ključnih podataka

### Lanac vrijednosti i uspostava toka

ERP sustav može doprinijeti uspostavi lanca dodavanja vrijednosti kroz alate za modeliranje procesa i definiranje standarada kako bi se osiguralo da se aktivnosti provode optimalno. Upravljanje dokumentima kroz ERP sustav omogućilo bi jednostavno dohvaćanje potrebnih dokumenata subjektima koji se nalaze unutar organizacije, ali i izvan nje. Modul za upravljanje lancem opskrbe (engl. *Supply Chain Management*) prilagođen načelima vitke proizvodnje omogućili bi upravljanje informacijama vezanim za sirovine i gotove proizvode uzvodno i nizvodno od organizacije stavljajući je u upravljački centar koji za cilj ima redukciju svih aktivnosti koje ne dodaju vrijednost te koji podržavaju pravovremenu dostavu i

isporuku materijala (engl. *Just In Time*) dijeleći informacije između povezanih entiteta. Spuštajući se na nižu razinu moduli ERP sustava trebali bi omogućiti podršku za donošenje odluka na razini pogona s ciljem balansiranja proizvodnje i niveliranjem zahtjeva. Navedeno podrazumijeva transparentno i kontinuirano dijeljenje informacija prožeto kroz cijelu organizaciju.

### **Povlačeći tip proizvodnje**

Iako ERP ne može direktno doprinijeti ostvarivanju povlačećeg tipa proizvodnje, može doprinijeti unapređenjem komunikacije i dijeljenja informacija koje tada indirektno podupiru vitka načela, kroz smanjivanje gubitaka.

### **Težnja k savršenstvu**

ERP sustav je programsko rješenje koje u svojoj pozadini ima bazu podataka. Takav alat može poslužiti u prikupljanju podataka koje je zatim potrebno analizirati kako bi se na osnovu njih mogli donositi zaključci o načinima unaprjeđenja sustava. Prva i najznačajnija karakteristika ERP sustava je prikupljanje podataka u realnom vremenu i pohrana u jedinstvenoj bazi podataka. Podaci pohranjeni u bazi podataka mogu poslužiti kao ulazni podaci za provođenje dubinskih analiza poslovnih procesa i analiza uzroka. Shodno razini razvoja IKT tehnologija te analize mogu se provoditi u vrlo kratkom periodu što omogućava brzo donošenje odluka. Prema riječima Edwarda Deminga, ne može se upravljati nečime što se ne mjeri. Dakle, prva pretpostavka je prikupljanje podataka. Praćenje podataka u realnom vremenu može se koristiti za praćenje količina nedovršenih proizvoda u procesu omogućavajući smanjivanje među-zaliha i prepoznavanje uzoraka. Iako vitka metodologija nastoji zalihe svesti na nulu, taj cilj je u realnosti neostvariv. Ipak, mogu se pratiti trendovi, posebice na tržištu burzovnog materijala čija se cijena mijenja u ovisnosti o dostupnim količinama na svjetskom tržištu. Uočavanje trendova rasta i pada cijene može značajno doprinijeti u optimiranju veličina naručenih serija, ali i financijski benefit, posebice u brodogradnji u kojoj cijena takvih materijala značajno utječe na konačnu cijenu.

U procesu proizvodnje nije neobična pojava škarta. Ono što ERP sustav po tom pitanju omogućava je provođenje statističkih analiza na temelju prikupljenih podataka o uzroku nastanka. Na taj način omogućeno je kvalitetno i brzo utvrđivanje uzroka, a samim time i

dana informacija na kojem mjestu u proizvodnom procesu treba djelovati kako bi se uklonio problem.

Kanban se može izvesti u obliku fizičkih kartica, no jednako tako može se izvesti i na način da se podaci (signali) digitaliziraju i budu vidljivi na razini cijele organizacije, to može biti od velikog značaja u slučaju pogotovo u slučaju da se poslovne jedinice tvrtke nalaze na različitim lokacijama. ERP na taj način omogućava zamjenu manualnog slanja informacija onim elektroničkim i automatskim. Na neki način može se reći kako se taj benefit ERP sustava može promatrati kao poka-yoke alat vitke metodologije. Umjesto da se ostavi mogućnost ljudske pogreške u slanju informacija papirnatim putem, to se može spriječiti i prevenirati grešci.

Ukoliko je ERP sustav uveden prije implementacije vitke metodologije tada podaci mogu poslužiti u svrhu usporedbe podataka iz proizvodnje prije i nakon uvođenja. Ti podaci se tada mogu koristiti kao povratna informacija na temelju koje se može donijeti odluka o korekcijama strategije implementacije kako bi se ostvarili bolji rezultati.

Zaključno, ovisno o proizvodnom sektoru u kojem se organizacija nalazi te njenim ciljevima kojima stremi ovisit će o tome kojim sredstvom se ti ciljevi mogu ostvariti - ERP sustavom ili vitkom metodologijom. Dostupna literatura uglavnom ukazuje na to da ERP sustav može doprinijeti organizaciji posla, transparentnosti podataka i komunikaciji. S druge strane vitka metodologija može doprinijeti u vidu podizanja kvalitete konačnog proizvoda, produktivnosti, smanjenju zaliha te uklanjanju gubitaka.

Popriličan broj članaka bavi se tematikom treba li izabrati ERP sustav ili vitku metodologiju, no pravo pitanje je, na koji način se mogu iskoristiti prednosti jednog i drugog. Promatrajući ERP sustav kao alat, a vitki pristup kao metodologiju proizlazi jasan zaključak da je potrebno ERP sustav prilagoditi potrebama vitke metodologije u ostvarivanju ciljeva organizacije.

#### 4. OKVIR ZA IMPLEMETACIJU VITKE METODOLOGIJE U BRODOGRAĐEVNO PODUZEĆE

U uvodnom dijelu rada izloženi su razlozi zbog kojih je potrebno uvođenje vitke metodologije u brodograđevnu industriju, a pregledom literature zaključeno kako je optimalan način implementaciju uvesti projektnim pristupom. U tu svrhu u nastavku je ponuđen okvir za implementaciju s naglaskom projektnog pristupa, Dijagram 5. Čitatelj će primijetiti kako se u okviru nalaze elementi projektnog menadžmenta, ali su obuhvaćeni i konkretni vitki alati, spomenuti u prethodnim poglavljima.

Implementacija bi trebala za početi kao pilot projekt unutar jednog odjela te se zatim proširiti na organizacijsku jedinicu unutar koje se odjel nalazi. Nakon toga širenje vitkih praksi bi se trebalo nastaviti dok se obuhvati cijelo poduzeće , Slika 14.

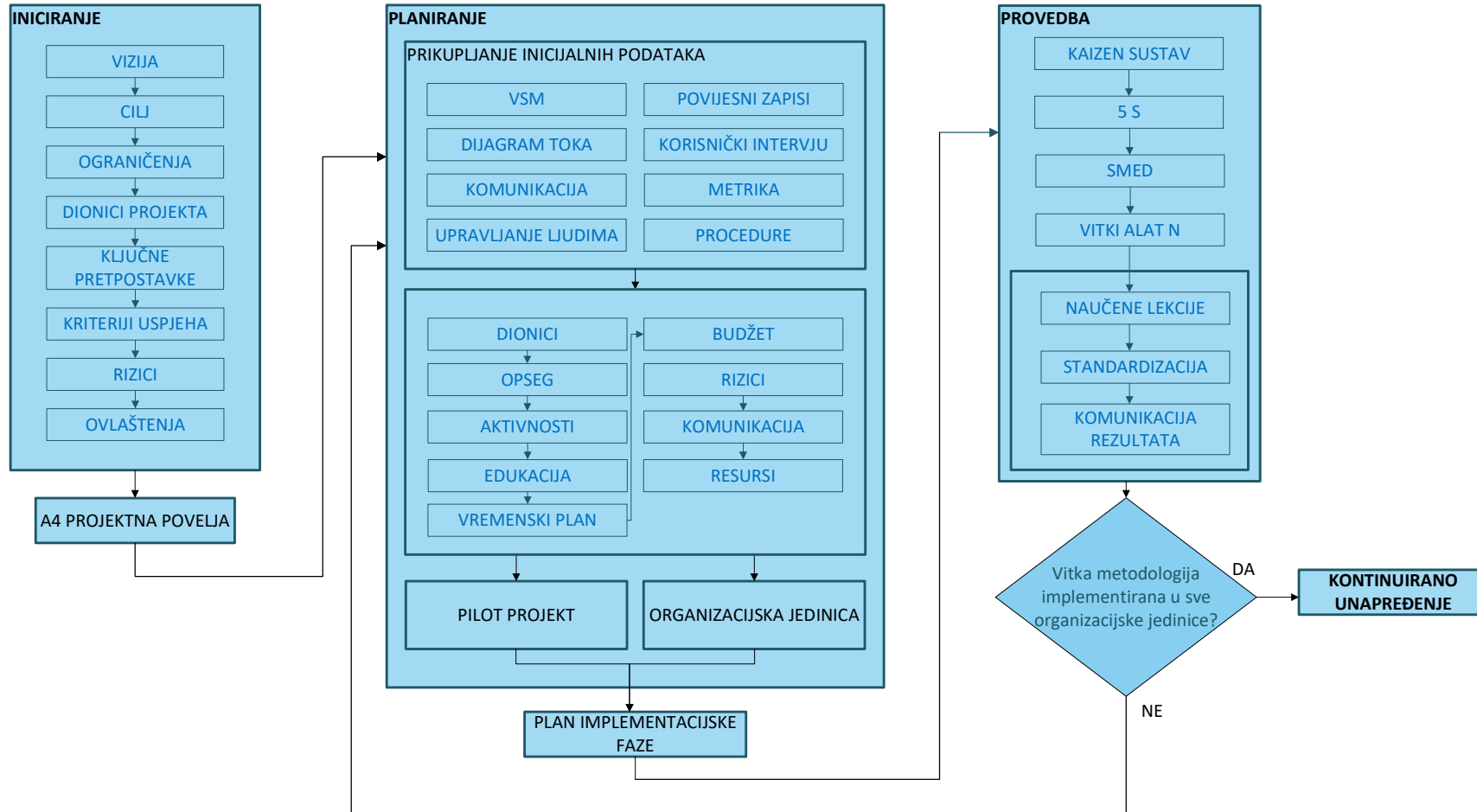
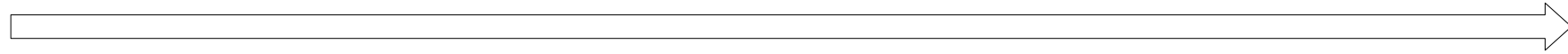


Slika 14. Tijek implementacije

Okvir se sastoji od 4 faze:

1. Iniciranje
2. Planiranje
3. Provedba
4. Kontinuirano unapređenje

VRIJEME



Dijagram 5. Okvir za implementaciju vitke metodologije

#### 4.1. Faza iniciranja

Ključna točka faze iniciranja jest formiranje tima za provedbu projekta. Tim bi trebao biti sastavljen od zaposlenika koji razumiju i znaju koristiti alate vitke metodologije. Kao što je ranije navedeno postoje dvije vrste projektnog tima koji uvodi promjene:

1. Tim sa eksternim ekspertom u području vitke metodologije
2. Tim koji koristi isključivo obučene interne zaposlenike

Autor je stava da je ispravan izbor angažiranje vanjskog eksperta u području vitke metodologije kako bi se osigurao izvor znanja u suradnji sa internim timom za provedbu kako navode i Womack i Jones [33]. Interni tim moraju činiti zaposlenici kojima su dane ovlasti uvođenja promjena i koji imaju dovoljno znanja iz područja vitke metodologije kako bi to mogli prenijeti svojim kolegama te im pružiti podršku u procesu tranzicije. Tim koji će voditi promjene mora imati snažnu podršku uprave poduzeća u vidu resursa i danih ovlaštenja.

Nakon što je projektni tim definiran i njegov položaj u hijerarhijskoj strukturi jednoznačno određen, a time i njegova ovlaštenja, potrebno je shodno strateškoj odluci vitke transformacije definirati pod ciljeve projekta implementacije. Proces implementacije jest dug i težak proces uvođenja promjena u organizaciju. Kako bi projekt bio čim bolje definiran, a time i rizik od propadanja umanjen, potrebno je ciljeve definirane od strane uprave transformirati u pod ciljeve. Sukladno rečenom projektni tim, na čelu s voditeljem projekta zadužen je za izradu projektne povelje projekta. Okvirom je sugerirana projektna povelja s elementima kao u [44]. Projektna povelja treba sadržavati:

1. Viziju
2. Ciljeve
3. Ograničenja
4. Identificirane dionike projekta
5. Ključne pretpostavke
6. Kriterije uspjeha
7. Rizike
8. Ovlaštenja

Vizija mora biti jasno određena jer će ista biti komunicirana zaposlenicima koji će sudjelovati u procesu transformacije u sklopu edukacije i priprema na uvođenje promjena. Ciljevi kao što je ranije rečeno trebaju sadržavati SMART (engl. *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time Bound*) pod ciljeve koji će obuhvatiti široku sliku projekta, dakle ukupnost planiranih promjena. Jedna od vrlo bitnih stavki jest prilikom iniciranja identificirati sve dionike projekta. Dionici projekta definirani su kao osobe ili organizacije na koje djeluje projekt i dokumentiranje relevantnih informacija koje se tiču njihovih interesa, uključenosti i djelovanja na uspjeh projekta [32]. S obzirom da vitka transformacija ima za cilj obuhvatiti cijelo poduzeće dionici će biti svi zaposlenici, no treba držati fokus na vrstama dionika i njihovim specifičnostima, jer inače identifikacija gubi smisao. Primjerice, proizvodni radnici - zavarivači, brusачi, bojadisari itd. će biti identificirani kao jedna skupina dionika budući da se od njih očekuje podjednaka spremnost na promjenu. Naglasak je potrebno staviti na ljude koji donose odluke i ljude koji mogu (i moraju) biti promotori vitke transformacije – članovi uprave, direktori organizacijskih jedinica i rukovodeće osoblje na svima razinama. To uključuje visoki, srednji i operativni menadžment. Loša identifikacija dionika može biti vrlo pogubna za cijeli projekt jer će onda sigurno izostati i potrebna komunikacija, što je za projekt uvođenja promjena vrlo bitna stavka.

Ključne pretpostavke, ograničenja i rizici važni su kao polazišna točka iniciranja projekta. Kao što je ranije u radu spomenuto, prilikom provođenja ovakvih i sličnih projekata uvođenja novih načina rada javlja se cijela lista rizika od kojih svaki pojedinačno, u slučaju lošeg upravljanja može dovesti do propadanja projekta. Nakon usuglašavanja projektne povelje i njenog autoriziranja prelazi se u fazu planiranja.

## 4.2. Faza planiranja

### Prikupljanje inicijalnih podataka i postavljanja temelja projekta

Polazišna točka u fazi planiranja jest snimanje postojećeg stanja kako bi se prema njemu moglo definirati buduće, odnosno ciljano stanje te način na koji će se isto ostvariti. U prvoj fazi – fazi iniciranja, nenapravljena je skica projekta odnosno definirani opći podaci potrebni za odobrenje za početak projekta, a u fazi planiranja detaljno se razrađuje glavni plan implementacije. Kako bi se plan mogao izraditi bitno je imati kvalitetne i točne informacije. Tu mogu pomoći postojeća dokumentacija i podaci prikupljeni kroz informacijski sustava ukoliko on postoji. Za snimanje postojećeg stanja sugerira se korištenje VSM alata za proizvodni pogon, spomenutog ranije u radu, te dijagrama toka materijala i informacija za ostale organizacijske jedinice poduzeća. Kako bi VSM mogao biti korišten, prethodno je potrebno definirati grupe proizvoda koje poduzeće isporučuje te prema tim podacima izraditi mapu trenutnog stanja. Za ostale ne-proizvodne organizacijske jedinice potrebno je izraditi dijagram toka s vremenskom komponentom kako bi se dobila puna slika aktivnosti koje se nalaze u lancu dodavanja vrijednosti te vrijeme potrebno za njihovo izvođenje. Prednost dijagrama toka s „plivaćim stazama“ je u tome što se mogu jasno prikazati odjeli i funkcije koje sudjeluju u procesima

S obzirom da je proizvodnja srž svakog proizvodnog poduzeća sugestija autora jest da se krene upravo od nje. Aktivnosti koje će dodavati vrijednost bit će vezane uz lanac vrijednosti koje sežu od ugovaranja pa sve do isporuke proizvoda. Najviše dodane vrijednosti konačnom proizvodu nalazi se u fazi projektiranja i proizvodnje, dok ostale aktivnosti poput onih administrativnih ne dodaju, ali su neophodne kako bi se proizvod isporučio. Osim izrade ovih dvaju dijagrama za obuhvaćanje karakteristika trenutnog stanja potrebno je odmah definirati metriku kojom bi se obuhvatili podaci koji nisu vidljivi u dijagramima poput – problema s kvalitetom ili zaustavljanja proizvodnje. Za dobivanje tih podataka odgovorni su članovi projektnog tima, uz dobivena ovlaštenja projektnom poveljom. Pod metrikom se smatraju veličine koje će biti mjerene za potrebe faze planiranja, ali i one koje će služiti kako bi se postignuti rezultati vitkom transformacijom mogli komunicirati na razini organizacije.



U fazi prikupljanja inicijalnih podataka potrebno je imati uvid u postojeće procedure te provjeriti da li se one provode na način na koji je propisano, ali i da li postojeće procedure odgovaraju trenutnim potrebama poduzeća. Nesukladnosti obavljanja posla s procedurama mogu ukazivati na nedostatak nadzora i kontrole. Značajka trenutnog stanja obuhvaćat će i ljudski faktor, odnosno spremnost ljudi da prihvate promjene. Upravo zbog toga je potrebno provesti korisničke intervjue s ljudima na rukovodećim pozicijama kako bi se utvrdila njihova spremnost na promjene i način na koji trenutno obavljaju posao. Ti podaci poslužit će u planiranju strategije kako pristupiti zaposlenicima da bi što brže i lakše prihvatili promjene.

Nakon izrađenog VSM-a moći će se definirati koji gubitci se nalaze u procesu proizvodnje te shodno tome definirati njihov utjecaj te kojim alatima mogu biti uklonjeni. Ti podaci poslužit će za izradu mape budućeg stanja.

U pripremnoj fazi planiranja potrebno je definirati komunikacije unutar projektnog tima kako bi tim mogao konzistentno voditi i komunicirati projekt zaposlenicima koji će biti obuhvaćeni implementacijom. Osim komunikacije unutar tima potrebno je definirati uloge, odgovornosti i potrebne vještine odnosno razinu znanja koju će morati imati zaposlenici unutar organizacijskih jedinica u kojima će se promjene provoditi. Ilustrativno rečeno, u organizacijskoj jedinici postoji rukovodeća osoba za koju se mora jasno definirati koja je njena uloga u projektu, a koja uloga je njegovih podređenih.

Predloženi okvir za implementaciju sugerira izvođenje projekta implementacije kroz 3 faze:

1. Pilot projekt unutar odjela
2. Implementacija unutar organizacijske jedinice
3. Implementacija unutar cijelog poduzeća

Pilot projekt se provodi u prvoj fazi izvedbe kako bi se ispitala izvedivost implementacije vitke metodologije, potrebno vrijeme, utjecaj na sustav te trošak. Nakon provedenog pilot projekta moći će se uvesti poboljšanja u fazi planiranja implementacije u organizacijsku jedinicu. Pilot projekt bi se trebao provoditi u onom odjelu za koji se ocjeni da bi najlakše i

najbrže mogao prihvatiti promjene. Pretpostavka za jednostavnije prihvaćanje promjena može biti višestruk:

1. Jasan i jednostavan tok materijala i informacija
2. Postojanje praćenja podataka
3. Veća razina spremnosti za prihvaćanje promjena
4. Manja ovisnost o kritičnom putu proizvoda
5. Viša razina edukacije zaposlenika

Planiranje implementacije unutar organizacijske jedinice istovjetno je planiranju pilot projekta osim što u fazi planiranja organizacijske jedinice postoji veća količina ulaznih podataka prikupljenih upravo pilot projektom. S obzirom na količinu novih ulaznih podataka potrebno je planiranje spustiti na nižu razinu i detaljnije izraditi plan, posebice što se tiče odabira alata, jer će odabir alata ovisiti o okolini u koju se uvodi.

### **Definiranje dionika**

Dionici projekta razlikovat će se s obzirom na fazu implementacije za koju se izrađuje plan. Kad se definira polazna organizacijska jedinica i odjel koji sudjeluje u pilot projektu tada će se moći definirati i dionike. Prelaskom u drugu fazu i proširivanjem vitkih praksi na ostatak organizacije taj popis povećavati i obuhvaćati sve veći broj dionika.

### **Definiranje opsega**

Opseg faze pilot projekta činit će implementaciju alata 5S, SMED i Kaizen sustava te kontinuiranu edukaciju zaposlenika. Ta tri alata vitke metodologije sveobuhvatno su primjenjiva na cijelo poduzeće te se oni trebaju implementirati u svaku organizacijsku jedinicu kao prvi alati. Implementacijom tih alata moguće je snimiti situaciju kako zaposlenici reagiraju na promjene te način implementacije, shodno tomu korigirati način kako bi se postigao optimalan učinak. S obzirom na specifičnosti svakog odjela za očekivati je kako će i reakcija zaposlenika varirati pa prema tome neće isti način biti jednako učinkovit za sve, no cilj je to prepoznati.

U fazi implementacije unutar organizacijskih jedinica opseg će varirati s obzirom na snimljenu trenutnu situaciju. Tu mora bi jasno kako bi se odluka o uvođenju alata (koji nisu 5S, SMED ili Kaizen sustav) morala donijeti na temelje VSM mape budućeg stanja kad su gubitci identificirani te su prema istim definirani i alati kojima se mogu riješiti. Prilikom definiranja opseg potrebno je uzeti i obzir aktivnosti kojima se treba izraditi infrastruktura koja će podržavati vitku proizvodnju.

### **Definiranje aktivnosti**

U planiranju aktivnosti polazišna točka je prethodno definiran opseg projekta. Aktivnosti faza se definiraju koristeći WBS alat (engl. *Work Breakdown Structure*) do razine radnih paketa za koje je moguće procijeniti potrebno vrijeme i resurse za provedbu. Kod planiranja aktivnosti potrebno je posvetiti dužnu pažnju na planiranje „malih pobjeda“, kako je to rečeno i ranije u tekstu. Time se odmah u startu može umanjiti otpor zaposlenika prema promjena. U aktivnosti treba uključiti i aktivnosti promocije rezultata postignutih vitkom transformacijom. To će pozitivno utjecati na one koji su uključeni, ali i one koji tek trebaju biti uključeni u proces transformacije.

### **Definiranje plana edukacije**

Iako planiranje edukacije spada zapravo pod aktivnosti koje u svom zbiru čine opseg projekta, ovdje je edukacija izdvojena kako bi se stavio naglasak na njenu prijeku potrebu. Naime, za očekivati je kako će dionici pogođeni u startu razviti otpor prema istoj zbog straha i neznanja pa je cilj kvalitetnog planiranja edukacije zaposlenika upoznati zaposlenike o vitkoj metodologiji. Zaposlenici će reducirati otpor ako mogu vidjeti benefit od promjena, a njega će vidjeti tek kad budu upoznati s materijom.

### **Definiranje resursa**

Ulazni podatak potreban za definiranje resursa je popis aktivnosti na temelju kojih će se odrediti koliko je ljudi, materijala i financijskih sredstava potrebno za provedbu.

### **Definiranje vremenskog plana**

Definiranje vremenskog plana faza može se izvesti pomoću Gantograma ili sličnih alata. Za to će ulazni podatak biti popis aktivnosti i potrebnih resursa.

### **Definiranje budžeta**

Ulazni podaci za definiranje potrebnog budžeta bit će aktivnosti, definirani potrebni resursi za obavljanje istih, plan edukacije i vremenski plan. Odabir pristupa educiranja zaposlenika utjecat će na visinu budžeta. Analizom isplativosti potrebno je odrediti na koji način će se vršiti edukacija – angažiranjem vanjskih stručnjaka ili internih zaposlenika koji se prethodno školovani.

### **Definiranje rizika**

Kod definiranja rizika potrebno se voditi skupinama faktora koji utječu na uspješnost implementacije danih u poglavlju 3.6, a koji su identificirani u pregledu literature. Također baze znanja poduzeća mogu uvelike olakšati njihovo prepoznavanje, a time i njihovo ispravno upravljanje. Pravilno planiranje upravljanja rizicima uključuje:

1. Identificiranje rizika
2. Analiziranje rizika
3. Evaluiranje i prioretiziranje
4. Definiranje odgovora na rizik
5. Nadzor i revizija registra rizika

Identificirani rizici trebali bi se dokumentirati i uvesti u bazu rizika te strukturirati prema navedenim koracima. Ovisno o analizi rizika te njihovoj evaluaciji i njihovoj ocjeni potrebno je definirati strategiju upravljanja rizikom (odgovor na rizik) – ublažavanje, prenošenje, prihvaćanje ili izbjegavanje. U fazi iniciranja projekta izrađen je inicijalni registar rizika koji se sa završetkom svake faze, ali i tokom faza treba revidirati i nadopunjavati novo uočenim rizicima kako bi se osiguralo ne ponavljanje pogrešaka iz prijašnjih faza.

## **Definiranje komunikacija**

Komunikacija bi između članova projektnog tima trebala bi biti definirana već u fazi prikupljanja podataka i postavljanja temelja projekta, a u ovoj fazi bi se trebala definirati uključujući dionike projekta shodno odabranom odjelu u kojem će se provoditi pilot projekt. Izlazni dokument je plan upravljanja koji uključuje dijagram toka informacija, popis planiranih ključnih sastanaka, način organizacije istih te njihovu učestalost. Plan upravljanja uključuje i plan izvještavanja. Vrlo je važno jasno i nedvosmisleno definirati plan komunikacija kako bi zaposlenici unutar odjela znali u svakom trenutku koga mogu kontaktirati.

### **4.3. Faza provedbe**

Kao što je ranije spomenuto, u izvedbi se prvo uvode alati koji su primjenjivi na sve organizacijske jedinice i ne zahtijevaju velika financijska ulaganja: Kaizen sustav, 5S i SMED. Nakon uvođenja tih triju alata slijedi implementacija i ostalih alata sukladno izrađenom planu.

### **Naučene lekcije**

Registar s naučenim lekcijama potrebno je ažurirati po završetku implementacije alata. Ti zapisi mogu biti od velike pomoći kod planiranja uvođenja novih alata u ostale organizacijske jedinice, ali i kod novog projekta koji za cilj ima uvođenje promjena.

### **Standardizacija**

Nakon implementacije svakog od alata potrebno je standardizirati način rada i prilagoditi postojeće procedure shodno naučenim lekcijama kako bi se osigurala održivost novo uvedenih praksi.

### **Komunikacija rezultata**

Po završetku implementacije alata potrebno je nakon evidentiranih naučenih rezultata, prikupljenih podataka te standardizacije jasno i transparentno komunicirati rezultate ostvarene implementacijom alata te što ona znači za zaposlenike, što za organizaciju u cijelosti.

#### 4.4. Kontinuirano unapređenje

Kontinuiranim praćenjem i evaluacijom rada potrebno je pratiti način korištenja alata i težiti unapređenju već definiranih alata i procedura. Kontinuirano učenje i unapređenje uvođenjem vitke metodologije mora postati jedna od temeljnih vrijednosti organizacije. Organizacija sa svojim zaposlenicima i okolinom u kojoj se nalazi je živi sustav i za očekivati je da će se mijenjati. Shodno tomu treba revidirati način korištenja alata i prilagođavati ga trenutnim potrebama organizacije.

Predloženi projektno orijentirani okvir za implementaciju vitke metodologije u brodograđevno poduzeće dan je kako bi čitatelju dao jasnu predodžbu na koji način bi se trebalo voditi projekt uvođenja vitke metodologije. U literaturi nedostaje jasnih okvira implementacije vitke metodologije prema kojima bi se mogli voditi organizacije. Kao odgovor na taj nedostatak predložen je okvir koji uključuje elemente vođenja projekta, ali i prijedloge alata koje prve treba uvesti u brodogradilište kako bi se stvorili uvjeti za uvođenje i preostalih alata. U sklopu okvira dane su upute i osvrti kako na tehnički tako i na ljudski faktor. Faza planiranja razlikuje se od konvencionalnih pristupa upravljanja projektom u početno dijelu prikupljanja podataka, kako bi se obuhvatila kompleksnost tokova informacija i materijala koje je karakteristično za brodograđevnu industriju. Nedostatak okvira je u tome što su obuhvaćeni samo VSM, Kaizen sustav, 5S i SMED alat, no razlog tomu su specifičnosti svakog odjela i svake organizacijske jedinice zasebno koje je prije uvođenja potrebno identificirati.

Iako okvir nudi jasno predložene faze, način i redoslijed implementacije alata ovisit će o odlukama donesenim nakon prikupljanja inicijalnih podataka kad se dobije bolji uvid u specifičnosti svih organizacijskih jedinica brodogradilišta, jer odabir odjel za pilot projekt igra značajnu ulogu.

## 5. PRIMJENA ALATA VITKOG MENADŽMENTA

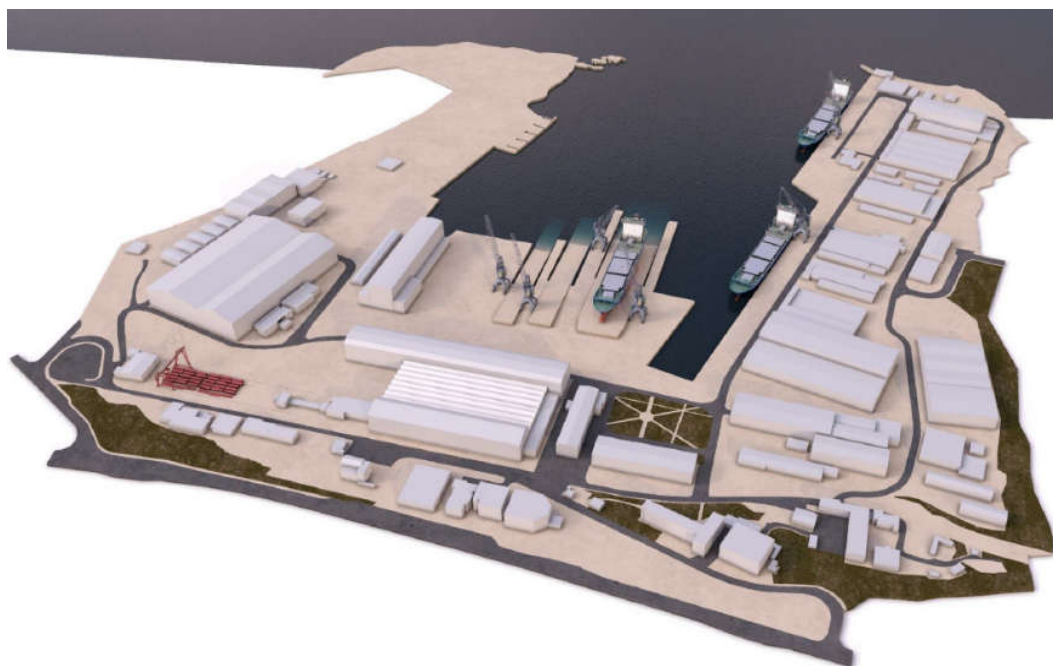
Primjena alata vitkom menadžmenta bit će prikazana na primjeri tvrtke Brodograđevne Industrije Split d.d., najvećeg brodogradilišta Hrvatskoj.

### O poduzeću

Brodograđevna Industrija Split d.d. najveće je brodogradilište u Hrvatskoj smješteno u sjevernom dijelu Splita (Kaštelanski zaljev) na kojoj proizvodi brodove i druge vanbrodograđevne specijalne objekte od 1922. godine. Naime, 1922. godine osnovano je Pomorsko industrijsko i tehničko poduzeće „Braća Matijević“ udruživanjem nekoliko manjih brodogradilišta, kasnije preimenovano u „Marjan“. 1931. poduzeće je kupljeno od strane Jugoslavenskog društva za izradu i opravku brodova. 1932. kreće investicijski val u poduzeću te su napravljena dva navoza dužine 60 i 80 metara te nekolicina radionica. Iste godine poduzeće mijenja svoje ime u Brodogradilište Split A.D. Prva novogradnja (Nov. 1) bila je barka dužine 11 metara s pogonom na Diesel motor za Kraljevsku mornaricu. Početak suvremene brodogradnje označilo je porinuće željeznog parobroda remorkera Konjic, 1936 godine.

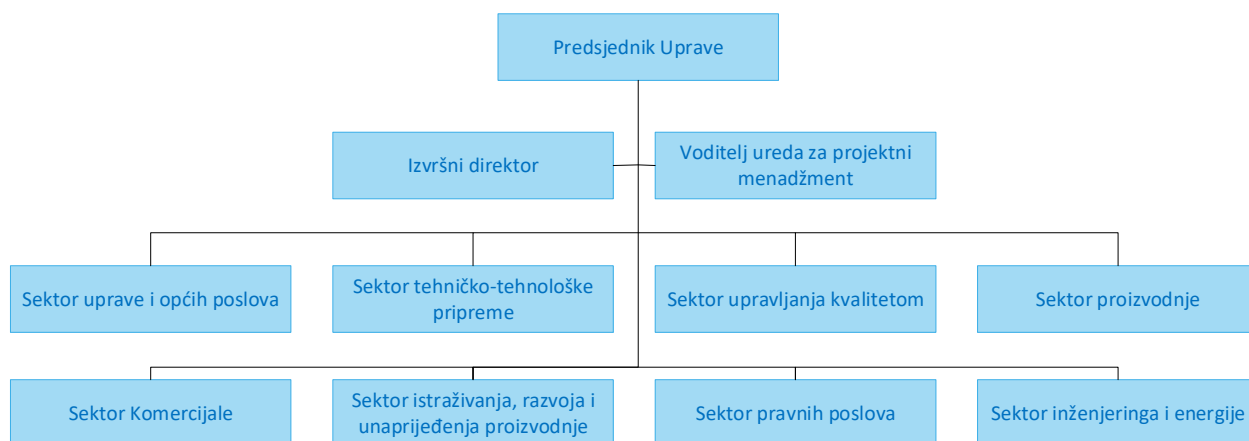
Brodogradilište je do danas isporučilo više od 450 brodova s ukupnom nosivošću od preko 10 milijuna tona. Tokom posljednjih godina nekolicina brodova izrađenih u ovom brodogradilištu dobilo je nagrade za najbolje projekte.

Proizvodni program brodogradilišta u brodograđevnom sektoru pruža se od putničkih, brodova za prijevoz nafte, jaružala, ledenica, kontejnerskih, tekućih i rasutih tereta pa sve do specijalnih tipova i vojnih brodova. Osim brodograđevnog programa brodogradilište također nastupa na tržištu s metalnim konstrukcijama, dizel i LNG motorima, dizalicama, mostovima, spremnicima i silosima te pružanjem inženjerskih i ostalih usluga. Brodogradilište se od 2013. godine nalazi u vlasništvu DIV grupe – najveće grupacije specijalizirane za preradu, proizvodnju i trgovinu vijčanom robom u Europi. Brodograđevna Industrija Split d.d. zapošljava preko 2.200 ljudi s kapacitetima za obradu preko 150.000 tona čelika na godišnjoj razini. U brodogradilištu postoji 5 navoza od kojih je jedan smješten unutar zatvorene hale za izradu specijalnih plovila.



Slika 15. Brodograđevna Industrija Split d.d., prema [42]

Na čelu Brodograđevne Industrije Split d.d. je predsjednik uprave g. Tomislav Debeljak koji je ujedno i predsjednik uprave Div Grupe, vlasnik Brodosplita.



Dijagram 6. Organizacijska struktura Brodograđevne Industrije Split d.d.



## Proizvodni program

Proizvodni program brodogradilišta čine tri ključne niše:

1. Putnički i vojni brodovi
2. Čelične mega strukture
3. Specijalna plovila i platforme

Vrata Venecije su projekt u sklopu kojeg je izgrađeno 63 brana dimenzija 27-30 metara puta 20 metara i visine 4-5 metara s ukupnom težinom od oko 300 t. Vrata su građena kako bi zaštitile Veneciju od velikih problema koje joj stvara plima i to za prolaze Lido Tre Porti, Malamocco, Chioggia i Lido San Nicoló, Slika 16.



Slika 16. Vrata Venecije, prema [42]

Polar Expedition je projekt koji je ugovoren s tvrtkom Quark Expeditions. Ovaj brod je karakterističan zbog toga što je riječ o najluksuznijem putničkom brodu za krstarenja polarnim područjima na svijetu.



Slika 17. Polar Expedition, prema [42]

Flying Clipper jer najveći brod s križnim jedrima na svijetu s dužinom od 162 metra i širine 18,5 metara.



**Slika 18. Flying Clipper, prema [42]**

Obalno ophodni broj izrađen je specijalno za hrvatsku Obalnu stražu i potrebe čuvanja morske granice te za sudjelovanje u misijama traganja i spašavanja na moru. U sklopu narudžbe naručeno je pet takvih brodova, a prvi je porinut 3. lipnja 2017.



**Slika 19. Obalno ophodni brod za Obalnu stražu RH, prema [42]**

Brodosplit se izradom sekcija čeličnih segmenata na projektu za most preko Drave pozicionirao na tržištu kao pouzdan i svestran izvođač specijalnih čeličnih konstrukcija. U sklopu ovog projekta izrađeno je 35 segmenata težina 36 do 46 tona. U vrijeme pisanja ovog

rada Brodosplit je završio sa isporukom čeličnih segmenata koje je preuzeo od prethodnih izvođača. Na tom poslu Brodosplit je uz izradu glavne konstrukcije odradio i poslove ugradnje ograda, cijevi i ostale popratne opreme.



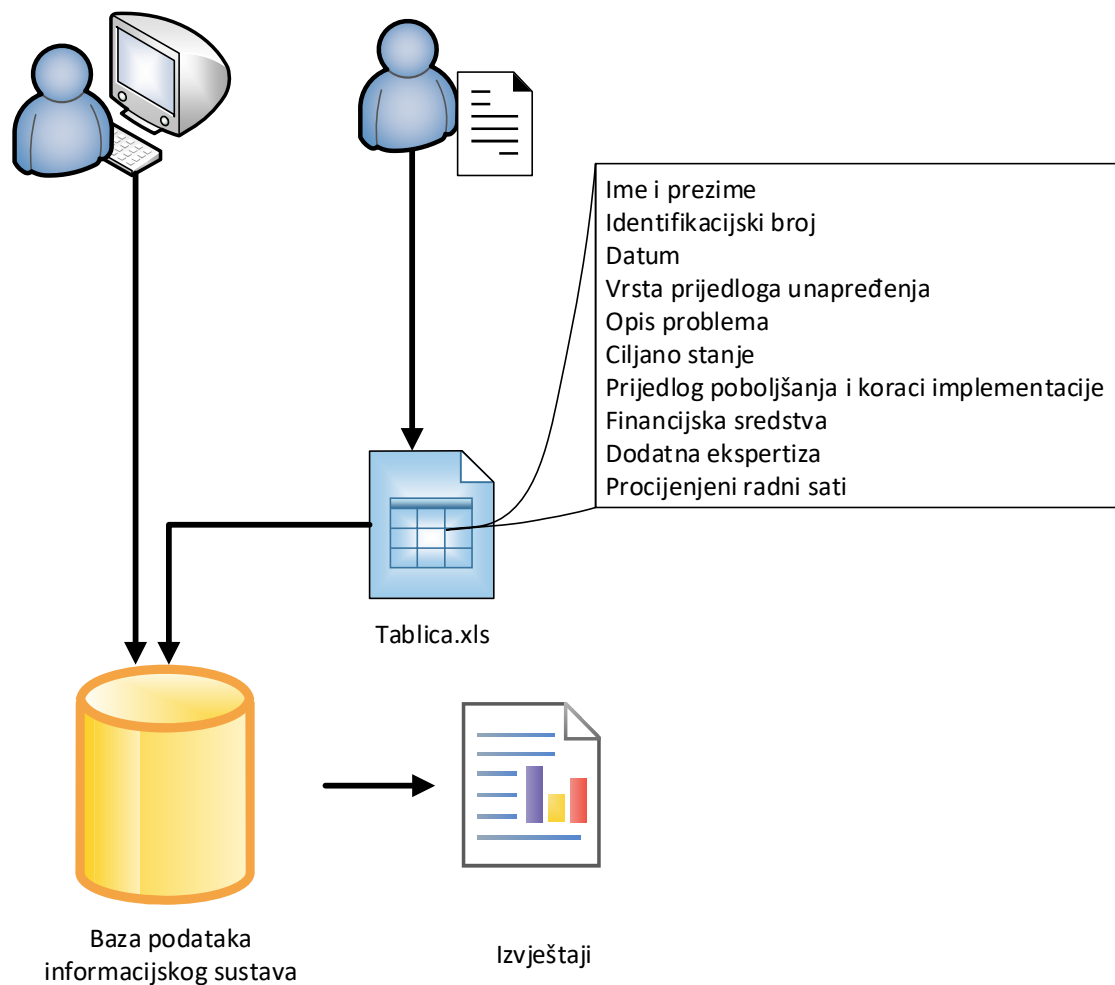
**Slika 20. Most na Dravi, prema [42]**

## 5.1. Kaizen sustav

Alat koji je predložen za uvođenje u brodogradilište je Kaizen sustav - sustav za prikupljanje prijedloga unapređenja. U razgovoru sa zaposlenicima uočena je potreba za stvaranjem sustava koji bi služio za prihvaćanje i procjenu prijedloga poboljšanja te u konačnici njihovu realizaciju. Do sada, koliko je poznato autoru rada ne postoji takav sustav niti praćenje kvalitete i kvantitete prijedloga unapređenja. To ne znači da prijedloga unapređenja nema ili da ih nije bilo, no oni nisu bili sustavno praćeni pa se nisu mogli ni vidjeti eventualni napori koji su išli u smjeru povećanja tog broja. Autor ponovno skreće pažnju na tezu Edwarda Deminga da se ne može upravljati onime što se ne mjeri. Ispravan način za organizaciju bi bilo da se na godišnjoj ili polugodišnjoj razini definira broj ciljanih realiziranih prijedloga unapređenja (cilj) te zatim izradi plan kako će se to ostvariti (strategija). Temeljna pretpostavka postojanje jasno definiranog sustava, odnosno infrastrukture koja će to omogućiti.

### 5.1.1. Izvedba sustava

Predloženi sustav zamišljen je u dva oblika – ručnom i digitalnom. Razlog tomu je činjenica da nemaju svi zaposlenici pristup računalima (primjerice proizvodni radnici) što je bitna odrednica u definiranju sustava. Iz rečenog proizlazi kako sustav djelomično može biti podržan na računalu, ali svakako dio mora biti u obliku papira. Digitalna verzija bit će implementirana u sklopu postojećeg informacijskog sustava, a ručna u obliku A4 predložka. Obje verzije sustava prikupljaju identične informacije i te informacije će u konačnici biti objedinjene u bazi podataka kako bi se moglo vršiti praćenje i analiza podataka, Dijagram 7.



**Dijagram 7. Kaizen sustav**

Informacije potrebne za prijavu prijedloga unapređenja mogu se podijeliti u 5 kategorija:

1. Osnovne informacije
2. Opis problema/zatečeno stanje
3. Ciljano stanje
4. Prijedlog poboljšanja i koraci implementacije
5. Procjena resursa

### Osnovne informacije


Osnovne informacije imaju za cilj za svaki prijedlog prikupiti informaciju tko je predlagatelj prijedloga te datum podnošenja prijedloga. Te informacije su bitne za sustav praćenja koji će omogućiti pretraživanje prijedloga prema zaposlenicima i vremenskom periodu podnošenja. Na taj način na kraju kalendarske godine moći će se jednostavnim pretraživanjem napraviti

statistika za svakog zaposlenika koliko prijedloga je podnio, koliki broj je realiziran, koji benefiti su ostvareni te u konačnici pružit će podlogu za nagrađivanje takvih zaposlenika.

U Kaizen sustavu razlikuju su tri vrste prijedloga:

1. Unapređenje proizvoda
2. Unapređenje procesa
3. Unapređenje organizacije

Unapređenje proizvoda odnosi se na inovaciju koja može zamijeniti postojeći proizvod sa potpuno novim proizvodom ili poboljšanje karakteristika starog proizvoda. Unapređenje procesa odnosi se na prijedloge koji imaju za cilj unaprijediti postojeći proces, odnosno povećati njegovu produktivnost i učinkovitost. Unapređenje organizacije odnosi se na prijedloge unapređenja postojećih organizacijskih procedura u svrhu ostvarivanja protočnosti materijala i informacija.

<h2>PRIJEDLOG UNAPREĐENJA</h2>	
PREDLAGATELJ: _____ IDENTIFIKACIJSKI BROJ: _____ DATUM: __/__/20__ Vrsta prijedloga unapređenja: <input type="checkbox"/> Proizvoda <input type="checkbox"/> Procesa <input type="checkbox"/> Organizacije	<div style="text-align: center; margin-bottom: 20px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>3. PRIJEDLOG POBOLJŠANJA I KORACI IMPLEMENTACIJE</b> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>1. OPIS PROBLEMA/ZATEČENO STANJE</b> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>2. CILJANO STANJE</b> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>4. RESURSI</b>            Potrebna financijska sredstva:             Potrebna dodatna ekspertiza:             Procijenjeni radni sati:         </div>

**Slika 21. A4 predložak za Kaizen sustav**

### **Opis problema/zatečeno stanje**

U ovoj rubrici potrebno je tekstualno opisati problem odnosno trenutno stanje – što je problem, njegove pretpostavke i dostupne informacije o iznesenom problemu.

### **Ciljano stanje**

U ovoj rubrici podnositelji prijedloga moraju definirati ciljano buduće stanje kojim bi se uočeni problem riješio i očekivane rezultate unapređenja. Ono može uključivati uštede u vidu radnih sati, financijskih sredstava, podizanju kvalitete, podizanju razine sigurnosti itd.

### **Prijedlog poboljšanja i koraci implementacije**

U ovoj rubrici potrebno je jasno i specifično definirati poboljšanje te korake implementacije, odnosno aktivnosti koji su potrebni za postizanje željenog stanja.

### **Resursi**

Ova rubrika ima za cilj prikupiti podatke koji će biti važni za donošenje odluke koji prijedlozi imaju prioritete za implementaciju, ukoliko se pokažu korisnim. Resursi mogu biti u vidu potrebnih financijskih sredstava za kupovinu novih uređaja ili materijala kako bi se omogućila implementacija unapređenja, potrebne dodatne ekspertize – ukoliko se radi o problemu koji zahtjeva znanja iz različitih područja te procijenjenih potrebnih sati za implementaciju. Informacija vezana za potrebnu dodatnu ekspertizu omogućit će administratorima za vođenje sustava informaciju o potrebi alociranja zaposlenika drugih odjela kako bi se mogla provesti implementacija.

S obzirom na zaposlenost zaposlenika tokom radnog vremena odlučeno je kako bi A4 predložak za podnošenje prijedloga omogućio jednostavno i brzo obuhvaćanje ključnih informacija i na taj način dodatno potaknuo zaposlenike za podnošenje prijedloga. Nastojanje je da se uvođenjem ovakvog sustava ne optereće dodatno zaposlenici nego unaprijedi komunikacija i prikupe esencijalni podaci za donošenje odluke o kvaliteti prijedloga.

Na Slika 22. i Slika 23. dan je prikaz sustava kako je zamišljen u sklopu postojećeg informacijskog sustava u Brodograđevnoj Industriji Split. S obzirom da svaki zaposlenik koji koristi računalo ima jedinstveno korisničko ime i lozinku kojima se prijavljuje prilikom korištenja računala ti isti podaci mogu se povlačiti automatski, isto kao i datum. Ostale

informacije ispunjava identično kao i osoba koja prijavljuje prijedlog unapređenja putem A4 predložka. Prednosti ispunjavanja putem računala jest nekoliko: mogućnost prilaganja datoteka za koje prijavitelj smatra da su relevantne za prijavu, ne postoji dupliranje posla kao kod ručnog unosa (prvo prijavitelj piše na A4 predložak te se potom te informacije moraju prepisati u sustav), Kaizen koordinatori dobivaju obavijest e-mailom u realnom vremenu o prijavi unapređenja.



**KAIZEN sustav**

Ime i prezime:

Identifikacijski broj:

Datum:

Vrsta prijedloga:

- Proizvoda
- Procesa
- Organizacije

Opis problema:

Maksimalno 1500 znakova

Ciljano stanje:

Maksimalno 1500 znakova

Prijedlog poboljšanja i koraci implementacije:

Maksimalno 1500 znakova

Slika 22. Prikaz Kaizen sustava u sklopu informacijskog sustava

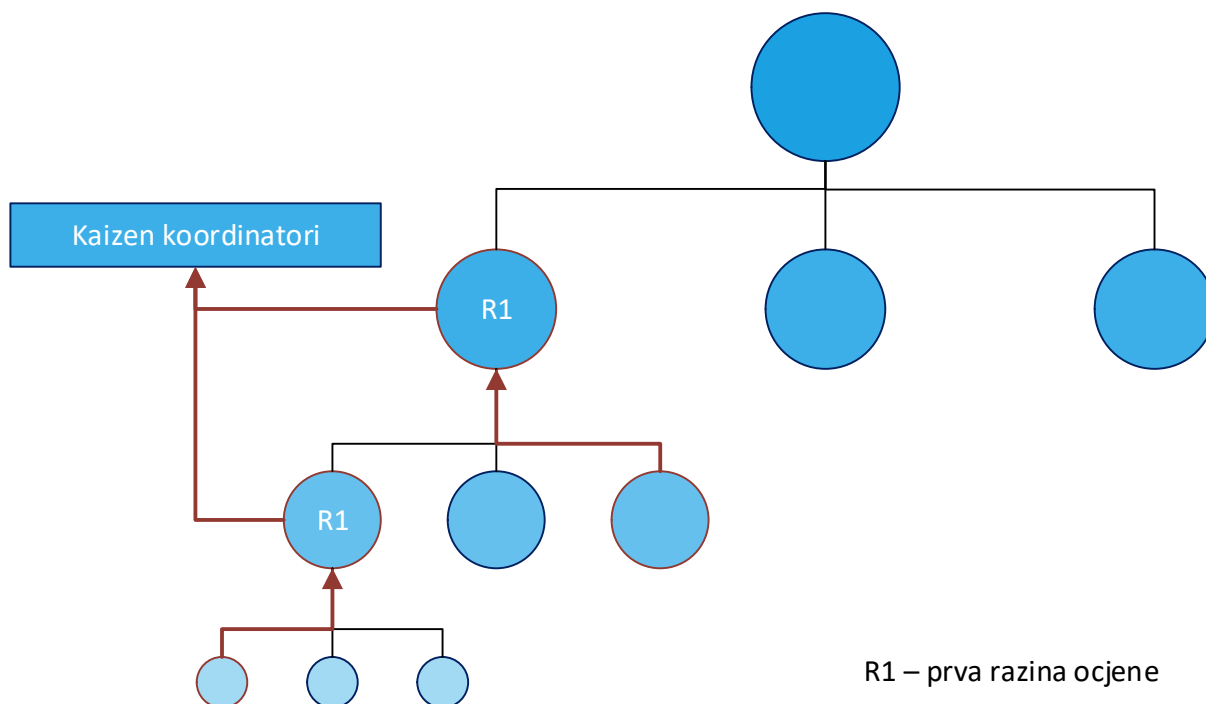


The image shows a web-based form for submitting a Kaizen proposal. It consists of three vertically stacked text input areas, each with a rich text editor toolbar (bold, italic, underline, list, link, unlink, undo, redo, cut, copy, paste) and a character count indicator 'Maksimalno 1500 znakova'. The sections are labeled 'Financijska sredstva:', 'Dodatna ekspertiza:', and 'Procijenjeni radni sati:'. Below the third section is a 'Prijenos datoteka:' field with an 'Učitaj' button. At the bottom center is a 'Predaj prijedlog' button.

Slika 23. Prikaz Kaizen sustava u sklopu informacijskog sustava

### 5.1.2. Evaluacija prijedloga unapređenja

Svaki zaposlenik ima mogućnost dati prijedlog unapređenja. Kako bi se osigurala kvaliteta prijedloga poboljšanja sustav je zamišljen na način da postoje 2 razine provjere kvalitete prijedloga. S obzirom da svaki zaposlenik ima svog nadređenog u lancu sve do direktora u prvoj fazi procjene svaki prijedlog odobrava ili odbija nadređena osoba predlagatelja na temelju podastrih informacija u prijavnom obrascu te ukoliko je potrebna nadopuna podataka, traže istu. U drugoj fazi provjere stručni tim koji se sastoji od 2 razvojna inženjera (Kaizen koordinatori) donose odluku je li prijavni obrazac ispravno popunjen i sadrži sve potrebne podatke, Dijagram 8. Ako nedostaju podaci za donošenje odluke tada Kaizen koordinatori traže nadopunu postojećeg obrasca. Ukoliko postoje svi potrebni podaci za donošenje odluke tada prijedlog prihvaćaju ili odbijaju te prema potrebi angažiraju dodatne eksperte za mišljenje.



**Dijagram 8. Provjera u Kaizen sustavu**

Podaci za prijedloge unapređenja, neovisno bili oni prihvaćeni ili odbijeni se bilježe u glavnoj bazi podataka kako bi se mogli pratiti trendovi i osigurati podaci za provođenje analiza i izradu izvještaja. Korisnost prikupljanja tih podataka očituje se u primjeru kada postoji veliki broj prijedloga koji su odbijeni pa se može tražiti uzrok nevaljanih prijedloga. To može između ostalog biti posljedica lošeg komuniciranja cilja Kaizen sustava pa se mogu poduzeti korektivne radnje kako bi se to izbjeglo. Također takvim načinom omogućuje se i uvid u razdiobu prijedloga unapređenja po organizacijskim jedinicama što može biti vrlo vrijedna informacija u planiranju edukacija zaposlenika.

### Nagrađivanje

Sustav nagrađivanja definiran je prikupljenim bodovima za realizirane prijedloge unapređenja kako slijedi:

- 5 bodova ukoliko prijedlog može sam realizirati
- 3 boda ukoliko prijedlog može realizirati unutar matičnog odjela
- 1 bod ukoliko mu je za realizaciju potrebna suradnja s kolegama izvan matičnog odjela

Razlog za odabir predloženog sustava nagrađivanja jest u tome što se želi zaposlenike potaknuti da samostalno rješavaju uočene probleme te ukoliko ne mogu, angažiraju kolege iz drugih odjela. Na kraju mjeseca, a prije isplate plaća generira se izvještaj o prikupljenim bodovima za svakog zaposlenika kako bi se mogla isplatiti stimulacija zaposlenicima. Kako bi sustav funkcionirao potrebno je odrediti vrijednost jednog sakupljenog boda u obliku iznosa povećanja neto plaće.

Osim nagrade u obliku financijskih sredstava bitan moment može dati odavanje javnog priznanja zaposlenicima čiji su prijedlozi realizirani isticanjem njihovih prijedloga na oglasnim pločama. Na bijeloj ploči mogu se staviti košuljice u koje bi se mogli umetnuti ispunjeni prijedlozi unapređenja. Javno isticanje može pomoći dvojako. Prvo, zaposlenici će se osjećat ponosnijima kad svi budu mogli vidjeti što su predložili i na koji način su doprinijeli organizaciji, a drugo javno isticanje olakšat će pridobivanje novih predlagatelja, Slika 24.



Slika 24. Bijela ploča kao medij informacija

### 5.1.3. Implementacija

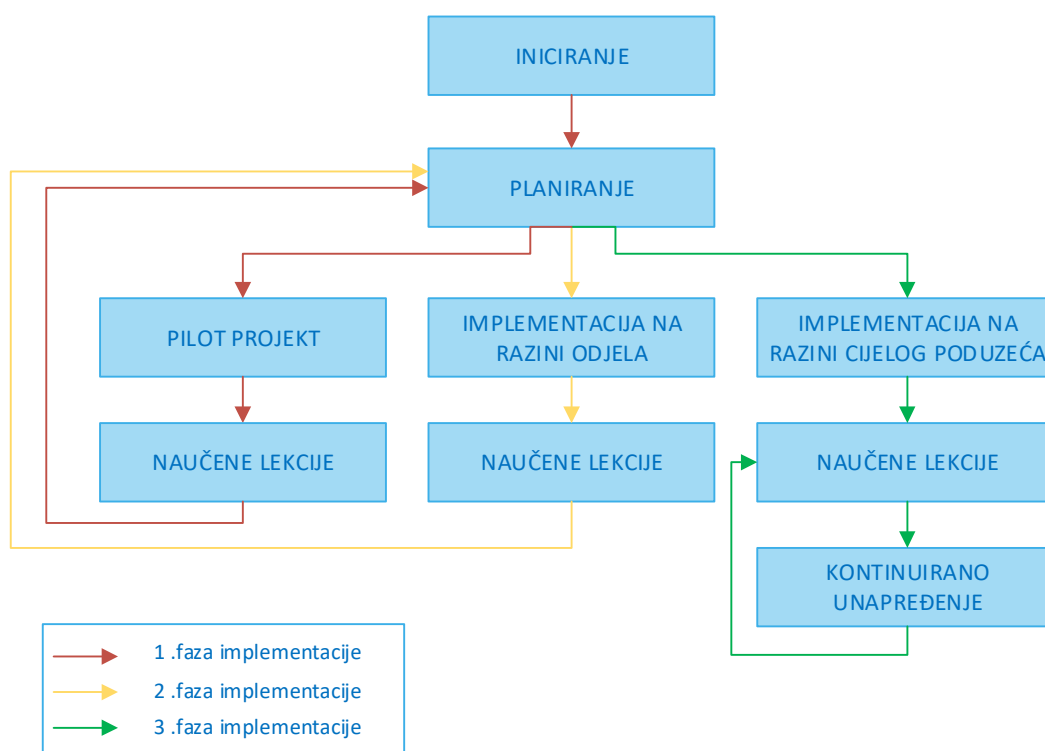
Implementacija alata zamišljena je kao dio šire strategije implementacije vitke metodologije. Predloženi plan implementacije sastoji se od 3 faze u obliku ciklusa „Izradi-Mjeri-Uči“ prema *Lean StartUp* metodologiji razvoja novih proizvoda [43]. Ideja ciklusa je iterativnim

pristupom izraditi proizvod, odnosno uvesti alat. U prvoj fazi potrebno je nakon faze iniciranja isplanirati kako će izgledati provedba projekta u cijelosti. Faza planiranja sastoji se od sljedećih aktivnosti:

1. Definiranje dionika projekta
2. Definiranje zahtjeva
3. Definiranje opsega
4. Definiranje aktivnosti
5. Definiranje potrebnih resursa
6. Definiranje upravljanja ljudima
7. Definiranje vremenskog plana
8. Definiranje budžeta projekta
9. Definiranje kvalitete
10. Identificiranje rizika
11. Definiranje reakcija na rizike
12. Definiranje komunikacija
13. Planiranje nabave
14. Definiranje plana projekta

Aktivnosti faze planiranja poklapaju se s fazom planiranja u modelu sugeriranom u [44]. U fazi planiranja bit će od velike važnosti planirati pravovremenu edukaciju zaposlenika. Nakon izrade glavnog plana implementacije Autor rada smatra kako je najproduktivnije krenuti s nekolicinom zaposlenika za koje je poznato da su imali prijedloge unapređenja te od njih dobiti povratnu informaciju o sustavu prije nego li se sustav proširi na cijelu organizaciju. Na taj način omogućuje se testiranje sustava u ograničenom krugu zaposlenika kako bi se izbjegle izmjene sustava (a time i dodatna prilagodna zaposlenika) jednom kad sustav zaživi u svom konačnom obliku. Nakon provedenog pilota projekta potrebno je dokumentirati pojave koje su se javile u fazi pilot projekta kako bi se mogao ažurirati plan provedbe slijedeće faze. Nakon toga pristupa se ponovno fazi planiranja u kojoj se ovog puta planira implementacija alata na specifičnom odjelu/organizacijskoj jedinici za koju se pretpostavlja da će ostvariti najveći benefit. Glavni benefit bit će povratna informacija zaposlenika, no također vrlo bitan bit će stav zaposlenika koji su bili sudionici uvođenja sustava u odjel. Očekivano je kako će

zaposlenici svojim doživljajem sustava utjecati na one zaposlenike koji nisu bili uključeni i time postati „promotori“ novog sustava te na taj način olakšati implementaciju na razini cijelog poduzeća u slijedećoj fazi. Upravo iz tog razloga potrebno je obratiti dužnu pažnju kako bi zaposlenici izašli iz ove faze zadovoljni i pozitivnog stava. Nakon provedene implementacije na razini odjela, ponovno se pristupa dokumentiranju naučenog kako bi posljednja faza implementacije polučila najviše uspjeha. Sa završenom ovom fazom trebalo bi imati sve potrebne informacije što je potrebno kako bi Kaizen sustav obuhvatio sve djelatnike organizacije. Nakon završene implementacije, kontinuirano se provodi dokumentiranje naučenog te se kontinuirano sustav razvija kako bi odgovarao potrebama organizacije, Dijagram 9.



**Dijagram 9. Dijagram uvođenja Kaizen sustava**

### Daljnji razvoj i mogućnosti

Kao dodatni poticaj zaposlenika planiran je Kaizen dan koji bi uslijedio nakon inicijalne edukacije. Po dolasku na posao zaposlenici bi preuzeli A4 predložak za prijavu unapređenja te imali rok do kraja dana za ispunjavanje. Na kraju dana prilikom odlaska s radnog mjesta bi svoje prijedloge (barem jedan) ubacili u za to predviđenu kutiju, odnosno oni koji imaju pristup računalima, napravili bi isto putem aplikacije.

Kada bi se ručni unos htio učiniti vitkijim tada bi se moglo dedicirati nekolicina računala kojima bi i zaposlenici koji inače ne koriste računala (zavarivači, brusачi, bojadisari itd.) mogli odmah direktno upisivati na računalo. Takva odluka bi se primjerice mogla donijeti nakon određenog vremena u kojem bi se na temelju snimljenih podataka (broj prijedloga u ovisnosti o odjelu) odlučilo da je to isplativo ili ne. Kad bi se donijela odluka da je potrebno osigurati svim zaposlenicima pristup računalu tada bi to značilo da je potrebno osigurati i adekvatan prostor u kojem bi ta računala bila smještena. Uređenjem prostora ta prostorija bi mogla postati Kaizen prostor u kojem bi se osim računala zaposlenicima mogao osigurati i dodatnu opremu kako bi ih se dodatno potaknulo na unapređenja. Ta oprema uključivala bi primjerice bijele ploče na koje bi se stavile informacije koje se žele komunicirati zaposlenicima (stupanj završenosti zadataka, predstojeći zadaci, podaci o implementiranim unapređenjima i njihovim predlagateljima itd.).

#### 5.1.4. *Analiza učinka ostvarenog implementacijom alata*

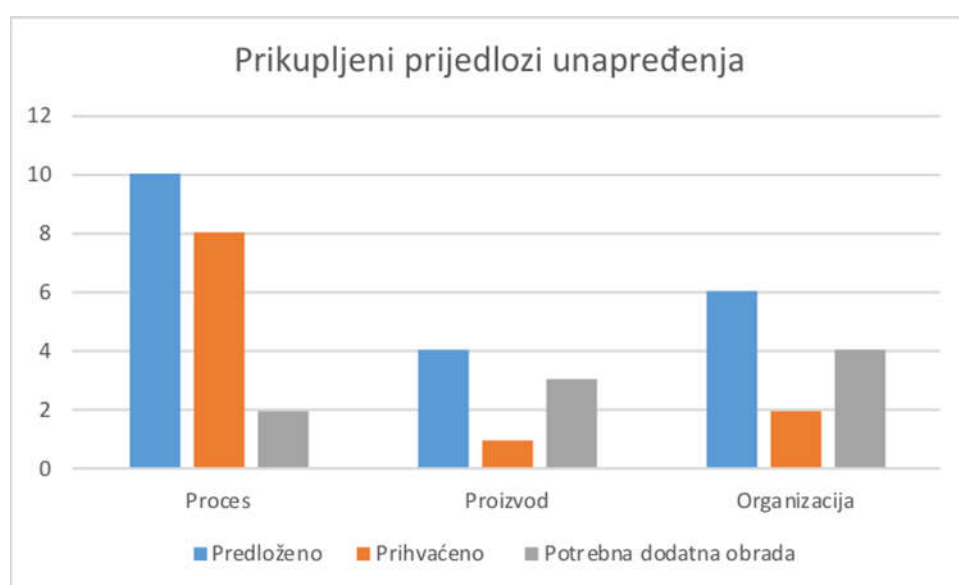
U razdoblju od pokretanja inicijative prikupljanja prijedloga unapređenja od strane zaposlenika prikupljeno je ukupno 20 prijedloga poboljšanja od kojih: procesa (10), proizvoda (4) i organizacije (6) i to od strane 14 zaposlenika. Taj podatak govori o opravdanosti uvođenja sustava za sustavno praćenje prijedloga unapređenja te kako zaposlenici mogu i žele aktivno sudjelovati u unapređenjima.

**Tablica 8. Analiza prikupljenih prijedloga unapređenja**

Vrsta prijedloga unapređenja	Proces	Proizvod	Organizacija
Predloženo	10	4	6
Prihvaćeno	8	1	2
Potrebna dodatna obrada	2	3	4

Prema izloženim podacima vidljivo je kako je najveći postotak prihvaćenosti prijedloga u kategoriji prijedloga unapređenja procesa od visokih 80%, Dijagram 10. Tad podatak može se tumačiti na način kako su zaposlenici u svojoj radnoj okolini uočili na koji način se jednostavnije može obavljati posao te je to jednostavnije definirati i sugerirati konkretna unapređenja nego li kad se radi o novom proizvodu ili organizaciji. Također zanimljiv je podatak kako je za prijedloge unapređenja kojima bi se izradili novi proizvodi za njih 75%

potrebna dodatna obrada. Taj podatak govori o tome kako je za uvođenje novih proizvoda proces usvajanja prijedloga vremenski zahtjevniji jer je uvođenje novog ili poboljšanog proizvoda iziskuje usporedbu sa strateškim ciljevima poduzeća. Za prijedloge unapređenja proizvoda zamišljeno je takve prijedloge pripremati u obliku projekta kako bi se mogli prijaviti u sklopu natječaja za dobivanje bespovratnih sredstava iz fondova EU. Time sustav dobiva još više na značaju jer će osim unapređenja načina obavljanja rada u poduzeću omogućiti i centralo prikupljanje prijedloga novih projekta koji tada mogu generirati direktna financijska sredstva.



**Dijagram 10. Prijedlozi unapređenja**

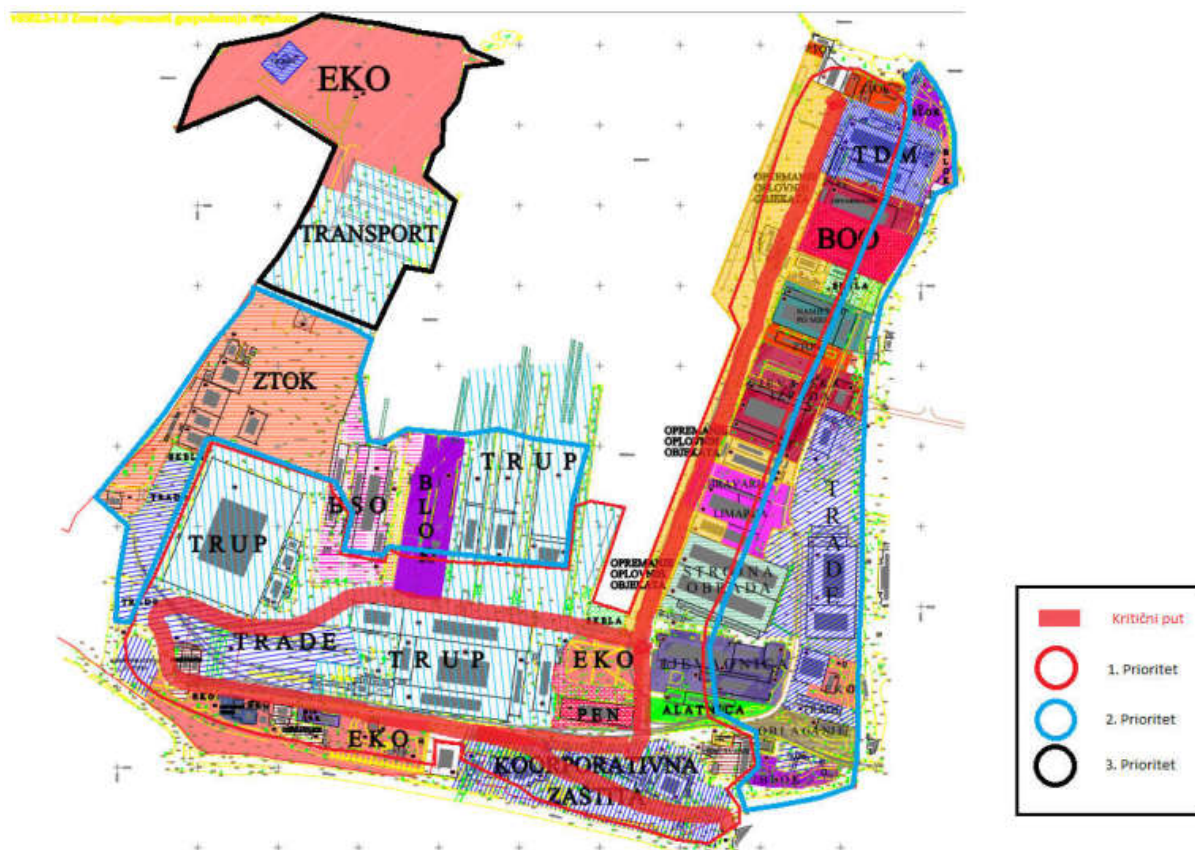
S obzirom da do trenutka pokretanja inicijative za uspostavu sustava za prikupljanje prijedloga unapređenja ne postoji jedinstvena baza podataka prijedloga nemoguće je izvršiti usporedbu prijašnjeg i trenutnog stanja. Bez obzira na tu činjenicu, prikazani podaci ukazuju na pozitivan učinak i potrebu za uspostavom predloženog sustava. Uvođenjem sustava praćenja omogućava se jasan uvid u kvalitetu i kvantitetu podnesenih prijedloga unapređenja te se prema istom može vršiti stimuliranje zaposlenika i na taj način stvoriti poslovnu kulturu koja potiče unapređenja i kontinuirani razvoj. U trenutku pisanja ovog rada razvoj sustava je u inicijalnoj fazi te su prepoznati zaposlenici koji bi sudjelovali u pilot fazi ovog projekta, no za daljnje faze će biti potrebno do kraja izraditi plan implementacije te isti usuglasiti sa strateškim ciljevima poduzeća.

## 5.2. 5S

Radom u Brodograđevnoj Industriji Split uočena je potreba za uvođenjem 5S alata kako bi se postigla bolja iskorištenost dostupnog prostora, zaposlenicima olakšalo dohvaćanje alata te podigla sigurnost na višu razinu. Autor rada primijetio je kako se u nekim organizacijskim jedinicama održava red na vrlo visokoj razini, no u većini njih ne. Zaposlenici trenutno stanje vole zvati „kreativni nered“ što je postala uobičajena fraza u posljednje vrijeme, no očigledno je kako je „kreativni red“ zapravo željeno stanje. Okidač za uvođenje alata bila je činjenica kako prilikom sklapanja poslova s budućim klijentima, isti dolaze na sastanak u sklopu kojeg se organizira obilazak brodogradilišta. Svrha obilaska je prezentiranje načina na koji se radi i tehnoloških mogućnosti. Upravo iz toga razloga je odluka visokog menadžmenta bila da se krene s uređivanjem vanjskih prostora te se zatim nastavi s unutrašnjim.

Prilikom preuzimanja projekta definirani su cilj i dio dionika projekta te ovlaštenja. Nakon podjele ovlaštenja definirani su, od strane voditelja projekta ključne pretpostavke, rizici, ograničenja i prepoznati dodatni dionici projekta. Kako bi se definirali svi dionici projekta odlučeno je prvo istražiti postojeće standarde i procedure – način na koji se sad radilo te osobe koje su vršile nadzor. Prolaskom kroz dostupnu dokumentaciju uočeno je kako postoje procedure i Zone odgovornosti te bi kako se iste mogle i unaprijediti. Zone odgovornosti predstavljaju područja na koje je brodogradilište podijeljeno, Slika 25. Svaka Zona ima odgovornu osobu koja je odgovorna za održavanje područja urednim i čistim. U ovoj fazi su proučeni i izvještaji o prethodno obavljanim nadzorom. S obzirom da postoje procedure i tijelo koje obavlja nadzor, zaključilo se kako postoji problem u provođenju istih. Prolaskom kroz dostupne izvještaje i uvidom na terenu uočeno je kako neke stvari nisu sanirane unatoč upozorenjima nadzornog tijela. Upoznavanje sa postojećim sustavom bilo je bitno kako bi se moglo pristupiti fazi detaljnijeg planiranja. Na inicijalnom (engl. *kick-off*) sastanku sudjelovale su odgovorne osobe Zona odgovornosti, osobe zadužene za odvoz otpada i osobe zadužene za upravljanje transportom – dionici projekta.





Slika 25. Zone odgovornosti

Osim toga predstavljeni su i ciljevi koji se žele ostvariti projektom te kriteriji uspjeha:

1. Otpadni materijal (smeće, otpad namijenjen uporabi, otpad namijenjen prodaji te iskoristivi ostaci) na području brodogradilišta je skladišten na ispravan način unutar projektom definiranih područja
2. Izrađene su procedure za upravljanjem otpadni materijalom
3. Utvrđena je struktura koja treba osigurati poštivanje izrađenih procedura
4. Jasno su određena područja odgovornosti i zaduženi zaposlenici odgovorni za održavanje
5. Definirane su posljedice za nepridržavanje definiranih procedura te su iste primjenjuju

Uloga sustava jest pružanje infrastrukture kojom bi se osiguralo sustavno održavanje te je iz tog razloga bilo potrebno napraviti reorganizaciju istog.

Zatim su prisutnima prikazane snimke trenutnog stanja te stanja u drugim brodogradilištima kao primjeri dobre prakse. Na taj način se htjelo prisutne osvijestiti da postoji problem, jer

samo ako prihvate da problem postoji mogu krenuti u njihovo rješavanje, a i pozitivno će utjecati na inicijalni otpor.

U nastavku je dan prikaz jednostavnog plana prema koracima implementacije alata, Tablica 9. S obzirom na definirana ograničenja i opseg posla definirani su i rokovi za izvršavanje koraka.

**Tablica 9. Plan implementacije**

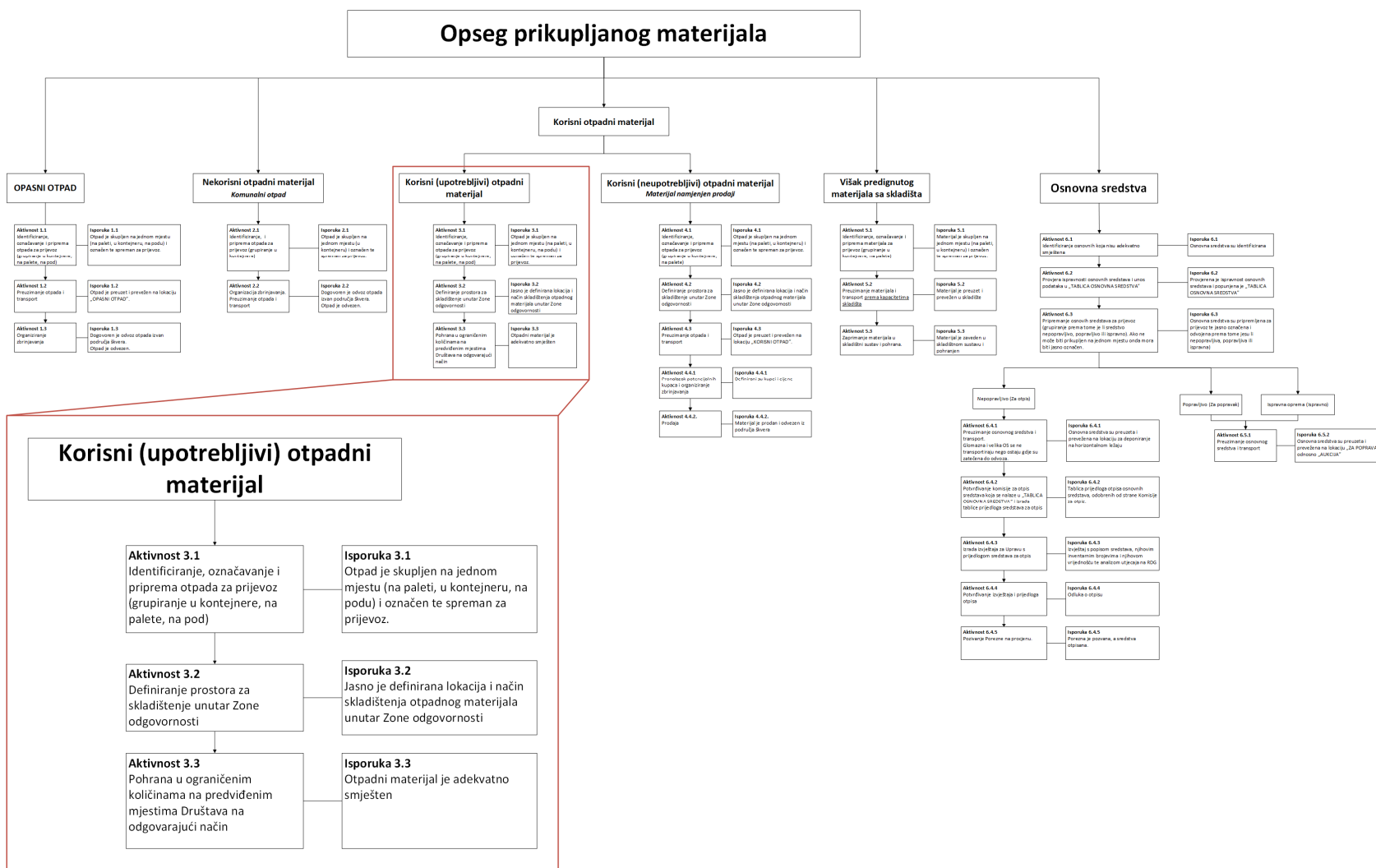
Faze implementacije	Objašnjenje	Tjedan
Sortirati	Ukloniti sve predmete iz Zona odgovornosti koji nisu potrebni	1
Grupirati	Posložiti sve što je potrebno na odgovarajuće mjesto unutar Zone odgovornosti	2 i 3
Čišćenje	Održavati urednost uspostaviti čišćenje na dnevnoj bazi	
Standardizacija	Revidirati procedure i definirati odgovornosti	
Disciplina		

Revidiranjem količine posla, dostupne resurse te zadane ciljeve izrađena je mapa prioriteta kako će se prva dva korak izvoditi. Na mapi brodogradilišta vidljive su Zone odgovornosti te koja društva su odgovorna za održavanje istih.

### **Opseg prikupljanog materijala**

Prema procedurama je definiran opseg materijala namijenjenog prikupljanju, Dijagram 11. Upoznavanje odgovornih osoba koje će uređivati prostore morali su biti upoznati s vrstama materijala i na koji način će s njima postupati. Materijal je bio klasificiran prema sljedećim kategorijama:

1. Opasni otpadni materijal
2. Nekorisni otpadni materijal
3. Korisni upotrebljivi otpadni materijal
4. Korisni neupotrebljivi otpadni materijal
5. Višak predignutog materijala
6. Osnovna sredstva



Dijagram 11. Opseg prikupljanog materijala

Opasni otpadni materijal je onaj materijal, koji nastaje u procesima proizvodnje ili drugim radnim procesima, a opasan je za okoliš i za ljudsko zdravlje, ako nije nadziran, te ima svojstva: eksplozivnost, reaktivnost, nadražljivost, zapaljivost, štetnost, toksičnost, ekotoksičnost, svojstvo oksidiranja, svojstvo nagrizanja i svojstvo otpuštanja otrovnih plinova kemijskom reakcijom.

Neopasni otpad je onaj otpad, koji nastaje u procesima proizvodnje ili drugim radnim procesima i nije podložan fizikalnim, kemijskim ili biološkim reakcijama, nije biorazgradiv, ne reagira sa drugim tvarima na način, da bi ugrozio ljudsko zdravlje ili štetno utjecao na okoliš.

Nekorisni otpadni materijal je materijal koji ostaje kao otpad koji se ne može više korisno upotrijebiti niti prodati i koji se odnosi i deponira na gradskom deponiju – komunalni otpad.

Korisni upotrebljivi otpadni materijal je materijal koji ostaje u pogonu/radionici kao otpad nakon obavljenog rezanja limova i profila i koji se može korisno upotrijebiti u proizvodnom procesu, u zadanim granicama upotrebljivosti. Ovaj otpadni materijal se identificira već u fazi izrade dokumentacije (trasiranja), kada se označava, šifrira i na taj na im omogućava organizirano i informatički praćeno poslovanje s ovom vrstom otpadnog materijala, u svim fazama rada, od označavanja i šifriranja u projektnom uredu, zaprimanja u skladištu, specificiranja u popisima/zahtjevnicama i izdavanja putem izdatnica materijala, kao i bilo kojeg materijala u redovitoj proceduri.

Korisni neupotrebljivi otpadni materijal je materijal koji ostaje kao otpad nakon završetka proizvodnih operacija rezanja, tokarenja, krivljenja, itd. i u pravilu se prodaje poduzećima koja se bave prometom otpadnog materijala. Manjim dijelom taj materijal se ipak može korisno upotrijebiti za izradu drugog proizvoda, sklopa ili elementa te se u tom slučaju koristi na inicijativu i na osnovu odabira Rukovoditelja pogonske pripreme, budući da za ovu vrstu otpadnog materijala ne postoji organiziran i dokumentiran postupak identificiranja, zaprimanja i izdavanja materijala. Otpadni materijal koji se prodaje mora biti po svojim karakteristikama usklađen s kriterijima za utvrđivanje korisnih upotrebljivih limova i profila.

Višak predignutog materijala je materijal koji se nakon završne obrade pokaže kao višak, te se vraća u skladište materijala.

Osnovna sredstva su oprema/uređaji koji se koriste u poslovnim aktivnostima poduzeća u dužem vremenskom razdoblju, u vijeku uporabe ne mijenjaju svoj fizički oblik, postepeno se troše, tako što dio svoje vrijednosti prenose na gotove proizvode ili usluge, te podliježu obračunu amortizacije kojom se mjeri postupno trošenje osnovnih sredstava. U slučaju kad su osnovna sredstva dotrajala potrebno ih je rashodovati. Prilikom rashoda potrebno je o tome prethodno obavijestiti nadležnu poreznu upravu jer bi u suprotnom ili nastala obveza obračunavanja PDV-a na ostatak vrijednosti osnovnog sredstva, te bi se zajedno s obračunatim porezom na dodanu vrijednost radilo o porezno nepriznatom trošku u smislu poreza na dobit ili u slučaju da je osnovno sredstvo u potpunosti amortizirano, nastala bi obveza obračuna PDV-a na tržišnu vrijednost u trenutku rashodovanja [45]. S obzirom da se rashodovanjem utječe na RDG potrebno je prethodno dobiti i odobrenje visokog menadžmenta. Upoznavanjem s postojećim procedurama omogućilo je dodatno prepoznavanje dionika projekta – tročlanog tima za rashod koji se sastoji od zaposlenika koji svojim kompetencijama mogu dati valjano mišljenje što je za rashod, a što ne. Osim tima koji će prihvatiti ili odbiti prijedlog otpisa potrebno je i osoba iz odjela računovodstva koja na temelju liste osnovnih sredstava predloženih za otpis može izračunati utjecaj na RDG. Na temelju tih podataka osoba iz visokog menadžmenta donijet će odluku što će se s određenim sredstvom učiniti. Ovim rečenim definirani su svi interni dionici projekta i način postupanja s određenim materijalom.

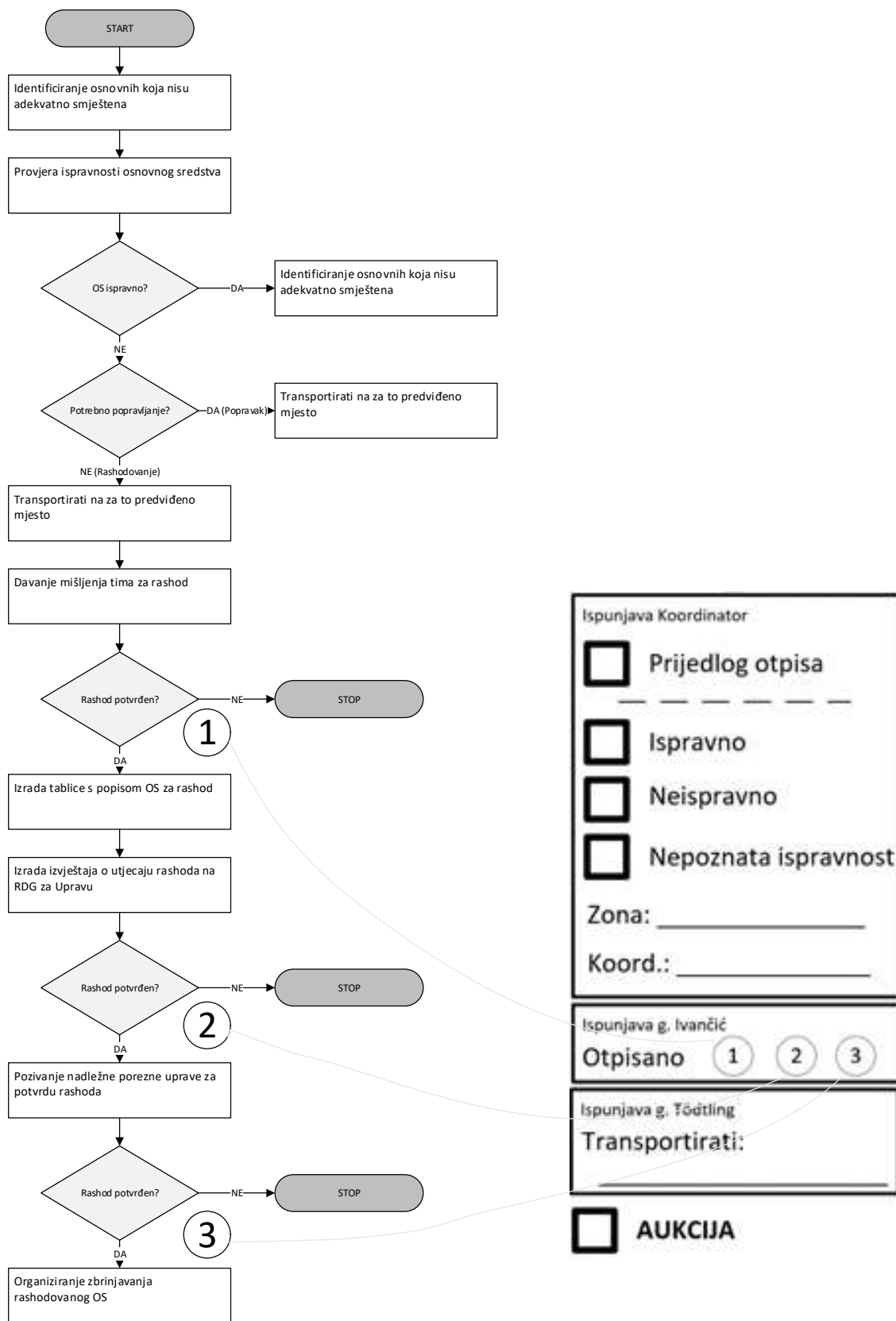
Dionici projekta:

1. Sponzor projekta
2. Voditelj projekta s projektnim timom
3. Odgovorne osobe Zona odgovornosti (ili njihovi Koordinatori)
4. Odgovorna osoba za koordinaciju otpreme materijala s mjesta odlaganja
5. Odgovorna osoba zadužena za zbrinjavanje materijala na prostoru brodogradilišta
6. Odgovorna osoba za koordinaciju otpreme materijala iz područja brodogradilišta
7. Tim za rashodovanje

### 5.2.1. Faza Sortiranja

Prva faza implementacije sastojala se od nekoliko aktivnosti, Dijagram 11. Identifikacija, označavanje i priprema otpadnog materijala za odvoz bilo je u nadležnosti odgovornih osoba Zona odgovornosti. Kako bi se osigurao kontinuirani tok otpadnog materijala projektom je definirano kako će se odlagati određena vrsta materijala. Na taj način su odgovorne osobe koordinirale odlaganje materijala na sredstva za odlaganje na prethodno definiranim lokacijama. S obzirom da su materijali bili grupirani prema vrstama osobe zadužene za transport su mogle kontinuirano odvoziti materijal bez ostvarivanja daljnje komunikacije na sabirna mjesta unutar brodogradilišta. Tokom provedbe uočeno je kako prilikom sortiranja otpadnog materijala dolazi do pogrešnog izdvajanja otpadnog materijala što može imati za posljedicu neadekvatno upravljanje istim. Kako bi se to izbjeglo zadužena je osoba za obilazak mjesta za odlaganja unutar Zona odgovornosti. Osoba za koordinaciju otpreme materijala iz područja brodogradilišta je po prikupljanju dovoljne količine materijala dogovarala s eksternim izvođačima (ili internim ovisi o vrsti materijala) odvoz materijala izvan prostora brodogradilišta.

Za osnovna sredstva predviđeno je jasno izdvajanje od otpadnog materijala zbog načina na koji se s njima mora postupati. Tom prilikom je predviđena izrada naljepnica koje bi koristile za razmjenu informacija bez potrebe prisustva čovjeka, Slika 26 . Naljepnica sadrži ključne informacije potrebne za osnovno sredstvo. Pri tome jedan dio ispunjava odgovorna osoba Zone (Koordinator) koji može predložiti nešto za otpis te označiti je li OS ispravno, neispravno ili mu je nepoznata ispravnost. Kako bi se sva OS moglo nadgledati dodatno se upisuju informacije tko je odgovorna osoba Zone u kojoj je OS zatečeno te o kojoj se Zoni radi. Rubrika „Otpisano“ služi kako bi se znalo koji je stupanj otpisanosti, Slika 26. S obzirom da u trenutku izrade oznaka nije bilo poznato na koje lokacije će se transportirati OS ovisno o njihovom statusu ispravnosti to je ostavljeno voditelju projekta na odluku. Ukoliko je sredstvo ispravno tada je bilo tko mogao predložiti OS za aukciju, a prema prethodno definiranim podacima. Aukcija je označavala da se OS transportira na posebno označeno mjesto na kojem bi se nalazila sva ispravna sredstva, ali koja nisu potrebna odgovornim osobama u čijoj Zoni odgovornosti bila locirana. Lokaciju „Aukcija“ može običi bilo koja osoba iz brodogradilišta te ako uvidi potrebu za istim, može tražiti njen premještaj u svoju Zonu. Na taj način se izbjeglo nepotrebno bacanje sredstava koja mogu poslužiti nekom drugom.



Slika 26. Dijagram postupanja s osnovnim sredstvima i oznaka za označavanje osnovnih sredstava



Na sljedećim slikama prikazano je početno stanje i stanje u tijeku radova.



**Slika 27. Početno stanje – hangari**



**Slika 28. U tijeku faze sortiranja – hangari**



### **5.2.2. Faza grupiranja**

U drugom koraku (grupiranje) su se nakon uklanjanja nepotrebnih materijala grupirali prema funkciji i sličnosti na projektom definiranoj poziciji. S obzirom da je brodogradilište podijeljeno na Zone odgovornosti, to grupiranje se izvelo upravo unutar tih Zona. Tokom prve faze sortiranja uočeni su materijali koji nisu bili u Zoni korisnika materijala te su oni vraćeni korisnicima. Grupiranjem predmeta prema funkciji i prema mjestu korištenja omogućeno je jednostavnije, brže i sigurnije dohvaćanje potrebnog materijala koristeći manje mehanizacije i manje radnih sati. U provedbi ove faze odlučeno je kako će sredstva za odlaganje koja nisu u upotrebi biti odloženi na jedno mjesto kako bi se provjerila njihova ispravnost te ih se po potrebi obojalo. Tom prilikom javila se nova ideja vezano uz označavanje sredstava za odlaganje budući da postoji velik broj sredstava za odlaganje kako bi društva koja ih koriste imale među skladište sa sredstvima za odlaganje kako bi im bilo pri ruci u slučaju potrebe.

U sklopu projekta traženo je od odgovornih osoba da svaka za svoju Zonu definiše sigurnosne rizike i napravi popis sa slikovnim prikazima te pošalje osobi projektnog tima zaduženoj za zdravlje i sigurnost. Time se htio iskoristiti moment ostvaren kod ljudi i odmah napraviti evidenciju sigurnosnih rizika kako bi isti mogli biti upravljani. Također u sklopu ove faze napravila se analiza postojećih znakova sigurnosti na području brodogradilišta te su sukladno analizi naručena i postavljena nova oznaka, Slika 29.

U nastavku se mogu vidjeti slike s prikazom postavljenih znakova sigurnosti te početnog i konačnog stanja nakon provedbe faze grupiranja.



Slika 29. Postavljeni znakovi sigurnosti



Slika 30. Stanje prije i poslije

### 5.2.3. Analiza učinka ostvarenog implementacijom alata

U tablici Tablica 10, prikazani su podaci koji prikazuju učinak ostvaren implementacijom, zaključno s 30.05.2018.

**Tablica 10. Učinak implementacije 5S alata**

Redni broj	Mjera	Količina	Jedinica
1.	Prodani čelik prve i druge klase	144.782	Kilogram
2.	Prodani obojani metal	27.380	Kilogram
3.	Očišćena površina	220.000	Kvadratni metar
4.	Utrošeni radni sati	2.250	Sat

Jedan od definiranih ciljeva implementacije jest da ništa od materijala ne smije biti odloženo na podu niti naslonjeno na zid. Na slikama u nastavku može se primijetiti kako su gotovo svi materijali prije implementacije odloženi na pod, za razliku od stanja nakon implementacije kada su svi materijali cijevi i šipke smješteni u sredstva za odlaganje, Slika 31, Slika 32.



**Slika 31. Stanje prije implementacije 5S alata**



**Slika 32. Stanje nakon implementacije 5S alata**

Napravljena je usporedba potrebnog vremena za izuzimanja cijevi s lokacije koja se nalazi ispred radione strojne obrade kako bi se utvrdila učinkovitost primjene alata, Tablica 11. Cilj aktivnosti bio je transport cijevi s lokacije na kojoj se nalazi u prostor radione kako bi se mogla obraditi.

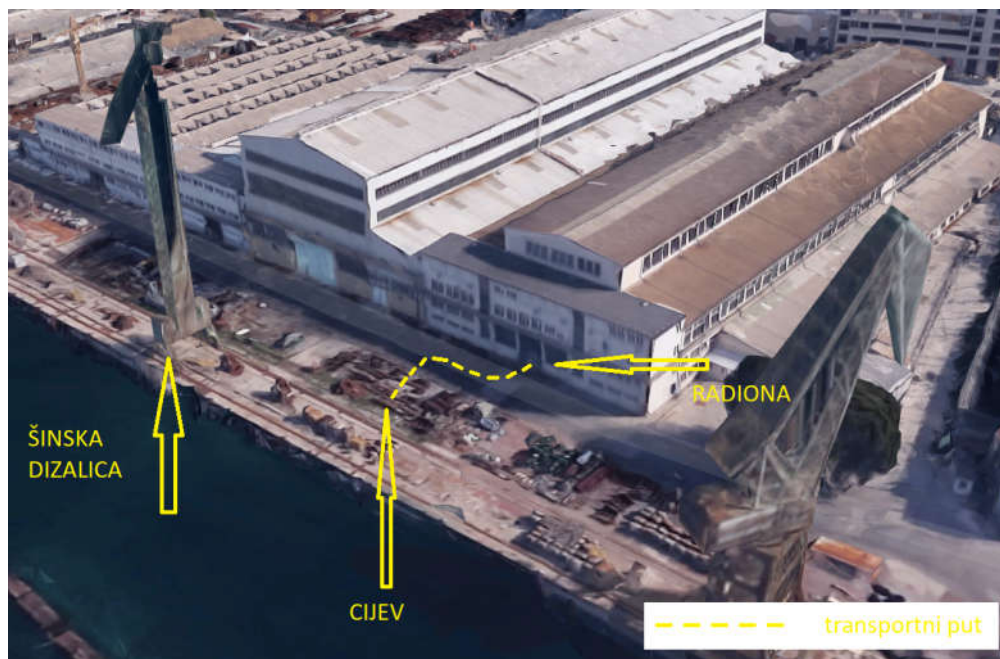
**Tablica 11. Usporedba aktivnosti prije i nakon implementacije 5S alata**

R.br.	Aktivnosti prije 5S	Aktivnosti poslije 5S	Trajanje [s]	Suma [s]
1	Pozivanje dizalčara	-	25	1055
2	Čekanje dizalčara na dolazak	-	365	
3	Zauzimanje pozicije dizalčara	-	125	
4	Dolazak dizalice u radni prostor cijevi	-	45	
5	Priprema čeličnog užeta za prihvat cijevi	-	145	
6	Doprema sredstva za odlaganje	-	230	
7	Pričvršćivanje cijevi	-	85	
8	Premještanje cijevi na sredstvo za odlaganje	-	35	
9	Pozivanje viličara	Pozivanje viličara	25	269
10	Čekanje viličara na dolazak	Čekanje viličara na dolazak	159	
11	Prihvat i odvoz viličarom	Prihvat i odvoz viličarom	85	
				<b>1324</b>

U prvoj koloni nalazi se popis aktivnosti koje je potrebno izvesti kako bi cijevi bila premještena u prostor radione prije implementacije alata, a u drugom stupcu se nalazi popis



aktivnosti koje su potrebne, nakon implementacije alata. Čitatelj će primijetiti kako se dio aktivnosti preklapaju. To je iz razloga što se šinska dizalica nalazi izvan radione te se njome može jedino izmjestiti cijev, a nakon toga potrebno ju je dalje transportirati drugim transportnim sredstvom – u ovom slučaju viličarom.



Slika 33. Mjesto premještaja čelične cijevi

Usporedbom mjerenih vremena vidljivo je kako je vrijeme potrebno za premještanje cijevi skoro 4 puta manje nakon implementacije 5S alata. Implementacijom alata vrijeme potrebno za izvođenje aktivnosti skraćeno je 79,68%, te umjesto početne 1324 sekunde sada zahtjeva 269 sekunde. Pri tome treba uzeti u obzir kako se radi o konzervativnoj procjeni, jer bi se u račun mogla uvesti i komponenta korištenja dizalice čije se najam procjenjuje na 100€/h u kunskoj protuvrijednosti. Osim toga u aktivnostima 5 i 7 potreban je angažman dodatnog zaposlenika (izuzev dizaličara). Jednostavnim grupiranjem materijala i njihovim smještajem u sredstva za odlaganje eliminirana je ovisnost o dizalicama te je to omogućilo obavljanje posla uz utrošak manjeg broja radnih sati.

Pregledom web stranica <https://www.indomio.hr> i <https://www.njuskalo.hr> izračunala se prosječna cijena skladišnog prostora na uzorku od 15 oglasa koja iznosi €5,13 što je oko 38,8 kn/m<sup>2</sup> mjesečnog najma. Analizirani oglasi odnosili su se na skladišni prostor bez

mehanizacije i transportnih sredstava. Vizualnom procjenom utvrđeno je kako je uređenjem prostora brodogradilišta ostvareno oko 15% uštede u korištenom prostoru, što u slučaju spomenutih 220.000 m<sup>2</sup> iznosi 33.000 m<sup>2</sup>. Ustupanjem 50% tog prostora (16.500 m<sup>2</sup>) vanjskim subjektima po prosječnoj cijeni od 38,8 kn/m<sup>2</sup> donijelo bi prihod brodogradilištu na mjesečnoj razini od 640.200 kn. Ukoliko bi u računicu stavili i korištenje transportnih sredstava (dizalica, viličar) tada bi se moglo naplaćivati i 45 kn/m<sup>2</sup> čime se dolazi do računice za površinu od 16.500 m<sup>2</sup> na mjesečnoj razini od 742.500 kn.

Prema podacima pronađenim na <http://www.aci-marinas.com> suhi vez za plovilo dužine od 5 m čija je proračunata potrebna površina 48 m<sup>2</sup> naplaćuje se 1.918 kn što je 39,95 kn/m<sup>2</sup> za mjesečni najam. Time bi se za prostor od 16.500 m<sup>2</sup> na mjesečnoj bazi moglo uprihoditi 659.312,5 kn. Iako je visina prihoda na strani pružanja usluge najma skladišnog prostora, kod pružanja usluga suhog veza nema potrebe za ulaženjem osoba koji nisu zaposlenici u prostor brodogradilišta pa se time ne utječe na sigurnost.

U trenutku pisanja ovog rada nije završena u potpunosti implementacija 5S alata. Jedan od razloga je što se radi o vrlo velikoj površini koju je potrebno obuhvatiti, a s druge strane angažman zaposlenika značajno je ovisio o slobodnim kapacitetima zaposlenika s obzirom na tekuće poslove. Implementacijom ostvareno je više benefita:

1. Obavljanje posla je jednostavnije i sigurnije
2. Rezultati su vidljivi zaposlenicima, ali i novim potencijalnim klijentima
3. Zaposlenici su ponosni na uredno i čisto radno mjesto
4. Ostvarene su uštede u radnim satima
5. Omogućeno je ostvarivanje dodatnog prihoda najmom oslobođenog prostora

Implementacija ovog alata imala je direktan učinak na optimizaciju proizvodnih procesa omogućivši zaposlenicima manji utrošak vremena na aktivnosti koje ne donose vrijednost, ali su neophodne. Time je imala direktan utjecaj na troškove proizvodnje. Osim toga implementacija je pokazala kako se već uklanjanjem nepotrebnih predmeta iz radnog prostora i njihovim ispravnim grupiranjem može ostvariti ušteda u korištenom prostoru pa se prostor

„dobiven“ implementacijom može koristiti i za ostvarivanje prihoda koji nisu nužno u proizvodnom sektoru koristeći pri tom prednosti brodogradilišta – izlaz na more i teška mehanizacija.

U nastavku implementacije slijedi provođenje preostalih faza – čišćenja, standardizacije i samodiscipline. Prikupljanjem informacija od zaposlenika i uvidom na terenu formirat će se prijedlozi izmjena procedura kako bi sustav bio održiv i kako bi se spriječio povratak na staro.

## 6. ZAKLJUČAK

Brodograđevni sektor je proizvodni sektor koji obrtajnom količinom financijskih sredstava i multiplikacijskim faktorom značajno utječe na nacionalnu ekonomiju. Kao takvom, potrebno je proizvodne procese koji se odvijaju unutar njega optimizirati. Kako je prikazano pregledom literature, ali i analizom učinka primijenjenih alata to je moguće ostvariti implementiranjem vitke metodologije. Svaka velika promjena sa sobom nosi rizike i prepreke pa shodno tomu treba adekvatno pripremiti strategiju uvođenja promjena. Upravo iz tog razloga rezultat ovog rada je predloženi okvir za implementaciju vitke metodologije u brodograđevnu industriju. Iako okvir može biti korišten i u drugim proizvodnim sektorima (pa čak i šire), u radu se posebnu pažnju stavilo na rješavanje problema kompleksnosti brodograđevnog sektora. Taj problem nastojao se riješiti podfrazom inicijalnog prikupljanja podataka u fazi planiranja kako bi se obuhvatile sve specifičnosti različitih organizacijskih jedinica koje se nalaze u brodogradilištima. Kako bi okvir pružao praktičnu podlogu, a ne samo teoretsku u modelu se mogu uočiti elementi projektnog menadžmenta ali i konkretni alati – Kaizen sustav, 5S i SMED alat.

Ovim radom se na jasnom primjeru prikazao utjecaj implementiranih vitkih alata na proizvodne procese unutar poduzeća. Implementirani alati odabrani su među mnoštvom kao alati koji bi se trebali među prvima uvesti u poduzeće. Uvođenje baš ovih alata omogućuje ostvarivanje „brzih pobjeda“ uz nevelika financijska ulaganja. Koristi ostvarene korištenjem alata pomažu bržem i lakšem prihvaćanju vitke metodologije od strane zaposlenika te daju podlogu za daljnju implementaciju.



## 7. LITERATURA

- [1] Ludwig T., Bade H. Messerschmidt H.: Challenges and Developments in Global Shipbuilding Industry, industriALL Global Union Shipbuilding-Shipbreaking Action Group Meeting, 2017.
- [2] Bhasin S.: Lean Management Beyond Manufacturing - A Holistic Approach, Springer, 2015.
- [3] Ford H., Crowther S.: My life and work, Garden City, 1922.
- [4] Womack, J., Jones, D.: Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation, Free Press, 2003.
- [5] Hopp W. J., Spearman M. L.: To Pull or Not to Pull: What Is the Question?, Manufacturing & Service Operations Management 6(2):133-148
- [6] Halgeri, P., Pei, Z. J., Iyer, K. S., Bishop, K., Shehadeh, A.: ERP systems supporting Lean manufacturing: A literature review. 2008 International Manufacturing Science & Engineering Conference (MSEC), 2008.
- [7] Naga Vamsi Krishna Jasti & Rambabu Kodali (2014) Lean production: literature review and trends, International Journal of Production Research, 2018.
- [8] <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a450192.pdf>
- [9] Liker J.K.: The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer, McGraw-Hill, 2013.
- [10] Chapman, C.: Clean house with lean 5S, Quality Progress, 2005.
- [11] Ho, S.K. : 5s practice: the first step towards total quality management, Total Quality Management, 1999.
- [12] Gupta, S., Kumar Jain, S.: An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company, 2015.
- [13] <http://www.process-improvement-japan.com>
- [14] Peterson, J., Smith, R.: The 5S Pocket Guide, Quality Resources, 2001.
- [15] <https://www.allaboutlean.com/vsm-symbols/>
- [16] Shingo, S.: A revolution in manufacturing: The SMED system. Productivity Press, Stanford, CT., 1985.

- [17] Shingo S.: A Study of the Toyota Production System, Productivity Press, 2008.
- [18] Liker J.K., Lamb T.: 'What is Lean Ship Construction and Repair?', Journal of Ship Production, 2002.
- [19] Liker J.K., Lamb T.: A guide to lean shipbuilding, Michigan University Ann Arbor, 2000.
- [20] Dugnas K., Uthaug I.: „Can Lean Philosophy strengthen and develop cluster advantages?“ An Exploratory Research towards Lean Shipbuilding“, Diplomski rad, Molde University College, 2007.
- [21] Koskela, L.: Application of the New Production Philosophy to Construction, Stanford University, CIFE Technical Report #72, 1992.
- [22] Ciampa, D.: The CEO's Role in Time-Based Competition, , Homewood, IL., 1991.
- [23] Stahl, M.J., Bounds, G.M.: Competing Globally through Customer Value. Quorum Books, 1991.
- [24] Berliner, C., Berliner B., James A.: Cost Management for Today's Advanced Manufacturing. Harvard Business School Press, 1988.
- [25] Dugnas, K., Oterhals, O.: State-of-the-art shipbuilding: towards unique and integrated lean production systems, 2008.
- [26] Mostafa, S., Dumrak, J., Soltan, H.: A framework for lean manufacturing implementation, Taylor Francis, 2013.
- [27] Marodin, G.A., Aurin, T.A.: Classification and relationships between risks that affect lean production implementation. Journal of Manufacturing Technology Management, 2015.
- [28] Kumar, R., Kumar, V.: Barriers in Implementation of Lean Manufacturing System in Indian industry: A survey, International Journal of Latest Trends in engineering and Technology, 2014.
- [29] Salonitis, K., Tsinoopoulos, C.: Drivers and barriers of lean implementation in the Greek Manufacturing sector, Procedia CIRP, 2016.
- [30] AlManei, M., Salonitis, K., Xu, Y.: Lean implementation frameworks: the challenges for SMEs, Procedia CIRP, 2017.

- [31] PMI pulse of profession 2017: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2017.pdf>
- [32] Project Management Institute, Vodič kroz znanje o upravljanju projektima (Vodič kroz PMBOK), četvrto izdanje, 2008.
- [33] <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/BIJ-10-2012-0065>
- [34] Kabst, R., Holt Larsen, H., Bramming P.: How do lean management organizations behave regarding training and development?, The International Journal of Human Resource Management, 2006.
- [35] Scherrer-Rathje, M., Boyle T. A., Deflorin, P.: Lean: Take two! Reflections from the second attempt at lean implementation, Elsevier, 2009.
- [36] Deal, T., Kennedy, A.: Corporate Cultures, Penguin Books, 1988.
- [37] Mabert, V.A., Soni, A., Venkataramanan, M.A., Enterprise resource planning: managing the implementation process, European Journal of Operational Research, 2003.
- [38] Jituri, S., Fleck, B., Ahmad, R.: Lean or ERP – A decision support system to satisfy business objectives, Procedia CIRP, 2018.
- [39] Halgeri P., McHaney R.W., Pei Z.J.: ERP Systems Supporting Lean Manufacturing in SMEs, IGI Global, 2010.
- [40] Powell, D.: Investigating ERP Support for Lean Production, doktorska disertacija, 2012, Norwegian University of Science and Technology Faculty of Engineering Science and Technology Department of Production and Quality Engineering, 2012.
- [41] Powell, D., Alfnes, E., Strandhagen, J.O., Dreyer, H.: ERP Support for Lean Production
- [42] [http://www. https://www.brodosplit.hr](http://www.https://www.brodosplit.hr). datum pristupa 27.06.2018.
- [43] Ries E.: The Lean Startup, Crown Publishing Group, 2011.
- [44] Tödting, M., Hegedić, M., Štefanić N.: Managing New Product Development Projects Using Lean Startup Approach, Book of Proceedings of 2nd International Scientific Conference LEAN Spring Summit 2017
- [45] <http://www.poslovni.hr/trzista/sto-se-sve-ubraja-u-osnovna-sredstva-153132>, datum pristupa 27.06.2018.