

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Hegedić, Miro

Doctoral thesis / Disertacija

2017

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:235:300756>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

Fakultet strojarstva i brodogradnje

Miro Hegedić

**MODEL UPRAVLJANJA
PROIZVODNJOM INTEGRIRANJEM
VITKOGA I ZELENOGA MENADŽMENTA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2017.



Sveučilište u Zagrebu

Fakultet strojarstva i brodogradnje

Miro Hegedić

**MODEL UPRAVLJANJA
PROIZVODNJOM INTEGRIRANJEM
VITKOGA I ZELENOGA MENADŽMENTA**

DOKTORSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Zagreb, 2017.



University of Zagreb

Faculty of mechanical engineering and naval architecture

Miro Hegedić

MODEL OF MANUFACTURING MANAGEMENT INTEGRATING LEAN AND GREEN MANAGEMENT

DOCTORAL THESIS

Supervisor:

Nedeljko Štefanić, PhD Full Professor

Zagreb, 2017.

PODACI ZA BIBLIOGRAFSKU KARTICU

UDK: 658.5

Ključne riječi: Vitka proizvodnja, zelena proizvodnja, cjeloživotni ciklus proizvoda, upravljanje proizvodnjom, upravljanje okolišem, ISO 14001, održiva proizvodnja.

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Strojarstvo

Institucija u kojoj je rad izrađen: Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu

Mentor rada: Prof. dr.sc. Nedeljko Štefanić

Broj stranica: 268

Broj slika: 90

Broj tablica: 64

Broj korištenih bibliografskih jedinica: 167

Datum obrane: 28.9.2017.

Povjerenstvo: Prof. dr. sc. Goran Đukić (FSB, Zagreb) – predsjednik

Prof. dr.sc. Nedeljko Štefanić (FSB, Zagreb) – mentor

Prof. dr. sc. Ivica Veža (FESB, Split) – član

Institucija u kojoj je rad pohranjen: Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu

Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu

ZAHVALA

Na samom početku htio bih se zahvaliti mentoru, prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću, na svim savjetima i mentorskim satima uložnim u izradu ovog rada, ali i u moj osobni razvoj. Hvala mu što je uvijek imao širu sliku.

Zahvaljujem se članovima povjerenstva, prof. dr.sc. Goranu Đukiću i prof. dr.sc. Ivici Veži, na vremenu uloženom u čitanje i ocjenu doktorskog rada te za sve savjete kod izrade istog.

Nadalje, zahvaljujem se ispitanicima koji su pristali odvojiti svoje vrijeme za provedbu ovog istraživanja, kao i svim članovima ekspertne skupine; bez vas ovaj rad ne bi bio moguć.

Zahvaljujem se kolegama sa Zavoda za industrijsko inženjerstvo na podršci i savjetima, ali i svim prijateljima i rodbini koji su na bilo koji način pridonijeli izradi ovog doktorskog rada.

Posebno se zahvaljujem kumu Mihaelu Gudlinu i doc. dr. sc. Hrvoju Cajneru na savjetima i podršci kod statističke analize podataka.

Najveća zahvala ide mojim roditeljima, Božici i Ivanu, koji su cijeli svoj život posvetili obrazovanju svoje djece, stoga im hvala za sve što su napravili za nas.

Zahvaljujem se bratu Nikoli i šogorici Andreji na podršci u dosadašnjem školovanju, ali i bratskim savjetima i pomoći kad god je bilo potrebno.

Na kraju, veliko hvala ide mojoj ženi Matei, čija prisutnost, podrška i razumijevanje su bili presudni u ključnim trenucima izrade ovog doktorskog rada.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	I
SAŽETAK.....	II
SUMMARY	III
KLJUČNE RIJEČI	IV
KEY WORDS	IV
POPIS SLIKA	V
POPIS TABLICA.....	IX
POPIS OZNAKA	XII
POPIS KRATICA	XIV
1. UVOD	1
1.1. Dosadašnje spoznaje.....	3
1.1.1. Ekonomski pokazatelji uspješnosti	8
1.1.2. Okolišni pokazatelji uspješnosti.....	9
1.1.3. Učestalost vitkih alata u literaturi.....	11
1.2. Plan istraživanja i metodologija rada.....	12
1.3. Ciljevi i hipoteze istraživanja	14
1.4. Očekivani znanstveni doprinos.....	15
1.5. Struktura rada	15
2. VITKI I ZELENİ MENADŽMENT	16
2.1. Vitki menadžment.....	16
2.1.1. Gubici prema vitkom menadžmentu	23
2.1.2. Okvir transformacije u vitko poduzeće	25
2.1.3. Alati vitkog menadžmenta	27
2.2. Zeleni menadžment.....	50
2.2.1. Standardi vezani uz sustave upravljanja okolišem	54

Sadržaj

2.2.2.	Zelena proizvodnja	61
2.2.3.	Čistija proizvodnja	63
2.2.4.	Eko-efikasnost	64
2.2.5.	Analiza životnog ciklusa proizvoda	64
2.3.	Utjecaj vitkog menadžmenta na okoliš	70
2.4.	Zašto novi model	73
3.	METODA ISTRAŽIVANJA POLUSTRUKTURIRANIM INTERVJUOM.....	74
3.1.	Odabir ispitanika.....	75
3.2.	Izrada intervjua	77
3.3.	Analiza intervjua.....	81
3.3.1.	Učestalost ekonomskih pokazatelja	83
3.3.2.	Razlozi za implementaciju vitkog menadžmenta	84
3.3.3.	Vitki alati koji se koriste u poduzećima	86
3.3.4.	Što je vitki menadžment za poduzeća	93
3.3.5.	Integracija vitkog menadžmenta u postojeće norme	95
3.3.6.	Učestalost okolišnih pokazatelja	95
3.3.7.	Motivacija poduzeća da rade okolišna unaprjeđenja.....	96
3.3.8.	Upotreba LCA metode i ekoloških certifikata	98
3.3.9.	Okolišni standardi	99
3.3.10.	Aktivnosti poduzeća na smanjenju utjecaja na okoliš	101
3.3.11.	Okolišna unaprjeđenja – prilika za poduzeća	103
3.3.12.	Integracija vitkog i zelenog menadžmenta	106
3.3.13.	Utjecaj unaprjeđenja u proizvodnji na ostale faze životnog ciklusa	112
3.3.14.	Upotreba informatičkih sustava kao podloga za digitalizaciju industrije.....	113
3.3.15.	Negativni slučajevi	114
3.4.	Sumirani zaključci	115
3.5.	Mišljenje ispitanika o uspješnosti poduzeća.....	118

4. EKSPERTNA SKUPINA	120
4.1. Izrada upitnika za ekspertnu skupinu	121
4.1.1. Odabir vitkih alata za upitnik	122
4.1.2. Odabir ekonomskih pokazatelja	123
4.1.3. Odabir okolišnih pokazatelja.....	125
4.2. Rezultati analize	127
4.2.1. Deskriptivna analiza	128
4.2.2. Test normalnosti podataka	144
4.2.3. Mann-Whitney U test razlika	145
4.2.4. Spearmanov test korelacija varijabli	147
4.2.5. Izračun rangova alata prema ekonomskim i okolišnim kriterijima	150
5. MODEL UPRAVLJANJA PROIZVODNJOM INTEGRIRANJEM VITKOGA I ZELENOGA MENADŽMENTA	158
5.1. Faktorska analiza	158
5.1.1. Faktori ekonomskih pokazatelja.....	159
5.1.2. Faktori okolišnih pokazatelja	161
5.2. AHP metoda	163
5.2.1. Metoda svojstvenog vektora.....	166
5.2.2. Konzistentnost procjena	166
5.2.3. Određivanje konačnog rješenja	167
5.3. Izrada modela AHP metodom	168
5.3.1. Izračun rangova alternativa	168
5.3.2. Izračun prosječnih rangova faktora	169
5.3.3. Izračun rangova prioriteta kriterija.....	171
5.4. Verifikacija modela upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta.....	172
5.4.1. Testiranje modela pomoću simuliranih podataka.....	173
5.4.2. Testiranje modela pomoću realnih podataka iz poduzeća.....	186

Sadržaj

5.5.	Proširenje modela perspektivom životnog ciklusa proizvoda	194
5.5.1.	Sumirani rezultati LCA analize	195
5.6.	Primjer proširenog modela upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta	198
6.	ZAKLJUČAK	200
6.1.	Ostvareni ciljevi doktorskog rada	200
6.2.	Potvrda hipoteze doktorskog rada	203
6.3.	Ostvareni znanstveni doprinos doktorskog rada	206
6.4.	Buduća istraživanja	206
LITERATURA		208
PRILOZI		220
ŽIVOTOPIS I POPIS JAVNO OBJAVLJENIH ZNANSTVENIH RADOVA		264
BIOGRAPHY		267

PREDGOVOR

Održivi razvoj koji obuhvaća ekonomsku, okolišnu i društvenu perspektivu važna je tema današnjice, a smanjenje utjecaja ljudskih aktivnosti na okoliš jedan je od glavnih prioriteta. Poslovni subjekti, a nadasve proizvodna poduzeća, imaju veliki potencijal doprinijeti smanjenju navedenog utjecaja, stoga je i UN u svojem Planu za održivi razvoj do 2030. godine prepoznao postizanje održive potrošnje i proizvodnje kao jedan od glavnih ciljeva. Danas se veliki naglasak stavlja na koncepte i metode koje integriraju ekonomsku i okolišnu, ali u zadnje vrijeme sve više i društvenu održivost. Jedan od takvih pristupa je 'vitka i zelena proizvodnja'.

Menadžmentu poduzeća na raspolaganju stoje različite metodologije, metode i alati koji im mogu pomoći da svoje poslovanje učine konkurentnim u ekonomskom, okolišnom i društvenom pogledu. Štoviše, poduzeća često nisu sigurna koje od tih alata ili metodologija koristiti kako bi ostvarila svoje ciljeve, najčešće izražene pomoću ključnih pokazatelja uspješnosti. Iz tog razloga, provedeno je istraživanje o utjecaju vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje, kako bi se poduzećima olakšao odabir vitkih alata u skladu s prioritetima koje stavljaju na iste te ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti.

Ovo je jedno od istraživanja koje je provedeno u industriji u koje je kroz intervju uključeno 10 različitih poduzeća, a kroz ekspertnu skupinu 30 eksperata koji se bave vitkim menadžmentom. Motivacija za ovo istraživanje proizašla je iz autorovog iskustva u radu s proizvodnim i uslužnim poduzećima na implementaciji vitkog menadžmenta i izradi LCA studija, ali i stručnog usavršavanja u Indiji na temu integriranog pristupa održivom razvoju, u sklopu doktorskog studija i rada na Fakultetu strojarstva i brodogradnje.

Doktorski rad, osim znanstvenih doprinosa koje je ostvario, može pomoći poduzećima integrirati aktivnosti vitke i zelene proizvodnje, ali i približiti im perspektivu koju im nudi LCA metoda, kako bi vidjeli utjecaje svojih aktivnosti kroz cjeloživotni ciklus proizvoda te da bi, djelujući u pravom smjeru, povećali svoju konkurentsku prednost na tržištu. Još jedan od doprinosa zasigurno je osvještavanje poduzeća, da osim poboljšanja poslovanja mjerenog ekonomskim, mogu poboljšati svoje poslovanje mjereno okolišnim pokazateljima, ukoliko u obzir uzmu integrirani pristup unaprjeđenju te imajući u vidu cjeloživotni ciklus proizvoda.

SAŽETAK

Poduzeća danas koriste različite pristupe kod unaprjeđenja upravljanja proizvodnjom, kako bi poboljšali svoje poslovanje i smanjili svoj utjecaj na okoliš. Zbog velikog broja mogućih pristupa, menadžmentu je teško odlučiti koji će od njih koristiti. Od svih pristupa koji za cilj imaju povećanje efikasnosti najpoznatiji je vitki menadžment ili vitka proizvodnja, dok je za pristupe koji imaju za cilj smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš zajednički naziv zeleni menadžment ili zelena proizvodnja. Ova dva pristupa u poduzećima najčešće naginju tome da rade kao zasebni sustavi, često se boreći za iste resurse. Stoga se nameće pitanje: „Mogu li se postići dodatni sinergijski učinci ukoliko se ova dva pristupa koriste zajedno?“ Integrirani pristup vitke i zelene proizvodnje koji ima u vidu širi utjecaj kroz cjeloživotni ciklus proizvoda i primjenu LCA metode ima potencijal stvoriti takve pozitivne sinergijske učinke, istovremeno djelujući na povećanje efikasnosti i smanjenje utjecaja na okoliš.

U sklopu doktorskog rada provedena je opsežna analiza dostupne literature iz predmetnog područja, kako bi se utvrdili najučestaliji vitki alati, ekonomski i okolišni pokazatelji uspješnosti, ali isto tako i dobila perspektiva trenutnih istraživanja na području integracije vitke i zelene proizvodnje. Nadalje, detaljno su objašnjeni pojmovi i alati iz vitkog menadžmenta te metode i standardi koji se javljaju unutar zelenog menadžmenta. Kako bi se još jasnije definirala povezanost pristupa vitkog i zelenog menadžmenta, provedeno je istraživanje metodom polustrukturiranog intervjua među poduzećima koja su implementirala vitki menadžment u svoje poslovanje.

Rezultati dobiveni analizom literature i provedbe polustrukturiranog intervjua korišteni su kako bi se izradio upitnik pomoću kojeg je ekspertna skupina, koja se sastojala od eksperata iz područja vitkog menadžmenta, ocijenila utjecaj određenih vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti. Na temelju rezultata analize odgovora ekspertne skupine, spoznaja dobivenih kroz polustrukturirane intervjue i analizu literature izrađen je novi model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta. Model je verificiran kroz simulaciju i korištenje realnih podataka iz poduzeća. U radu je također predložena integracija dobivenog modela s LCA metodom, kako bi se dobila perspektiva životnog ciklusa proizvoda.

Na kraju, ovako izrađen model može pomoći poduzećima ostvariti mogućnost poboljšanja poslovanja mjerenog ključnim ekonomskim i okolišnim pokazateljima uspješnosti te pokazateljima utjecaja poslovanja na okoliš kroz cjeloživotni ciklus proizvoda.

SUMMARY

Nowadays companies use different approaches to improve their manufacturing aiming to enhance their business and decrease environmental impact. Due to the large number of possible approaches, management of company has a difficulty to decide which of them to use. Of all the approaches aimed at increasing the efficiency the most famous is lean management or lean manufacturing, while common name for the approaches aimed at reducing the impact on the environment is green management or green manufacturing. These two approaches in companies usually tend to operate as separate systems often fighting for the same resources. Therefore, the question arises whether positive synergy effect can be achieved if these two approaches are used together. An integrated approach to lean and green manufacturing that takes into account the wider impact through the product life cycle and the application of LCA method could bring positive synergy effects by at the same time increasing efficiency and reducing environmental impact.

As part of the doctoral thesis, a comprehensive review of available literature from the subject area was carried out to determine the most commonly used lean tools, economic and environmental performance indicators, but also to gain a perspective of current research on the integration of lean and green production. In addition, the concepts and tools of lean management are explained in detail, as well as the methods and standards that appear within the green management. In order to further define the linkage between the lean and green management, research was conducted using a method of semi-structured interviews inside of companies that have implemented lean management in their work.

The results of the literature review and the execution of a semi-structured interview were used to create a questionnaire by which the expert group, consisting of experts in the field of thin management, assessed the influence of specific lean tools on economic and environmental performance indicators. Based on the results of the expert group's answers analysis, the knowledge gained through the semi-structured interviews and the literature review, a new model of manufacturing management was made by integrating lean and green management. The model is verified through simulation and using real data from the enterprise. The paper also suggests the integration of the new model with the LCA method to achieve a product life cycle perspective.

Finally, thus developed model can help businesses realize the ability to improve their performance measured by key economic and environmental performance indicators and environmental performance indicators throughout their whole product lifecycle.

KLJUČNE RIJEČI

Vitka proizvodnja, zelena proizvodnja, cjeloživotni ciklus proizvoda, upravljanje proizvodnjom, upravljanje okolišem, ISO 14001, održiva proizvodnja.

KEY WORDS

Lean manufacturing, green manufacturing, product life cycle, manufacturing management, environmental management, ISO 14001, sustainable manufacturing.

POPIS SLIKA

Slika 1.1 – Učestalost ekonomskih pokazatelja u literaturi	8
Slika 1.2 – Učestalost okolišnih pokazatelja u literaturi prema određenim aspektima	10
Slika 1.3 – Učestalost vitkih alata u literaturi	11
Slika 2.1 – Demingov ciklus i kontinuirano unaprjeđenje [50]	17
Slika 2.2 – Pet principa vitkog menadžmenta [13]	20
Slika 2.3 – Tok vrijednosti (prilagođeno iz [55]).....	22
Slika 2.4 – Okvir za transformaciju u vitko poduzeće [61]	26
Slika 2.5 – Stanje radnog mjesta prije i nakon što je uveden 5S.....	29
Slika 2.6 – Vrijeme izmjene alata [69].....	32
Slika 2.7 – Vrste aktivnosti kod SMED-a (prilagođeno iz [59]).....	32
Slika 2.8 – Koraci kod SMED alata (prilagođeno iz [59]).....	34
Slika 2.9 – Postupak mapiranja toka vrijednosti	36
Slika 2.10 – Općeniti izgled mape toka vrijednosti trenutnog stanja	37
Slika 2.11 – Izgled mape trenutnog stanja	37
Slika 2.12 – Šest koraka Kaizen metode [73]	39
Slika 2.13 – Kaizen i funkcije organizacije [75]	40
Slika 2.14 – Vrste sustava povlačenja [53]	42
Slika 2.15 – Primjer zaliha gotovih proizvoda u miješanom sustavu povlačenja [86]	46
Slika 2.16 – Primjer proizvodne ćelije U-oblika.....	48
Slika 2.17 – Koncept nula zaliha kod JIT proizvodnje	49
Slika 2.18 – Koncept tri bilance – trobilančni pristup [90].....	51
Slika 2.19 – Povezanost PDCA s ISO 14001 standardom [45]	59
Slika 2.20 – Životni ciklus proizvoda	65
Slika 2.21 – Okvir za procjenu životnog ciklusa [121].....	66
Slika 2.22 – Primjer granica sustava kod LCA [126]	67
Slika 3.1 – Porast broja ISO 14001 certifikata kroz godine [141]	100
Slika 3.2 – Prosječna potrošnja energenata prema godinama i proizvodnim pogonima.....	111

Slika 3.3 – Uspješnost poduzeća prema ekonomskim pokazateljima, sukladno mišljenju ispitanika	119
Slika 3.4 – Uspješnost poduzeća prema okolišnim pokazateljima, sukladno mišljenju ispitanika	119
Slika 4.1 – Omjer eksperata iz akademskog i realnog sektora	121
Slika 4.2 – Primjer skale procjene kod upitnika za ekspertnu skupinu	127
Slika 4.3 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E1	129
Slika 4.4 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E2	130
Slika 4.5 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E3	131
Slika 4.6 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E4	132
Slika 4.7 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E5	133
Slika 4.8 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E6	134
Slika 4.9 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E7	135
Slika 4.10 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E8	136
Slika 4.11 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O1	137
Slika 4.12 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O2	138
Slika 4.13 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O3	139
Slika 4.14 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O4	140
Slika 4.15 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O5	141
Slika 4.16 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O6	142
Slika 4.17 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O7	143
Slika 4.18 – Rang lista vitkih alata prema ekonomskim pokazateljima.....	156
Slika 4.19 – Rang lista vitkih alata prema okolišnim pokazateljima	156
Slika 4.20 – Rang lista vitkih alata prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima	157
Slika 5.1 – Scree plot svojstvenih vrijednosti za ekonomske pokazatelje	160
Slika 5.2 – Scree plot svojstvenih vrijednosti za okolišne pokazatelje	162
Slika 5.3 – Hijerarhijska struktura AHP metode [147]	164
Slika 5.4 – AHP Model vitkog i zelenog menadžmenta	168
Slika 5.5 – Primjer usporedbe jednog para kriterija kod AHP metode	172
Slika 5.6 – Matrica usporedbe parova kriterija za 1. kombinaciju.....	174

Popis slika

Slika 5.7 – Vektor prioriteta kriterija za 1. kombinaciju.....	174
Slika 5.8 – Matrica usporedbe parova kriterija za 2. kombinaciju.....	174
Slika 5.9 – Vektor prioriteta kriterija za 2. kombinaciju.....	174
Slika 5.10 – Matrica usporedbe parova kriterija za 3. kombinaciju.....	174
Slika 5.11 – Vektor prioriteta kriterija za 3. kombinaciju.....	175
Slika 5.12 – Matrica usporedbe parova kriterija za 4. kombinaciju.....	175
Slika 5.13 – Vektor prioriteta kriterija za 4. kombinaciju.....	175
Slika 5.14 – Matrica usporedbe parova kriterija za 5. kombinaciju.....	175
Slika 5.15 – Vektor prioriteta kriterija za 5. kombinaciju.....	175
Slika 5.16 – Matrica usporedbe parova kriterija za 6. kombinaciju.....	176
Slika 5.17 – Vektor prioriteta kriterija za 6. kombinaciju.....	176
Slika 5.18 – Matrica usporedbe parova kriterija za 7. kombinaciju.....	176
Slika 5.19 – Vektor prioriteta kriterija za 7. kombinaciju.....	176
Slika 5.20 – Matrica usporedbe parova kriterija za 8. kombinaciju.....	177
Slika 5.21 – Vektor prioriteta kriterija za 8. kombinaciju.....	177
Slika 5.22 – Matrica usporedbe parova kriterija za 9. kombinaciju.....	177
Slika 5.23 – Vektor prioriteta kriterija za 9. kombinaciju.....	177
Slika 5.24 – Matrica usporedbe parova kriterija za 10. kombinaciju.....	177
Slika 5.25 – Vektor prioriteta kriterija za 10. kombinaciju.....	178
Slika 5.26 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta kriterija za svih 10 kombinacija.....	180
Slika 5.27 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta alternativa za svih 10 kombinacija....	181
Slika 5.28 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta alternativa 1., 5., 9., i 10. kombinacije	182
Slika 5.29 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta alternativa 1., 2., 3., 4. i 9. kombinacije	183
Slika 5.30 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta alternativa 5., 6., 7., 8., i 9. kombinacije	184
Slika 5.31 – Matrica usporedbe parova kriterija za poduzeće.....	186
Slika 5.32 – Vektor prioriteta kriterija za poduzeće.....	187

Slika 5.33 – Vizualni prikaz vektora prioriteta kriterija poduzeća u odnosu na vektor prioriteta s jednakim vrijednostima	187
Slika 5.34 – Sortirane vrijednosti globalnih prioriteta alternativa	188
Slika 5.35 – Prikaz performansi modela prema prioritetima kriterija poduzeća.....	190
Slika 5.36 – Dinamički prikaz osjetljivosti modela	191
Slika 5.37 – Dinamički prikaz osjetljivosti modela kod promjene kriterija EF1 za +5 %.....	192
Slika 5.38 – Prikaz gradijenta prioriteta alternativa za kriterij EF1	193
Slika 5.39 – Vizualni prikaz proširenog modela	195
Slika 5.40 – Utjecaj proizvoda kroz cjeloživotni ciklus mjere kroz 5 kategorija utjecaja	197
Slika 5.41 – Primjer rezultata proširenog modela upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta	198

POPIS TABLICA

Tablica 1.1 – Broj pokazatelja i aspekata po standardima	9
Tablica 2.1 – 8 vrsta gubitaka [59].....	24
Tablica 2.2 – Koraci kod 5S alata [63], [64]	28
Tablica 2.3 – Propisi iz područja zaštite okoliša i gospodarenja otpadom [100]	52
Tablica 2.4 – Ključni okolišni pokazatelji prema EMAS standardu (prilagođeno iz [104]) ...	55
Tablica 2.5 – Komponente 6R strategije [60]	62
Tablica 2.6 – Definicija kategorija utjecaja [127].....	67
Tablica 2.7 – Utjecaj smanjenja gubitaka vitkog menadžmenta na okoliš [129].....	71
Tablica 3.1 – Opis ispitanika koji su sudjelovali u intervjuu	75
Tablica 3.2 – Pitanja korištena kod polustrukturiranog intervjua (Prilagođeno iz [48]).....	78
Tablica 3.3 – Učestalost ekonomskih pokazatelja	83
Tablica 3.4 – Razlozi za uvođenje vitkog menadžmenta	84
Tablica 3.5 – Učestalost primjene pojedinih alata u poduzećima	86
Tablica 3.6 – Primjena vitkih alata u Britanskim poduzećima [48]	89
Tablica 3.7 – Učestalost okolišnih pokazatelja	95
Tablica 4.1 – Opis ekspertne skupine.....	120
Tablica 4.2 – Vitki alati koji ulaze u istraživanje	122
Tablica 4.3 – Ekonomski pokazatelji koji ulaze u istraživanje	123
Tablica 4.4 – Opis odabranih ekonomskih pokazatelja.....	124
Tablica 4.5 – Okolišni pokazatelji koji ulaze u istraživanje	125
Tablica 4.6 – Opis odabranih okolišnih pokazatelja	126
Tablica 4.7 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E1	128
Tablica 4.8 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E2	129
Tablica 4.9 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E3	130
Tablica 4.10 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E4	131
Tablica 4.11 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E5	132
Tablica 4.12 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E6	133
Tablica 4.13 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E7	134

Popis tablica

Tablica 4.14 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E8	135
Tablica 4.15 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O1	136
Tablica 4.16 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O2	137
Tablica 4.17 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O3	138
Tablica 4.18 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O4	139
Tablica 4.19 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O5	140
Tablica 4.20 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O6	141
Tablica 4.21 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O7	142
Tablica 4.22 – Shapiro-Wilk test – $p > 0,05$	144
Tablica 4.23 – Mann-Whitney U test razlika ekonomskih i okolišnih pokazatelja	145
Tablica 4.24 – Mann-Whitney U test razlika između sektora	146
Tablica 4.25 – Tumačenje koeficijenta korelacije [142]	147
Tablica 4.26 – Rezultati Spearmanovog testa korelacija okolišnih pokazatelja	148
Tablica 4.27 – Rezultati Spearmanovog testa korelacija – godine iskustva, ekonomski i okolišni pokazatelji	149
Tablica 4.28 – Prosječni rangovi vitkih alata prema ekonomskim pokazateljima	151
Tablica 4.29 – Prosječni rangovi vitkih alata prema okolišnim pokazateljima	152
Tablica 4.30 – Prosječni rangovi vitkih alata prema ekonomskim, okolišnim i skupnim pokazateljima	155
Tablica 5.1 – Tablica svojstvenih vrijednosti za ekonomske pokazatelje	159
Tablica 5.2 – Opterećenja ekonomskih faktora prema varimax metodi rotacije	160
Tablica 5.3 – Popis ekonomskih pokazatelja u faktorima	161
Tablica 5.4 – Tablica svojstvenih vrijednosti za okolišne pokazatelje	161
Tablica 5.5 – Opterećenja okolišnih faktora prema Varimax metodi rotacije	162
Tablica 5.6 – Popis okolišnih pokazatelja u faktorima	163
Tablica 5.7 – Saatyeva ljestvica prioriteta [149]	165
Tablica 5.8 – Vrijednosti RI slučajnih indeksa [149]	167
Tablica 5.9 – Ponderi vitkih alata prema ekonomskim faktorima	170
Tablica 5.10 – Ponderi vitkih alata prema okolišnim faktorima	171
Tablica 5.11 – Vektori prioriteta kriterija za svih 10 simuliranih kombinacija	178

Popis tablica

Tablica 5.12 – Vektori globalnih prioriteta alternativa prema svakoj od 10 kombinacija	179
Tablica 5.13 – Opis poduzeća koje ispunilo upitnik	186
Tablica 5.14 – Vektor globalnih prioriteta alternativa za poduzeće	188
Tablica 5.15 – Iznosi utjecaja proizvoda u svim fazama životnog vijeka proizvoda kroz 5 kategorija (prilagođeno iz [156]).....	196
Tablica 6.1 – Učestalost ekonomskih pokazatelja u literaturi.....	221
Tablica 6.2 – Učestalost okolišnih pokazatelja	225
Tablica 6.3 – Učestalost vitkih alata u literaturi.....	232
Tablica 6.4 – Shapiro-Wilk test normalnosti podataka	254

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Značenje oznake
A		Matrica usporedbe parova kriterija
A_{nor}		Normalizirana matrica usporedbe parova
AP	$kg (SO_2 - ekv.)$	Potencijal zakisljevanja (<i>engl. Acidification potential</i>)
$B^{(j)}$		Matrica usporedbe parova alternativa prema kriteriju
CI		Indeks konzistentnosti
CR		Omjer konzistentnosti
d_i		Razlika vrijednosti rangova dvije promatrane varijable
E_P	%	Efikasnost procesa
EP	$kg (PO_4 - ekv.)$	Potencijal eutrofikacije (<i>engl. Eutrophication potential</i>)
GWP_{100}	$kg (CO_2 - ekv.)$	Potencijal globalnog zatopljenja (<i>engl. Global Warming Potential</i>)
H_0		Nulta hipoteza
H_1		Alternativna hipoteza
ODP	$kg (CFC-11 - ekv.)$	Potencijal smanjenja ozonskog sloja (<i>engl. Ozone layer depletion potential</i>)
p		Opažana razina značajnosti
PCC	$kg (C_2H_4 - ekv.)$	Fotokemijska oksidacija (<i>engl. Photochemical oxidation</i>)
r_s		Spearmanov koeficijent korelacije
RI		Slučajni indeks konzistentnosti
S		Matrica prioriteta alternativa
s_{ij}		Ocjena prioriteta i -te alternative s obzirom na j -ti kriterij
$s^{(m)}$		Vektor težina alternativa po svakom kriteriju
TH	$kom / s, min, h$	Propusnost (<i>engl. Throughput</i>)
T_K	min / kom	Takt kupca
t_L	s, min, h	Vodeće vrijeme (<i>engl. Lead Time</i>)
t_{NVAT}	s, min, h	Vrijeme u kojem se ne dodaje vrijednost proizvodu
t_{VAT}	s, min, h	Vrijeme u kojem se dodaje vrijednost proizvodu
v		Vektor globalnih prioriteta alternativa
v_i		Vrijednost globalnog vektora prioriteta dodijeljena i -toj alternativni

Popis oznaka

Oznaka	Jedinica	Značenje oznake
w		Vektor prioriteta kriterija
WIP	<i>kom</i>	Rad u procesu (<i>engl. Work in process</i>)
λ_{max}		Maksimalna svojstvena vrijednost matrice $\mathbf{A}$

POPIS KRATICA

Kratika	Značenje kratice
3BL	Trobilančni pristup (<i>engl. Triple Bottom Line</i>)
3P	Proces, ljudi, svrha (<i>engl. Process, People, Purpose</i>)
3R	Smanjenje (<i>engl. Reduce</i>), Ponovno korištenje (<i>engl. Reuse</i>) i Recikliranje (<i>engl. Recycle</i>)
5S / 6S	Vitki alat za održavanje radnog mjesta produktivnim i sigurnim
6R	3R plus Obnova (<i>engl. Recover</i>), Redizaj (<i>engl. Redesign</i>), Ponovna proizvodnja (<i>engl. Remanufacture</i>).
6σ	Šest sigma (<i>engl. Six Sigma</i>)
AK	Akademski sektor
AHP	Analitički hijerarhijski proces (<i>engl. Analytic Hierarchy Process</i>)
ANM	Metoda aditivne normalizacije (<i>engl. Additive Normalization Method</i>),
CP	Čistija proizvodnja (<i>engl. Cleaner Production</i>)
DES	Diskretna simulacija događaja (<i>engl. Discrete Event Simulation</i>)
DFMA	Dizajn za proizvodnju i montažu (<i>engl. Design for Manufacture and Assembly</i>)
DMAIC	Metoda unaprjeđenja bazirana na 5 koraka: definiraj, izmjeri, analiziraj, unaprijedi, kontroliraj (<i>engl. Define, Measure, Analyze, Improve and Control</i>)
EM	Upravljanje okolišem (<i>engl. Environmental management</i>)
EMAS	Europski sustav upravljanja okolišem i neovisnog ocjenjivanja zajednice (<i>engl. The European Eco-Management and Audit Scheme System</i>)
EMS	Sustav upravljanja okolišem (<i>engl. Environmental Management Systems</i>)
En-Lean	Okolišni vitki menadžment (<i>engl. Environmentally Lean</i>)
EPA	Američka agencija za zaštitu okoliša (<i>engl. United States Environmental Protection Agency</i>)
EPD	Okolišna deklaracija proizvoda (<i>engl. Environmental Product Declaration</i>)
EU	Europska unija
FIFO	Prvi ulazi prvi izlazi (<i>engl. First in first out</i>)
FMEA	Analiza uzroka i efekta grešaka (<i>engl. Failure modes and effects analysis</i>)
FP	Financijski pokazatelj uspješnosti

Popis kratica

Kratica	Značenje kratice
GALP	Vitka i zelena proizvodnja (<i>engl. Green and lean production</i>)
GMM	Metoda geometrijske sredine (<i>engl. Geometric Mean Method</i>)
GP	Zelena proizvodnja (<i>engl. Green Production</i>)
GRI	Globalna inicijativa za izvještavanje (<i>engl. Global Reporting Initiative</i>)
IC	Kategorije utjecaja (<i>engl. Impact Categories</i>)
ISO	Međunarodna organizacija za standardizaciju (<i>engl. International Organization for Standardization</i>)
JIT	Proizvodnja upravo na vrijeme (<i>engl. Just In Time Manufacturing</i>)
KPI	Ključni pokazatelji uspješnosti (<i>engl. Key Performance Indicators</i>)
LCA	Procjena životnog ciklusa (<i>engl. Life Cycle Assessment</i>)
LCI	Analiza inventara životnog ciklusa (<i>engl. Life Cycle inventory analysis</i>)
LCIA	Procjena utjecaja životnog ciklusa (<i>engl. Life Cycle Impact Assessment</i>)
LEI	<i>Lean Enterprise Institute</i>
MPIs	Menadžerski pokazatelji uspješnosti (<i>engl. Management performance indicators</i>)
NN	Narodne novine
NVAA	Aktivnosti koje ne donose vrijednost, ali su neophodne (<i>engl. Non-Value Adding Activities</i>)
NVAT	Vrijeme u kojem se ne dodaje vrijednost ali je neophodno (<i>engl. Non-Value Adding Time</i>)
OHSAS	Sustav upravljanja zdravljem i sigurnošću na radu (<i>engl. Occupational health and safety management systems</i>)
OP	Operativni pokazatelj uspješnosti
OPIs	Operativni pokazatelji uspješnosti (<i>engl. Operational performance indicators</i>)
PDCA	Demingova metoda unaprjeđenja bazirana na koracima: planiraj-uradi-provjeri-djeluj (<i>engl. Plan-Do-Check-Act</i>)
PMS	Upravljanje uspješnošću procesa (<i>engl. Process Performance Management</i>)
PRC	Pravila kategorije proizvoda (<i>engl. Product Category Rules</i>)
RH	Republika Hrvatska
ROI	Povrat na investiciju (<i>engl. Return on investment</i>)
RS	Realni sektor

Popis kratica

Kratica	Značenje kratice
SMED	Brza izmjena alata (<i>engl. Single Minute Exchange of Die</i>)
SMM	Održivo mapiranje proizvodnje (<i>engl. Sustainable Manufacturing Mapping</i>)
SIPOC	Dobavljač-input-proces-output-kupac (<i>engl. Supplier-Input-Process-Output-Customer</i>)
SPC	Statistička kontrola procesa (<i>engl. Statistical process Control</i>)
TP	Tržišni pokazatelj uspješnosti
TPM	Potpuno (ukupno, cjelovito) produktivno održavanje (<i>engl. Total Productive Maintenance</i>)
TPS	Toyota proizvodni sustav (<i>engl. Toyota Production System</i>)
TQM	Ukupno upravljanje kvalitetom (<i>engl. Total Quality Management</i>)
UN	Ujedinjeni narodi (<i>engl. United Nations</i>)
UNEP	Programa ujedinjenih naroda za okoliš (<i>engl. the United Nations Environmental Program</i>)
VAA	Aktivnosti koje donose vrijednost (<i>engl. Value Adding Activities</i>)
VAT	Vrijeme u kojem se dodaje vrijednost (<i>engl. Value Adding Time</i>)
VAVE	Analiza i inženjerstvo vrijednosti (<i>engl. Value Analysis Value Engineering</i>)
VSM	Mapiranje toka vrijednosti (<i>engl. Value stream mapping</i>)
WA	Aktivnosti koje ne donose vrijednost tj. čisti gubitak (<i>engl. Waste activities</i>)
WT	Vrijeme koje je čisti gubitak (<i>engl. Waste Time</i>)
XPS	Proizvodni sustav određenog poduzeća (<i>engl. Company-specific Production System</i>)

1. UVOD

Trenutni uvjeti na globalnom tržištu, kao što su: rast cijena sirovina i njihova dostupnost, povećanje cijena transporta, povećanje konkurencije, ali i rizici vezani uz klimatske promjene, dovode do situacije u kojoj održivo poslovanje predstavlja potrebu svakog poduzeća koju mora ispuniti, a često i konkurentsku prednost. Industrija i aktivnosti koje se u njoj odvijaju potrebne su kako bi se nastavio rast i razvoj čovječanstva. Ono što je očito jest to da one isto tako utječu na okoliš te zbog toga postoji potreba za povećanjem njihove efikasnosti i efektivnosti [1] kao i smanjenja njihovog utjecaja na okoliš, a kako bi se potrebe čovječanstva mogle ostvariti u skladu s kapacitetom ekosustava koji nas okružuje. Dok se ranije u poslovnom svijetu na usklađenost s regulacijama vezanih uz okoliš smatralo dodatnim troškom [1], danas je stvaranje ekonomske održivosti kroz ekološku (okolišnu) održivost sve više uspješna strategija za mnoga poduzeća [2]. U proizvodnim poduzećima problem, a s njime povezan izazov, efikasnosti korištenja energije i resursa poprima sve veću važnost [3]. Efikasnost procesa i korištenja resursa dugi niz godina fokus je istraživanja znanstvenika koji istražuju u području operacijskog menadžmenta, a od modernih proizvodnih sustava očekuje se da istovremeno budu vitki i održivi. Kontrola i upravljanje utjecajem na okoliš postaje sve važnija u proizvodnoj industriji kako se cilj mijenja s konvencionalne „end-of-pipe“¹ tehnologije prema proizvodnim pogonima koji će imati zatvoreni krug materijala, nula otpada i nula ugljika. Europska komisija smatra da, iako je napravljen napredak u rješavanju problema potrošnje i proizvodnje, fundamentalne promjene i značajna unaprjeđenja su potrebna u načinu i praksama vađenja prirodnih resursa te proizvodnji, distribuciji, korištenju i odlaganju proizvoda [4]. To se može postići usklađivanjem proizvodnih modela s upravljanjem okolišem [5]. Ova promjena može biti potaknuta s alatima koji gledaju istovremeno na buduće i sadašnje stanje, naglašavajući kontinuirano unaprjeđenje [6].

Od svih pristupa proizvodnji, a koji za cilj imaju povećanje efikasnosti i shodno tome utjecaja na ekonomsku održivost, najpoznatiji je vitka proizvodnja (*engl. lean manufacturing*). Pristup proizvodnji, i danas poznat kao vitka proizvodnja, postao je integralni dio proizvodne okoline u SAD-u tijekom zadnja četiri desetljeća [7], ali i vodeća proizvodna strategija u svijetu [8], i to kroz različite pristupe bazirane na japanskim filozofijama (JIT, Kanban, Kaizen, TPS i ostali). Izraz vitka proizvodnja prvi puta je spomenut u diplomskom radu kojeg je napisao Krafcik 1988. godine na MIT Sloan School of Management [9]. Engleski izraz „lean“ izabran je kao naziv za Toyota proizvodni sustav (*engl. Toyota Production System (TPS)*) [7]. Toyota

¹ „End-of-pipe“ tehnologija označava obradu i zbrinjavanje otpada nakon što je on već stvoren.

proizvodni sustav je rezultat eksperimenata i inicijativa koje je Taiichi Ohno provodio kroz više od 30 godina u Toyota Motor Company, a formalno je prvi puta predstavljen u SAD-u 1984. godine, kad je osnovana *joint venture* tvrtka između Toyote i General Motorsa pod nazivom NUMMI. Izraz vitka proizvodnja populariziran je u knjizi: „*The Machine that Changed the World*“, koja je nastala kao rezultat istraživanja na MIT-u [10]. Kao što je napisano ranije, koncept vitke proizvodnje evolvirao je iz Toyota proizvodnog sustava [7] u filozofiju menadžmenta, koja se fokusira na povećanje vrijednosti za korisnika kroz smanjenje aktivnosti koje ne donose vrijednost (*engl. Non-value-added (NVA) i waste time – (WT)*) iz lanca vrijednosti ili kroz njihovu potpunu eliminaciju [1], [8], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16]. Gubici su, prema TPS-u, sve ono što ne dodaje vrijednost proizvodu ili usluzi iz perspektive kupca [17]. Vitka proizvodnja povezuje se s uklanjanjem gubitaka iz proizvodnog procesa [7], a da bi uklanjanje gubitaka bilo potpuno, potrebno je listu vitkih gubitaka upotpuniti s gubicima utjecaja na okoliš. Iako je trenutno dostupna mnogobrojna literatura, uključujući knjige i članke, napisana na temu vitke proizvodnje, još uvijek ne postoji dogovor oko načina na koji se definira ili mjeri vitka proizvodnja [7], [18] te je potreban dodatni angažman znanstvenika u ovom području.

S druge strane, pristup proizvodnji koji za svrhu ima smanjenje utjecaja proizvodnje na okoliš poznat je pod nazivom zelena proizvodnja (*engl. green manufacturing*). Samo područje zelene proizvodnje nije još dovoljno istraženo pa se često pod istim pojmom unutar poduzeća nazivaju i ostale strategije, kao što su [11]: Industrijska ekologija, Industrijska simbioza, Eko-efikasnost, Tri stupa održivosti, Eko-efektivnost, Prirodni kapitalizam, Prirodni korak, Zakon biosfere i drugi.

Jedan od mogućih pokazatelja implementacije zelene proizvodnje u poduzeću je i implementacija okolišnih standarada, kao što su EMAS ili više poznati ISO 14001 standard. Korisnost povezana s implementacijom i certifikacijom ISO 14001 opsežno je analizirana u akademskoj literaturi [19], [20], a tri su najučestalija pokazatelja na koja utječe ISO 14001 [19]: utjecaj na okoliš, efikasnost i profitabilnost.

Logika koja stoji iza vitkog razmišljanja s naglaskom na 7 glavnih gubitaka može biti redizajnirana i integrirana u sistemski koncept održivosti. Literatura spominje primjere gdje primjena principa vitkog menadžmenta [7] povećava konkurentnost poduzeća koja ga primjenjuju, ali s druge strane manje je poznat utjecaj vitkog menadžmenta na pokazatelje utjecaja proizvodnje na okoliš [21] te ih je potrebno dodatno istražiti.

U zadnje vrijeme javljaju se istraživanja usmjerena na traženje povezanosti između inicijativa povećanja efikasnosti u proizvodnji i inicijativa smanjenja utjecaja na okoliš, pod zajedničkim nazivom vitka i zelena proizvodnja (*engl. lean and green manufacturing*) [22], [23], [24], [25], [26], [27]. Iz menadžerske perspektive, vitka proizvodnja i prakse upravljanja utjecajem na okoliš su sinergističke u smislu njihovog fokusa na smanjenje gubitaka i neefikasnosti [12]. Iako se vitka proizvodnja smatra najutjecajnijom paradigmom u proizvodnji i postoje brojni izvori, vitka i zelena proizvodnja je relativno nova tema i postoji malen broj istraživanja, a u znanstvenim člancima [27] predlažu se daljnja istraživanja na ovu temu, kako bi joj se dala jasna i strukturirana znanstvena (istraživačka) definicija. Rezultati istraživanja omogućit će veću preglednost dosad istraženog područja, ali isto tako olakšati primjenu vitke i zelene proizvodnje unutar poslovnih subjekata.

Važno je za napomenuti da neki izvori literature ukazuju na to da provođenje vitkih i zelenih programa pospješuje poslovne rezultate [1], [28]. Yang i drugi [12] je proveo istraživanje na 309 međunarodnih poduzeća iz prerađivačke industrije i njegovo istraživanje sugerira da je iskustvo u vitkoj proizvodnji pozitivno povezano s praksama upravljanja utjecajem na okoliš.

1.1. Dosadašnje spoznaje

Do informacija predstavljenim u ovom poglavlju došlo se kroz analizu dostupne literature u znanstvenim bazama *Science Direct* i *Scopus* objavljene do sredine 2016. godine. Navedena pretraga proširena je pretraživanjem radova kroz tražilicu *Google Scholar*. U obzir su uzeti samo recenzirani radovi, a kod pretrage su korištene sljedeće ključne riječi: *Lean and green manufacturing*, *Lean manufacturing and environment*, *Lean and Life Cycle Assessment*. U analizu literature uključeni su i radovi koji su spomenuti u nekom od proanaliziranih radova, a za koje je autor smatrao da su relevantni za ovo istraživanje. Dodatno, pretraženi su i doktorski radovi u *British Library* i *LIBRIS (National Library of Sweden)*, korištenjem istih ključnih riječi. Spoznaje dobivene ovom analizom predstavljene su u nastavku.

Svako poduzeće ima svoj specifičan način rada, a koji se u proizvodnim poduzećima manifestira u obliku vlastitog i samo za to poduzeće specifičnog (vlastitog) proizvodnog sustava (*Company-specific Production System (XPS)*) [18], [29]. Najpoznatiji proizvodni sustav koji je ujedno i najviše istraživani unutar znanstvenih krugova je TPS. Često poduzeća grade vlastite proizvodne sustave na temelju poznatih metodologija, a u posljednje vrijeme često se koristi vitka proizvodnja kao osnova takvih sustava [18]. Usporedno s proizvodnim

sustavom, u većini poduzeća postoje prakse upravljanja utjecajem na okoliš (*engl. environmental management practices*) kao što su [12]:

1. Sustav upravljanja okolišem (*engl. Environmental Management System (EMS)*),
2. ISO 14001 certifikacija,
3. Dizajn za okoliš,
4. Procjena životnog ciklusa proizvoda (*engl. Life Cycle Assessment (LCA)*).

Takvim praksama glavni je cilj povećanje efikasnosti² i efektivnosti³ upotrebe resursa i smanjenje utjecaja proizvodnje na okoliš. Upravo je u povećanju efikasnosti i efektivnosti dodirna točka između vitke i zelene proizvodnje. Iako njihova povezanost i međusobni utjecaj još uvijek nije do kraja ispitan i definiran, postoje određeni primjeri pozitivne veze ova dva sustava [12], [30]. Mnoga vodeća poduzeća implementirala su programe vitke proizvodnje koji su pridonijeli povećanju učinkovitosti, smanjenju troškova, poboljšanom odgovoru na zahtjeve korisnika i drugo [28]. Također, određeni rezultati istraživanja ukazuju da vitki i zeleni programi mogu dovesti do poboljšanja poslovnih rezultata [28].

Još uvijek ne postoji široko prihvaćena i dogovorena metodologija namijenjena mjerenju razine implementacije zelene i vitke proizvodnje, iako su u zadnje vrijeme pojedini autori izradili modele [31] u kojima se kombiniraju vitka i zelena proizvodnja, njihovi principi ili samo određeni alati.

Tako su Bergmiller i McCright [28] na teoretskoj razini usporedili modele vitke i zelene proizvodnje te predložili teoretski model vitke i zelene proizvodnje, koji bi se sastojao od vitkog i zelenog sustava upravljanja, tehnika smanjenja gubitaka i poboljšanja poslovnih rezultata te na taj način prikazali paralelnost ova dva pristupa, a drugim znanstvenicima su ostavili zadatak da istraže povezanost ova dva sustava, čime bi se također potvrdila i praktična vrijednost njihovog teoretskog modela.

Pampanelli i drugi [11] predlažu model baziran na vitkom konceptu za upravljanje utjecajem na okoliš, integrirajući vitke i zelene koncepte kroz Kaizen pristup na nivou ćelije. Razvijeni model ima krajnji cilj smanjenje utjecaja proizvodnog procesa na okoliš, ali mu je nedostatak to što je ograničen samo na proizvodnu ćeliju.

Sawhney i drugi [21] su izradili metodologiju En-Lean (*Environmentally Lean*) koja ima za cilj pomoći odrediti vezu između pokazatelja utjecaja poslovanja na okoliš i vitkih principa za

² Efikasnost (*engl. efficiency*) – označuje izvođenje određene aktivnosti na najbolji mogući način s najmanjim gubicima vremena, truda i ostalih resursa.

³ Efektivnost (*engl. effectiveness*) - označuje prikladnost određenog proizvoda ili usluge svrsi za koju se koristi.

specifični proces. Metodologija je napravljena za poduzeća koja se bave obradom metala, a nedostatak je što su neki važni pokazatelji utjecaja na okoliš izostavljeni iz modela, kao što su pokazatelji korištenja materijala i resursa te općenito sustavi upravljanja okolišem.

Zokei i drugi [30] su definirali Vitki i zeleni model poslovnog sustava (*eng. The Lean and Green Business System model*) koji se sastoji od četiri komponente: (1) Implementacija strategije, (2) Upravljanje procesima, (3) Vodstvo i angažman ljudi te (4) Upravljanje lancem nabave. Model je općenit i na višoj razini razmišljanja, dok mu nedostaje mogućnost jednostavne praktične primjene.

Pojedini autori su nadogradili poznati alat vitkog menadžmenta, Mapiranje toka vrijednosti (*engl. Value stream mapping (VSM)*), dodavši u njega komponentu utjecaja na okoliš. Tako su Roosen i Pons [32] proširili VSM, ugrađivši u njega indeks utjecaja na okoliš. Faulkner i Badurdeen [33] uvrstili su u VSM pokazatelje vezane uz utjecaj na okoliš i društvo na proizvodnoj liniji. Verrier i drugi [34] su izradili okvir za vitki i zeleni menadžment, u koji su ugradili indikatore vitkog i zelenog pristupa upravljanju. S druge strane, nerijetko vitki i zeleni sustavi u poduzećima naginju tome da rade kao zasebni sustavi unatoč područjima u kojima se njihove aktivnosti isprepliću [30]. Mihaljević [35] je definirao LEGREM-DHE model, gdje je u alat VSM integrirao praćenje zelenih pokazatelja u sustavima daljinskog grijanja.

Američka agencija za zaštitu okoliša (EPA⁴) navodi 6 koristi koje organizacija može postići ukoliko koordinira vitke i zelene inicijative [36]:

- smanjenje troškova,
- skraćanje dužine toka procesa i smanjenje vodećih vremena,
- smanjen rizik od neusklađenosti sa zakonima i regulativama,
- zadovoljenje očekivanja korisnika,
- poboljšanje kvalitete okoliša,
- poboljšanje morala i angažmana zaposlenika.

Stoga se iz ranije napisanog može napisati pretpostavka da vitki menadžment ima potencijal poboljšanja utjecaja na okoliš [36], a zeleni menadžment može doprinijeti vitkim inicijativama, pružajući holistički pogled na proces [37].

Unaprjeđenja koja se provode kroz inicijative vitke i zelene proizvodnje ne utječu samo na poduzeće u kojem su implementirana, već i na cjeloživotni ciklus proizvoda. Širi utjecaj

⁴ United States Environmental Protection Agency - EPA

primjene vitkih principa kroz cjeloživotni ciklus proizvoda još nije skroz istražen i shvaćen [8]. Shodno tome, potrebno je istražiti kako primjena vitkih principa utječe na zelene pokazatelje, ali i na pokazatelje vezane uz cjeloživotni ciklus proizvoda [38], a što se može postići upotrebom LCA metodologije [39], [40]. Analiza životnog ciklusa je strukturirana, sveobuhvatna i međunarodno standardizirana metoda pomoću koje je moguće kvantificirati sve značajne emisije i korištene resurse te s njima povezane okolišne i zdravstvene utjecaje, kao i probleme iscrpljivanja resursa koji su povezani uz cijeli životni ciklus bilo kojeg proizvoda ili usluge. Perspektiva životnog ciklusa pomaže proizvodnim poduzećima identificirati mogućnosti za unaprjeđenje u njihovom sustavu, ali i kroz sve faze životnog ciklusa proizvoda [41]. LCA je također presudan i snažan pomoćni alat za podršku odlučivanju koji nadopunjuje druge metode potrebne kako bi se potrošnja i proizvodnja na efektivan i efikasan način učinile održivijima.

Neki autori kombinirali su pristupe unaprjeđenja proizvodnje fokusirane na ekonomske pokazatelje s LCA metodom. Tako su Paju i drugi [6] izradili koncept Održivog mapiranja proizvodnje (*engl. Sustainable Manufacturing Mapping (SMM)*) u kojem su kombinirali diskretnu simulaciju događaja (*engl. Discrete Event Simulation (DES)*) s tradicionalnim VSM alatom i LCA. Rezultat SMM koncepta je mapa koja je primjerena za komunikaciju između proizvodnje i menadžmenta. Dok s jedne strane alati za procjenu utjecaja na okoliš, kao što je SMM, zahtijevaju manje truda kako bi ih se prilagodilo trenutnim alatima za modeliranje proizvodnje, s druge strane rade kompromis na cjelovitosti dijela vezanog uz procjenu utjecaja na okoliš.

Vindoh i drugi [41] izradili su alat LCA integrirano mapiranje održive proizvodnje (*engl. LCA integrated sustainable manufacturing mapping*), koji je kombinacija VSM-a i LCA, koji se kombiniraju kako bi se postigla održiva proizvodnja. Ovakav alat uzima u obzir okolišne, ekonomske i društvene pokazatelje, iako u radu nije eksplicitno prikazana povezanost vitkih alata s okolišnim pokazateljima.

Uzevši u obzir prethodno navedene spoznaje, može se zaključiti da je područje vitke i zelene proizvodnje aktualna tema istraživanja, ali povezanost ova dva pristupa još uvijek nije do kraja definirana. Iako sa stanovišta svakog pojedinačnog pristupa već postoje brojna istraživanja, još uvijek je prisutan nedostatak akcijskih istraživanja provedenih unutar poduzeća, kao i metodologije koje bi poduprle njihovu zajedničku implementaciju unutar realnih uvjeta. Kako bi se kod implementacije izbjegla optimizacija na lokalnoj razini, bez uzimanja u obzir šire perspektive utjecaja navedene optimizacije kroz cjeloživotni ciklus

proizvoda, predlaže se korištenje LCA metodologije. Imajući u vidu ranije napisano, potrebno je dodatno istražiti međusobni utjecaj vitke i zelene proizvodnje, kao i utjecaj vitke proizvodnje na ekonomske i okolišne pokazatelje. Samo istraživanje trebalo bi rezultirati praktičnim modelom integracije vitke i zelene proizvodnje, imajući u vidu utjecaj inicijativa unaprjeđenja poslovanja kroz cjeloživotni ciklus proizvoda.

Da bi se omogućilo istraživanje utjecaja vitke proizvodnje na ekonomske i okolišne pokazatelje, kroz analizu relevantne literature istraženi su ekonomski i okolišni pokazatelji koje poduzeća prate, tj. koji se najčešće spominju u istraživanjima. Kako se vitka proizvodnja u poduzeća implementira kroz implementaciju određenih alata, u ovome će se istraživanju ispitati utjecaj tih alata na okolišne i ekonomske pokazatelje. Da bi se dobila informacija o alatima vitke proizvodnje, provedena je analiza relevantne literature o učestalosti pojedinih alata u istraživanjima.

Marr [42] je u svojoj knjizi definirao 75 različitih pokazatelja uspješnosti koje poduzeće može pratiti. On ih je podijelio u sljedeće kategorije:

- financijska perspektiva,
- korisnička perspektiva,
- perspektiva marketinga i prodaje,
- perspektiva operacijskih procesa i lanca opskrbe,
- perspektiva zaposlenika,
- perspektiva korporativne društvene odgovornosti.

Ukoliko se pokazatelje promatra iz perspektive održivog razvoja, možemo ih podijeliti na [43]:

- ekonomske,
- okolišne i
- društvene.

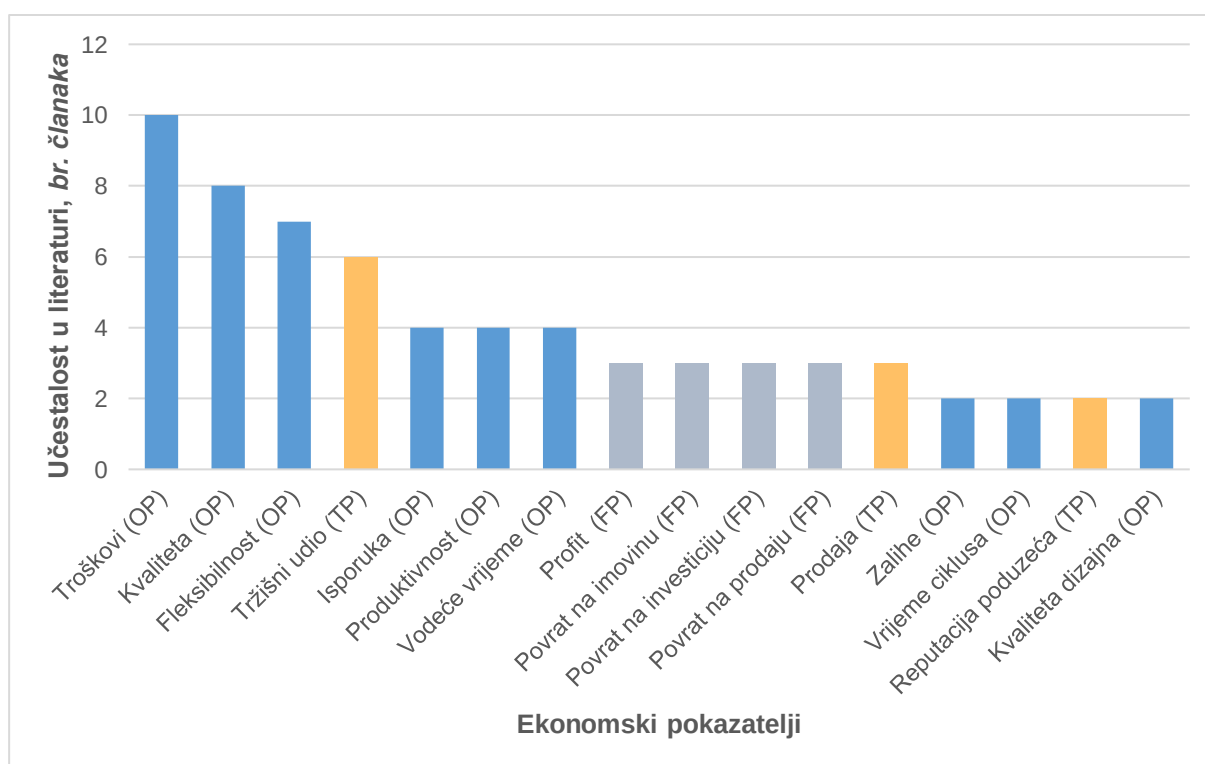
U ovome radu, fokus će biti na ekonomskim i okolišnim pokazateljima uspješnosti. Stoga, da bi se dobila slika o važnosti određenih pokazatelja iz ove dvije kategorije, provedena je analiza literature te su rezultati prikazani u nastavku.

1.1.1. Ekonomski pokazatelji uspješnosti

Svako poduzeće mora pratiti svoje ekonomske pokazatelje, ako već ne zbog vlastitih procesa, onda zato što postoje zakoni i obaveze izvješćavanja prema državnim i upravnim tijelima, kao što je financijska agencija ili porezna uprava. Ekonomski pokazatelji uspješnosti poslovanja mogu se podijeliti u tri kategorije [44]:

- operativni pokazatelji,
- tržišni pokazatelji i
- financijski pokazatelji.

Kako bi se dobila učestalost pojedinih pokazatelja u literaturi, provedena je analiza relevantne literature. Analizom je dobiven podatak da su istraživači koristili 50 različitih pokazatelja, od kojih su se samo njih 16 pojavili više od jednom u literaturi. Od 50 različitih pokazatelja 36 je iz kategorije operativnih, 6 iz kategorije tržišnih, a 8 iz kategorije financijskih pokazatelja. Svih 50 pokazatelja dano je u prilogu 1 (Tablica 6.1). Slika 1.1 prikazuje tih 16 najučestalijih pokazatelja zajedno s brojem izvora literature u kojima su se pojavili.



Slika 1.1 – Učestalost ekonomskih pokazatelja u literaturi

Ukoliko se pogleda Slika 1.1, može se zaključiti da su najučestaliji pokazatelji Troškovi, Kvaliteta, Fleksibilnost i Tržišni udio, a slijede ih Isporuka, Produktivnost i Vodeće vrijeme. Vidi se da većina najučestalijih pokazatelja spada u kategoriju operativnih, a razlog tome

može biti što su analizirani radovi iz područja proizvodnje, a u proizvodnji se veliki naglasak stavlja upravo na operativne pokazatelje. Može se i uočiti da je Tržišni udio najučestaliji od tržišnih pokazatelja. Također, iz iste slike se vidi da su četiri pokazatelja koja opisuju proizvodne ciljeve (Trošak, Kvaliteta, Fleksibilnost i Isporuka) među najučestalijima.

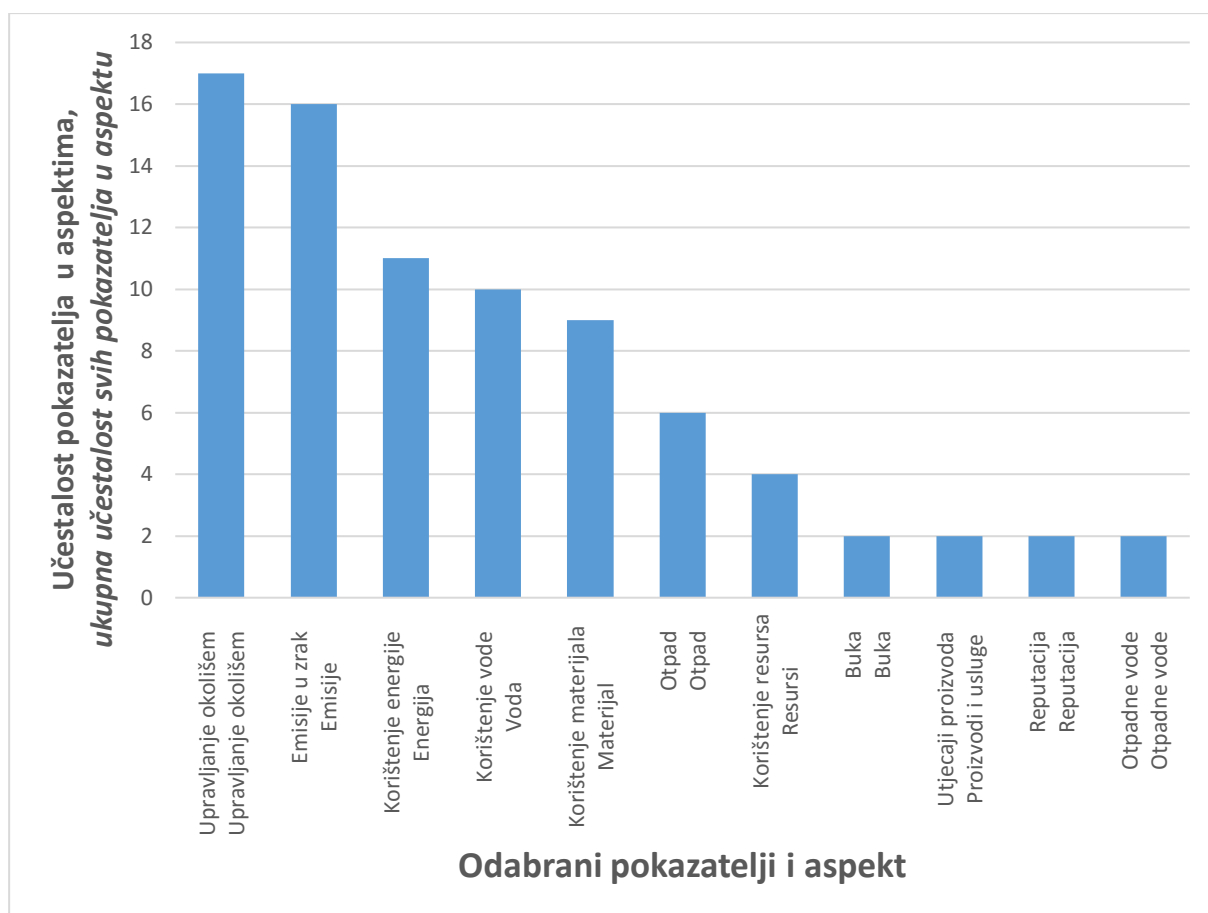
1.1.2. Okolišni pokazatelji uspješnosti

Okolišni pokazatelji prate utjecaj koje aktivnosti određenog poduzeća imaju na okoliš. Postoje različiti standardi kao što su EMAS, ISO 14001 i GRI, koji su definirali većinu dostupnih okolišnih pokazatelja u različitim kategorijama. Tablica 1.1 prikazuje broj pokazatelja u pojedinim standardima te broj aspekata i kategorija u kojima su ti pokazatelji definirani. Kategorija predstavlja skup aspekata i uz te aspekte povezanih pokazatelja, kao što je npr. kategorija Operativni pokazatelji uspješnosti definirana u ISO 14031 standardu. Detaljniji opis navedena tri standarda dan je u poglavlju 2.2.1.

Tablica 1.1 – Broj pokazatelja i aspekata po standardima

Standard	Br. kategorija	Br. aspekata	Br. pokazatelja
ISO 14001 / ISO 14031	3	20	151
EMAS	2	6	-
<i>Global Reporting Initiative (GRI)</i>	-	12	34

Ponovno, kako bi se razumjelo koje pokazatelje poduzeća koriste kako bi upravljali utjecajima na okoliš provedeno je istraživanje dostupne relevantne literature. Analizom je dobiven podatak da su istraživači koristili 75 različitih pokazatelja koje se može staviti u 20 aspekata okoliša. Aspekt okoliša je definiran kao element djelatnosti, proizvod ili usluga koji može s okolišem uzajamno djelovati [45]. Od 20 pronađenih aspekata, u samo njih 11 su se pojavili pokazatelji više od jednom.



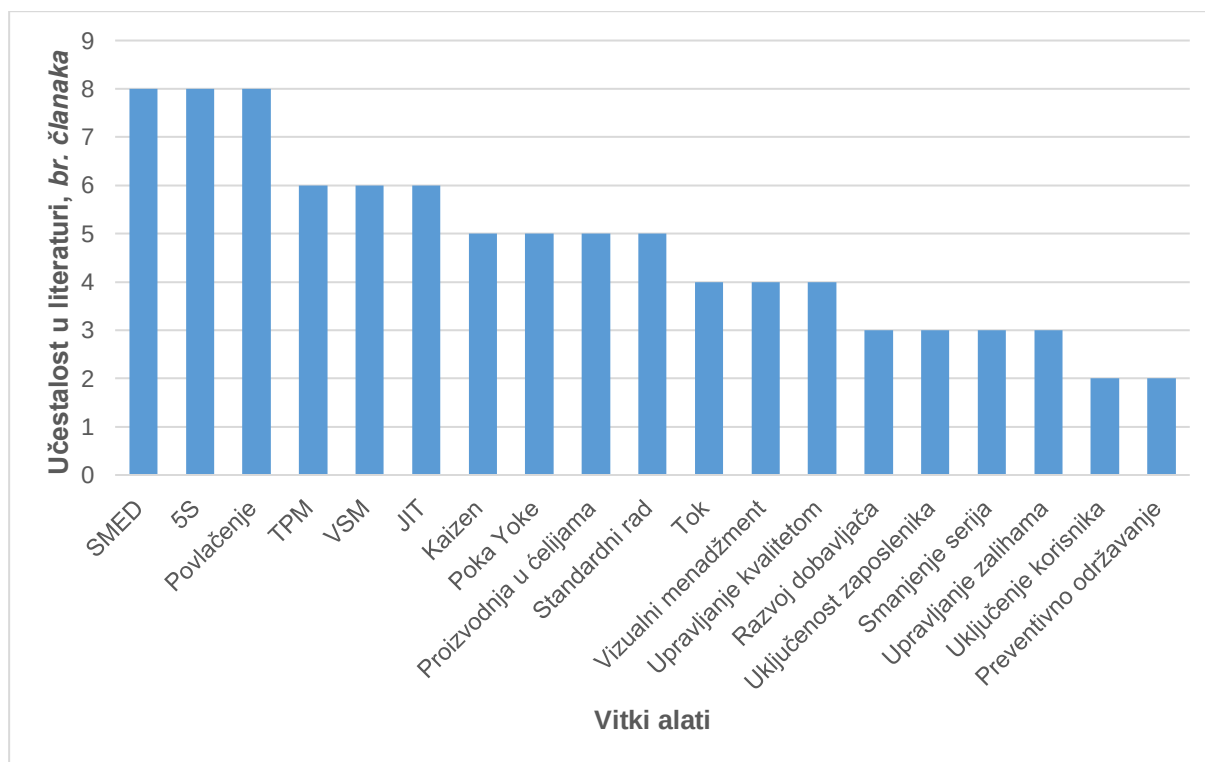
Slika 1.2 – Učestalost okolišnih pokazatelja u literaturi prema određenim aspektima

Slika 1.2 prikazuje da su najučestaliji pokazatelji u aspektima vezanim uz Upravljanje okolišem i Emisije, a zatim slijede Energija, Voda, Materijal, Otpad i Resursi. Najmanje učestali su Buka, Proizvodi i usluge, Reputacija te Otpadne vode.

Za svaki od ranije spomenutih aspekata uzet je jedan pokazatelj koji predstavlja cijelu grupu; tako je za aspekt Emisije uzet pokazatelj Emisije u zrak, dok je za aspekt Energije uzet pokazatelj Korištenje energije itd. Iz provedenog istraživanja se može zaključiti da poduzeća stavljaju naglasak na sustave upravljanja utjecajem na okoliš najčešće kroz certifikaciju prema već ranije spomenutim standardima EMAS i ISO 14001, gdje valja spomenuti da je ISO 14001 ipak najpoznatiji međunarodni standard iz područja upravljanja okolišem. Iako, pojedinačno najučestaliji pokazatelj u poduzećima je vezan uz korištenje energije, što ne čudi s obzirom da je lako povezati korištenje energije s troškovima. Detaljniji prikaz učestalosti okolišnih pokazatelja i aspekata okoliša dan je u prilogu 2 (Tablica 6.2).

1.1.3. Učestalost vitkih alata u literaturi

Analizom literature dobiven je podatak da postoji 46 različitih vitkih alata. Iako, valja uzeti u obzir i činjenicu da ponekad poduzeća, pa samim time i istraživači koriste različite nazive alata iako oni označuju sličan ili isti alat. Učestalost vitkih alata, njih 19, koji su se pojavili u više od jedne literature prikazuje Slika 1.3.



Slika 1.3 – Učestalost vitkih alata u literaturi

Povlačenje, 5S i SMED spadaju u najučestalije alate. Povlačenje je u ovom istraživanju uzeto kao naziv za sve alate koji su bazirani na principu povlačenja, a od kojih je najpoznatiji Kanban. Nakon ova tri najučestalija alata slijede TPM i VSM, JIT, a zatim Kaizen, Proizvodnja u ćelijama i Standardni rad. Detaljniji prikaz učestalosti vitkih alata dan je u prilogu 3 (Tablica 6.3).

1.2. Plan istraživanja i metodologija rada

Da bi implementacija svjetski poznatih pristupa uspjela u određenoj regiji ili zemlji, potrebno ju je prilagoditi uvjetima te regije ili zemlje s obzirom na to da rezultati istraživanja sugeriraju da nacionalna kultura može utjecati na implementaciju vitkog menadžmenta [46]. Industrije različitih zemalja su na različitim stupnjevima razvijenosti, a to vrijedi i za Hrvatsku, čija je industrija drugačija od većine industrija Europske unije, što je potvrdilo i istraživanje koje su Veža i drugi [47] proveli na uzorku od 161 poduzeća, u kojem je zaključeno da je hrvatska industrija na razini 2,15 od 4. Ova činjenica, stoga, zahtijeva prilagodbu, tj. definiranje novih modela koji će uzeti u obzir specifičnosti određene regije ili zemlje, a to je jedan od razloga zbog čega se i provodi ovo istraživanje. U nastavku rada opisan je plan istraživanja, kao i metodologija rada.

U prvoj fazi istraživanja istražena je dostupna literatura u području istraživanja, uključujući znanstvene i stručne radove objavljenje na temu vitke i zelene proizvodnje te cjeloživotnog ciklusa proizvoda, kao i doktorske disertacije objavljene na ovu temu. Informacije dobivene pregledom literature korištene su kako bi se odredili najučestalije korišteni ekonomski pokazatelji uspješnosti, zatim najučestalije korišteni pokazatelji uspješnosti vezani uz utjecaj poslovanja na okoliš (okolišni pokazatelji uspješnosti), kao i najčešće korišteni alati vitkog menadžmenta. Informacije dobivene iz literature, također će se koristiti i kod izrade upitnika za ekspertnu skupinu. kao i kod izrade novog modela.

U drugoj fazi razvijen je instrument za provođenje istraživanja polu-strukturiranim intervjuima. Kako bi se dobili što relevantniji podaci za upitnik namijenjen za ispitivanje ekspertne skupine, u radu je korištena metodologija istraživanja polu-strukturiranim intervjuima. Kvalitativno istraživanje je prikladno u situacijama kada istraživač ima namjeru razumjeti značenje koje sudionici istraživanja daju događajima i situacijama i uzima u obzir kontekst u kojem su se dogodili, a što je upravo važno kod implementacije vitke i zelene proizvodnje. Polu-strukturirani intervjui korišteni su već u istraživanju vitke proizvodnje i utjecaja na okoliš [48], gdje su se pokazali kao dobar instrument znanstvenog istraživanja navedene tematike. U ovom istraživanju oni su korišteni kako bi se dodatno razjasnile informacije dobivene iz literature o povezanosti vitke i zelene proizvodnje, ali i kako bi se što bolje razumjela povezanost programa vitke i zelene proizvodnje unutar proizvodnih poduzeća, uzevši u obzir okolinu u kojoj poduzeća djeluju. Pitanja u intervjuu definirana su na temelju informacija dobivenih pregledom literature, s obzirom na to da pojedini autori [16] preporučuju korištenje već ranije definiranih setova pitanja, kako bi se omogućila kasnija

usporedivost rezultata, ali isto tako dodana su i dodatna pitanja koja su omogućila bolje razumijevanje trenutne situacije.

U trećoj fazi istraživanja, u cilju boljeg razumijevanja funkcioniranja programa vitke i zelene proizvodnje unutar hrvatskih poduzeća, proveden je polustrukturirani intervju s odgovornim osobama za implementaciju i vođenje vitkih i zelenih programa i inicijativa u poduzećima. U obzir su uzeta samo poduzeća koja imaju programe implementacije vitke i zelene proizvodnje starije od godinu dana. Kako se kod izrade modela koristila ekspertna skupina, u ovoj fazi izrađen je upitnik pomoću kojeg su eksperti procijenili utjecaj pojedinih vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje. Upitnik je izrađen na temelju informacija iz literature i informacija dobivenih analizom provedenih polu-strukturiranih intervjuja. Korištenjem navedenog upitnika, provedeno je ispitivanje eksperata iz ekspertne skupine, kako bi se odredio utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti u poduzećima iz prerađivačke industrije. Ekspertnu skupinu činili su eksperti iz realnog sektora i akademske zajednice. Kriterij odabira eksperata iz privrede bio je taj da imaju minimalno 2 godine iskustva u rada na projektima vezanim uz vitku i zelenu proizvodnju. Kriterij za odabir eksperata iz akademske zajednice bio je njihov istraživački rad u području vitke i zelene proizvodnje što se procijenilo kroz njihove objavljene radove, kao i angažman na projektima uvođenja vitke ili zelene proizvodnje. Eksperti su u svojem angažmanu trebali procijeniti koliki je utjecaj pojedinog alata vitke proizvodnje na ekonomske ili okolišne pokazatelje uspješnosti. Informacije dobivene od ekspertne skupine, kao i polustrukturiranim intervjuima, kasnije su korištene kod izrade novog modela.

U četvrtoj fazi istraživanja, temeljeno na podacima dobivenih analizom dostupne literature te upitnika i intervjuja, izrađen je novi model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta. Ovaj je model zatim proširen LCA metodom. Kod analize podataka dobivenih od ekspertne skupine koristile su se primjerene statističke metode, a kod izrade modela korištena je AHP analitička metoda višekriterijalnog odlučivanja.

Peta faza istraživanja obuhvaćala je testiranje modela na simuliranim i realnim podacima iz poduzeća.

1.3. Ciljevi i hipoteze istraživanja

Ciljevi doktorskog rada su:

1. Odrediti utjecaj vitkih alata na ključne ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti poslovanja kroz detaljnu analizu dostupne literature, provođenje upitnika unutar ekspertne skupine, kao i polustrukturiranog intervjua među hrvatskim poduzećima iz prerađivačke industrije.
2. Utvrditi povezanost pristupa unaprjeđenja efikasnosti poslovanja temeljenih na vitkoj proizvodnji s pristupima unaprjeđenja utjecaja na okoliš temeljenih na zelenoj proizvodnji s fokusom na cjeloživotni ciklus proizvoda.
3. Na temelju podataka dobivenih iz dostupne literature, rezultata dobivenih intervjuom i kroz rad ekspertne skupine cilj je izraditi model integriranog upravljanja proizvodnjom, čija će relevantnost biti testirana na realnim podacima iz prakse.

Postavlja se sljedeća hipoteza:

Primjenom integriranog modela upravljanja proizvodnjom kroz paralelno uvođenje vitke i zelene proizvodnje i korištenjem LCA metode ostvaruje se mogućnost poboljšanja poslovanja mjerenog ključnim ekonomskim i okolišnim pokazateljima uspješnosti te pokazateljima utjecaja poslovanja na okoliš kroz cjeloživotni ciklus proizvoda.

Iz danih ciljeva i hipoteze moguće je sumirati ključna istraživačka pitanja.

1. *Koje ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti poslovanja poduzeća koriste te kako vitki alati utječu na njih?*
2. *Postoji li povezanost između pristupa unaprjeđenja efikasnosti poslovanja temeljenih na vitkoj proizvodnji s pristupima unaprjeđenja utjecaja poslovanja na okoliš temeljenih na zelenoj proizvodnji?*
3. *Prate li poduzeća kroz inicijative vitkog menadžmenta smanjenje utjecaja na okoliš?*
4. *Mogu li poduzeća paralelnom primjenom vitkog i zelenog menadžmenta ostvariti mogućnost poboljšanja mjerenog ključnim ekonomskim i okolišnim pokazateljima uspješnosti te pokazateljima utjecaja poslovanja na okoliš kroz cjeloživotni ciklus proizvoda?*

1.4. Očekivani znanstveni doprinos

Očekivani znanstveni doprinosi doktorskog rada su:

1. Izrada novog modela integriranog upravljanja proizvodnjom temeljenog na vitkim i zelenim principima, imajući u vidu cjeloživotni ciklus proizvoda kroz primjenu LCA metode.
2. Utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti.
3. Integracija principa vitke i zelene proizvodnje, uzimajući u obzir cjeloživotni ciklus proizvoda.

1.5. Struktura rada

Prvo poglavlje predstavlja uvod u istraživanje te su u njemu spomenute dosadašnje spoznaje koje je autor stekao u ovom području, kao i: plan istraživanja, metodologija rad, ciljevi rada, hipoteza istraživanja i očekivani znanstveni doprinos.

U drugom poglavlju detaljno je opisan vitki i zeleni menadžment, s time da je kod vitkog menadžmenta fokus stavljen na alate koji su se kroz analizu dostupne literature pokazali najučestalijima.

U trećem poglavlju prikazana je metodologija istraživanja, kao i rezultati istraživanja polustrukturiranim intervjuom te rezultati praćenja utjecaja vitkog menadžmenta na zelene pokazatelje u 7 proizvodnih pogona.

U četvrtom poglavlju detaljno je opisano istraživanje provedeno uz pomoć ekspertne skupine kao i rezultati utjecaja vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje.

U petom poglavlju je na temelju rezultata ranijih istraživanja definiran novi model upravljanja proizvodnjom, koji je zatim proširen LCA metodom i verificiran na simuliranim podacima, kao i realnim podacima jednog poduzeća.

U šestom poglavlju predstavljen je zaključak ovog rada.

2. VITKI I ZELENİ MENADŽMENT

Kao što je navedeno u uvodu, danas poduzeća vide aktivnosti smanjenja utjecaja na okoliš kao priliku i stratešku prednost. Iako je u poduzećima još uvijek prisutna podjela na aktivnosti koje se bave unaprjeđenjem efikasnosti i aktivnosti koje se bave unaprjeđenjem (smanjenjem) utjecaja na okoliš u dva različita odjela, one se često puta isprepliću, a ponekad bore i za iste resurse (novac, radno vrijeme, prostor i dr.). Ove aktivnosti omogućuju sinergijske efekte, u slučaju kada se koriste zajedno. U ovom poglavlju detaljno su objašnjeni pristupi vitkog i zelenog menadžmenta, a predstavljena je i metoda analize životnog ciklusa proizvoda, koja omogućuje praćenje utjecaja proizvoda na okoliš kroz sve faze životnog ciklusa.

Na samom osnovnom nivou, bez obzira radilo se o ekonomskim ili okolišnim unaprjeđenjima, kontinuirano unaprjeđenje zahtijeva efektivno rješavanje problema, a s čime se brojne kompanije teško suočavaju. Istina, poduzeća su postala dobra u implementaciji „vatrogasnih mjera“, tj. uklanjanju posljedica problema, dok je strukturirani pristup rješavanju problema, poput A3 menadžmenta, još uvijek slabo zastupljen. Svatko tko je ikad radio promjenu, zna da je za ostvarenje promjene u procesu potrebno promijeniti i ljude, budući da su njihova vjerovanja i vrijednosti ukorijenjena u kulturi. Stoga će bez praktičnog i kontinuiranog procesa rješavanja problema koji se koristi na dnevnoj bazi postojati rupa u transformaciji koju poduzeće radi u području vitkog menadžmenta. Nadalje, u poduzeću mora postojati povjerenje kako bi se uspješno provodile aktivnosti unaprjeđenja. Bez povjerenja u svoje poslodavce, zaposlenici se ustručavaju priznati probleme i uče da je najsigurnije sakriti ih. Zatim, moraju postojati standardi jer bez standarada nema problema, tj. jako ih je teško definirati. Najvidljiviji standardi su oni povezani uz 5S [49]. Uzevši u obzir ranije napisano, u nastavku su detaljno opisani pojmovi iz vitkoga i zelenoga menadžment, a kako bi se dobila slika o mogućnosti primjene ovih pristupa kod aktivnosti unaprjeđenja.

2.1. Vitki menadžment

Vitki menadžment, tj. u kontekstu proizvodnje vitka proizvodnja, najčešće se opisuje kroz dvije perspektive; prva je filozofska perspektiva u kojoj se fokus stavlja na principe vitke proizvodnje i ciljeve koje želi postići, dok je druga perspektiva vezana uz set praksi upravljanja, alata i tehnika koji se direktno mogu promatrati u proizvodnji [7].

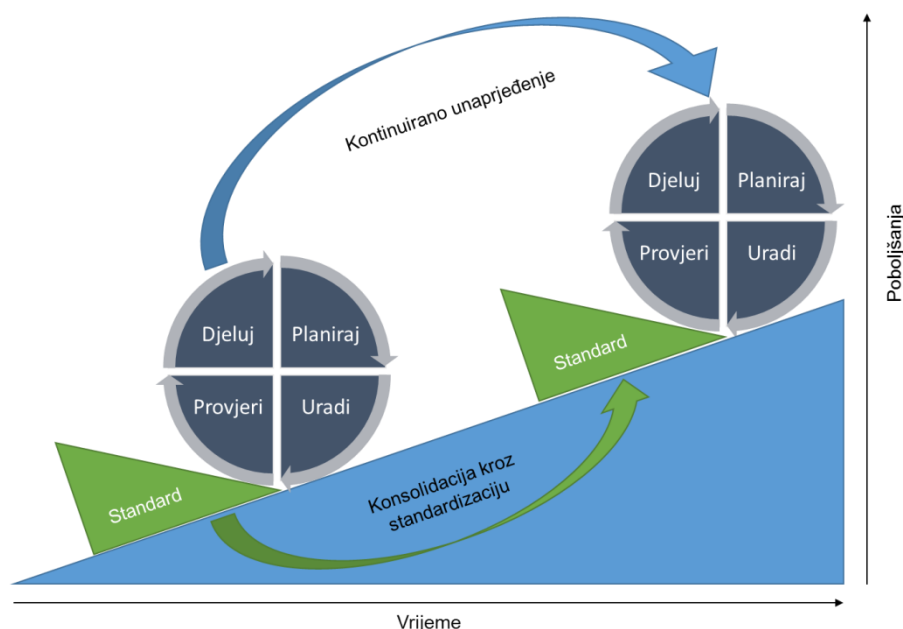
Womack i drugi [10] definirali su vitku proizvodnju kao: „Vitka proizvodnja je vitka jer koristi manje svega u usporedbi s masovnom proizvodnjom. Vitka proizvodnja, dakle, koristi

pola ljudskog truda u tvornici, pola prostora za proizvodnju, pola investicija u alate, pola inženjerskog posla da se razvije novi proizvod u pola vremena, ali i zahtijeva držanje puno manje nego pola potrebnih zaliha, a rezultira u smanjenju grešaka i proizvodnji više i stalno rastućih varijanti proizvoda.“

Kada se govori o vitkom menadžmentu, neizostavno je spomenuti i *Toyota Motor Corporation*, kao jednu od najistraživijih kompanija današnjice, a razlog tome je njezina sposobnost da održi svoj uspjeh kroz protekle godine. Vitki menadžment, tj. vitka proizvodnja, vodeća je proizvodna strategija u svijetu [8], a njen razvoj usko je povezan uz Toyotin proizvodni sustav (TPS).

U samoj srži vitkog menadžmenta potrebno je omogućiti zaposlenicima da prepoznaju probleme i prilike, zatim ih sistematično i zdušno rješavaju, kako bi se pronašao bolji način za obavljanje posla, a zatim se taj novi način mora ponovno verificirati kako bi se dokazalo da je stvarno bolji od prethodnog. Vitki alati, kao što su Kanban, kontinuirani tok i JIT, otkrivaju probleme koji ne bi bili drugačije vidljivi [49].

U osnovi TPS-a, nalazi se učenje W. Edwards Deminga, kojeg se smatra ocem moderne kontrole kvalitete, i njegova metodologija Planiraj-Uradi-Provjeri-Djeluj (*engl. Plan-Do-Check-Act (PDCA)*), koja se često naziva i Demingov ciklus.



Slika 2.1 – Demingov ciklus i kontinuirano unaprjeđenje [50]

Demingov PDCA ciklus osnova je kontinuiranog unaprjeđenja, a kako prikazuje Slika 2.1, PDCA ciklus se kontinuirano ponavlja kako bi se ostvarilo više poboljšanja. Poboljšanja

mogu biti u: kvaliteti, isporuci, vremenu i troškovima. Kako navodi Imai [51], prije nego se krene u unaprjeđenje kroz PDCA, svaki proces se mora standardizirati, a svaki put kad se pojavi abnormalnost u procesu, potrebno si je postaviti pitanje je li ona nastala zbog toga što nije postojao standard, je li se pojavila zato što standard nije poštovan ili zato jer standard nije adekvatan. Tek nakon što se proces standardizira, može ga se unaprijediti.

Kad se promatraju četiri koraka PDCA ciklusa, svaki od njih ima svoje značenje [52]:

1. **Planiraj** – promjenu ili test (eksperiment) kojim se želi postići poboljšanje. Poboljšanje počinje s idejom za unaprjeđenje proizvoda ili procesa, a nastavlja se kroz planiranje eksperimenta. Ovaj korak predstavlja osnovu unaprjeđenja, a loše ili izostanak planiranja može dovesti do neplaniranih troškova, frustracije zaposlenika i, u konačnici, neuspjeha poboljšanja.
2. **Uradi** – ovaj korak označava izvedbu promjene ili provođenje testa prema planu definiranom u prvom koraku. Preporuka je da se započne u malim koracima, tj. ukoliko je planirano provođenje poboljšanja kroz cijeli proces, da se prvo krene s jednim malim segmentom, a zatim proširi kroz cijeli proces.
3. **Provjeri** – znači provjeriti (prostudirati) rezultate. Odgovaraju li rezultati pretpostavkama i očekivanjima definiranim ranije? Što nije bilo u redu? Uvijek je moguće da planirano poboljšanje ne daje željeni rezultat, a upravo je to razlog zašto je važno imati početni plan s kojim će se rezultati moći usporediti.
4. **Djeluj** – znači djelovati u skladu s rezultatima prethodnog koraka. Ukoliko je to potrebno, u ovom koraku se promjena prilagođava, odlučuje se o ponovnom prolasku kroz cijeli krug, ali s drugačijim planom. U krajnjem slučaju, a s obzirom na rezultate prethodnog koraka, promjena se jednostavno odbacuje. Ovdje je važno napomenuti da sve odluke moraju biti bazirane na činjenicama prikupljenim u prethodnom koraku, kao i ciljevima koji se žele postići kroz unaprjeđenje.

Zanimljivo je kako je Toyota prihvatila Demingova učenja te su PDCA ugradili u temelje svojeg proizvodnog sustava, a što je vjerojatno jedan od vodećih razloga za veliki međunarodni uspjeh Toyote.

Vitka proizvodnja je najčešće poistovjećena s eliminacijom gubitka koji se obično mogu pronaći u prekomjernim zalihama i kapacitetu (ljudi i strojeva), koji se pojavljuju kako bi se ublažila varijabilnost u nabavi, vremenu proizvodnje i potražnji. Isto tako, u skladu s Littleovim zakonom [53], zalihe se u sustavu (*engl. Work in Process*) mogu smanjiti na način da se smanji propusnost sustava ili smanjenjem vodećeg vremena. Littleov zakon (izraz 2.1)

pokazuje vezu između prosječne razine rada u procesu u sustavu, prosječne razine propusnosti sustava i vodećeg vremena.

$$WIP = TH \cdot t_L, \text{ kom} \quad (2.1)$$

Gdje je:

WIP – Rad u procesu (*engl. Work in Process*) označava ukupan broj jedinica u promatranom sustavu; za slučaj proizvodnje uključuje sve zalihe između procesa i one jedinice koje se nalaze u obradi na operacijama. Mjerna jedinica: *komadi (kom)*

TH – Propusnost (*engl. Throughput*) je inverzna vrijednost vremena takta. U izračunu mjere, u obzir se uzimaju svi zastoji u raspoloživom vremenu, stoga je propusnost sustava određena i ograničena operacijom koja je usko grlo (operacija koja ima najmanju propusnost). Mjerna jedinica: *komada / vremenska jedinica (npr. kom/h)*

t_L – Vodeće vrijeme (*engl. Lead Time*) je ukupno (apsolutno) vrijeme koje je potrebno proizvodu da prođe kroz cijeli sustav, od narudžbe do isporuke proizvoda kupcu te stoga uključuje sve zastoje (planirane i neplanirane). To je vrijeme koje klijent/kupac sustava vidi kod realizacije zahtjeva. Mjerna jedinica: *vrijeme (dan, sat, minuta, sekunda)*

Sama riječ „vitko“, koja je prijevod engleske riječi „*Lean*“, pojavljuje se prvi put u radovima Krafficka [9] koje je objavio kad je radio na MIT-u u grupi istraživača na IMVP (*engl. International Motor Vehicle Program (IMVP)*) projektu. Jedna od ključnih razlika između proizvodnih sustava baziranih na Fordovoj montažnoj liniji, tad već duboko ukorijenjenih u automobilske industriji i proizvodnog sustava nastalog u Toyoti, bila je razina, odnosno širina odgovornosti koja je dana radnicima na proizvodnoj liniji. Tako Kraffick [9] navodi da je upravo povjerenje i širina odgovornosti koja je dana radnicima na proizvodnoj liniji jedan od glavnih razloga zašto je Toyota 1965. godine bila efikasnija nego „velika trojka“ u Americi (Ford, General Motors i Chrysler). Ali, valja svakako napomenuti da Henry Ford i njegova montažna linija predstavljaju jedan od najvećih doprinosa razvoju proizvodnje, ali i gospodarstva općenito. Brzinu i efikasnost koju je donijela njegova montažna linija omogućila je brz razvoj industrije, a posebno automobilske.

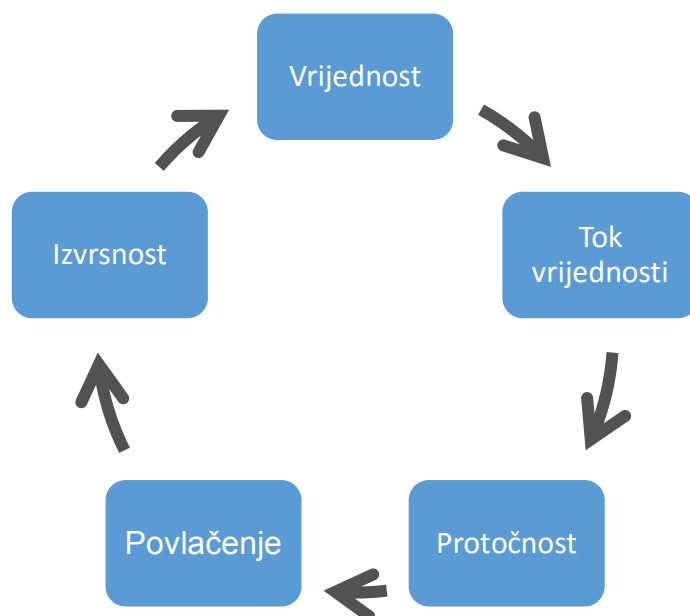
Vitki menadžment je kasnije populariziran kroz knjigu „*The machine that changed the world*“ [10] i djelovanje Jamesa P. Womacka i Daniela T. Jonesa. Navedena knjiga ostvarila je veliku popularnost, ali valja napomenuti da to nije bila prva knjiga koja je govorila o TPS-u i JIT proizvodnji [54], stoga još više intrigira njezina popularnost. Druga knjiga istih autora na temu vitkog menadžmenta, „*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your*

Corporation“ [13], predstavila je temeljne principe vitkog menadžmenta, te prve primjere primjene ovih principa u različitim vrstama industrije.

Vitki menadžment je poznat i primjenjuje se po cijelom svijetu i u većini industrija, ali unatoč velikoj raširenosti sama implementacija vitkog menadžmenta je kompleksan zadatak.

Promatrajući vitki menadžment može se dobiti dojam da on predstavlja jednostavno skup alata koja poduzeća primjenjuju, te kroz primjenu tih alata ona postaju vitka, što naravno nije slučaj. Još su 1996. godine u knjizi „*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*“ [13] autori spomenuli 5 osnovnih principa vitkog menadžmenta kojima bi se trebala voditi poduzeća koja primjenjuju vitki menadžment.

Principe vitkog menadžmenta čine: vrijednost, tok vrijednosti, protočnost, povlačenje te izvrsnost, a prikazuje ih Slika 2.2. Principi vitkog menadžmenta prikazuju se najčešće kao zatvoren krug s obzirom na to da implementacija vitkog menadžmenta predstavlja proces koji nikad ne završava.



Slika 2.2 – Pet principa vitkog menadžmenta [13]

U nastavku je detaljnije opisano svih 5 principa vitkog menadžmenta.

Vrijednost

Vrijednost (definiraj vrijednost) je prvi princip vitkog menadžmenta. Svako poduzeće stvara vrijednost za određenog kupca, stoga u vitkom menadžmentu kupac određuje vrijednost. Ponekad je poduzećima teško definirati vrijednost koju oni daju kupcu kroz svoj proizvod ili uslugu. Jedan od načina kako definirati vrijednost je da se uzme perspektiva kupca.

Tok vrijednosti

Tok vrijednosti (odredi tok vrijednosti), kada je poduzeću jasna vrijednost koju daje kupcu, ono također mora razumjeti na koji način se ta vrijednost stvara u poduzeću, tj. kako vrijednost teče kroz poduzeće.

Tok vrijednosti je definiran kao [13]: „*skup svih aktivnosti potrebnih kako bi se specifičan proizvod (usluga ili kombinacija proizvoda i usluge) dostavio korisniku.*“

Sam tok vrijednosti sastoji se od tri različita toka i njima pripadajućih aktivnosti:

1. tok razvoja: aktivnosti razvoja proizvoda od ideje do lansiranja u proizvodnju,
2. tok informacija: aktivnosti upravljanja od primanja narudžbe do planiranja proizvodnje i isporuke proizvoda,
3. tok materijala: aktivnosti fizičke transformacije, od sirovine do gotovog proizvoda.

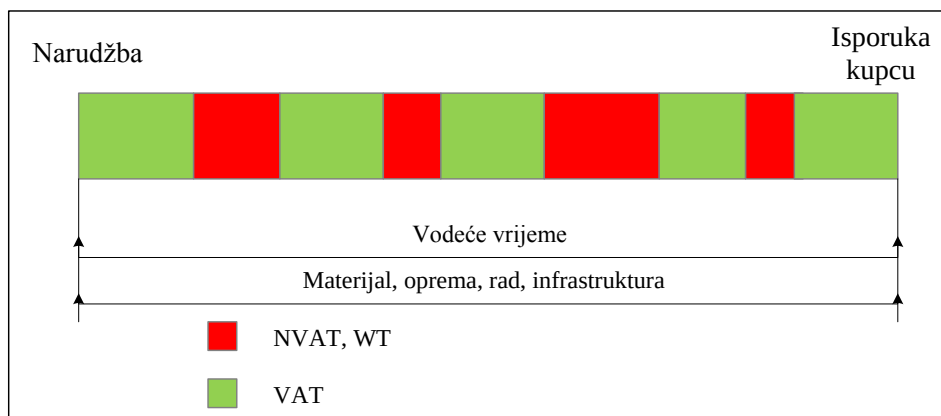
Iz same definicije toka vrijednosti, ali i napisanih aktivnosti koje on uključuje, vidi se da tok vrijednosti počinje s narudžbom kupca, a završava s isporukom proizvoda (Slika 2.3).

Sve vrste aktivnosti koje se događaju u određenom toku vrijednosti mogu se podijeliti u tri osnovne skupine:

1. aktivnosti koje donose vrijednost (*engl. Value Adding Activities (VAA)*),
2. aktivnosti koje ne donose vrijednost, ali su neophodne (*engl. Non-Value Adding Activities (NVAA)*) i
3. aktivnosti koje ne donose vrijednost, tj. čisti gubitak (*engl. Waste activities (WA)*).

Kako ključnu metriku kod vitkog menadžmenta predstavlja vrijeme, a sve aktivnosti podrazumijevaju da će za njihovo izvođenje biti uloženo određeno vrijeme, aktivnosti se dijele u tri skupine s obzirom na to dodaje li njihovo vrijeme ili ne dodaje vrijednost proizvodu. Sukladno tome postoje tri vremena:

1. vrijeme u kojem se dodaje vrijednost (*engl. Value Adding Time – VAT*)
2. vrijeme u kojem se ne dodaje vrijednost, ali je neophodno (*engl. Non-Value Adding Time – NVAT*) i
3. vrijeme koje je čisti gubitak (*engl. Waste Time – WT*)



Slika 2.3 – Tok vrijednosti (prilagođeno iz [55])

Poduzeća koriste različite alate kako bi definirali tok vrijednosti, a najpoznatiji alat je: Mapiranje toka vrijednosti. Mapiranje toka vrijednosti predstavlja vizualni prikaz toka materijala, informacija i razvoja koristeći jasno definirane simbole i pravila. Iako se mapiranje toka vrijednosti najčešće koristi u proizvodnim procesima, česta je njena primjena i u servisnoj industriji. Mapiranje toka vrijednosti detaljnije je objašnjeno u poglavlju 2.1.3.4.

Protočnost

Protočnost (uspostavi tok vrijednosti) je treći princip vitkog menadžmenta i označava način na koji se vrijednost kreće kroz proces. Nakon što je poduzeće definiralo vrijednost iz perspektive kupca, i razumije na koji način ta vrijednost prolazi kroz poduzeće, cilj je da vrijednost prođe kroz sve aktivnosti bez čekanja i u što kraćem vremenu.

Prvi primjer protočnosti dao je Henry Ford, osmisivši montažnu liniju u kojoj je proizvod kontinuirano putovao kroz proizvodnju, bez zaustavljanja na pojedinim operacijama. Kasnije je Ford primijenio ove principe i na proizvodnji dijelova [13].

S vremenom se pojavilo pitanje: "Kako se proizvodna linija može primijeniti u uvjetima proizvodnje gdje postoji velika varijantnost proizvoda, a male količine (*engl. High mix low volume*)?" Upravo kao odgovor na ovo pitanje nastao je vitki menadžment.

Povlačenje

Povlačenje (uspostavi povlačenje) predstavlja četvrti princip vitkog menadžmenta, a znači da prethodna operacija proizvodi samo ono što sljedeća treba, a cijeli proces počinje s povlačenjem vrijednosti od strane kupca.

Današnja poduzeća su još u velikoj mjeri organizirana po funkcionalnoj organizacijskog strukturi, a u takvom okruženju vrijednost putuje između određenih organizacijskih jedinica i odjela, često u velikim serijama i najčešće po principu guranja, u kojem prethodna operacija proizvodi određene dijelove prema radnom nalogu i šalje ih dalje bez obzira treba li ih sljedeća operacija u tom trenutku ili ne. Stoga je jedna od pretpostavki vitkog menadžmenta, a koja bi trebala omogućiti uvođenje principa povlačenja, promjena organizacijske strukture, tj. organizacija poduzeća oko tokova vrijednosti, a ne kao dosad specifičnih funkcija.

Izvrsnost

Izvrsnost (kontinuirano unaprjeđenje), peti princip vitkog menadžmenta predstavlja cilj kojem bi svako poduzeće trebalo težiti. Također, ovaj princip govori o neprekidnom unaprjeđenju svih aktivnosti i procesa u poduzeću, kako bi se stvorila vrijednost za korisnika uz korištenje manje kapitala, vremena, materijala, ljudskog rada i ostalih resursa.

Izvrsnost također znači da poduzeće treba kontinuirano prolaziti kroz prva četiri principa vitkog menadžmenta, kako bi što bolje razumjelo potrebe kupca koje se konstantno mijenjanju, zatim jasno definirao tok vrijednosti, ostvarila protočnost procesa i povlačeći način proizvodnje.

2.1.1. Gubici prema vitkom menadžmentu

Ranije je spomenuto da u toku vrijednosti postoje aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu i one koje ne dodaju. Skupni naziv za aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu je: gubici (*engl. Waste, jap. Muda*). Postoje još dva pojma koja su povezana uz gubitke; prvi pojam je varijacija (*jap. Mura*) koja se javlja u procesu, a drugi je preopterećenje (*jap. Muri*).

Prije nego se objasni pojam gubitak, objašnjeni su pojmovi varijacija i preopterećenje, s obzirom na to da njihova pojava u proizvodnji rezultira pojavom gubitaka.

Mura (varijacija) se javlja svaki put kad je tok vrijednosti prekinut, bilo da je prekinut operator koji izvodi operaciju, tok dijelova ili plan proizvodnje. Varijacija može nastati kad operacije u toku vrijednosti imaju različito trajanje. Mura se može javiti i kao varijacija u kvaliteti. Ukratko napisano, mura znači neregularan ili nedosljedan način angažmana ljudi ili strojeva [51], [56].

Muri ili preopterećenje, bilo radnika, stroja ili procesa često je rezultat određenih abnormalnosti koje se javljaju u tom istom toku vrijednosti [51], [56].

U većini slučajeva, varijacije i preopterećenje će rezultirati s aktivnostima koje ne dodaju vrijednost, dakle gubitcima. Iako se ranije na zapadu vjerovalo da bi eliminacija gubitaka trebala pratiti redoslijed: gubici, varijacija, preopterećenje, danas je jasno kako bi redoslijed trebao biti drugačiji. Poduzeća bi trebala obratiti pažnju na varijacije i preopterećenje te si postaviti pitanje zašto u procesu postoji varijacija koja nije uzrokovana od strane korisnika i kako se ona može izgladiti; zatim je potrebno postaviti pitanje kako se preopterećenje ljudi i opreme može eliminirati iz procesa, a što će u konačnici ubrzati postupak otkrivanja i eliminacije gubitaka [57]. Kad govorimo o gubicima, postoji 8 različitih vrsta aktivnosti koje ne donose vrijednost (gubici). Prvih sedam vrsta gubitaka definirao je još Taichi Ohno [58]: prekomjerna proizvodnja, čekanje, transport, prekomjerna obrada, zalihe, nepotrebni pokreti i škart, dok je osmi gubitak dodan na listu gubitaka kasnije, a predstavlja neiskorištenost ljudskih potencijala. Tablica 2.1 daje objašnjenje svakog pojedinog gubitka.

Tablica 2.1 – 8 vrsta gubitaka [59]

Red.br.	Vrsta gubitka	Opis
1.	Prekomjerna proizvodnja	• Stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržištu. • Stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtijeva. • Slanje uputa prema previše ljudi (ili obratno). • Proizvodnja “za svaki slučaj!”
2.	Zalihe	• Visoke zalihe povezane su sa prekomjernom. proizvodnjom („zamrznuti kapital“ u skladištima). • Više materijala i informacija nego što je potrebno.
3.	Transport	• Nepotrebno kretanje materijala (obradaka) između operacija. • Neučinkovito i nepotrebno slanje informacija. • Neuspješna komunikacija: gubitak podataka, nekompatibilnost, nepouzdanost informacija.
4.	Čekanje	• Vrijeme čekanja materijala između operacija. • Čekanje radnika na strojevima. • Čekanje na podatke, informacije, odluke, potpis, odobrenje... • Čekanje na isporuku (npr. kasni sirovina).
5.	Nepotrebna kretanja	• Loš raspored strojeva - nepotrebno kretanje radnika. • Ljudi se kreću kako bi došli do informacija. • Ručni rad kako bi se kompenzirali nedostaci u procesu.

Red.br.	Vrsta gubitka	Opis
6.	Škart	• Prekid rada zbog grešaka, nepotrebni utrošak vremena i prostora te troškovi za analizu i otklanjanje. • Nepotpune, netočne, nepravodobne informacije.
7.	Prekomjerna obrada	• Predimenzionirani strojevi. • Kriva ili nedostatna tehnološka oprema. • Previše procesa obrade. • Loš dizajn proizvoda, uz previše koraka obrade (presložen proizvod).
8.	Nedovoljno korištenje potencijala zaposlenika	• Zaposlenici nisu uključeni u aktivnosti poboljšanja procesa. • Nejasno definirane uloge, odgovornosti i slobode djelovanja. • Ograničavanje autoriteta i odgovornosti kod donošenja rutinskih odluka.

Zanimljivo je za primijetiti da u prvim principima vitkog menadžmenta nema čovjeka (zaposlenika), što može biti i jedan od razloga zbog čega poduzeća često ne uspiju u implementaciji vitkog menadžmenta [14]. Tek je nedavno Lean Enterprise Institute objavio „Okvir vitkog poduzeća“ (*engl. Lean Enterprise Framework*) u kojem je objašnjena srž implementacije vitkog menadžmenta, a u ovom modelu u središte samog sustava stavljen je čovjek. Čovjek je oduvijek bio u središtu Toyotinog proizvodnog sustava.

2.1.2. Okvir transformacije u vitko poduzeće

Za rastući broj međunarodnih poduzeća koja su uvela ili planiraju implementirati svoj vlastiti vitki proizvodni sustav, problem ne leži u pitanju hoće li takav program biti koristan već kako upravljati njegovom implementacijom [60]. Uvođenje vitkog menadžmenta u proizvodnju predstavlja izazov za menadžment, ali i za sve zaposlenike. Na temelju višegodišnjeg iskustva kod primjene vitkog menadžmenta u različitim organizacijama diljem svijeta, Lean Enterprise Institute (LEI) izradio je svoj Okvir za transformaciju u vitko poduzeće (*engl. The Lean Enterprise Transformation Framework*) kojeg prikazuje Slika 2.4.



Slika 2.4 – Okvir za transformaciju u vitko poduzeće [61]

Transformacija u vitko poduzeće stavlja fokus na procese, ljude i svrhu transformacije, tzv. 3P (*engl. Process, People, Purpose*), tj. poduzeća bi trebala na samom početku transformacije odrediti svoju glavnu svrhu ili kako to engleska literatura navodi: „Pravi sjever“ (*engl. True North*). Da bi poduzeće išlo u pravom smjeru i ostvarilo transformaciju u vitko poduzeće, Okvir za transformaciju u vitko poduzeće navodi pet dimenzija, pet ključnih područja, o kojima treba voditi brigu kod transformacije [61]:

1. **Svrha vođena vrijednostima** – predstavlja početak transformacije. U ovom koraku poduzeće treba definirati svoje ciljeve, ali i svrhu postojanja poduzeća. Pravo vitko poduzeće trebalo bi stvarati vrijednost za korisnika, društvo i zaposlenike. Kako su odgovori na ova pitanja jedinstveni za svako poduzeće, tako će i svaki pristup transformaciji biti jedinstven i karakterističan za svako pojedino poduzeće.
2. **Unaprjeđenje procesa** – prije nego se proces može unaprijediti važno ga je razumjeti. Prije svega poduzeće, kao i svaki zaposlenik u njemu, mora znati koji točno posao on obavlja ili koji problem rješava, kako bi ispunio svrhu poduzeća i ostvario ciljeve. Tek kad su procesi poznati, kao i posao koji se treba obaviti, moguće je tražiti nove načine kako poboljšati taj proces.
3. **Razvoj sposobnosti** – daje odgovor na pitanje kakve sposobnosti naši zaposlenici trebaju kako bi obavili posao kroz procese u poduzeću i riješili problem. Razvoj

sposobnosti kod zaposlenika mora biti kontinuiran proces, kako bi se ostvarila održiva sposobnost unaprjeđenja kod svih zaposlenika i na svim razinama u poduzeću.

4. **Sustav upravljanja** – predstavlja podlogu za razvoj sposobnosti unutar poduzeća, koje će omogućiti razvoj procesa kako bi se obavio posao i ispunila svrha postojanja poduzeća. Sustav upravljanja definiran je i ponašanjem te mekim vještinama lidera (voditelja) kao i svih zaposlenika. Ponašanje lidera unutar poduzeća s jedne strane i pravila o načinu vođenja procesa s druge strane, definiraju sustav upravljanja.
5. **Osnovno razmišljanje, mentalitet i pretpostavke** – nalaze se u samom temelju okvira transformacije poduzeća i utječu na sve aktivnosti. Osnovno razmišljanje određuje kulturu u poduzeću i utječe na brzinu promjena, kao i na spremnost svih zaposlenika na promjene.

Ovih 5 osnovnih dimenzija okvira za transformaciju pomažu menadžmentu usmjeriti unaprjeđenja u pravom smjeru. S druge strane, ovih 5 dimenzija treba nadograditi s konkretnim alatima koji će poduzećima pomoći kod unaprjeđenja; stoga za uspješnu transformaciju, osim principa koji vode organizaciju, potrebni su i alati. Određeni autori definiraju vitki menadžment kao skup alata [62]. Poduzeća mogu koristiti vitke alate kako ostvarila svoju svrhu i na optimalan način isporučila vrijednost kupcu. U nastavku su detaljnije objašnjeni pojedini alati.

2.1.3. Alati vitkog menadžmenta

Dugogodišnja primjena vitkog menadžmenta rezultirala je činjenicom da trenutno postoji puno različitih alata vitkog menadžmenta. Tako je u ovom radu, kroz analizu literature otkriveno 46 različitih alata. Iako postoji veliki broj naziva alata, često oni označavaju iste ili slične alate.

U literaturi se često pojedine metode ili pristupi upravljanju proizvodnjom nazivaju alatima. Razlog prvenstveno leži u činjenici da poduzeća kod definiranja vlastite strategije vitkog menadžmenta ne koriste uvijek isti i standardizirani pristup, već stvaraju svoj vlastiti sustav implementacije na način da od različitih alata i pristupa odabiru samo one dijelove koji im odgovaraju tj. za koje smatraju da će donijeti najviše dobrobiti. Takav je slučaj i npr. s JIT proizvodnjom. JIT proizvodnja je pristup proizvodnji koji je razvijen od strane Toyote, a označava proizvodnju u kojoj resursi potrebni za proizvodnju dolaze upravo na vrijeme, u traženoj količini i kvaliteti. Iako je JIT proizvodnja nastala prije vitkog menadžmenta i

obuhvaćala je skup alata i praksi, danas je čest slučaj da JIT proizvodnja označava samo isporuku dijelova ili materijala na vrijeme i smatra se alatom vitkog menadžmenta.

Ovo je samo još jedan od pokazatelja da vitka proizvodnja, odnosno vitki menadžment još uvijek nisu u potpunosti definirani te je potreban dodatni trud znanstvene zajednice kako bi se jasnije opisala ova metodologija. U nastavku su detaljno opisani najučestaliji alati koji su se koristili u ovom istraživanju.

2.1.3.1. 5S

U proizvodnim sustavima, prije implementacije složenijih alata kao što su TPM ili JIT, mora se uvesti 5S, a posebno je važan kod organizacija koje žele poslovati prema JIT principima; kad se u poduzeću fokus stavi na 5S, postiže se sigurna i čista okolina. Poduzeća često krivo interpretiraju 5S alat te ga smatraju samo alatom za održavanje čistoće u proizvodnom pogonu ili uredu ukoliko se radi o uslužnim procesima, što naravno 5S nije. Danas se 5S koncept proširuje s još jednim dodatnim S, koji označava Sigurnost (*engl. Safety*), stoga se u određenim poduzećima može čuti kako primjenjuju koncept 6S.

Naziv 5S alat dolazi od prvih slova japanskih riječi koje označavaju korake primjene ovog alata. Kao ekvivalent japanskim riječima u literaturi se koriste i engleske riječi koje počinju sa slovom „S“. Kratko objašnjenje svakog koraka prikazuje Tablica 2.2 dana u nastavku.

Tablica 2.2 – Koraci kod 5S alata [63], [64]

Japanski	Engleski	Hrvatski	Značenje
Seiri (整理)	Sort / separate / structure / scrap	Sortirati	Sortirati stvari u danom prostoru i zatim odlučiti što je potrebno, a što nije.
Seiton (整頓)	Set-in-order / straighten / stabilise / simplify / systemise	Postaviti na mjesto	„Mjesto za sve i sve na svojem mjestu“. U danom prostoru na za to predviđenim mjestima se nalaze samo stvari koje trebaju.
Seiso (清掃)	Shine / scrub / sweep / sanitise / spic and span	Očistiti	Očistiti radni prostor, kako bi ga se održalo u funkcionalnom, vizualnom i dobro održivom stanju.
Seiketsu (清潔)	Standardise / stabilise / schedule	Standardizirati	Standardizirati i održati stanje koje je postignuto kroz prethodna tri koraka.

Japanski	Engleski	Hrvatski	Značenje
Shitsuke (躰)	Sustain / standardise / self-discipline	Održati	Proces izgradnje kulture kako bi zaposlenici vidjeli smisao i bili motivirani slijediti pravila definirana u prethodna četiri koraka.

Kad se primjene prva dva koraka, prva dva S-a, radno mjesto postane uređeno, efektivno i logično. Dodavanjem još jednog S, ono postaje čisto, funkcionalno i privlačno za rad. Stoga se može reći da su prva 3 S-a, dobra praksa stvaranja i održavanja urednih radnih mjesta. Četvrti S pomaže kod održanja postignutog rezultata, a peti S označava izgradnju discipline i kulture u organizaciji koja će podržati 5S [63], [64].

Provođenjem svih pet koraka 5S-a, ostvaruju se određeni benefiti. Neki od benefita su [65]:

- štedi vrijeme potrošeno na traženje alata,
- smanjuje količinu hodanja potrebnog kako bi se završili zadaci,
- povećava sigurnost na način da eliminira nepotrebna istezanja, saginjanja i opasnosti od pada,
- povećava pouzdanost opreme,
- standardizira sve korake i na taj način olakšava točniji i lakši prijenos znanja,
- oslobađa vrijedan prostor,
- pomaže postaviti temelje za kulturu kontinuiranog napretka.

Slika 2.5 prikazuje radno mjesto prije i nakon provođenja prva 3 koraka 5S. Već se i ovako na prvi pogled mogu vidjeti ranije navedeni benefiti 5S-a: radno mjesto je urednije, preglednije, a samim time i efikasnije te, naravno, sigurnije.



Slika 2.5 – Stanje radnog mjesta prije i nakon što je uveden 5S

Uspješno uvođenje 5S-a preduvjet je uspješne implementacije vitkog menadžmenta. Većina poduzeća počinje s prva 3 koraka te nakon inicijalnog uređenja radnog mjesta nastavlja s druga 2. Isto tako, čest je slučaj da poduzeća implementiraju samo prva 3 koraka te se nakon nekog vremena cijeli sustav vrati na staro. Upravo iz razloga što održavanje i unaprjeđenje postignutog stanja zahtijeva angažman svih zaposlenika, od presudne važnosti je uključenost te podrška menadžmenta. Na kraju, 5S će pokazati koliko je poduzeće spremno na uvođenje ostalih, složenijih alata vitkog menadžmenta.

2.1.3.2. TPM

Potpuno (ukupno, cjelovito) produktivno održavanje (*engl. Total Productive Maintenance*) predstavlja jedan od pristupa održavanju koji svoje korijene ima u Japanu. Konkretnije, TPM je način upravljanja održavanjem primarno osmišljen kako bi maksimizirao efektivnost oprema, strojeva i uređaja, kroz njihov cijeli život, i to kroz sudjelovanje i motivaciju svih zaposlenika [66]. TPM je fokusiran na povećanje kvalitete opreme, tj. teži maksimalizaciji efikasnosti opreme kroz cjelovit sustav preventivnog održavanja i na taj način produžujući životni vijek opreme [51]. Ni TPM nije izostavljen iz općenitog pristupa kod vitkog menadžmenta da svi zaposlenici moraju biti uključeni, kako bi se ostvario održivi rezultat. Ranije spomenuti alat 5S se može smatrati uvodom u TPM.

Primjena TPM-a imat će najveći utjecaj u sustavima u kojima postoji veća automatizacija procesa, tj. proizvodnjama u kojima postoji veliki udio rada strojeva i opreme. U ovakvim uvjetima, TPM će predstavljati kritičnu komponentu implementacije vitkog menadžmenta, s obzirom na to da je jedan od preduvjeta uvođenju vitkog menadžmenta i velika pouzdanost strojeva i opreme. Unutar TPM definirano je 6 osnovnih gubitaka na koje se može utjecati [67]:

1. zastoji,
2. namještanje i uhodavanje opreme,
3. vrijeme mirovanja i manji zastoji,
4. smanjenje brzine,
5. pokretanje proizvodnje,
6. nedostaci u kvaliteti i dorada.

Ovih 6 gubitaka moguće je eliminirati ili smanjiti pravilnom primjenom TPM-a, ali to zahtijeva drugačiji pristup upravljanju održavanjem, s obzirom na to da tradicionalni način organizacije održavanja, u kojem odjel odražavanja jedini ima zadatak provoditi održavanje

strojeva i opreme, nije funkcionalan u okruženju u kojem se želi postići visoka efektivnost strojeva. Stoga, potrebno je uvesti dodatna pravila i politike, kojima će se osigurati da svaki zaposlenik doprinosi povećanju efektivnosti, kao i pouzdanosti strojeva. Pravila i politike TPM-a sadržani su u pet osnovnih principa TPM-a [67]:

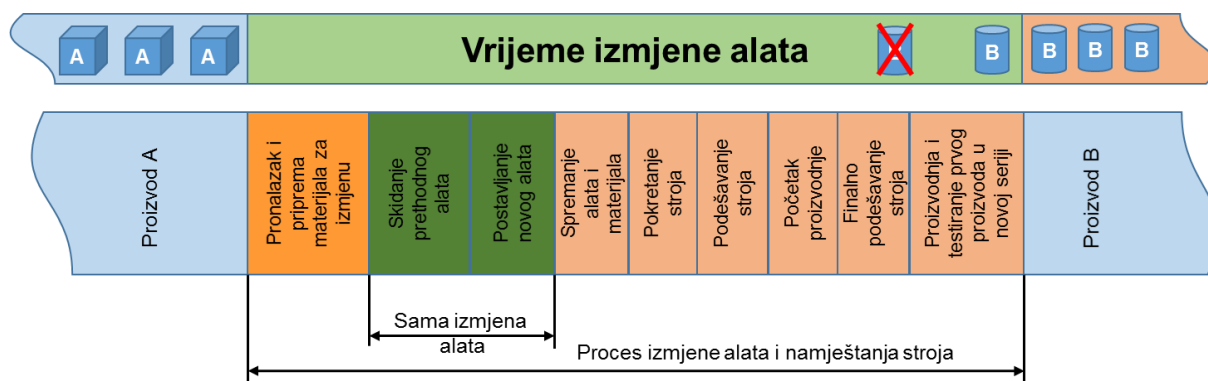
1. Usvojiti aktivnosti unaprjeđenja dizajnirane kako bi povećale ukupnu efektivnost opreme na način da se suoče sa šest gubitaka TPM-a.
2. Unaprijediti postojeće planske i prediktivne sustave održavanja.
3. Postaviti nivo samoodržavanja i čišćenja kojeg će provoditi stručni operateri (zaposlenici koji rade na opremi).
4. Povećati vještine i motivaciju operatera i inženjera kroz individualni ili grupni razvoj.
5. Primijeniti tehnike upravljanja koje će omogućiti da se već u dizajnu proizvoda i procesa omogući da imaju niske troškove tijekom životnog vijeka, na način da se izradi pouzdana i sigurna oprema i procesi koji će isto tako biti lagani za upravljanje i održavanje.

Pouzdana strojevi su preduvjet da bi poduzeće moglo funkcionirati prema principima vitkog menadžmenta, a posebno su važni kod uvođenja sustava povlačenja i smanjenja zaliha u proizvodnji. Upravo iz toga razloga, TPM se najviše primjenjuje u poduzećima u kojima postoji visoka intenzivnost rada strojeva i jedan je od prvih alata koji se uvode.

2.1.3.3. SMED

Smanjenje vremena izmjene alata omogućuje češće izmjene proizvodnog programa i povećava fleksibilnost poduzeća, a što u konačnici omogućava proizvodnju širokog asortimana proizvoda u relativno kratkom vremenskom roku [68].

Vrijeme izmjene alata definira se kao vrijeme potrebno da bi se pripremio stroj, proces ili sustav, a mjeri se kao vrijeme proteklo od završetka proizvodnje zadnjeg dobrog proizvoda iz prethodne serije do završetka proizvodnje prvog dobrog proizvoda iz nove serije. Tako iz definicije proizlazi da je pokretanje stroja dio vremena izmjene alata. Slika 2.6 daje vizualni prikaz procesa izmjene alata.



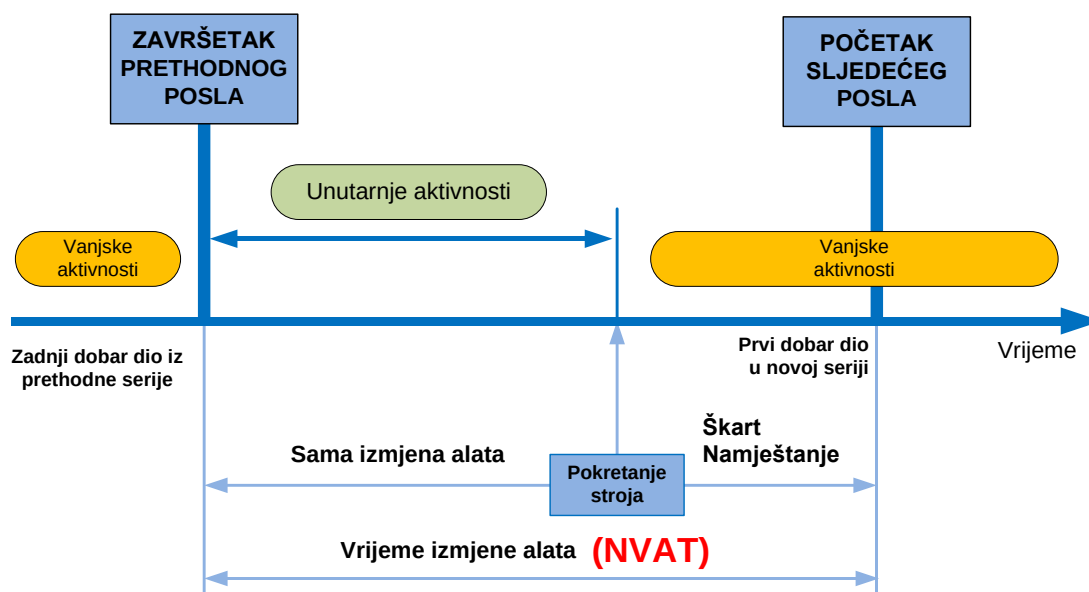
Slika 2.6 – Vrijeme izmjene alata [69]

Najviše vremena u procesu izmjene alata otpada na aktivnosti koje se mogu obaviti za vrijeme kad je stroj još uvijek u radu, kao što su aktivnosti pripreme novog alata i alata potrebnog pri izmjeni.

Jedna od metoda koja poduzećima pomaže da svoje izmjene alata svedu na jednoznačenkaste iznose minuta je i SMED (*engl. Single Minute Exchange of Die*) [70]. SMED se zasniva na pretpostavci da postoje dvije vrste aktivnosti kod izmjene alata:

1. **Unutarnje aktivnosti** – aktivnosti koje se mogu raditi samo kad stroj stoji (npr. skidanje ili postavljanje alata).
2. **Vanjske aktivnosti** – aktivnosti izmjene alata koje se mogu napraviti za vrijeme dok stroj još uvijek radi (npr. dopremanje alata).

Ove dvije vrste aktivnosti prikazuje Slika 2.7.

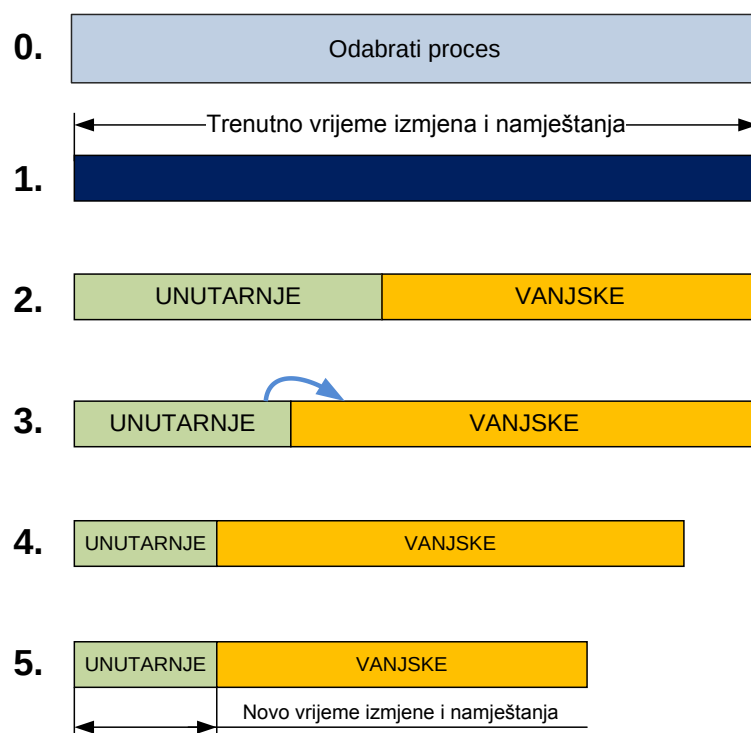


Slika 2.7 – Vrste aktivnosti kod SMED-a (prilagođeno iz [59])

Kod poboljšanja brzine izmjene alata, posebna se pažnja stavlja na prepoznavanje vrste aktivnosti. S obzirom na to da stroj mora stajati za vrijeme unutarnjih aktivnosti, njih se želi prepoznati i optimizirati u najvećoj mogućoj mjeri. Kako bi se uspješno proveo proces poboljšanja brzine izmjene alata, definirano je 6 osnovnih koraka kako primijeniti SMED na pojedinom procesu. Nulti korak prije same primjene SMED-a je odabrati proces na kojem će se on provesti, a kako bi se skratilo vrijeme izmjene alata. Ostali koraci su:

1. Promatrati i izmjeriti trenutni proces. U ovom koraku mogu se koristiti različiti alati, kao što su: VSM, Spaghetti dijagrami i tablice za unos aktivnosti. Za ovaj korak može se iskoristiti i snimanje kamerom, kako bi se cijeli proces mogao naknadno analizirati bez potrebe za zaustavljanjem proizvodnje. Fokus je na dobivanju podataka o procesu izmjene alata, kako bi se mogla u drugom koraku odrediti vrsta pojedine aktivnosti.
2. Razdvojiti aktivnosti u procesu izmjene alata na unutarnje i vanjske. Nakon što su sve aktivnosti u procesu proanalizirane, potrebno je odrediti spadaju li one u unutarnje ili vanjske. Kad se aktivnosti podijele, moguće je skratiti vrijeme u kojem stroj stoji, s obzirom na to da će se većina vanjskih aktivnosti napraviti još za vrijeme dok je stroj u radu.
3. Sve unutarnje aktivnosti, koje god je moguće, potrebno je u trećem koraku promijeniti u vanjske.
4. U četvrtom koraku potrebno je skratiti unutarnje aktivnosti. Skraćenje ovih aktivnosti je vrlo važno jer za vrijeme njihovog odvijanja stroj stoji.
5. Skratiti vanjske aktivnosti je peti i zadnji korak. Ovaj korak označuje smanjenje svih vanjskih aktivnosti, kako bi se smanjilo ukupno vrijeme koje se potroši na izmjenu alata.

Ranije navedene korake SMED alata prikazuje Slika 2.8.



Slika 2.8 – Koraci kod SMED alata (prilagođeno iz [59])

Nakon što su provedeni prethodni koraci SMED-a, važno je novodostignuto stanje standardizirati, kako bi se svaka sljedeća izmjena alata obavila prema novom standardu i u predviđenom vremenu.

SMED je nastao kao rezultat devetnaestogodišnje detaljne analize teoretskog i praktičnog aspekta unaprjeđenja procesa izmjene alata pod vodstvom Shigeo Shingoa [70], koji je angažiran u Toyoti kao vanjski konzultant 1955. godine [54]. Ovaj alat predstavlja jedan od temeljnih alata vitkog menadžmenta i posebno je koristan u okruženju u kojem postoji puno različitih proizvoda koji se proizvode u malim količinama, iako je početak SMED-a vezan uz automobilsku industriju.

2.1.3.4. Mapiranje toka vrijednosti

Mapiranje toka vrijednosti (*engl. Value Stream Mapping (VSM)*) je postupak vizualizacije toka vrijednosti koristeći standardizirane simbole i informacije dobivene iz procesa. Kao što je već spomenuto ranije, tok vrijednosti određene grupe proizvoda sastoji se od toka materijala, toka informacija i toka razvoja. Sama vrijednost, koja je u proizvodnim poduzećima u obliku proizvoda, prolazi kroz predefinirane aktivnosti unutar poduzeća pa stoga tok vrijednosti predstavlja sve one aktivnosti (koje dodaju vrijednost proizvodu i koje ne dodaju) trenutno potrebne da bi se proizvod proizveo. Kad se uzme u obzir cijeli tok

vrijednosti, moguće je postići poboljšanje cjeline, a ne samo dijelova tog istog toka vrijednosti [71]. Mapiranje toka vrijednosti provodi se kako bi se olakšalo razumijevanje trenutnog stanja procesa u proizvodnji, a često izrađena mapa toka vrijednosti predstavlja temelj za donošenje odluka o izradi novog rasporeda radnih mjesta i strojeva unutar pogona. Stoga je Mapiranje toka vrijednosti fundamentalna tehnika unutar vitkog menadžmenta koja ima primarnu svrhu identificiranja gubitaka i prilika za povećanje vrijednosti.

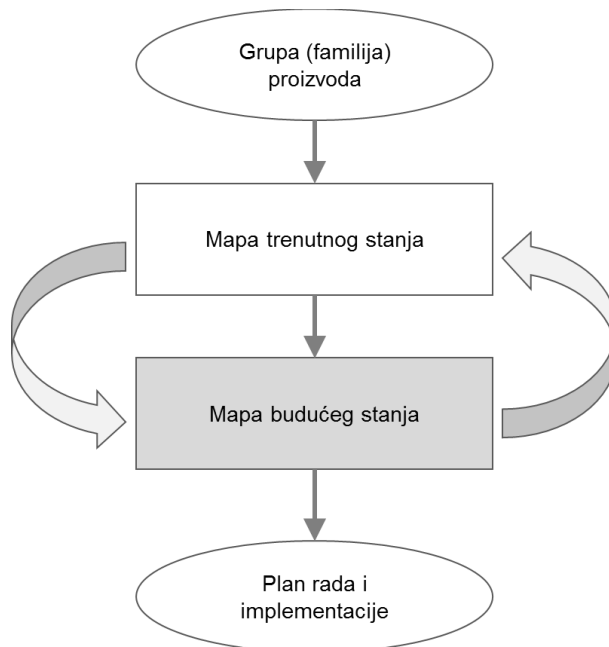
Kako je iz mape trenutnog i budućeg stanja moguće izračunati egzaktno brojke vezane uz vitku metriku, može se vrlo lako doći do zaključaka imaju li smisla navedena unaprjeđenja. S druge strane, mapiranje toka vrijednosti se još naziva i tehnika papir-olovka, što bi značilo da se informacije potrebne za izradu mape trenutnog stanja uzimaju direktno iz procesa, a to pak znači da osoba ili tim koji izrađuje takvu mapu mora ići direktno u proizvodnju kako bi dobio realne podatke o procesu. Stoga se dolazi i do zaključka da mapa toka vrijednosti predstavlja jedan trenutak u proizvodnji, što valja uzeti u obzir i kod izrade mape trenutnog stanja i mape budućeg stanja.

U svakoj organizaciji postoje gubici, a uspjeh leži u sposobnosti organizacije da prepozna te gubitke te da ih na strukturiran način eliminira iz procesa. Upravo je mapiranje toka vrijednosti alat koji može u tome pomoći. Kad se sumira značenje ovog alata, može se zaključiti da je mapiranje toka vrijednosti bitan alata jer [6]:

- Vizualizira sve procese u proizvodnji (npr. montaža, zavarivanje, itd.) i omogućava pogled na cijeli tok.
- Osim što omogućava da se vidi svih 8 gubitaka, isto tako pomaže da se vide i izvori tih gubitaka u tokovima vrijednosti.
- Daje jednostavan jezik za razgovor o proizvodnim procesima.
- Povezuje zajedno koncepte i tehnike vitkog menadžmenta olakšavajući na taj način donošenje odluka.
- Daje bazu za plan implementacije budućih poboljšanja, na način da vizualizira buduće stanje toka vrijednosti.
- Prikazuje vezu između toka materijala i toka informacija, što nijedan drugi alat ne omogućuje.
- Mapiranje toka vrijednosti je kvalitativni alat kod kojeg se detaljno opisuje trenutno stanje procesa u tvornici kao i buduće stanje, tj. kako bi tvornica trebala raditi, a sve u cilju postizanja neometanog toka vrijednosti. Dodatno, dobiveni brojevi su dobri za

kreiranje osjećaja hitnosti provođenja poboljšanja, a mapiranjem toka vrijednosti izrađuje se i plan na koji će se način djelovati na te brojeve.

Mapiranje toka vrijednosti zahtjevan je proces, a sastoji se od četiri glavna koraka koja prikazuje Slika 2.9.



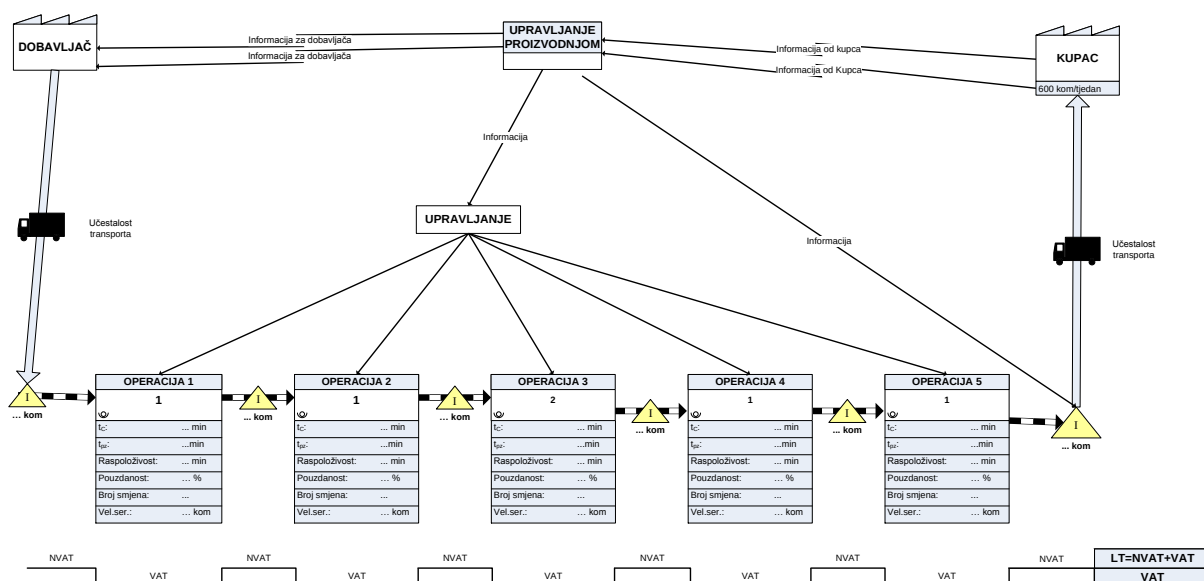
Slika 2.9 – Postupak mapiranja toka vrijednosti

Koraci kod izrade mape toka vrijednosti detaljnije su objašnjeni u nastavku.

Prvi korak je određivanje grupe proizvoda za koju se izrađuje mapa toka vrijednosti. Grupu proizvoda predstavljaju proizvodi koji prolaze kroz iste aktivnosti ili operacije unutar poduzeća. U ovom koraku preporuča se napraviti i Parreto analizu (ABC analiza), kako bi se odredilo koja grupa proizvoda je najznačajnija, a kriterij može biti količina proizvedenih proizvoda u jednoj godini.

Drugi korak je izrada mape trenutnog stanja. Kod izrade mape toka vrijednosti važno je da u njezinoj izradi sudjeluju osobe koje direktno rade u konkretnom toku vrijednosti. Kao što je spomenuto ranije, podaci potrebni za mapu toka vrijednosti trenutnog stanja dobivaju se direktno iz operacija.

Izgled mape trenutnog stanja ovisi o vrsti procesa za koji se izrađuje, ali i o industriji, iako će većina mapa u proizvodnim procesima imati oblik kako to prikazuje Slika 2.10. Za izradu mape toka vrijednosti koriste se standardizirani simboli, a neki od tih simbola prikazani su i na slici u nastavku.



Slika 2.10 – Općeniti izgled mape toka vrijednosti trenutnog stanja

Za izradu mape trenutnog stanja mogu se koristiti i *post-it* papiri (Slika 2.11), s time da je i u tom slučaju važno da se prije samog mapiranja procesa, cijeli tim spusti u proizvodnju i zajedno prođe kroz cijeli tok vrijednosti.



Slika 2.11 – Izgled mape trenutnog stanja

Kad se izradi mapa trenutnog stanja, ona se analizira te se izračuna ključna metrika povezana uz trenutno stanje. U osnovu metrike spadaju izračun takta kupca (T_K), zatim određivanje vodećeg vremena (engl. *lead time* (t_L)) i efikasnosti procesa.

Takt kupca

Takt prikazuje učestalost zahtjeva za proizvodom u jednom danu, tj. kojim tempom bi proizvodi trebali biti proizvedeni, a da zadovolje potrebe kupca za tim proizvodom.

$$\text{Takt kupca } (T_K) = \frac{\text{raspoloživo vrijeme po smjeni}}{\text{broj zahtjeva kupca po smjeni}}, \text{ min/kom} \quad (2.2)$$

Vodeće vrijeme

Vrijeme koje protekne od narudžbe kupca da isporuke proizvoda kupcu, a uključuje i vrijeme u kojem se dodaje vrijednost (t_{VAT}) i vrijeme u kojem se ne dodaje vrijednost proizvodu (t_{NVAT}).

$$t_L = t_{NVAT} + t_{VAT}, \text{ min} \quad (2.3)$$

Efikasnost procesa

Efikasnost procesa prikazuje omjer aktivnosti koje dodaju vrijednost u odnosu na aktivnosti koje ne dodaju vrijednost u određenom toku vrijednosti.

$$EP = \frac{t_{VAT}}{t_L} \cdot 100, \% \quad (2.4)$$

Gdje je:

EP – efikasnost procesa, %.

t_{VAT} – vrijeme trajanja aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu (VAT), min.

t_L – vodeće vrijeme, min

U trećem koraku se na temelju mape početnog stanja i kroz analizu uočenih mogućnosti za poboljšanje, izrađuje mapa budućeg stanja. Mapa budućeg stanja predstavlja željeno stanje koje poduzeće želi postići. Ponovno se izračuna metrika kao i za trenutno stanje, a dobiveni iznosi služe kao podloga za odlučivanje o daljnjim koracima. Izgled mape budućeg stanja ovisi o planiranim poboljšanjima, ali osnovna struktura mape se ne mijenja.

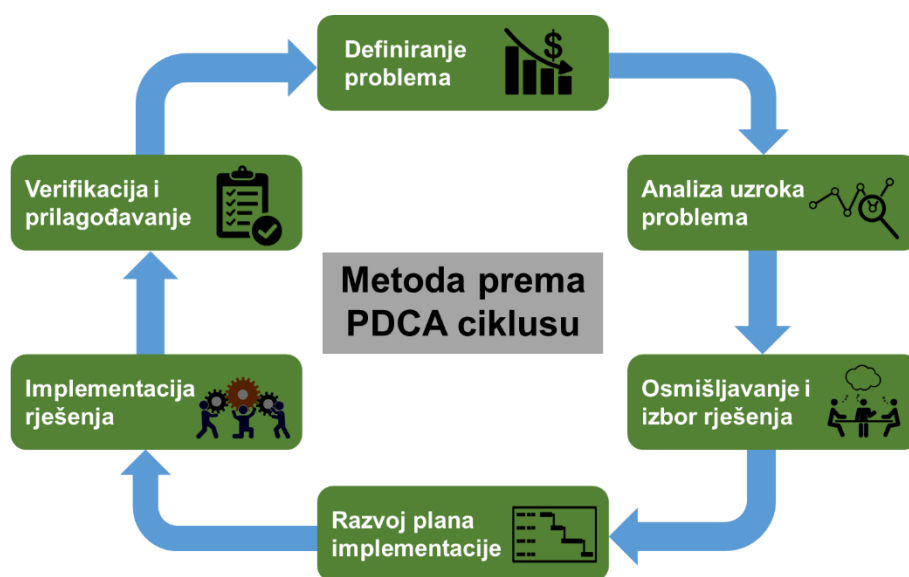
Četvrti korak označava izradu plana rada i plana implementacije. Kako sad postoji razlika između mape trenutnog stanja i mape budućeg stanja koja predstavlja željeno stanje, potrebno je izraditi plan rada i implementacije, kako bi se definirale aktivnosti koje treba poduzeti da se postigne to željeno buduće stanje. Vrlo je važno u sklopu aktivnosti mapiranja toka

vrijednosti definirati plan rada, budući da bi se u obratnom slučaju moglo dogoditi da mapa budućeg stanja ostane tek neostvarena želja lijepo prikazana na velikom papiru.

I na kraju procesa mapiranja toka vrijednosti, prethodna četiri koraka bi predstavljala čisti gubitak za poduzeće, ukoliko se aktivnosti definirane u planu rada i implementacije ne bi provele u djelo. Kad se kroz aktivnosti definirane u planu rada i implementacije realizira mapa budućeg stanja, ranije izrađena mapa budućeg stanja se prilagodi realnim vrijednostima iz toka vrijednosti i ona postaje nova mapa trenutnog stanja na temelju koje se rade nova unaprjeđenja. Kako je mapiranje toka vrijednosti jedan od alata vitkog menadžmenta, vidi se da je i u njemu ugrađen PDCA ciklus unaprjeđenja.

2.1.3.5. Kaizen

Prevedeno s japanskog, *kaizen* znači „kontinuirano unaprjeđenje“. Ova riječ implicira unaprjeđenje koje uključuje sve – kako menadžere, tako i radnike – a povezano je s relativno malo troškova [51]. Dodatno, Kaizen je metodologija kontinuiranog napretka bazirana na PDCA ciklusu, a u kontinuirani napredak uključuje sve od radnika na liniji do menadžera [72]. U ovoj definiciji vidi se duboka povezanost Kaizena s Demingovim PDCA ciklusom, ali i važnost da svi budu uključeni u Kaizen aktivnosti - od radnika na liniji do top menadžmenta (Slika 2.13). Kaizen predstavlja strukturirani način rješavanja problema koji se sastoji od 6 osnovnih koraka koje prikazuje Slika 2.12.



Slika 2.12 – Šest koraka Kaizen metode [73]

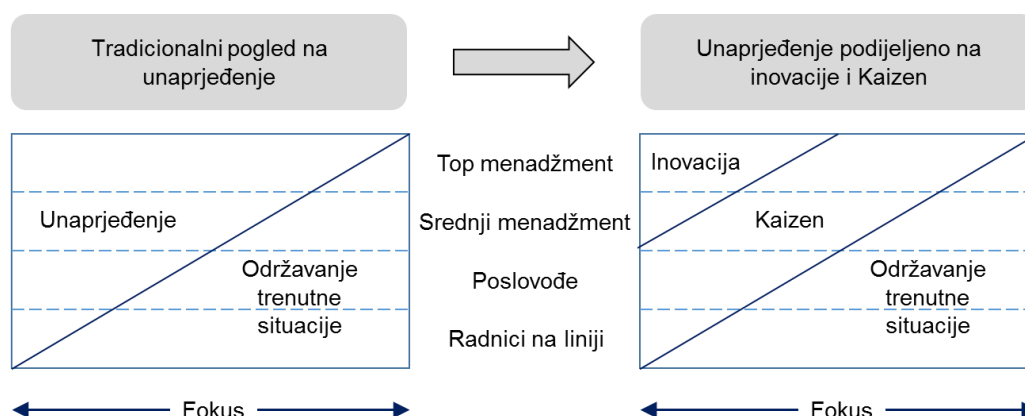
Rezultat Kaizen strategije su unaprjeđenja u kvaliteti, troškovima i isporuci, a kako je Kaizen strategija kontinuiranog unaprjeđenja okrenuta korisnicima, za pretpostaviti je da će Kaizen aktivnosti s vremenom dovesti da povećanja zadovoljstva korisnika [74].

Ukoliko Kaizen nije top prioritet visokog menadžmenta, bilo kakva inicijativa da se uvede u poduzeće bit će kratkog vijeka.

Kaizen se oslanja na dva glavna cilja [11]:

- **Razvoj kulture rješavanja problema** – s fokusom na analizu i rješavanje problema kroz primjenu znanstvenog i strukturiranog razmišljanja. Unutar vitkog menadžmenta postoji niz alata i tehnika koje imaju za cilj poboljšati procese i eliminirati gubitke, a razvoj kulture rješavanja problema je ključ primjene vitkog načina razmišljanja.
- **Uključenje ljudi** – Kaizen stavlja ljude u središte sustava i počiva na stalnom angažmanu i naporu svakog zaposlenika koji su konstantno i na svim razinama uključeni u aktivnosti poboljšanja. Uz dodatan naglasak na edukaciju i učenje, stvara se poticajna okolina s održivim rezultatima i otvorenosti prema kreativnosti i unaprjeđenjima.

Kako prikazuje Slika 2.13, tradicionalni pogled na unaprjeđenje može se razdvojiti na dva dijela: inovacije i Kaizen. U tom slučaju, Kaizen predstavlja svakodnevna mala poboljšanja, dok inovacije predstavljaju veće promjene, koje zahtijevaju duži razvoj, a često i veći budžet.



Slika 2.13 – Kaizen i funkcije organizacije [75]

Vrlo je važno da poduzeće ima dobro definirane ciljeve, kao bi i aktivnosti unaprjeđenja bile usmjerene prema njihovom ostvarenju. Kaizen bez cilja može se poistovjetiti s putovanjem

bez destinacije, a Kaizen je najefektivniji kad svi rade kako bi postigli cilj kojeg postavlja menadžment [51].

Postoji više različitih vrsta Kaizena kao što su Gemba Kaizen, Dnevni Kaizen, Kaizen radionica, a svima je u osnovi kontinuirano rješavanje problema i uključenost svih zaposlenika. Najučestaliji oblik od ranije spomenutih je Kaizen radionica koja je jednodnevni ili višednevni događaj na kojem se rješava određen problem na strukturiran način. Kaizen radionica zaposlenicima služi i kao trening iz vještina rješavanja problema, ali i kao način motivacije svih uključenih kako bi kasnije lakše proveli planirane aktivnosti unaprjeđenja [55], [76]. Za uspješnost Kaizen radionice, važno je da na njoj sudjeluju svi zaposlenici koji su uključeni u proces u kojem se nalazi definirani problem.

Kako je rješavanje problema u osnovi Kaizena, razvijeni su različiti alati koji strukturiraju taj proces i olakšavaju rješavanje problema. Samo neki od alata su: 5 puta zašto (*engl. 5Why*), Ishikawa dijagram (*engl. Ishikawa diagram*) poznat još pod nazivom dijagram uzroka problema ili riblja kost, zatim SIPOC (*engl. Supplier-Input-Process-Output-Customer (SIPOC)*) dijagram, FMEA (*engl. Failure modes and effects analysis (FMEA)*), Studija rada i vremena i dr. Svi ovi nabrojani alati imaju svrhu olakšati proces rješavanja problema i tako pomoći zaposlenicima kod provođenja unaprjeđenja.

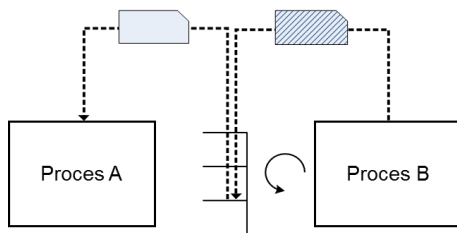
U suprotnosti s Kaizenom nalazi se Kaikaku, što označava unaprjeđenje kroz velika, najčešće skupa unaprjeđenja [77].

2.1.3.6. Povlačenje

Povlačenje (*engl. Pull*) je širi koncept koji podrazumijeva povlačenje materijala kroz proizvodnju, dakle prethodna operacija proizvodi samo ono što sljedeća treba; za razliku od „guranja“ (*engl. Push*) materijala kroz proizvodnju, gdje prethodna operacija proizvodi po nalogu, bez obzira što sljedećoj operaciji treba. Kod „guranja“, proces počinje na prvoj aktivnosti i pri završetku aktivnosti gura proizvod u daljnju proizvodnju te tako sve do njenog završetka. S obzirom na neujednačeno vrijeme pojedine aktivnosti, broj proizvoda u radu se gomila i produžuje ukupno trajanje procesa [78].

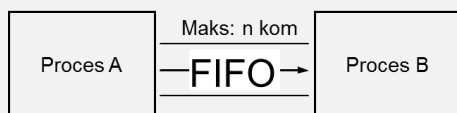
Slika 2.14 dana u nastavku prikazuje primjer tri različite vrste sustava povlačenja. Uz prikaz pojedinog sustava, dan je i kratki opis u kakvim vrstama proizvodnih procesa se mogu koristiti.

Supermarket sustav povlačenja



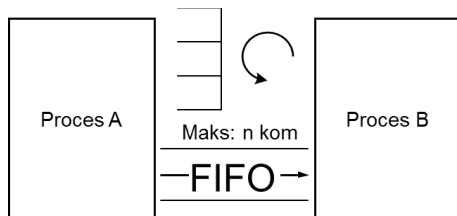
- Poznat pod nazivom „Tip A“ sustav povlačenja ili sustav nadopunjavanja
- Regulira proizvodnju i isporuku uzvodnih procesa najčešće kroz Kanban
- Najčešće se primjenjuje kod proizvodnje proizvoda i dijelova koji imaju visok volumen s niskom varijacijom u potražnji

Sekvencijalni sustav povlačenja



- Poznat pod nazivom „Tip B“ sustav povlačenja ili jednostavno FIFO linija
- Regulira proizvodnju i isporuku uzvodnih procesa kroz reguliranje maksimalne (ponekad i minimalne) količine proizvoda u FIFO liniji
- Najčešće se primjenjuje u sustavima visoke varijantnosti proizvoda, proizvodnji prema narudžbi / jedinstvenih proizvoda, dijelova ili usluga

Miješani sekvencijalni i supermarket sustav povlačenja



- Poznat pod nazivom „Tip C“ sustav povlačenja ili miješani Kanban
- To je hibridni sustav Tipa A i Tipa B

Slika 2.14 – Vrste sustava povlačenja [53]

Jedan od najpoznatijih alata koji se bazira na principu povlačenja je Kanban i on predstavlja organizaciju proizvodnje pomoću kartica kojima se kontrolira rad u procesu (WIP) na pojedinim operacijama, tj. Kanban se koristi kao indikator potražnje, odnosno signal, pomoću kojega komuniciraju aktivnosti u nizu [58].

Stoga je Kanban u određenoj literaturi [79] definiran kao podsustav Toyotinog proizvodnog sustava koji je osmišljen kako bi kontrolirao razinu zaliha, proizvodnju i dobavu komponenata, a u određenim slučajevima i sirovi materijal. Kao i neki drugi sustavi, Kanban je originalno napravljen kako bi zadovoljio specifične potrebe jednog poduzeća, u ovom konkretnom slučaju, Toyote. Samim time, Kanban je morao raditi u specifičnim proizvodnim i tržišnim uvjetima koji nisu specifični za sve organizacije. Stoga Kanban ima određena ograničenja [79] i nije adekvatan u situacijama u kojima: postoji nestabilna potražnja,

procesno vrijeme je nestabilno, postoje nestandardizirane operacije, dugo vrijeme pripreme stroja, velika varijantnost proizvoda te nesigurnost u isporuci sirovina. Zbog ovih ograničenja, u literaturi [79] se spominje da postoje čak 32 različite vrste Kanban sustava. Primjena Kanban sustava zahtijeva reorganizaciju i promjenu upravljanja procesima koristeći ključne principe implementacije Kanbana [58]:

1. Nivelirati proizvodnju i uravnotežiti raspored u svrhu postizanja čim niže varijabilnosti.
2. Izbjeći kompleksne informacijske kontrole i hijerarhijske raspodjele.
3. Povlačenje dijelova bez Kanbana ne smije biti moguće.
4. Povlačiti se smije samo trenutno potreban proizvod.
5. Povlačenje mora biti ograničeno samo na trenutno potrebnu količinu.
6. U sljedeću fazu smiju se slati isključivo proizvodi koji zadovoljavaju kvalitetom.

Kanban podrazumijeva postojanje konstantnih zaliha na pojedinim operacijama, stoga se kod proizvodnje u kojoj postoji velika varijabilnost proizvoda i male količine on jako teško uvodi, a ako se i uvede uz njega će biti vezane velike količine zaliha. Kako bi se priskočilo ovom problemu, u takvu proizvodnju može se uvesti modificirani oblik Kanban sustava, koji podrazumijeva konstantnu količinu rada u procesu (WIP) u cijelom toku vrijednosti – CONWIP [80], a ne ograničava količinu rada u procesu na pojedinoj operaciji kao što je to slučaj kod Kanbana. Kao što je rečeno, CONWIP [81], [82] predstavljen je kao alternativna opcija Kanban sustava utoliko što ograničava ukupan broj proizvoda u procesu (WIP), u odnosu na ograničenje maksimalnog broja proizvoda u svakoj operaciji kod Kanbana, stoga je CONWIP primjenjiv u proizvodnom procesu s raznolikim proizvodima i povećanom varijabilnošću narudžbi [78].

Uvođenjem sustava povlačenja postižu se minimalne zalihe, minimalno vrijeme proizvodnje i povećana produktivnost. S obzirom na razlike koje postoje u poduzećima, svako poduzeće treba za sebe odabrati sustav povlačenja koji će najbolje odgovarati danim uvjetima.

2.1.3.7. Postavljanje ciljeva (KPI)

Sustav koji mjeri performanse poduzeća igra važnu ulogu u upravljanju poslovanjem jer pruža informaciju potrebnu za aktivnosti donošenja odluka te je upravo zbog toga bitno mjeriti prave stvari u pravo vrijeme u cijelom opskrbnom lancu [83]. Svako poduzeće ima ciljeve koje želi postići, a mjere kojima prati postizanje ciljeva nazivaju se ključni pokazatelji uspješnosti (*engl. Key Performance Indicators (KPI)*). KPI-ovi su vitalni navigacijski

instrument kojeg menadžeri koriste kako bi razumjeli ide li njihovo poslovanje u dobrom smjeru ili skreće s dobrog puta [42]. Svako poduzeće postavlja vlastite KPI-ove, a važno je da oni mjere upravo ono što je važno, tj. da mogu odgovoriti na pitanje ide li poslovanje u dobrom ili lošem smjeru. Kao što je već navedeno ranije, pokazatelji mogu biti definirani u više kategorija. Ukoliko gledamo pokazatelje iz perspektive održivosti, oni mogu biti [43]:

1. ekonomski,
2. okolišni i
3. društveni.

U ovo radu fokus je na ekonomske i okolišne pokazatelje. Nadalje, ekonomski pokazatelji su podijeljeni dalje na [44]:

1. financijske,
2. operativne i
3. tržišne.

Istraživači su identificirali brojne pokazatelje uspješnosti, ali najčešće korišteni su vrijeme, troškovi, kvaliteta i fleksibilnost [83].

Dok su okolišni pokazatelji podijeljeni prema aspektima utjecaja na okoliš, a zavise također i o standardu koji ih definira. Okolišni pokazatelji su detaljnije opisani u poglavljima 1.1.2. i 2.2.

Jedna od načina implementacije strategije koji poduzeća koriste kako bi definirala ciljeve te ih pretvorila u KPI-ove naziva se *Hoshin Kanri* [84]. *Hoshin Kanri* je metoda koja će osigurati uspjeh kroz pomoć u definiranju strateških ciljeva, kao i njihovom izvršenju na svim razinama organizacije. *Hoshin Kanri* dakle, omogućava ujednačavanje ciljeva poduzeća definiranih u korporativnoj strategiji s planovima menadžmenta definiranim u poslovnoj strategiji i radom svih ostalih zaposlenika definiranim u operacijskoj strategiji. *Hoshin Kanri* metoda je razvijena u Japanu i kompaniji *Bridgestone Tire Company*, a u osnovi ima PDCA ciklus [85].

Da bi maksimizirale benefite vitkog menadžmenta, poduzeća moraju razviti sustav metrika za mjerenje uspješnosti poslovanja, kako bi evaluirali unaprjeđenja efektivnosti i efikasnosti u procesima [83].

2.1.3.8. Upravljanje zalihama

Upravljanje zalihama predstavlja jednu od osnovnih briga koju imaju direktori proizvodnih poduzeća. Uvijek se postavlja pitanje koliko je zaliha dovoljno i u kojim vrstama. Zalihe u vitkom menadžmentu predstavljaju jedan od gubitaka, pogotovo stoga što se u zalihama nalazi zamrznuti kapital. Zalihe također skrivaju većinu drugih gubitaka, s obzirom na to da je teško uočiti probleme od velikih zaliha. Primjer je vrlo jednostavan: ukoliko se na prethodnoj operaciji dogodi problem, sljedeća operacija to neće primijetiti s obzirom na to da ima dovoljno zaliha drugog proizvoda na kojima može raditi, a tako nastao problem ostane neprimijećen od strane voditelja, pa se često događa da se on ponavlja i nitko ne rješava uzrok istog, već se samo rješavaju posljedice.

Prema vitkom menadžmentu, mogu postojati tri vrste zaliha vezanih uz jedan proizvod:

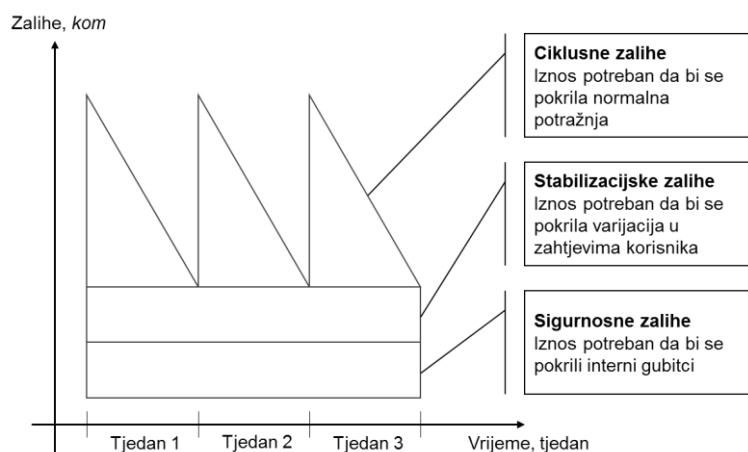
- Zalihe sirovina, materijala i dijelova za proizvodnju
- Zalihe rada u procesu ili jednostavno rad u procesu (WIP)
- Zalihe gotovih proizvoda

Najveći gubitak može se javiti u trećoj kategoriji, dakle zalihi gotovih proizvoda ukoliko se proizvodi ne prodaju, s obzirom na to da je osim materijala u proizvode uloženi i rad.

Zalihe gotovih proizvoda još se dijele na [86]:

- Ciklusne zalihe – to je iznos zaliha koji je potrebno imati na skladištu kako bi se zadovoljila potražnja kupca u vremenu kad se ova vrsta proizvoda ne proizvodi. Veličina ovih zaliha ovisi o prosječnoj dnevnoj potražnji kupca i vodećem vremenu nadopune navedenih zaliha.
- Stabilizacijske zalihe – služe kako bi ublažile varijacije u zahtjevima kupca. Najčešće se koristi standardna devijacija kako bi se izračunala potrebna količina navedenih zaliha.
- Sigurnosne zalihe – služe da bi ublažile utjecaje internih gubitaka, kao što su zastoji u proizvodnji ili gubici zbog kvalitete, a koji bi u konačnici mogli utjecati na raspoloživost proizvoda za kupca.

Primjer zaliha gotovih proizvoda za proizvod koji se proizvodi jednom tjedno prikazuje Slika 2.15.



Slika 2.15 – Primjer zaliha gotovih proizvoda u miješanom sustavu povlačenja [86]

Kao što je napisano ranije, upravljanje zalihama važno je za poduzeće, stoga se ovaj alat vitkog menadžmenta sve više spominje i u literaturi vezanoj uz vitki menadžment. Postoje različiti načini kako se može upravljati zalihama, a jedan od njih je i preko sustava povlačenja spomenutog u poglavlju 2.1.3.6.

2.1.3.9. Proizvodnja u ćelijama

Proizvodnja u ćelijama predstavlja način organizacije radnih mjesta unutar proizvodnje. Unutar ćelije, radna mjesta (operacije) su posložena jedna odmah iza druge, imajući u vidu njihovu međuzavisnost. Na taj način, dijelovi i dokumenti mogu biti procesuirani skoro u kontinuiranom toku, bilo da s operacije na operaciju idu jednokomadno ili u malim serijama koje se održavaju kroz cijeli proces [87]. Proizvodna ćelija predstavlja zadnji nivo proizvodnje u proizvodnom poduzeću organiziranom prema principima vitkog menadžmenta, a sastoji se od konačnog broja operacija ili strojeva [88].

Proizvodnja u ćelijama ili samo proizvodne (radne) ćelije (*engl. manufacturing cells or work cells*) su opće poznate kao strategije za skraćanje vodećih vremena, unaprjeđenje kvalitete proizvoda i povećanja fleksibilnosti [89].

Da bi se određeni sustav mogao nazvati proizvodnom ćelijom, mora sadržavati tri atributa koji određuju proizvodne ćelije.

Prema [89], atributi proizvodnih ćelija su:

1. Atributi grupne tehnologije

Atributi grupne tehnologije imaju dvije osnovne značajke:

- a) operacije trebaju biti različite i sekvencijalne

b) operacije moraju biti određene za grupu proizvoda

Ovdje je važno za napomenuti da se proizvodne ćelije mogu sastojati od više komada iste opreme, ali u ćeliji one moraju obavljati različite i sekvencijalne operacije. Dok značajka b) govori o tome da proizvodna ćelija mora primijeniti koncept grupne tehnologije, a čiji su glavni ciljevi smanjenje kompleksnosti i ostvarivanje ekonomije obujma na način da se slični proizvodi grupiraju u isti raspored.

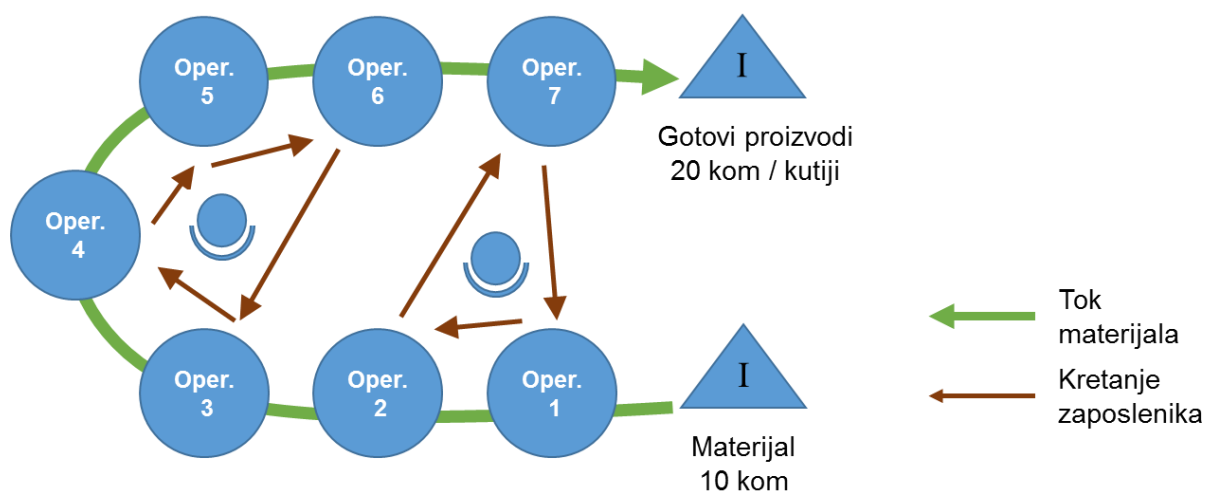
2. Povezanost u vremenu, prostoru i informaciji

Proizvodna ćelija karakterizirana je izradom radnog toka u kojem su aktivnosti na kojima se radi i zaposlenici usko povezani u smislu vremena, prostora i informacija. Povezanost u vremenu znači da vremena transfera i čekanja između svih operacija u ćeliji trebaju biti minimizirana. Povezanost u prostoru implicira da bi sve operacije trebale biti fizički u neposrednoj blizini i na taj način omogućavaju lakše premještanje materijala, razmjenu informacija i rješavanje problema. Povezanost u informaciji znači da su informacije ispravne, potpune i lako dostupne.

3. Organizacijski atribut

Organizacijski atribut prepoznaje proizvodnu ćeliju kako administrativnu jedinicu koja zahtijeva vlastitu infrastrukturu, uključujući vlastite ciljeve uspješnosti, zaposlenike i nadzornike. Iako, samostalna i fizički odvojena grupa resursa se ne smatra proizvodnom ćelijom ukoliko se njome ne upravlja i ne nadzire odvojeno od ostalih resursa. Ustvari, ključan princip proizvodne ćelije je da se proizvodni sustav podijeli na polu-autonomne podsustave, kako bi svaki od njih mogao brže odgovoriti na zahtjeve klijenata.

Jedan od učestalijih oblika proizvodne ćelije je U-oblik proizvodne ćelije, kojeg prikazuje Slika 2.16. Ovakav oblik proizvodne ćelije skraćuje put hodanja, a u isto vrijeme omogućava različite kombinacije radnih zadataka za radnike. Stoga se proizvodne ćelije koriste kod vitke proizvodnje jer se broj radnika u ćeliji može mijenjati kako se mijenja potražnja. Kod U-oblika ćelije, jedan radnik obavlja prvu i zadnju operaciju, što može pomoći kod održavanja radnog takta i neometanog toka.



Slika 2.16 – Primjer proizvodne ćelije U-oblika

Osim već ranije spomenutih benefita, kao što su skraćanje vodećih vremena, unaprjeđenje kvalitete proizvoda i povećanje fleksibilnosti, uvođenjem proizvodnih ćelija mogu se postići i dodatni benefiti [90]:

- Smanjene zaliha u obliku rada u procesu, iz razloga što postoji jedno-komadni tok između operacija.
- Korištenje manje prostora zbog razmještaja strojeva, ali i činjenice da ne treba više prostora za među zalihe između operacija.
- Smanjenje zaliha sirovina i gotovih proizvoda s obzirom na to da manje rada u procesu omogućuje brže kretanje materijala kroz proizvodnu ćeliju.
- Smanjenje direktnog troška rada zbog poboljšane komunikacije među zaposlenicima, boljeg toka materijala i poboljšanog planiranja.
- Povećanje osjećaja kod zaposlenika da doprinose organizaciji i proizvodu. Zaposlenici prihvataju dodatnu odgovornost za kvalitetu proizvoda s obzirom na to da je direktno povezana s njima i njihovom radnom ćelijom.
- Povećano iskorištenje opreme i strojeva zbog boljeg planiranja i bržeg toka materijala.
- Smanjenje investicija u strojeve i opremu zbog dobrog iskorištenja postojeće.

2.1.3.10. Proizvodnja upravo na vrijeme

Proizvodnja upravo na vrijeme (*engl. Just in Time (JIT)*) predstavlja način proizvodnje s primarnim ciljem kontinuiranog smanjenja i, naposljetku, potpune eliminacije svih vrsta gubitaka kroz proizvodnju upravo na vrijeme i uključivanje zaposlenika [66]. Ovaj pristup proizvodnji razvijen je u Japanu u 70-tim i 80-tim godinama prošlog stoljeća.

JIT kao i drugi pristupi proizvodnji, kao što su TQM i TPM, imaju temeljni cilj postizanja kontinuiranog napretka i smanjenja gubitaka [66]. Benefiti implementacije JIT proizvodnje manifestiraju se kroz niske zalihe i smanjenje troška škarta, bolju kvalitetu, brži odgovor na promjene u konstrukciji i veću produktivnost [91].

JIT proizvodnja, uz sustav „poštovanja prema ljudima“, predstavlja jedan od dva centralna pristupa kod TPS-a. Tako se JIT proizvodnja u nekim radovima poistovjećuje s TPS-om [91] i predstavlja skup različitih praksi i alata, dok u drugima predstavlja samo jedan alat, tj. način isporuke proizvoda [7], [16]. Krajnji cilj JIT proizvodnje je potpuna eliminacija gubitaka i implementacija vitke proizvodnje. U tom kontekstu često se spominje i pojam „nula zaliha“ (*engl. zero inventories*). Naravno, nije moguće u proizvodnji postići nula zaliha, budući da bi to značilo da u procesu rada ne postoje proizvodi na kojima se radi pa je stoga koncept nula zaliha metafora kojom se označava potreba da se u sustavu nalazi najmanja moguća količina zaliha ili, drugim riječima, rada u procesu. Kako bi se postigao koncept „nula zaliha“ definirano je sedam dodatnih ciljeva JIT proizvodnje. Navedene ciljeve prikazuje Slika 2.17 dana u nastavku.



Slika 2.17 – Koncept nula zaliha kod JIT proizvodnje

Kao i kod pojma nula zaliha, tako i kod ciljeva, nula predstavlja idealno stanje, iako je u određenim slučajevima to stanje nemoguće postići, kao recimo kod cilja da je vodeće vrijeme nula.

Unutar okvira JIT načina proizvodnje, proizvodnja dijelova, komponenti i ostalih inputa mora biti upravo na vrijeme, ne ranije i ne kasnije [91], u količinama i kvaliteti koju zahtijeva sljedeća operacija.

Valja napomenuti da je pojam JIT proizvodnje nastao prije nego pojam vitke proizvodnje pa se često ta dva pojma poistovjećuju. Ukoliko se uzme u obzir činjenica da je vitki menadžment većinom nastao kroz proučavanje TPS-a te kako je ranije spomenuto, da je TPS u svojim začecima imao dva temeljna pristupa, JIT i „poštovanje prema ljudima“, prvi radovi na temu vitkog menadžmenta nisu uzimali u obzir ovu drugu komponentu TPS-a, već su se fokusirali samo na JIT. Zbog toga i ne čudi podatak da tek 2% svih implementacija vitkog menadžmenta uspije.

Ukoliko se JIT promatra kao alat, onda se može definirati kako koncept proizvodnje u kojem se materijal i poluproizvod dostavlja na mjesto korištenja upravo u trenutku kad je potreban, kako bi se izbjeglo stvaranje zaliha, u traženoj količini i kvaliteti.

2.2. Zeleni menadžment

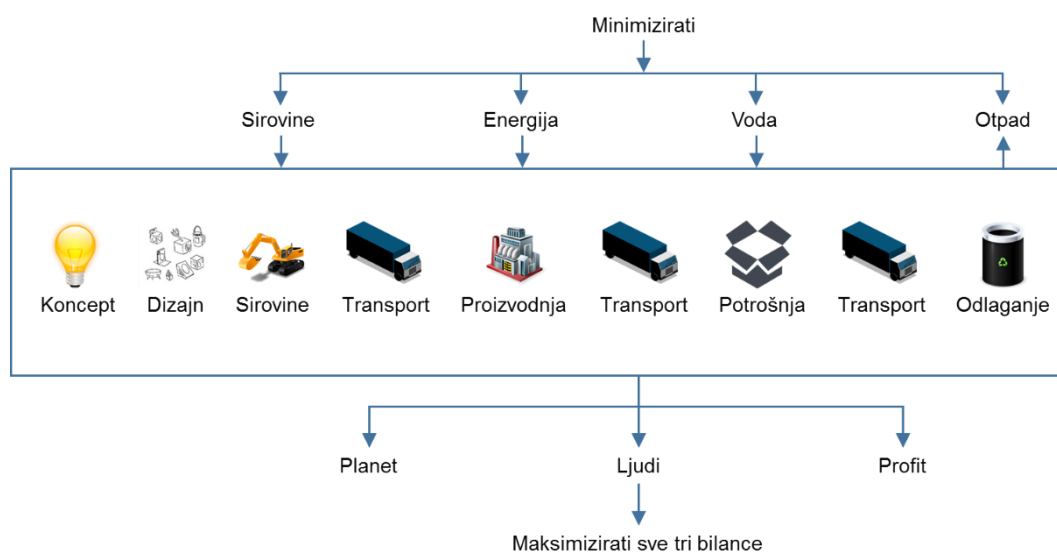
Održivi razvoj vrlo je važna tema kojom se bave vlade, znanstvena zajednica, ali sve više i poslovni subjekti. Prema Brundtlandskoj komisiji [92], održivi razvoj je definiran kao razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjice bez da ugrožava mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe. Održivi razvoj je, stoga, karakteriziran ekonomskim rastom baziranim na društvenoj pravednosti i održivosti u korištenju prirodnih resursa. Ova tri zahtjeva bi se trebala ostvarivati istovremeno i na uravnotežen način te bi se tako mogla osigurati dobrobit sadašnje generacije, bez narušavanja prava budućih generacija [93]. Upravljanje ekonomskim aspektom održivog razvoja dobro je poznato i dosad je na ovaj dio poslovanja stavljan najveći značaj. Upravo iz razloga smanjenja utjecaja poslovanja na okoliš i postizanja održivog poslovanja, gledano s trobilančne perspektive, poduzeća sve više upravljaju utjecajima svojeg poslovanja na okoliš. Upravljanje okolišem (*engl. Environmental management (EM)*) je upravljanje onim aktivnostima poduzeća koje imaju ili mogu imati utjecaj na okoliš [94].

U nastavku se nabrojane poslovne aktivnosti koje imaju značajan utjecaj na okoliš [94]:

- Proizvodnja uključuje vađenje sirovina iz okoliša i njihovu obradu da bi se dobili proizvodi za prodaju. Kao rezultat proizvodnog procesa, različiti oblici otpada (kruti, tekući i plinoviti) ulaze u okoliš.

- Potporne aktivnosti proizvodnom procesu, kao što su: održavanje opreme, strojeva i infrastrukture, zatim pakiranje i transport gotovih proizvoda, također imaju utjecaj na okoliš.
- Gotovi proizvodi će nakon nekog vremena biti odloženi te će ući u okoliš kao otpad.
- Usluge također rezultiraju značajnim utjecajem na okoliš. Poduzeća koja pružaju usluge koriste različite proizvode kao i energiju za njihovo pružanje, što rezultira ulaskom otpada u okoliš.

Trobilančno izvještavanje [90] je ono koje u obzir uzima ljude, planet i profit [95]. Cilj ovakvog pristupa najbolje prikazuje Slika 2.18, iz koje se vidi da je cilj trobilančnog pristupa minimizirati inpute u proces, kao što su sirovine, energija i voda, a isto tako i minimizirati otpad; s druge strane, cilj je maksimizirati profit te pozitivan utjecaj na ljude i planet.



Slika 2.18 – Koncept tri balance – trobilančni pristup [90]

Da bi poduzeća upravljala okolišem, ona koriste sustav za upravljanje okolišem (*engl. Environmental Management Systems (EMS)*) [96]. Stoga se za EMS može reći da je to strateški pristup upravljanju koji definira kako će organizacija upravljati svojim utjecajem na okoliš. Zbog sve veće svijesti o problemima koji se javljaju u okolišu, sve više i više poduzeća vodi brigu o ovom problemu kao odgovor na regulative vezane uz okoliš, pritisak od strane vlade, prilika u zelenom marketingu, povećane svijesti javnosti, ali i zahtjeva kupaca [97]. Također, EMS je postao jedan od glavnih alata kojeg poduzeća koriste kako bi upravljali okolišnim aspektima i utjecajima koje njihove aktivnosti imaju na okoliš [98].

Kako je sustav definiran kao: „*nekolicina međusobno povezanih elemenata koja funkcionira zajedno kako bi postigla jasno definirane ciljeve*“, tako se i EMS sastoji od nekolicine međusobno povezanih elemenata koji funkcioniraju zajedno kako bi postigli ciljeve efektivnog upravljanja okolišem [94].

Postoji više razloga zašto je EMS potencijalno privlačan organizacijama [97]:

1. Koncept društvene odgovornosti prepoznaje sve više poduzeća.
2. Prevencija mogućeg onečišćenja rezultira smanjenjem troškova proizvodnje i povećanjem profita.
3. Implementacija EMS-a može dati poduzećima jedinstvene okolišne resurse, mogućnosti i benefite koji kasnije mogu povećati konkurentnost na tržištu.
4. EMS postaje sve važniji partnerima u lancu opskrbe.
5. Na raspolaganju poduzećima postoji sve veći broj neobaveznih EMS standarda koji pomažu uvođenju ovakvih sustava kao što je ISO 14001.

Postoje standardi koji olakšavaju uvođenje sustava upravljanja okolišem kao i samo upravljanje okolišem. Dva su najpoznatija takva standarda, ISO 14001 [45] i EMAS [99], a koji su detaljnije opisani u nastavku.

Zeleni menadžment se u ovom radu koristi kako bi se objedinili svi pristupi upravljanju utjecajem na okoliš u proizvodnim poduzećima. Na upravljanje utjecajem na okoliš utječe više faktora, a glavni utjecaj imaju pravne regulative, glavni dionici, korisnici, a u zadnje vrijeme i sama poduzeća koja žele ostvariti konkurentsku prednost kroz smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš. Što se tiče pravnih regulativa, postoje različiti zakoni, pravilnici i uredbe kojima vlade pojedinih zemalja žele utjecati na smanjenje negativnog utiska poslovanja na okoliš. U Hrvatskoj postoji zakonodavno pravni okvir vezan uz područje zaštite okoliša i gospodarenja otpadom. Tablica 2.3 prikazuje zakone, pravilnike, uredbe, programe i planove koji čine ovaj okvir.

Tablica 2.3 – Propisi iz područja zaštite okoliša i gospodarenja otpadom [100]

Vrsta pravnog akta	Naziv
Zakoni	• Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (NN 107/03, 144/12) • Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15) • Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13)
Pravilnici	• Pravilnik o gospodarenju građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16) • Pravilnik o gospodarenju otpadnim gumama (NN 113/16)

Vrsta pravnog akta	Naziv
	• Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 23/14, 51/14) • Pravilnik o ambalaži i otpadnoj ambalaži (NN 88/15) • Pravilnik o gospodarenju otpadnim gumama (NN 40/06, 31/09, 156/09, 111/11, 86/13) • Pravilnik o gospodarenju otpadnim vozilima (NN 136/06, 31/09, 156/09, 53/12, 86/13, 91/13, 125/15) • Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o gospodarenju otpadnim vozilima (NN 90/16) • Odluka o izmjenama naknada u sustavima gospodarenja otpadnim vozilima i otpadnim gumama (NN 40/15) • Pravilnik o gospodarenju otpadnim uljima (NN 124/06, 121/08, 31/09, 156/09, 91/11, 45/12, 86/13) • Odluka o izmjeni naknade u sustavu gospodarenja otpadnim uljima (NN 95/15) • Pravilnik o gospodarenju otpadnim baterijama i akumulatorima (NN 133/06, 31/09, 156/09, 45/12, 86/13, 111/15) • Pravilnik o gospodarenju otpadnim električnim i elektroničkim uređajima i opremom (NN 74/07, 133/08, 31/09, 156/09, 143/12, 86/13) • Pravilnik o gospodarenju otpadnom električnom i elektroničkom opremom (NN 42/14, 48/14, 107/14, 139/14) • Pravilnik o ograničavanju uporabe određenih opasnih tvari u električnoj elektroničkoj opremi (NN 131/13, 16/14) • Pravilnik o načinu i postupcima gospodarenja otpadom koji sadrži azbest (NN 42/07), • Pravilnik o znaku zaštite okoliša (NN 70/08, 81/11) • Pravilnik o znaku zaštite okoliša Europske unije - <i>EU Ecolabel</i> (NN 110/14)
Uredbe	• Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05, 39/09) • Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima (NN 90/14) • Uredba o dobrovoljnom sudjelovanju organizacija u sustavu za ekološko upravljanje i neovisno ocjenjivanje (EMAS) (NN 77/14) • Uredba o gospodarenju otpadnom ambalažom (NN 97/15) • Uredba o gospodarenju baterijama i akumulatorima (NN 105/15) • Uredba o gospodarenju otpadnim vozilima (NN 112/15)
Programi i planovi	• Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske (NN 30/09) • Plan gospodarenja otpadom u RH za razdoblje 2017. - 2022.

Vrsta pravnog akta	Naziv
	godine • Plan gospodarenja otpadom u RH za razdoblje 2007. - 2015. godine • Izmjene i dopuna Plana gospodarenja otpadom u RH za razdoblje 2007.-2015. godine • Program dodjela potpora male vrijednosti (<i>de minimis</i>) u području zaštite okoliša, energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije

Proizvodnja ima značajan utjecaj na okoliš, stoga je održiva proizvodnja jedan od najvažnijih problema kojeg treba riješiti kako bi se postigao održivi razvoj. Briga o okolišu kroz poboljšanje efikasnosti i efektivnosti operacija unutar poduzeća sad sve više poprima važnost i s ekonomske perspektive, a prepoznata su tri glavna pokretača [101]:

- Rastuće cijene materijala i energije: budući da su materijal i energija među dva najvažnija faktora troškova u proizvodnim poduzećima, njihova cijena je osuđena na rast zbog globalne potražnje i povećanog nedostatka neobnovljivih izvora sirovina.
- Potražnja korisnika za održivim proizvodima: nadasve u zemljama s visokim standardom.
- Regulativni pritisak: vlade i razvijene nacije nameću regulative kako bi spriječili određene vrste zagađenja okoliša sa željom da se nametne princip „zagađivač-plaća“.

Jedno od načela prema kojima će se voditi usmjeravanje Republike Hrvatske prema održivom razvitku je promicanjem održive proizvodnje i potrošnje. Održiva proizvodnja stoga je prepoznata kao jedan od temelja održivog razvoja [102].

U literaturi su istaknuti standardizirani sustavi upravljanja okolišem, kao što su ISO 14001 i EMAS, kao dva najzastupljenija, dok se među istaknutijima spominju još tri pristupa upravljanja okolišem: čistija proizvodnja (*engl. cleaner production*), eko-efikasnost (*engl. eco-efficiency*) i procjena životnog ciklusa proizvoda [98]. Spomenuti sustavi i pristupi detaljnije su objašnjeni u nastavku, s time da je naglasak stavljen na standardizirane sustave upravljanja okolišem i procjenu životnog ciklusa proizvoda.

2.2.1. Standardi vezani uz sustave upravljanja okolišem

Tri najpoznatija standarda povezana uz sustave upravljanja utjecajem na okoliš su EMAS, BS 7750 i ISO 14001, s time da je BS 7750 služio kao baza za izradu standarda ISO 14001:1996,

a taj isti standard je u 2004. godini zamijenjen sa BS EN ISO 14001:2004 standardom. Stoga danas postoje dva najpoznatija standarda, a to su EMAS i ISO 14001. U 2015. godini predstavljena je nova verzija ISO 14001 standarda s oznakom ISO 14001:2015. Brojni veliki kupci, za koje proizvode hrvatska poduzeća sve češće zahtijevaju od njih da dokažu kako upravljaju utjecajem na okoliš, a najčešće je to kroz primjenu ranije spomenutih dobrovoljnih certifikata. U zadnje vrijeme sve više poduzeća koristi GRI (*engl. Global Reporting Initiative*) [103], dobrovoljni standard za izvještavanje o održivosti, koji je ustvari uputa na koji način bi organizacije trebale izvještavati javnost o svojim naporima na polju održivosti. U nastavku su detaljnije opisani EMAS, ISO 14001 i GRI.

2.2.1.1. EMAS

Europski sustav upravljanja okolišem i neovisnog ocjenjivanja zajednice (*engl. The European Eco-Management and Audit Scheme System (EMAS)*) prihvaćen je od strane Europskog parlamenta i Vijeća Europske unije u lipnju 1993. godine, a poduzeća su mogla sudjelovati u njegovoj primjeni od travnja 1995. godine [98]. Uredbom Europske Unije (UREDBA (EZ) br. 1221/2009) [99], izdana je nova verzija standarda koja je i danas u primjeni. Primarna svrha EMAS-a je promocija kontinuiranog unaprjeđenja okolišnih performansi industrijskih aktivnosti. Isto tako ima za cilj [98]:

- izraditi i implementirati politike zaštite okoliša, programe upravljanja i organizacijske sustave,
- provoditi periodičnu evaluaciju uspješnosti elemenata koji su dio regulative,
- izvještavati zajednicu o ekološkoj djelotvornosti organizacija.

Postoji registar certificiranih poduzeća za koje se može ustvrditi da imaju dobru uspješnost upravljanja okolišem. Nadalje, EMAS definira 6 osnovnih ključnih okolišnih pokazatelja o kojima poduzeća trebaju brinuti i izvještavati. Navedene ključne okolišne pokazatelje prikazuje Tablica 2.4.

Tablica 2.4 – Ključni okolišni pokazatelji prema EMAS standardu (prilagođeno iz [104])

Ključni okolišni pokazatelj	Opis
Energetska učinkovitost	Ukupna godišnja potrošnja energije izražena u <i>MWh</i> ili <i>GJ</i> , također ovdje se navodi i postotak energije proizveden iz obnovljivih izvora energije unutar organizacije.
Učinkovitost korištenja materijala	Podrazumijeva godišnji maseni protok različitih korištenih sirovina izražen u tonama, isključujući nositelje energije i vodu.

Ključni okolišni pokazatelj	Opis
	Godišnji maseni protok različitih sirovina može se podijeliti u skladu s korištenjem u svrhu za koju su namijenjeni. One mogu, npr., uključivati sirovine kao što su drvo, metal ili kemikalije, ili poluproizvode, ovisno o djelatnostima organizacije.
Voda	Ukupna godišnja potrošnja vode izražena u m^3. U skladu s ovim pokazateljem organizacija mora izvijestiti o ukupnoj godišnjoj količini vode koju je potrošila. Korisno je pojasniti različite vrste potrošnje vode i izvještavati o potrošnji u skladu s izvorima vode, npr. površinska voda, podzemna voda. Korisne mogu biti i druge informacije, npr. informacije o količini otpadne vode, količini pročišćene i ponovno korištene otpadne vode, količini kišnice i recikliranju sive vode (otpadne vode iz kućanstava).
Otpad	Obuhvaća ukupnu godišnju proizvodnju otpada (raščlanjenog prema vrsti) izraženog u tonama i opasnog otpada izraženog u tonama ili kilogramima. Izvještavanje o otpadu i opasnom otpadu je obvezno u skladu s Uredbom o sustavu EMAS. Raščlamba otpada prema vrsti za oba toka smatra se dobrom praksom. Kao osnova trebaju se uzeti rezultati analize utjecaja na okoliš, uključujući relevantne zakonske obveze u vezi s izvještavanjem o otpadu. Moguće je i detaljnije izvještavanje u skladu s nacionalnim sustavom klasifikacije otpada u okviru kojeg se primjenjuje Europski popis otpada. Uključivanje dugih popisa vrsta otpada u izvješća može biti kontraproduktivno i zbunjujuće za komunikaciju te je stoga jedna od mogućnosti razvrstavanje informacija u skupine u skladu s Europskim popisom otpada. Podaci o otpadu mogu se zatim navoditi prema opsegu različitih vrsta, kao što su metal, plastika, papir, mulj, pepeo itd. Korisno može biti i dodavanje informacija o količinama uporabljenog, recikliranog ili odloženog otpada ili otpada korištenog za proizvodnju energije.
Biološka raznolikost	Korištenje zemljišta izraženo u m^2 izgrađene površine. Biološka raznolikost je složeno i relativno novo pitanje među ključnim pokazateljima. Neki od čimbenika koji dovode do gubitka biološke raznolikosti (klimatske promjene, emisije/onečišćenje) već su obuhvaćeni aspektima okoliša i povezanim pokazateljima iz Uredbe o sustavu EMAS kojima su obuhvaćeni potrošnja energije i vode, emisije, otpad itd. Nisu svi pokazatelji biološke raznolikosti relevantni za sve

Ključni okolišni pokazatelj	Opis
	sektore/organizacije i ne mogu se svi izravno primjenjivati kada započne upravljanje tim aspektima. U analizi utjecaja na okoliš trebaju biti jasno navedeni relevantni čimbenici. Organizacija treba razmotriti ne samo lokalne učinke, već isto tako izravne i neizravne učinke na biološku raznolikost na široj razini, npr. vađenje sirovina, nabavu/lanac opskrbe, proizvodnju i proizvode, prijevoz i logistiku, marketing i komunikaciju. Ne postoji jedinstveni pokazatelj koji je relevantan za sve organizacije.
Emisije	Emisija je ispuštanje ili istjecanje tvari u tekućem, plinovitom ili čvrstom stanju, i/ili ispuštanje energije (toplina, zračenje, buka, vibracije, svjetlost) te ispuštanje organizama, iz pojedinog izvora u okoliš, nastalo kao rezultat čovjekovih djelatnosti, kao i mikrobiološko onečišćivanje okoliša, [Zakon o Zaštiti okoliša [NN 80/2013 28.06.2013.] Emisije mogu biti: a. ukupne godišnje emisije stakleničkih plinova (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆) izražene u tonama ekvivalenta CO₂; b. ukupne godišnje emisije u zrak (uključujući barem SO₂, NO_x, PM) izražene u kilogramima ili tonama. Napomena: Budući da su učinci tih tvari različiti, ne trebaju se zbrajati.

Pravni i institucionalni okvir za implementaciju sustava EMAS u Hrvatskoj dan je kroz Zakon o zaštiti okoliša i Uredbu o dobrovoljnom sudjelovanju organizacija u sustavu za ekološko upravljanje i neovisno ocjenjivanje (EMAS). Kad organizacija uvede sustav EMAS može očekivati prednosti kao što su povećanje učinkovitosti i ušteda energije, vode te smanjivanje prosječne količine otpada [105].

2.2.1.2. ISO 14001

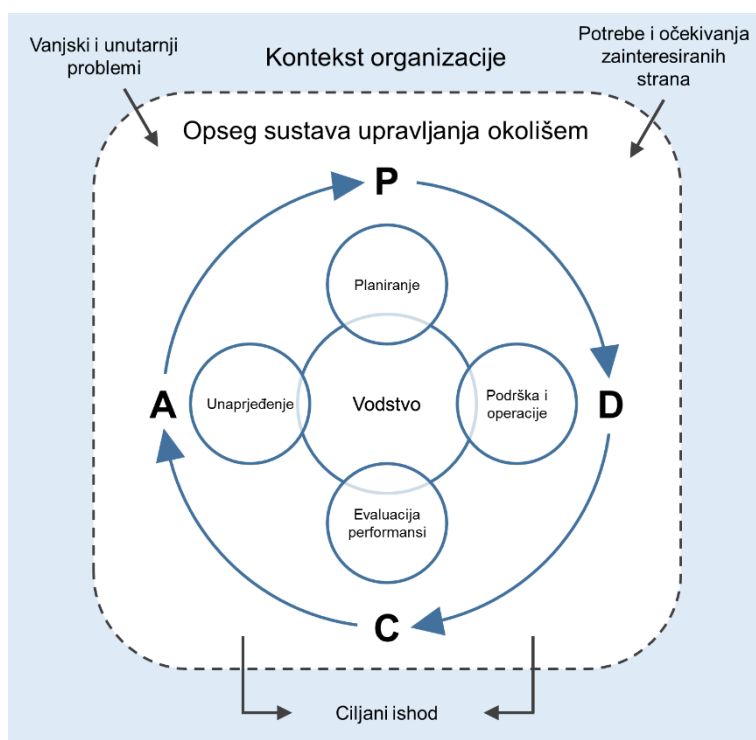
Drugi ranije spomenuti standard je ISO 14001, koji je najpoznatiji međunarodni okolišni standard koji specificira zahtjeve vezane uz EMS, kako bi pomogao organizacijama osmisliti njihove vlastite politike i ciljeve uzimajući u obzir pravne zahtjeve i informacije vezane uz značajne utjecaje na okoliš. Najnovija verzija ovog standarda je objavljena 2015. godine (ISO 14001:2015). Cilj ISO 14001:2015 [45] standarda je pružiti organizacijama okvir kako bi mogle zaštititi okoliš i odgovoriti na promjene u okolišu imajući u vidu društveno-ekonomske potrebe. U standardu su specificirani zahtjevi, koji omogućavaju organizacijama postizanje željenih rezultata koje su postavile unutar vlastitih sustava upravljanja okolišem. Ovakav sistematičan pristup upravljanju okolišem može dati visokom menadžmentu informacije potrebne za ostvarenje dugoročnog uspjeha, ali isto tako otvoriti opcije doprinosa održivom razvoju. Ovo se može ostvariti kroz [45]:

- zaštitu okoliša, kroz prevenciju ili smanjenje štetnih okolišnih utjecaja,
- smanjenje potencijalnog štetnog učinka okolišnih uvjeta na organizaciju,
- pomaganje organizaciji u ispunjavanju obveza usklađenosti,
- povećanje uspješnosti upravljanja okolišem,
- kontrolirajući i utječući na način na koji se unutar organizacije proizvodi i usluge dizajniraju, proizvode, distribuiraju, konzumiraju i odlažu kroz korištenje perspektive životnog ciklusa koja može spriječiti utjecaje na okoliš da se nenamjerno prebacuju unutar faza životnog ciklusa,
- postizanje financijskih i operativnih koristi koje mogu proizaći iz primjene ekološki prihvatljivih alternativa koje osnažuju tržišnu poziciju organizacije,
- komuniciranje informacije vezane uz okoliš prema relevantnim zainteresiranim stranama.

Važno je napomenuti da uspjeh sustava za upravljanje okolišem ovisi o angažmanu funkcija na svim razinama upravljanja, ali pod vodstvom visokog menadžmenta, a sama primjena ISO standarda ne garantira postizanje financijskih i operativnih benefita.

Prva verzija standarda je izdana 1996. godine, druga 2004. [60], a treća verzija koja je i danas u upotrebi je izdana 2015. godine. Kako prikazuje Slika 3.1, od objave prvog certifikata do danas, broj organizacija koje su implementirale ISO 14001 standard kontinuirano raste.

ISO 14001:2015 ima u svojim temeljima kontinuirano unaprjeđenje koje prati PDCA metodologiju (Slika 2.19), stoga se u ovome odražava njihova sličnost.



Slika 2.19 – Povezanost PDCA s ISO 14001 standardom [45]

Standard ISO 14001 čini više dokumenata koji zajedno daju cjelinu standarda sustava za upravljanje okolišem. Tako standard ISO 14031:2013 [106] daje smjernice vezano uz evaluaciju uspješnosti upravljanja okolišem. Prema tom standardu, postoje dvije općenite kategorije indikatora koji se uzimaju u obzir kod evaluacije okolišnih performansi [98], [106]:

1. **Indikatori stanja okoliša** koji pružaju informaciju o lokalnom, regionalnom ili globalnom stanju kvalitete okoliša. Mjerenja se provode prema okolišnim standardima i pravilima proizašlim iz pravnih standarada i uređaja.
2. **Indikatori performansi okoliša** pružaju podatke i informacije povezane s upravljanjem značajnim aspektima okoliša u organizacijama i prikazuju rezultate programa upravljanja okolišem; to mogu biti i ključni pokazatelji uspješnosti (KPI) koje je organizacija odabrala za opće poslovne svrhe. Ovi pokazatelji su klasificirani u dvije kategorije:
 - a. **Menadžerski pokazatelji uspješnosti** (engl. *Management performance indicators (MPIs)*) koji pružaju informaciju o naporima menadžmenta kako bi utjecali na uspješnost upravljanja okolišem organizacijskog menadžmenta i
 - b. **Operativni pokazatelji uspješnosti** (engl. *Operational performance indicators (OPIs)*) koji pružaju informacije o uspješnosti upravljanja okolišem kroz operacije unutar organizacije.

Kad se određuju aspekti okoliša (element djelatnost, proizvod ili usluga koji može s okolišem uzajamno djelovati), u obzir se uzima perspektiva cjeloživotnog ciklus proizvoda. Postupak ne zahtijeva detaljniju procjenu utjecaja proizvoda na okoliš kroz cjeloživotni ciklus, već je dovoljno pažljivo razmisliti o fazama životnog ciklusa koje organizacija može kontrolirati ili na koje može utjecati. Tipične faze životnog ciklusa proizvoda (ili usluge) uključuju stjecanje sirovina, dizajn, proizvodnja, prijevoz/ispоруka, korištenje, zbrinjavanje i završno odlaganje. Faze životnog ciklusa će se razlikovati u ovisnosti o aktivnosti, proizvodu ili usluzi.

Kad određuje svoje okolišne aspekte organizacija može uzeti u obzir [106]:

- a) Emisiju u zrak (*engl. Emissions to air*)
- b) Ispuštanja u vode (*engl. Releases to water*)
- c) Ispuštanja u zemlju (*engl. Releases to land*)
- d) Uporaba sirovina i prirodnih resursa (*engl. Use of raw materials and natural resources*)
- e) Uporaba energije (*engl. Use of energy*)
- f) Emitiranje energije (npr. toplina, radijacija, vibracija (buka), svjetlo) (*engl. Energy emitted (eg. Heat, radiation, vibration (noise), light)*)
- g) Stvaranje otpada i/ili nusproizvoda (*engl. Generation of waste and/or by-products*)
- h) Uporaba prostora (*engl. Use of space*)

2.2.1.3. GRI

Globalna inicijativa za izvještavanje (*engl. Global Reporting Initiative (GRI)*) je međunarodna neovisna organizacija koja pomaže poduzećima, vladinim i drugim organizacijama komunicirati prema javnosti njihov utjecaj na ključne probleme održivosti, kao što su: klimatske promjene, ljudska prava, korupcija i drugi. Od kraja 1990. godine GRI je bio začetnik izvještavanja o održivosti transformirajući način izvještavanja od prakse koja je bila prisutna samo u određenim industrijama do velike većine organizacija danas [103], [107].

Uz ekonomske i društvene pokazatelje, GRI je definirao ukupno 34 ključna pokazatelja prema kojima se može procijeniti utjecaj poslovanja određenog poduzeća na okoliš. Tih 34 pokazatelja podijeljena su u 12 aspekata okoliša:

1. Biološka raznolikost
2. Emisije
3. Energija
4. Materijal

5. Mehanizmi rješavanja sporova u vezi s okolišem
6. Opći aspekt
7. Otpadne vode i otpad
8. Pridržavanje propisa
9. Prijevoz
10. Procjena dobavljača u pogledu utjecaja na okoliš
11. Proizvodi i usluge
12. Voda

Unutar navedenih 12 aspekata definirana su 34 okolišna pokazatelja koja se tiču utjecaja organizacije na žive i nežive prirodne sustave, uključujući tlo, zrak, vodu i ekosustave [107].

Uz aspekte okoliša koje je definirao GRI, njih se može proširiti s dodatnim pokazateljima koji se najčešće spominju u literaturi. Dodatni aspekti bi bili: buka, edukacija zaposlenika iz područja upravljanja okolišem, kvalitativne mjere praćenja stanja okoliša, reputacija, tehnologija, upravljanje okolišem i zaštita na radu koja se najčešće spaja u poduzećima s aktivnostima upravljanja okolišem. U literaturi se također može pronaći da se za materijal koji uključuje mineralne sirovine i sirovine za rad, zatim energiju i vodu koristi naziv - resursi.

2.2.2. Zelena proizvodnja

Zelena proizvodnja može biti opisana kao set aktivnosti koje se provode kako bi se smanjio opasni otpad, smanjile emisije i smanjila potrošnja vode i energije za vrijeme proizvodnog procesa, s ciljem stvaranja održive proizvodnje u dugoročnom periodu [108]. Zelena proizvodnja promovira razvoj proizvoda koji su energetske efikasni, reciklirajući, laki za odlaganje i proizvode ukupno manje otpada za vrijeme proizvodnog procesa. Ukratko, zelena proizvodnja podržava obnovljiv način proizvodnje proizvoda ili usluga koje neće štetiti okolišu [109], [110]. Uzimajući u obzir tok materijala u održivom životnom ciklusu, često se može naići na „3R“ strategiju, koja se koristi kako bi se opisalo rukovanje proizvodom na kraju njegovog životnog ciklusa, a skraćenica je od 3 engleske riječi: Smanjenje (*engl. Reduce*), Ponovno korištenje (*engl. Reuse*) i Recikliranje (*engl. Recycle*). Ova strategija često se naziva i strategijom obrade na kraju životnog ciklusa [33]. Puno detaljnija strategija uključuje još tri dodatne komponente, 3 dodatna R-a koji daju tzv. „6R“ strategiju [33]. Ove tri dodatne komponente su: Obnova (*engl. Recover*), Redizajn (*engl. Redesign*), Ponovna proizvodnja (*engl. Remanufacture*) [60].

Tablica 2.5 – Komponente 6R strategije [60]

Komponenta	Naziv	Opis
1.	Smanjenje	Podrazumijeva aktivnosti koje nastoje pojednostavniti trenutni dizajn nekog specifičnog proizvoda, kako bi se omogućilo lakše provođenje aktivnosti koje slijede nakon završetka predviđenog vremena korištenja.
2.	Ponovno korištenje	Proizvod se na kraju faze korištenja ponovno koristi za neku drugu svrhu. Na ovaj način ostvaruje se najmanji utjecaj na okoliš jer najčešće uključuje najmanje procesa.
3.	Recikliranje	Uključuje aktivnosti usitnjavanja, taljenja i odvajanja.
4.	Obnova	Znači sakupljanje proizvoda na kraju njihovog životnog vijeka kako bi ih se ponovno koristilo u istu ili različitu svrhu. Također se odnosi na demontažu i rasklapanje određenih komponenti proizvoda na kraju faze korištenja u životnom vijeku proizvoda.
5.	Redizajn	Usko je povezano uz „Smanjenje“, a uključuje redizajniranje proizvoda s ciljem pojednostavljenja procesa koji slijede nakon korištenja.
6.	Ponovna proizvodnja	Slično kao i kod proizvodnje, jedino se ne koristi sirovi materijal nego već ranije korišteni proizvodi.

2.2.2.1. Zeleni gubici

Kao što postoje gubici vitkog menadžmenta, postoje i gubici zelenog menadžmenta. Još uvijek ne postoji kompromis oko gubitaka, različiti autori ih različito definiraju. Jednu od lista zelenih gubitaka definirao je Zokaei [30], koji je gubitke podijelio u 8 kategorija:

1. Prekomjerna potrošnja energije
2. Fizički otpad (kruti ili tekući)
3. Prekomjerna potrošnja vode
4. Emisije u zrak (najvažnije su emisije stakleničkih plinova)
5. Kontaminacija zemlje
6. Ispusti u vode i otpadne vode
7. Buka i smetnje
8. Izgubljen ljudski potencijal

Drugu listu zelenih gubitaka isto podijeljenih u 8 kategorija definirao je Hines [111] 2009. godine, a u svom radu ih je objavio Verrier [112]:

1. Emisije stakleničkih plinova
2. Eutrofikacija
3. Prekomjerna potrošnja resursa
4. Prekomjerna potrošnja energije
5. Zagađenje
6. Otpad
7. Prekomjerna potrošnja vode
8. Loša briga o zdravlju i sigurnosti

Ukoliko se pobliže analiziraju ove dvije liste zelenih gubitaka vidi se da su u fokusu energija, emisije, resursi (materijal), otpad, voda, zemlja, ispusti u vodu te ljudi, što i govori o namjeri koju smanjenje utjecaja na okoliš treba ostvariti.

2.2.3. Čistija proizvodnja

Pojam čistija proizvodnja (*engl. Cleaner Production (CP)*) definirana je 1989. godine od strane programa Ujedinjenih naroda za okoliš (*engl. the United Nations Environmental Program (UNEP)*) kao kontinuirana primjena integriranih preventivnih okolišnih strategija u proizvodnim procesima i uslugama kako bi se povećala eko-efikasnost i smanjio rizik za ljude i okoliš [8]. Čistija proizvodnja implementirana je po cijelom svijetu u različitim industrijama [113]. Čistija proizvodnja predstavlja najuspješniju proaktivnu okolišnu strategiju, koja vodi do ostvarenja konkurentске prednosti, poboljšanja imidža poduzeća i povećanih financijskih prihoda kroz modifikaciju u dizajnu proizvoda i procesa, smanjenje potrošnje materijala i smanjenja gubitaka. Kad se implementira čistija proizvodnja, poduzeće posluje kao društveno odgovorno i ekološki osviješteno, što donosi ekonomske i tehnološke dobrobiti [114]. Aktivnosti čistije proizvodnje mogu se podijeliti na [115]:

- Aktivnosti s malim troškovima koje se koriste kako bi se postigli „meki ciljevi“, kao što su poboljšanje sustava upravljanja u poduzeću ili podizanje svijesti zaposlenika o važnosti zaštite okoliša, a karakteriziraju ih niski troškovi.
- Aktivnosti s velikim troškovima koje zahtijevaju značajno ulaganje financijskih sredstava, a obično uključuju redizajn proizvodnog procesa, instaliranje nove opreme, korištenje čiste energije, itd.

Nadalje, važno je spomenuti da prema [115] aktivnosti čistije proizvodnje imaju pozitivan utjecaj na poslovnu uspješnost.

2.2.4. Eko-efikasnost

Eko-efikasnost (*engl. Eco-efficiency*) je definirana 1970-tih [116] kao strategija koja ima općeniti cilj stvaranja vrijednosti kroz smanjenje utjecaja na okoliš [117]. Stoga je eko-efikasnost prepoznata kao strategija koja generira održiva unaprjeđenja, više nego je to slučaj kroz regulatorne programe, stvarajući na taj način kompetitivne proizvode i usluge koji zadovoljavaju ljudske potrebe i povećavaju kvalitetu života, dok u isto vrijeme smanjuju utjecaj na okoliš i korištenje resursa kroz cjeloživotni ciklus proizvoda. Eko-efikasnost se može promatrati kroz više nivoa: nivo nacionalne ekonomije, regionalni nivo i nivo određene kompanije. Za izračun eko-efikasnosti koristi se izraz (2.5).

$$\text{eko} - \text{efikasnost} = \frac{\text{dodana vrijednost}}{\text{ostvareni utjecaj na okoliš}} \quad (2.5)$$

Cilj je, naravno, postići takav nivo korištenja resursa i utjecaja na okoliš koji će biti u skladu sa Zemljinim procijenjenim kapacitetom. Ovaj cilj može se postići kroz energetske efikasne proizvodnje, unaprjeđenja u korištenju sirovina, kroz novi proizvodni proces koji će smanjiti utjecaj na okoliš, ali isto tako kroz bitno smanjenje prirodnih resursa korištenih u proizvodnji [118]; zatim kroz manje korištenje materijala i korištenje zelenih sirovina, povećanje mogućnosti recikliranja korištenih materijala, kroz smanjenje toksičnih supstanci i smanjenje stupnja otpornosti zagađivača, i na kraju, kroz povećanje vrijednosti neopipljivih komponenti svakog proizvoda [5].

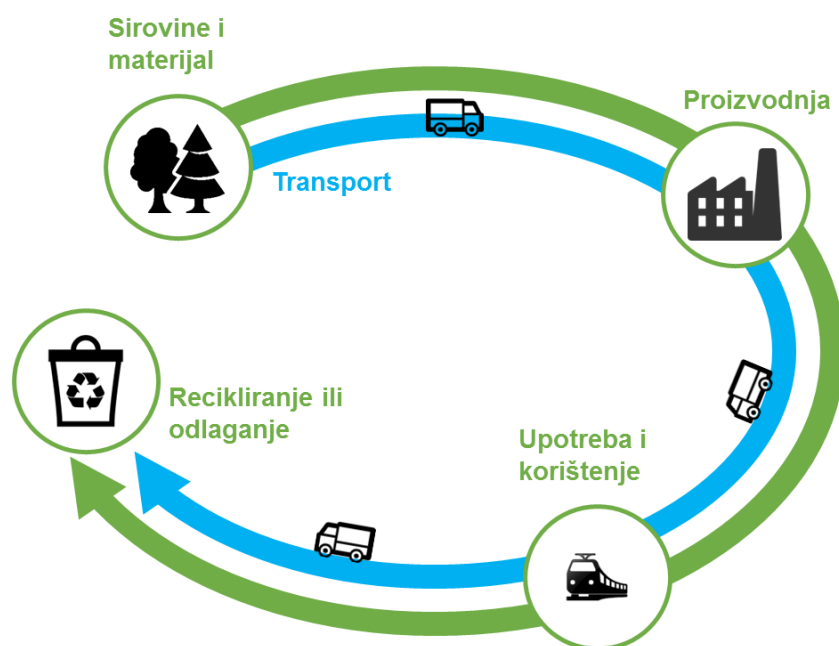
2.2.5. Analiza životnog ciklusa proizvoda

Procjena životnog ciklusa (*engl. Life Cycle Assessment (LCA)*) pruža sustavni profil okolišnog opterećenja tijekom životnog ciklusa proizvoda (Slika 2.20) i uključuje tokove energije, materijala i otpada povezane s proizvodom, kao i njihov utjecaj na okoliš. Takav pristup omogućuje modeliranje utjecaja na okoliš u brojnim kategorijama [119]. Procjena životnog ciklusa ima svoje korijene u 1960-im i početkom 1970-ih [120] kada je prva studija koja se usredotočila na utjecaje na okoliš različitih vrsta kontejnera za piće izrađena u SAD-u.

Iako postoji više različitih metoda procjene utjecaja poslovanja na okoliš, LCA je prevladavajuća metoda procjene utjecaja proizvodnih poduzeća na okoliš [95], a taj status je

ostvarila primarno zbog svoje fleksibilnosti [101]. Kako bi se standardizirala njezina primjena i rezultati procjene učinili usporedivim, ISO je izradio upute za izradu LCA pod nazivom ISO 14040:2006 [121]. Koristeći LCA, proizvodna poduzeća mogu kvantificirati okolišne utjecaje za cjeloživotni ciklus proizvoda [101]. Kvantifikacija utjecaja na okoliš u LCA studijama najčešće se temelji na pravilima određenim od strane autora, što otežava uspoređivanje rezultata studija provedenih na sličnom proizvodu, osim ako se obje studije ne temelje na istim pravilima, što često nije slučaj [122]. Kako bi studije bile usporedive, razvijeno je više standarda pod nazivom Pravila kategorije proizvoda (*engl. Product Category Rules (PCR)*). PCR daje smjernice tvrtkama koje žele izraditi vlastite LCA studije o svojim proizvodima kako bi mogli dobiti i objavljivati ekološke podatke o tim istim proizvodima, a koji su usporedivi sa sličnim proizvodima ili grupama proizvoda. PCR-ovi su definirani u ISO 14025:2006 [123] kao skup specifičnih pravila, zahtjeva i smjernica za razvoj ekološke deklaracije tipa III (deklaracija o zaštiti okoliša koja daje kvantificirane podatke o utjecaju na okoliš pomoću unaprijed određenih parametara i gdje je relevantno, dodatne informacije o okolišu) za jednu ili više kategorija proizvoda⁵

Procjena životnog ciklusa je znanstvena, komparativna analiza i procjena utjecaja sustava proizvoda na okoliš, a od drugih metoda je razlikuju dvije osnovne značajke: analiza „od kolijevke do groba“ (*engl. cradle-to-grave*) (Slika 2.20) i funkcijska jedinica [124].



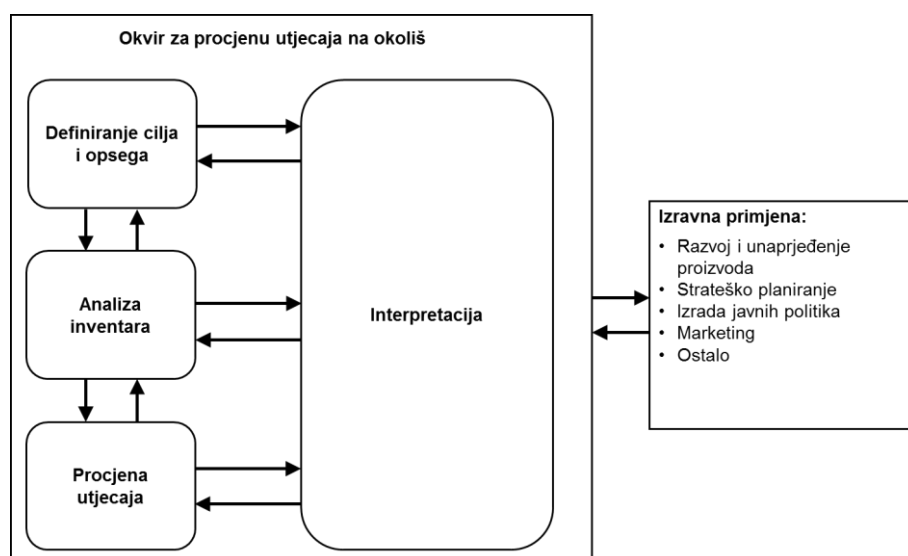
Slika 2.20 – Životni ciklus proizvoda

⁵ Kategorija proizvoda (bilo koja roba ili usluga) koja može ispuniti ekvivalentnu funkciju.

Procjena životnog ciklusa razvijena je kao analitički alat za procjenu utjecaja proizvoda ili usluga na okoliš [120]. Perspektiva holističkog sustava koja se primjenjuje u LCA [120] čini je vrijednom metodologijom podrške odlučivanju u tvrtkama koje žele razvijati svoje aktivnosti u ekološki prihvatljivom smjeru. LCA je iterativna tehnika, a ponekad informacije definirane i u prvoj fazi se moraju ažurirati u skladu s ograničenjima i rezultatima u ostalim fazama [125]. LCA sastoji se od četiri glavne faze prema standardu ISO 14040 [121]:

1. Definicija cilja i opsega,
2. Analiza inventara,
3. Procjena utjecaja,
4. Interpretacija.

Glave faze LCA prikazuje Slika 2.21. Rezultati analize mogu se koristiti kod razvoja i unaprjeđenja proizvoda, strateškog planiranja, izrade javnih politika, marketinga i dr.



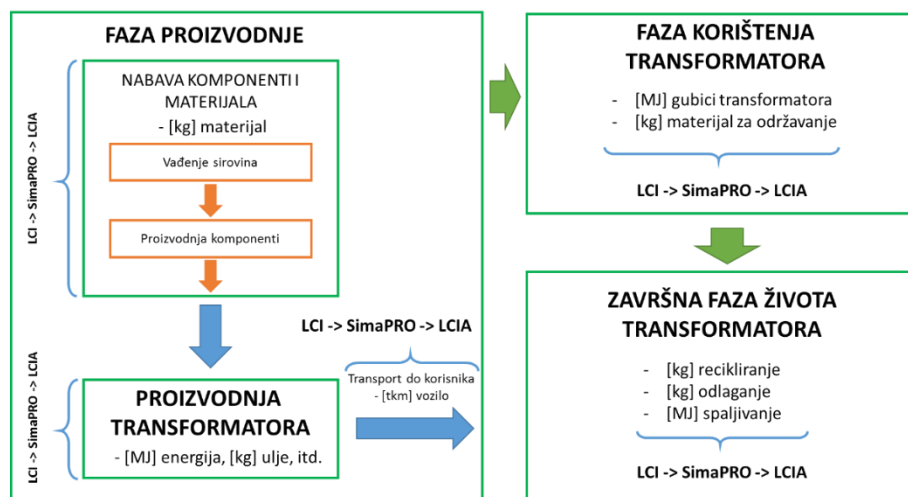
Slika 2.21 – Okvir za procjenu životnog ciklusa [121]

U nastavku je pobliže opisana svaka faza LCA analize.

2.2.5.1. Definiranje cilja i opsega

Prvi korak LCA mora dati podlogu za istraživanje i pružiti podatke kao što su ciljana primjena studije i razlozi za njezinu provedbu, zatim ciljana publika, sustav proizvoda koji treba analizirati, kvalitetu podataka, granice sustava, kategorije utjecaja, funkcionalnu jedinicu, itd., [124], [121]. Detaljniji skup pravila koja se moraju koristiti pri provođenju LCA studije mogu se naći u drugim standardima koji se nadovezuju na ISO 14040, kao što je Okolišna

deklaracija proizvoda (*engl. Environmental Product Declaration (EPD)*), također poznata pod nazivom "Razina 3" oznaka [124]. Ukratko, faza definiranja cilja i opsega studije definira kontekst studije i uključuje sve tehničke pojedinosti potrebne za uspješno izvođenje studije. Jedan od glavnih ciljeva faze definiranja cilja i opsega LCA je definiranje granica promatranog sustava. Poželjni način prikazivanja granica sustava je kroz dijagram toka procesa. Slika 2.22 prikazuje pojednostavljenu verziju dijagrama toka procesa koji predstavlja granice promatranog sustava.



Slika 2.22 – Primjer granica sustava kod LCA [126]

Kako bi se analizirao utjecaj na okoliš koriste se različite metodologije, kao što su CML2001, Eco-indicator 99, IMPACT 2002+ i sl. Rezultati utjecaja proizvoda prikazuju se kroz određene kategorije, stoga je u nastavku (Tablica 2.6) dan opis kategorija prema CML2001 metodologiji, koje zahtijeva većina PRC dokumenta.

Tablica 2.6 – Definicija kategorija utjecaja [127]

Kategorija utjecaja	Referentna jedinica	Definicija
Potencijal zakiseljavanja (<i>engl. Acidification potential (AP)</i>)	kg (SO ₂ – ekv.)	Sumirana mjera potencijala zakiseljavanja pojedinih supstanci, izračuna kroz konverzijski faktor sumporovih oksida, dušika i amonijaka u ekvivalent zakiseljavanja (SO ₂ eq.).
Klimatske promjene (<i>engl. Climate change – (GWP100)</i>)	kg (CO ₂ – ekv.)	Kategorija klimatske promjene je definirana kao utjecaj ljudskih emisija na djelovanje atmosferskog zračenja (npr. apsorpcija zračenja topline). Potencijali globalnog zatopljenja (<i>engl. Global Warming Potentials (GWPs)</i>) su korišteni kao faktori karakterizacije kako bi procijenili i agregirali intervencije za kategoriju utjecaja Klimatske promjene. GWP-ovi ovise o vremenskom horizontu T

Kategorija utjecaja	Referentna jedinica	Definicija
		u kojem se obavlja integracija. U slučaju GWP100 pokazatelja vremenski period je 100 godina.
Eutrofikacija (<i>engl. Eutrophication (EP)</i>)	kg (PO ₄ – ekv.)	Eutrofikacija pokriva sve potencijalne utjecaje prekomjerno visoke okoliše razine makronutrijenata, od kojih su najvažniji dušik (N) i fosfor (P). Obogaćivanje hranjivim tvarima može uzrokovati neželjeni pomak u sastavu vrsta i povišenu proizvodnju biomase u vodenim i kopnenim ekosustavima. Osim toga, visoke koncentracije hranjivih tvari mogu također učiniti površinske vode neprihvatljivim kao izvor pitke vode. Područja zaštite su prirodni okoliš, prirodni resursi i umjetan okoliš stvoren od strane čovjeka.
Smanjenje ozonskog sloja (<i>engl. Ozone layer depletion (ODP)</i>)	kg (CFC-11 – ekv.)	Kategorija smanjenje ozonskog sloja odnosi se na stanjivanje ozonskog sloja kao posljedice antropogenih emisija. To uzrokuje da veći udio sunčevog UV-B zraka dosegne površinu Zemlje, s potencijalno štetnim utjecajima na ljudsko zdravlje, zdravlje životinja, kopnene i vodene ekosustave, biokemijske cikluse i materijale. Smanjenje ozonskog sloja na taj način utječe na sva četiri područja zaštite: ljudsko zdravlje, prirodni okoliš, čovjekovo okruženje i prirodne resurse.
Fotokemijska oksidacija (<i>engl. Photochemical oxidation (PCO)</i>)	kg (C ₂ H ₄ – ekv.)	Tvorba foto-oksidansa znači stvaranje reaktivnih kemijskih spojeva, kao što je ozon, djelovanjem sunčeve svjetlosti na određene primarne onečišćujuće tvari u zraku. Ti reaktivni spojevi mogu biti štetni za ljudsko zdravlje i ekosustave, a mogu također oštetiti usjeve. Fotokemijski potencijal za stvaranje ozona (POCP) je korišten kao faktor karakterizacije za procjenu i agregaciju intervencija za tu kategoriju utjecaja.

2.2.5.2. Analiza inventara životnog ciklusa

Analiza inventara životnog ciklusa (*engl. Life Cycle inventory analysis (LCI)*) smatra se osnovom svake LCA studije. Kroz fazu analize inventara životnog ciklusa, obavlja se stvarno prikupljanje podataka i modeliranje sustava prema pravilima, tj. cilju i opsegu definiranom u prethodnom poglavlju (Definiranje cilja i opsega). Faza analize inventara životnog ciklusa uključuje prikupljanje traženih podataka za tokove u i iz procesa, uključujući:

- elementarne tokove (korištenje resursa, kao i emisije i druge intervencije s ekosferom, kao što je korištenje zemljišta),
- tokove proizvoda (robe i usluga, i kao produkt procesa (izlaz), ali i ulazi / potrošni materijali procesa koji povezuju analizirani proces s drugim procesom,
- tokovi otpada (i otpadne vode i kruti / tekući otpad) koji su povezani s procesima gospodarenja otpadom kako bi se osiguralo kompletno modeliranje svih povezanih aktivnosti i utjecaja na okoliš.

Ova faza također uključuje i ostale informacije identificirane u opsegu relevantne za analizirani sustav, uključujući statističke podatke (npr. energetska mješavina, tržišna mješavina itd.), svojstva procesa i proizvoda (npr. funkcije i funkcionalne jedinice), svi ostali podaci i informacije, osim onih izravno vezanih uz procjenu utjecaja.

Kod izrade LCA studije, u većini slučajeva teško je doći do pravih podataka o procesima s obzirom na to da poduzeća nemaju točne podatke o načinu na koji su određeni resursi alocirani po procesima, već imaju samo agregirane podatke. U tom slučaju mora se primijeniti neka od procedura alokacije resursa, kao što je raspodjela prema broju radnih sati.

2.2.5.3. Procjena utjecaja životnog ciklusa

Procjena utjecaja životnog ciklusa (*engl. Life cycle impact assessment (LCIA)*) je faza LCA koja se kontinuirano razvija, a sastoji od 10-15 dobro razvijenih kategorija utjecaja (*engl. Impact Categories (IC)*) [124]. Pet najučestalijih kategorija je prikazano u prethodnoj tablici (Tablica 2.6). Prema ISO 14040:2006 [121] standardu LCIA se sastoji od primarnih (obveznih) i proizvoljnih elemenata.

Primarni elementi uključuju [121]:

- izbor kategorija utjecaja, pokazatelje kategorija i model karakterizacije,
- dodjelu rezultata LCI-a (klasifikacija),
- izračun rezultata pokazatelja kategorije (karakterizacija) i
- rezultate prema kategorijama pokazatelja (LCIA rezultati, LCIA profil).

Opcionalni elementi uključuju [121]:

- normalizaciju,
- grupiranje i
- ponderiranje.

Kada nedostaju podaci o okolišu za određene procese, koristi se znanstvena literatura iz koje se dobivaju podaci o određenim utjecajima procesa na okoliš, kao i pravila o odstupanju definirana u PCR dokumentima.

2.2.5.4. Interpretacija

Interpretacija dolazi kao četvrta faza u izradi LCA studije i mora osigurati da su prethodne tri faze dobro podešene i konzistentne jedna s drugom. Isto tako, u ovoj fazi se mora provjeriti vjerodostojnost i točnost rezultata pomoću odgovarajućih metoda, kao što su analiza osjetljivosti i računanje grešaka izračuna. Opcionalno, LCA studija bi trebala proći kritičku recenziju, što je ustvari obavezno ukoliko se radi o komparativnoj studiji koja se planira javno objaviti, a sama recenzija treba slijediti formu koju definira ISO 14044 [128].

U ovoj fazi, rezultati (otkrića) nastali u drugoj i trećoj fazi se kombiniraju zajedno kako bi se donijeli određeni zaključci ili preporuke, koje ponovno moraju biti u skladu s ciljevima i opsegom studije [128].

Struktura četvrte faze definirana je ISO 14044 i sadrži sljedeće elemente [124]:

- Identifikacija značajnih problema.
- Evaluacija studije s obzirom na kompletnost, osjetljivosti i konzistentnost.
- Zaključci, ograničenja i preporuke.

LCA se koristi u različitim industrijama, od agronomije, transporta, metaloprerađivačke industrije i drugih.

2.3. Utjecaj vitkog menadžmenta na okoliš

Vitki i zeleni menadžment bi trebale biti dvije strane istog novčića jer ukoliko ih se tretira odvojeno, doći će do situacije u kojoj će se oni boriti za iste organizacijske resurse te samim time rezultirati frustracijom, a ne očekivanim rezultatima postavljenim kroz ciljeve [129]. Već su u uvodu spomenute aktivnosti koje su određeni istraživači provodili kako bi povezali ova dva pristupa, a kao uvod u istraživanje koje slijedi, u nastavku je ukratko opisana povezanost smanjenja gubitaka vitke proizvodnje i utjecaja na smanjenje utjecaja na okoliš.

Tablica 2.7 – Utjecaj smanjenja gubitaka vitkog menadžmenta na okoliš [129]

Vitki gubitak	Utjecaj na okoliš
Manje grešaka na proizvodima:	Ukoliko su procesi unaprijeđeni tako da se minimiziraju greške na proizvodima, to znači da se koristi manje sirovina kako bi se proizveli ti proizvodi. Napose, nije više potrebno toliko prostora u pogonu, sustava i opreme za ponovnu izradu ili popravak tih proizvoda, što rezultira i manjom potrošnjom energije.
Manje prekomjerne proizvodnje	Prekomjerna proizvodnja znači proizvoditi više nego što kupac treba. Eliminacija prekomjerne proizvodnje, glavni je fokus vitke proizvodnje. U tradicionalnoj proizvodnji, ukoliko je proizvodna linija u radu i ukoliko su proizvedeni svi proizvodi koje zahtijeva kupac, dodatno se proizvede još koji proizvod kako bi se opravdali troškovi opreme i ljudi; vitka proizvodnja zahtijeva da se proizvodi samo ono što je potrebno, u vrijeme kada je potrebno. Ukoliko poduzeće ne proizvodi prekomjerno, tada troši manje sirovina, manje energije potrebne za rad i eliminira rizik da se prekomjerno proizvedeni proizvodi neće prodati ili da će se morati odložiti kao otpad.
Minimiziranje nepotrebnih pokreta	Odličan primjer nepotrebnih pokreta može se vidjeti u pogonima koji su loše dizajnirani, tako da radnici gube vrijeme i trud nepotrebno podižući stvari ili hodajući na većim udaljenostima tamo i natrag, kako bi pronašli alate ili izvršili određeni zadatak. Neefektivan raspored radnih mjesta unutar pogona zahtijeva više prostora i na taj način povećava potrebu za grijanjem, hlađenjem i rasvjetom, a isto tako može povećati vrijeme potrebno za proizvesti proizvod, što rezultira povećanjem potrošnje energije.
Smanjenje transporta	Jedan od primjera gubitaka zbog transporta je u slučaju kad proizvodni pogoni nisu locirani u blizini korisnika, što zahtijeva transport proizvoda na velikim udaljenostima. Isto tako, odnosi se i na kretanje materijala unutar pogona. Unutarnji transport materijala ne dodaje nikakvu pravu vrijednost proizvodu, ali povećava potrošnju energije i trošak povezan uz proizvod. Osobe koje razmišljanju u skladu s vitkim menadžmentom uvijek traže načine kako mogu smanjiti transport gdje god je to moguće.
Manje nepotrebnih zaliha	Slično kao i kod prekomjerne proizvodnje, ukoliko postoji manje zaliha proizvoda koji se nepotrebno nalaze unutar pogona, moguće je tako zauzeti prostor koristiti efikasnije (samim time smanjujući potrebu za grijanjem i hlađenjem), ali isto tako i smanjiti potrebu za pakiranjem i sirovinama. Manji nivo zaliha također smanjuje rizik od nastanka gubitaka usred njihove zastarjelosti ili pojave grešaka.

Vitki gubitak	Utjecaj na okoliš
Smanjeno čekanje	Nitko ne voli čekati, posebno osobe koje razmišljaju vitko. Još jedan od ključnih koncepata vitkog menadžmenta je smanjenje čekanja na opremu da bude slobodna, na informacije ili materijal. Dobar primjer lošeg načina rada je kad proizvodni procesi nisu balansirani, npr. kad operater završi dio zadatka i mora čekati na stroj da završi ciklus kako bi on završio zadatak. Harmonizacijom tih procesa, kako bi se smanjilo čekanje, može se smanjiti količina zastoja, što rezultira manjim gubitkom energije.
Manje prekomjerne obrade	Prekomjerna obrada znači da se kod obrade proizvoda izvode nepotrební dodatni koraci ili materijal kojeg kupac nije spreman platiti. Drugim riječima, svaki korak proizvodnog procesa treba dodavati vrijednost iz perspektive kupca. Unaprijedivši procese tako da rade samo ono što dodaje vrijednost omogućuje eliminaciju gubitaka i smanjuje utjecaj na okoliš.

Tablica 2.7 detaljno prikazuje kako smanjenje vitkih gubitaka utječe na smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš. Iz tog prikaza može se jasno vidjeti da postoji veliki potencijal u ovakvoj perspektivi. Kako sugeriraju i rezultati analize literature, implementacija vitkog menadžmenta, općenito, donosi dobrobiti vezane uz upravljanje okolišem [130]. Stoga se sama po sebi nameće potreba dodatnih istraživanja i izrade modela koji će poduzećima omogućiti iskorištavanje potencijala koji leže u integraciji pristupa vitkoga i zelenoga menadžmenta.

2.4. Zašto novi model

Poduzeća upoznata s vitkim menadžmentom će lakše prihvatiti ideju održivosti i konkretnije smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš. Vitki menadžment funkcionira kad pojedinci i timovi, kroz cijelu organizaciju, počinju postavljati pitanja kao što su: „Kako ovo što radimo dodaje vrijednost korisniku?“, zatim: „Kako možemo ovo raditi bolje?“ Isto tako, vitki menadžment funkcionira kada pojedinci i timovi imaju resurse, vrijeme i poticaj da otkriju prilike, istraže ih i implementiraju poboljšanja. Vitki menadžment funkcionira kada menadžment „živi ono o čemu govori“. Smanjenje utjecaja na okoliš kroz inicijative povećanja održivosti funkcionira na isti način, jedina razlika je u kriterijima donošenja odluka. Umjesto fokusiranja samo na ekonomskog korisnika (onaj koji kupuje proizvod), održivost je fokusirana na tri bilance: profitabilnost, ljude i planet (ekologija) [131].

Sve ovo gore napisano vodi nas do zaključka da, iako postoje teoretski modeli i okviri, potrebno je raditi s poduzećima kako bi se razumjela njihova stvarna potreba i napravili realni modeli koji će olakšati ostvarivanje dobrobiti kroz implementaciju vitkih alata, imajući u vidu njihov utjecaj na ekonomske i okolišne pokazatelje kroz cijeli životni ciklus proizvoda.

S obzirom na dostupnost brojnih metodologija, modela i pristupa, poduzeća, zbog svojih poslovnih ograničenja, nisu u mogućnosti uzeti u obzir sve probleme vezane uz okoliš, ali isto tako nisu u mogućnosti baviti se svim zelenim (okolišnim) praksama, stoga moraju odabrati one prakse, modele i pristupe koji im najviše odgovaraju, tj. koje su u skladu sa strategijom njihove organizacije [132], [133]. Upravo u ovom području bi im trebao pomoći novi model, čiji je postupak izrade i verifikacije opisan kroz naredna poglavlja.

3. METODA ISTRAŽIVANJA POLUSTRUKTURIRANIM INTERVJUOM

Danas se brojna istraživanja provode u području operacijskog menadžmenta i proizvodnje, ali još uvijek nedostaje onih istraživanja u kojima istraživač direktno odlazi u poduzeća, kako bi iz prve ruke saznao probleme, ali i povezanosti između područja koja istražuje. Kako je autor u svojoj karijeri imao priliku surađivati s proizvodnim poduzećima u Hrvatskoj, ali i posjetiti poduzeća u drugim zemljama, shvatio je važnost direktnog pristupa realnim problemima, i to upravo na mjestu gdje nastaju problemi, što se u vitkom menadžmentu zove „*Gemba*“. Na temelju opsežne analize literature iz područja vitkog i zelenog menadžmenta i prirode problema koji se istražuje, kao jedna od metoda istraživanja odabrana je metoda polustrukturiranog intervjua. Kvalitativno istraživanje prikladno je u situacijama kada istraživač ima namjeru razumjeti značenje koje sudionici istraživanja daju događajima i situacijama i uzima u obzir kontekst u kojem su se dogodili, a što je upravo važno kod implementacije vitke i zelene proizvodnje. Metoda polustrukturiranog intervjua koristila se već u istraživanjima u Velikoj Britaniji, gdje je Biggs [48] istraživala povezanost vitke i zelene proizvodnje, a Frost [134] pokretače i barijere u primjeni ISO 14001 standarda. Kurdve [135] je koristeći metodu polustrukturiranog intervjua istraživao primjenu alata vitke i zelene proizvodnje u Švedskoj. Torres Jr. i Gati [136] u Brazilu, Wu i drugi [137] u Kini Wiese i drugi [110] u Južnoj Africi su također koristili metodu polustrukturiranog intervjua kod istraživanja u području vitke i zelene proizvodnje. Iz prethodnih činjenica može se vidjeti da je metoda istraživanja polustrukturiranim intervjuom prisutna u istraživanjima u području operacijskog menadžmenta te se kao takva često koristi upravo kad se žele dobiti informacije iz realnog sektora o problemima koji se istražuju.

Kad se radi istraživanje s realnim osobama u poduzećima, za očekivati je da od njih 10 ispitanih neće imati svi ista razmišljanja, stoga, da bi se postigla objektivnost istraživanja i izbjegla pristranost autora prema temama koje nastaju iz analize intervjua, autor je dao sve od sebe kako bi se opisali i negativni slučajevi (poglavlje 3.3.15), tj. primjeri slučajeva koji nisu u skladu s razmišljanjima koje iznosi većina ispitanika.

U nastavku je opisan način odabira ispitanika, dan je opis ispitanika i poduzeća u kojima je proveden intervju, zatim je opisan način izrade i provođenja intervjua, kao i zaključci dobiveni analizom.

3.1. Odabir ispitanika

Naglasak polustrukturiranog intervju bio je saznati povezanost između vitke i zelene proizvodnje u pojedinom poduzeću iz perspektive osoba koje se bave unaprjeđenjem proizvodnje ili direktno sudjeluju u upravljanju proizvodnjom. Poduzeća u kojima se provodilo istraživanje birana su na temelju njihovog iskustva u implementaciji vitkog menadžmenta. Glavni kriterij bio je taj da poduzeće ima više od godinu dana iskustva u implementaciji vitkog menadžmenta. Kao što prikazuje Tablica 3.1., većina poduzeća ima četiri i više godina iskustva u primjeni vitkog menadžmenta, dok samo jedno poduzeće primjenjuje vitki menadžment 1,5 godina. Iako ovo poduzeće ulazi u ranije definiran kriterij, ovo poduzeće je uzeto u obzir i iz razloga što je jedan od osnivača međunarodna kompanija s dugogodišnjim iskustvom u implementaciji vitkog menadžmenta, a to iskustvo od prvog dana je prenjeto na ovo novoosnovano poduzeće, te je autor smatrao da će informacije prikupljanje kroz istraživanje doprinijeti kvaliteti istraživanja. S obzirom na to da je autor od 2011. godine aktivno uključen u organizaciju konferencije GALP, koja svake godine okuplja stručnjake iz područja vitkog menadžmenta, tako je kod odabira ispitanika korištena ta mreža poznanstva, ali također je korišten i „snowball“ koncept kad su ispitanici predložili poduzeća s kojima bi bilo potrebno provesti intervju. Ispitanici su prvo kontaktirani telefonski, gdje im je objašnjen cilj i metoda istraživanja, zatim im je poslan email s detaljima o samom intervjuu, u kojem je spomenuto da će pitanja biti iz područja vitke i zelene proizvodnje te njihove povezanosti. Ispitanici se u poslanom emailu obaviještene da će intervju biti sniman ukoliko će pristati na to, a da će podaci iz intervjuu biti anonimni. Opis sudionika koji su sudjelovali u intervjuima prikazuje Tablica 3.1. U navedenoj tablici, za svakog ispitanika uvedena je oznaka, npr. P1. Dana oznaka za svakog ispitanika povezana je s ispitanikom, a taj podatak je poznat samo autoru.

Tablica 3.1 – Opis ispitanika koji su sudjelovali u intervjuu

Oznaka	Veličina poduzeća	Glavna djelatnost	Godine primjene vitkog menadžmenta	Ispitanik	Uvjeti intervjuu
P1	Srednje veliko poduzeće	Proizvodnja rashladne i ventilacijske opreme	10,5	Menadžer kvalitete	Intervju je snimljen

Metoda istraživanja polustrukturiranim intervjuom

Oznaka	Veličina poduzeća	Glavna djelatnost	Godine primjene vitkog menadžmenta	Ispitanik	Uvjeti intervjua
P2	Veliko poduzeće u većinskom vlasništvu međunarodne grupacije	Proizvodnja električnih strojeva i aparata	6	Voditelj kontinuiranog poboljšanja	Samo pisane bilješke intervjua
P3	Srednje veliko poduzeće	Konstrukcija, proizvodnja i prodaja strojeva	4	Direktor proizvodnje	Intervju je snimljen
P4	Veliko poduzeće	Proizvodnja prehrambenih proizvoda	4	Direktor sektora proizvodnje	Dio intervjua samo pisane bilješke, a dio intervjua je snimljen
P5	Srednje veliko poduzeće	Proizvodnja rashladnih uređaja	4,5	Rukovoditelj proizvodnje	Intervju je snimljen
P6	Malo poduzeće u djelomičnom vlasništvu međunarodne grupacije	Proizvodnja motornih vozila	1,5	Direktor proizvodnje	Intervju je snimljen
P7	Srednje veliko poduzeće u vlasništvu međunarodne grupacije	Proizvodnja metalnih konstrukcija i ostalih proizvoda od metala	5,5	Direktor proizvodnje	Intervju je snimljen
P8	Srednje veliko poduzeće u vlasništvu međunarodne grupacije	Proizvodnja proizvoda iz papira i kartona	6	Direktor proizvodnje	Intervju je snimljen

Oznaka	Veličina poduzeća	Glavna djelatnost	Godine primjene vitkog menadžmenta	Ispitanik	Uvjeti intervjuja
P9	Veliko poduzeće u vlasništvu međunarodne grupacije	Proizvodnja pića	7	Menadžer za okoliš i sigurnost	Zabilješke vođene na računalu
P10	Srednje veliko poduzeće	Metalo-prerađivačka industrija	13	Član uprave	Intervju je snimljen

Kao što se vidi iz tablice, većina sudionika dolazi iz srednjih ili velikih poduzeća, a samo je jedan ispitanik iz malog poduzeća. Ova klasifikacija je provedena prema uredbi Europske komisije [138] o potporama poduzećima u kojoj se spominje i klasifikacija poduzeća. Valja napomenuti da je dobivena dobra reprezentativnost uzorka s obzirom na to da su ispitanici iz poduzeća koja se nalaze u različitim branšama, zatim ispitanici su iz poduzeća u hrvatskom, ali i stranom vlasništvu, te dolaze iz poduzeća različitih veličina. Veća zastupljenost srednjih i velikih poduzeća u ovom istraživanju proizlazi iz činjenice da mala poduzeća najčešće svoju proizvodnju imaju organiziranu kroz radionički proces i samim time ne primjenjuju u tolikoj mjeri vitki menadžment, iako primjer poduzeća P6 govori suprotno. Kod poduzeća P6 mora se uzeti u obzir da je to poduzeće u 50% vlasništvu strane grupacije, što bi mogao biti jedan od razloga za uvođenje vitkog menadžmenta.

3.2. Izrada intervjuja

Već je ranije navedeno da su polustrukturirani intervjui korišteni u istraživanju vitke i zelene proizvodnje, gdje su se pokazali kao dobar instrument znanstvenog istraživanja navedene tematike. U ovom istraživanju, polustrukturirani intervjui su se koristili kako bi se razjasnila povezanost vitke i zelene proizvodnje u poduzećima, ali i kako bi se istražili vitki alati te ekonomski i okolišni pokazatelji koje poduzeća prate. Pitanja u intervjuu definirana su na temelju informacija dobivenih pregledom literature s obzirom na to da autori [16] preporučuju korištenje već ranije definiranih setova pitanja, kako bi se omogućila kasnija usporedivost rezultata. Tako je za definiranje pitanja korišten upitnik kojeg je Biggs [48] koristila u svojem istraživanju, s time da je protokol intervjuja nadopunjen pitanjima vezanim uz primjenu LCA metode u poduzećima i pitanjima o korištenju sustava informacijske podrške kod planiranja,

implementacije i praćenja vitke i zelene proizvodnje. Pitanja korištena kod polustrukturiranog intervju prikazana su u tablici u nastavku (Tablica 3.2).

Tablica 3.2 – Pitanja korištena kod polustrukturiranog intervju (Prilagođeno iz [48])

Pitanje	Pitanje za intervju	Razlog za pitanje
Pitanja A: Vitka proizvodnja		
L1	Što je potaknulo vaš inicijalni interes za implementacijom vitkog menadžmenta?	Želi se saznati koji su to pokretači koji potiču poduzeća da kreću s uvođenjem metoda poboljšanja poslovanja baziranim na vitkom menadžmentu, što bi se kasnije moglo primijeniti kod integrirane implementacije vitkog i zelenog menadžmenta.
L2	Kada ste započeli implementaciju vitkog menadžmenta?	Kako bi se razumjela zrelost implementacije i provođenje programa unaprjeđenja.
L3	Je li vaš ekspert bio iz poduzeća ili vanjski konzultant?	Kako bi se saznalo na koji način poduzeća žele dobiti informacije.
L4	Jeste li koristili neki općenito prihvaćen i prepoznat program implementacije vitkog menadžmenta ili ste samostalno odabrali alate koji su vam najviše odgovarali?	Koliko stvarno kompanije žele upute na pojedinim stadijima implementacije? Koji planovi implementacije su popularni? Ako su odabrali vlastiti put, na koji način su odabrali alate? Jesu li skloni odabrati one koje mogu lagano implementirati ili one koji pomažu ispuniti potrebu ili riješiti problem?
L5	Možete li ukratko opisati strukturu vaše implementacije vitkog menadžmenta?	Kako poduzeća primjenjuju vitki menadžment i na koji način uključuju ljude u te aktivnosti. Informacije dobivene kroz ovo pitanje bi trebale pomoći kod definiranja strukture uvođenja vitkog i zelenog menadžmenta.
L6	Koje alate vitkog menadžmenta koristite?	Koji su alati popularni i koje alate koriste u kojoj fazi? Ovo su potencijalni alati koji će biti korišteni u integriranom modelu vitke i zelene proizvodnje.
L7	Koji i kakvi su bili financijski benefiti koje ste uočili ili promatrali?	Ističu li bilo koji financijski benefit koji je istovremeno i okolišni benefit? Kako definiraju financijske benefite i koliki naglasak je stavljen na njih?
L8	Kako mjerite financijske benefite?	Koji dobri načini mjerenja su spomenuti? Jesu li benefiti zaista mjereni ili samo procijenjeni? Koji pokazatelji se prate?

Metoda istraživanja polustrukturiranim intervjuom

Pitanje	Pitanje za intervju	Razlog za pitanje
L9	Možete li procijeniti zašto su nastali i u kojoj fazi?	Postoji li neki od alata ili metoda i sl. koji su posebno „uspješni“ u vidu finansijskih benefita?
L10	Osim finansijskih, koje ostale promjene ste uočili u svojim operacija, procesima ili procedurama?	Pomaže razumjeti što su stvarno napravili. Gdje bi se mogli pronaći benefiti vezani uz okolišnu održivost? Kako funkcionira njihova implementacija? Što je bio glavni fokus njihove implementacije?
L11	Vidite li vitki menadžment kao jednokratni projekt ili nešto na čemu ćete raditi u doglednoj budućnosti?	Je li ovo stalna promjena? Razmišljaju li poduzeća u terminima projekata unaprjeđenja ili fundamentalne promjene načina na koji rade biznis?
L12	Koliko je vitko vaše poduzeće danas na skali od 1 do 10, s time da 10 znači „savršenstvo“ a 1 „uopće ne vitko“?	Namjerno nije dana definicija ljestvice. Broj ustvari nije toliko važan, već objašnjenje koje će dati – ono što predstavlja model uspješnosti za njih. Što je savršenstvo? Prema čemu oni rade/teže?
L13	Čini se kao da ne postoji jedna istina što je to vitki menadžment. Možete li kazati u jednoj rečenici, koji su principi koji čine vitki menadžment za vas?	Što je glavni fokus vezan uz vitki menadžment u poduzećima? Što smatraju/razumiju pod pojmom vitki menadžment? Koje ključne elemente bi trebalo uključiti u „smanjenje utjecaja na okoliš i vitki menadžment“ kako bi bilo prepoznato kao vitki menadžment?
L14	Kakvu informatičku podršku koristite kod implementacije vitkog menadžmenta, za planiranje, implementaciju i praćenje?	Saznati koriste li se i koji programski alati i na koji način oni pomažu u implementaciji vitkog menadžmenta. Na ovaj način će se dobiti i informacija o mogućim programskim alatima i informatičkim rješenjima za integrirani model vitke i zelene proizvodnje.
Pitanja B: Zelena proizvodnja		
G1	Što bi rekli koliko održivo/prijateljsko prema okolišu je vaše poduzeće? Recite na skali od 1 do 10, s time da je 1 znači „potpuno neprijateljska“ i 10 „savršena“.	Ponovno, objašnjenje je interesantnije u ovom pitanju nego aktualna ocjena. Čemu teže? Što za njih znači 10? Što smatraju modelom uspješnosti kad je u pitanju utjecaj poslovanja na okoliš?
G2	Što smatrate da su glavni efekti vašeg poslovanja i operacija na okoliš?	Koliko je poduzeće svjesno vlastitog utjecaja? Koji su najpopularniji glavni utjecaji?

Metoda istraživanja polustrukturiranim intervjuom

Pitanje	Pitanje za intervju	Razlog za pitanje
G3	Kako ste došli do spoznaje koji su vaših glavni utjecaji i kako ste se odlučili koja unaprjeđenja raditi?	Koje metode se obično koriste, tj. koje oni smatraju pouzdanim? Imaju li poduzeća pristup sredstvima za procjenu njihovog utjecaja (osobito manja poduzeća)? Mjere li, procjenjuju ili nagađaju?
G4	Što (ako išta) radite kako biste smanjili utjecaj?	Na koji način trenutno organiziraju inicijative za smanjenje utjecaja na okoliš? Postoje li dokazi, mjerenja, praćenja, kontinuiranog napretka, uključenosti zaposlenika, itd.? Postoji li neki specifični način kako to oni dobro rade iz kojeg bi se nešto moglo naučiti?
G5	Što je bilo najteže u vašem naporu da postanete više održivi?	U čemu poduzeća trebaju najveću pomoć? (U ovim aspektima bi integralni model mogao pomoći). Koliko je teško implementirati okolišna unaprjeđenja?
G6	Je li smanjenje utjecaja na okoliš (okolišna unaprjeđenja) trošak ili prilika za vaše poduzeće?	Utječe li to što je kompanija „vitka“ na općenitu percepciju? Kakvo je većinsko razmišljanje? Interesiraju nas također i razlozi. Ukoliko vide ovo kao trošak, gledaju li oni uglavnom na troškove sanacije ekoloških utjecaja ili su više fokusirani na njihovo izbjegavanje?
G7	Jeste li pratili bilo koji okolišni ili održivi plan implementacije kao što su ISO 14001, EMAS, itd.?	Jesu li bilo koji od ovakvih programa i planova implementacije popularni i koriste li ih poduzeća kako bi prilagodila svoje programe? Neki određeni razlog za popularnost ili nepopularnost?
G8 - M	Kakvu informatičku podršku koristite kod implementacije zelenog menadžmenta, za planiranje, implementaciju i praćenje?	Saznati koriste li se i koji programski alati i na koji način oni pomažu u implementaciji vitkog menadžmenta. Na ovaj način će se dobiti i informacija o mogućim programskih alatima i informatičkim rješenjima za integrirani model vitke i zelene proizvodnje.
G9 – LCA	Koristite li u svom poslovanju LCA metodu?	Saznati u kojoj mjeri poduzeća koriste LCA metodu te na koji način ju primjenjuju. Ovdje je važno saznati u koju svrhu koriste rezultate LCA metode.

Pitanje	Pitanje za intervju	Razlog za pitanje
G10 – LCA	Imate li za koji od svojih proizvoda neki od standardnih ekoloških certifikata kao što je EPD?	Koliko su prisutni standardni ekološki certifikati? Zbog kojih razloga kompanije kreću u certifikaciju i kako koriste dobivene certifikate? S kojim izazovima se susreću?
G11 – LCA	Kakav efekt ima implementacija vitkih alata na ostale faze životnog ciklusa proizvoda?	Vide li ispitanici unaprjeđenja u proizvodnji kao mogućnost za smanjenje utjecaja poslovanja kroz cjeloživotni ciklus proizvoda?
Pitanja C: Vitka i zelena proizvodnja		
LG1	Kao rezultat uvođenja vitkog menadžmenta, jeste li uočili nešto od ovoga: smanjenje potrošnje energije, smanjenje otpada, povećanje u prodaji/ponovnog korištenju otpada?	Jesu li ove informacije u skladu s onim što je napisano u literaturi? Nadopunjuju li ih? Prezentiraju nove ideje o sinergiji? Na koji način su ispitanici razmišljali o ovome i kako su mjerili nastale promjene?
LG2	Kao rezultat uvođenja vitkog menadžmenta, jeste li uočili nešto od ovoga: povećanje u potrošnji energije (u proizvodnji), povećanje transporta (u kilometrima), nešto drugo za što mislite da je vaše poduzeće učinilo manje održivo / manje prijateljsko prema okolišu?	Što uzrokuje negativni utjecaj i može li se on zaobići ili izbjeći? Prepoznaju li poduzeća negativne utjecaje koje unaprjeđenja mogu imati?
LG3	Cilj ovog projekta je korištenje vitkih alata i prilagoditi ih kako bi se povećala njihova održivost i benefiti smanjenja utjecaja na okoliš. Koje je vaše mišljenje o ovoj ideji?	Ovo je provjera smisla ovakve ideje, isto tako i način generiranja novih ideja o sinergiji između vitke i zelene proizvodnje. Kakvi su stavovi ispitanika nakon što se prodiskutira ideja?

3.3. Analiza intervjuja

Analiza intervjuja predstavlja najsloženiji korak provođenja metode polustrukturiranih intervjuja. Istraživač mora iz velike količine podataka pronaći one koji će biti korisni za samo istraživanje, a da pritom ne bude subjektivan kod analize odgovora. U ovom radu, analiza intervjuja napravljena je u nekoliko koraka. Svi intervjui koji su snimljeni transkriptirani su koristeći softver: „*Express Scribe Transcription Software*“ i njegova besplatna verzija. Dva intervjuja su napravljena koristeći samo zabilješke, s time da su kod jednog zabilješke rađene

ručno, a kod drugog koristeći računalo. Jedan intervju proveden je tako da je pola intervjua snimljeno, a pola su rađene zabilješke. Svi intervjui su zatim analizirani na način da su se kodirali pojmovi koji se javljaju u vitkom i zelenom menadžmentu, kako bi se pronašla učestalost njihovog pojavljivanja u određenim kompanijama. Fokus je bio na vitkim alatima koji se koriste u poduzećima te na ekonomskim i okolišnim pokazateljima koji se prate. U trećem koraku analizirani su odgovori kroz slušanje svakog intervjua i praćenje zapisa, kako bi se izvukli glavni zaključci vezani uz primjenu vitke i zelene proizvodnje u poduzećima, ali isto tako i njihovoj integraciji. Rezultati analize intervjua prikazani su u nastavku kroz dana poglavlja. Poglavlja predstavljaju teme koje su se definirale kroz provedeno istraživanje. Zaključci napravljeni na temelju intervjua označeni su oznakom Z i rednim brojem zaključka i nalaze se unutar zagrade, npr. (Z-1) kao oznaka za prvi zaključak. Da bi se razlikovao od ostalog teksta, tekst zaključka je prikazan kao podebljan, kako bi se povezale informacije dobivene iz intervjua i zaključci spomenuti u analizi koristi se pristup citiranja, a svaki citat je označen i povezan s intervjuom u kojem je nastao te u sklopu kojeg pitanja se pojavio (npr. Ispitanik P1, pitanje L3). Ukoliko je za citat važno pitanje koje je voditelj intervjua postavio, uvedena je oznaka „V“ za voditelja intervjua i „I“ za ispitanika, kako bi se lakše raspoznalo pitanje i odgovor. Citati su korišteni ukoliko je odgovor ispitanika bio značajan za istraživanje, npr. ukoliko je podržavao zaključak ili mu se suprotstavljao, te ukoliko je iz odgovora ispitanika nastala neka nova tema ili je sam odgovor predstavljao interesantno saznanje. Objašnjenje svakog pitanja, kao i njegova pripadajuća oznaka, prikazana je u prethodnoj tablici (Tablica 3.2).

Kako bi se izbjegla pristranost kod zaključaka, oni su temeljeni na barem 3 ili više odgovora ispitanika gdje god je to bilo moguće. U slučaju da su postojala određena saznanja koja su se pojavila samo u jednom intervjuu, ovo pravilo tad nije korišteno s obzirom na to da bi to značilo mogućnost da se izostave važne spoznaje, a što se kod istraživanja želi izbjeći. S namjerom da se smanji subjektivnost i pristranost istraživača, korišten je pristup predstavljanja negativnog primjera, tj. odgovora sudionika koji ne odražava zaključke koji su dobiveni iz odgovora pojedinih ispitanika, a istraživač se maksimalno potrudio kako bi zapisao sve negativne primjere.

U nastavku su predstavljeni rezultati analize, grupirani prema temama koje su se iskristalizirale kroz istraživanje, a prva tema je vezana uz učestalost pojave ekonomskih pokazatelja u provedenim intervjuima.

3.3.1. Učestalost ekonomskih pokazatelja

Poduzeća prate različite ekonomske i okolišne pokazatelje – neke od njih prate po sili zakona, zbog obaveza redovnog izvještavanja bilo to prema ekonomskih ili okolišnim pokazateljima, a neke pokazatelje prate kako bi lakše upravljali svojim procesima i osigurali njihovu održivost u ekonomskom i okolišnom smislu. Tablica 3.3 prikazuje učestalost ekonomskih pokazatelja kroz intervju. Važno je napomenuti da ovdje nisu spomenuti svi pokazatelji koje poduzeća prate, već samo oni koji su direktno ili indirektno spomenuti tijekom intervjua, s obzirom na to da u intervjuu nije bilo eksplicitnog pitanja o pokazateljima koje poduzeća prate, već se kroz pitanja o implementaciji vitke i zelene proizvodnje pokušalo saznati na koje pokazatelje poduzeća stavljaju najveći naglasak, tj. koje pokazatelje sami spominju bez da ih se na njih navodi. Upravo ti pokazatelji bi trebali biti oni koji su poduzećima najznačajniji.

Tablica 3.3 – Učestalost ekonomskih pokazatelja

Ekonomski pokazatelji	Učestalost
Financijski pokazatelji (FP)	10
Troškovi proizvodnje (OP), Produktivnost (OP)	7
Kvaliteta (OP), Vrijeme proizvodnje (Vodeće vrijeme, vrijeme montaže) (OP)	6
Troškovi rada (FP), Fleksibilnost (OP), Transport (OP)	5
Troškovi materijala (FP), Kapacitet (OP), Zalihe (OP)	4
Efikasnost i efektivnost tehnologije (OP), Efikasnost strojeva (OP), OEE (OP), Škart (OP), Broj pozicija (OP),	3
Broj zaposlenih (OP), Isporuke na vrijeme (OP), Oslobođeni prostor (OP), Popunjenost kamiona (OP), Rast prodaje (TP), Udio u tržištu (TP)	2
EBIT (FP), COGS (FP), CAPEX (FP), Planirani/Lansirani nalog (OP), Iskorištenost strojeva (operacija) (OP), Podjela posla (OP), Pouzdanost (OP), Povratna informacija od kupaca (OP), Bolovanja (OP), Nova tržišta (TP), Broj narudžbi (TP), Analiza konkurencije (TP), Postotak robe raspoloživ na zalihama (OP)	1

Kako prikazuje Tablica 3.3 poduzeća najučestalije govore o financijskim pokazateljima, iako je čest slučaj bio da nisu specificirali konkretne financijske pokazatelje, već su ih naveli kao bitne za praćenje kod implementacije. Od financijskih pokazatelja koje su ispitanici spomenuli, to su povećanje iznosa prihoda kroz godine, kao i ostvarene financijske uštede kroz provođenje vitkih inicijativa.

„I: Poslije je generirano 95 projekata ukupno ..., gdje su financijski rezultati ukupne uštede koje smo uspjeli postići ... bili 7,5 milijuna kuna.

V: U kojem vremenskom periodu.

I: Pet godina. “

(Ispitanik P1, pitanje L7)

„I: 2014. otprilike 200 tisuća € ušteda koje su ljudi ostvarili svojim uštedama. 2015. 550-600 tisuća €, 2016. skoro 1 milijun €. “

(Ispitanik P4, pitanje L7)

„V: Kako mjerite ove financijske benefite?

I: Mjeri (ih) direktor. (Kroz) rast prodaje. ... (Rast prihoda od prodaje) “

(Ispitanik P5, pitanje L8)

3.3.2. Razlozi za implementaciju vitkog menadžmenta

U ovoj temi želi se odgovoriti na pitanje što to motivira poduzeća da bi krenula s aktivnostima unaprjeđenja poslovanja kroz implementaciju vitkog menadžmenta. Poznato je već od ranije da poduzeća imaju različite motive zbog čega kreću s implementacijom unaprjeđenja u vlastite procese, a najčešći motivi su poboljšanje kvalitete, povećanje produktivnosti i smanjenje troškova [74]. Dana unaprjeđenja u konačnici vode do povećanja konkurentnosti.

Analizom intervjua dobiveni su podaci o razlozima zbog kojih se poduzeća najčešće odlučuju na uvođenje vitkog menadžmenta. Prepoznata su 23 razloga koja ispitanici navode kao pokretače njihovog uvođenja vitkog menadžmenta. Rezultati su prikazani u tablici danoj u nastavku (Tablica 3.4)

Tablica 3.4 – Razlozi za uvođenje vitkog menadžmenta

Razlog pokretanja	Učestalost
Smanjenje troškova	7
Smanjenje cijene proizvoda	3
Povećanje konkurentnosti, Povećanje efikasnosti, Povećanje kapaciteta, Skraćenje procesa proizvodnje, Poboljšanje kvalitete	2
Konkurencija koristi vitki menadžment, Nekonkurentne cijene, Menadžment je donio odluku, Povećanje prihoda, Pad cijena na tržištu i smanjenje marže, Optimizacija procesa, Svrsishodnost vitkog menadžmenta, Nemogućnost ispunjavanja zahtjeva kupca, Mogućnost postizanja benefita u proizvodnim procesima, Skraćenje vremena montaže, Izbacivanje svih nepotrebnih radnji iz procesa, Pokrenula grupacija, Bolja organizacija poduzeća, Veća educiranost i sistematiziranost ljudi, Standardizirani način obavljanja posla	1

Kao što prikazuje Tablica 3.4, najučestaliji razlog za uvođenje vitkog menadžmenta je smanjenje troškova. Stoga se može donijeti prvi zaključak koji će pomoći kod izrade novog modela vitke i zelene proizvodnje..

(Z-1) Kod uvođenja vitke i zelene proizvodnje treba uzeti u obzir da alati moraju imati prvenstveno utjecaj na smanjenje troškova, tj. moraju ostvarivati financijske dobrobiti.

Neki od razloga su direktno povezani, kao što je smanjenje troškova proizvodnje, koje će direktno utjecati na smanjenje proizvodne cijene proizvoda. Ono što je karakteristično za sve razloge je da oni imaju svrhu povećanja konkurentnosti poduzeća na tržištu. Među više učestale razloge spadaju i povećanje kvalitete, a poduzeća spominju i povećanje mogućnosti ispunjavanja zahtjeva kupaca te bolju organizaciju poduzeća, što je u skladu s istraživanjem koje su proveli Terziovski i Sohal [74] u australskim poduzećima.

Ukoliko se usporede rezultati s onima koje je Biggs [48] dobila provodeći sličan intervju u britanskim poduzećima, vidi se da je u hrvatskim poduzećima razlog smanjenja troškova spomenut u 7 od 10 poduzeća, dok je kod Biggs spomenut u 6 od 10, što ne predstavlja značajnu razliku i može se zaključiti da i hrvatska i britanska poduzeća najveći naglasak kod uvođenja vitkog menadžmenta stavljaju na troškove. Zanimljiv je podatak da je samo jedan ispitanik iz Hrvatske izjavio eksplicitno da je razlog za uvođenje vitkog menadžmenta bio pritisak od strane vlasnika, međunarodne kompanije, što je bio slučaj i u istraživanju koje je provela Biggs. Iz ovog se može zaključiti da **(Z-2) u poduzećima postoji želja za kontinuiranim unaprjeđenjem kako bi se postigla što bolja pozicija na tržištu, a najveći utjecaj na uvođenje vitkog menadžmenta imaju tržište i kupac.**

„I: Tržište. Konkurenti na tržištu su već koristili vitki menadžment i uspjeli su smanjiti svoje troškove, a samim time i sniziti cijenu proizvoda na tržištu. Naše cijene u takvom okruženju nisu bile konkurentne. To je bio jedan od glavnih razloga pokretanja programa kontinuiranog napretka.“

(Ispitanik P2, pitanje L1)

(Z-3) Kod uvođenja vitke i zelene proizvodnje valja imati na umu da se alati i pokretanje inicijativa ne bi smjelo nametnuti poduzećima, već bi trebale doći kao moguće rješenje njihovih problema, s obzirom na to da bi u prvom slučaju moglo doći do otpora i, u konačnici, neuspjeha u implementaciji.

„V: Osim poticaja od strane (grupacije) je li još nešto bio poticaj?“

I: To je došlo s vremenom, ... ali prvo je bio otpor, prvo se samo smatralo da je to nešto što je nametnuto silom, ali je zapravo bila ta stvar da smo mi vidjeli da tu postoje razne uštede, tipa u utrošku, možemo više proizvoda isporučiti u isto vrijeme, itd. “

(Ispitanik P7, pitanje L1)

3.3.3. Vitki alati koji se koriste u poduzećima

Kroz provođenje intervjua, svakom ispitaniku postavljeno je pitanje koje alate vitkog menadžmenta poduzeće koristi trenutno ili je koristilo. Na ovo pitanje nije uvijek bilo moguće dobiti potpuni odgovor jer neka poduzeća već duže vrijeme primjenjuju vitki menadžment, stoga je moguće da su neki alati ostali neizrečeni. Ovo pitanje je također imalo svrhu saznati alate na koje poduzeća najviše stavljaju naglasak, tj. koji alati su im najbitniji pa stoga ukoliko poduzeće i koristi određeni alat, a nije ga spomenulo tijekom razgovora, može se pretpostaviti da taj alat nije najznačajniji za to poduzeće. Tablica 3.5 prikazuje sumirane odgovore učestalosti upotrebe vitkih alata.

Tablica 3.5 – Učestalost primjene pojedinih alata u poduzećima

Alati	Broj poduzeća
5S (6S)	10
Cjelovito produktivno održavanje (TPM)	8
Brza izmjena alata (SMED), Mapiranje toka vrijednosti (VSM), Postavljanje ciljeva (KPI), Kaizen (Gemba Kaizen, Dnevni Kaizen, Kaizen radionice, Kaizen događaji)	6
Vizualni menadžment, Alati za analizu (Pareto, SWOT, Spaghetti dijagram, Analitički alati)	5
Upravljanje zalihama	4
Autonomno održavanje, Sastanci u proizvodnji (dnevni/tjedni)	3
Tok materijala, Mapiranje procesa (dijagrami toka), Standardizacija, Povlačenje (Kanban), Proizvodnja u taktu, Suradnja s dobavljačima, Hoshin Kanri (<i>Policy Deployment</i>)	2
A3, Mapiranje uskih grla, DMAIC, Preventivno održavanje, Proizvodnja na vrijeme (<i>Just in time (JIT)</i>), Dizajn za proizvodnju i montažu (DFMA), Statistička kontrola procesa (<i>Statistical process Control (SPC)</i>), Kontrola kvalitete, Praćenje uskih grla, VAVE (<i>Value Analysis Value Engineering</i>) radionice, Upravljanje kvalitetom, Mapiranje kompetencija, Prolazak kroz proizvodnju (<i>Gemba Walk</i>), 5 Vrijednosti, Upravljanje promjenama, PMS (<i>Process Performance Management</i>), Rješavanje problema (<i>Problem solving</i>), Vodstvo (<i>Leadership</i>), 7 gubitaka, Praćenje aktivnosti (<i>Activity sampling</i>), Potvrda procesa (<i>Process Confirmation</i>)	1

Kad se istraživanje provodi u proizvodnim poduzećima u realnom sektoru, s različitim poduzećima koja su uključena, javlja se problem standardizacije pojmova, a to je bio slučaj i kod definiranja alata koji se koriste u promatranim poduzećima, s obzirom na to da se u poduzećima različiti pojam može koristiti za jedan alat, kao što je slučaj s *Hoshin Kanri* alatom koji se u drugom poduzeću naziva *Policy Deployment*, ili razlika između 5S i 6S koja je više očita da se radi o istom alatu nadograđenom još jednim dodatnim aspektom. Kao što je napisano ranije, moguće je da ovo nisu svi alati koje su poduzeća koristila ili ih trenutno koriste, ali zasigurno jesu alati koje su ispitanici spomenuli tijekom intervjua i za koje se može zaključiti da su njima važni. Tako je analizom intervjua dobiven podatak da se 39 vitkih alata koristi u poduzećima, dok se analizom literature došlo do 46 različitih vitkih alata (Tablica 6.3). Među spomenutim vitkim alatima, a koji prikazuje Tablica 3.5, nalaze se alati kao što su Dizajn za proizvodnju i montažu poznat pod skraćenicom DFMA, koji ne spada nužno samo u kategoriju vitkih alata, ali s obzirom na to da su ga ispitanici spomenuli kod spominjanja vitkih alata koji se koriste kod njih u proizvodnji, i ovaj je alat stavljen u skupinu vitkih alata.

(Z-4) Od svih alata vitkog menadžmenta, najzastupljeniji je 5S, a spomenut je u svim intervjuima. Prisutnost 5S alata kod svih poduzeća koja primjenjuju vitki menadžment je očekivana, budući da je 5S jedan od temeljnih alata vitkog menadžmenta i jedan od prvih koji se primjenjuje kod početka uvođenja vitkog menadžmenta. Jedan od razloga zašto poduzeća kreću prvo s primjenom 5S je njegova jednostavnost i vizualni utjecaj, što znači da su rezultati uvođenja 5S odmah vidljivi u proizvodnji. S druge strane, 5S je jedan od najjednostavnijih vitkih alata te često služi kao test poduzećima koliko su spremna posvetiti se aktivnostima kontinuiranog unaprjeđenja. To bi značilo ukoliko poduzeće ne uspije uspješno implementirati i održati ovaj alat, postavlja se pitanje hoće li uspjeti implementirati i održati složenije alate koji zahtijevaju veći angažman, kao što je uvođenje Kanban sustava ili Jidoka. **(Z-5) TPM je još jedan alat kojeg poduzeća najčešće primjenjuju. Razlog ovoj učestalosti može se pronaći u fokusu kojeg poduzeća stavljaju na iskoristivost strojeva.** Recimo, poduzećima je vrlo lako izračunati ROI svakog stroja te kolika bi trebala biti njegova iskoristivost da se isplati investicija. Imajući na umu da svaki zastoj stroja direktno utječe na njegovu iskoristivost, poduzeća stavljaju veliki naglasak na aktivnosti održavanja s najvećim fokusom na aktivnosti preventivnog održavanja kroz programe TPM-a. Kako je i spomenuto u jednom intervjuu, cilj TPM je da se stroj maksimalno iskoristi te da se može planirati kad će on biti na raspolaganju, tj. žele se izbjeći korektivne aktivnosti održavanja, budući da će one

direktno utjecati na promjenu plana i promjenu planiranog kapaciteta, prvo tog određenog stroja ili radnog mjesta, a zatim i cijele proizvodnje.

„... kad smo mi počeli s Leanom, ako mi idemo maksimalno iskoristiti kapacitet stroja, mi ne smijemo stati. Mi moramo stati kad mi želimo, a ne kad stroj želi.“

(Ispitanik P5, Pitanje L6)

(Z-6) U treću po redu najučestaliju skupinu alata spadaju Brza izmjena alata (SMED), Mapiranje toka vrijednosti (VSM), Postavljanje ciljeva (KPI), Kaizen (Gemba Kaizen, Dnevni Kaizen, Kaizen radionice, Kaizen događaji). U ovoj skupini alata najveću pozornost ima Kaizen, kojeg poduzeća često koriste jednoznačno s vitkim menadžmentom, ali još češće ga spominju u kontekstu specifične primjene, kao što je slučaj Kaizen radionice. Koncept Kaizen radionice [55] poznat je kao strukturirani način rješavanja problema, na način da se okupe svi (ili samo predstavnici određenih operacija) koji sudjeluju u određenom procesu, recimo isporuci rezervnih dijelova, te kroz grupno sudjelovanje i korištenje strukturiranog pristupa nastoje riješiti konkretan problem unutar tog procesa, kao što je recimo u već spomenutom procesu i kašnjenje isporuke rezervnih dijelova ili čak neisporuka rezervnih dijelova, a što je bio slučaj kod jedne radionice koju je sam autor moderirao.

(Z-7) Implementacija vitkog menadžmenta u hrvatskim proizvodnim poduzećima još uvijek je u većini slučajeva limitirana samo na proizvodnju, iako postoje poduzeća koja su principe vitkog menadžmenta proširila ili počela širiti kroz cijelo poslovanje, kao što je to slučaj u: P2, P7, P8 i P9.

Da je primjena vitkog menadžmenta još uvijek ograničena samo na proizvodnju, vidi se u podatku da su alati *Hoshin Kanri (Policy Deployment)* primijenjeni tek u dva poduzeća, a isti slučaj je i suradnja s dobavljačima, iako je alat suradnje s dobavljačima jako teško specificirati budući da se često kroz inicijative uštede u nabavi materijala spominje suradnja s dobavljačima, mada u prvom smislu vitkog menadžmenta ovakav način predstavlja tek inicijativu smanjenja troškova, a ne pravu inicijativu povećanja vrijednosti za korisnika kroz kontinuirani razvoj dobrih odnosa s dobavljačima.

U zadnju skupinu vitkih alata, onih koji su se samo jednom spomenuli tijekom svih intervjuja, spadaju i dva alata koja nisu prvenstveno alati vitkog menadžmenta, a to su Upravljanje kvalitetom i DFMA. Kao što je već spomenuto i ranije, iako ovi alati nisu prvenstveno poznati kao vitki alati, pojedini ispitanici su ih naveli kao vitke alate. Još jedan alat može privući pozornost, a to je alat Vodstvo, koji podrazumijeva jasno postavljanje ciljeva kroz *Hoshin Kanri (Policy Deployment)*, zatim alat kojim će se pratiti postavljeni ciljevi kao što je

PMS (*engl. Process Performance Management*) te alat kojim će se provjeriti izvodi li se novopostavljeni proces na način kako je definiran (Potvrda procesa). Stoga se za alat Vodstvo može zaključiti da predstavlja skup alata, a primjenjuju ga poduzeća koja su već na višoj razini primjene vitkog menadžmenta.

Ukoliko se podaci o primjeni alata u ispitanim poduzećima usporede s rezultatima dobivenim analizom literature, dolazi se do zaključka da je alat Povlačenja koji uključuje alate kao što su Kanban, CONWIP i slični, jako malo zastupljen u ispitanim poduzećima, dok se u literaturi pojavljuje kao jedan od najučestalijih alata (Slika 1.3). Ovo također može biti protumačeno time što se alati Povlačenja najčešće koriste kako bi se upravljalo zalihama u procesu, dok su ispitanici upravljanje zalihama često navodili kao zasebni alat, a recimo Kanban sustav povlačenja kao također zasebni. Ukoliko se promatra SMED, on je u ispitanim poduzećima manje zastupljen nego se spominje u literaturi, gdje je na prvom mjestu. Ono što možda iznenađuje je podatak da ispitanici nisu nigdje spomenuli Proizvodnju u ćelijama, jedan od standardnih vitkih alata, koji ima također visoku učestalost u literaturi. Ovaj podatak je iznenađujući upravo iz razloga što se proizvodnja u ćelijama najčešće koristi u proizvodnim sustavima koji imaju visoku varijantnost proizvoda i malu količinu, što je i najčešći oblik proizvodnje u hrvatskim proizvodnim poduzećima.

Ukoliko se napravi usporedba alata dobivenih kroz ovo istraživanje s alatima dobivenih u istraživanju koje je provedeno u Velikoj Britaniji (Tablica 3.6), može se zaključiti da je 5S alat ponovno najzastupljeniji. Zanimljivo je za vidjeti da je alat, Poka-Yoke primijenjen u svim poduzećima koja su intervjuirana u Velikoj Britaniji, dok u hrvatskim poduzećima uopće nije spomenut. Također, sva poduzeća iz istraživanja u Velikoj Britaniji su koristila alat Mapiranje toka vrijednosti, dok ga je u Hrvatskoj je koristilo samo 6 od 10 ispitanih poduzeća.

Tablica 3.6 – Primjena vitkih alata u Britanskim poduzećima [48]

Alati	Broj poduzeća
5S, Kaizen/CI, Poka-yoke, Mapiranje toka vrijednosti (VSM)	10
Sustavi povlačenja, Analiza uzroka problema, Jedno komadni tok, TPM, Vrijednost/Gubici	9
Taktno vrijeme, Vizualni menadžment, Kanban, Proizvodnja u ćelijama, Kaizen blitz	8
Proizvodnja na vrijeme (<i>Just in time (JIT)</i>), Brza izmjena alata (SMED), Balansiranje proizvodnje (<i>Smoothing</i> ili Heijunka), Dva kontejnera (Two-bin)	7

Tablica 3.6 prikazuje ponovno zanimljiv podatak vezan uz primjenu alata Jedno-komadni tok, kojim se ostvaruje jedno-komadni tok materijala kroz proizvodnju i alata Proizvodnja u ćelijama, gdje su ova dva alata prisutna u većini poduzeća u Velikoj Britaniji, dok se u Hrvatskoj uopće ne spominju. U samo jednom poduzeću uočena je linijska proizvodna linija, za koju bi se moglo utvrditi da predstavlja jedno-komadni tok materijala u dijelu proizvodnog procesa, ali tijekom intervjua nije spomenut pojam jedno-komadnog toka.

Iz podataka o primjeni alata u hrvatskim poduzećima, kao i na temelju podataka dobivenih iz literature, može se donijeti zaključak da **(Z-8) poduzeća koriste različite alate, a odabir alata najčešće ovisi o rezultatima koje određeno poduzeće želi postići**. Na odabir alata može stoga utjecati metodologija koju poduzeća slijede kod implementacije, savjeti koje daju konzultanti angažirani za uvođenje vitkog menadžmenta, a u određenim slučajevima odabir alata je definiran od strane grupacije i lokalno poduzeće nema veliku fleksibilnosti u odabiru.

„... samostalno smo (odabrali alate), ... nismo koristili alate koji su ono klasično ... mi smo razvili sami svoju metodologiju, koja je krenula prvenstveno od samih proizvoda od kalkulacije troškova ... iz kalkulacije troškova krenuli su projekti ...“

(Ispitanik P1, pitanje L4)

„Većim dijelom (koristimo) alate koje vitka proizvodnja poznaje, ali ih primjenjujemo po svom osjećaju. (Primjena je rezultat inicijativa usmjerenih na rezanje troškova (engl. Cost cutting) plus aktivnosti u sklopu vitkog menadžmenta, a to sve kako bi se postigla „Proizvodna izvrsnost“ (engl. Production Excellence)“

(Ispitanik P4, pitanje L4)

„... odabrali smo ih samostalno (vitke alate), ali opet ... kroz te seminare smo se upoznali (s alatima)... načinom na koji bi mogli najbrže (ih implementirati).“

(Ispitanik P5, pitanje L4)

„Pa sami smo odabrali alate koji su nam odgovarali. Nismo si na početku htjeli nagomilati hrpu alata za koje nismo bili sigurni hoće li nam koristiti ili ne pa smo odabrali alate za koje smo smatrali da bi nam najviše u početku pomogli, da će pokazati rezultate, a tu je recimo da postavimo osnovu Leana, a sad planiramo širiti dalje na ostale alate.“

(Ispitanik P6, pitanje L4)

„Prema našoj branši, prema našem procesu proizvodnje, odabrali smo ključnih tih 6 područja ... , ali smo u tim područjima izvlačili ono što je za nas najbitnije.“

(Ispitanik P8, pitanje L4)

O važnosti prilagođenog pristupa primjeni vitkog menadžmenta govorili su u intervjuu ispitanici P2, P3 i P5, gdje je ispitanik P5 naveo i primjer u kojem je objasnio da Proizvodnja na vrijeme (JIT) nema isto značenje u Japanu, Europi, tj. specifično u Hrvatskoj.

„I: Što je za njih JIT, ako vlak kasni 1 minutu, onda se onaj koji to vodi „maltene“ se ubije, a kod nas je JIT ako kasni nešto 3h dobro je, ako dođe u 3 min dobro je.

Japanci su takvi, oni naprave protokol i u europskim uvjetima ga ne ispoštuju jer JIT određuje okolina.

Kod nas je JIT da mi dobijemo u petak, subotu, ili nedjelju te glavne komponente (proizvoda) za sljedeći tjedan, za mene je to JIT...“

(Ispitanik P5, pitanje L13)

(Z-9) Ne samo alate, već i cijeli program implementacije vitkog menadžmenta nije moguće jednostavno samo kopirati iz jednog poduzeća u drugo, već ga je potrebno prilagoditi kulturi i specifičnostima okruženja u kojima se primjenjuje.

„... vitki menadžment nije nešto što je moguće uvesti „Copy - Paste“. Naravno super bi bilo kad bi bilo moguće doslovno kopirati put implementacije vitkog menadžmenta i prekopirati ga u poduzeće, ali to nažalost nije moguće. U našoj grupaciji postoji (broj tvornica), smjernice za svaku od njih su iste, ali svaki pojedini lean program u tim tvornicama je različit, prilagođen kulturi i specifičnom okruženju.“

(Ispitanik P2, pitanje L4)

Osim prilagodbe vitkog menadžmenta specifičnostima okruženja, u što naravno spada i kultura u poduzeću, **(Z-10) važno je za uspjeh implementacije vitkog menadžmenta da u poduzeću postoji povjerenje, a to je moguće postići otvorenom komunikacijom, transparentnošću te pravednom plaćom.**

„I: Kad čitate Toyotu, () oni tamo kažu s čime su to postigli, oni su to postigli s ekstremnom odanošću, mi to nemamo, mi smo Balkanci, ... u našoj DNA je nepovjerljivost i vječna strepnja... hoće li me prevariti, hoće li mi dati plaću, hoće li mi dati otkaz, hoće li me okraći ... zato jer smo na takvim prostorima oduvijek bili (). E, kako tu u našem mentalitetu postići odanost? Postići na taj način da s čovjekom cijelo vrijeme komuniciraš, da pričaš (s njim), da ga uvjeravaš, da mu govoriš ... da čovjek stekne u tebe povjerenje. Kad čovjek stekne u tebe povjerenje i kad ga uredno i normalno platiš, tek onda možeš s njim nešto raditi. Sve prije toga je pričam ti priče ... iskreno rečeno... i u firmama gdje radnici imaju „2000 kn“ plaću, motivirati i angažirati zaposlenike je jako teško (...) oni razmišljaju kako će poslijepodne

zaraditi koju kunu, a ne kako će raditi unaprjeđenja unutar firme. Kad je firma koliko - toliko odana prema svojim zaposlenicima, ispunjava njihove egzistencijalni minimum i ako šefovi dobro komuniciraju s ljudima, ja mislim da onda to može uroditi plodom i akcijama.“

(Ispitanik P3, pitanje L11)

Kao što je napisano ranije, ponekad poduzeća koriste usluge vanjskog konzultanta kako bi im on pomogao kod definiranja alata koje će koristiti.

„... Odabrali smo alate koji su nam odgovarali. On (konzultant) je procijenio koji bi alati nama mogli najviše donijeti benefite u kratkom roku i s tih par alata smo krenuli.“

(Ispitanik P3, pitanje L4)

U nekim slučajevima, poduzećima je nametnut set alata koje moraju koristiti od strane grupacije, vlasnika koji provodi implementaciju vitkog menadžmenta kroz sva poduzeća.

„... pa zapravo su nam svi alati koje smo mi koristili, bili „prisilno gurnuti“, nije tu bilo nekog izbora što ćemo mi koristiti, ali smo s vremenom shvatili što je u biti nama najvažnije.“

(Ispitanik P7, pitanje L4)

„(Grupacija) ima točno određeni program i sve je standardizirano. Dugo su u tome i imaju template za sve odjele.“

(Ispitanik P9, pitanje L4)

Ponekad poduzeća kreću s implementacijom prateći poznatu metodologiju, ali s vremenom se ponovno metodologija prilagodi i koriste se samo alati koji donose najviše koristi za određeno poduzeće. To je bio slučaj kad je 2003. godine Ministarstvo gospodarstva pokrenulo projekt povećanja konkurentnosti gospodarstva primjenom Metodologije 20 ključeva. Program je provodila konzultantska kuća Deloitte i u 2004. godini bilo je uključeno 43 hrvatska poduzeća [139].

„20 ključeva. Koristili smo tu metodologiju. S vremenom se to izmijenilo, više nije 20 ključeva, mi koristimo neke alate ... ali prilagodili smo se, izmiješali smo dosta toga. Koristimo alate koji nemaju previše veze s 20 ključeva, ali ja bi rekao da... dosta stvari.... Sve su to isti alati samo se drugačije zovu.“

(Ispitanik P10, pitanje L4)

Kad se razmišlja o setu alata koji postoji u vitkom menadžmentu, vidi se da je odabir alata koji će se koristiti u većini slučajeva propušten poduzeću, a što može predstavljati izazov, posebno za ona poduzeća koja se tek susreću s programima unaprjeđenja proizvodnje temeljenih na vitkom menadžmentu. Ovo dovodi do zaključka: **(Z-11) poduzećima bi bio od**

koristi sustav koji bi im pomogao kod odabira alata vitkog menadžmenta prema unaprijed odabranim kriterijima. Ovakav sustav bi bio od pomoći konzultantima s obzirom na to da bi im olakšao prilagodbu pristupa unaprijeđenju u skladu s prioritetima koje određeno poduzeće ima. Kriteriji za takav model mogu se definirati na temelju analize literature te na temelju rezultata o učestalosti i važnosti pojedinih ekonomskih i okolišnih pokazatelja dobivenih iz provedenog intervjua.

3.3.4. Što je vitki menadžment za poduzeća

Postoji više različitih definicija vitkog menadžmenta [140], zavisno koja se perspektiva uzme u obzir [16]. Stoga je za bolje razumijevanje integracije vitkog i zelenog menadžmenta, potrebno je poznavati što vitki menadžment predstavlja za poduzeća, jer su upravo oni ti koji bi trebali imati benefite od njihove integracije. Kod provođenja polustrukturiranog intervjua, ispitanicima je postavljeno pitanje da u jednoj rečenici kažu koji su principi koji čine vitki menadžment za njih.

„I: Kontinuirana promjena. U tome je stvar da današnje tržište jednostavno traži izvrsnost u svakom pogledu... tehnološkoj, izvrsnost u kvaliteti, konstrukcijsku izvrsnost, izvrsnost u prodaji i ono što je odlika tržišta na današnjoj razini je turbulentnost. Naši potrošači stalno mijenjanju, želje, zahtjeve, potrebe, stavove, motive, ... upravo zbog toga se kontinuiranom promjenu treba prilagoditi tome.“

(Ispitanik P1, pitanje L13)

„I: Lean je Kaizen – promjena na bolje. Kontinuirano poboljšavanje u svim segmentima.“

(Ispitanik P2, pitanje L13)

„I: Vitki menadžment je meni set alata koje svaka tvrtka treba prilagoditi sebi i svojim okolnostima, da bi angažirala ljude i otklonila (otpade) gubitke.“

(Ispitanik P3, pitanje L13)

„I: Smanjenje svih gubitaka, optimizacija svih procesa da daju veću vrijednost. Cilj je povećanje konkurentnosti proizvoda.“

(Ispitanik P4, pitanje L13)

„I: Vitki menadžment ... tok, protok, s tim dolazi smanjenje zaliha, učenje, sistemski način razmišljanja, timski rad, i mislim da iz toga proizlazi, iz timskog rada proizlazi beskonačno mnogo poboljšanja, i ako puno ljudi na tome radi, mislim da mogu pomaknuti (sve) ...“

(Ispitanik P5, pitanje L13)

„I: Vitki menadžment je po meni izbacivanje svih operacija koje ne donose vrijednost završnom proizvodu. Sve operacije koje ne dodaju vrijednost proizvodu, to je višak kojeg se treba riješiti. Tako bih ja to rekao, to je nekako naš moto tu. Da izbacimo sve što ne dodaje vrijednost našem proizvodu.“

(Ispitanik P6, pitanje L13)

„I: Za mene osobno, vitki menadžment bi bio da prepoznamo u sustavu sve ono što možemo u kratko vrijeme uz minimalna ulaganja promijeniti da poboljšamo cijeli sustav. To je moje mišljenje. Postoje i ... veća ulaganja, ali ja to ne bi stavljao pod vitki menadžment, vitki menadžment je čisto ovako nešto što možemo jako brzo i uz malo ulaganja postići velike stvari.“

(Ispitanik P7, pitanje L13)

„I: U jedno rečenici ... Dobro organizirana tvrtka, s jasno postavljenim ciljevima, motiviranim i obučenim ljudima s vrhunskom kvalitetom, koji poštuju standarde kupca. A u standarde kupca spada kvaliteta i rokovi isporuke. I to se u novo vrijeme zove servis. ... kupac treba dobiti robu onda kad mu treba, u količini koju traži i u kvaliteti koju je tražio.“

(Ispitanik P8, pitanje L13)

„I: Konstantno, kontinuirano učenje. Konstantno, kontinuirano poboljšavanje koje nikad ne staje. To je beskonačno. Proces koji nikad ne završava.“

(Ispitanik P9, pitanje L13)

„I: Prepoznavanje gubitaka i kontinuirano poboljšavanje procesa. To je ključ... onda sve ostalo. ... uključenost svih ljudi... ali do toga treba doći.“

(Ispitanik P10, pitanje L13)

Iz ovih podataka može se izvesti zaključak što vitki menadžment predstavlja za poduzeća, tj. kako ga oni definiraju.

(Z-12) Vitki menadžment predstavlja kontinuirani (koji nikad ne prestaje) proces učenja i konstantnog unaprjeđenja kroz uključivanje svih zaposlenika, na način da se u procesu prepoznaju, a zatim iz njega i izbace sve aktivnosti koje ne donose vrijednost sa stanovišta kupca, a sve to uz korištenje vitkih alata. Cilj vitkog menadžmenta jest zadovoljiti zahtjeve kupca na efikasan način, odnosno stvoriti dobro organizirano poduzeće.

3.3.5. Integracija vitkog menadžmenta u postojeće norme

U nekoliko slučajeva, poduzeća su napomenula da postoji harmonizacija normi, tako je recimo ispitanik P1 napomenuo da trenutno rade harmonizaciju 3 norme koje koriste i koja svaka sadrži analizu riziku, kako bi na kraju imali samo jednu analizu rizika.

Drugi ispitanik (P3) spomenuo je integraciju standardnih procedura razvijenih u sklopu vitkog menadžmenta u sustav ISO 9001, a razlog je taj što će se u slučaju revizije ISO standarda morati provesti i revizija standardnih procedura razvijenih u sklopu vitkog menadžmenta. Treći ispitanik (P8) je također naveo integraciju standardnih procedura proizašlih iz vitkog menadžmenta u ISO 9001 sustav, a kao glavni razlog navodi smanjenje potrebe izrade dvostrukih izvještaja.

(Z-13) Integracijom više pristupa, poduzeća smanjuju papirologiju te povećavaju održivost nastalih unaprjeđenja.

Može se također pretpostaviti da bi integracija vitke i zelene proizvodnje dovela do sličnih rezultata.

3.3.6. Učestalost okolišnih pokazatelja

Isto kako je napravljena analiza vezana uz ekonomske pokazatelje, napravljena je analiza i vezana uz okolišne pokazatelje koje poduzeća prate. Ranije je već spomenuto da poduzeća imaju zakonsku obavezu voditi brigu o okolišu, a samim time postoje i obavezni pokazatelji koje moraju pratiti i izvještavati. Kod okolišnih pokazatelja, kao i kod ekonomskih, ispitanicima se nije postavilo eksplicitno pitanje o pokazateljima koje prate, već se kroz naknadnu analizu intervjua došlo do spoznaje koje okolišne pokazatelje poduzeća prate, a budući da su ih samostalno spomenuli, smatralo se da su im upravo ti pokazatelji važni. Sumirane okolišne pokazatelje i njihovu učestalost prikazuje Tablica 3.7.

Tablica 3.7 – Učestalost okolišnih pokazatelja

Okolišni pokazatelji	Učestalost
Električna energija, Otpadni materijal (tehnološki otpad)	9
Komunalni otpad, Voda	7
Potrošnja energenata (zemni plin), Materijal, ISO 14001	6
Opasni otpad, Resursi	5
Korištenje ambalaže, Tehnički plinovi, Korištenje ekološki prihvatljivijih i manje opasnih i štetnih materijala	3
Emisije u zrak, Komprimirani zrak, Nafta (Diesel), Boje i razrjeđivači, Kemikalije, Ulje	2

Okolišni pokazatelji	Učestalost
Okolišne naknade, Ugljični otisak (<i>engl. Carbon footprint</i>), Otpadne vode, Reputacija, Utjecaji proizvoda	1

Kao najučestaliji okolišni pokazatelj pojavljuje se Električna energija, tj. potrošnja električne energije. Ovaj pokazatelj nije uvijek direktno vezan samo uz okoliš, već se pojavljuje i kod razgovora o utjecaju vitkog menadžmenta, kao što je recimo bio slučaj kod intervjua u poduzećima P4, P6 i P9.

„I: Što se tiče financija, najviše gledaš potrošnju energenata. Optimizacija, da nemaš zalihe koje ti ne trebaju... optimizacija korištenja resursa.

V: Koje energente ste pratili?

I: Plin, struja, voda, CO2 i otpadne vode. To je nešto što se prati preko vitkog menadžmenta. Na svakom projektu posebno gledaš i gubitak vremena i ljudi. Pratiš CAPEX.“

(Ispitanik P9, pitanje L7)

Drugi najučestaliji pokazatelj vezan je uglavnom uz zbrinjavanje otpada, gdje poduzeća u većini slučajeva kod zbrinjavanja otpada misle na zbrinjavanje viška materijala nastalog u proizvodnji. Iako valja napomenuti da sva poduzeća imaju definiran sustav zbrinjavanja otpadom, najčešće definiran zakonom o zaštiti okoliša, ali i sve više strategijom firme da kroz razdvajanje otpada i prodaje istog, smanjuje troškove. Potrošnja vode, kao i Komunalni otpad još su dva najučestalija pokazatelja koje poduzeća spominju kroz intervjue. Ukoliko se usporede podaci koje prikazuje Tablica 3.7, s podacima dobivenim pregledom literature (Slika 1.2) može se uočiti da Upravljanje okolišem i Emisije u zrak nisu toliko zastupljene kao aspekti upravljanja okolišem, iako se oni u literaturi najčešće pojavljuju. Razlog može biti u činjenici da je ove emisije teško pratiti te samim time nisu u fokusu, iako je zakonom određeno njihovo praćenje. S druge strane, kod aspekta Upravljanja okolišem najčešće se spominje ISO 14001, a jedno poduzeće je spomenulo i računanje Ugljičnog otiska, kao način praćenja utjecaja cjelokupnog poslovanja na okoliš.

(Z-14) kad se govori o okolišnim pokazateljima, poduzeća najčešće spominju potrošnju električne energije te aktivnosti vezane uz zbrinjavanje otpadnog materijala.

3.3.7. Motivacija poduzeća da rade okolišna unaprjeđenja

Većina poduzeća ocijenila je svoje poslovanje kao prijateljsko prema okolišu. Ovo ne čudi iz razloga što su zakoni vezani uz zaštitu okoliša vrlo rigorozni, te je sam sustav zbrinjavanja

otpada već uhodan. Svi ispitanici su kroz intervju naveli da imaju organiziran način prikupljanja, razvrstavanja i zbrinjavanja otpada u poduzeću, a zbrinjavanje otpada prepušteno je poduzećima specijaliziranim za ovu djelatnost.

Kao prvo pitanje u dijelu intervjuja vezanom uz zelenu proizvodnju, ispitanike se tražilo da procijene koliko je ekološki održivo, tj. prijateljsko prema okolišu njihovo poduzeće na skali od 1 do 10 gdje je 10 savršeno, a 1 neprijateljsko. Zanimljivo je kako su pojedini ispitanici definirali samu skalu. Tako je Ispitanik P4 spomenuo da bi 10 bilo da poduzeće proaktivno djeluje na druge da potiče njihove aktivnosti za smanjenjem utjecaja na okoliš, dok je ispitanik P7 naveo da je njihovo poduzeće 8 jer 10 je savršeno, a to nitko nije, a nije ni 9 jer uvijek postoji prostor za unaprjeđenje. Ispitanik P5 naveo je da bi bilo 10, tj. savršeno kad bi se proizvod pratio kroz cjeloživotni ciklus i nakon korištenja vratio natrag kod njih na zbrinjavanje. Ova razmišljanja održavaju način razmišljanja kojeg imaju osobe koje žive prema principima kontinuiranog unaprjeđenja.

(Z-15) U aktivnostima vezanim uz okoliš također mora postojati kontinuirano unaprjeđenje, koje će na kraju rezultirati time da poduzeće utječe pozitivno i na druge da smanje svoj utjecaj na okoliš, te da svoj proizvod prate kroz cjeloživotni ciklus.

Kao jedan od razloga da se u model integriranog upravljanja proizvodnjom integrira i praćenje utjecaja proizvod na okoliš kroz cjeloživotni ciklus je i razmišljanje poduzeća da bi se proizvod trebao pratiti kroz cjeloživotni ciklus, iako je to razmišljanje još uvijek vezano samo uz financijski (engl. *cost-benefit*) način razmišljanja.

„I: Svojevremeno smo napravili analizu („cost-benefit“) ... da taj uređaj (vratimo natrag) ... i razgradimo na pocinčani lim, na bakar, itd... ali postavlja se pitanje što s elektroničkim komponentama.“

„I: Novčani (benefit)... mislim da upravo kroz vraćanje nakon iskorištenja našeg uređaja, ... ali dosta je velik taj lanac ... tu bi za nas bili benefiti jer bi natrag taj materijal mogli prodati, ali mi radimo (prodajemo) na više načina ... zbog čega je nekad teško doći u trag tome (našem uređaju).

(Ispitanik P5, pitanje G6 i LG3)

Kao što se vidi iz prethodnog citata, poduzeća razmišljaju o praćenju proizvoda kroz cjeloživotni ciklus kako bi ostvarili financijski benefit. Pitanje je kako bi osim financijskog benefita mogli vidjeti kako njihov proizvod i poslovanje utječu na okoliš kroz cjeloživotni ciklus. Kako bi se saznalo razmišljaju li poduzeća o utjecaju njihovih proizvoda kroz cjeloživotni ciklus, ispitanicima je postavljeno pitanje o utjecaju aktivnosti vitkog

menadžmenta na cjeloživotni ciklus proizvoda, kao i pitanje o tome koriste li u svojem poslovanju LCA metodu.

3.3.8. Upotreba LCA metode i ekoloških certifikata

Kako je objašnjeno već u poglavlju 2.2.5, LCA metoda predstavlja holistički pristup analizi utjecaja proizvoda na okoliš kroz njegov cjeloživotni ciklus.

Samo je jedan ispitanik (P2) odgovorio da se kod njih koristi LCA metoda, iako je naveo kako je to još uvijek vezano uz individualne inicijative i nije metoda koju poduzeće sistematično koristi.

„I: Za sad ne. Iako je bilo nekoliko primjera kad se radila LCA analiza. Ali samo kao rezultat aktivnosti pojedinaca.“

(Ispitanik P2, pitanje G9)

Ostali ispitanici odgovorili su negativno na ovo pitanje.

„I: Ne, ono kako neki stave „carbon footprint“... mi ne. Vjerojatno kad bi ... ono firme kojima je u interesu da kupe kupce s takvim forama, onda to vjerojatno rade, a mi nemamo kupce koji imaju takva očekivanja, možemo to tako reći. A to bi bio trošak za kompaniju.“

(Ispitanik 9, pitanje G9)

Jedan od ispitanika je izjavio da je ovo u ingerenciji marketinga, što može navesti na zaključak da poduzećima smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš omogućuje poboljšanje njihovog imidža.

Drugi ispitanik izjavio je da se proizvod prati kroz životni vijek samo financijski, iako se recimo prati utjecaj svih aktivnosti poslovanja kroz izračun ugljičnog otiska.

„I: Ne. Samo sa strane financija se prati životni vijek. Nema ekološke komponente u tom smislu. Prati se jedino „carbon footprint“ svih aktivnosti.“

(Ispitanik P9, pitanje G9)

(Z-16) Poduzeća u Hrvatskoj ne koriste LCA metodologiju za procjenu utjecaja proizvoda na okoliš kroz cjeloživotni ciklus.

Također, uzevši u obzir ranije napisane spoznaje može se donijeti još jedan zaključak.

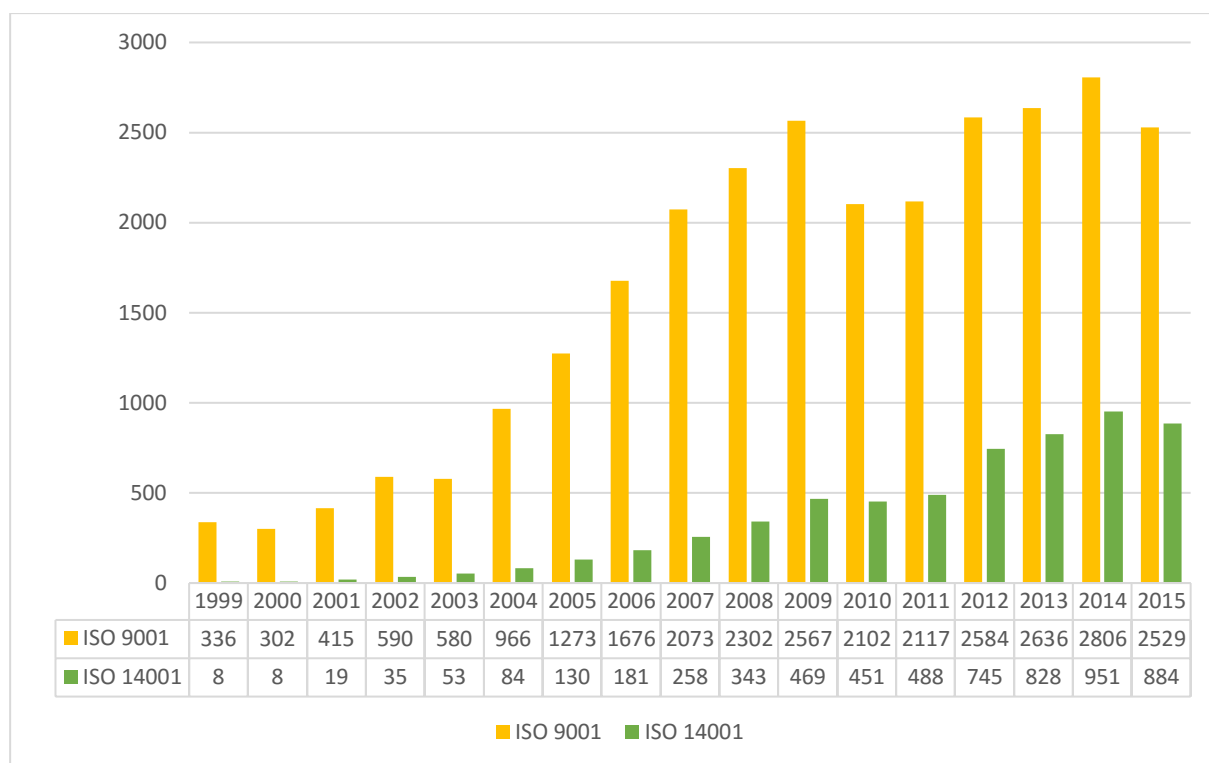
(Z-17) Ukoliko se želi da više poduzeća prati utjecaj proizvoda na okoliš kroz cjeloživotni ciklus proizvoda, važno je da taj pristup ne predstavlja veliki trošak za poduzeće.

Iako poduzeća ne koriste još uvijek LCA metodu, većina promatranih je uvela okolišni standard, konkretno ISO 14001.

3.3.9. Okolišni standardi

Okolišni standardi kao što su ISO 14001 i EMAS, predstavljaju okvir koji poduzeća mogu koristiti kako bi upravljala okolišnim aktivnostima. Kroz analizu intervju cilj je bio saznati koriste li poduzeća koji od poznatih pristupa te ako da, na koji način im on pomaže da postanu više okolišno održiva. Ova saznanja trebala bi pomoći kod definiranja integriranog modela upravljanja proizvodnjom. Međunarodna organizacija za standardizaciju (*engl. International Organization for Standardisation*), ili skraćeno ISO, svake godine provodi anketu [141] o broju poduzeća koja su uvela neki njihov standard u određenoj zemlji. Dva su certifikata najzastupljenija, a to su: ISO 9001, vezan uz kvalitetu i ISO 14001, vezan uz okoliš. Tako je u svijetu u 2015. godini bilo 319.496 ISO 14001 certifikata od kojih je 947 bilo certificirano prema ažuriranoj verziji ISO 14001:2015 standarda. Ukoliko se samo usporede ove brojke s brojem ISO 9001 certifikata kojih je na globalnoj razini u 2015 godini bilo 1.034.180, vidi se da ekološki certifikati nisu još toliko puno zastupljeni koliko i certifikati vezani uz kvalitetu. Iako, ohrabrujući je podatak da između 2014. i 2015. godine, ukupan broj ISO 14001 certifikata rastao za 8%. Brojna poduzeća u Hrvatskoj imaju ISO 14001 certifikat, točnije u 2015. godini je bilo 884 certifikata. Ukoliko se ponovno u Hrvatskoj ovi podaci usporede s brojem ISO 9001, vidi se da je ISO 9001 certifikata u 2015. godini bilo 2,86 puta više nego ISO 14001. Zanimljiv je podatak da pojedinačno, najviše ISO 14001 certifikata ima u Kini, 114.303, što naravno ne čudi s obzirom na veličinu njihove industrije, koja je ponajviše orijentirana izvozu, a kao što je već napisano ranije, zahtjevi kupca su jedan od motivatora za uvođenje okolišnih certifikata.

Slika 3.1 prikazuje broj ISO 14001 certifikata po godinama u Hrvatskoj od 1999. do 2015. godine. Usporedno s brojem ISO 14001 certifikata prikazan je i broj ISO 9001 certifikata, kako bi se dobila jasnija slika o zastupljenosti i važnosti ova dva najvažnija standarda. Za početnu godinu je uzeta 1999. godine, iz razloga što je tad izdan prvi ISO 14001 certifikat, iako je prvi ISO 9001 certifikat u Hrvatskoj izdan još 1994. godine.



Slika 3.1 – Porast broja ISO 14001 certifikata kroz godine [141]

Pad broja ISO 14001 certifikata u 2015. godini mogao bi se pripisati prelasku poduzeća na novu verziju standarda te su poduzeća koja su trebala napraviti recertifikaciju u 2015. godini odlučila prilagoditi dokumentaciju i procese novoj verziji certifikata i provesti recertifikaciju u 2016. godini.

Prema podacima dobivenim kroz intervju, 6 od 10 ispitanika izjavilo je da poduzeće posjeduje ISO 14001, a od preostalih četvero, dvoje je spomenulo da planiraju uvesti ISO 14001 u naredne dvije godine, dok su 2 ispitanika izjavila da će uvesti ISO 14001, kad će to od njih tražiti kupci.

(Z-18) Iako poduzeća koriste i prate sve stavke koje propisuje ISO 14001 sustav, ukoliko to od njih ne traži kupac, poduzeća ne provode službenu certifikaciju.

„I: Mi koristimo sve stavke .. koje ISO 14000 implementira... međutim mi ISO 1400 nemamo. I .. dok god to neki naši kupci to neće inzistirati, mi ga nećemo uvoditi. Ali živimo s njim.“

(Ispitanik P8, pitanje G7)

„I: (Ime firme) ima ISO 14001 pa smo veliki dio toga preuzeli od njih, ali mi nismo certificirani još. Ali kad dođe vrijeme za certifikaciju, mi 14001 smo spremni i danas provesti, samo treba napraviti dokumentaciju. Mi taj način već živimo i provodimo...“

(Ispitanik P6, pitanje G7)

(Z-19) Poduzeća koja koriste vitki menadžment, njih 6 od 10 ima uveden i ISO 14001 sustav, a dva ga planiraju uvesti u naredne dvije godine.

3.3.10. Aktivnosti poduzeća na smanjenju utjecaja na okoliš

U svojim aktivnostima poduzeća koriste različite pristupe i strategije kako bi smanjili utjecaj proizvoda i poslovanja na okoliš.

Jedna od strategija je zamjena opasnih materijala u proizvodima onima koji su manje štetni, npr., zamjena staklene vune kamenom vunom, zatim zamjena freona s manje štetnim propanom.

„I: ... mi imamo minimalni otisak na okoliš, ... , ne koristimo nikakve agresivne materijale, ... izbacili smo staklenu vunu, koristimo kamenu vunu koja je isto ekološki prihvatljivija jer se sama raspada. Svi naši proizvodi se vrlo lako mogu reciklirati.“

(Ispitanik P1, Pitanje G2)

„I: Prije smo samo koristili freone, a sad radimo samo s propanom. () Tu su nas dosta kupci natjerali...“

(Ispitanik P5, Pitanje G2)

Uvođenje inteligentnih sustava LED rasvjete. Uvođenje i dodatnih tehnoloških rješenja kod pripreme otpada za zbrinjavanje već u samom poduzeću.

„I: Isto tako, 2012. godine promijenili smo kompletnu rasvjetu. Uveli smo inteligentnu rasvjetu, to znači da, više se ne pouzdamo u to hoće li čovjek ugasiti ili neće, nego ako jednostavno nema pomaka jednu minutu, rasvjeta se ugasi. Zadnju rasvjetu koju smo implementirali kod zadnje investicije, to je nova tehnologija LED rasvjete koja u odnosu na stupanj osvijetljenosti na radnom mjestu, ona se sama povećava i smanjuje.“

(Ispitanik P8, pitanje G2)

„I: Ulaganje u tehnologiju. Stavili smo LED rasvjetu, koja je drastično manji potrošač električne energije, a za vrijeme pauza se prigušuje svjetlo, isto tako prigušuje se svjetlo u ovisnosti o dnevnom svjetlu vani. Onda ta oprema za čišćenje (kanti), zbrinjavanje otpada... Ulažemo gdje možemo u tehnologije koje su bolje.“

(Ispitanik P10, pitanje G4)

Neka poduzeća koriste i jednostavne pristupe smanjenju utjecaja na okoliš kroz promjenu navika među ljudima te kroz aktivnosti kao što su gašenje svjetala, isključivanje uređaja ukoliko ih se ne koristi, grijanje i sl.

„I: Podigli smo svijest zaposlenicima o važnosti uštede energije. To je npr. gašenje lampi, trošenja (komprimiranog) zraka (na kompresorima)...“

„I: Svi uređaji, kranovi se isključuju, svi aparati se moraju isključiti na kraju radnog vremena. Grijanje preko zime, (potrošnja plina), ostavi se neka temperatura, svi prozori se moraju zatvoriti (npr. 6 stupnjeva), da se hala ne ohladi, a kad ljudi dođu onda se pojača grijanje...“

(Ispitanik P6, pitanje L9 i G3)

Poduzeća također implementiraju sustave za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora kao što su solarni paneli i proizvodnja energije iz biomase.

„I: Jedan od primjera je postavljanje solarnih panela na krovove proizvodne hale (solarna elektrana) kojim se postiže veće korištenje obnovljivih izvora energije.“

(Ispitanik P2, pitanje G4)

„V: Imate li neke inicijative uvođenja obnovljivih izvora energije?

I: Sad radimo ... kotlovnici na biomasu... u petom mjesecu bismo trebali imati probni rad.

V: Imate li još takvih inicijativa?

I: Led rasvijeta, ali to je već standardno, ... probamo biološki otpad pretvoriti u resurs. A ovo, sunčeva energija i te stvari... preveliki smo potrošač da bi to bilo svrsishodno.“

(Ispitanik P4, pitanje G4)

Bolje sortiranje otpada, zatim bolje pročišćavanje otpadnih voda, smanjenje upotrebe kemikalija, smanje emisija u zrak, još su neki od primjera kako poduzeća smanjuju svoj utjecaj na okoliš.

(Z-20) Poduzeća provode aktivnosti kojima žele smanjiti svoj utjecaj na okoliš. Aktivnosti su većinom vezane uz smanjenje potrošnje energije, smanjenje količine otpada, kao i troškova za njegovo zbrinjavanje, zatim smanjenje potrošnje vode i drugih energenata. Poduzeća također uvode nove tehnologije te sustave za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. Pojedina poduzeća koriste otpad kao resurs, što je najčešće slučaj u procesnoj industriji.

3.3.11. Okolišna unaprjeđenja – prilika za poduzeća

Svi ispitanici su na pitanje, smatraju li smanjenje utjecaja na okoliš (okolišna unaprjeđenja) kao trošak ili priliku za njihovo poduzeće, odgovorili da vide prvenstveno kao priliku.

Prilika je iz nekoliko glavnih razloga. Prvi razlog je taj što kupci traže informacije o certifikatima vezanim uz utjecaj poslovanja na okoliš, kao što je ISO 14001 i informacijama vezanim uz zaštitu na radu. Samim time, ako poduzeće više brine o okolišu i smanjuje rizik za svoje zaposlenike, veća je njegova konkurentska prednost.

„I: Prilika. Definitivno, budući da mi djelujemo na stranom tržištu, često nas dobavljači propituju oko toga, bilo u obliku strukturiranih upitnika koje dobivamo kao njihovi dobavljači, gdje traže podatak imamo li certifikat ISO 14001, ili OHSAS 18001, koji je opet zaštita na radu, a ukoliko nemamo onda moramo ispuniti na koji način imamo zbrinjavanje otpada, na koji način upravljamo energentima, ... u biti, dosta pitanja o okolišu. Tako da, za nas je to prilika zato što mi uvijek naglašavamo čisti aspekt naše industrije.“

(Ispitanik P1, pitanje G6)

Drugi razlog je što poduzeća smanjuju utjecaj poslovanja na okoliš, a okolišnom certifikacijom poboljšavaju svoju konkurentsku prednost na svjetskom tržištu.

„I: Svakako prilika. To se pokazuje kroz naša ulaganja u praćenje, ali i smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš.“

(Ispitanik P2, pitanje G6)

„I: Prilika je to.

V: Zašto?

I: Prilika je jer želimo biti europska i svjetska firma, i kad uvedemo ISO 14001 imat ćemo još dodatni certifikat i bit ćemo priznati od ostalih.

V: Ja sam još prepoznao i priliku u tome da smanjujete troškove.

I: Normalno, prednost toga je direktna ušteda u novcu i, naravno, smanjenje utjecaja na okoliš.

(Ispitanik P6, pitanje G6)

Treći razlog je što poduzećima omogućuje smanjenje potrošnje energije i smanjenje otpada, a ukoliko se otpad sortira, može se i prodati. Iako, kako navodi ispitanik P4, u početku, ove inicijative zahtijevaju određena ulaganja.

„I: Mislim da je u prvom trenutku sigurno trošak, ali to je trošak koji se u vrlo kratkom vremenu počne vraćati i kroz smanjenje potrošnje energije i kroz smanjenje raznoraznih ... otpada. Na kraju krajeva tu je ... i imidž kompanije ... A opet mislim da idemo ka tome, već i jesmo u tome, da ako hoćeš biti relevantan poslovni subjekt neke stvari moraš zadovoljavati, ispunjavati.“

(Ispitanik P4, pitanje G6)

„I: Mislim da je prilika, upravo kroz ... solarne panele... manje ćemo morati plaćati energiju... otpad koji smo prije bacali, mi ga sad prodajemo... dobivamo natrag novac.“

(Ispitanik P5, pitanje G6)

„I: To je prilika, normalno... Manje energenata trošiš, za istu količinu proizvoda, a to ti je ušteda i sve bolje... kako plina za grijanje, tako električne energije i vode.“

(Ispitanik P10, pitanje G6)

Četvrti razlog je taj da poduzeća žele kroz aktivnosti na zaštiti okoliša stvoriti zdravo okruženje u kojem rade, a što će onda u konačnici donijeti financijske benefite. Stoga je prvo potrebno stvoriti zdravu klimu unutar poduzeća, a nakon toga slijede benefiti. Određeni ispitanici eksplicitno su izrazili da smanjenje utjecaja na okoliš ima direktan pozitivan utjecaj na financijske rezultate. Ispitanik P9 čak spominje koncept „nula otpada“ (*engl. zero waste*), koji bi trebao omogućiti da poduzeća eliminiraju sve otpade koji proizlaze iz njihovih procesa.

„I: Ja mogu reći da je to velika prilika.

I: Ja bi prvo rekao da je prilika, prilika da prvo educirate ljude i da zdravo živite, da se pokuša biti što kvalitetniji život ukoliko je okolina unutar tvrtke (takva), a ako uspijete u tome, onda ćete imati financijske rezultate. Prvo tražite potencijale da vam bude kvalitetnije okruženje u tvrtki, a onda sve ostalo.

V: Je li to možda povezano i uz troškove?

I: Da. Nakon svega toga, ako imate kvalitetne projekte, onda optimizirate troškove unutar tvrtke. To znači da manje trošite struje, da manje trošite energenata .. nafta, plin koji koristimo za viljuškare. Prvo stvorite zdravu klimu u tvrtki, a nakon toga imate benefite.

(Ispitanik P8, pitanje G6)

„I: Prilika. Samim time smo uštedjeli jako puno novaca, što je prikazano kroz financijske ciljeve i uštede. Kroz financijske ciljeve se vide jako puno benefita i to te potiče da razmišljaš u tom smjeru – pa sve do razmišljanja „zero waste“.“

(Ispitanik P9, pitanje G6)

Peti razlog je da se smanjenjem utjecaja na okoliš kroz smanjenje škarta u preradi materijala stvaraju uštede za poduzeće.

„I: Pa zapravo je prilika jer smanjenjem npr. škarta u preradi materijala si stvaramo uštede, nije nam stvorilo nikakav dodatni trošak. Možda nam stvara dodatni trošak što smo promijenili neke procese pa češće izmjenjujemo ove tekućine za () što nam stvara dodatni trošak jer ide na posebno odlaganje. ali (u cijelom našem poslovanju) mislim da je to zanemarivi trošak.“

(Ispitanik P7, pitanje G6)

Iz ranije napisanih razloga te danog suprotnog mišljenja, može se donijeti novi zaključak.

(Z-21) Iako smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš zahtijeva financijske izdatke za poduzeće, koji ponekad i nisu mali, većina poduzeća smatra smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš prilikom, prvenstveno u dugoročnom smanjenju troškova, smanjenju potrošnje energije, vode i plina, smanjenju otpada, smanjenju škarta, brizi o zaposlenicima, samom smanjenju utjecaja poslovanja na okoliš te povećanju konkurentske prednosti kroz ishođenje okolišnih certifikata.

Dva ispitanika, P2 i P10 su naveli da izrađuju bilancu okoliša te na taj način prate promjene u pokazateljima utjecaja poslovanja na okoliš.

Poduzeća P7 imaju informatički sustav na nivou grupacije preko kojeg moraju izvještavati o utjecaju poslovanja na okoliš. Poduzeće P9 ima lokalni sustav za praćenje utjecaja na okoliš, ali se radi izvještavanje prema grupaciji.

(Z-22) U hrvatskim poduzećima postoji svjesnost o smanjenju utjecaja na okoliš, poduzeća u većini slučajeva to smatraju prilikom, iako im stvara dodatni trošak. Mada, najbolji primjeri dobre prakse upravljanja okolišem i smanjenje utjecaja na okoliš dolaze iz poduzeća koja su u stranom vlasništvu, a vlasnik je poduzeće iz zapadne Europe, gdje je svijest o zaštiti okoliša više razvijena. Tako i jedan ispitanik navodi da su regulative grupe vezane uz zaštitu okoliša puno strože od samih regulativa koje propisuju zakoni vezani uz zaštitu okoliša u Republici Hrvatskoj.

Vrlo je važno napomenuti da kada se gleda utjecaj poslovanja na okoliš, promatraju se apsolutne brojke. To bi značilo da se povećanjem obujma proizvodnje istovremeno povećava utjecaj poslovanja na okoliš, što je i logično. Budući da je rast poslovanja, a time i povećanje proizvodnje jedan od ciljeva svakog poduzeća, ukupni utjecaj na okoliš će se povećati ukoliko poduzeće radi i posluje na isti način. Zbog ranije navedenog, **(Z-23) apsolutni pokazatelji utjecaja poslovanja na okoliš trebali bi biti samo jedan od načina praćenja stanja okoliša, dok bi poduzeća trebala pratiti jedinične pokazatelje utjecaja na okoliš kao što je potrošnja električne energije po broju proizvedenih komada i sl.** Ovakvim pristupom, poduzeće ima realni podatak o rezultatima inicijativa smanjenja utjecaja poslovanja na okoliš. Zbog toga se može i uvesti novi pojam, a to je: „Okolišna produktivnost“. Okolišna produktivnost je pokazatelj koji govori koliki je jedinični utjecaj proizvodnje na okoliš mjeren u jednoj od okolišnih kategorija, ali sveden na promatranu jediničnu vrijednost outputa.

3.3.12. Integracija vitkog i zelenog menadžmenta

Kroz analizu intervjua dobiven je podatak da je samo 3 od 10 poduzeća spomenulo uštede vezane uz zeleno poslovanje kad se govorilo o vitkom menadžmentu, to su poduzeća P4, P6 i P9. Ukoliko se bliže pogleda čime se poduzeća bave, dobije se podatak da su dva poduzeća iz procesne industrije u kojoj potrošnja struje, plina i vode predstavlja veliki udio u troškovima proizvodnje, samim time logičan je i fokus tih poduzeća na praćenje i kroz unaprjeđenje smanjenje potrošnje struje, plina i vode, kao i ostalih resursa koji su zastupljeni u troškovima. To je i razlog zbog čega su inicijative vitkog menadžmenta usmjerene i na zeleni dio poslovanja.

Stoga se može navesti zaključak da **(Z-24) poduzeća iz industrija u kojima je potrošnja energenata, kao što su struja i plin, zatim vode i ostalih resursa, značajni trošak u poslovanju, veći naglasak kod vitkog menadžmenta stavljaju na praćenje i unaprjeđenje potrošnje zelenog dijela poslovanja.**

Osim traženja poveznice između vitke i zelene proizvodnje unutar pitanja vezanih uz vitku proizvodnju, postavljena su eksplicitna pitanja ispitanicima o utjecaju uvođenja vitkog menadžmenta na smanjenje potrošnje energije, vode, resursa, materijala, smanjenje otpada, povećanja u prodaji, tj. ponovnom korištenju otpadnih materijala, smanjenju emisija u zrak. Kad se ovako postavilo pitanje, svi ispitanici su se složili kako implementacijom vitkog menadžmenta dolazi do smanjenja navedenih pokazatelja.

Točnije, ispitanik P1 izjavio je da dolazi do smanjenja potrošnje materijala i korištenja alata u proizvodnji. Ispitanik P2 izjavio je da nisu unutar vitkog menadžmenta praćeni navedeni pokazatelji, ali budući da postoji bilanca okoliša, moguće je to iz nje iščitati. Ispitanik P3 smatra da dolazi do smanjenja zaliha, smanjenja otpada, iako nije bio siguran kako, a posredno do smanjenja svih spomenutih utjecaja. Iako ne prate potrošnju vode i električne energije, smatra da i u tom segmentu dolazi do smanjenja. Ispitanici P4, P6 i P9 smatraju da dolazi do smanjenja u nabrojanim pokazateljima. Ispitanik P5 i P9 naglašavaju da dolazi do smanjenja emisija u zrak. Ispitanik P7 iznosi da je kod njih došlo do smanjenja potrošnje resursa, materijala i električne energije, a također navodi da je došlo do povećanja potrošnje vode, kao što navodi i ispitanik P1, ali samo u apsolutnom iznosu i razlog tome je povećanje obujma proizvodnje, dok je pala potrošnja vode po jedinici proizvedenog proizvoda. Ispitanik P10 smatra da između ostalog dolazi do smanjenja otpada, resursa i materijala. Zadovoljstvo ljudi spomenuo je ispitanik P8, kao jedan od najvažnijih pokazatelja uz ove ranije nabrojane.

„I: Da, sve nabrojano. Nama nije cilj imati vitko upravljanje, nama je cilj kontrolirati troškove. a ... sigurno da je metodologija vitkog menadžmenta nešto što najlakše... najsvrsishodnije i najbrže daje rezultate.“

(Ispitanik P4, pitanje LG1)

„I: Jesmo, veliku veličinu od toga navedenog. Smanjenje potrošnje energije, smanjenje materijala, smanjenje otpada, smanjenje resursa.“

(Ispitanik P6, pitanje LG1)

„I: Pa, možda kod svega toga treba napomenuti zadovoljstvo ljudi. Koliko je god to u početku teško s ljudima napraviti, ali nakon toga vidite da su ljudi zadovoljniji, da vam je proizvodnja produktivnija, čišća, da ono što planirate možete i očekivati da će se napraviti, da imate manje rasipanja kroz proces.“

(Ispitanik P8, pitanje LG1)

„I: Jesmo, da. Dosta toga. Smanjenje otpada, resursa, materijala... zbog optimizacije korištenja materijala. Dosta toga, da.“

(Ispitanik P10, pitanje LG1)

Kad se proanaliziraju odgovori ispitanika, može se zaključiti da **(Z-25) do smanjenja u okolišnim pokazateljima dolazi zbog optimizacije korištenja materijala, praćenja potrošnje struje, plina i vode, testiranja i saniranja vodovodnog sustava, boljeg**

pročišćavanja otpadnih voda, rekuperacije otpadnih plinova, sortiranja i recikliranja otpada, smanjenja škarta u proizvodnji, povećanja kvalitete, povećanja svjesnosti ljudi o važnosti zaštite okoliša, smanjenja upotrebe kemikalija, optimizacije procesa, te, naposljetku, certifikacije po ISO 14001.

Sukladno navedenim rezultatima analize intervjuja, može se donijeti još jedan zaključak: **(Z-26) integracija vitkog i zelenog menadžmenta nije još dovoljno prisutna u proizvodnim poduzećima, iako postoje slučajevi u kojima su ova dva pristupa integrirana, prvenstveno u procesnoj industriji. Stoga, u integraciji ova dva pristupa leži veliki potencijal.**

Cilj ovog istraživanja jest provjeriti povezanost vitkog i zelenog menadžmenta u proizvodnji, kako bi se izradio novi integrirani model upravljanja proizvodnjom koji bi obuhvaćao ova dva pristupa. Ispitanici su zamoljeni da komentiraju ideju o integraciji.

Ispitanik P1 smatra da se sustavnim pristupom i harmonizacijom dijelova sustava može postići veća konkurentnost odnosno bolja proizvodnost poduzeća, a posebno naglašava važnost brige o energetske nezavisnosti poduzeća, što potvrđuje činjenicom da će se uvođenjem novih tehnologija povećati ovisnost poduzeća o energiji te je stoga imperativ poduzeća da rade na energetske održivosti, a zasigurno tu može pomoći uvođenje solarnih električnih sustava. Ovisnost o vanjskim faktorima može se smanjiti i kroz korištenje otpadne topline sa strojeva za predgrijavanje vode. Ispitanik P2 smatra ovo dobrom idejom, pogotovo jer određeni alati vitkog menadžmenta imaju direktan utjecaj na okoliš, a isto smatra i ispitanik P3, koji još tvrdi da, bez obzira naglašavali mi to ili ne, vitki menadžment ima pozitivan utjecaj na okoliš. Ispitanik P4 pak navodi da bi se vitki alati mogli koristiti za smanjenje utjecaja na okoliš, iako tvrdi da mi općenito kasnimo s uvođenjem vitkih alata, jer dok se u svijetu provodi digitalizacija, mi još nismo ni svoje procese posložili, a nikako ne vrijedi digitalizirati loše procese. Ispitanik P5 smatra da bi se osim smanjenja utjecaja poslovanja na okoliš trebali očekivati i novčani benefiti kad bi se uvodili vitki alati i uzeo u obzir njihov utjecaj na okoliš, i to prvenstveno kroz vraćanje proizvoda natrag do proizvođača. Ispitanik P6 ističe da ima još jako puno prostora za implementaciju vitkog menadžmenta, i to ne samo u proizvodnji, već i uslužnim djelatnostima, dok ispitanik P7 iznosi da se korištenjem vitkih alata utječe na održivost proizvodnje i okoliša. Ispitanik P8 podržava ideju i navodi da poduzeća jedino mogu uspjeti ako prate ključne pokazatelje vezane uz poslovanje i utjecaj na okoliš. Ispitanik P9 smatra da postoji uzročno posljedična veza i da se ne slaže s tvrdnjom da vitki menadžment utječe samo na ekonomske, već je očit utjecaj i na

okolišne pokazatelje, dok ispitanik P10 smatra da je poanta u povećanju konkurentnosti na način da se napravi kvalitetan proizvod za koji postoji tržište uz korištenje što manje resursa.

„I: Smatram da je ideja dobra. Posebno stoga što pojedini alati (vitkog menadžmenta), kao što je 5S ili 6S imaju direktan utjecaj na smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš.“

(Ispitanik P2, pitanje LG3)

I: Samo korištenje vitkih alata će utjecati pozitivno na okoliš... bez obzira naglašavali mi to ili ne, ali vjerojatno ako bismo pratili, mogli bismo te efekte i kvantificirati. Definitivno, po meni, pozitivan utjecaj (vitkog menadžmenta) na održivost i okoliš postoji, to je evidentno jer vodi se briga o svih sedam izvora gubitaka...“

(Ispitanik P3, pitanje LG3)

„I: Dobro pitanje ... U svakom slučaju se slažem s time, da korištenje tih alata povećava bilo kome održivost proizvodnje, i tu uopće nema govora da je to tako.

V: A utjecaj na okoliš?

I: Utjecaj na okoliš također, to je sve povezano jedno s drugim. Teško je to diferencirati jedno od drugog jer u biti s jednim direktno utječemo na drugo.“

(Ispitanik P7, pitanje LG3)

„I: Pa ja to podržavam. Podržavam da se u sve tvrtke uvede sustav gdje će se pratiti ključni parametri koji su vezani na poslovanje tvrtke odnosno (utjecaja) na okoliš. Jedino tako možemo uspjeti, tako pametan svijet radi, tako bismo trebali i mi raditi.“

(Ispitanik P8, pitanje LG3)

„I: Uzročno posljedična veza postoji. Ne bih se složila s tim da je lean pristup samo usmjeren na ekonomske pokazatelje. Koristeći lean utječe se i na smanjenje utjecaja na okoliš ... Leanom smanjuješ potrošnju resursa, energenata. Optimiziraš proizvodnju, pokušavaš ju učiti što učinkovitijom. Lean način recikliranja stvari, sirovina, strojeva. Što više iskoristiti stvari. Sve je povezano s financijama. Nije cilj plaćati abnormalne naknade državi.“

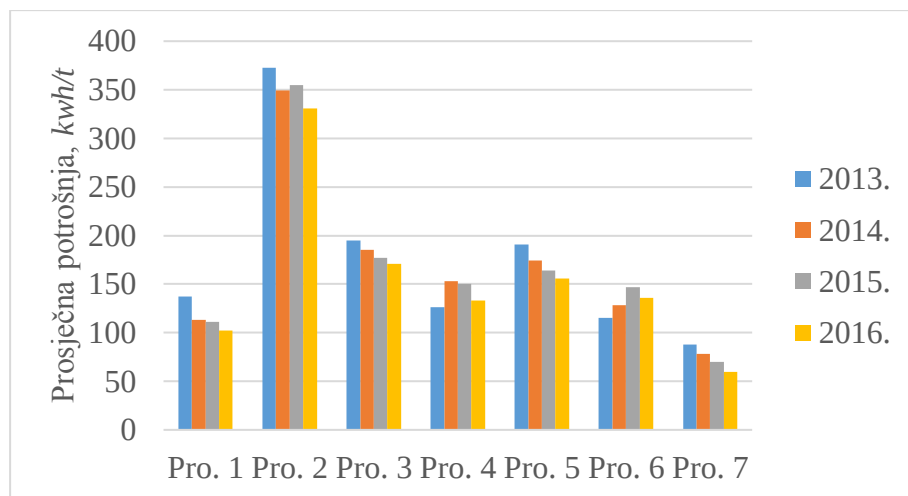
(Ispitanik P9, pitanje LG3)

„I: Normalno ... poanta je napraviti više sa što manje utrošenih resursa, jesu li to sati, kvadratni metri gdje radiš, struja voda, plin, to je poanta konkurentnosti i da je kvalitetan proizvod i da imamo naravno tržište.“

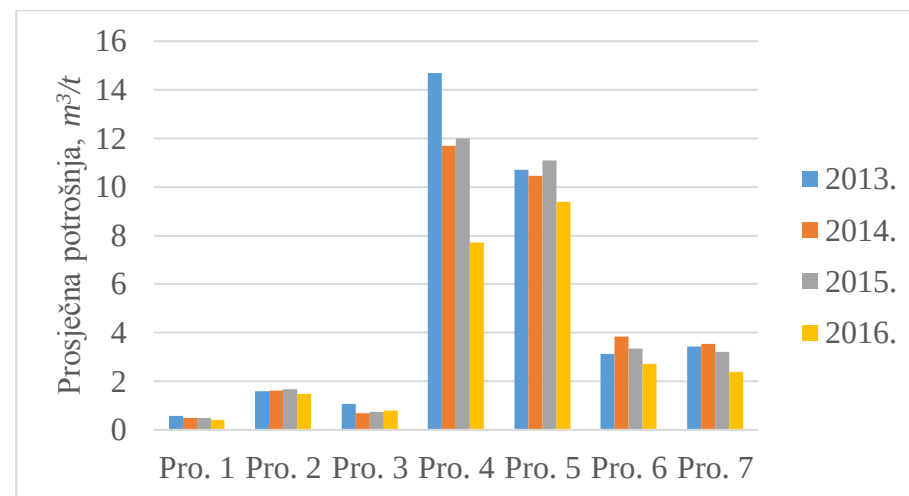
(Ispitanik P10, pitanje LG3)

3.3.12.1. Utjecaj vitkog menadžmenta na potrošnju vode, električne energije, plina i pare

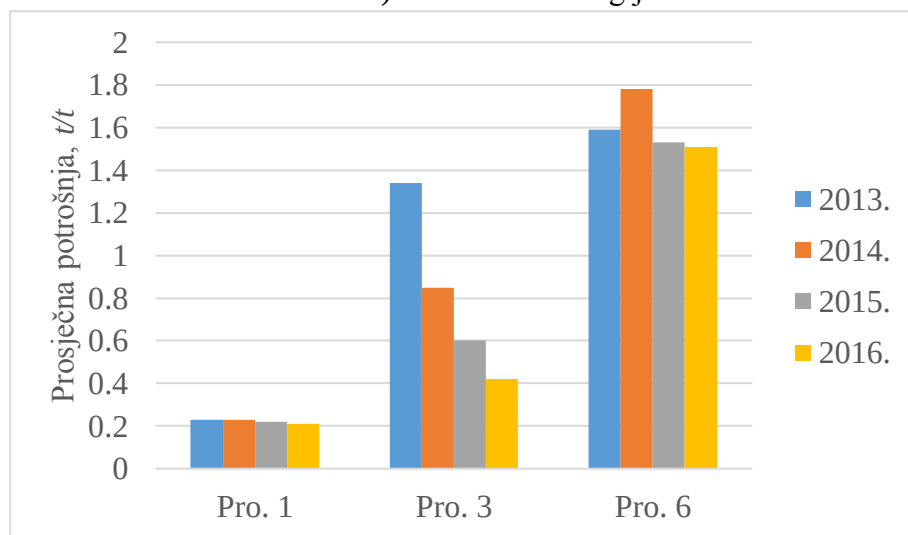
Kako bi se potkrijepila analiza povezanosti vitkoga menadžmenta i zelenoga menadžmenta, kroz smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš, provedena je analiza potrošnje energenata u 7 proizvodnih pogona koji koriste vitki menadžment. Za svaki od proizvodnih pogona praćena je potrošnja električne energije, vode, te plina ili struje. Rezultati ove analize prikazani su na slikama danim u nastavku. U pogonima Pro. 1, Pro. 2, Pro. 3 i Pro. 7, uvođenje vitkog menadžmenta počelo je 2013. godine, a u pogonima Pro. 4, Pro. 5 i Pro. 6 uvođenje je počelo 2014. godine.



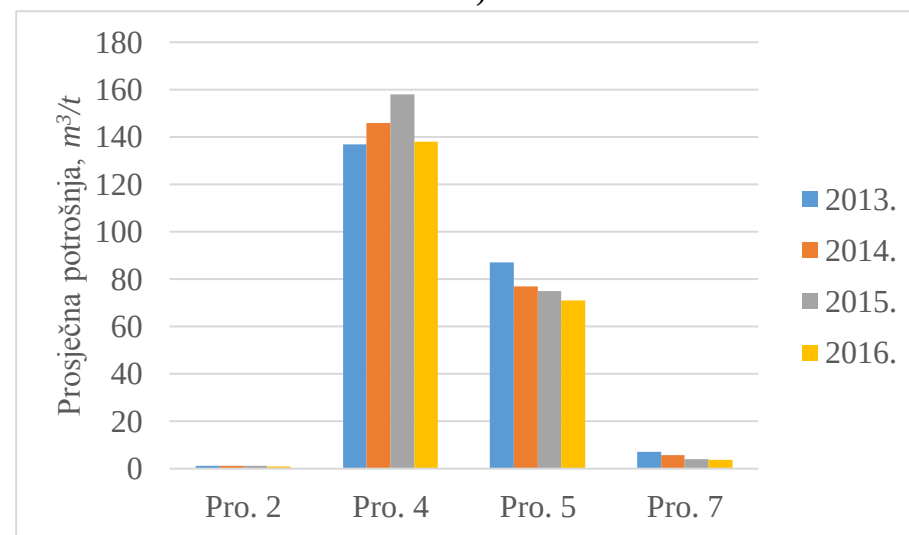
a) Električna energija



b) Voda



c) Para



d) Plin

Slika 3.2 – Prosječna potrošnja energenata prema godinama i proizvodnim pogonima

Ukoliko se promatra prosječna potrošnja električne energije (Slika 3.2.a), vidi se trend smanjivanja u pogonima 1, 2, 3 i 5 i 7, dok se kod pogona 4 vidi trend smanjenja nakon što se počeo uvoditi vitki menadžment 2014. godine. Kod pogona 6, nakon 2015. vidi se početak smanjenja prosječne potrošnje energije.

Ukoliko se promatra prosječna potrošnja vode (Slika 3.2.b), vidi se očita razlika u smanjenju prosječne potrošnje vode između početne godine uvođenja vitkog menadžmenta i 2016. godine, osim u pogonu 2 gdje i dalje postoji, ali je mala.

Ukoliko se promatra prosječna potrošnja pare (Slika 3.2.c), vidi se također očita razlika u smanjenju prosječne potrošnje pare između početne godine uvođenja vitkog menadžmenta i 2016. godine, osim u pogonu 1 gdje i dalje postoji, ali je mala. Razlog tome može biti što se para koristi samo za grijanje.

Ukoliko se promatra prosječna potrošnja plina (Slika 3.2.d), vidi se očita razlika u smanjenju prosječne potrošnje plina između početne godine uvođenja vitkog menadžmenta i 2016. godine u pogonu 4, 5 i 7, dok je u pogonu potrošnja vrlo mala pa stoga i prosječna potrošnja nije toliko značajna.

Ovom analizom dobiven je još jedan dokaz o povezanosti aktivnosti vitkog menadžmenta sa smanjenjem utjecaja poslovanja na okoliš mjerenim pomoću pokazatelja potrošnje električne energije, vode, pare i plina. Valja napomenuti da se utjecaj smanjenja ovih pokazatelja može odraziti pozitivno na ekonomske pokazatelje, posebno na pokazatelje troškova.

3.3.13. Utjecaj unaprjeđenja u proizvodnji na ostale faze životnog ciklusa

Kroz analizu intervju, utvrđeno je da većina ispitanika smatra da unaprjeđenje proizvodnje može imati utjecaj na ostale faze životnog ciklusa, ali najčešće nisu bili sigurni na koji točno način, iako su prepoznali nekoliko mogućih. Odgovori na pitanje G11-LCA su sumirani i prikazani u nastavku. Tako, ispitanik P1 smatra da u svakom slučaju ima utjecaj, ali nije ranije gledao iz te perspektive. Ostvarena unaprjeđenja mogu pomoći u fazi korištenja kroz smanjenje kompleksnosti proizvoda, što može rezultirati smanjenjem mase i lakše montaže. Ispitanik P2 također smatra da ima utjecaja, i to kroz povećanje kvalitete koja zatim produžuje životni vijek proizvoda, a smanjenje otpada smanjuje utjecaj poslovanja na okoliš. Ispitanik P3 tvrdi da se unaprjeđenjima smanjuju gubici pa se tako istovremeno utječe na smanjenje troškova, a posredno se smanjuje i utjecaj na okoliš. Ispitanik P4 isto tako smatra da unaprjeđenja u proizvodnji imaju utjecaj na okoliš jer se provođenjem unaprjeđenja smanjuje potrošnja energije i škart, ali ne spominje utjecaj ovih aktivnosti kroz cjeloživotni ciklus

proizvoda. Isto kao ispitanik P4, smatra i ispitanik P5, koji spominje da postoji utjecaj u proizvodnji, a ostale faze ne spominje. Da ne postoji utjecaj u fazi korištenja već samo u fazi proizvodnje, smatra ispitanik P6, a ispitanik P7 smatra da se smanjuje ciklus od narudžbe do isporuke, a da tehnološka priprema i konstrukcija mogu utjecati na fazu korištenja. S ispitanikom P7 slaže se odgovor ispitanika P8, koji smatra da se na fazu korištenja može utjecati kroz izradu funkcionalnih proizvoda. Ispitanici P9 i P10 smatraju da u fazi korištenja ima utjecaj kroz povećanje kvalitete, a utjecaj unaprjeđenja u proizvodnji moguć je kroz smanjenje gubitka, što smatra ispitanik P10.

Iz navedenih sumiranih odgovora moguće je donijeti još jedan zaključak: **(Z-27) poduzeća još uvijek ne prepoznaju utjecaj koji unaprjeđenja u proizvodnji imaju na ostale faze životnog ciklusa proizvoda, a većina ih taj utjecaj povezuje uz kvalitetu i povećanje dužine životnog vijeka.**

Imajući ovu spoznaju u vidu, poduzećima je potreban alat koji će im omogućiti da vide utjecaj njihovih aktivnosti kroz cjeloživotni ciklus proizvoda, a jedan od takvih alata zasigurno je i LCA.

3.3.14. Upotreba informatičkih sustava kao podloga za digitalizaciju industrije

Informatizacija proizvodnje predstavlja konkurentsku prednost i sve više standard unutar proizvodnih poduzeća. Sva poduzeća koriste ERP sustav, dok su pojedina razradila posebne module za specifične dijelove njihovih proizvodnih procesa, kao što je to slučaju kod P10.

„I: Po meni, informatička podrška procesima je ključ svega, ona ne podržava ... poboljšanja direktno, ali je ključ konkurentnosti u dobroj informatičkoj podršci procesima... tu smo mi puno napravili.“

(Ispitanik P10, pitanje L14)

Iako informatizacija može predstavljati konkurentsku prednost, kod implementacije vitkog menadžmenta treba biti oprezan s uvođenjem da se ne dogodi da ta implementacija postane uvođenje informacijskog sustava i praćenje aktivnosti kroz informacijski sustav, a ne ono što bi trebalo biti u osnovi, a to je direktno unaprjeđenje proizvodnih procesa.

Danas informatički sustavi vode poslovanje, tako da, ukoliko se digitaliziraju loši procesi, oni se neće moći mijenjati i cjelokupni proces će biti neefikasan. Stoga, **(Z-28) kao prvi korak prije informatizacije potrebno je poboljšati procese da oni budu i vitki i zeleni jer samo takvi procesi će omogućiti veću konkurentnost.**

„I: Kao što sam spomenuo kod softvera, vrlo lako se sve digitalizira, a ako postojeći procesi nisu optimizirani, onda ih nema smisla digitalizirati. Upravo to, jer vidim tu, ovaj ERP se koristi (ime ERP-a) i ERP vodi ljude, nema tu razmišljanja, po ERP-u se radi tako. Kraj priče. Nas vodi sustav. A ako idemo digitalizirati loše procese, onda smo zabetonirali te loše procese.“

(Ispitanik P4, pitanje LG3)

3.3.15. Negativni slučajevi

Predstavljanje negativnog slučaja koristiti se kod analize intervjuja kako bi istraživač umanjio pristranost prema temama koje proizlaze iz istraživanja [48] te kako bi se u obzir uzeli svi slučajevi koji mogu utjecati na donošenje zaključaka. U ovom radu, negativni primjeri su korišteni kako bi se razmotrili i drugačiji utjecaji vitkog menadžmenta od onih spomenutih ranije.

Pojedini ispitanici, P4, P6, P5 istaknuli su da je uvođenjem vitkog menadžmenta došlo do smanjenja količine transporta, najčešće iz razloga optimizacije isporuka, zatim boljeg rasporeda strojeva i smanjenja transportnih puteva. S druge strane, ispitanik P1 istaknuo je posrednu povezanost vitkog menadžmenta s povećanjem troškova vezanih uz transport. Naime, poduzeće je nedavno otvorilo novi pogon, kao rezultat širenja proizvodnje, a što ispitanik pripisuje i rezultatima nastalim aktivnostima vitkog menadžmenta. Kako novi pogon nije blizu već postojećeg te se određeni proizvodi izrađuju na obje lokacije, dolazi do povećanja u troškovima transporta, a samim time povezanih emisija u zrak.

„I: Pa definitivno ono sa kilometrima je poraslo, budući da sad imamo drugu lokaciju () ... tu su porasli troškovi transporta, troškovi prijevoza, zato što se jedan dio radi tamo zbog nove tehnologije, a sastavlja se ovdje. Isto tako ima nekih dijelova koji se rade tamo, a isporučuju se s ove lokacije zajedno sa svim. To su recimo logistički troškovi i troškovi transporta malo narasli.“

(Ispitanik P1, pitanje LG2)

U sklopu intervjuja, ispitanicima je postavljeno pitanje smatraju li da su okolišna unaprjeđenja prilika i trošak za njih, a većina ispitanika je potvrdila da ona predstavljaju priliku, iako postoji i suprotno mišljenje. Kako bi se izbjegla pristranost, u nastavku je dan primjer suprotnog mišljenja u kojem se ispitanik ne slaže s ranije iznesenom tvrdnjom da su okolišna unaprjeđenja prvenstveno prilika za poduzeća, već navodi da su uz aktivnosti smanjenja

utjecaja poslovanja na okoliš povezani troškovi, koji u poduzećima nisu mali. Stoga, neka poduzeća smatraju da je smanjenje utjecaja na okoliš i trošak, ali i prilika za njihovo poduzeće. Ispitanik P3, navodi da je lako definirati trošak, ali prilika i nije toliko očita. Dok ispitanik P4 navodi da je to u početku trošak, ali se investicija počinje u vrlo kratkom vremenu vraćati. Ovo predstavlja suprotno mišljenje u metodologiji polustrukturiranog intervjua.

„I: Jedno i drugo. Trošak je signifikantan, mi taj trošak ne možemo minorizirati i reći da ne poskupljuje našu proizvodnju, to zbrinjavanje je jako skupa stvar. S druge strane, prilika... ne znam u kom smislu prilika ... prilika je s ove ljudske humane perspektive da smo čisti, uredni, da ne ostavljamo nikakve tragove svojim potomcima.

V: Zahtijevaju li vaši kupci ekološke certifikate, pa onda to predstavlja priliku?

I: Pa da, da... ponekad na nekim tenderima se traži i ISO 9001 i 14001. nije pravilo, ali ponekad se traži. I je, s te situacije kad gledamo, da. ... nije to neka komparativna prednost spram konkurencije jer manje više i konkurencija to sve ima, manje više, pogotovo jer konkurenciju mi imamo u Danskoj, Švicarskoj, te tvrtke to sve imaju.“

(Ispitanik P3, pitanje G6)

„I: Mislim da je u prvom trenutku sigurno trošak, ali to je trošak koji se u vrlo kratkom vremenu počne vraćati i kroz smanjenje potrošnje energije i kroz smanjenje raznoraznih ... otpada. Na kraju krajeva tu je ... i imidž kompanije ... A opet mislim da idemo ka tome, već i jesmo u tome, da ako hoćeš biti relevantan poslovni subjekt, neke stvari moraš zadovoljavati, ispunjavati.“

(Ispitanik P4, pitanje G6)

3.4. Sumirani zaključci

Tijekom analize intervjua, došlo se do 27 različitih zaključaka. Ovi zaključci se prvenstveno mogu smatrati preliminarnim zaključcima, dok su konačni zaključci doktorskog rada prikazani na samom kraju rada u poglavlju 6. Svi zaključci proizašli iz analize polustrukturiranih intervjua prikazani su u nastavku, redom kako su nastali kod analize.

1. (Z-1) kod uvođenja vitke i zelene proizvodnje treba uzeti u obzir da alati moraju imati prvenstveno utjecaj na smanjenje troškova, tj. moraju ostvarivati financijske dobrobiti.

2. (Z-2) u poduzećima postoji želja za kontinuiranim unaprjeđenjem kako bi se postigla što bolja pozicija na tržištu, a najveći utjecaj na uvođenje vitkog menadžmenta imaju tržište i kupac.
3. (Z-3) kod uvođenja vitke i zelene proizvodnje valja imati na umu da se alati i pokretanje inicijativa ne bi smjeli nametnuti poduzećima, već bi trebale doći kao moguće rješenje njihovih problema, s obzirom na to da bi u prvom slučaju moglo doći do otpora i, u konačnici, do neuspjeha u implementaciji.
4. (Z-4) Od svih alata vitkog menadžmenta, najzastupljeniji je 5S, a spomenut je u svim intervjuima.
5. (Z-5) TPM je još jedan alat kojeg poduzeća najčešće primjenjuju. Razlog ovoj učestalosti može se pronaći u fokusu kojeg poduzeća stavljaju na iskoristivost strojeva.
6. (Z-6) U treću po redu najučestaliju skupinu alata spadaju Brza izmjena alata (SMED), Mapiranje toka vrijednosti (VSM), Postavljanje ciljeva (KPI), Kaizen (Gemba Kaizen, Dnevni Kaizen, Kaizen radionice, Kaizen događaji).
7. (Z-7) Implementacija vitkog menadžmenta u hrvatskim proizvodnim poduzećima još uvijek je u većini slučajeva limitirana samo na proizvodnju, iako postoje poduzeća koja su principe vitkog menadžmenta proširila ili počela širiti kroz cijelo poslovanje, kao što je to slučaj u: P2, P7, P8 i P9.
8. (Z-8) Poduzeća koriste različite alate, a odabir alata najčešće ovisi o rezultatima koje određeno poduzeće želi postići.
9. (Z-9) Ne samo alate, već i cijeli program implementacije vitkog menadžmenta nije moguće jednostavno samo kopirati iz jednog poduzeća u drugo, već ga je potrebno prilagoditi kulturi i specifičnostima okruženja u kojima se primjenjuje.
10. (Z-10) Važno je za uspjeh implementacije vitkog menadžmenta da u poduzeću postoji povjerenje, a to je moguće postići otvorenom komunikacijom, transparentnošću te pravednom plaćom.
11. (Z-11) Poduzećima bi bio od koristi sustav koji bi im pomogao kod odabira alata vitkog menadžmenta prema unaprijed odabranim kriterijima.
12. (Z-12) Vitki menadžment predstavlja kontinuirani (koji nikad ne prestaje) proces učenja i konstantnog unaprjeđenja kroz uključivanje svih zaposlenika, na način da se u procesu prepoznaju, a zatim iz njega i izbace sve aktivnosti koje ne donose vrijednost sa stanovišta kupca, a sve to uz korištenje vitkih alata. Cilj vitkog menadžmenta jest zadovoljiti zahtjeve kupca na efikasan način, tj. stvoriti dobro organizirano poduzeće.

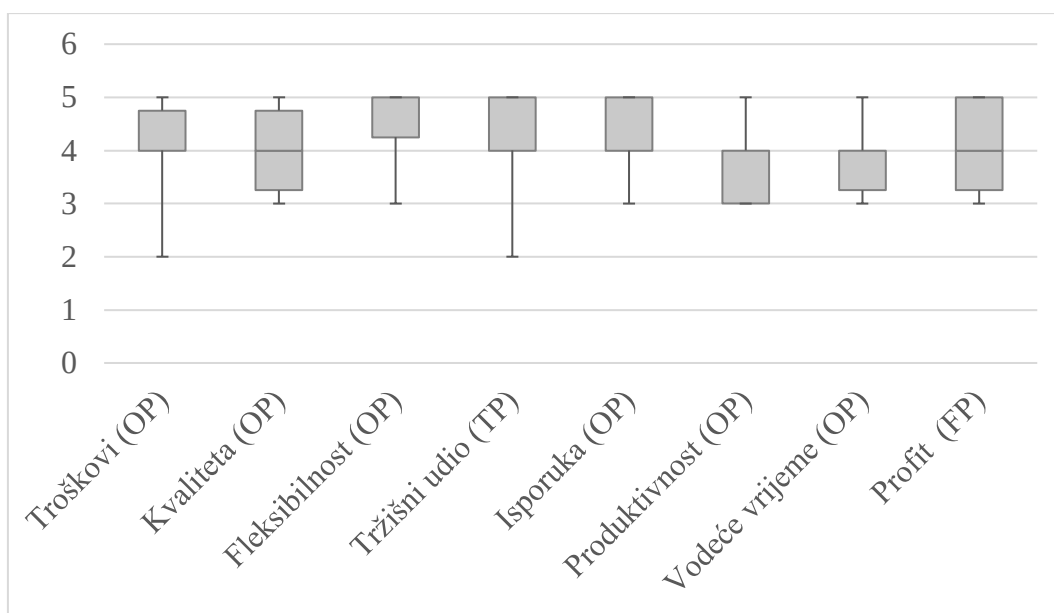
13. (Z-13) Integracijom više pristupa, poduzeća smanjuju papirologiju te povećavaju održivost nastalih unaprjeđenja.
14. (Z-14) Kad se govori o okolišnim pokazateljima, poduzeća najčešće spominju potrošnju električne energije te aktivnosti vezane uz zbrinjavanje otpadnog materijala.
15. (Z-15) U aktivnostima vezanim uz okoliš također mora postojati kontinuirano unaprjeđenje, koje će na kraju rezultirati time da poduzeće utječe pozitivno i na druge, da smanje svoj utjecaj na okoliš te da svoj proizvod prate kroz cjeloživotni ciklus.
16. (Z-16) Poduzeća u Hrvatskoj ne koriste LCA metodologiju za procjenu utjecaja proizvoda na okoliš kroz cjeloživotni ciklus.
17. (Z-17) Ukoliko se želi da više poduzeća prati utjecaj proizvoda na okoliš kroz cjeloživotni ciklus proizvoda, važno je da taj pristup ne predstavlja veliki trošak za poduzeće.
18. (Z-18) Iako poduzeća koriste i prate sve stavke koje propisuje ISO 14001 sustav, ukoliko to od njih ne traži kupac, poduzeća ne provode službenu certifikaciju.
19. (Z-19) Poduzeća koja koriste vitki menadžment, njih 6 od 10 ima uveden i ISO 14001 sustav, a dva ga planiraju uvesti u naredne dvije godine.
20. (Z-20) Poduzeća provode aktivnosti kojima žele smanjiti svoj utjecaj na okoliš. Aktivnosti su većinom vezane uz smanjenje potrošnje energije, smanjenje količine otpada, kao i troškova za njegovo zbrinjavanje, zatim smanjenje potrošnje vode i drugih energenata. Poduzeća također uvode nove tehnologije te sustave za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora. Pojedina poduzeća koriste otpad kao resurs, što je najčešće slučaj u procesnoj industriji.
21. (Z-21) Iako smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš zahtijeva financijske izdatke za poduzeće, koji ponekad i nisu mali, većina poduzeća smatra smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš prilikom, prvenstveno u: dugoročnom smanjenju troškova, smanjenju potrošnje energije, vode i plina, smanjenju otpada, smanjenju škarta, brizi o zaposlenicima, samom smanjenju utjecaja poslovanja na okoliš te povećanju konkurentske prednosti kroz ishođenje okolišnih certifikata.
22. (Z-22) U hrvatskim poduzećima postoji svjesnost o smanjenju utjecaja na okoliš; poduzeća u većini slučajeva to smatraju prilikom, iako im stvara dodatni trošak. Mada, najbolji primjeri dobre prakse upravljanja okolišem i smanjenje utjecaja na okoliš dolaze iz poduzeća koja su u stranom vlasništvu, a vlasnik je poduzeće iz zapadne Europe, gdje je svijest o zaštiti okoliša više razvijena.

23. (Z-23) Apsolutni pokazatelji utjecaja poslovanja na okoliš trebali bi biti samo jedan od načina praćenja stanja okoliša, dok bi poduzeća trebala pratiti jedinične pokazatelje utjecaja na okoliš kao što je potrošnja električne energije po broju proizvedenih komada i sl.
24. (Z-24) Poduzeća iz industrija u kojima je potrošnja energenata, kao što su struja i plin, zatim vode i ostalih resursa, značajni trošak u poslovanju, veći naglasak kod vitkog menadžmenta stavljaju na praćenje i unaprjeđenje potrošnje zelenog dijela poslovanja.
25. (Z-25) Do smanjenja u okolišnim pokazateljima dolazi zbog optimizacije korištenja materijala, praćenja potrošnje struje, plina i vode, testiranja i saniranja vodovodnog sustava, boljeg pročišćavanja otpadnih voda, rekuperacije otpadnih plinova, sortiranja i recikliranja otpada, smanjenja škarta u proizvodnji, povećanja kvalitete, povećanja svjesnosti ljudi o važnosti zaštite okoliša, smanjenja upotrebe kemikalija, optimizacije procesa te, naposljetku, certifikacije po ISO 14001.
26. (Z-26) Integracija vitkog i zelenog menadžmenta nije još dovoljno prisutna u proizvodnim poduzećima, iako postoje slučajevi u kojima su ova dva pristupa integrirana, prvenstveno u procesnoj industriji. Stoga u integraciji ova dva pristupa leži veliki potencijal.
27. (Z-27) Poduzeća još uvijek ne prepoznaju utjecaj koji unaprjeđenja u proizvodnji imaju na ostale faze životnog ciklusa proizvoda, a većina ih taj utjecaj povezuje uz kvalitetu i povećanje dužine životnog vijeka.
28. (Z-28) Kao prvi korak prije informatizacije potrebno je poboljšati procese da oni budu i vitki i zeleni, jer samo takvi procesi će omogućiti veću konkurentnost.

3.5. Mišljenje ispitanika o uspješnosti poduzeća

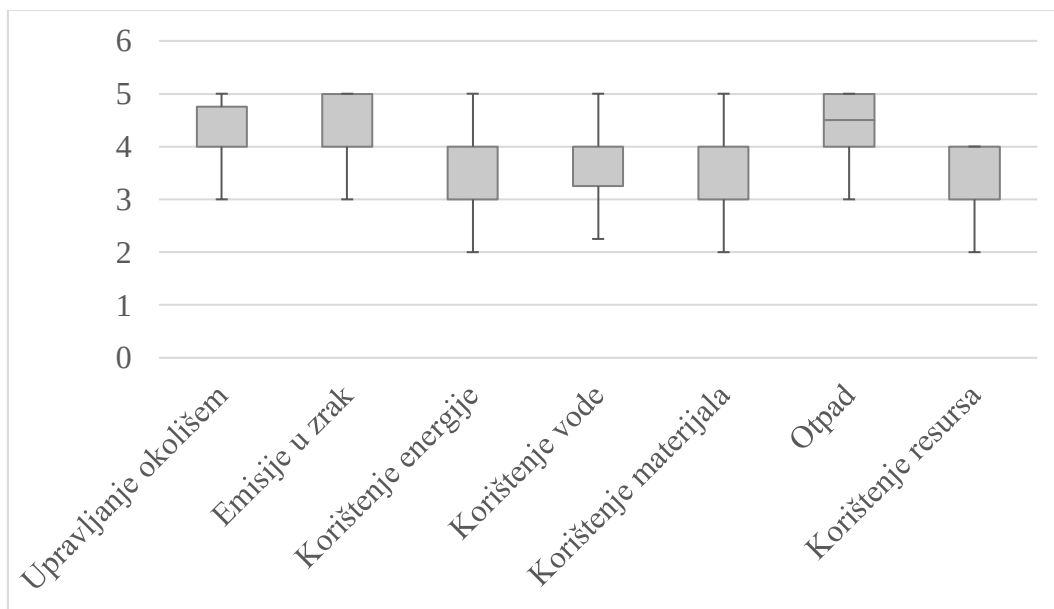
Na kraju intervjua ispitanici su zamoljeni da ispune kratki upitnik, odnosno da daju svoje mišljenje na izjavu: „*Moje poduzeće je uspješno imajući u vidu pokazatelj:*“. Izgled upitnika prikazan je u prilogu 5.

Kako ispitanici procjenjuju uspješnost svojih poduzeća prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima, prikazano je kroz grafove u nastavku rada. Slika 3.3 prikazuje *Box-Whisker* graf ocjena koje su sudionici dodijelili svojim poduzećima s obzirom na pojedini ekonomski pokazatelj. Uzevši u obzir vrijednost medijana, na slici se vidi da ispitanici smatraju svoje poduzeće najviše uspješno ukoliko se promatra ekonomski pokazatelj Fleksibilnost, čiji medijan iznosi 5. Kod pokazatelja Troškovi i Tržišni udio postoji najveće rasipanje podataka.



Slika 3.3 – Uspješnost poduzeća prema ekonomskim pokazateljima, sukladno mišljenju ispitanika

Slika 3.4 prikazuje *Box-Whisker* graf ocjena koje su sudionici dodijelili svojim poduzećima s obzirom na pojedini okolišni pokazatelj. Na slici se vidi da ispitanici smatraju svoje poduzeće najviše uspješno ukoliko se promatra okolišni pokazatelj Otpad, čiji medijan iznosi 4,5. Najveće rasipanje ocjena postoji kod pokazatelja Korištenje energije i Korištenje materijala.



Slika 3.4 – Uspješnost poduzeća prema okolišnim pokazateljima, sukladno mišljenju ispitanika

Iz prethodnih prikaza može se zaključiti da ispitanici, ukoliko se promatra medijan njihovih odgovora po određenim kriterijima, smatraju svoja poduzeća uspješnim kad se mjere ekonomskim i okolišnim pokazateljima korištenim u upitniku.

4. EKSPERTNA SKUPINA

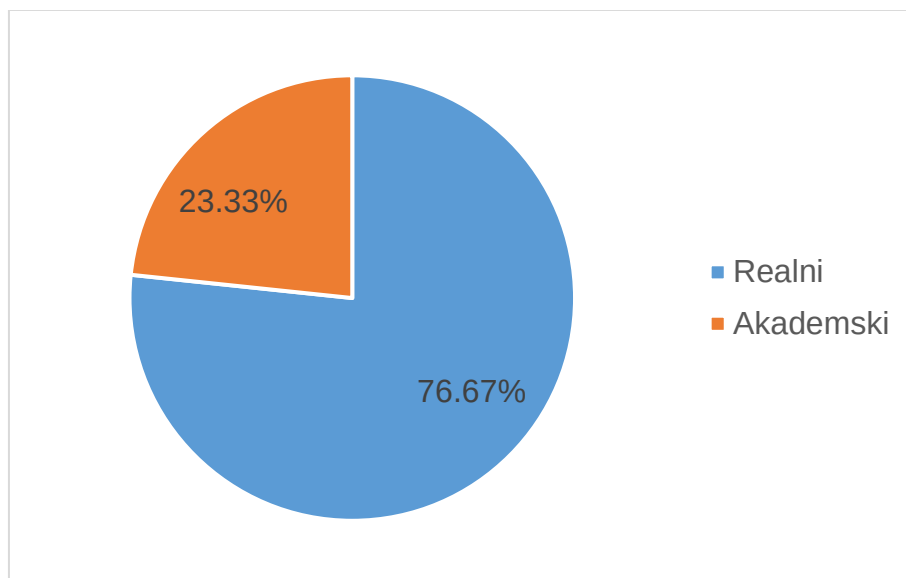
Polustrukturirani intervjui dali su detaljniju sliku o integraciji vitke i zelene proizvodnje u proizvodnim poduzećima, uzevši u obzir kontekst u kojem se ta poduzeća nalaze. Rezultati analize intervjua omogućili su izradu upitnika, kao još jednog od instrumenata istraživanja preko kojeg je ekspertna skupina ocijenila utjecaj pojedinih vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje. Kako bi se definirala pitanja u upitniku, korišteni su podaci o učestalosti vitkih alata te ekonomskih i okolišnih pokazatelja, dobivenih kroz iscrpnu analizu literature, kao i detaljnu analizu intervjua.

Ekspertnu skupinu činilo je 30 eksperata iz područja vitkog menadžmenta koji dolaze iz akademskog i realnog sektora. Kriterij odabira eksperata iz privrede je bio taj da imaju minimalno 2 godine iskustva u rada na projektima vezanim uz vitku i zelenu proizvodnju. S druge strane, kriterij za odabir eksperata iz akademske zajednice bio je njihov istraživački rad u području vitke i zelene proizvodnje, što se procijenilo kroz njihove objavljene radove, kao i angažman na projektima uvođenja vitke ili zelene proizvodnje. Tablica 4.1 prikazuje informacije o ekspertima koji su sudjelovali u istraživanju.

Tablica 4.1 – Opis ekspertne skupine

Red. br.	Sektor	Godine iskustva u vitkom menadžmentu	Red. br.	Sektor	Godine iskustva u vitkom menadžmentu
1.	Akademski	3	16.	Realni	5
2.	Realni	3	17.	Realni	10
3.	Realni	20	18.	Realni	3
4.	Realni	8	19.	Realni	15
5.	Realni	6	20.	Realni	5
6.	Realni	17	21.	Realni	*
7.	Realni	4	22.	Realni	9
8..	Realni	8	23.	Akademski	7
9.	Realni	13	24.	Realni	5
10.	Realni	5	25.	Realni	41
11.	Realni	18	26.	Realni	8
12.	Realni	4	27.	Akademski	10
13.	Realni	*	28.	Akademski	11
14.	Akademski	10	29.	Akademski	10
15.	Akademski	9	30.	Realni	5
*nije odgovoreno					

Ukoliko se podaci koje prikazuje Tablica 4.1 sumiraju, dobije se informacija da svi članovi ekspertne skupine imaju 3 ili više godina iskustva u implementaciji vitkog menadžmenta. Od 30 članova ekspertne skupine, njih 7 (23,33 %) dolazi iz akademskog sektora, a 23 (76,67 %) iz realnog, kao što prikazuje i Slika 4.1.



Slika 4.1 – Omjer eksperata iz akademskog i realnog sektora

U istraživanju je stavljen naglasak na sudjelovanje eksperata iz realnog sektora, što daje dobru podlogu za donošenje zaključaka baziranih na informacija koje su dobivene iz realne proizvodnje.

4.1. Izrada upitnika za ekspertnu skupinu

Upitnik za ekspertnu skupinu sastoji se od tri dijela. Prvi dio upitnika bio je vezan uz procjenu utjecaja odabranih vitkih alata na odabrane ekonomske pokazatelje. Drugi dio bio je vezan uz procjenu utjecaja odabranih vitkih alata na odabrane okolišne pokazatelje, a treći dio upitnika bio je vezan uz osnovne podatke o ekspertu. Na samom početku upitnika, ekspertima je objašnjen cilj i svrha provođenja navedenog upitnika te je s njima podijeljen link na PDF dokument u kojem se nalazio opis ekonomskih i okolišnih pokazatelja, a koji su u ovom radu prikazani u tablicama: Tablica 4.4 i Tablica 4.6. Upitnik se provodio pomoću programa *Lime Survey*⁶, korištenje kojega je omogućio Sveučilišni računski centar (SRCE). Primjer upitnika dan je u prilogu 6.

⁶ <http://limesurvey.srce.hr>

Eksperti koji su sudjelovali u upitniku trebali su procijeniti utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje. Procjena navedenog utjecaja trebala je biti bazirana na njihovom dosadašnjem iskustvu u implementaciji vitkih alata. Da bi se dobio navedeni upitnik, potrebno je bilo provesti analizu literature kako bi se utvrdili najučestaliji vitki alati te ekonomski i okolišni pokazatelji. Detaljna analiza literature predstavljena je u poglavlju 1.1. Također, napravljena je i analiza intervjuja kako bi se dobila informacija o učestalosti vitkih alata te ekonomskih i okolišnih pokazatelja u ispitanim poduzećima predstavljena u poglavlju 3. Objedinjeni rezultati navedene analize prikazani su u nastavku.

4.1.1. Odabir vitkih alata za upitnik

Odabir vitkih alata za koje će se procijeniti njihov utjecaj na ekonomske i okolišne pokazatelje proveden je na način da je uspoređena njihova učestalost u literaturi, kao i učestalost kroz intervju. Tablica 4.2 prikazuje navedenu usporedbu, kao i alate koji su uzeti u obzir.

Tablica 4.2 – Vitki alati koji ulaze u istraživanje

Red. br.	Vitki alat	Učestalost u literaturi	Učestalost kroz intervju	Zbroj učestalosti	Ulazi u istraživanje
1.	5S	8	10	18	Da
2.	TPM	6	8	14	Da
3.	SMED	8	6	14	Da
4.	VSM	6	6	12	Da
5.	Kaizen	5	6	11	Da
6.	Povlačenje (Kanban)	8	2	10	Da
7.	Vizualni menadžment	4	5	9	Ne
8.	Alati za analizu	3	5	8	Ne
9.	Postavljanje ciljeva (KPI)	1	6	7	Da
10.	Upravljanje zalihama	3	4	7	Da
11.	Standardni rad	5	2	7	Ne
12.	Proizvodnja upravo na vrijeme (JIT)	6	1	7	Da
13.	Poka-Yoke	5	0	5	Ne
14.	Proizvodnja u ćelijama	5	0	5	Da
15.	Vrijednost/Gubici	0	1	1	Ne
16.	Jedno-komadni tok	1	0	1	Ne

Odabrano je 10 alata koji imaju najveću učestalost u literaturi i kroz intervju, s time da alati Vizualni menadžment i Alati za analizu nisu uzeti u obzir, budući da je iskustvo autora da se ovi alati često mogu naći kao dio drugih alata kao što je Kaizen, 5S i sl. Iako nemaju najveći zbroj učestalosti, u obzir su uzeti alati Proizvodnja upravo na vrijeme (JIT) i Proizvodnja u ćelijama, a razlog ovoj odluci leži u spoznaji da ova dva alata predstavljaju temeljne alate vitkog menadžmenta, a i nerijetko se navode u literaturi.

4.1.2. Odabir ekonomskih pokazatelja

Koristeći istu logiku kao kod odabira vitkih alata, odabrani su ekonomski i okolišni pokazatelji koji će se koristiti u upitniku za ekspertnu skupinu. Tablica 4.3 prikazuje najučestalije i odabrane ekonomske pokazatelje.

Tablica 4.3 – Ekonomski pokazatelji koji ulaze u istraživanje

Red. br.	Ekonomski pokazatelji	Učestalost u literaturi	Učestalost kroz intervju	Zbroj učestalosti	Ulazi u istraživanje
1.	Troškovi (OP)	10	7	17	Da
2.	Kvaliteta (OP)	8	6	14	Da
3.	Profit (FP)	3	10	13	Da
4.	Fleksibilnost (OP)	7	5	12	Da
5.	Produktivnost (OP)	4	7	11	Da
6.	Vodeće vrijeme (OP)	4	6	10	Da
7.	Tržišni udio (TP)	6	2	8	Da
8.	Isporuka (OP)	4	2	6	Da
9.	Zalihe (OP)	2	4	6	Ne
10.	Prodaja (TP)	3	2	5	Ne

Kao što se vidi iz prethodne tablice (Tablica 4.3), odabrano je 8 ekonomskih pokazatelja koji ulaze u istraživanje. Iz iste tablice, vidi se da je najviše ekonomskih pokazatelja iz grupe operativnih pokazatelja, a razlog tome leži u činjenici da se radi o prerađivačkim poduzećima koji imaju mogućnost egzaktno pratiti ove pokazatelje. Uz 6 operativnih pokazatelja (Troškovi, Kvaliteta, Fleksibilnost, Produktivnost, Vodeće vrijeme, Isporuka) u obzir su uzeta i dva dodatna pokazatelja: jedan iz skupine finansijskih pokazatelja (Profit) i jedan iz skupine tržišnih pokazatelja (Tržišni udio). Kratki opis svakog od navedenih pokazatelja daje Tablica 4.4.

Tablica 4.4 – Opis odabranih ekonomskih pokazatelja

Red. br.	Ekonomski pokazatelji	Oznaka pokazatelja	Opis pokazatelja
1.	Troškovi	E1	Ovaj pokazatelj vezan je uz ukupne troškove u poduzeću, koji uključuju troškove materijala, troškove proizvodnje, troškove rada i sl.
2.	Kvaliteta	E2	Ovaj pokazatelj vezan je uz ukupnu kvalitetu proizvoda koje poduzeće proizvodi.
3.	Profit	E3	Profit predstavlja samo jedan od financijskih pokazatelja, a označava razliku prihoda i rashoda.
4.	Fleksibilnost	E4	Fleksibilnost označava mogućnost poduzeća da odgovori na promjenjive zahtjeve kupca, tj. označava mogućnost poduzeća da se prilagodi tome što, kako i kada treba proizvoditi. Fleksibilnost poduzeća može biti u lansiranju novih proizvoda, mogućnosti proizvodnje različitih vrsta proizvoda u različitom obujmu i vremenu isporuke.
5.	Produktivnost	E5	Produktivnost pokazuje koliko efikasno poduzeće pretvara inpute, kao što su rad i kapital, u outpute (npr. proizvode ili usluge).
6.	Vodeće vrijeme	E6	Vodeće vrijeme predstavlja vrijeme koje protekne od narudžbe kupca do isporuke proizvoda.
7.	Tržišni udio	E7	Tržišni udio predstavlja postotni udio koje određeno poduzeće zauzima na određenom tržištu.
8.	Isporuka	E8	Označava sposobnost poduzeća da ispoštuje ugovorene rokove i da pravodobno dostavlja svoje proizvode.

4.1.3. Odabir okolišnih pokazatelja

Kao što je napravljeno u prethodna dva slučaja, i kod odabira okolišnih pokazatelja u obzir je uzeta njihova učestalost u literaturi, kao i učestalost kroz intervju. Tablica 4.5 prikazuje najučestalije i odabrane okolišne pokazatelje.

Tablica 4.5 – Okolišni pokazatelji koji ulaze u istraživanje

Red. br.	Aspekt	Okolišni pokazatelj	Učestalost pokazatelja iz aspekta u literaturi	Učestalost u intervjuima	Zbroj učestalosti	Ulazi u istraživanje
1.	Resursi	Korištenje resursa	4	27	31	Da
2.	Upravljanje okolišem	Upravljanje okolišem	17	11	28	Da
3.	Otpad	Otpad	6	21	27	Da
4.	Energija	Korištenje energije	11	9	20	Da
5.	Emisije	Emisije u zrak	16	2	18	Da
6.	Voda	Korištenje vode	10	8	18	Da
7.	Materijal	Korištenje materijala	9	6	15	Da
8.	Otpadne vode	Otpadne vode	2	1	3	Ne
9.	Reputacija	Reputacija	2	1	3	Ne
11.	Utjecaji proizvoda	Utjecaji proizvoda	2	1	3	Ne
10.	Buka	Buka	2	0	2	Ne

U istraživanje ulazi 7 okolišnih pokazatelja iz 7 aspekata. Ovih 7 pokazatelja su: Korištenje resursa, Upravljanje okolišem, Otpad, Korištenje energije, Emisije u zrak, Korištenje vode, Korištenje materijala. Ovi pokazatelji detaljnije su opisani u tablici (Tablica 4.6) danoj u nastavku.

Tablica 4.6 – Opis odabranih okolišnih pokazatelja

Red. br.	Okolišni pokazatelji	Oznaka pokazatelja	Opis pokazatelja
1.	Korištenje resursa	O1	Korištenje resursa je pokazatelj koji označuje potrošnju svih resursa u poduzeću, osim vode, materijala i električne energije. Resursi mogu biti npr. zemni i tehnički plin.
2.	Upravljanje okolišem	O2	Označava strategije koje poduzeća koriste kako bi planirala, implementirala i održavala aktivnosti vezane uz smanjenje utjecaja na okoliš. Ovdje spada uvođenje okolišnih standarda (npr. ISO 14001, EMAS), zatim korištenje strategija 3R, <i>zero waste</i> i slično.
3.	Otpad	O3	Pokazatelj vezan uz sav otpad koji poduzeće stvara, može uključivati, ali nije ograničen na tehnološki, komunalni i opasni otpad.
4.	Korištenje energije	O4	Pokazatelj koji prati korištenje električne energije u poduzeću.
5.	Emisije u zrak	O5	Pokazatelj prati emisije stakleničkih plinova u zrak.
6.	Korištenje vode	O6	Pokazatelj vezan uz korištenje vode u poduzeću.
7.	Korištenje materijala	O7	Pokazatelj vezan uz korištenje materijala u poduzeću.

Za odabranih 10 alata, ekspertna skupina je procijenila njihov utjecaj na ekonomske i okolišne pokazatelje. Prilikom procjene utjecaja pojedinog alata na pokazatelje, korištena je skala s 9 vrijednosti procjene (od 1 do 9). Broj 1 označava „*Jako negativan*“ utjecaj vitkog alata na odabrani pokazatelj, a broj 9 „*Jako pozitivan*“ utjecaj. Broj 5 označava „*Neutralan*“ utjecaj, dok brojevi 2, 3 i 4 te brojevi 6, 7 i 8 označavaju vrijednosti koje se nalaze između ove tri ključne vrijednosti. Primjer jednog pitanja zajedno s gore opisanom skalom prikazuje Slika 4.2

10 [E-JIT] Prema vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Proizvodnja upravo na vrijeme – JIT (Just in time)“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Slika 4.2 – Primjer skale procjene kod upitnika za ekspertnu skupinu

Nakon što su eksperti ispunili upitnik, njihovi odgovori su analizirani, a rezultati dobiveni analizom upitnika prikazani su u nastavku.

4.2. Rezultati analize

U sklopu istraživanja želi se procijeniti utjecaj vitkih alata (Tablica 4.2), na ekonomske (Tablica 4.3) i okolišne pokazatelje (Tablica 4.5). Detaljan opis vitkih alata dan je u poglavlju 2.1.3. Cilj je utvrditi koji od navedenih alata ima najveći utjecaj na ekonomske, koji na okolišne pokazatelje, a koji na njihov prosjek. Ovakvom analizom dobit će se informacija koji alati vitkog menadžmenta imaju najveći utjecaj na ekonomske pokazatelje, a koji na okolišne pokazatelje (koji su najzeleniji). Nakon što su eksperti ispunili upitnik vezan uz utjecaj vitkih i zelenih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje, provedena je analiza dobivenih odgovora. Od 30 ispunjenih upitnika, dva nisu bila potpuna, ali budući da pitanja u upitniku nisu međusobno zavisna, dobiveni odgovori su prihvaćeni, s time da je kod analize uzet u obzir konačni broj ispunjenih upitnika za određeno pitanje (N).

Analiza je provedena u više koraka:

1. Napravljena je deskriptivna analiza odgovora.
2. Proveden je test normalnosti dobivenih odgovora.
3. Napravljen je Mann-Whitney U test razlika.
4. Proveden je Spearmanov test korelacija.
5. Za izračun rangova alata korišten je Kruskal-Wallis test

Detaljni prikaz rezultata dobivenih u svakom od koraka dan je u nastavku.

4.2.1. Deskriptivna analiza

U prvom dijelu analize provedena je deskriptivna analiza dobivenih odgovora, a rezultati su prikazani u nastavku. Za svaki od ekonomskih i okolišnih pokazatelja izrađena je tablica u kojoj su izračunate prosječne vrijednosti odgovora, medijan, minimalna i maksimalna vrijednost odgovora kao i standardna devijacija.

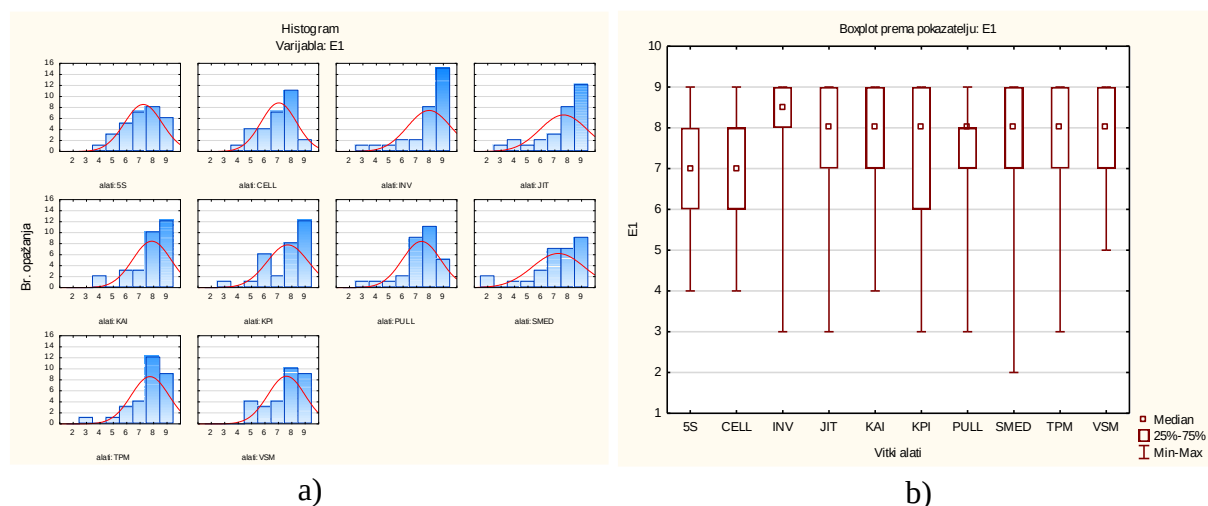
Pokazatelj E1 predstavlja troškove. Ovaj pokazatelj vezan je uz ukupne troškove u poduzeću, koji uključuju troškove materijala, troškove proizvodnje, troškove rada i sl. Tablica 4.7 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom, vezanih uz utjecaj vitkih alata na troškove u poduzećima.

Tablica 4.7 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E1

Alati	N	Prosjek	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	30	7,2000	7,00	4,00	9,00	1,3995
CELL	29	7,0000	7,00	4,00	9,00	1,3093
INV	30	7,9000	8,50	3,00	9,00	1,6049
JIT	29	7,6207	8,00	3,00	9,00	1,7406
KAI	30	7,8333	8,00	4,00	9,00	1,4162
KPI	30	7,6667	8,00	3,00	9,00	1,5388
PULL	30	7,3333	8,00	3,00	9,00	1,4223
SMED	30	7,2333	8,00	2,00	9,00	1,9241
TPM	30	7,7000	8,00	3,00	9,00	1,3933
VSM	30	7,5667	8,00	5,00	9,00	1,3817

Tablica 4.7 daje informaciju da, ukoliko se promatra prosječna vrijednost svih odgovora, najveći pozitivni utjecaj na troškove ima alat INV (Smanjenje Zaliha) (7,90), a slijede ga Kaizen (KAI) (7,83) i Cjelovito produktivno održavanje (TPM) (7,70).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj E1 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje slika Slika 4.3.



Slika 4.3 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E1

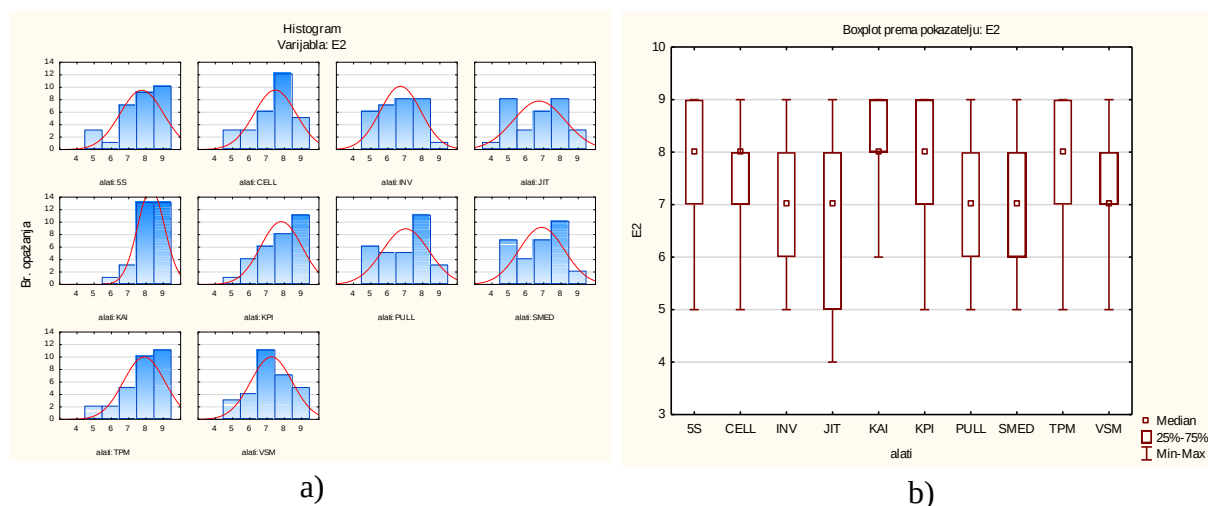
Pokazatelj E2 predstavlja kvalitetu. Ovaj pokazatelj vezan je uz ukupnu kvalitetu proizvoda koje poduzeće proizvodi. Tablica 4.8 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom, vezanih uz utjecaj vitkih alata na pokazatelj kvalitete u poduzećima.

Tablica 4.8 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E2

Alati	N	Prosjek	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	30	7,7333	8,00	5,00	9,00	1,2576
CELL	29	7,4483	8,00	5,00	9,00	1,2126
INV	30	6,7000	7,00	5,00	9,00	1,1788
JIT	29	6,7241	7,00	4,00	9,00	1,4856
KAI	30	8,2667	8,00	6,00	9,00	0,7849
KPI	30	7,8000	8,00	5,00	9,00	1,1861
PULL	30	7,0000	7,00	5,00	9,00	1,3391
SMED	30	6,8667	7,00	5,00	9,00	1,3060
TPM	30	7,8667	8,00	5,00	9,00	1,1958
VSM	30	7,2333	7,00	5,00	9,00	1,1943

Ukoliko se promatra prosječna vrijednost odgovora o utjecaju vitkih alata na kvalitetu (Tablica 4.8) može se zaključiti da najviše na kvalitetu utječu alati Kaizen (KAI) (8,27), Cjelovito produktivno održavanje (TPM) (7,87) i Postavljanje ciljeva (KPI) (7,80). Najmanji utjecaj, ali i dalje pozitivan, ima Upravljanje zalihama (INV) (6,70).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj E2 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje slika Slika 4.4.



Slika 4.4 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E2

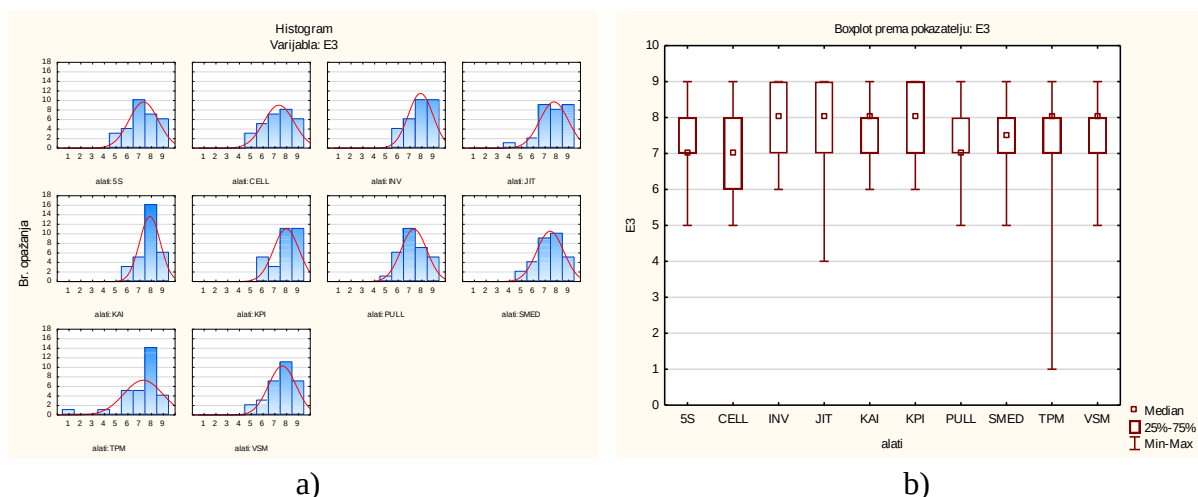
Pokazatelj E3 označuje profit. Profit predstavlja samo jedan od financijskih pokazatelja koje poduzeća prate, a označava razliku prihoda i rashoda. Tablica 4.9 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na profit u poduzećima.

Tablica 4.9 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E3

Alati	N	Prosjeak	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	30	7,3000	7,00	5,00	9,00	1,2360
CELL	29	7,3103	7,00	5,00	9,00	1,2846
INV	30	7,8667	8,00	6,00	9,00	1,0417
JIT	29	7,7241	8,00	4,00	9,00	1,1921
KAI	30	7,8333	8,00	6,00	9,00	0,8743
KPI	30	7,9333	8,00	6,00	9,00	1,0807
PULL	30	7,3000	7,00	5,00	9,00	1,0875
SMED	30	7,4000	7,50	5,00	9,00	1,1326
TPM	30	7,2667	8,00	1,00	9,00	1,6386
VSM	30	7,6000	8,00	5,00	9,00	1,1626

Profit je financijski pokazatelj pa je stoga zanimljivo razmotriti rezultate kakve alati vitkog menadžmenta, prema ocjenama eksperata, imaju na njega. Ukoliko se promatraju prosječne vrijednosti odgovora (Tablica 4.9), najveći utjecaj na profit imaju Postavljanje ciljeva (KPI) (7,93), Upravljanje zalihama (INV) (7,87), Kaizen (KAI) (7,83). Najmanji utjecaj na profit, ali i dalje pozitivan, ima Cjelovito produktivno održavanje (TPM) (7,27).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj E3 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje slika Slika 4.5.



Slika 4.5 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E3

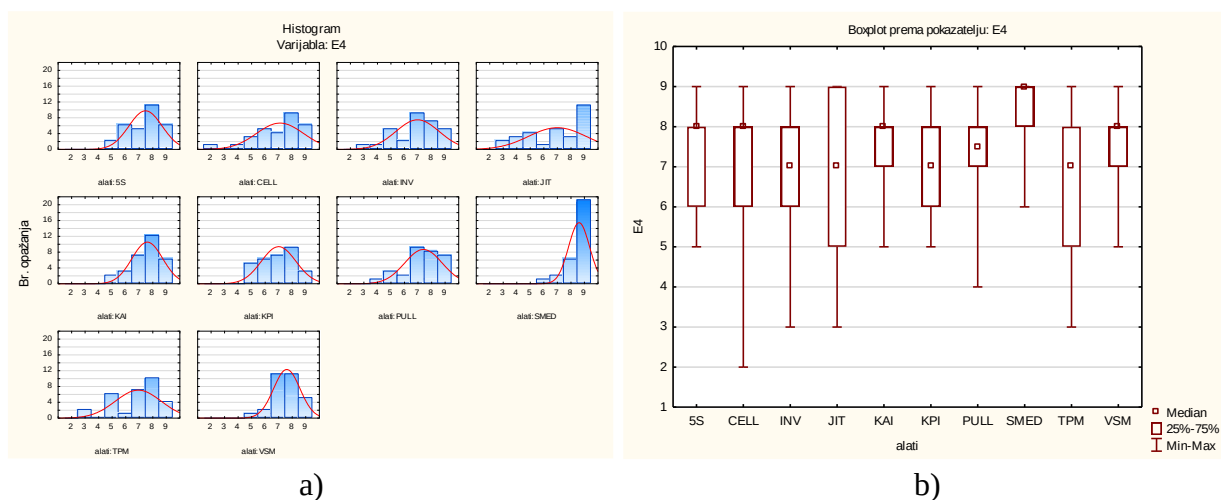
Pokazatelj E4 predstavlja fleksibilnost. Fleksibilnost označava mogućnost poduzeća da odgovori na promjenjive zahtjeve kupca, tj. označava mogućnost poduzeća da se prilagodi tome što, kako i kada treba proizvoditi. Fleksibilnost poduzeća može biti u lansiranju novih proizvoda, mogućnosti proizvodnje različitih vrsta proizvoda u različitom obujmu i vremenu isporuke. Tablica 4.10 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na fleksibilnost poduzeća.

Tablica 4.10 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E4

Alati	N	Prosjeak	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	30	7,4333	8,00	5,00	9,00	1,2229
CELL	29	7,0690	8,00	2,00	9,00	1,7306
INV	30	6,9333	7,00	3,00	9,00	1,5960
JIT	29	6,9655	7,00	3,00	9,00	2,0956
KAI	30	7,5667	8,00	5,00	9,00	1,1351
KPI	30	6,9667	7,00	5,00	9,00	1,2726
PULL	30	7,3667	7,50	4,00	9,00	1,3767
SMED	30	8,5667	9,00	6,00	9,00	0,7739
TPM	30	6,9000	7,00	3,00	9,00	1,6887
VSM	30	7,5667	8,00	5,00	9,00	0,9714

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj fleksibilnosti (Tablica 4.10), može se zaključiti da najveći utjecaj na ovaj pokazatelj imaju Brza izmjena alata (SMED) (8,57), a podjednak utjecaj imaju Kaizen (KAI) (7,57) i Mapiranje toka vrijednosti (VSM) (7,57). Najmanji utjecaj na fleksibilnost, ali i dalje pozitivan, ima Cjelovito produktivno održavanje (TPM) (6,90).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj E4 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje slika Slika 4.6.



Slika 4.6 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E4

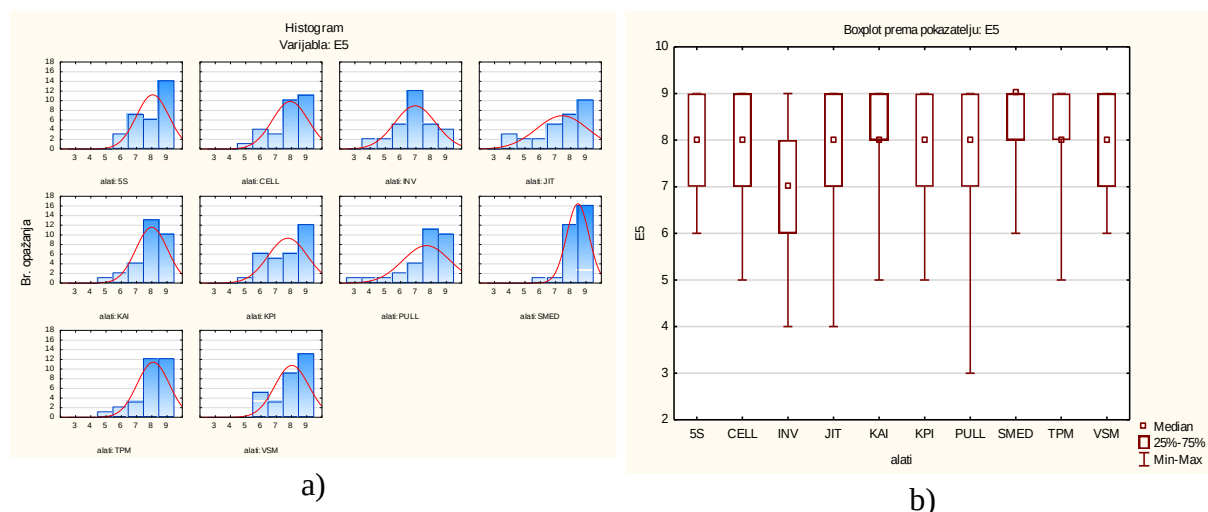
Pokazatelj E5 predstavlja produktivnost. Produktivnost pokazuje koliko efikasno poduzeće pretvara inpute, kao što su rad i kapital, u outpute (npr. proizvode ili usluge). Tablica 4.11 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na produktivnost u poduzećima.

Tablica 4.11 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E5

Alati	N	Prosjek	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	30	8,0333	8,00	6,00	9,00	1,0662
CELL	29	7,8966	8,00	5,00	9,00	1,1755
INV	30	6,9333	7,00	4,00	9,00	1,3374
JIT	29	7,4138	8,00	4,00	9,00	1,6801
KAI	30	7,9667	8,00	5,00	9,00	1,0334
KPI	30	7,7333	8,00	5,00	9,00	1,2847
PULL	30	7,6667	8,00	3,00	9,00	1,5388
SMED	30	8,4333	9,00	6,00	9,00	0,7279
TPM	30	8,0667	8,00	5,00	9,00	1,0483
VSM	30	8,0000	8,00	6,00	9,00	1,1142

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj produktivnost (Tablica 4.11) može se zaključiti da najveći utjecaj imaju Brza izmjena alata (SMED) (8,43), Cjelovito produktivno održavanje (TPM) (8,07) i 5S (8,03). Najmanji utjecaj na produktivnost, ali i dalje pozitivan, ima Upravljanje zalihama (INV)(6,93).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj E5 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje slika Slika 4.7.



Slika 4.7 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E5

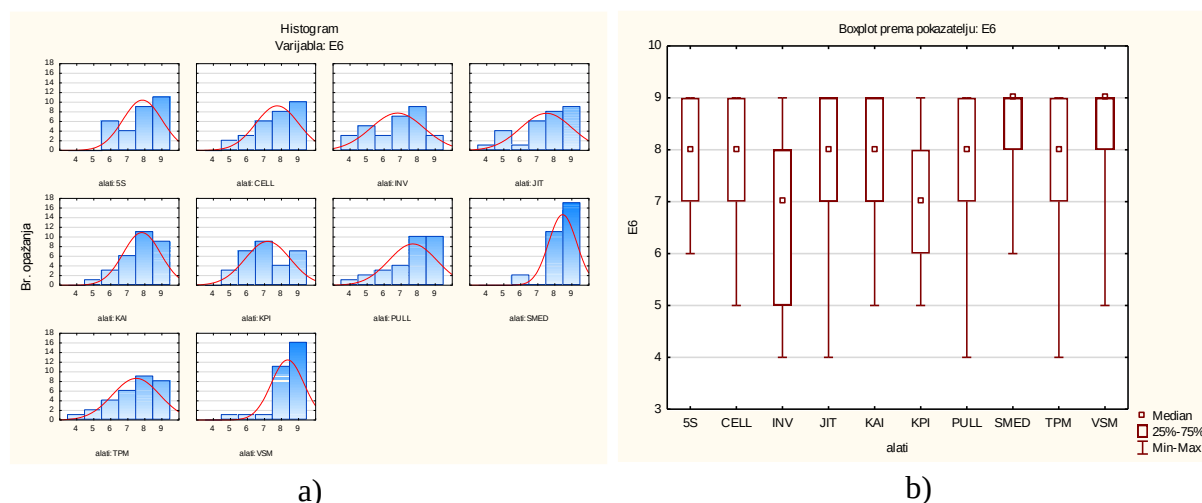
Pokazatelj E6 predstavlja vodeće vrijeme. Vodeće vrijeme predstavlja vrijeme koje protekne od narudžbe kupca do isporuke proizvoda. Tablica 4.12 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na vodeće vrijeme u poduzeću.

Tablica 4.12 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E6

Alati	N	Prosjek	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	30	7,8333	8,00	6,00	9,00	1,1472
CELL	29	7,7241	8,00	5,00	9,00	1,2506
INV	30	6,7667	7,00	4,00	9,00	1,5466
JIT	29	7,4828	8,00	4,00	9,00	1,5029
KAI	30	7,8000	8,00	5,00	9,00	1,0954
KPI	30	7,1667	7,00	5,00	9,00	1,3153
PULL	30	7,6667	8,00	4,00	9,00	1,3979
SMED	30	8,4333	9,00	6,00	9,00	0,8172
TPM	30	7,4667	8,00	4,00	9,00	1,3830
VSM	30	8,3333	9,00	5,00	9,00	0,9589

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj vodećeg vremena (Tablica 4.12) može se zaključiti da najveći utjecaj imaju Brza izmjena alata (SMED) (8,43), Mapiranje toka vrijednosti (VSM) (8,33) i 5S (7,83). Najmanji utjecaj na vodeće vrijeme, ali i dalje pozitivan, ima Upravljanje zalihama (INV)(6,77).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj E6 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje slika Slika 4.8.



Slika 4.8 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E6

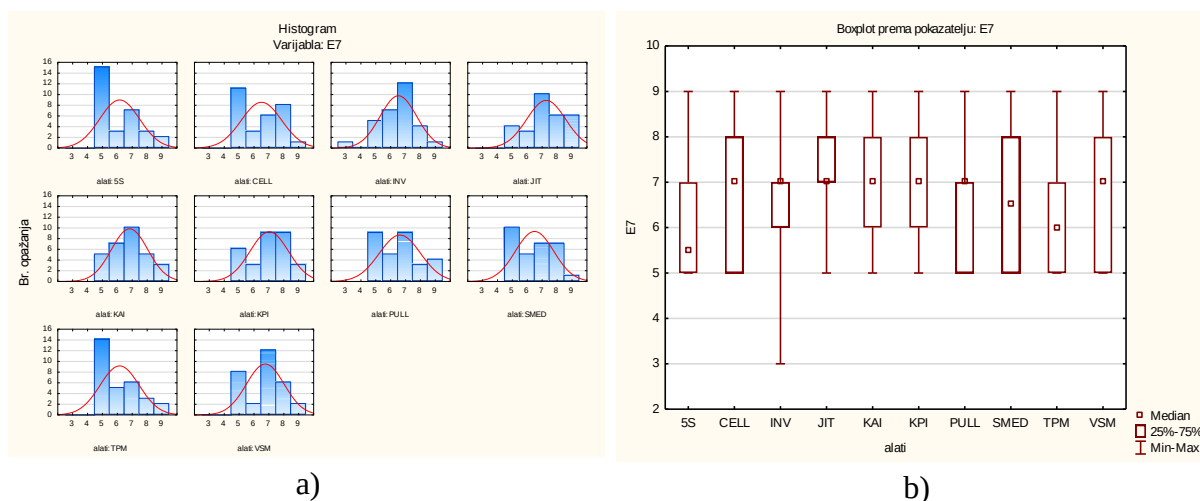
Pokazatelj E7 predstavlja tržišni udio. Tržišni udio predstavlja postotni udio koje određeno poduzeće zauzima na određenom tržištu. Tablica 4.13 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na tržišni udio koje poduzeće zauzima na određenom tržištu.

Tablica 4.13 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E7

Alati	N	Prosjeak	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	30	6,1333	5,50	5,00	9,00	1,3322
CELL	29	6,4828	7,00	5,00	9,00	1,3528
INV	30	6,5000	7,00	3,00	9,00	1,2247
JIT	29	7,2414	7,00	5,00	9,00	1,2999
KAI	30	6,8000	7,00	5,00	9,00	1,2149
KPI	30	7,0000	7,00	5,00	9,00	1,2865
PULL	30	6,6000	7,00	5,00	9,00	1,3797
SMED	30	6,4667	6,50	5,00	9,00	1,2794
TPM	30	6,1333	6,00	5,00	9,00	1,3060
VSM	30	6,7333	7,00	5,00	9,00	1,2576

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj tržišnog udjela (Tablica 4.13), može se zaključiti da najveći utjecaj imaju alati Proizvodnja upravo na vrijeme (JIT) (7,24), Postavljanje ciljeva (KPI) (7,00) i Kaizen (KAI) (6,80). Najmanji utjecaj na tržišni udio, ali i dalje pozitivan, imaju s istom prosječnom vrijednosti Cjelovito produktivno održavanje (TPM) (6,13) i 5S (6,13).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj E7 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje slika Slika 4.9



Slika 4.9 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E7

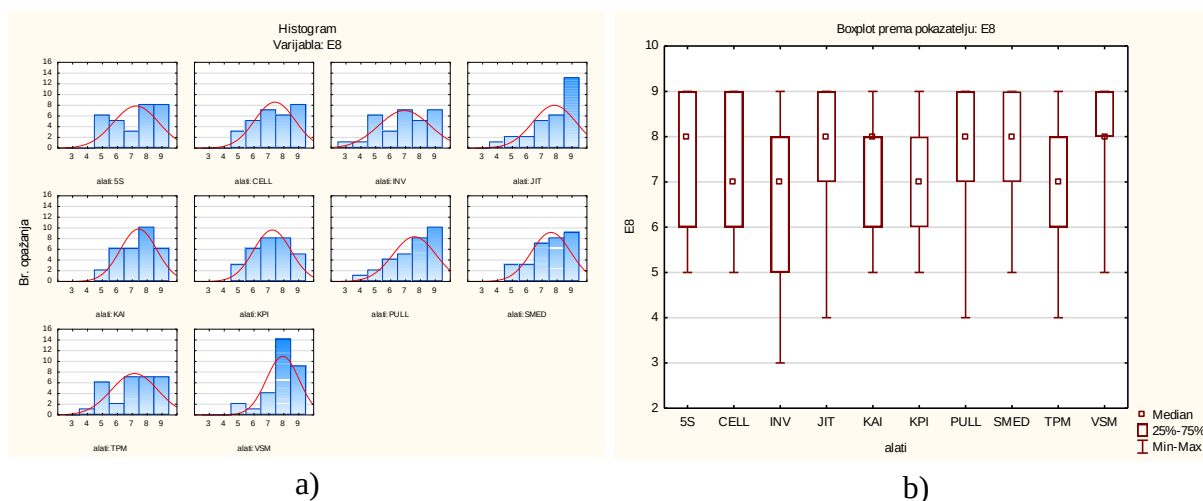
Pokazatelj E8 predstavlja isporuku. Isporuka označava sposobnost poduzeća da ispoštuje ugovorene rokove i da pravodobno dostavlja svoje proizvode. Tablica 4.14 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na pokazatelj isporuke u poduzećima.

Tablica 4.14 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj E8

Alati	N	Prosjeak	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	30	7,2333	8,00	5,00	9,00	1,5241
CELL	29	7,3793	7,00	5,00	9,00	1,3473
INV	30	6,9000	7,00	3,00	9,00	1,7090
JIT	29	7,7931	8,00	4,00	9,00	1,4486
KAI	30	7,4000	8,00	5,00	9,00	1,2205
KPI	30	7,2000	7,00	5,00	9,00	1,2429
PULL	30	7,5667	8,00	4,00	9,00	1,4308
SMED	30	7,5667	8,00	5,00	9,00	1,3047
TPM	30	7,1333	7,00	4,00	9,00	1,5477
VSM	30	7,9000	8,00	5,00	9,00	1,0939

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj isporuke (Tablica 4.14), može se zaključiti da najveći utjecaj imaju alati Mapiranje toka vrijednosti (VSM) (7,90), Proizvodnja upravo na vrijeme (JIT) (7,79), te dva alata s istim prosječnim utjecajem, Povlačenje (PULL) (7,57) i Brza izmjena alata (SMED) (7,57).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj E8 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje slika Slika 4.10



Slika 4.10 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj E8

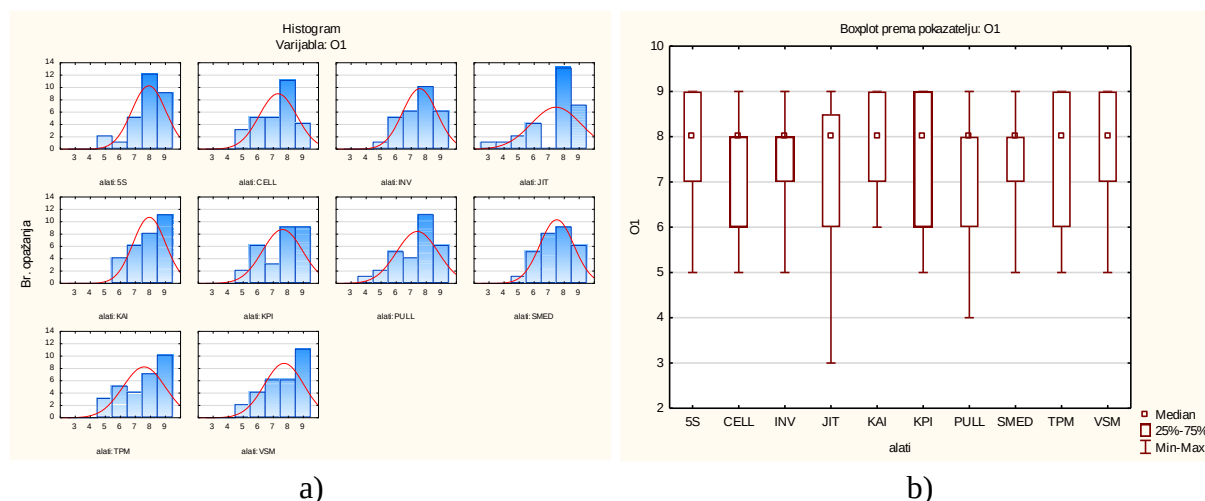
Pokazatelj O1 predstavlja korištenje resursa. Korištenje resursa (iz zemlje i zraka) je pokazatelj koji označava potrošnju svih resursa u poduzeću, osim vode, materijala i električne energije. Resursi mogu biti npr. zemni i tehnički plin. Tablica 4.15 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na korištenje resursa u poduzećima.

Tablica 4.15 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O1

Alati	N	Prosjeak	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	29	7,8621	8,00	5,00	9,00	1,1252
CELL	28	7,2857	8,00	5,00	9,00	1,2430
INV	28	7,5357	8,00	5,00	9,00	1,1380
JIT	28	7,4286	8,00	3,00	9,00	1,6427
KAI	29	7,8966	8,00	6,00	9,00	1,0805
KPI	29	7,5862	8,00	5,00	9,00	1,3233
PULL	29	7,3793	8,00	4,00	9,00	1,3736
SMED	29	7,4828	8,00	5,00	9,00	1,1219
TPM	29	7,5517	8,00	5,00	9,00	1,4037
VSM	29	7,6897	8,00	5,00	9,00	1,3121

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj korištenja resursa (Tablica 4.15) može se zaključiti da najveći utjecaj imaju alati Kaizen (KAI) (7,89), 5S (7,86) i Mapiranje toka vrijednosti (VSM) (7,69). Najmanji utjecaj na korištenje resursa, ali i dalje pozitivan, ima Proizvodnja u ćelijama (CELL) (7,29).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj O1 u obliku *Histogram-a* i *Boxplot-a* prikazuje Slika 4.11.



Slika 4.11 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O1

Pokazatelj O2 predstavlja upravljanje okolišem. Upravljanje okolišem označava strategije koje poduzeća koriste kako bi planirala, implementirala i održavala aktivnosti vezane uz smanjenje utjecaja na okoliš. Ovdje spada uvođenje okolišnih standarda (npr. ISO 14001, EMAS), zatim korištenje strategija 3R, zero waste i slično. Tablica 4.16 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na upravljanje okolišem u poduzećima.

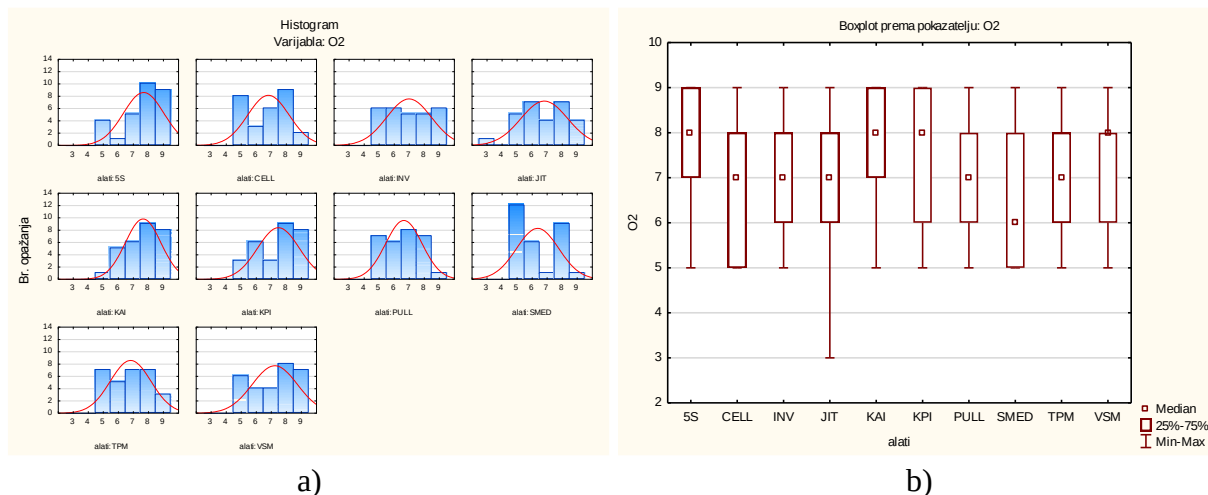
Tablica 4.16 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O2

Alati	N	Prosjeak	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	29	7,6552	8,00	5,00	9,00	1,3437
CELL	28	6,7857	7,00	5,00	9,00	1,3705
INV	28	6,9643	7,00	5,00	9,00	1,4778
JIT	28	6,7857	7,00	3,00	9,00	1,5482
KAI	29	7,6207	8,00	5,00	9,00	1,1776
KPI	29	7,4483	8,00	5,00	9,00	1,3780
PULL	29	6,6207	7,00	5,00	9,00	1,2075
SMED	29	6,3448	6,00	5,00	9,00	1,3958
TPM	29	6,7931	7,00	5,00	9,00	1,3464
VSM	29	7,2069	8,00	5,00	9,00	1,4971

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj upravljanje okolišem (Tablica 4.16), može se zaključiti da najveći utjecaj imaju alati 5S (7,65), Kaizen (KAI) (7,62)

i Postavljanje ciljeva (KPI) (7,45). Najmanji utjecaj na upravljanje okolišem, ali i dalje pozitivan, ima Brza izmjena alata (SMED) (6,34).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj O2 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje Slika 4.12



Slika 4.12 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O2

Pokazatelj O3 predstavlja otpad. Ovaj pokazatelj vezan je uz sav otpad koji poduzeće stvara, može uključivati, ali nije ograničen na tehnološki, komunalni i opasni otpad. Tablica 4.17 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na otpad u poduzećima.

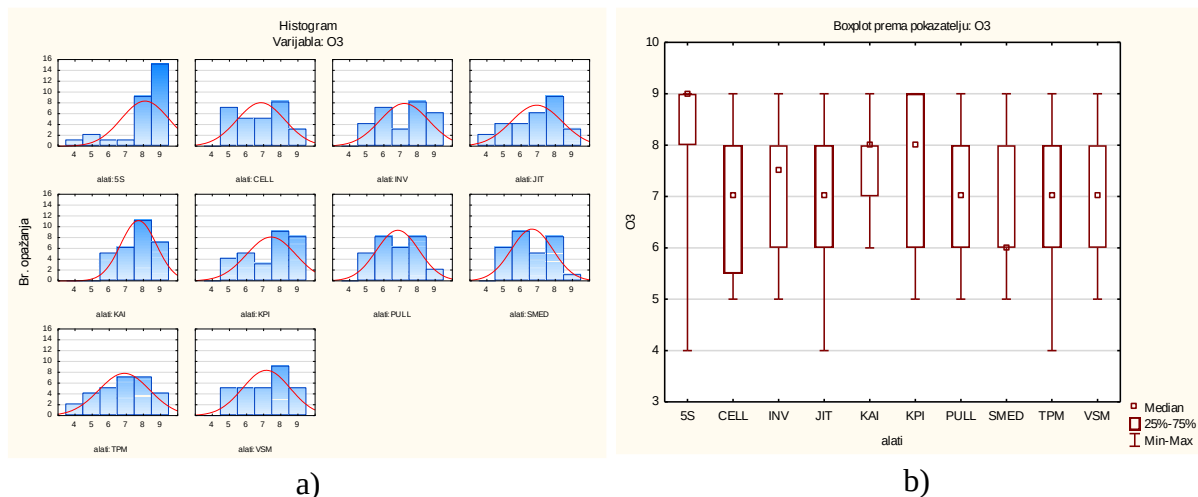
Tablica 4.17 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O3

Alati	N	Prosjeak	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	29	8,0690	9,00	4,00	9,00	1,3870
CELL	28	6,8214	7,00	5,00	9,00	1,3892
INV	28	7,1786	7,50	5,00	9,00	1,4156
JIT	28	6,8929	7,00	4,00	9,00	1,4742
KAI	29	7,6897	8,00	6,00	9,00	1,0387
KPI	29	7,4138	8,00	5,00	9,00	1,4272
PULL	29	6,7931	7,00	5,00	9,00	1,2358
SMED	29	6,6207	6,00	5,00	9,00	1,2075
TPM	29	6,8621	7,00	4,00	9,00	1,4814
VSM	29	7,1379	7,00	5,00	9,00	1,3816

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj otpada (Tablica 4.17), može se zaključiti da najveći utjecaj imaju alati 5S (8,07), Kaizen (KAI) (7,69) i Postavljanje

ciljeva (KPI) (7,41). Najmanji utjecaj na otpad, ali i dalje pozitivan, ima Brza izmjena alata (SMED) (6,62).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj O3 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje Slika 4.13



Slika 4.13 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O3

Pokazatelj O4 predstavlja korištenje energije. Korištenje energije je pokazatelj koji prati korištenje električne energije u poduzeću. Tablica 4.18 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na korištenje energije u poduzećima.

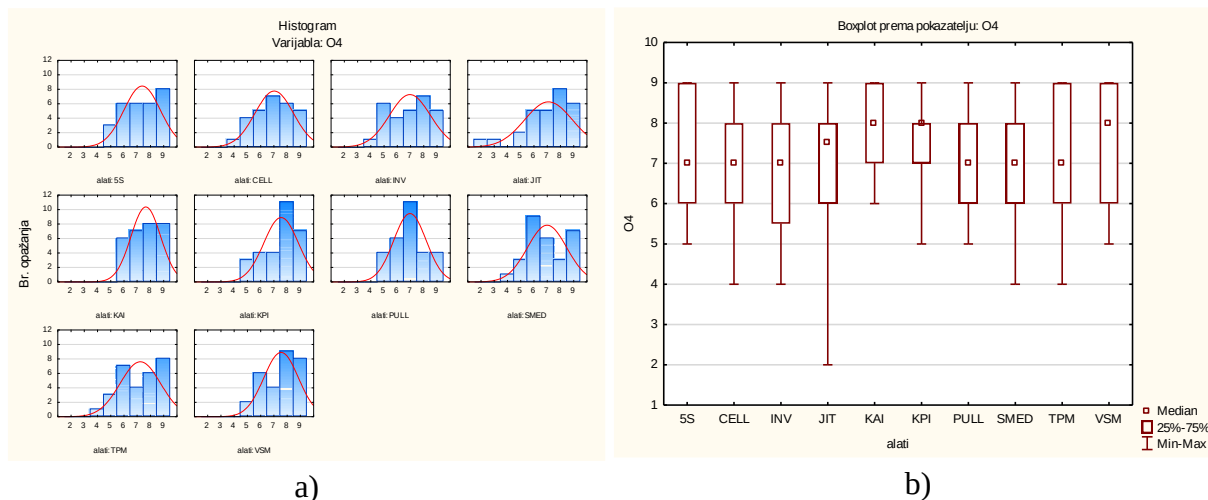
Tablica 4.18 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O4

Alati	N	Prosjeak	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	29	7,3448	7,00	5,00	9,00	1,3700
CELL	28	7,0000	7,00	4,00	9,00	1,4402
INV	28	6,9286	7,00	4,00	9,00	1,5379
JIT	28	7,0714	7,50	2,00	9,00	1,7832
KAI	29	7,6207	8,00	6,00	9,00	1,1153
KPI	29	7,5172	8,00	5,00	9,00	1,2989
PULL	29	6,9310	7,00	5,00	9,00	1,2227
SMED	29	6,9655	7,00	4,00	9,00	1,4756
TPM	29	7,2069	7,00	4,00	9,00	1,5208
VSM	29	7,5172	8,00	5,00	9,00	1,2989

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj korištenja energije (Tablica 4.18), može se zaključiti da najveći utjecaj imaju alati (7,6), s time da podjednak utjecaj imaju Postavljanje ciljeva (KPI) (7,52) i Mapiranje toka vrijednosti (VSM) (7,52).

Najmanji utjecaj na korištenje energije, ali i dalje pozitivan, ima Upravljanje zalihama (INV)(6,93).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj O4 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje Slika 4.14



Slika 4.14 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O4

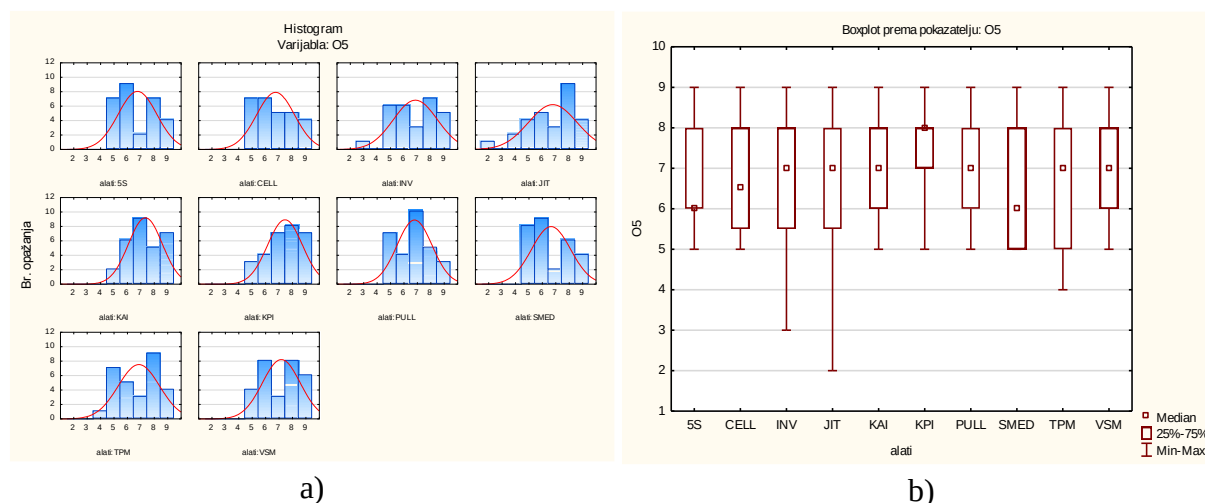
Pokazatelj O5 predstavlja emisije u zrak. Ovaj pokazatelj prati emisije stakleničkih plinova u zrak. Tablica 4.19 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na emisije u zrak koje se javljaju u procesima u poduzećima.

Tablica 4.19 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O5

Alati	N	Prosjeak	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	29	6,7241	6,00	5,00	9,00	1,4367
CELL	28	6,7143	6,50	5,00	9,00	1,4105
INV	28	6,8214	7,00	3,00	9,00	1,6342
JIT	28	6,7500	7,00	2,00	9,00	1,7976
KAI	29	7,3103	7,00	5,00	9,00	1,2565
KPI	29	7,4138	8,00	5,00	9,00	1,2961
PULL	29	6,7586	7,00	5,00	9,00	1,2999
SMED	29	6,6207	6,00	5,00	9,00	1,4495
TPM	29	6,8276	7,00	4,00	9,00	1,5369
VSM	29	7,1379	7,00	5,00	9,00	1,4072

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj emisija u zrak (Tablica 4.19), može se zaključiti da najveći utjecaj imaju alati Postavljanje ciljeva (KPI) (7,41), Kaizen (KAI) (7,31) i Mapiranje toka vrijednosti (VSM) (7,14). Najmanji utjecaj na emisije u zrak, ali i dalje pozitivan, ima Brza izmjena alata (SMED) (6,62).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj O5 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje Slika 4.15



Slika 4.15 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O5

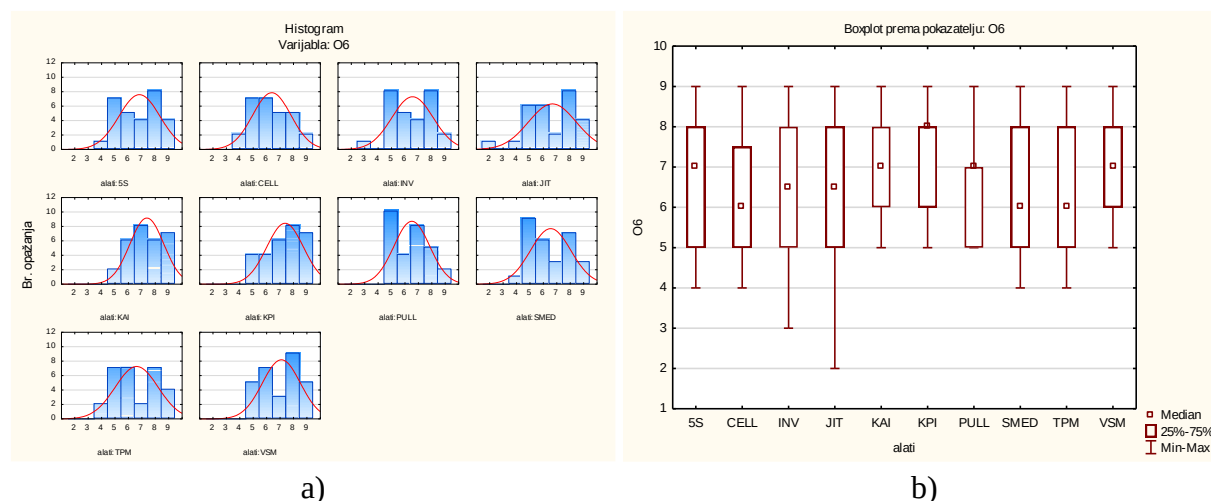
Pokazatelj O6 predstavlja korištenje vode. Ovaj pokazatelj vezan je uz korištenje vode u poduzeću. U obzir se uzima potrošnja svih oblika vode (tehnološka, pitka itd.). Tablica 4.20 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na korištenje vode u poduzećima.

Tablica 4.20 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O6

Alati	N	Prosjek	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	29	6,7931	7,00	4,00	9,00	1,5208
CELL	28	6,3571	6,00	4,00	9,00	1,4198
INV	28	6,5357	6,50	3,00	9,00	1,5271
JIT	28	6,6429	6,50	2,00	9,00	1,7683
KAI	29	7,3448	7,00	5,00	9,00	1,2614
KPI	29	7,3448	8,00	5,00	9,00	1,3700
PULL	29	6,4828	7,00	5,00	9,00	1,3261
SMED	29	6,5172	6,00	4,00	9,00	1,5029
TPM	29	6,5862	6,00	4,00	9,00	1,5928
VSM	29	7,0690	7,00	5,00	9,00	1,4125

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj korištenja vode (Tablica 4.20), može se zaključiti da najveći utjecaj imaju alati Kaizen (KAI) (7,34), Postavljanje ciljeva (KPI) (7,34) i Mapiranje toka vrijednosti (VSM) (7,07). Najmanji utjecaj na korištenje vode, ali i dalje pozitivan, ima Proizvodnja u ćelijama (CELL) (6,36).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj O6 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje Slika 4.16



Slika 4.16 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O6

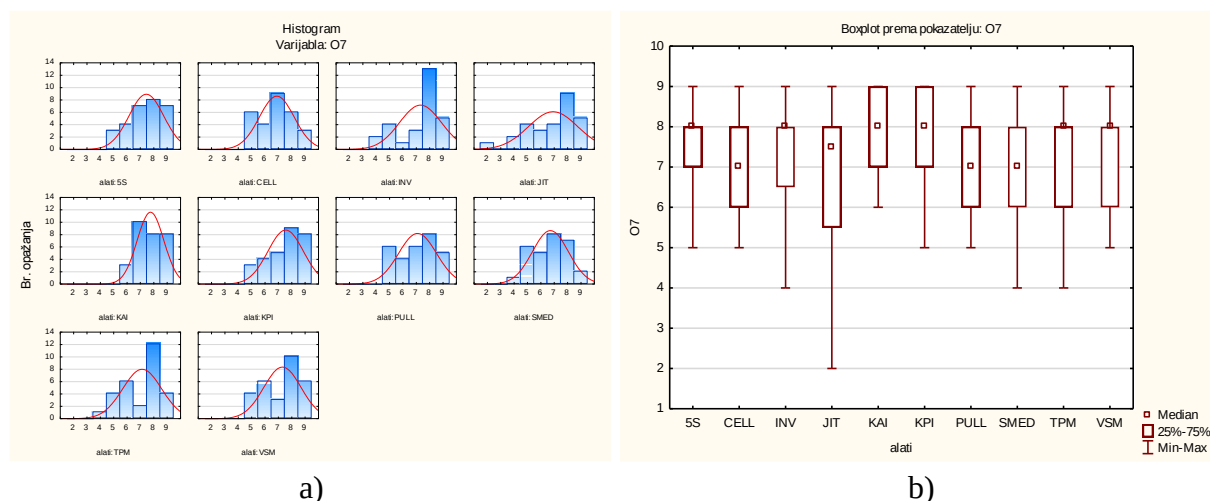
Pokazatelj O7 predstavlja korištenje materijala. Ovaj pokazatelj vezan je uz korištenje materijala u poduzećima. Tablica 4.21 prikazuje rezultate deskriptivne analize odgovora dobivenih upitnikom vezanih uz utjecaj vitkih alata na korištenje materijala u poduzećima.

Tablica 4.21 – Deskriptivna analiza odgovora za pokazatelj O7

Alati	N	Prosjek	Medijan	Min.	Max.	SD
5S	29	7,4138	8,00	5,00	9,00	1,2961
CELL	28	6,8571	7,00	5,00	9,00	1,2971
INV	28	7,2857	8,00	4,00	9,00	1,5601
JIT	28	6,8929	7,50	2,00	9,00	1,8326
KAI	29	7,7241	8,00	6,00	9,00	0,9963
KPI	29	7,5172	8,00	5,00	9,00	1,3261
PULL	29	7,0690	7,00	5,00	9,00	1,4125
SMED	29	6,6897	7,00	4,00	9,00	1,3391
TPM	29	7,1034	8,00	4,00	9,00	1,4478
VSM	29	7,2759	8,00	5,00	9,00	1,3861

Promatrajući prosječne vrijednosti utjecaja vitkih alata na pokazatelj korištenja materijala (Tablica 4.21), može se zaključiti da najveći utjecaj imaju alati Kaizen (KAI) (7,72), Postavljanje ciljeva (KPI) (7,52) i Upravljanje zalihama (INV)(7,29). Najmanji utjecaj na korištenje materijala, ali i dalje pozitivan, ima Brza izmjena alata (SMED) (6,69).

Vizualni prikaz analize dobivenih odgovora vezanih uz pokazatelj O7 u obliku *Histograma* i *Boxplot-a* prikazuje Slika 4.17.



Slika 4.17 – Deskriptivni prikaz podataka iz upitnika za pokazatelj O7

Iz prethodne analize može se također izvući zaključak da najmanji utjecaj prema prosječnoj vrijednost ima vitki alat 5S na pokazatelj E7 (6,1333), a najveći utjecaj prema prosječnoj vrijednosti ima alat Brza izmjena alata (SMED) na pokazatelj E4 (8,5667). Ukoliko se promatra medijan, najmanju vrijednost medijana ima alat 5S kod pokazatelja E7 (5,5), a najveća vrijednost medijana je 9,0, i to u nekoliko kombinacija, SMED na E4, SMED na E5, SMED na E6, VSM na E6, 5S na O3. Promatrajući samo vrijednost medijana, može se zaključiti da vitki alat 5S najmanje pozitivno utječe na tržišni udio, što je u skladu s očekivanjima jer je jako teško povezati aktivnosti koje se izvode kako bi se radno mjesto učinilo čistim, vizualnim i sigurnim s rezultatima koje poduzeće ostvaruje kroz povećanje tržišnog udjela. S druge strane, najveću vrijednost medijana ima alat SMED, i to kod utjecaja na fleksibilnost, produktivnost, vodeće vrijeme. Ovaj rezultat može se objasniti na sljedeći način: skraćenje vremena izmjene alata skraćuje ukupno vrijeme proizvodnje po određenom komadu, što automatski povećava produktivnost s obzirom na to da raste broj outputa. S druge strane, skraćenje vremena izmjene alata omogućava češće izmjene alata pa samim time je proizvodnja fleksibilnija jer se može proizvoditi više različitih proizvoda. Na kraju, skraćenje vremena izmjene alata, osim što smanjuje ukupno vrijeme proizvodnje po komadu, omogućuje smanjenje veličine serija, a shodno tome smanjuje se i vodeće vrijeme. Zanimljivo je da VSM ima jako pozitivan utjecaj na vodeće vrijeme (E6), što se može objasniti činjenicom da do skraćivanja vodećeg vremena najčešće dolazi kad se promatra cijeli tok vrijednosti određenog proizvoda, a Mapiranje toka vrijednosti je alat koji to omogućuje.

Zadnja kombinacija utjecaja vitkog alata na pokazatelj koja ima vrijednost medijana 9 je utjecaj vitkog alata 5S na okolišni pokazatelj O3 (otpad). Ovako visoka vrijednost medijana može se objasniti činjenicom da aktivnosti 5S-a rezultiraju boljom brigom o radnom mjestu, a samim time i većom brigom o upravljanju otpadom, što u većini slučajeva rezultira smanjenom količinom otpada.

4.2.2. Test normalnosti podataka

Sljedeći korak u analizi podataka je provođenje testa normalnosti kako bi se utvrdilo ponašaju li se podaci prema normalnoj razdiobi. Ovaj korak je od velike važnosti s obzirom na to da o rezultatu ovog testa ovisi hoće li se koristiti parametarska ili neparametarska analiza podataka. Kako bi se utvrdila normalnost podataka korišten je *Shapiro-Wilk test*, pri čemu je postavljena hipoteza:

H_0 – podaci se prilagođavaju normalno razdiobi;

H_1 – podaci se ne prilagođavaju normalnoj razdiobi.

Zbog preglednosti doktorskog rada, svi rezultati *Shapiro-Wilk testa* dani su u prilogu 7 (Tablica 6.4), dok su u nastavku (Tablica 4.22) dani rezultati testa samo za varijable koje imaju vrijednost $p > 0,05$.

Tablica 4.22 – Shapiro-Wilk test – $p > 0,05$

Pokazatelj	Alat	W	p
O6	CELL	0,93288	0,07288
O4	CELL	0,92909	0,05847
O3	TPM	0,93061	0,05703
O7	SMED	0,92985	0,05451

Vidi se iz gornje tablice (Tablica 4.22) da se za samo četiri kombinacije pokazatelja i vitkih alata ne može odbaciti hipoteza H_0 na razini značajnosti od 5 %. Ukupno postoji 150 takvih kombinacija (10 vitkih alata x 15 ekonomskih i okolišnih pokazatelja). S obzirom na ovaj rezultat, može se zaključiti da se podaci ne prilagođavaju normalnoj razdiobi, stoga će se daljnja analiza dobivenih odgovora provoditi pomoću statističkih alata za neparametarsku analizu.

4.2.3. Mann-Whitney U test razlika

Postavlja se pitanje postoji li razlika između odgovora vezanih uz ekonomske i okolišne pokazatelje. Kako bi se utvrdilo postoji li navedena razlika, proveden je *Mann-Whitney U test* pri čemu je postavljena hipoteza:

H_0 – ne postoji statistički značajna razlika između dvije grupe pokazatelja (ekonomskih i okolišnih);

H_1 – postoji statistički značajna razlika između dvije grupe pokazatelja (ekonomskih i okolišnih).

Usporedba odgovora između svih okolišnih i ekonomskih pokazatelja prikazuje Tablica 4.23.

Tablica 4.23 – Mann-Whitney U test razlika ekonomskih i okolišnih pokazatelja

	Suma rangova 1E	Suma rangova 2O	U	Z	p-nivo	Z prilagođen	p-nivo	Isprav. N 1E	Isprav. N 2O
vrijednost	4998213	3823888	1902108	7,4759	0,0000	7,6633	0,0000	2240	1960

Rezultat *Mann-Whitney U testa* daje informaciju da se može odbaciti hipoteza H_0 na razini značajnosti od 5 %.

Kako se vidi iz gornje tablice i rezultata *Mann-Whitney U testa*, postoji značajna razlika između odgovora o utjecajima vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje. Ovaj rezultat je očekivan s obzirom na to da vitki alati imaju prvenstveno namjenu poboljšanja ekonomskih pokazatelja, ali jedan od razloga ove razlike može biti i taj da praćenje rezultata utjecaja vitkih alata na okolišne pokazatelje nije još toliko zastupljeno koliko praćenje njihovog utjecaja na ekonomske pokazatelje.

Također, postavlja se pitanje postoji li razlika između odgovora kojeg su dali eksperti iz akademskog sektora i eksperti iz realnog sektora. Stoga je provedena usporedba odgovora između grupe eksperata iz akademskog sektora (AK) i grupe eksperata iz realnog sektora (RS) po alatima korištenjem *Mann-Whitney U testa* ($p < ,05$). Rezultate testa prikazuje Tablica 4.24. Kako bi se utvrdilo postoji li navedena razlika, proveden je *Mann-Whitney U test* pri čemu je postavljena hipoteza:

H_0 – ne postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje između akademskog i realnog sektora;

H₁ – postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje između akademskog i realnog sektora.

Tablica 4.24 – Mann-Whitney U test razlika između sektora.

	Suma rangova RS	Suma rangova AK	U	Z	p-nivo	Z prilagođen	p-nivo	Isprav. N RS	Isprav. N AK
5S	69875,00	18535,00	12970,00	3,3113	0,0009	3,4063	0,0007	315	105
CELL	68335,00	20075,00	14510,00	1,8817	0,0599	1,9271	0,0540	315	105
INV	70243,00	18167,00	12602,00	3,6530	0,0003	3,7327	0,0002	315	105
JIT	69044,50	19365,50	13800,50	2,5404	0,0111	2,5997	0,0093	315	105
KAI	68740,00	19670,00	14105,00	2,2577	0,0240	2,3387	0,0194	315	105
KPI	71117,00	17293,00	11728,00	4,4643	0,0000	4,5867	0,0000	315	105
PULL	69604,00	18806,00	13241,00	3,0598	0,0022	3,1298	0,0017	315	105
SMED	71704,00	16706,00	11141,00	5,0092	0,0000	5,1296	0,0000	315	105
TPM	68616,50	19793,50	14228,50	2,1430	0,0321	2,1969	0,0280	315	105
VSM	69516,50	18893,50	13328,50	2,9785	0,0029	3,0669	0,0022	315	105

Rezultat *Mann-Whitney U testa* daje informaciju da se može odbaciti hipoteza H_0 na razini značajnosti od 5 % za sve vitke alate osim za Proizvodnju u ćelijama (CELL).

Tablica 4.24 daje informaciju da postoji značajna razlika u odgovorima (ocjenama) između eksperata iz realnog i akademskog sektora, osim kod alata Proizvodnja u ćelijama (CELL). Početna pretpostavka je bila da postoji razlika, zbog toga se ekspertna skupina sastojala od eksperata iz realnog i akademskog sektora, a dobiveni odgovori će se promatrati zajednički. Na taj način kasnije će model imati veću vjerodostojnost, s obzirom na to da će sadržavati dva pogleda: onaj akademski i iz realnog sektora. Akademski sektor donosi pogled baziran na vodećim istraživanjima iz područja vitkog i zelenog menadžmenta te najnovijih trendova dostupnih u literaturi u ovom području u svijetu, dok realni sektor donosi pogled baziran na primjeni vitkog i zelenog menadžmenta u realnim uvjetima gospodarstva u Hrvatskoj.

4.2.4. Spearmanov test korelacija varijabli

S obzirom na to da se odgovori ekspertne skupine dobiveni kroz upitnik ne prilagođavaju normalnoj razdiobi, za testiranje korelacije između varijabli korišten je *Spearmanov test korelacija*.

Spearmanov test korelacija zahtijeva monotonu međuzavisnost varijabli (tj. da one slijede monotonu funkciju). Monotona funkcija je ona funkcija koja na cijeloj domeni (strogo) raste ili (strogo) pada s porastom vrijednosti argumenta. Koeficijent korelacije prema Spearmanu se računa preko izraza 5.1.

$$r_s = 1 - ((6 \sum_{i=1}^n d_i^2) \div (n^3 - n)) \quad (5.1)$$

Gdje je:

r_s – Spearmanov koeficijent korelacije

d_i – razlika vrijednosti rangova dvije promatrane varijable

n – ukupni broj podataka (broj opažanja)

Interpretacija izračunatih vrijednosti r_s može se provesti prema uputama koje prikazuje Tablica 4.25.

Tablica 4.25 – Tumačenje koeficijenta korelacije [142]

r_s	Opis
0 do $\pm 0,25$	Nema povezanosti
$\pm 0,26$ do $\pm 0,50$	Slaba povezanost
$\pm 0,51$ do $\pm 0,75$	Umjerena do dobra povezanost
$\pm 0,76$ do ± 1	Vrlo dobra do izvrsna povezanost
± 1	Matematička povezanost

Tablica 4.26 prikazuje rezultate *Spearmanovog testa korelacija* između okolišnih pokazatelja. Crvenom bojom su označene vrijednosti kod kojih je korelacija na razini značajnosti od 5 %. Također, ukoliko se uzmu u obzir informacije iz gornje tablice (Tablica 4.25), vidi se da među svima varijablama postoji umjerena do izvrsna povezanost.

Tablica 4.26 – Rezultati Spearmanovog testa korelacija okolišnih pokazatelja

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
O1	1,000000	0,602946	0,641910	0,671900	0,625739	0,645410	0,673178
O2	0,602946	1,000000	0,757027	0,692228	0,689245	0,710238	0,702060
O3	0,641910	0,757027	1,000000	0,744487	0,708633	0,728716	0,778712
O4	0,671900	0,692228	0,744487	1,000000	0,867274	0,830550	0,753833
O5	0,625739	0,689245	0,708633	0,867274	1,000000	0,900931	0,778977
O6	0,645410	0,710238	0,728716	0,830550	0,900931	1,000000	0,798711
O7	0,673178	0,702060	0,778712	0,753833	0,778977	0,798711	1,000000

Kako se vidi iz tablice (Tablica 4.26), postoji pozitivna korelacija među okolišnim pokazateljima. Najjača korelacija je između pokazatelja O5 i O6 (0,900931). Ovakva povezanost bi se mogla objasniti povećanom brigom o okolišu, gdje poduzeća koja vode brigu o korištenju vode, savjesnije vode brigu i o vlastitim emisijama u zrak. Još su dvije snažne korelacije između pokazatelja O4 i O5 te pokazatelja O4 i O6. Povezanost pokazatelja O4 (korištenje energije), s pokazateljem O5 (emisije u zrak) ima smisla, s obzirom na to da se kod smanjenja potrošnje energije smanjuju i emisije u zrak proizašle iz proizvodnje električne energije. Povezanost smanjenja potrošnje električne energije sa smanjenjem korištenja vode objašnjava se činjenicom da poduzeća kod aktivnosti smanjenja troškova vode istovremeno brinu o potrošnji električne energije, vode i zemnog plina. Stoga, u isto vrijeme smanjuju potrošnju električne energije, vode, zemnog plina i sl.

U nastavku je napravljen test korelacija između ekonomskih pokazatelja, zatim između ekonomskih i okolišnih pokazatelja te je napravljen test korelacije kako bi se utvrdilo postoji li povezanost između godina iskustva eksperata i odgovora vezanih uz određene pokazatelje. Rezultate provedenog *Spearmanovog testa korelacija* prikazuje Tablica 4.27 dana u nastavku.

Ekspertna skupina

Tablica 4.27 – Rezultati Spearmanovog testa korelacija – godine iskustva, ekonomski i okolišni pokazatelji

	God. Iskustva	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
God. Iskustva	1,000000	-0,052372	-0,018949	-0,148073	-0,124623	-0,217082	-0,180167	-0,039580	-0,201201
E1	-0,052372	1,000000	0,428044	0,664179	0,368401	0,504486	0,413229	0,362437	0,477145
E2	-0,018949	0,428044	1,000000	0,470104	0,279347	0,511427	0,354820	0,407382	0,393280
E3	-0,148073	0,664179	0,470104	1,000000	0,381508	0,508813	0,397624	0,478441	0,530912
E4	-0,124623	0,368401	0,279347	0,381508	1,000000	0,636382	0,580697	0,390371	0,520394
E5	-0,217082	0,504486	0,511427	0,508813	0,636382	1,000000	0,730605	0,393231	0,645093
E6	-0,180167	0,413229	0,354820	0,397624	0,580697	0,730605	1,000000	0,422970	0,630421
E7	-0,039580	0,362437	0,407382	0,478441	0,390371	0,393231	0,422970	1,000000	0,621485
E8	-0,201201	0,477145	0,393280	0,530912	0,520394	0,645093	0,630421	0,621485	1,000000
O1	-0,232451	0,398451	0,416948	0,404460	0,474563	0,484594	0,367243	0,388602	0,492298
O2	-0,178823	0,473523	0,462264	0,411140	0,274869	0,395364	0,329741	0,417008	0,458195
O3	-0,166220	0,430231	0,473612	0,438985	0,365266	0,476697	0,359579	0,370944	0,452077
O4	-0,234140	0,442257	0,421029	0,467124	0,446153	0,520004	0,425767	0,451772	0,531968
O5	-0,181986	0,397058	0,391657	0,463283	0,411818	0,463667	0,361834	0,415600	0,488393
O6	-0,140033	0,422794	0,418349	0,448940	0,394451	0,480835	0,383899	0,429251	0,497602
O7	-0,168859	0,442863	0,398971	0,444631	0,414293	0,497400	0,411950	0,387357	0,455898

Ukoliko se uzmu u obzir informacije iz gornje tablice (Tablica 4.27) i tablice tumačenja koeficijenata korelacija (Tablica 4.25), vidi se da između svih ekonomskih pokazatelja te između ekonomskih i okolišnih pokazatelja postoji slaba do izvrsna povezanost. Također, vidi se iz tablice (Tablica 4.27) da između varijable „godine iskustva“ i varijabli koje predstavljaju ekonomske i okolišne pokazatelje nema povezanosti (r_s je od 0 do $\pm 0,25$). Ovaj rezultat može se protumačiti na način da je donja granica vezana uz godine iskustva koje su eksperti trebali imati kako bi mogli sudjelovati u istraživanju dobro odabrana, s obzirom na to da ne postoji povezanost između rasta broja godina iskustva i ocjena koje su eksperti davali vezano uz utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje.

4.2.5. Izračun rangova alata prema ekonomskim i okolišnim kriterijima

Rangovi vitkih alata prema kriterijima dobiveni su iz upitnika kojeg je ispunila ekspertna skupina (*Utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje*), a koji je prikazan u prilogu 6. Pristranost ekspertne grupe pokušala se izbjeći uključivši eksperte iz realnog i akademskog sektora, a upravo zbog različitosti pogleda uzima se prosječna suma rangova kao mjerilo ranga alata.

U prvom koraku, analizom upitnika dobiveni su rangovi alata prema svakom od kriterija koristeći se *Kruskal-Wallis testom*. *Kruskal-Wallis test* je neparametarska alternativa jednosmjernoj ANOVA-i. Koristi se za usporedbu tri ili više uzorka, a testira H_0 hipotezu jesu li različiti uzorci koji se uspoređuju uzeti iz iste distribucije ili iz distribucije koja ima isti medijan.

U drugom koraku, dobiveni su rangovi alata prema svim ekonomskim, zatim svim okolišnim kriterijima te skupno.

4.2.5.1. *Kruskal-Wallis test* utjecaja vitkih alata na ekonomske pokazatelje

Tablica 4.28 prikazuje prosječne rangove vitkih alata prema ekonomskim pokazateljima, a koji su dobiveni kao rezultati *Kruskal-Wallis testa* pri čemu je postavljena hipoteza:

H_0 – ne postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na specifičan ekonomski pokazatelj;

H_1 – postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na specifičan ekonomski pokazatelj.

Tablica 4.28 – Prosječni rangovi vitkih alata prema ekonomskim pokazateljima

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
5S	125,88	173,65	130,52	149,90	161,42	156,97	118,17	140,87
CELL	111,12	153,28	132,91	138,24	152,95	151,00	142,62	145,93
INV	180,20	104,63	170,47	126,57	91,15	97,90	145,80	125,12
JIT	163,78	112,83	162,07	143,28	133,60	140,72	188,28	176,17
KAI	169,72	208,87	166,75	157,18	154,10	152,48	161,35	145,07
KPI	161,17	177,12	177,23	121,48	144,10	115,33	175,20	132,62
PULL	133,08	126,57	126,50	148,05	144,88	150,72	147,27	160,25
SMED	140,92	117,35	136,22	228,32	189,22	199,97	141,33	157,48
TPM	158,37	182,87	139,70	127,78	163,17	136,07	118,15	134,88
VSM	149,97	136,75	152,50	153,62	160,00	193,60	157,90	177,38
<i>Kruskal-Wallis test</i>								
N	298	298	298	298	298	298	298	298
H	17,66	47,27	13,44	35,10	25,43	37,62	19,00	12,12
p	0,0394	0,0000	0,1437	0,0001	0,0025	0,0000	0,0252	0,2069

Rezultat *Kruskal-Wallis test* daje informaciju da se može odbaciti hipoteza H_0 na razini značajnosti od 5 % za sve ekonomske pokazatelje, osim za E3 i E8. Drugim riječima, *Kruskal-Wallis test* pokazuje da postoje statistički značajne razlike (na razini značajnosti od 5 %) između vitkih alata prema pokazateljima E1, E2, E4, E5, E6 i E7, dok kod pokazatelja E3 i E8 ne postoje statistički značajne razlike.

Kad se promotre vrijednosti prosječnih rangova koje prikazuje Tablica 4.28, može se odrediti koji alati imaju najveći prosječni rang u pojedinom pokazatelju, a koji najmanji.

Tako vitki alat Upravljanje zalihama (INV) ima najveći prosječni rang kod pokazatelja E1 (180,20), Kaizen (KAI) kod pokazatelja E2 (208,87), Postavljanje ciljeva (KPI) kod pokazatelja E3 (177,23), Brza izmjena alata (SMED) kod pokazatelja E4 (228,32), pokazatelja E5 (189,22) i pokazatelja E6 (199,97). Vitki alat Proizvodnja upravo na vrijeme (JIT) kod pokazatelja E7 (188,28), i Mapiranje toka vrijednosti (VSM) kod pokazatelja E8 (177,38).

S druge strane, najmanje prosječne rangove imaju Proizvodnja u ćelijama (CELL) kod pokazatelja E1 (111,12), Upravljanje zalihama (INV) kod pokazatelja E2 (104,63), E5 (91,15), E6 (97,90) i E8 (125,12), zatim Povlačenje (PULL) kod pokazatelja E3 (126,50), Postavljanje ciljeva (KPI) kod pokazatelja E4 (121,48) i Cjelovito produktivno održavanje (TPM) kod pokazatelja E7 (118,15).

Uzevši u obzir rezultat *Kruskal-Wallis testa* i informacije da statistički značajne razlike između alata postoje samo kod pokazatelja E1, E2, E4, E5, E6 i E7, kao i informacije spomenute u prethodnom paragrafu, za spomenute pokazatelje se može odrediti koji od vitkih alata ima najveći utjecaj na njih. Tako, Upravljanje zalihama (INV) ima najveći utjecaj na Troškove (E1), što, ako se u obzir uzme da je u zalihama vezan kapital, ima smisla. Kaizen ima najveći utjecaj na Kvalitetu (E2), što se može objasniti kroz kontinuirano unaprjeđenje procesa koje je u osnovi Kaizen alata. Zanimljivo je da vitki alat Brza izmjena alata (SMED) ima najveći utjecaj na Fleksibilnost (E4), Produktivnost (E5) i Vodeće vrijeme (E6), što i ne čudi s obzirom na to da smanjenje vremena izmjene alata direktno utječe na smanjenje vodećeg vremena, smanjenje veličine serija, što dovodi do povećanja produktivnosti i u konačnici, fleksibilnosti poduzeća. Na kraju, vitki alat Proizvodnja upravo na vrijeme (JIT) ima najveći utjecaj na Tržišni udio (E7), a ovakav utjecaj može se objasniti trenutnom situacijom na tržištu u kojem kupci od svojih dobavljača traže JIT način isporuka, a poduzeća koja se mogu tome prilagoditi imaju priliku osvojiti veći tržišni udio.

4.2.5.2. *Kruskal-Wallis test* utjecaja vitkih alata na okolišne pokazatelje

Kao što je provedena analiza utjecaja vitkih alata na ekonomske pokazatelje i dobiven rang vitkih alata prema ekonomskim pokazateljima, provedena je i analiza utjecaja vitkih alata na okolišne pokazatelje, a rezultati analize prikazani su u nastavku. Tablica 4.28 prikazuje prosječne rangove vitkih alata prema okolišnim pokazateljima koji su dobiveni kao rezultat *Kruskal-Wallis testa* pri čemu je postavljena hipoteza:

H₀ – ne postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na specifičan okolišni pokazatelj;

H₁ – postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na specifičan okolišni pokazatelj.

Tablica 4.29 – Prosječni rangovi vitkih alata prema okolišnim pokazateljima

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
5S	161,09	180,38	202,57	150,43	132,48	144,72	155,43
CELL	123,48	129,27	124,11	131,55	131,75	121,14	121,39
INV	137,75	140,59	145,63	128,59	140,91	132,14	153,68
JIT	143,75	133,16	130,14	143,59	140,75	141,11	135,61
KAI	162,76	177,60	173,47	165,41	165,88	175,12	171,26
KPI	145,84	168,81	160,07	160,91	171,74	174,91	162,97

Ekspertna skupina

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
PULL	132,91	119,02	120,93	124,52	133,95	126,17	136,28
SMED	133,60	105,71	111,10	129,19	126,55	129,33	113,22
TPM	145,33	129,60	128,31	144,29	139,14	134,10	140,33
VSM	152,55	154,86	142,57	160,53	156,21	159,95	149,10
<i>Kruskal-Wallis test</i>							
N	287	287	287	287	287	287	287
H	6,30	25,66	30,90	8,97	9,32	15,19	13,00
p	0,7093	0,0023	0,0003	0,4402	0,4085	0,0860	0,1627

Rezultat *Kruskal-Wallis testa* daje informaciju da se može odbaciti hipoteza H_0 na razini značajnosti od 5 % samo za okolišne pokazatelje osim O2 i O3. Drugim riječima, *Kruskal-Wallis test* pokazuje da postoje statistički značajne razlike (na razini značajnosti od 5 %) između vitkih alata prema pokazateljima O2 i O3, dok kod pokazatelja O1, O4, O5, O6 i O7 ne postoje statistički značajne razlike.

Kad se promotre vrijednosti prosječnih rangova koje prikazuje Tablica 4.29, može se odrediti koji alati imaju najveći prosječni rang u pojedinom pokazatelju, a koji najmanji.

Tako vitki alat Kaizen (KAI) ima najveći prosječni rang kod pokazatelja O1 (162,76), O4 (165,41), O6 (175,12) i O7 (171,26), zatim vitki alat 5S kod pokazatelja O2 (177,60), O3 (202,57) i Postavljanje ciljeva (KPI) kod O5 (171,74).

S druge strane, vitki alat Proizvodnja u ćelijama (CELL) ima najmanji prosječni rang kod pokazatelja O1 (123,48) i O6 (121,14), zatim vitki alat Brza izmjena alata (SMED) kod pokazatelja O2 (105,71), O3 (105,71), O5 (126,55) i O7 (113,22). Na kraju, vitki alat Povlačenje (PULL) ima najmanji prosječni rang kod pokazatelja O4 (124,52).

Uzevši u obzir rezultat *Kruskal-Wallis testa* i informacije da statistički značajne razlike između alata postoje samo kod pokazatelja O2, O3, kao i informacije spomenute u prethodnom paragrafu, za spomenute pokazatelje se može odrediti koji od vitkih alata ima najveći utjecaj na njih. Tako vitki alat 5S ima najveći utjecaj, a slijede ga vitki alati Kaizen (KAI) i Postavljanje ciljeva (KPI). 5S ima direktan utjecaj na smanjenje otpada, ali isto tako na organizaciju prikupljanja, razvrstavanja i kasnije zbrinjavanja istog. S druge strane, Kaizen označuje kontinuirano unaprjeđenje svih procesa, a ta kontinuirana promjena odnosi se i na unaprjeđenje sustava upravljanja okolišem u poduzeću. Kako je osnova Kaizena PDCA krug, a on se spominje i u najpoznatijem standardu za sustave upravljanja okolišem (ISO 14001), ovdje bi se mogla dobiti poveznica između Kaizena i pokazatelja Upravljanje okolišem.

Postavljanje ciljeva (KPI), koji uz ekonomske u obzir uzimaju i okolišne pokazatelje, također može imati utjecaj na način upravljanja okolišem i otpadom u poduzeću.

Iz prosječnih rangova alata izračunat će se ponderi, koji daju povezanost alternativa i kriterija u AHP metodi.

4.2.5.3. Kruskal-Wallis test utjecaja vitkih alata na skupne pokazatelje

U nastavku analize postavlja se pitanje koji od vitkih alata, prema mišljenju eksperata, ima najveći utjecaj na ekonomske pokazatelje, a koji na okolišne. Također, postavlja se pitanje kakav utjecaj ima pojedini vitkih alat na ekonomske i okolišne pokazatelje kad ih se promatra zajedno. S obzirom na to da se odgovori eksperata ne prilagođavaju normalnoj razdiobi, za dobivanje rangova alata korišten je *Kruskal-Wallis test* pri čemu je postavljena hipoteza:

H_0 – ne postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na ekonomske pokazatelje;

H_1 – postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na ekonomske pokazatelje.

Zatim je postavljena hipoteza:

H_0 – ne postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na okolišne pokazatelje;

H_1 – postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na okolišne pokazatelje.

I na kraju je postavljena hipoteza:

H_0 – ne postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje;

H_1 – postoji statistički značajna razlika u percepciji utjecaja vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje.

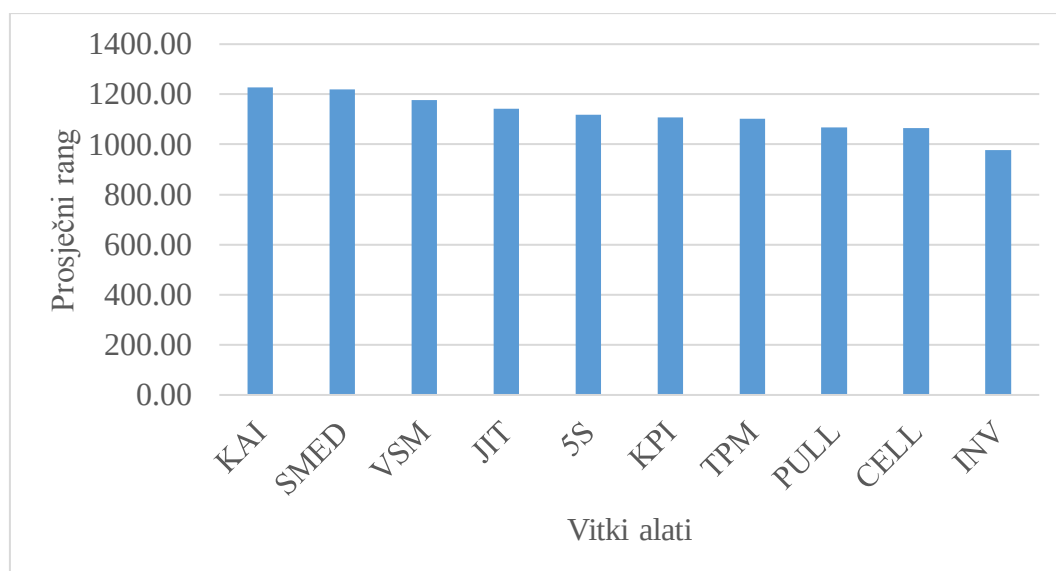
Rezultate testa, prosječne rangove alata s obzirom na ekonomske i okolišne pokazatelje te skupne pokazatelje (ekonomski i okolišni zajedno) prikazuje Tablica 4.30 dana u nastavku.

Tablica 4.30 – Prosječni rangovi vitkih alata prema ekonomskim, okolišnim i skupnim pokazateljima

Alati	Ekonomski	Okolišni	Ekonomski i okolišni
5S	1118,89	1105,74	2228,67
CELL	1064,89	859,72	1923,48
INV	978,12	951,68	1932,01
JIT	1142,39	937,79	2077,00
KAI	1228,18	1149,46	2373,06
KPI	1106,71	1102,92	2211,85
PULL	1068,91	865,54	1930,96
SMED	1218,43	832,38	2047,95
TPM	1101,28	946,51	2047,73
VSM	1177,22	1053,26	2232,29
N	2240	1960	4200
H	29,1984	75,5577	64,5474
p	0,0006	0,0000	0,0000

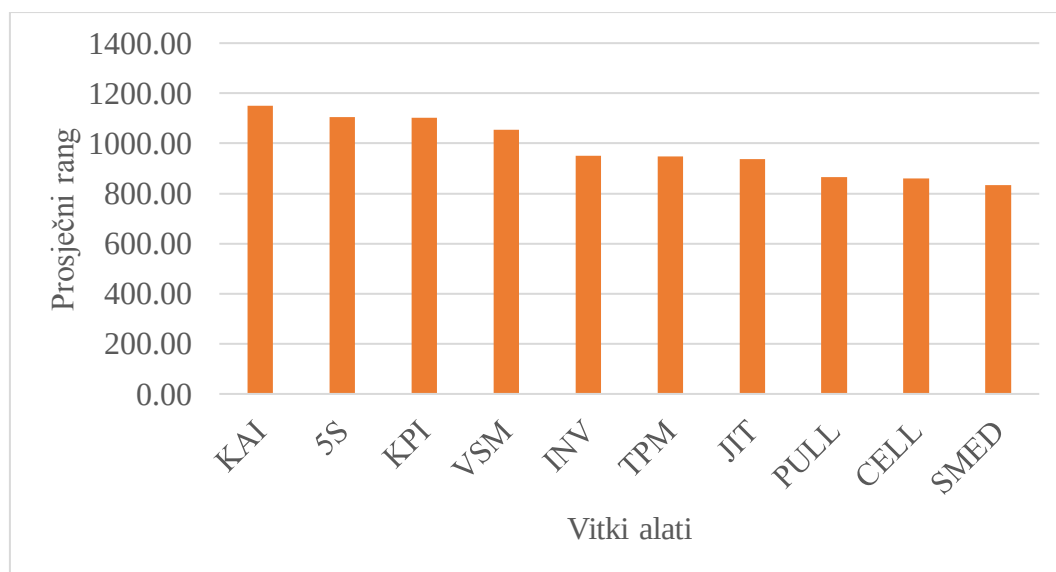
Rezultat *Kruskal-Wallis testa* daje informaciju da se može odbaciti hipoteza H_0 na razini značajnosti od 5 % za okolišne, ekonomske i skupne pokazatelje. Drugim riječima, kako se vidi iz tablice (Tablica 5.3), postoje statistički značajne razlike (na razini značajnosti od 5 %) između vitkih alata, ukoliko ih se uspoređuje prema okolišnim, ekonomskim i skupnim podacima. Stoga se može prikazati rang vitkih alata prema ekonomskim, okolišnim i skupnim pokazateljima.

Ukoliko se promatra utjecaj vitkih alata samo na ekonomske pokazatelje, vidi se (Slika 4.18) da najveći utjecaj ima alat Kaizen (KAI), a slijede ga Brza izmjena alata (SMED) i Mapiranje toka vrijednosti (VSM). Pozitivan utjecaj Kaizena, TPM-a i JIT je u skladu s istraživanjem koje su proveli Belekoukias i drugi [143] o utjecaju vitkih alata i metoda na ekonomske pokazatelje (kvaliteta, brzina, pouzdanost, fleksibilnost i troškovi) u Velikoj Britaniji. Kroz spomenuto istraživanje, također je dobiven rezultat da VSM ima negativan utjecaj na ekonomske pokazatelje, što nije u skladu s ovim istraživanjem i istraživanjem kojeg su proveli Chen i drugi [144]. Kako je već ranije napisano, u ovom istraživanju svi alati vitkog menadžmenta imaju pozitivan utjecaj na ekonomske pokazatelje, a najmanji pozitivan utjecaj ima alat Upravljanje zalihama (INV).



Slika 4.18 – Rang lista vitkih alata prema ekonomskim pokazateljima

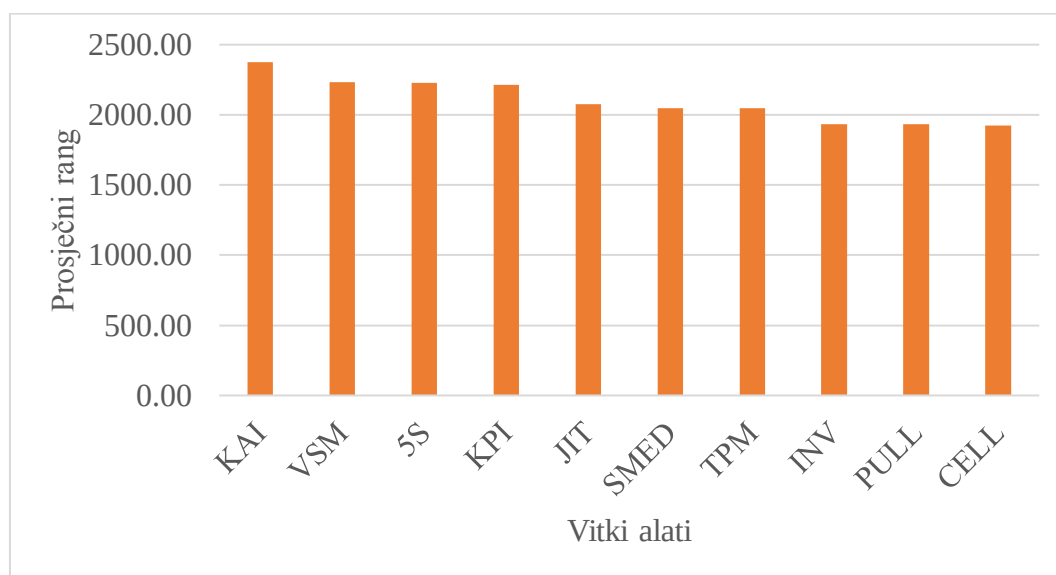
Ukoliko se promatra utjecaj vitkih alata na sve okolišne pokazatelje, na slici (Slika 4.19) se vidi da najveći utjecaj na okolišne pokazatelje ima alat Kaizen (KAI), a slijede ga 5S i Postavljanje ciljeva (KPI). Najmanji, ali još uvijek pozitivan, utjecaj na okolišne pokazatelje ima vitki alat Brza izmjena alata (SMED). Pozitivan utjecaj na okolišne pokazatelje vitkih alata VSM, 5S i TPM i Proizvodnja u ćelijama u skladu je s rezultatima istraživanja koje je preveo Chiarini [130], u kojem je istraživao utjecaj 5 vitkih alata na okolišna unaprjeđenja. Nadalje, u spomenutom istraživanju SMED se nije pokazao kao alat sa značajnim utjecajem na okolišna unaprjeđenja, što nije slučaj u ovom radu, gdje SMED iako ima najmanji utjecaj, on je još uvijek pozitivan.



Slika 4.19 – Rang lista vitkih alata prema okolišnim pokazateljima

Uzevši u obzir informacije koje daje Slika 4.19, može se zaključiti da ona predstavlja rang listu zelenih vitkih alata, a Kaizen se može stoga, prema mišljenju eksperata, smatrati najzelenijim vitkim alatom što sugerira zaključak da uvođenjem vitkih alata postoji potencijal smanjenja utjecaja poslovanja na okoliš mjereno kroz 7 okolišnih pokazatelja.

Ukoliko se promatra utjecaj vitkih alata istovremeno na ekonomske i okolišne pokazatelje, kao što prikazuje Slika 4.20, vidi se da najveći utjecaj u integriranom pristupu ima Kaizen (KAI) , 5S i Postavljanje ciljeva (KPI) . Najmanji utjecaj ima Brza izmjena alata (SMED) .



Slika 4.20 – Rang lista vitkih alata prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima

Informacija da vitki alat Kaizen ima najveći utjecaj kad se u obzir uzimaju okolišni i ekonomski pokazatelji, odvojeno ili zajedno, može se objasniti činjenicom da Kaizen označuje kontinuirano unaprjeđenje svih procesa, a ta kontinuirana promjena stoga donosi očekivane rezultate mjerene ekonomskim i okolišnim pokazateljima. Zanimljiva je također informacija da vitki alat SMED ima, prema procjeni ekspertne grupe, vrlo visok utjecaj na ekonomske pokazatelje (odmah iza Kaizena), dok s druge strane ima najmanji utjecaj na okolišne pokazatelje. Utjecaj SMED-a na ekonomske pokazatelje može se objasniti utjecajem koji SMED ima na povećanje fleksibilnost i produktivnost te smanjenje vodećeg vremena u proizvodnji. S druge strane, uštede postignute SMED-om teško je povezati s okolišnim pokazateljima. Iako se 5S često koristi u kombinaciji sa SMED-om, on je u ovom slučaju vrlo visoko rangiran po utjecaju na okolišne pokazatelje.

5. MODEL UPRAVLJANJA PROIZVODNJOM INTEGRIRANJEM VITKOGA I ZELENOGA MENADŽMENTA

Na temelju analize literature, provedenog polustrukturiranog intervjua i rada ekspertne skupine, izrađen je novi model integriranog upravljanja proizvodnjom pod nazivom: „Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta“. U ovom poglavlju detaljno je opisan postupak izrade modela. Izrađeni model koristi AHP metodu višekriterijalnog odlučivanja, kako bi poduzećima dao informaciju koji alati vitkog menadžmenta će dati najbolje rezultate, uzevši u obzir prioritete koje poduzeće stavlja na određene ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti.

Prvo je provedena faktorska analiza kako bi se utvrdilo je li moguće smanjiti broj varijabli (pokazatelja) u modelu kako bi se donosiocima odluka olakšao izbor. Koristeći se faktorskom analizom, broj varijabli u modelu je smanjen s 15 na 6. Faktori dobiveni faktorskom analizom predstavljaju kriterije u AHP metodi.

U drugom dijelu opisan je postupak provedbe AHP metode. Kako je cilj modela odrediti kombinaciju alata vitkog menadžmenta koji će imati najveći utjecaj na poduzeće, uzevši u obzir prioritete poduzeća mjerene kroz ekonomske i okolišne pokazatelje, važno je prepoznati da se ovdje radi o problemu višekriterijalnog odlučivanja. Stoga je odabrana AHP metoda kao pogodna za ovakvu vrstu problema.

U zadnjem dijelu ovog poglavlja, izrađeni model je proširen s LCA metodom kako bi se dobila perspektiva životnog ciklusa proizvoda kod provođenja aktivnosti unaprjeđenja te je predstavljen postupak verifikacije modela.

5.1. Faktorska analiza

Cilj faktorske analize je u većem broju međusobno povezanih varijabli utvrditi manji broj temeljnih varijabli, a koje objašnjavaju takvu međusobnu povezanost. Kako bi se utvrdio konačan broj kriterija u modelu, provedena je faktorska analiza, a faktori dobiveni faktorskom analizom predstavljati će kriterije u AHP metodi.

Faktorska analiza provodi se u više koraka [145]:

- procjena prikladnosti podataka za primjenu faktorske analize,
- utvrđivanje inicijalnih rezultata za izlučivanje faktora,

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

- određivanje matrice faktorske strukture i završnih rezultata nakon izlučivanja faktora,
- provođenje rotacije faktora ako inicijalna matrica faktorske strukture nije interpretabilna ili ako ne udovoljava postavljenom kriteriju jednostavne strukture,
- utvrđivanje faktorskih matrica i završnih rezultata nakon rotacije faktora i
- interpretacija izlučenih faktora nakon rotacije.

Rezultati faktorske analize nalaze se u nastavku. Faktori su izračunati posebno za ekonomske, a posebno za okolišne pokazatelje.

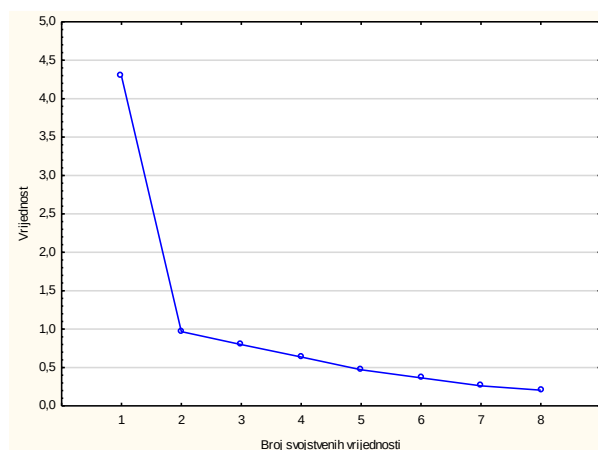
5.1.1. Faktori ekonomskih pokazatelja

Prvi korak kod definiranja faktora vezanih uz ekonomske pokazatelje je izračun svojstvenih vrijednosti za 8 mogućih faktora. Svojstvene vrijednosti navedenih faktora prikazuje Tablica 5.1.

Tablica 5.1 – Tablica svojstvenih vrijednosti za ekonomske pokazatelje

Vrijednost	Svojstvena vrijednost	% ukupne varijance	Kumulativna svojstvena vrijednost	Kumulativno %
1	4,2934	53,6679	4,2934	53,6679
2	0,9684	12,1045	5,2618	65,7724
3	0,7978	9,9727	6,0596	75,7451
4	0,6367	7,9581	6,6963	83,7032
5	0,4714	5,8923	7,1676	89,5956
6	0,3665	4,5811	7,5341	94,1766
7	0,2618	3,2720	7,7959	97,4487
8	0,2041	2,5513	8,0000	100,0000

Često se kod određivanja minimalnog broja faktora koristi *Scree plot* prikaz svojstvenih vrijednosti, a pravilo govori da je granica za odabir faktora onaj faktor kod kojeg postoji nagla promjena gradijenta. Tako Slika 5.1 prikazuje *Scree plot* svojstvenih vrijednosti za ekonomske pokazatelje.



Slika 5.1 – Scree plot svojstvenih vrijednosti za ekonomske pokazatelje

Prema [146] postoji više načina kako se odabire broj faktora. U ekonomskim pokazateljima će se gledati % ukupne varijance kojeg opisuje pojedini faktor, a granična vrijednost će biti 10%, s time da će se u obzir uzeti i Faktor 3, koji opisuje 9,9727 % ukupne varijance. Dakle, ukupno će se odrediti 3 faktora. Dodavanjem većeg broja faktora, ne povećava se drastično postotak opisane varijance s obzirom na to da je s prva 3 faktora opisano ≈ 75 % ukupne varijance, dok je s ostalih 5 faktora opisano nešto manje od 25 % ukupne varijance.

Za 3 odabrana faktora provedena je rotacija faktora prema *Varimax* metodi rotacije opterećenja. Tablica 5.2 prikazuje spomenute iznose opterećenja faktora.

Tablica 5.2 – Opterećenja ekonomskih faktora prema varimax metodi rotacije

Pokazatelji	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
E1	0,260903	0,817286	0,106674
E2	0,130466	0,681216	0,319607
E3	0,277127	0,691164	0,323814
E4	0,825824	0,049873	0,214985
E5	0,792851	0,455581	0,099176
E6	0,829646	0,214663	0,237234
E7	0,158149	0,170179	0,930969
E8	0,563771	0,240586	0,637066
Objašnjeno varijance	2,503649	1,952684	1,603274

Ekonomski pokazatelji su stoga podijeljeni u 3 faktora kako prikazuje Tablica 5.3.

Tablica 5.3 – Popis ekonomskih pokazatelja u faktorima

Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
E4: Fleksibilnost	E1: Troškovi	E7: Tržišni udio
E5: Produktivnost	E2: Kvaliteta	E8: Isporuka
E6: Vodeće vrijeme	E3: Profit	

Na temelju provedene faktorske analize za ekonomske pokazatelje dobivena su 3 faktora koja su kratko opisana u nastavku.

Faktor 1 obuhvaća pokazatelje fleksibilnosti, produktivnosti i vodećeg vremena. U proizvodnji su ova 3 faktora isto tako usko povezana. Fleksibilnost poduzeća ovisi o produktivnosti i vodećem vremenu. Ovaj faktor će se nazvati: „*Operativna izvrsnost poduzeća (fleksibilnost, produktivnost, vodeće vrijeme)*.“

Faktor 2 obuhvaća troškove, kvalitetu i profit. Ovaj faktor će se nazvati: „*Financijska uspješnost i kvaliteta (troškovi, kvaliteta i profit)*.“

Faktor 3 obuhvaća tržišni udio i isporuku. Ovaj faktor će se nazvati: „*Uspješnost na tržištu (tržišni udio i isporuka)*.“

Nakon što su dobiveni faktori ekonomskih pokazatelja, provedena je i faktorska analiza za okolišne pokazatelje.

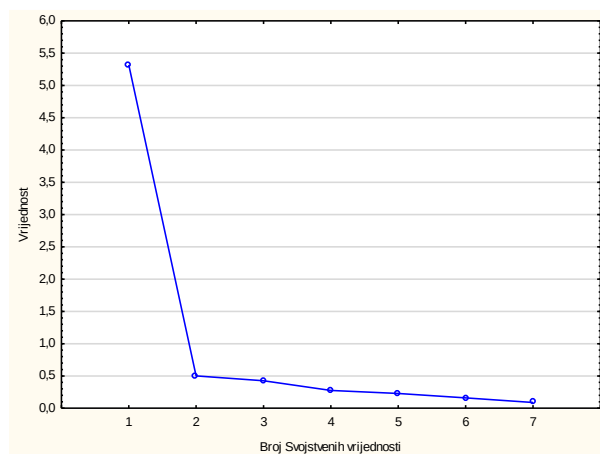
5.1.2. Faktori okolišnih pokazatelja

Prvi korak kod definiranja faktora vezanih uz okolišne pokazatelje je izračun svojstvenih vrijednosti za 7 mogućih faktora. Svojstvene vrijednosti navedenih faktora prikazuje Tablica 5.4.

Tablica 5.4 – Tablica svojstvenih vrijednosti za okolišne pokazatelje

Vrijednost	Svojstvena vrijednost	% ukupne varijance	Kumulativna svojstvena vrijednost	Kumulativno %
1	5,3177	75,9677	5,3177	75,9677
2	0,5019	7,1704	5,8197	83,1381
3	0,4257	6,0813	6,2454	89,2195
4	0,2750	3,9283	6,5203	93,1478
5	0,2281	3,2586	6,7484	96,4063
6	0,1619	2,3122	6,9103	98,7185
7	0,0897	1,2815	7,0000	100,0000

Slika 5.2 prikazuje *Scree plot* svojstvenih vrijednosti za okolišne pokazatelje.



Slika 5.2 – *Scree plot* svojstvenih vrijednosti za okolišne pokazatelje

Kao što je navedeno ranije, postoji više načina kako se odabire broj faktora. Kao što je bio i slučaj kod ekonomskih pokazatelja, i kod okolišnih će se gledati % ukupne varijance kojeg opisuje pojedini faktor, a granična vrijednost će u ovom slučaju biti 5%. Dakle, ukupno će se odrediti 3 faktora. Dodavanjem većeg broja faktora, ne povećava se drastično postotak opisane varijance, s obzirom na to da je s prva 3 faktora opisano $\approx 89\%$ ukupne varijance, dok je s ostalih 4 faktora opisano nešto manje od 11 % ukupne varijance. Također, u ovom slučaju, ukoliko se pogleda *Scree plot* svojstvenih vrijednosti za okolišne pokazatelje (Slika 5.2), vidi se da i u trećem faktoru postoji promjena gradijenta, što također može biti jedan od uvjeta pomoću kojih se određuje ukupni broj faktora.

Za 3 odabrana faktora provedena je rotacija faktora prema *Varimax* metodi rotacije opterećenja. Tablica 5.5 prikazuje spomenute iznose opterećenja faktora.

Tablica 5.5 – *Opterećenja okolišnih faktora prema Varimax metodi rotacije*

Pokazatelji	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
O1	0,309991	0,905650	0,279299
O2	0,376019	0,278617	0,806494
O3	0,403532	0,313664	0,776751
O4	0,784922	0,362822	0,348131
O5	0,873958	0,262688	0,325350
O6	0,836308	0,273056	0,370389
O7	0,621873	0,382357	0,515134
Objašnjeno varijance	2,866365	1,417616	1,961381

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Okolišni pokazatelji su stoga podijeljeni u 3 faktora kako prikazuje Tablica 5.6.

Tablica 5.6 – Popis okolišnih pokazatelja u faktorima

Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
O4: Korištenje energije	O1: Korištenje resursa	O2: Upravljanje okolišem
O5: Emisije u zrak		O3: Otpad
O6: Korištenje vode		
O7: Korištenje materijala		

Na temelju provedene faktorske analize za okolišne pokazatelje dobivena su 3 faktora. Kratki opis ova 3 faktora dan je u nastavku.

Faktor 1 obuhvaća pokazatelje korištenje energije, emisije u zrak, korištenje vode i korištenje materijala. Ovaj faktor će se nazvati: „*Korištenje energije, vode i materijala i emisije u zrak (korištenje energije, emisije u zrak, korištenje vode i korištenje materijala)*.“

Faktor 2 obuhvaća pokazatelj korištenje resursa. Ovaj faktor će stoga zadržati ime koje ima i pokazatelj te će se zvati: „*Korištenje resursa (iz zemlje i zraka)*.“

Faktor 3 obuhvaća okolišne pokazatelje upravljanje okolišem i otpad. Ovaj faktor će se nazvati: „*Upravljanje okolišem i otpadom (upravljanje okolišem i otpad)*.“

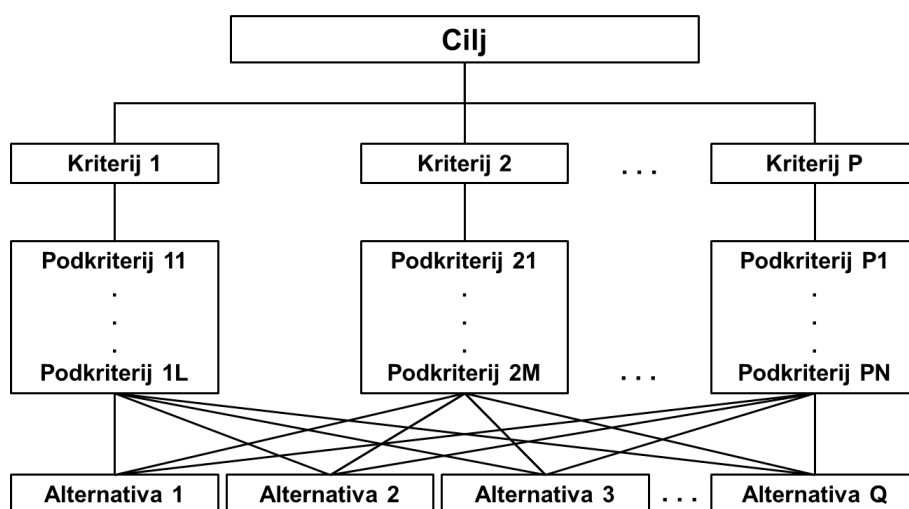
5.2. AHP metoda

Kompleksnost modernog svijeta već je poznata činjenica, a s napretkom ljudske vrste ta se kompleksnost još više povećava [147]. U osnovi, svi ljudi su donositelji odluka, a sve što radimo, svjesno ili nesvjesno, rezultat je određenih odluka [148]. Donošenje odluka može se smatrati odabirom jedne alternative između seta alternativa baziranom na određenim kriterijima [147]. Odluka se može donositi uzimajući u obzir više kriterija istovremeno, a ne samo jedan, što zahtijeva procjenu različitih kriterija i evaluaciju alternativa prema tim kriterijima te zatim agregaciju svih evaluacija, kako bi se dobio relativni rang svih alternativa s obzirom na rješavani problem. Cijeli proces se komplicira ukoliko je u obzir potrebno uzeti mišljenja više eksperata. Kako bi se riješio ovaj problem, razvijene su različite metode višekriterijalnog odlučivanja (*engl. Multiple-criteria Decision-making (MCDM)*), a jedna od takvih metoda je i AHP (*engl. Analytic Hierarchy Process*) [148] razvijena od strane Thomasa L. Saatyja 1971 godine [149], [150]. AHP je široko korišten i dobro poznati alat za podršku odlučivanja u različitim granama industrije [151].

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Saaty je definirao četiri koraka za donošenje odluka na strukturiran način kroz određivanje prioriteta alternativa pomoću AHP metode. Četiri koraka AHP metode su [148]:

1. Definirati problem i odrediti koje informacije trebaju kako bi se taj problem riješio.
2. Strukturirati hijerarhiju donošenja odluke od vrha prema dolje, s postavljenim ciljem na vrhu, zatim podciljevima iz šire perspektive, a potom kroz srednji nivo kriterija o kojima ovise sljedeći elementi do najnižeg nivoa, koji je najčešće set alternativa. Općeniti prikaz takve hijerarhije prikazuje Slika 5.3.



Slika 5.3 – Hijerarhijska struktura AHP metode [147]

3. Izraditi set matrica usporedbe parova (**A**). Svaki element u gornjem nivou koristi se kako bi se usporedili elementi u nivou odmah ispod tog elementa.
4. Koristiti dobivene prioritete kako bi se odredila težina prioriteta u nivou odmah ispod. To je potrebno napraviti za svaki element. Zatim, za svaki element u danom nivou potrebno je dodijeliti izračunate težine kako bi se dobio općenit ili globalni prioritet. Postupak se nastavlja sve dok nisu izračunati svi prioriteti alternativa u zadnjem nivou.

AHP metoda koristi ljestvicu brojeva pomoću koje se može odrediti koliko je određeni element važniji ili dominantniji (ima veći prioritet) u odnosu na drugi element s kojim se uspoređuje. Tablica 5.7 prikazuje Saatyevu ljestvicu prioriteta, koja sadrži broje od 1 do 9, gdje 1 označuje jednaki prioritet dva elementa koji se uspoređuju, a 9 označuje apsolutni prioritet jednog od elemenata nad drugim.

Tablica 5.7 – Saatyeva ljestvica prioriteta [149]

Ocjena prioriteta	Opisna ocjena prioriteta
1	Jednaki prioritet
2	Jednaki do umjereni prioritet
3	Umjereni prioritet
4	Umjereni do jaki prioritet
5	Jaki prioritet
6	Jaki do vrlo jaki prioritet
7	Vrlo jaki prioritet
8	Vrlo jaki do apsolutni prioritet
9	Apsolutni prioritet

Iz procjene prioriteta kriterija, podkriterija i alternativa, pomoću odgovarajućeg matematičkog modela izračunavaju se lokalni prioriteti kriterija, podkriterija i alternativa. Važno je naglasiti da svaki AHP model može imati različit broj kriterija i podkriterija (ako ih ima), a u skladu s time se računa i odgovarajući broj lokalnih prioriteta [149], [152].

Najlakše je provesti AHP ukoliko se slijede 3 uzastopna koraka [153]:

1. Prvo se izračuna vektor prioriteta kriterija ($\mathbf{w}$).
2. U drugom koraku računa se matrica prioriteta alternativa ($\mathbf{S}$).

Matrica prioriteta alternativa ($\mathbf{S}$) je $n \times m$ matrica, a svaki od s_{ij} predstavlja ocjenu prioriteta i -te alternative s obzirom na j -ti kriterij, gdje je m broj kriterija, a n broj alternativa.

3. U trećem koraku provodi se rangiranje alternativa prema kriterijima.

Nakon dobivenih usporedba parova određene razine hijerarhije u odnosu na višu razinu hijerarhije, formiraju se matrice usporedbe. Ako se iznos usporedbe nalazi na lijevoj strani Saatyeve skale, u matricu se upisuje isti taj iznos, a ako se iznos usporedbe nalazi na desnoj strani Saatyeve skale, u matricu se upisuje recipročna vrijednost iznosa. Nakon formiranja matrica usporedbe, stupci u matricama normaliziraju se i određuje se vektor težina ili prioriteta kriterija ($\mathbf{w}$) u odnosu na cilj i vektor težina ili prioriteta alternativa ($\mathbf{s}^{(m)}$) po svakom kriteriju.

Za dobivanje vektora prioriteta ekonomskih i okolišnih pokazatelja poduzeća, u ovom radu će se koristiti metoda svojstvenog vektora (engl. *Eigenvectors Method*) koju je predložio Saaty. Za dobivanje vektora prioriteta moguće je koristiti i druge metode, kao što su metoda aditivne normalizacije (engl. *Additive Normalization Method* (ANM)) ili metoda geometrijske sredine (engl. *Geometric Mean Method* (GMM)) itd. [149], [152].

5.2.1. Metoda svojstvenog vektora

Metoda svojstvenog vektora (*engl. Eigenvector method*) je najpoznatija metoda za procjenu vektora prioriteta kod AHP metode, a osmišljena je od strane Saatyja. Prema ovoj metodi, vektor prioriteta ($\mathbf{w}$) je svojstveni vektor matrice usporedbe parova ($\mathbf{A}$) i može se dobiti iz bilo koje matrice usporedbe parova ($\mathbf{A}$) kao rješenje jednadžbe (izraz 5.1) [154]:

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{w} = \lambda_{max} \cdot \mathbf{w} \quad \lambda_{max} \geq n \quad (5.1)$$

gdje je:

$\mathbf{A}$ – matrica usporedbe parova,

$\mathbf{w}$ – vektor prioriteta,

λ_{max} – maksimalna svojstvena vrijednost matrice $\mathbf{A}$,

n – broj redaka matrice.

Ako je matrica $\mathbf{A}$ konzistentna, tada je $\lambda_{max} = n$, u protivnom je $\lambda_{max} \geq n$.

Kad se formira matrica usporedbe parova ($\mathbf{A}$) koja je dobivena usporedbom parova kriterija, računa se vektora prioriteta $\mathbf{w}$:

1. Izračuna se normalizirana matrica usporedbe parova ($\mathbf{A}_{nor}$) koja se dobije na način da se izjednači s 1 suma svih vrijednosti parova usporedbe u jednom stupcu.
2. Iz tako dobivene normalizirane matrice usporedbe parova ($\mathbf{A}_{nor}$) izračuna se vektor prioriteta ($\mathbf{w}$) na način da se uprosječe vrijednosti u svakom pojedinom retku (normalizirane vrijednosti parova se zbroje i podijele s ukupnim brojem kriterija (m)).

Isti postupak koji je spomenut ranije provodi se kako bi se dobila matrica vrijednosti prioriteta alternativa ($\mathbf{S}$) prema kriterijima.

$$\mathbf{S} = [\mathbf{s}^{(1)} \dots \mathbf{s}^{(m)}] \quad (5.2)$$

Vrijednost matrice $\mathbf{S}$ dobiva se iz matrice usporedbe parova alternativa ($\mathbf{B}^{(j)}$) prema svakom od danih kriterija.

5.2.2. Konzistentnost procjena

Nakon što se dobije vektor prioriteta, potrebno je provjeriti njegovu konzistentnost, odnosno konzistentnost procjene donositelja odluke. S pomoću indeksa konzistentnosti CI kao mjere konzistentnosti odstupanja n od λ_{max} može se izračunati omjer konzistentnosti CR . Indeks

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

konzistentnosti CI i omjer konzistentnosti CR definirani su izrazima 5.3 i 5.4 [149], [152], [153]

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5.3)$$

gdje je:

CI – indeks konzistentnosti,

λ_{max} – maksimalna svojstvena vrijednost matrice A ,

n – broj redaka matrice.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5.4)$$

gdje je:

CR – omjer konzistentnosti,

CI – indeks konzistentnosti,

RI – slučajni indeks konzistentnosti.

Vrijednosti slučajnog indeksa konzistentnosti RI ovisno o broju redova matrice n navedene su u tablici Tablica 5.8.

Tablica 5.8 – Vrijednosti RI slučajnih indeksa [149]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48

Kada je omjer konzistentnosti $CR \leq 0,10$, procjene relativnih važnosti (pondera) kriterija mogu se smatrati prihvatljivima. U protivnom, smatramo da procjene nisu bile dovoljno konzistentne da bismo na njima bazirali odluku [149], [152].

5.2.3. Određivanje konačnog rješenja

Kad se izračuna vektor prioriteta w i matrica vrijednosti prioriteta alternativa (S), AHP metoda izračunava vektor v globalnih prioriteta množeći S i w (izraz 5.5).

$$v = S \cdot w \quad (5.5)$$

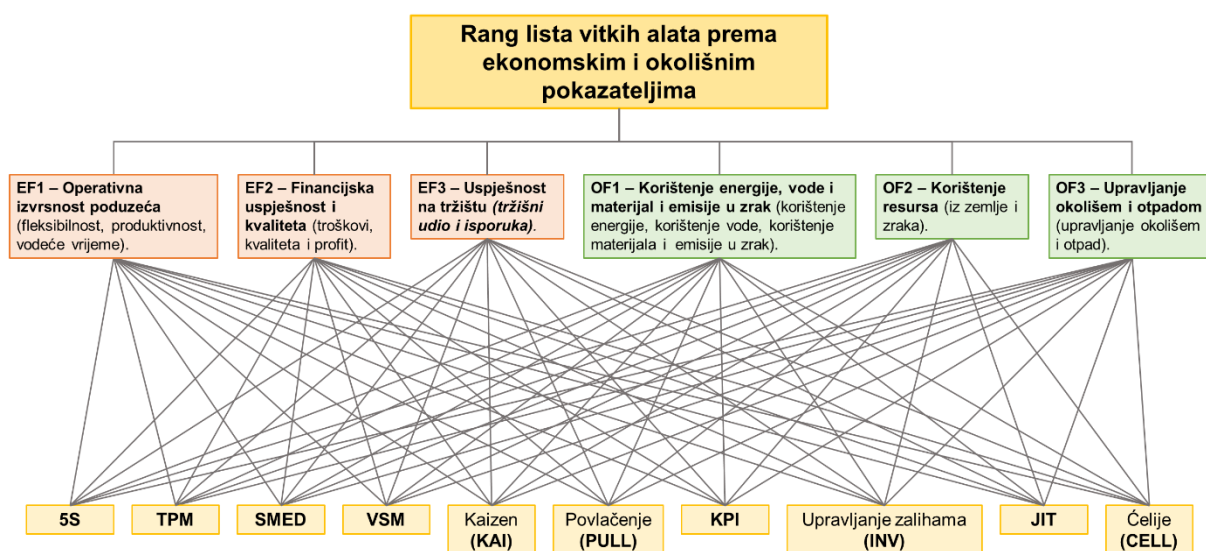
U vektoru globalnih prioriteta (v), i -ta vrijednost vektora (v_i) predstavlja globalni prioritet dodijeljen i -toj alternativni.

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Kao zadnji korak, rangiranje alternativa napravi se kroz sortiranje globalnih prioriteta u vektoru v prema njihovoj vrijednosti (od većeg prema manjem) [153] i na taj način se dobije rang lista alternativa u odnosu na cilj.

5.3. Izrada modela AHP metodom

U izradi modela AHP metoda će izgledati kako je prikazano na slici u nastavku (Slika 5.4). Postoji više programskih rješenja za provođenje AHP metode kao što je *Expert Choice 11* ili *Super Decisions CDF*. Da bi se dobio rezultat AHP metode sukladno zadanom cilju, korišten je program *Expert Choice 11*. Ovaj program je specijalizirani programski alat, koji služi kao podrška kod metoda višekriterijalnog odlučivanja.



Slika 5.4 – AHP Model vitkog i zelenog menadžmenta

U AHP modelu kriterije predstavljaju ekonomski i okolišni faktori dobiveni faktorskom analizom u poglavlju 5.1. Kako bi se dobila rang lista vitkih alata uzimajući u obzir ekonomske i okolišne pokazatelje, potrebno je prvo utvrditi rang listu alternativa (vitkih) alata prema zadanim kriterijima, a zatim napraviti i rang listu kriterija s obzirom na prioritet određenog pokazatelja u poduzeću. Nemaju svi pokazatelji isti prioritet unutar poduzeća, stoga je za jedno poduzeće napravljena usporedba parova prioriteta, kako bi se dobio rang prioriteta.

5.3.1. Izračun rangova alternativa

Rangovi alternativa (vitkih alata) prema kriterijima dobiveni su iz upitnika kojeg je ispunila ekspertna skupina (*Utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje*) prikazanog u

prilogu 6. Analizom upitnika dobiveni su rangovi alata prema svakom od kriterija koristeći se *Kruskal-Wallis* testom. *Kruskal-Wallis* test je neparametarska alternativa jednosmjernom ANOVA testu. Koristi se za usporedbu 3 ili više uzoraka, a testira H_0 hipotezu da su različiti uzorci koji se uspoređuju uzeti iz iste distribucije ili iz distribucije koja ima isti medijan.

5.3.2. Izračun prosječnih rangova faktora

Faktorskom analizom u poglavlju 5.1, dobiveni su faktori ekonomskih i okolišnih pokazatelja. Dobivena su 3 faktora za ekonomske pokazatelje i 3 faktora za okolišne pokazatelje. Budući da će se iz prosječnih rangova vitkih alata za određene ekonomske i okolišne pokazatelje izračunati ponderi, a ti isti pokazatelji se nalaze u nekim od dobivenih faktora, potrebno je definirati prosječne rangove svakog od faktora iz kojih će se kasnije izračunati ponderi alternativa i kriterija potrebnih u AHP metodi. Da bi se dobio prosječni rang faktora, korišten je pristup koji je na temelju izračuna prosječnog ranga ekonomskog faktora 3 opisan u nastavku.

Prosječni rang alata prema faktoru dobiven je množenjem koeficijenta opterećenja koji varijabla (u ovom slučaju ekonomski pokazatelj) ima u faktoru s prosječnim rangovima vitkih alata u tom pokazatelju i tako za svaku varijablu (pokazatelj) u faktoru. Dobiveni prosječni rangovi se zbroje i zatim podijele s brojem varijabli koje se nalaze unutar određenog faktora. Na ovaj način se dobije prosječni rang alata u određenom faktoru iz kojeg se zatim izračunaju ponderi svakog alata po faktoru, koji u AHP metodi zatim predstavlja ponder prioriteta alternativa (vitkih alata) i kriterija (ekonomski i okolišni faktori).

Primjer izračuna prosječnog ranga za Faktor 3 kod ekonomskih pokazatelja dan je u nastavku. U Faktor 3 ekonomskih pokazatelja čine pokazatelji E7 i E8, a njihova opterećenja u faktoru prikazuje Tablica 5.2. Prosječni rangovi vitkih alata prema pokazateljima E7 i E8 prikazuje Tablica 4.28. Iz navedenih podataka izračuna se prosječni rang vitkih alata prema Faktoru 3:

$$\left((0,930969) \cdot \begin{bmatrix} 118,1667 \\ 142,6207 \\ 145,8000 \\ 188,2759 \\ 161,3500 \\ 175,2000 \\ 147,2667 \\ 141,3333 \\ 118,1500 \\ 157,9000 \end{bmatrix} + (0,637066) \cdot \begin{bmatrix} 140,8667 \\ 145,9310 \\ 125,1167 \\ 176,1724 \\ 145,0667 \\ 132,6167 \\ 160,2500 \\ 157,4833 \\ 134,8833 \\ 177,3833 \end{bmatrix} \right) \div 2 = \begin{bmatrix} 99,8754 \\ 112,8716 \\ 107,7214 \\ 143,7562 \\ 121,3144 \\ 123,7957 \\ 119,5953 \\ 115,9521 \\ 97,9618 \\ 130,0024 \end{bmatrix}$$

Kad se provede izračun svih prosječnih rangova ekonomskih i okolišnih faktora, dobiju se iznosi prosječnih rangova utjecaja vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje. Koristeći se tako dobivenim vrijednostima prosječnih rangova, pomoću njih se izračuna vrijednost pondera svakog pojedinog alata u određenom faktoru. Rezultate prosječnih rangova ekonomskih i okolišnih faktora i iz njih izračunate pondere prikazuje Tablica 5.9.

Tablica 5.9 – Ponderi vitkih alata prema ekonomskih faktorima

	Faktor 1 (EF1)		Faktor 2 (EF2)		Faktor 3 (EF3)	
	E4, E5, E6		E1, E2, E3		E7, E8	
Alat	Rang	Ponder	Rang	Ponder	Rang	Ponder
5S	127,3324	0,1044	103,7948	0,0952	99,8754	0,0852
CELL	120,2349	0,0986	95,6989	0,0877	112,8716	0,0962
INV	86,0042	0,0705	112,1244	0,1028	107,7214	0,0918
JIT	113,6665	0,0932	107,5760	0,0986	143,7562	0,1226
KAI	126,1638	0,1034	132,0807	0,1211	121,3144	0,1034
KPI	103,4198	0,0848	124,9571	0,1146	123,7957	0,1056
PULL	120,7252	0,0990	94,1395	0,0863	119,5953	0,1020
SMED	168,1572	0,1379	96,4193	0,0884	115,9521	0,0989
TPM	115,9269	0,0950	116,8527	0,1071	97,9618	0,0835
VSM	138,1120	0,1132	107,0415	0,0981	130,0024	0,1108
Suma	1219,7428	1,0000	1090,6848	1,0000	1172,8464	1,0000

Isti postupak koji je opisan ranije za ekonomske pokazatelje ponovljen je i za okolišne, a rezultate prikazuje Tablica 5.10 dana u nastavku.

Tablica 5.10 – Ponderi vitkih alata prema okolišnim faktorima

	Faktor 1 (OF1)		Faktor 2 (OF2)		Faktor 3 (OF3)	
	O4, O5, O6, O7		O1		O2, O3	
Alat	Rang	Ponder	Rang	Ponder	Rang	Ponder
5S	112,8883	0,1007	145,8877	0,1119	151,4102	0,1329
CELL	98,8018	0,0881	111,8316	0,0858	100,3270	0,0881
INV	107,5408	0,0959	124,7533	0,0957	113,2494	0,0994
JIT	109,5138	0,0977	130,1872	0,0999	104,2410	0,0915
KAI	131,9411	0,1177	147,4023	0,1131	138,9878	0,1220
KPI	131,0063	0,1168	132,0843	0,1013	130,2391	0,1143
PULL	101,2667	0,0903	120,3734	0,0924	94,9600	0,0834
SMED	97,6434	0,0871	120,9979	0,0928	85,7758	0,0753
TPM	108,5693	0,0968	131,6159	0,1010	102,0948	0,0896
VSM	122,2537	0,1090	138,1584	0,1060	117,8180	0,1034
Suma	1121,4252	1,0000	1303,2921	1,0000	1139,1031	1,0000

Budući da su procjene utjecaja vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje dobivene upitnikom te kasnije kroz normalizaciju prosječnih rangova alternativa, dobiveni su ponderi vitkih alata prema danim kriterijima te nije bilo potrebno raditi provjeru konzistentnosti odgovora. Ovako dobiveni ponderi alternativa prema kriterijima uneseni su u *Expert Choice 11*, gdje predstavljaju vrijednost prioriteta alternativa u odnosu na specifični kriterij.

U drugom koraku računaju se rangovi prioriteta kriterija, a postupak izračuna navedenih rangova kriterija prikazan je u nastavku.

5.3.3. Izračun rangova prioriteta kriterija

Rangovi prioriteta kriterija dobivaju se metodom usporedbe parova kriterija (*engl. Pairwise comparison*) koristeći se upitnikom (*Usporedba pokazatelja uspješnosti vezanih uz ekonomske i okolišne pokazatelje poduzeća*), koji je dan u prilogu 8. Upitnik može ispuniti jedna ili više osoba iz poduzeća koja je na vodećoj poziciji u proizvodnji i koja može procijeniti prioritete ekonomskih i okolišnih pokazatelja. Da bi se odredio prioritet određenog kriterija (pokazatelja), koristi se Saatyeva ljestvica prioriteta (Tablica 5.7), a primjer usporedbe jednog para kriterija prikazuje Slika 5.5.

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Apsolutni prioritet			Jaki prioritet					Jednaki prioritet				Jaki prioritet			Apsolutni prioritet					
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Pokazatelji																				Pokazatelji
Korištenje resursa (iz zemlje i zraka).	EF2																		OF3	Upravljanje okolišem i otpadom (upravljanje okolišem i otpad).

Slika 5.5 – Primjer usporedbe jednog para kriterija kod AHP metode

Rezultati usporedbe dobiveni upitnikom unose se u program *Expert Choice 11*, kako bi se izračunao vektor prioriteta alternativa.

U konačnici, dobit će se model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta čiji općeniti prikaz je dan izrazom 5.6.

$$\begin{bmatrix} \text{Matrica prioriteta} \\ \text{alternativa prema} \\ \text{pojedinih kriterijima} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{Vektor prioriteta} \\ \text{kriterija poduzeća} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Vektor globalnih} \\ \text{prioriteta alternativa} \\ \text{za pojedino poduzeće} \end{bmatrix} \quad (5.6)$$

U izrazu 5.6 „Vektor globalnih prioriteta alternativa za pojedino poduzeće“ predstavlja rang listu vitkih alata dobivenu AHP metodom, a koja je vezana uz prioritete koje poduzeće daje određenim ekonomskim i okolišnim kriterijima.

5.4. Verifikacija modela upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Verifikacija modela provest će se u dvije faze. U prvoj fazi provest će se testiranje modela na simuliranim podacima, kako bi se utvrdilo daje li model očekivane rezultate za ekstremne vrijednosti prioriteta kriterija. S obzirom na rangove vitkih alata prema određenim ekonomskim i okolišnim faktorima, postoje očekivanja koje vitke alate bi, određena kombinacija ekstremnih vrijednosti pojedinog kriterija, trebala rangirati kao najpogodnije. Za očekivati je, primjerice, da u kombinaciji u kojoj okolišni kriteriji imaju apsolutni prioritet nad ekonomskim, a okolišni kriterij OF3 ima apsolutni ili vodeći prioritet nad drugim okolišnim kriterijima, da će alternativa 5S imati najveći prioritet među alternativama. Ukoliko će model davati očekivani rezultat za svaku od ekstremnih kombinacija, moći će se utvrditi da model ispravno radi.

U drugoj fazi će se provesti testiranje modela na realnim podacima dobivenim iz poduzeća, gdje će se dobiveni podaci dodatno testirati na osjetljivost pomoću 3 opcije koje nudi program *Expert Choice 11*, a one su analiza performansi (*engl. Performance*), analiza dinamičnosti (*engl. Dynamic*) i analiza gradijenta (*engl. Gradient*)

5.4.1. Testiranje modela pomoću simuliranih podataka

Prije nego se napravi verifikacija modela na realnom primjeru iz prakse, provest će se verifikacija modela na simuliranim podacima (kombinacijama vrijednosti vektora prioriteta kriterija), kako bi se provjerila osjetljivost modela. Kombinacije vrijednosti vektora prioriteta kriterija u ovom slučaju pristavljaju različite scenarije. Slična verifikacija modela rađena je i u drugim istraživanjima. Tako je Opetuk [149] radio verifikaciju modela uvođenja upravljanja zelenim lancima opskrbe, a Büyüközkan [44] je koristio analizu scenarija kod verifikacije modela utjecaja vitkog menadžmenta na uspješnost poslovanja poduzeća. Ovakav način testiranja modela omogućuje „*what-if*“ analizu [155]. Na ovaj način provest će se testiranje osjetljivosti modela. Osjetljivost modela čest je način testiranja i verifikacije modela koji koriste AHP metodu. Svrha analize osjetljivosti je grafički prikazati kako se mijenjaju alternative s obzirom na promjenu prioriteta kriterija.

Testiranje modela pomoću simuliranih podataka sastoji se od nekoliko koraka.

U prvom koraku testiranja modela odredit će se 10 kombinacija vektora prioriteta. Svaka od kombinacija imat će različit prioritet dodijeljen pojedinom kriteriju. U nastavku (Slika 5.6 do Slika 5.25) dane su tablice usporedbe parova kriterija, kao i vrijednosti vektora prioriteta kriterija za svaku od 10 kombinacija. Uz svaku kombinaciju dano je kratko objašnjenje odnosa kriterija. Kod svih matrica usporedbi parova kriterija pazilo se da vrijednost omjera konzistentnosti (CR) ne bude veća od 0,10. Navedene kombinacije vektora prioriteta uzete su jer predstavljaju ekstremne vrijednosti pojedinih prioriteta kriterija, a takav pristup dat će informaciju o promjeni vrijednosti vektora ranga alata uslijed promjene vrijednosti vektora prioriteta. Za provedbu ove faze verifikacije korišten je *Expert Choice 11* program.

- 1. kombinacija:** ekonomski faktori uspješnosti (EF1-3) imaju apsolutni prioritet (9) nad Okolišnim faktorima uspješnosti (OF1-3), dok međusobno, i ekonomski i okolišni faktori uspješnosti imaju jednak prioritet (1).

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1		1,0	1,0	9,0	9,0	9,0
EF2			1,0	9,0	9,0	9,0
EF3				9,0	9,0	9,0
OF1					1,0	1,0
OF2						1,0
OF3						
Incon: 0,00						

Slika 5.6 – Matrica usporedbe parova kriterija za 1. kombinaciju

Goal: Rang lista vitkih alata prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima
EF1 (L: ,300)
EF2 (L: ,300)
EF3 (L: ,300)
OF1 (L: ,033)
OF2 (L: ,033)
OF3 (L: ,033)

Slika 5.7 – Vektor prioriteta kriterija za 1. kombinaciju

2. kombinacija: ekonomski faktori uspješnosti (EF1-3) imaju apsolutni prioritet (9) nad Okolišnim faktorima uspješnosti (OF1-3), dok međusobno, ekonomski faktor EF1 ima apsolutni prioritet (9) nad ekonomskim faktorom 2 (EF2) i umjereni do jaki prioritet (4) nad ekonomskim faktorom 3 (EF3). Okolišni faktori uspješnosti imaju i dalje međusobno jednak prioritet (1).

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1		9,0	4,0	9,0	9,0	9,0
EF2			1,0	9,0	9,0	9,0
EF3				9,0	9,0	9,0
OF1					1,0	1,0
OF2						1,0
OF3						
Incon: 0,10						

Slika 5.8 – Matrica usporedbe parova kriterija za 2. kombinaciju

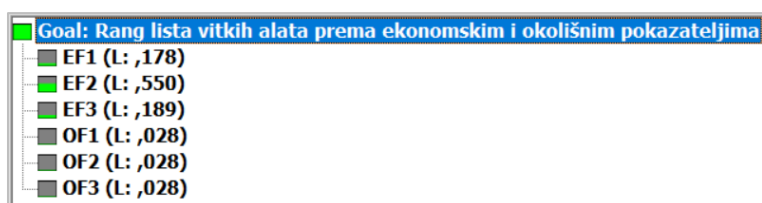
Goal: Rang lista vitkih alata prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima
EF1 (L: ,550)
EF2 (L: ,178)
EF3 (L: ,189)
OF1 (L: ,028)
OF2 (L: ,028)
OF3 (L: ,028)

Slika 5.9 – Vektor prioriteta kriterija za 2. kombinaciju

3. kombinacija: ekonomski faktori uspješnosti (EF1-3) imaju apsolutni prioritet (9) nad Okolišnim faktorima uspješnosti (OF1-3), dok međusobno, ekonomski faktor EF2 ima apsolutni prioritet (1/9) nad ekonomskim faktorom 1 (EF1) i umjereni do jaki prioritet (4) nad ekonomskim faktorom 3 (EF3). Okolišni faktori uspješnosti imaju i dalje međusobno jednak prioritet (1).

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1		9,0	1,0	9,0	9,0	9,0
EF2			4,0	9,0	9,0	9,0
EF3				9,0	9,0	9,0
OF1					1,0	1,0
OF2						1,0
OF3						
Incon: 0,10						

Slika 5.10 – Matrica usporedbe parova kriterija za 3. kombinaciju

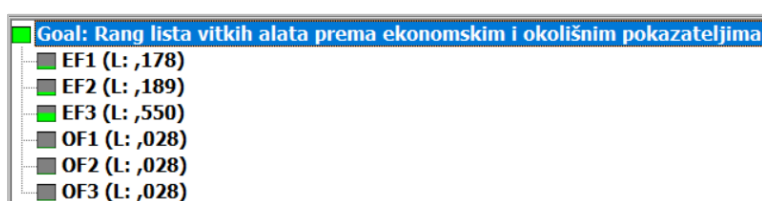


Slika 5.11 – Vektor prioriteta kriterija za 3. kombinaciju

4. kombinacija: ekonomski faktori uspješnosti (EF1-3) imaju apsolutni prioritet (9) nad Okolišnim faktorima uspješnosti (OF1-3), dok međusobno, ekonomski faktor EF3 ima apsolutni prioritet (1/9) nad ekonomskim faktorom 1 (EF1) i umjereni do jaki prioritet (1/4) nad ekonomskim faktorom 2 (EF2). Okolišni faktori uspješnosti imaju i dalje međusobno jednak prioritet (1).

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1			1,0	9,0	9,0	9,0
EF2			4,0	9,0	9,0	9,0
EF3				9,0	9,0	9,0
OF1					1,0	1,0
OF2						1,0
OF3						
Incon:	0,10					

Slika 5.12 – Matrica usporedbe parova kriterija za 4. kombinaciju

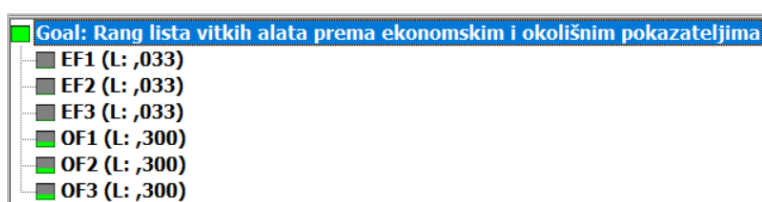


Slika 5.13 – Vektor prioriteta kriterija za 4. kombinaciju

5. kombinacija: okolišni faktori uspješnosti (OF1-3) imaju apsolutni prioritet (1/9) nad ekonomskim faktorima uspješnosti (EF1-3), dok međusobno, i ekonomski i okolišni faktori uspješnosti imaju jednak prioritet (1).

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1		1,0	1,0	9,0	9,0	9,0
EF2			1,0	9,0	9,0	9,0
EF3				9,0	9,0	9,0
OF1					1,0	1,0
OF2						1,0
OF3						
Incon:	0,00					

Slika 5.14 – Matrica usporedbe parova kriterija za 5. kombinaciju



Slika 5.15 – Vektor prioriteta kriterija za 5. kombinaciju

6. kombinacija: okolišni faktori uspješnosti (OF1-3) imaju apsolutni prioritet (1/9) nad ekonomskim faktorima uspješnosti (EF1-3), dok međusobno, okolišni faktor OF1 ima apsolutni prioritet (9) nad okolišnim faktorom 2 (OF2) i umjereni do jaki prioritet (4) nad okolišnim faktorom 3 (OF3). Ekonomski faktori uspješnosti imaju i dalje međusobno jednak prioritet (1).

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1						
EF2			1,0	1,0	9,0	9,0
EF3				1,0	9,0	9,0
OF1					9,0	9,0
OF2						9,0
OF3						4,0
Incon: 0,10						

Slika 5.16 – Matrica usporedbe parova kriterija za 6. kombinaciju

Goal: Rang lista vitkih alata prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima
EF1 (L: ,028)
EF2 (L: ,028)
EF3 (L: ,028)
OF1 (L: ,550)
OF2 (L: ,178)
OF3 (L: ,189)

Slika 5.17 – Vektor prioriteta kriterija za 6. kombinaciju

7. kombinacija: okolišni faktori uspješnosti (OF1-3) imaju apsolutni prioritet (1/9) nad ekonomskim faktorima uspješnosti (EF1-3), dok međusobno, okolišni faktor 2 (OF2) ima apsolutni prioritet (1/9) nad okolišnim faktorom 1 (OF1) i umjereni do jaki prioritet (4) nad okolišnim faktorom 3 (OF3). Ekonomski faktori uspješnosti imaju i dalje međusobno jednak prioritet (1).

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1						
EF2			1,0	1,0	9,0	9,0
EF3				1,0	9,0	9,0
OF1					9,0	9,0
OF2						9,0
OF3						4,0
Incon: 0,10						

Slika 5.18 – Matrica usporedbe parova kriterija za 7. kombinaciju

Goal: Rang lista vitkih alata prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima
EF1 (L: ,028)
EF2 (L: ,028)
EF3 (L: ,028)
OF1 (L: ,178)
OF2 (L: ,550)
OF3 (L: ,189)

Slika 5.19 – Vektor prioriteta kriterija za 7. kombinaciju

8. kombinacija: okolišni faktori uspješnosti (OF1-3) imaju apsolutni prioritet (1/9) nad ekonomskim faktorima uspješnosti (EF1-3), dok međusobno, okolišni faktor 3 (OF3) ima apsolutni prioritet (1/9) nad okolišnim faktorom 1 (OF1) i umjereni do jaki

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

prioritet (1/4) nad okolišnim faktorom 2 (OF2). Ekonomski faktori uspješnosti imaju i dalje međusobno jednak prioritet (1).

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1		1,0	1,0	9,0	9,0	9,0
EF2			1,0	9,0	9,0	9,0
EF3				9,0	9,0	9,0
OF1					1,0	9,0
OF2						4,0
OF3						
Incon:	0,10					

Slika 5.20 – Matrica usporedbe parova kriterija za 8. kombinaciju

Goal: Rang lista vitkih alata prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima
EF1 (L: ,028)
EF2 (L: ,028)
EF3 (L: ,028)
OF1 (L: ,178)
OF2 (L: ,189)
OF3 (L: ,550)

Slika 5.21 – Vektor prioriteta kriterija za 8. kombinaciju

9. kombinacija: svi faktori (kriteriji) međusobno imaju jednak prioritet.

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
EF2			1,0	1,0	1,0	1,0
EF3				1,0	1,0	1,0
OF1					1,0	1,0
OF2						1,0
OF3						
Incon:	0,00					

Slika 5.22 – Matrica usporedbe parova kriterija za 9. kombinaciju

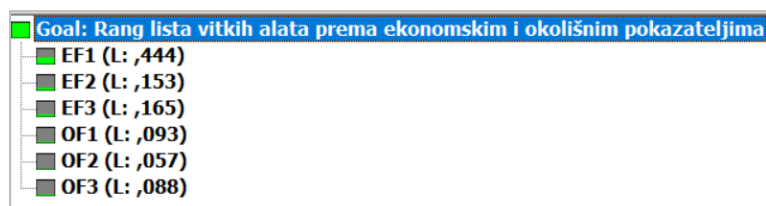
Goal: Rang lista vitkih alata prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima
EF1 (L: ,167)
EF2 (L: ,167)
EF3 (L: ,167)
OF1 (L: ,167)
OF2 (L: ,167)
OF3 (L: ,167)

Slika 5.23 – Vektor prioriteta kriterija za 9. kombinaciju

10. kombinacija: brojevi su stavljeni slučajno u sva polja, zatim su se pomoću opcije Best Fit u programu *Expert Choice 11* namjestile vrijednosti kako bi se dobila vrijednost nekonzistentnosti procjene $\leq 0,10$. Na kraju je dobivena matrica usporedbe parova kao što je prikazano na slici u nastavku.

	EF1	EF2	EF3	OF1	OF2	OF3
EF1		6,0	3,0	5,0	3,0	5,0
EF2			1,0	2,0	3,0	3,0
EF3				2,0	4,0	2,0
OF1						2,0
OF2						
OF3						
Incon:	0,10					

Slika 5.24 – Matrica usporedbe parova kriterija za 10. kombinaciju



Slika 5.25 – Vektor prioriteta kriterija za 10. kombinaciju

Iz matrica usporedbi parova kriterija za svih 10 simuliranih kombinacija dobiveni su vektori prioriteta kriterija. Zajednički prikaz svi vektora prioriteta za svih 10 kombinacija daje Tablica 5.11, a vizualni prikaz daje Slika 5.26. Iz ovih vektora prioriteta kriterija (u ovom slučaju faktora ekonomskih i okolišnih pokazatelja) dobiveni su globalni vektori prioriteta alternativa koje prikazuje Tablica 5.12.

Tablica 5.11 – Vektori prioriteta kriterija za svih 10 simuliranih kombinacija

	Kombinacija									
Kriterij	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
EF1	0,300	0,550	0,178	0,178	0,033	0,028	0,028	0,028	0,167	0,444
EF2	0,300	0,178	0,550	0,189	0,033	0,028	0,028	0,028	0,167	0,153
EF3	0,300	0,189	0,189	0,550	0,033	0,028	0,028	0,028	0,167	0,165
OF1	0,033	0,028	0,028	0,028	0,300	0,550	0,178	0,178	0,167	0,093
OF2	0,033	0,028	0,028	0,028	0,300	0,178	0,550	0,189	0,167	0,057
OF3	0,033	0,028	0,028	0,028	0,300	0,189	0,189	0,550	0,167	0,088

U nastavku su vizualno prikazane vrijednosti vektora prioriteta alternativa. Tako Slika 5.27 prikazuje vrijednosti vektora prioriteta alternativa za svih 10 kombinacija, dok preostale slike (Slika 5.28, Slika 5.29 i Slika 5.30) prikazuju vrijednosti vektora prioriteta alternativa prema određenim grupama kombinacija. Detaljnije objašnjenje spomenutih slika dano je u nastavku.

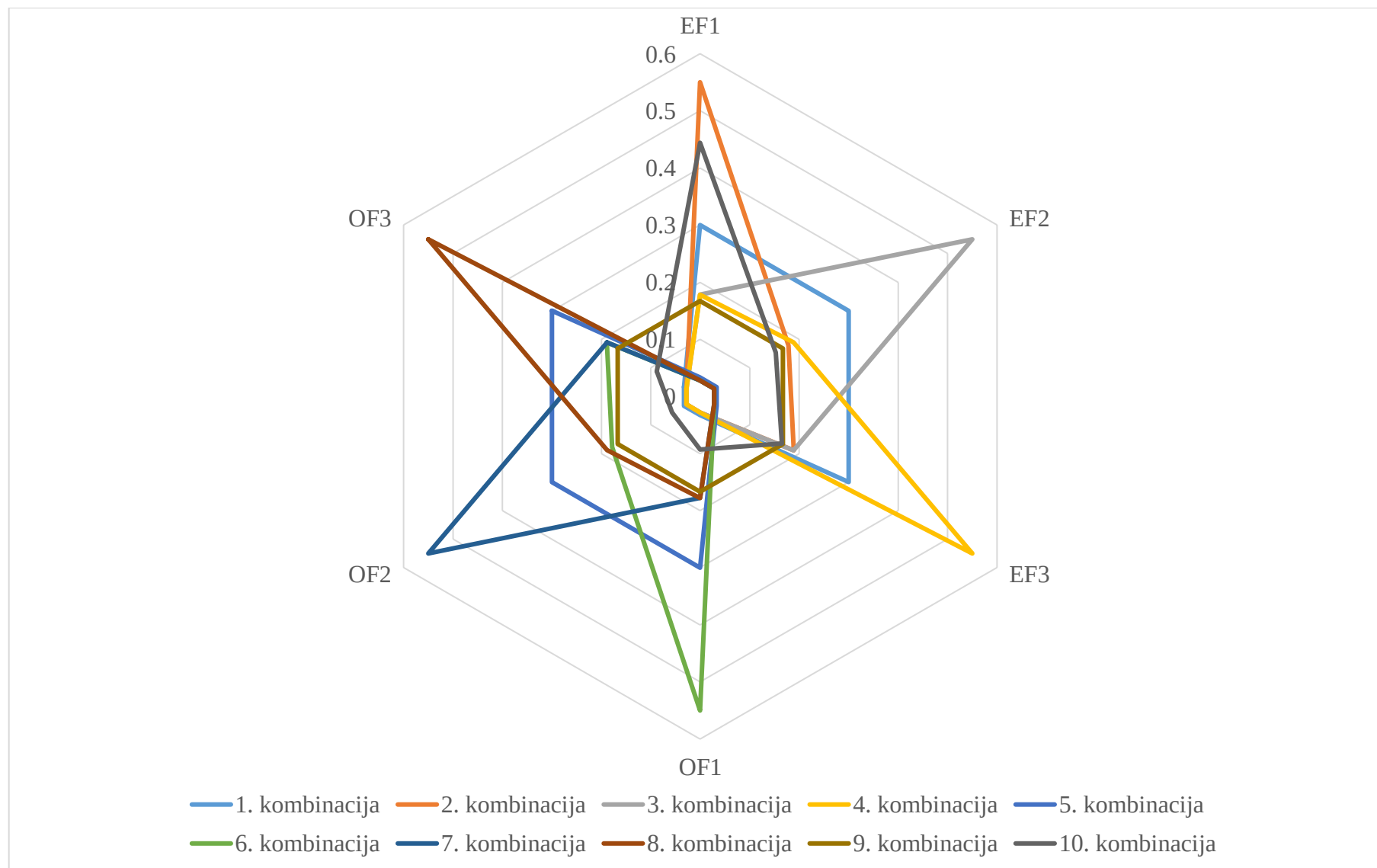
Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Tablica 5.12 – Vektori globalnih prioriteta alternativa prema svakoj od 10 kombinacija

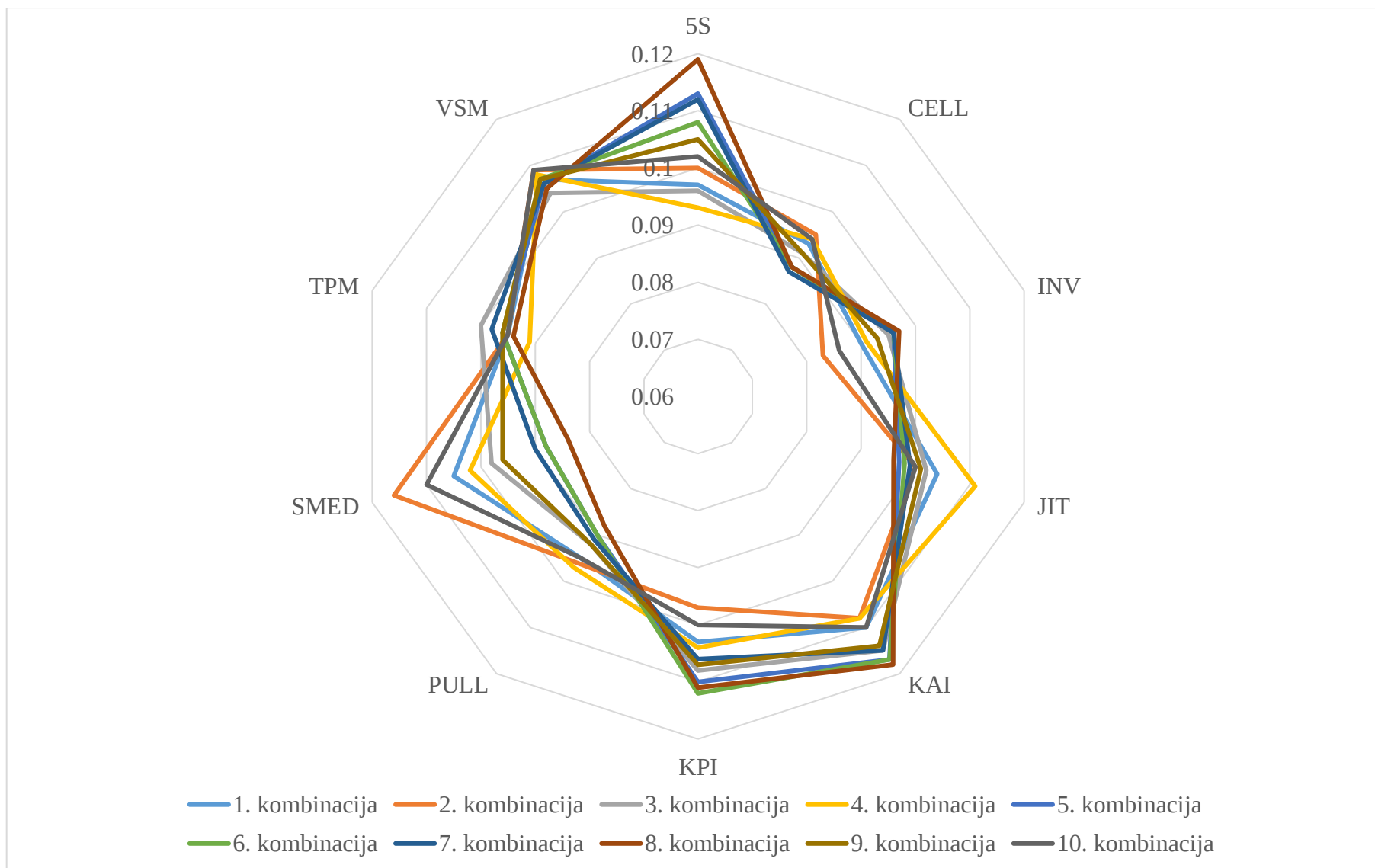
1. Kombinacija		2. Kombinacija		3. Kombinacija		4. Kombinacija		5. Kombinacija	
Alternativa	Prioritet	Alternativa	Prioritet	Alternativa	Prioritet	Alternativa	Prioritet	Alternativa	Prioritet
KAI	0,110	SMED	0,116	KAI	0,115	JIT	0,111	KAI	0,117
VSM	0,107	VSM	0,109	KPI	0,108	KAI	0,108	5S	0,113
SMED	0,105	KAI	0,108	VSM	0,104	VSM	0,108	KPI	0,110
JIT	0,104	5S	0,100	JIT	0,102	KPI	0,104	VSM	0,106
KPI	0,103	JIT	0,100	TPM	0,100	SMED	0,102	JIT	0,097
5S	0,097	KPI	0,097	SMED	0,098	PULL	0,097	INV	0,096
PULL	0,095	PULL	0,096	5S	0,096	CELL	0,094	TPM	0,096
TPM	0,095	CELL	0,095	INV	0,095	5S	0,093	PULL	0,09
CELL	0,093	TPM	0,095	PULL	0,092	INV	0,091	CELL	0,088
INV	0,090	INV	0,083	CELL	0,091	TPM	0,091	SMED	0,088

Tablica 5.12 – Nastavak

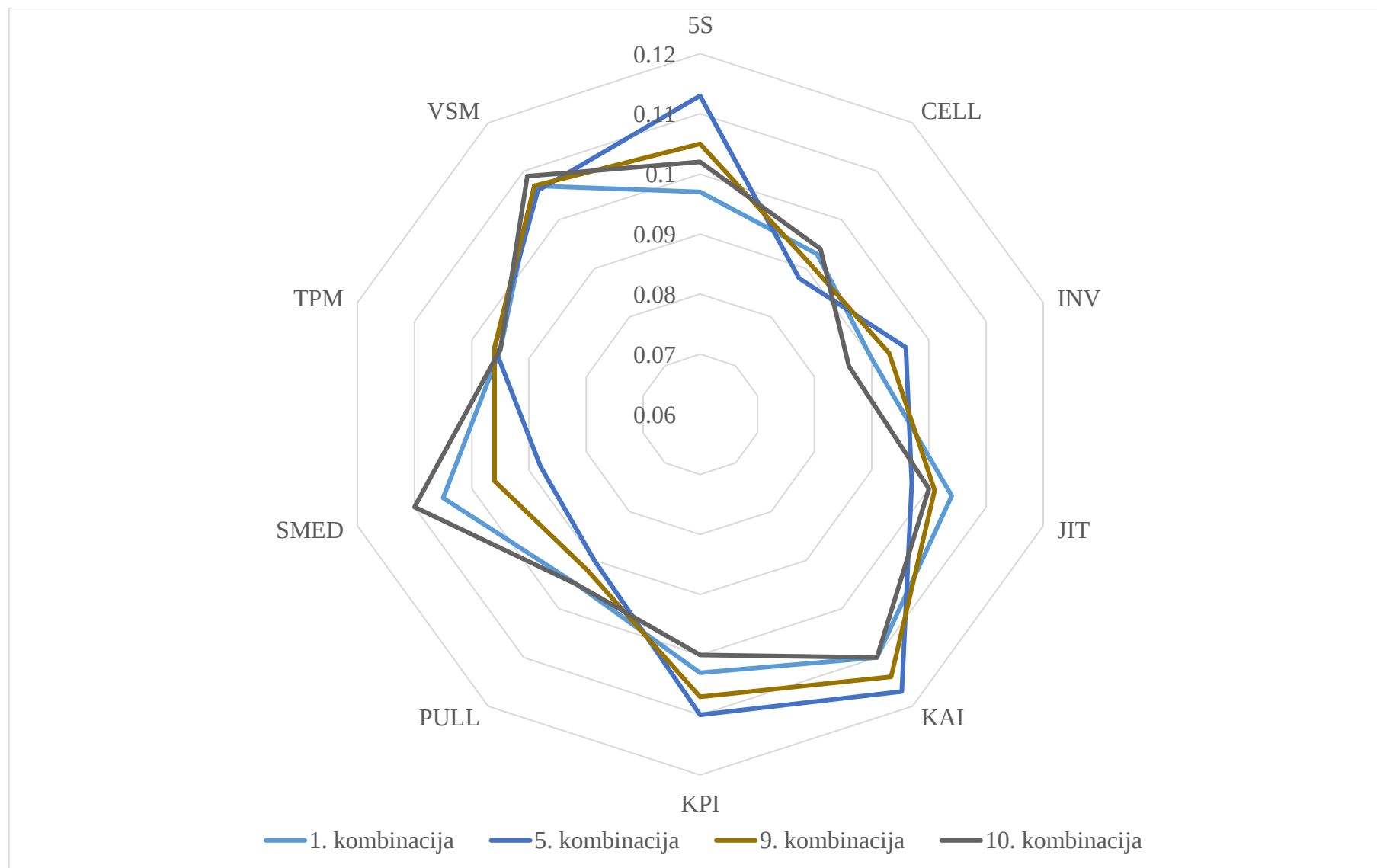
6. Kombinacija		7. Kombinacija		8. Kombinacija		9. Kombinacija		10. Kombinacija	
Alternativa	Prioritet	Alternativa	Prioritet	Alternativa	Prioritet	Alternativa	Prioritet	Alternativa	Prioritet
KAI	0,117	KAI	0,115	5S	0,119	KAI	0,114	KAI	0,110
KPI	0,112	5S	0,112	KAI	0,118	KPI	0,107	SMED	0,110
5S	0,108	KPI	0,106	KPI	0,111	VSM	0,107	VSM	0,109
VSM	0,107	VSM	0,106	VSM	0,105	5S	0,105	5S	0,102
JIT	0,098	JIT	0,099	INV	0,097	JIT	0,101	JIT	0,100
INV	0,096	TPM	0,098	JIT	0,096	SMED	0,096	KPI	0,100
TPM	0,096	INV	0,096	TPM	0,094	TPM	0,096	PULL	0,095
PULL	0,090	PULL	0,091	CELL	0,088	INV	0,093	TPM	0,095
CELL	0,088	SMED	0,09	PULL	0,088	PULL	0,092	CELL	0,094
SMED	0,088	CELL	0,087	SMED	0,084	CELL	0,091	INV	0,086



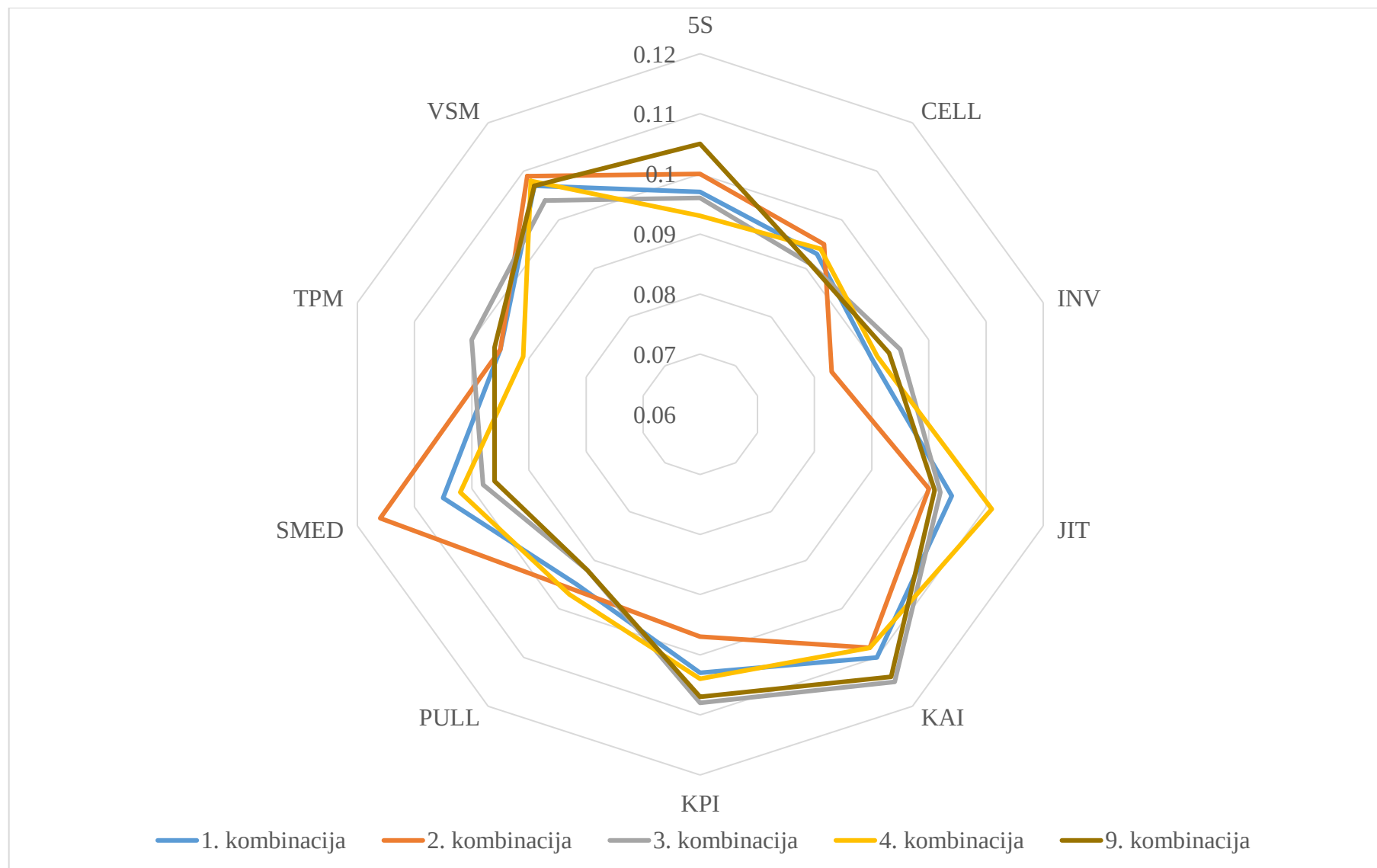
Slika 5.26 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta kriterija za svih 10 kombinacija



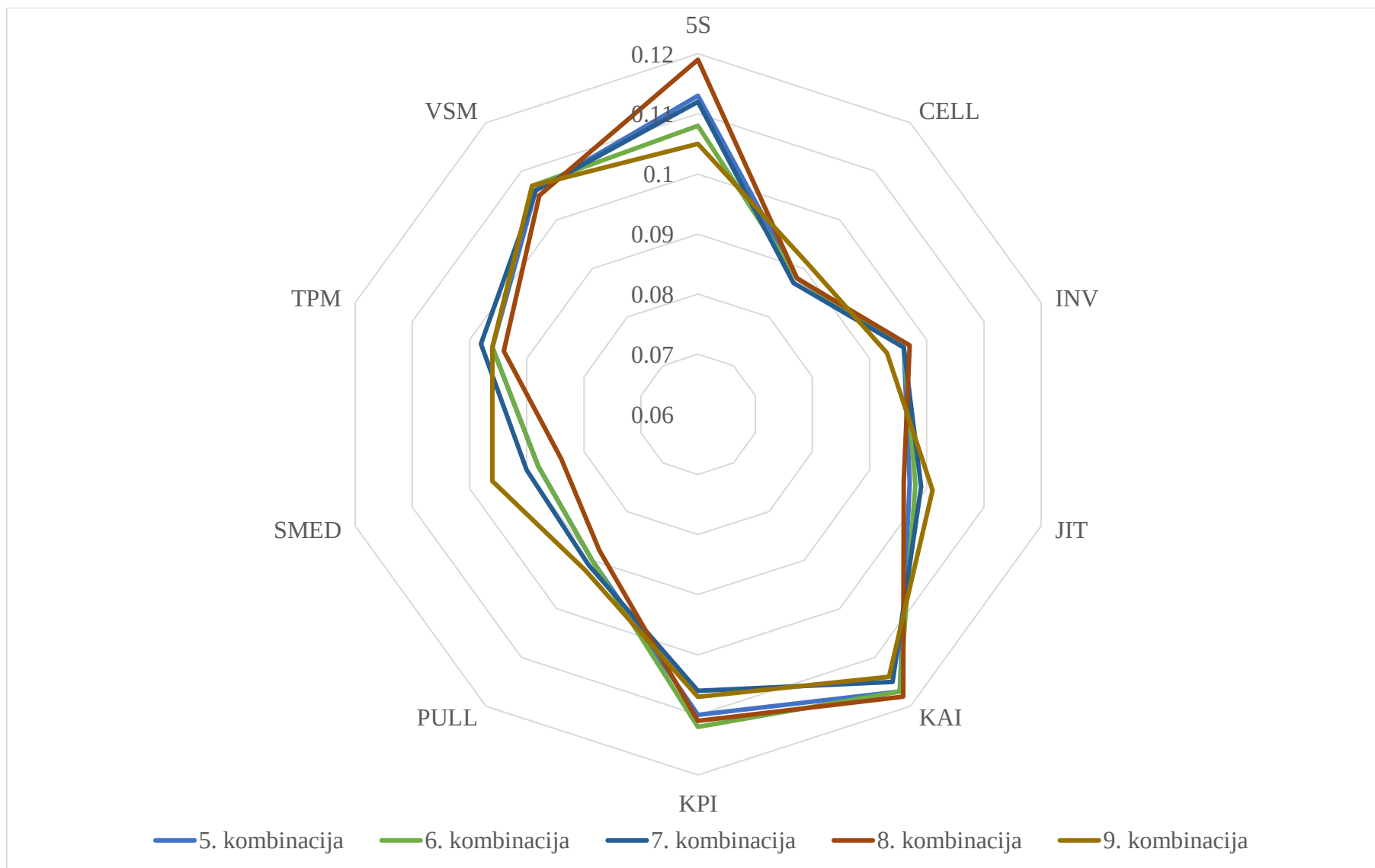
Slika 5.27 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta alternativa za svih 10 kombinacija



Slika 5.28 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta alternativa 1., 5., 9., i 10. kombinacije



Slika 5.29 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta alternativa 1., 2., 3., 4. i 9. kombinacije



Slika 5.30 – Usporedba vrijednosti vektora prioriteta alternativa 5., 6., 7., 8., i 9. kombinacije

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Iz prethodnih grafova i tablica može se zaključiti kako model daje različite rangove vitkih alata s obzirom na različite vrijednosti vektora prioriteta kriterija. Za ovo istraživanje najzanimljiviji su slučajevi vektora prioriteta iz kombinacije 1, 5 i 9, s obzirom na to da 1 i 5 predstavljaju ekstremne vrijednosti ekonomskih u odnosu na okolišne faktore uspješnosti i obratno, a kombinacija 9 predstavlja slučaj vektora jednakog prioriteta svih kriterija. Usporedbu vrijednosti vektora prioriteta alternativa ovih kombinacija daje Slika 5.28. Ukoliko se promotri navedena slika, uočava se ispreplitanje linija u grafu koje označuju vrijednosti prioriteta alternativa, što znači da promjenom kriterija dolazi i do promjene ranga alternative (vrijednosti prioriteta koju određena alternativa ima). Slika 5.27 na kojoj su prikazane sve kombinacije navodi na isti zaključak kao i Slika 5.28. Ukoliko se promatraju vrijednosti vektora prioriteta alternativa koje prikazuje Slika 5.29, koja prikazuje kombinacije u kojima se mijenja samo prioritet pojedinog ekonomskog faktora, može se uočiti kako u danim kombinacijama postoje razlike u vrijednostima koje poprimaju određene alternative, s obzirom na vektor prioriteta kriterija danog za određenu kombinaciju. Najveća razlika vidljiva je kod alternative SMED. Isto tako, ukoliko se promatra Slika 5.30, može se uočiti da ne postoje toliko izražene razlike između vrijednosti prioriteta alternativa po pojedinim kombinacijama. Iako ove razlike nisu toliko uočljive na danoj slici, Tablica 5.12 pokazuje da je u svakoj od kombinacija došlo do promjena prioriteta alternativa, što sugerira dobru osjetljivost modela. Za određivanje ispravnosti modela, zanimljiva je informacija da alternativa 5S u kombinaciji 8 ima najveći prioritet, što je i poželjno s obzirom na činjenicu da alternativa 5S ima najveći ponder u vektoru pondera okolišnog faktora 3 (Tablica 5.10). Samim time može se zaključiti da model dobro radi s obzirom na to da na prvo mjesto stavlja alternative koje imaju najveći ponder u vektoru pondera određenog faktora, što je slučaj i kod kombinacije 8, koja najveći prioritet kriterija stavlja na kriterij OF3. Takav slučaj je i kod kombinacije 2 sa SMED-om, kombinacije 3 s Kaizenom (KAI) i kombinacije 4 sa JIT-om, a također i kod ostalih kombinacija u kojima okolišni faktori imaju veći prioritet kao što je to slučaj s Kaizenom (KAI) u 6. i 7. kombinaciji. Stoga, može se zaključiti da je model uspješno verificiran jer u prvi plan stavlja alternative koje imaju najveću vrijednost pondera za kriterij koji u danoj kombinaciji ima apsolutni prioritet.

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta pomaže poduzećima odrediti prioritete korištenja određenih vitkih alata, uzevši u obzir prioritet koji poduzeće daje svakom od 6 ekonomskih i okolišnih faktora. Stoga će u drugoj fazi verifikacije biti provedena verifikacija na realnim podacima dobivenim iz poduzeća.

5.4.2. Testiranje modela pomoću realnih podataka iz poduzeća

Kroz prvu fazu testiranja modela vidjelo se da model ispravno radi, stoga će se u drugoj fazi provesti testiranje modela na realnim podacima dobivenim iz poduzeća. Poduzeće navedeno u nastavku izabrano je s obzirom na to da je jedno od rijetkih poduzeća u Hrvatskoj koje je za svoj proizvod izradilo LCA analizu te su na taj način svrstani u vodeća poduzeća u korištenju eko-inovativnih metoda za smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš. Kako je LCA sastavni dio modela i omogućava prikaz utjecaja određenog proizvoda kroz njegov cjeloživotni ciklus, primjer poduzeća će se koristiti i kod LCA metode. U nastavku ovog rada bit će prikazani rezultati LCA analize provedene za jedan proizvod u odabranom poduzeću i kako podaci dobiveni LCA analizom mogu poslužiti kod povećanja primjenjivosti. Općenit opis poduzeća iz primjera prikazuje Tablica 5.13.

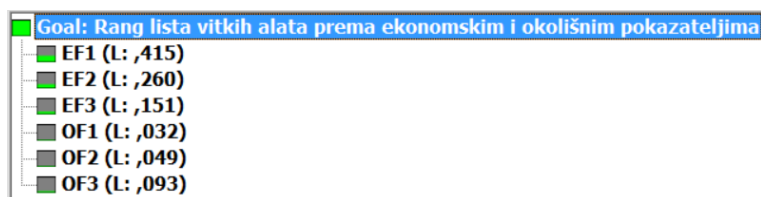
Tablica 5.13 – Opis poduzeća koje ispunilo upitnik

Veličina poduzeća	Glavna djelatnost	Funkcija osobe koja je ispunila upitnik	Starost poduzeća
Srednje veliko poduzeće	Proizvodnja metalnih konstrukcija i željezničkih vozila	Voditelj proizvodnje	>20 god

Slika 5.31 prikazuje matricu usporedbe parova kriterija za poduzeće. Crvenom bojom su označeni brojevi u kojima kriteriji iz prvog retka imaju prioritet nad kriterijima iz prvog stupca. Poduzeće je procijenilo prioritete određenih kriterija u paralelnoj usporedbi kroz upitnik (*Usporedba pokazatelja uspješnosti vezanih uz ekonomske i okolišne pokazatelje poduzeća*), koji je dan u prilogu 8. S obzirom da se kod odgovora pojavila nekonzistentnost, korištena je opcija „Best Fit“ dostupna u programu *Expert Choice 11*, kako bi se dobila vrijednost nekonzistentnosti manja od 0.1. Na ovaj način dobivenu matricu usporedbe prioriteta kriterija prikazuje Slika 5.31. Iz matrice usporedbe prioriteta kriterija dobiveni su prosječni rangovi vektora kriterija koje prikazuje Slika 5.32.

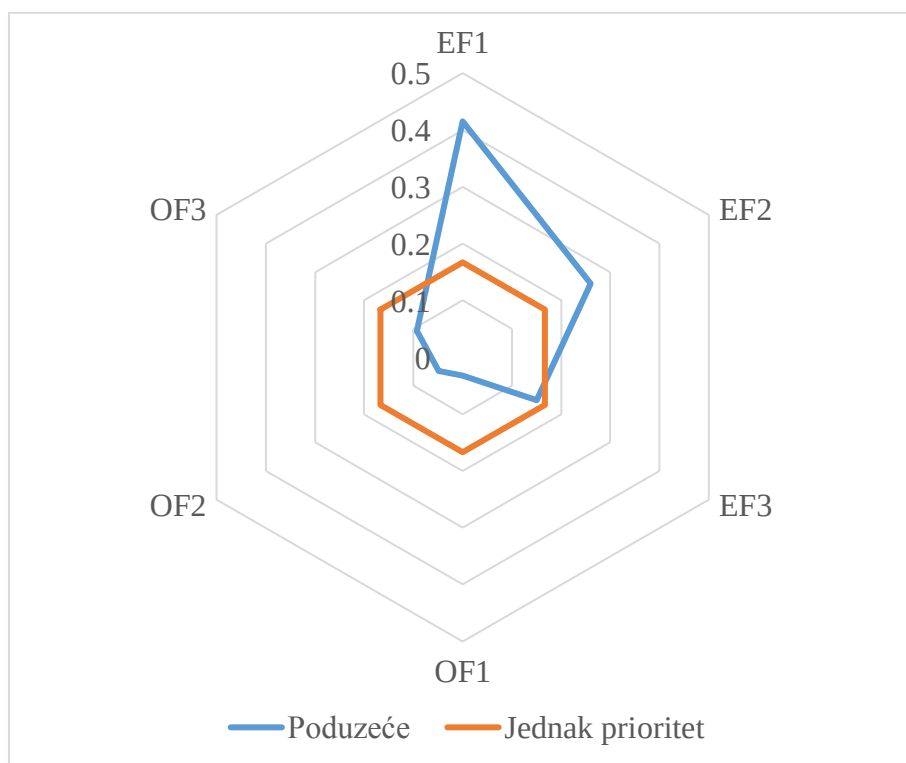


Slika 5.31 – Matrica usporedbe parova kriterija za poduzeće



Slika 5.32 – Vektor prioriteta kriterija za poduzeće

Dodatno, Slika 5.33 prikazuje prosječne rangove kriterija u odnosu na slučaj u kojem svi kriteriji imaju jednak prioritet.



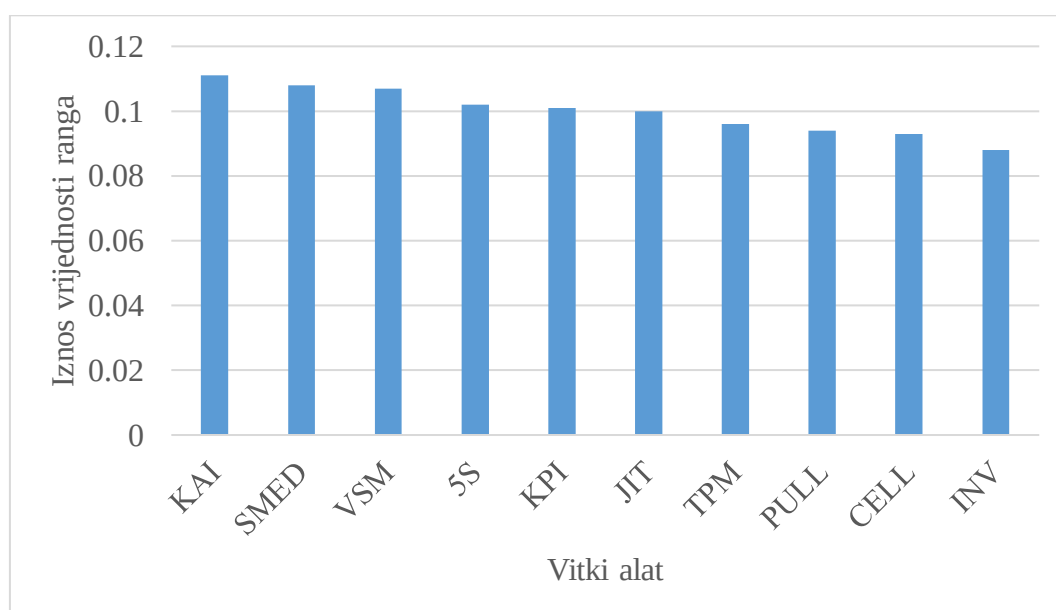
Slika 5.33 – Vizualni prikaz vektora prioriteta kriterija poduzeća u odnosu na vektor prioriteta s jednakim vrijednostima

Kako prikazuje Slika 5.33, kriteriji EF1 i EF2 i EF3 imaju najveće vrijednosti prioriteta kriterija, a shodno tim vrijednostima pomoću AHP metode i korištenjem programa *Expert Choice 11* izračunat će se vrijednosti vektora rangova alternativa. Na temelju vektora kriterija poduzeća i matrice rangova alternativa, izračunat je vektor rangova alternativa za dano poduzeće, a spomenuti vektor prikazuje Tablica 5.14.

Tablica 5.14 – Vektor globalnih prioriteta alternativa za poduzeće

Alternative	Prioritet
5S	0,102
CELL	0,093
INV	0,088
JIT	0,100
KAI	0,111
KPI	0,101
PULL	0,094
SMED	0,108
TPM	0,096
VSM	0,107

Zadnji korak AHP metode je sortiranje globalnih prioriteta alternativa koje prikazuje Tablica 5.14, kako bi se dobili rangovi pojedinih alternativa. Alternative poredane prema vrijednosti globalnog prioriteta, od veće prema manjoj, prikazuje Slika 5.34.



Slika 5.34 – Sortirane vrijednosti globalnih prioriteta alternativa

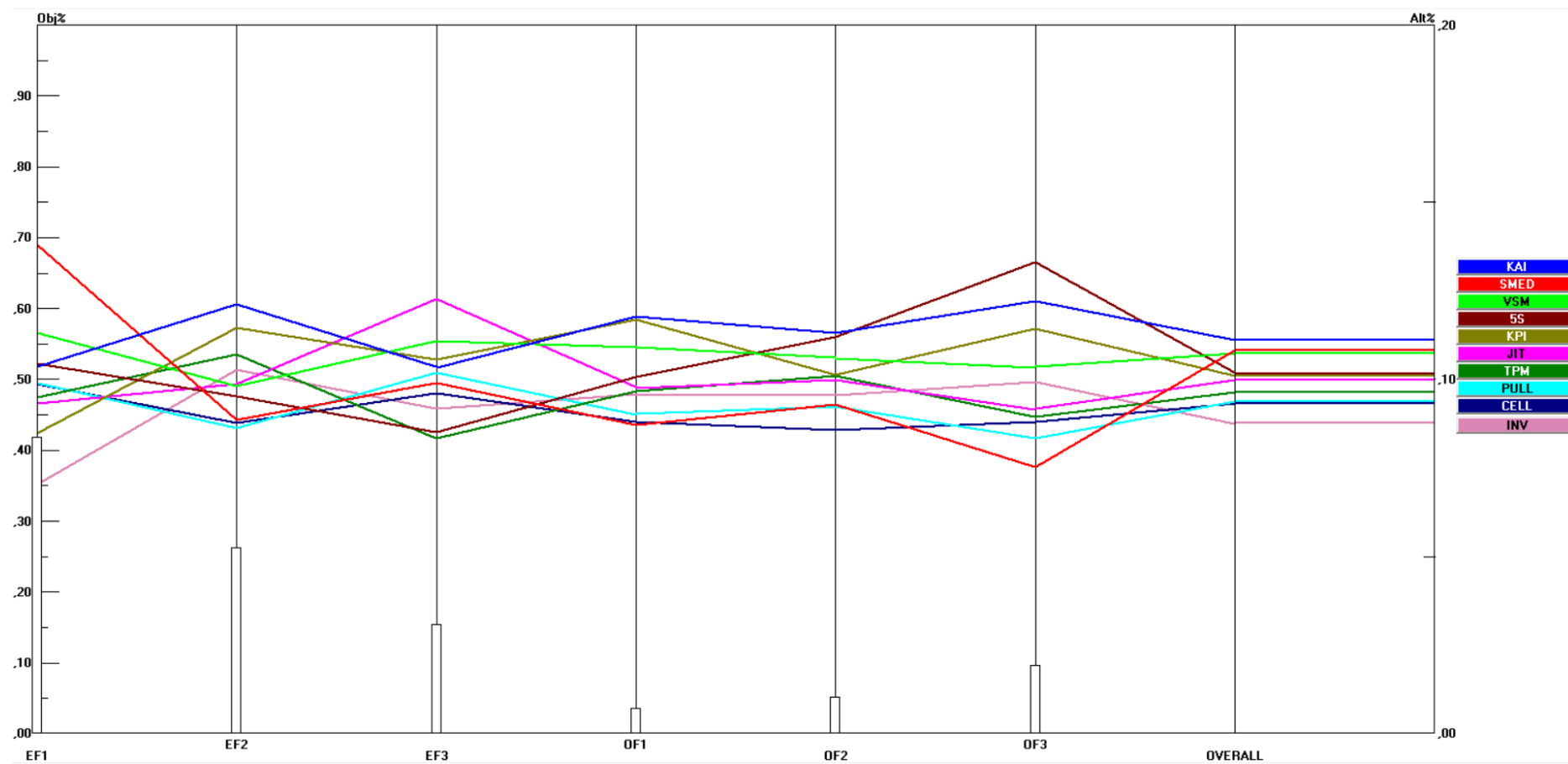
Iz gornje slike (Slika 5.34.) vidi se da prema prioritetima kriterija koje je odredilo poduzeće, najbolje rezultate mogu postići koristeći se vitkim alatom Kaizenom (KAI), zatim Brzim izmjenama alata (SMED) i Mapiranjem toka vrijednosti (VSM).

U nastavku je provedena analiza osjetljivosti modela, kako bi se dodatno utvrdila pouzdanost dobivenih rezultata. Analiza osjetljivosti modela provedena je u programu *Expert Choice 11* koristeći 3 načina prikaza osjetljivosti: performanse, dinamično i gradijent.

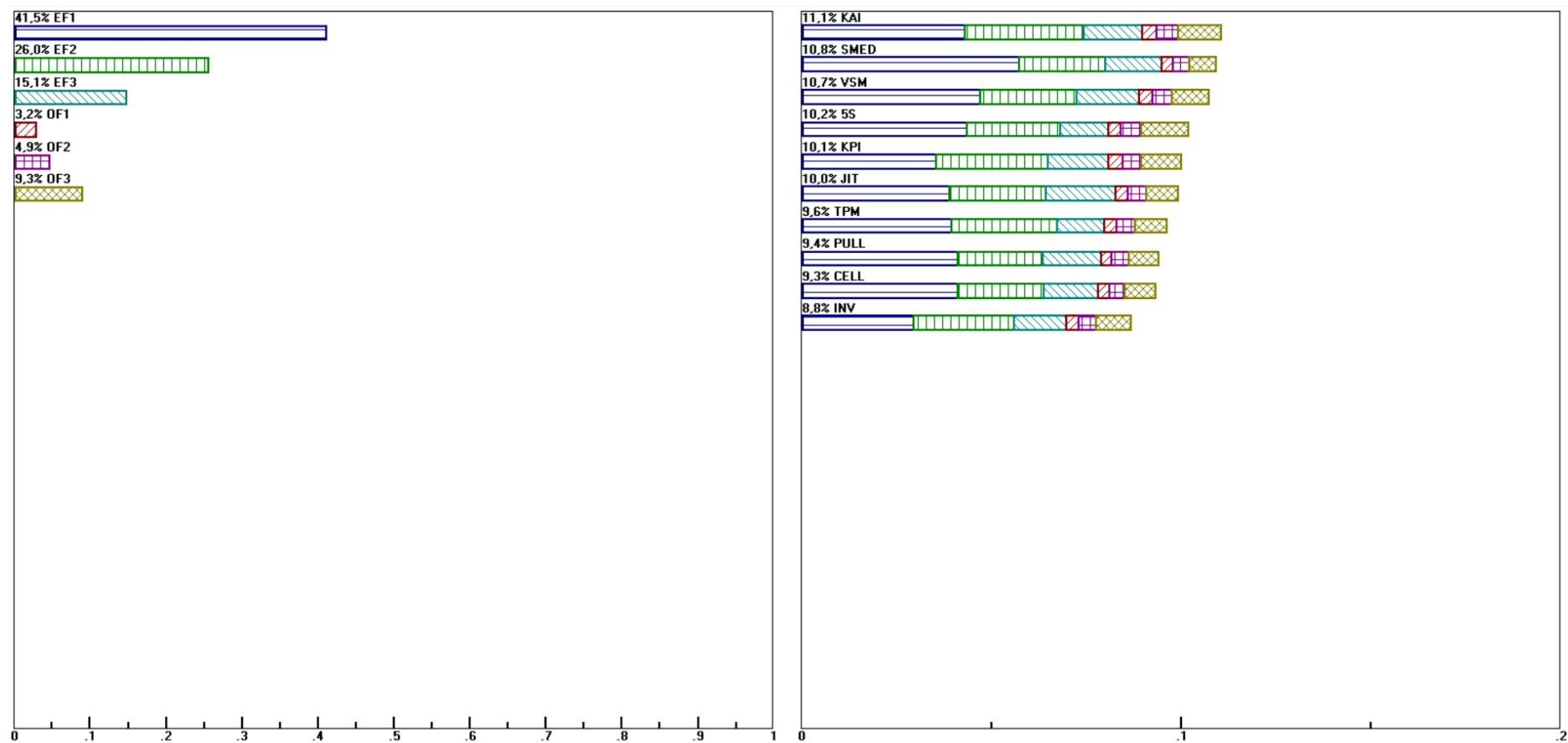
Način prikaza osjetljivosti preko performansi modela daje Slika 5.35. Kako se vidi na slici, linije koje prikazuju određene alternative međusobno su isprepletene, što znači da različite kombinacije prioriteta pokazatelja rezultiraju različitim vrijednostima rangova alternativa, što se u konačnici i očekuje od ovakvog modela. Ukoliko se paralelno s ovim prikazom osjetljivosti promotre i rezultati vrijednosti rangova prioriteta alternativa dobivenih za različite kombinacije prioriteta kriterija, a koji su prikazani u prethodnom poglavlju (poglavlje 5.4.1), može se još jednom utvrditi da predloženi model daje pouzdane rezultate.

Dinamički prikaz osjetljivosti modela (Slika 5.36) prikazuje udjele utjecaja koje određeni kriterij ima na vrijednost ranga pojedine alternative izraženo u postocima. Kako se vidi iz iste slike, kriterij EF1 najviše doprinosi vrijednosti svakog ranga alternative, što je i za očekivati s obzirom na to da taj kriterij ima najveću vrijednost ranga prioriteta kriterija (0,415). Ovaj prikaz pogodan je za testiranje osjetljivosti modela na male postotne promjene u vrijednosti prioriteta kriterija i kako one utječu na rangove alternativa. Tako je u ovom slučaju provedeno testiranje osjetljivosti modela na način da se postotak udjela jednog od kriterija povećao za 5 postotnih poena te se promatralo što se događa s rangovima alternativa. Provedeći ovo testiranje za svaki od kriterija, došlo se do zaključka da za male promjene u jednom ulaznom kriteriju model ne mijenja značajno vrijednosti rangova alternativa (nije došlo do promjene poretka u više od dva alata). Ovakvo svojstvo modela poželjno je s obzirom na to da se od modela očekuje da bude stabilan na male promjene. Testiranje pomoću dinamičkog prikaza provedeno je za svaki od kriterija, a primjer rezultata testa za kriterij EF1 prikazuje Slika 5.37.

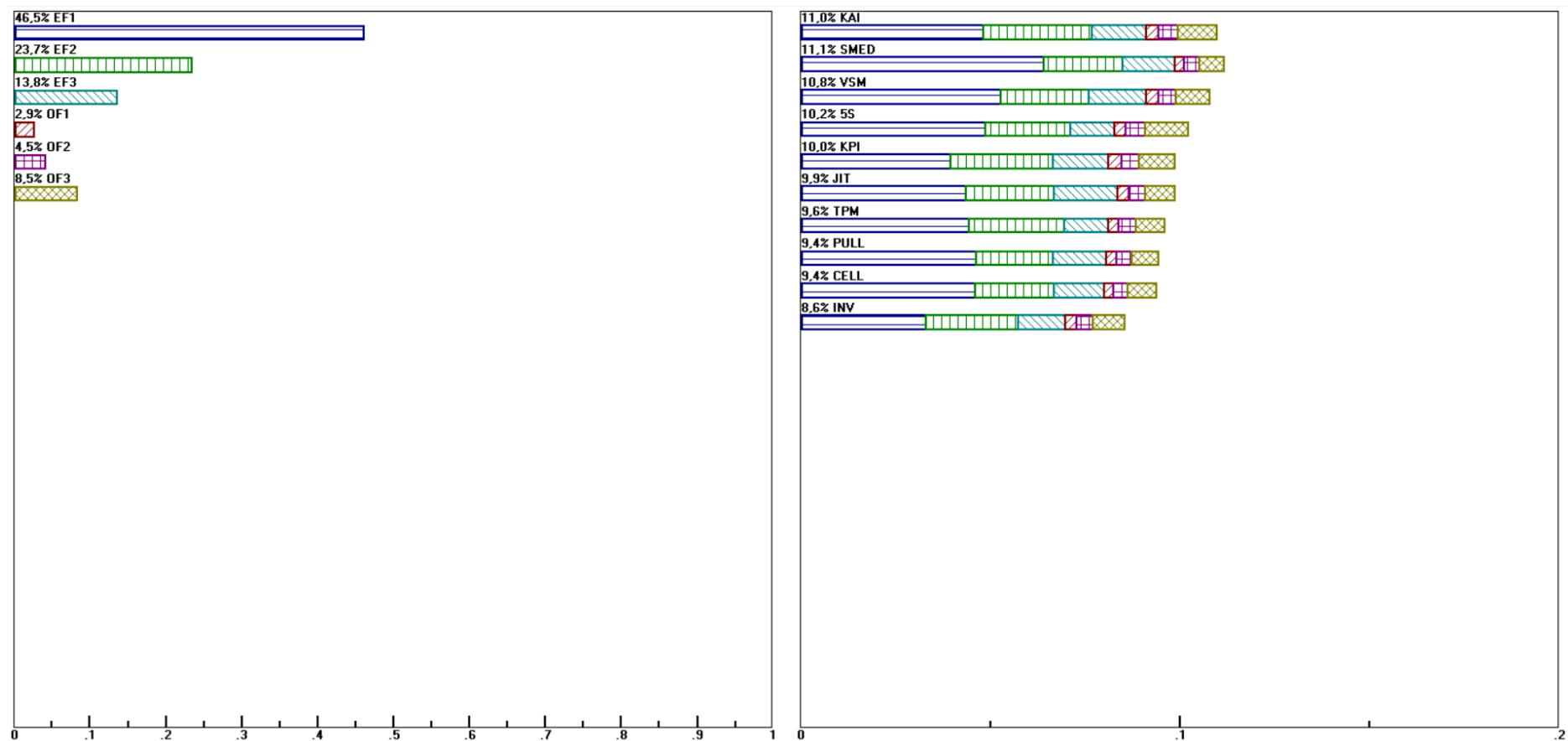
Zadnji prikaz osjetljivosti modela moguć je preko opcije „gradijent“. Ovaj prikaz daje uvid u vrijednosti prioriteta alternativa u odnosu na vrijednosti prioriteta određenog kriterija. Primjer gradijenta prioriteta alternativa za kriterij EF1 prikazuje Slika 5.38.



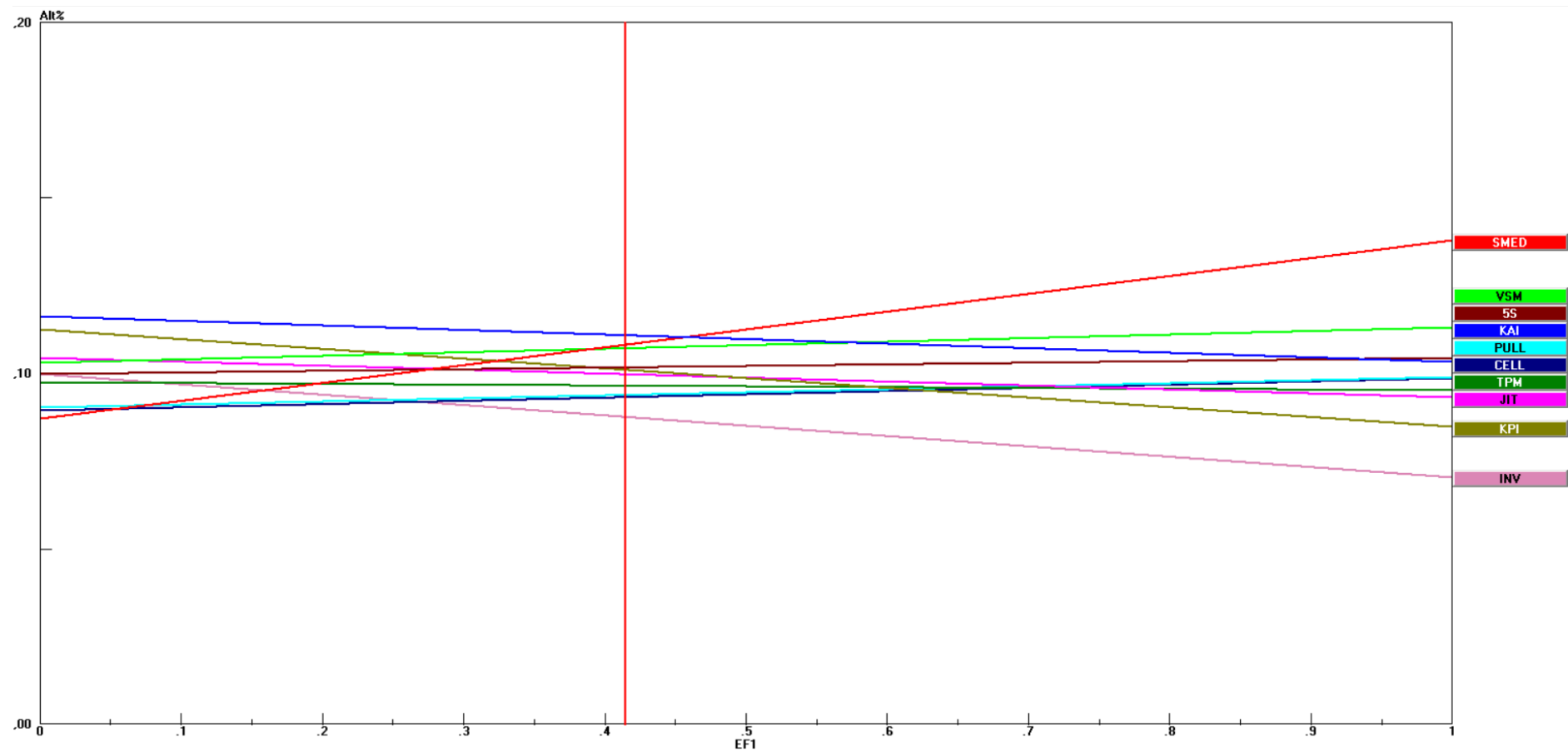
Slika 5.35 – Prikaz performansi modela prema prioritetima kriterija poduzeća



Slika 5.36 – Dinamički prikaz osjetljivosti modela



Slika 5.37 – Dinamički prikaz osjetljivosti modela kod promjene kriterija EF1 za +5 %



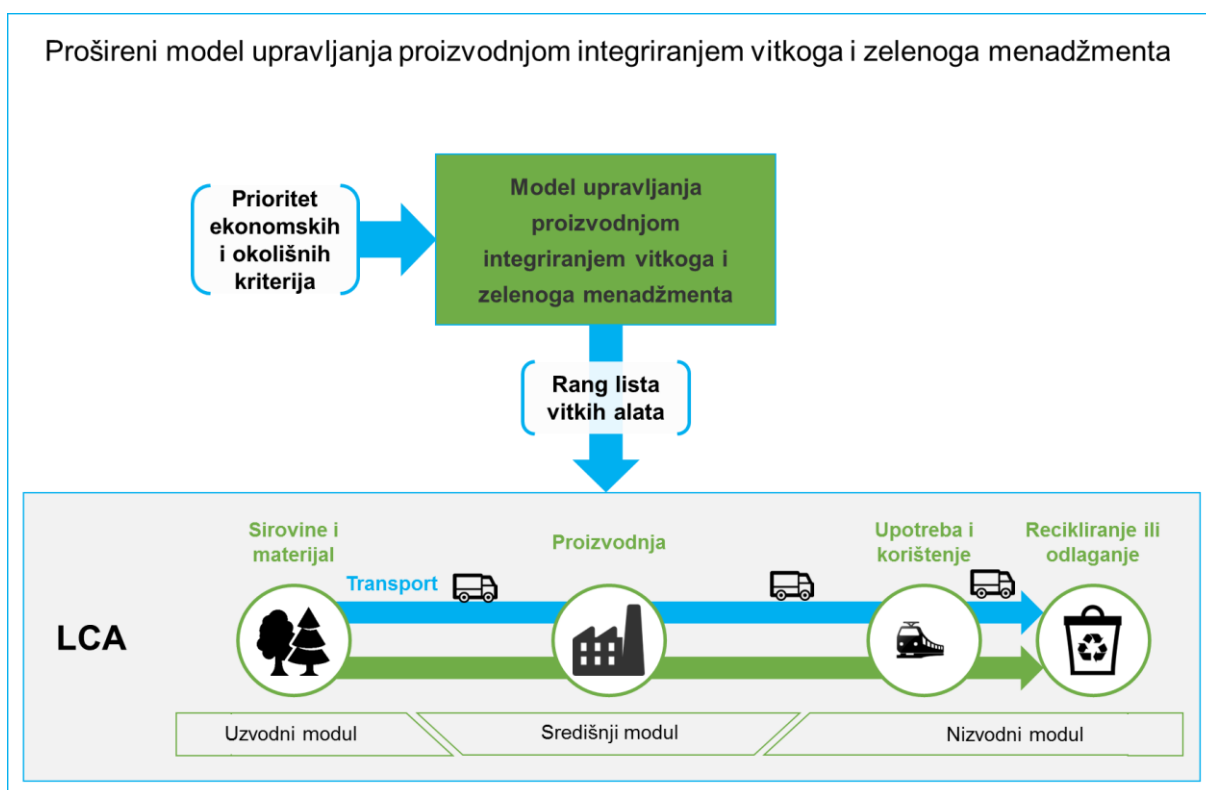
Slika 5.38 – Prikaz gradijenta prioriteta alternativa za kriterij EF1

Provedbom testiranja modela na simuliranim podacima, kao i podacima iz poduzeća, može se na temelju dobivenih rezultata zaključiti da je model uspješno verificiran. Model daje pouzdane rezultate rangova alternativa vitkih alata za kombinaciju prioriteta koju određeno poduzeće odabere.

5.5. Proširenje modela perspektivom životnog ciklusa proizvoda

Provedbom i analizom intervjua opisanom u poglavlju 3.3, došlo se do spoznaje da poduzeća ne mogu lako povezati aktivnosti koje rade kako bi unaprijedila svoje poslovanje s utjecajem kojeg te aktivnosti imaju kroz cjeloživotni ciklus njihovih proizvoda. Stoga je potrebno definirati način koji će omogućiti poduzećima da lakše mogu pojmiti utjecaj koji imaju na okoliš kroz sve faze životnog ciklusa, ali isto tako koji će im omogućiti da vide kako aktivnosti unaprjeđenja unutar poduzeća djeluju i na ostale faze životnog ciklusa. Autor stoga predlaže proširenje ranije dobivenog modela s LCA metodom. Ovakva kombinacija će omogućiti poduzećima perspektivu životnog ciklusa proizvoda.

Takav prošireni model izrađen je na teoretskoj osnovi, a njegova primjena je kroz jedan primjer prikazana u ovom doktorskom radu. Prošireni model daje poduzeću rang listu vitkih alata, ali i kroz LCA studiju prikazuje utjecaj proizvoda kroz cjeloživotni ciklus, na taj način pružajući poduzeću prošireni pogled utjecaja na okoliš u svim faza životnog ciklusa. Poduzeće može ovaj model koristiti u svrhu definiranja početnog stanja, zatim ranga vitkih alata zajedno s implementacijom i izradom budućeg stanja za koje se ponovno mogu izračunati kategorije utjecaja pomoću LCA metode, kako bi se dobio uvid u moguće promjene utjecaja kroz cjeloživotni ciklus proizvoda. U ovom radu prikazan je samo primjer primjene proširenog modela kod definiranja početnog stanja. Grafički prikaz proširenog modela prikazuje Slika 5.39.



Slika 5.39 – Vizualni prikaz proširenog modela

Kao što je napisano ranije, da bi se model proširio, potrebno je imati podatke o utjecaju proizvoda kroz sve faze životnog ciklusa. Stoga, u ovom radu su korišteni podaci dobiveni kroz LCA studiju izrađenu za jedan prototip proizvoda poduzeća već ranije spomenutog u poglavlju 5.4.2. Rezultati LCA studije sumirani su i prikazani u nastavku.

5.5.1. Sumirani rezultati LCA analize

Kod izračuna utjecaja koji određeni proizvod ima kroz cjeloživotni ciklus, korišteni su podaci prikupljeni u sklopu izrade LCA studije [156] za poduzeće spomenuto kod verifikacije modela. Kako se u ovom primjeru radi o LCA analizi izrađenoj za prototip proizvoda, u njoj prikupljeni podaci su poslovna tajna, a javni su samo rezultati utjecaja proizvoda na okoliš. LCA analizu za navedeni proizvod izradio je profesor Nedeljko Štefanić u suradnji s autorom doktorskog rada. Izrada LCA analize pratila je korake detaljnije opisane u poglavlju 2.2.5. Upravo zbog osjetljivosti podataka, u ovom radu prikazat će se samo rezultati utjecaja proizvoda na okoliš kroz pet kategorija utjecaja. Spomenuti rezultati prikazani su u nastavku. Tablica 5.15 prikazuje vrijednosti utjecaja koje proizvod ima u svim fazama životnog ciklusa kroz pet osnovnih kategorija utjecaja. Spomenuta tablica prikazuje normalizirane vrijednosti

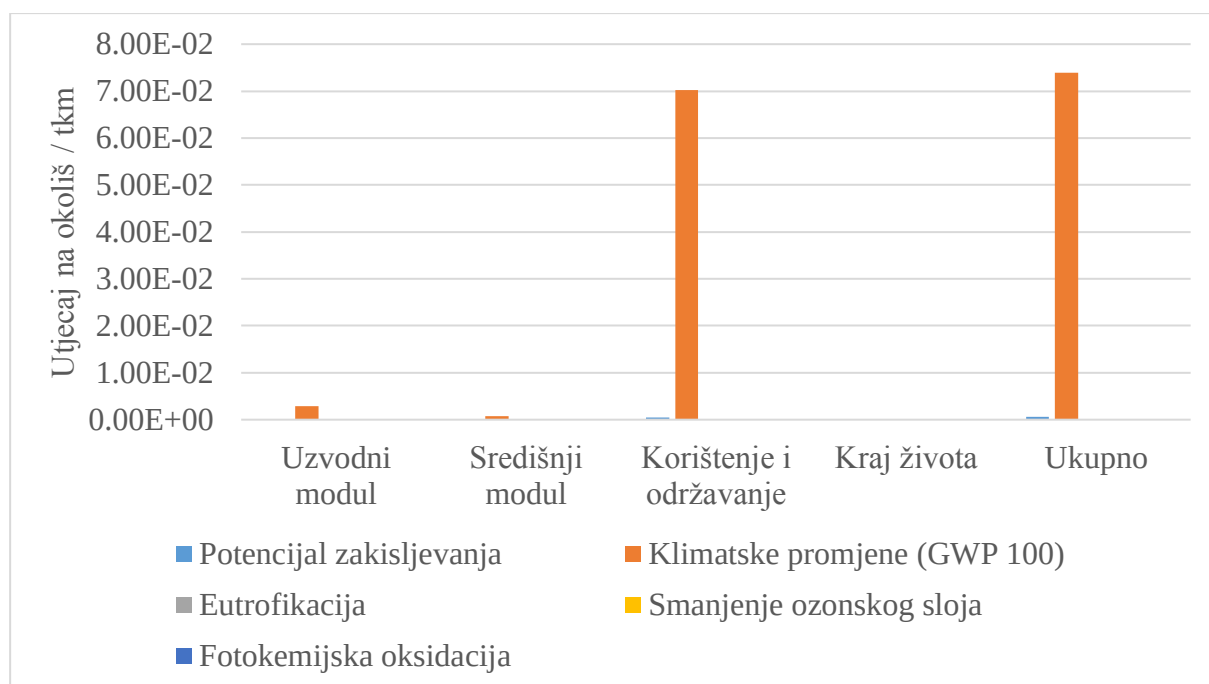
Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

utjecaja, a podaci su normalizirani prema funkcijskoj jedinici koja u ovom slučaju označava tone po kilometru prevezenog tereta (*tkm*). Kategorije utjecaja detaljno su opisane u poglavlju 2.2.5, Tablica 2.6.

Tablica 5.15 – Iznosi utjecaja proizvoda u svim fazama životnog vijeka proizvoda kroz 5 kategorija (prilagođeno iz [156])

Kategorija utjecaja na okoliš	Mjerna jedinica	Uzvodni modul	Središnja modul	Nizvodni modul		Ukupno
				Korištenje i održavanje	Kraj života	
Potencijal zakisljevanja	kg (SO ₂ – ekv.) / tkm	8,285E-06	3,065E-06	5,264E-04	1,096E-07	5,378E-04
Potencijal globalnog zatopljenja (GWP 100)	kg (CO ₂ – ekv.) / tkm	2,810E-03	7,614E-04	7,021E-02	7,133E-05	7,386E-02
Potencijal eutrofikacije	kg (PO ₄ – ekv.) / tkm	7,947E-07	3,866E-07	1,198E-04	1,086E-08	1,210E-04
Potencijal smanjenja ozonskog sloja	kg (CFC–11 – ekv.) / tkm	2,760E-11	6,753E-11	1,262E-08	3,632E-12	1,272E-08
Potencijal stvaranja fotokemijske oksidacije	kg (C ₂ H ₄ – ekv.) / tkm	1,215E-06	1,688E-07	1,429E-05	6,903E-09	1,568E-05

Nadalje, Slika 5.40 daje grafički prikaz utjecaja prema fazama životnog ciklusa i kategorijama utjecaja.

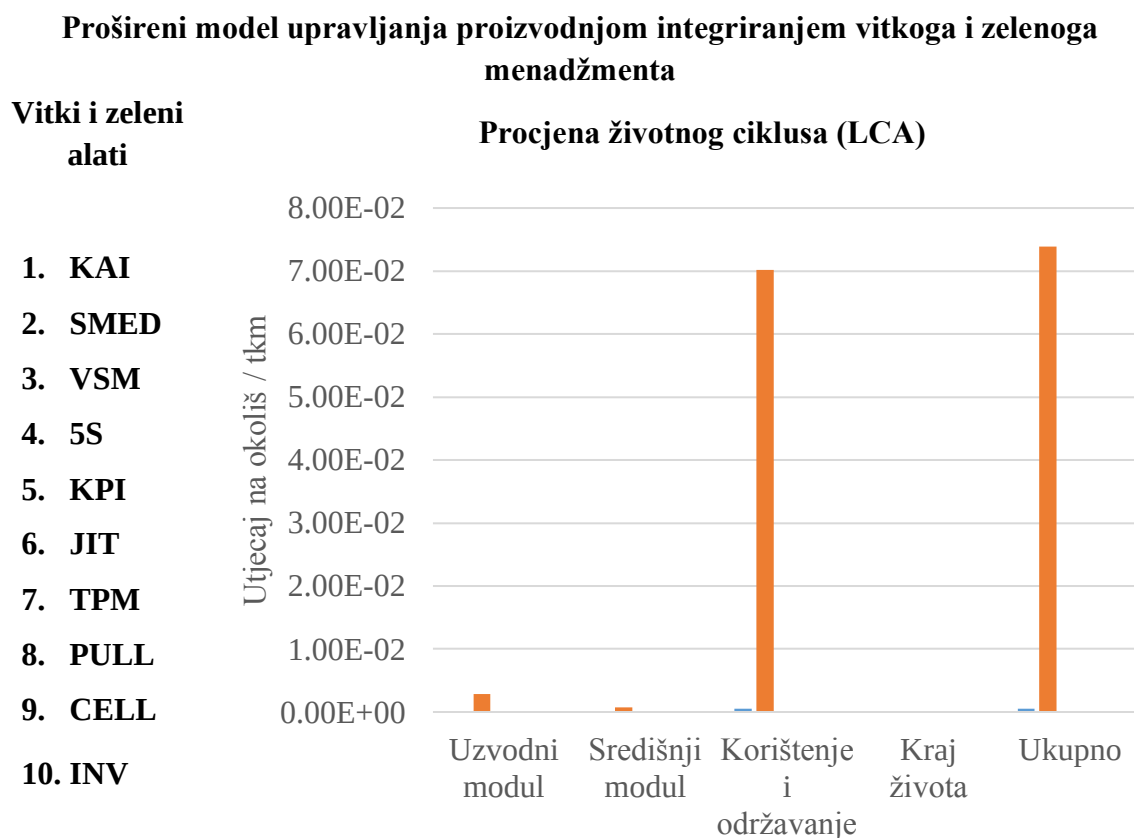


Slika 5.40 – Utjecaj proizvoda kroz cjeloživotni ciklus mjere kroz 5 kategorija utjecaja

Iz prethodne slike je vidljivo da najveći utjecaj proizvod ima kroz kategoriju klimatskih promjena, koji je u ovom konkretnom slučaju mjereno kroz pokazatelj: „*Potencijal globalnog zatopljenja (GWP 100)*“, u fazi korištenja i održavanja proizvoda. Ovakav rezultat može se objasniti činjenicom da proizvod za pogon koristi dizel gorivo, koje zbog dugog životnog vijeka ovakvih proizvoda ima značajan utjecaj kroz ovu kategoriju. Isto tako, ovakav rezultat može direktno pomoći poduzeću kod definiranja budućih aktivnosti kojima želi smanjiti utjecaj poslovanja na okoliš, imajući u vidu cjeloživotni ciklus proizvoda.

5.6. Primjer proširenog modela upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Kombinacijom perspektive koju daje model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta i LCA metoda, dobiva se prošireni model upravljanja proizvodnjom koji u obzir uzima utjecaj koje poduzeće ima u svim faza životnog vijeka proizvoda, a izražen kroz cjeloživotni ciklus proizvoda. Primjer rezultata modela prikazuje Slika 5.41.



Slika 5.41 – Primjer rezultata proširenog modela upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

Prošireni model prikazuje rang listu vitkih alata dobivenu prema prioritetima kriterija, koje je odredilo poduzeće, vezanih uz ekonomske i okolišne pokazatelje, a koja je zatim proširena rezultatima LCA studije, tj. utjecajima koje poduzeće ima kroz cjeloživotni ciklus, ali iz perspektive proizvoda za koji je rađena LCA studija. Iako LCA analiza promatra samo jedan proizvod (seriju proizvoda), može se isto tako govoriti da poduzeće ima ovakav utjecaj kroz cjeloživotni ciklus upravo iz razloga što je poduzeće odgovorno za nastanak proizvoda te kao takvo može utjecati na sve faze životnog ciklusa istog. Prošireni model daje poduzećima informaciju u kojoj fazi životnog ciklusa proizvoda postoji najveća mogućnost smanjenja utjecaja poslovanja na okoliš mjenenog pokazateljima kroz cjeloživotni ciklus proizvoda, a što

Model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta

može dodatno usmjeriti aktivnosti koje se provode kroz inicijative vitkog menadžmenta. U konkretnom slučaju (Slika 5.41), poduzeće će ostvariti najbolje rezultate, mjereno ključnim ekonomskim i okolišnim pokazateljima, ukoliko implementira vitke alate prioriteto koji je definiran rang listom. Uzevši u obzir da će najveći utjecaj biti ostvaren kroz vitki alat Kaizen te imajući u vidu informaciju o utjecaju proizvoda kroz cjeloživotni ciklus, poduzeće će moći aktivnosti unaprjeđenja koje se provode unutar alata Kaizen planirati na način da uzme u obzir i njihov utjecaj na sve faze životnog ciklusa, što ne bi bilo moguće da ne postoji informacija o utjecaju proizvoda kroz cjeloživotni ciklus proizvoda. Isto vrijedi i kod implementacije ostalih alata, s time da će kod pojedinih alata kao što je SMED i 5S biti teže odmah na prvu vidjeti kakav utjecaj aktivnosti unaprjeđenja imaju kroz ostale faze životnog ciklusa proizvoda. Poduzeće kroz svoje aktivnosti ima mogućnost utjecati na sve faze životnog ciklusa proizvoda, a prošireni model im daje uvid gdje se nalaze najveći utjecaji, o kojim se vrstama utjecaja radi i koliko oni iznose.

Na kraju se može zaključiti da model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta daje poduzećima informaciju koji vitki alat će im dati najveći benefit za kombinaciju njihovih prioriteta okolišnih i ekonomskih pokazatelja, a rezultati LCA studije daju perspektivu njihovog utjecaja kroz cjeloživotni ciklus proizvoda. Upravo kroz danu integraciju poduzeća mogu planirati svoje aktivnosti unaprjeđenja, imajući u vidu utjecaj tih aktivnosti na smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš u svim fazama životnog ciklusa proizvoda.

6. ZAKLJUČAK

Smanjenje utjecaja ljudskih aktivnosti na okoliš aktualna je tema, a o čemu najbolje govori podatak da je UN objavio plan za održivi razvoj do 2030. godine u kojem je postizanje održive proizvodnje i potrošnje jedan od ciljeva. Proizvodna poduzeća imaju veliki potencijal pridonijeti smanjenju navedenog utjecaja, stoga se i veliki naglasak u znanstvenoj zajednici, kao i u realnom sektoru stavlja upravo na koncepte i metode koje integriraju ekonomsku i okolišnu, ali sve više i društvenu održivost. Iako već postoje istraživanja u ovom području, sama integracija, kao i međusobni utjecaj, nije još uvijek u dovoljnoj mjeri istražena, stoga i ovaj doktorski rad doprinosi većem razumijevanju međusobnih utjecaja vitke i zelene proizvodnje, ali i nudi perspektivu cjeloživotnog ciklusa proizvoda.

U ovom radu dan je jedan od mogućih modela integracije ekonomskih i okolišnih koncepata, a sve s ciljem kako bi olakšao poduzećima smanjenje utjecaja poslovanja na okoliš, imajući u vidu i ekonomske, okolišne pokazatelje uspješnosti, ali i njihov utjecaj kroz cjeloživotni ciklus. Zaključak dokorskog rada bit će prikaz u nastavku kroz objašnjenje ostvarenih ciljeva dokorskog rada te objašnjenje potvrde hipoteze i postignutih znanstvenih doprinosa.

6.1. Ostvareni ciljevi dokorskog rada

Na samom početku postavljeni su ciljevi koje se htjelo ostvariti izradom ovog dokorskog rada, stoga je u daljnjem tekstu detaljno objašnjeno jesu li i kako ti ciljevi ostvareni.

Prvi cilj bio je odrediti utjecaj vitkih alata na ključne ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti poslovanja kroz detaljnu analizu dostupne literature, provođenje upitnika unutar ekspertne skupine, kao i polustrukturiranog intervjua među hrvatskim poduzećima iz prerađivačke industrije.

Utjecaj vitkih alata na ključne ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti određen je kroz nekoliko koraka. U prvom koraku analizirana je dostupna literatura iz predmetnog područja. Rezultati analize literature prikazani su u poglavlju 1.1. Kroz spomenutu analizu određeni su najučestaliji vitki alati koji se pojavljuju u literaturi, a potom i najučestaliji ekonomski i okolišni pokazatelji. U drugom koraku proveden je polustrukturirani intervju iz kojeg je, između ostalog, dobivena i informacija o učestalosti vitkih alata, ekonomskih i okolišnih pokazatelja u hrvatskim poduzećima. Imajući u vidu rezultate prethodna dva koraka, u trećem koraku ekspertna skupina je ispunila upitnik pomoću kojeg je procijenila utjecaj najučestalijih vitkih alata na najučestalije ekonomske i okolišne pokazatelje. U poglavlju 4.2 prikazani su

rezultati dobiveni analizom odgovora ekspertne skupine koji ukazuju na zaključak da svi odabrani vitki alati imaju pozitivan utjecaj na vitke i zelene pokazatelje uspješnosti. Uzevši u obzir utjecaj vitkih alata na sve ekonomske pokazatelje, najveći utjecaj ima vitki alat Kaizen, zatim SMED pa VSM, a kad se u obzir uzme utjecaj vitkih alata na sve okolišne pokazatelje, najveći utjecaj također ima vitki alat Kaizen, a slijede ga 5S i Postavljanje ciljeva (KPI). Na ovaj način određen je utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti poslovanja, čime je ostvaren i prvi cilj doktorskog rada.

Drugi cilj doktorskog rada bio je utvrditi povezanost pristupa unaprjeđenja efikasnosti poslovanja temeljenih na vitkoj proizvodnji s pristupima unaprjeđenja utjecaja na okoliš temeljenih na zelenoj proizvodnji s fokusom na cjeloživotni ciklus proizvoda.

Povezanost pristupa unaprjeđenja efikasnosti poslovanja temeljenih na vitkoj proizvodnji s pristupima unaprjeđenja utjecaja na okoliš temeljenih na zelenoj proizvodnji, imajući u vidu cjeloživotni ciklus proizvoda, istražena je i definirana u ovom radu. Kroz analizu literature dobivena je slika stanja istraživanja ove povezanosti. Određeni autori su istraživali povezanost vitke i zelene proizvodnje, dok je tek nekolicina istraživala utjecaj ova dva pristupa kroz cjeloživotni ciklus proizvoda. Detaljnija analiza literature dana je u poglavlju 1. Nadalje, analiza literature dala je smjernice za istraživanje korištenjem metode polustrukturiranog intervjua. Provedbom intervjua i naknadnom obradom rezultata došlo se do novih spoznaja vezanih uz povezanost ova dva pristupa. Poduzeća nastoje integrirati pristupe koje koriste u svojem radu, kako bi smanjili papirologiju, a shodno tome i povećali održivost nastalih unaprjeđenja, a primjer toga je slučaj s integracijom standarada proizašlih iz inicijativa vitkog menadžmenta u standard kvalitete ISO 9001. Ovakva povezanost između vitke i zelene proizvodnje još uvijek nije učestala, iako određena poduzeća iz procesne i prehrambene industrije u sklopu vitke proizvodnje prate utjecaj unaprjeđenja i na zelene pokazatelje. Ukoliko se promatra uzimaju li poduzeća u obzir utjecaje proizvoda kroz njihov cjeloživotni ciklus, može se zaključiti da ovaj pristup još uvijek nije u dovoljnoj mjeri zastupljen, a što dokazuju i rezultati analize polustrukturiranog intervjua, iz kojih se vidi da tek jedno poduzeće koristi, na individualnoj razini, LCA metodu. Razlog može biti to što je LCA metoda još uvijek kompleksna i skupa, ali isto tako može biti to što poduzeća nisu upoznata s mogućnostima koje im pruža perspektiva životnog ciklusa. Upravo zbog slabe zastupljenosti povezanosti pristupa vitke i zelene proizvodnje u realnim uvjetima poduzeća, kao i nedostatka perspektive životnog ciklusa, ovaj doktorski rad ima svrhu približiti poduzećima mogućnosti njihove integracije i predstaviti benefite koje tom integracijom mogu

postići, ali uzevši u obzir i perspektivu životnog ciklusa. Dalje, povezanost ova dva pristupa utvrđena je kroz rad ekspertne skupine, gdje je utvrđeno da alati vitkog menadžmenta imaju pozitivan utjecaj na ekonomske i okolišne pokazatelje, što navodi na zaključak da, kad se uzme u obzir njihov utjecaj koji istovremeno imaju na ekonomske i okolišne pokazatelje, mogu postići još veći benefiti. Dodatnim proširenjem integriranog modela upravljanja proizvodnjom perspektivom životnog ciklusa proizvoda, poduzećima se daje mogućnost da prepoznaju ključne utjecaje koje njihove aktivnosti imaju kroz cjeloživotni ciklus proizvoda, a što će im pomoći kod definiranja mjera poboljšanja koje će rezultirati unaprjeđenjima mjerjenima okolišnim pokazateljima kroz cjeloživotni ciklus proizvoda. Utvrđivanjem povezanosti vitke i zelene proizvodnje, uzimajući u obzir i trenutno stanje primjene pristupa procjene utjecaja poslovanja kroz cjeloživotni ciklus proizvoda, ostvaren je i drugi cilj doktorskog rada.

Treći cilj doktorskog rada bio je, na temelju podataka dobivenih iz dostupne literature, rezultata dobivenih intervjuom i kroz rad ekspertne skupine, izraditi model integriranog upravljanja proizvodnjom, čija će relevantnost biti testirana na realnim podacima iz prakse.

Podaci dobiveni iz literature detaljno su prikazani u poglavlju 1, a rezultati dobiveni intervjuom i polustrukturiranim intervjuom u poglavljima 3 i 4. Temeljen na spomenutim rezultatima, u poglavlju 5, izrađen je model integriranog upravljanja proizvodnjom koji je zatim testiran na realnim podacima iz poduzeća. Testiranje modela, tj. verifikacija modela provedena je u 3 koraka. Prvo je model testiran na simuliranim podacima (poglavlje 5.4.1), kako bi se odredilo daje li model ispravne rezultate kad se upotrijebe ekstremne vrijednosti ulaznih podataka. Zatim, model je testiran na realnim podacima iz poduzeća dobivenih upitnikom (poglavlje 5.4.2). Na kraju je predloženo proširenje modela LCA metodom i rezultat ishoda takvog modela prikazan je u poglavlju 5.5. Ovako definiran i verificiran model pomaže poduzećima odrediti koji vitki alati će im dati najveći benefit s obzirom na prioritete koje stavljaju na određene ekonomske i okolišne pokazatelje, a kroz integraciju LCA metode dobit će sliku utjecaja određenog proizvoda kroz cjeloživotni ciklus proizvoda te informaciju o mogućnostima za unaprjeđenje. Definiranjem i verifikacijom modela ostvaren je treći cilj doktorskog rada.

6.2. Potvrda hipoteze doktorskog rada

Doktorski rad temeljen je na hipotezi da se primjenom integriranog modela upravljanja proizvodnjom, dakle modela koji integrira vitki i zeleni menadžment, ali i korištenjem LCA metode može ostvariti mogućnost poboljšanja poslovanja mjerenog ključnim ekonomskim i okolišnim pokazateljima uspješnosti te pokazateljima utjecaja poslovanja na okoliš kroz cjeloživotni ciklus proizvoda. Zaključak o potvrdi hipoteze predstavljen je kroz odgovore na istraživačka pitanja dana u nastavku.

- 1. Koje ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti poslovanja poduzeća koriste te kako vitki alati utječu na njih?*

Kroz doktorski rad opširno se odgovorilo na ovo pitanje iz 3 perspektive. Prvo je utvrđena učestalost ekonomskih i okolišnih pokazatelja u literaturi, što je detaljno opisano u poglavljima 1.1.1 i 1.1.2. Zatim, kroz provođenje polustrukturiranog intervjua utvrdila se učestalost pojedinih ekonomskih i okolišnih pokazatelja u poduzećima iz kojih su bili ispitanici, što je detaljno opisano u poglavlju 3. Rezultati prethodna dva koraka predstavljali su bazu za izradu upitnika kojeg je ispunila ekspertna skupina, kako bi se odredio utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje. Ukupno je u literaturi pronađeno 50 različitih ekonomskih pokazatelja podijeljenih u 3 kategorije: operativni (OP), tržišni (TP) i financijski (FP). Daljnjom analizom utvrđeno je da su najučestaliji ekonomski pokazatelji u literaturi Troškovi (OP), Kvaliteta (OP), Fleksibilnost (OP) i Tržišni udio (TP), a što najbolje prikazuje Slika 1.1. Također u literaturi je pronađeno 75 različitih okolišnih pokazatelja koje se može staviti u 20 aspekata okoliša. Najučestaliji su bili pokazatelji vezani uz aspekte Upravljanje okolišem, Emisije, Energiju i Vodu.

Analizom polustrukturiranih intervjua dobiven je podatak o učestalosti određenih pokazatelja u poduzećima iz prerađivačke industrije. Rezultati analize, koje prikazuje Tablica 3.3 vezana uz ekonomske pokazatelje i Tablica 3.7 vezana uz okolišne pokazatelje, ukazuju da su u poduzećima najučestaliji ekonomski pokazatelji: Financijski pokazatelji (FP), Troškovi proizvodnje (OP), Produktivnost (OP), Kvaliteta (OP), Vrijeme proizvodnje (Vodeće vrijeme, vrijeme montaže) (OP). S druge strane, najučestaliji okolišni pokazatelji su: Električna energija, Otpadni materijal (tehnološki otpad), Komunalni otpad i Voda. Učestalost vitkih alata također je utvrđena kroz analizu literature (Slika 1.3) i provođenje intervjua (Tablica 3.5). Od svih alata vitkog menadžmenta najzastupljeniji je 5S, a spomenut je u svim intervjuima. TPM je još jedan alat kojeg poduzeća najčešće primjenjuju. Razlog ovoj učestalosti može se pronaći u fokusu kojeg poduzeća stavljaju na iskoristivost strojeva. U

treću po redu najučestaliju skupinu alata ubrajaju se: Brza izmjena alata (SMED), Mapiranje toka vrijednosti (VSM), Postavljanje ciljeva (KPI) i Kaizen (*Gemba* Kaizen, Dnevni Kaizen, Kaizen radionice, Kaizen događaji). Zanimljiv je također podatak da vitki alat *Poka-yoke*, koji je u britanskim poduzećima među najučestalijim, nije uopće spomenut u hrvatskim.

Iz prethodnih rezultata provedenih analiza izrađen je upitnik kojim je ekspertna skupina procijenila utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje. Na temelju rezultata analize odgovora eksperata i ekspertne skupine, a koja je detaljno opisana u poglavlju 4.2, dobivena je informacija o utjecaju vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje. Iz rezultata analize može se zaključiti da svi alati vitkog menadžmenta imaju pozitivan utjecaj na ekonomske i okolišne pokazatelje, s time da postoji razlika u jačini utjecaja pojedinog vitkog alata na ekonomske i okolišne pokazatelje. Uzme li se u obzir utjecaj vitkih alata na sve ekonomske pokazatelje (Slika 4.18), može se zaključiti kako vitki alati Kaizen (KAI), Brza izmjena alata (SMED) i Mapiranje toka vrijednosti (VSM) imaju najveći utjecaj. Ukoliko se u obzir uzme utjecaj vitkih alata na sve okolišne pokazatelje (Slika 4.19), može se donijeti zaključak da vitki alati Kaizen (KAI), 5S i Postavljanje ciljeva (KPI) imaju najveći utjecaj. Detaljan prikaz utjecaja pojedinog vitkog alata na pojedinačne ekonomske i okolišne pokazatelje prikazuju Tablica 4.28 i Tablica 4.29. Na temelju navedenog može se utvrditi da doktorski rad pomaže poduzećima donijeti odluku o primjeni određenih alata vitkog menadžmenta u skladu s njihovim prioritetima izraženim kroz ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti.

2. Postoji li povezanost između pristupa unaprjeđenja efikasnosti poslovanja temeljenih na vitkoj proizvodnji s pristupima unaprjeđenja utjecaja poslovanja na okoliš temeljenih na zelenoj proizvodnji?

Pregledom dostupne literature iz područja vitke i zelene proizvodnje opisanom u poglavlju 1.1, dobivena je informacija o inicijativama koje se provede u različitim zemljama i industrijama ne bi li se povezala ova dva pristupa. Iako postoje tendencije njihovog povezivanja, poduzeća još uvijek nisu napravila veliki iskorak u tom smjeru. Kako bi se jasnije odgovorilo na ovo pitanje, uzimajući u obzir kontekst hrvatske proizvodnje, u sklopu polustrukturiranog intervjua dio pitanja je upravo bio vezan uz definiranje ove povezanosti. Provedenom analizom došlo se do zaključka da je samo 3 od 10 poduzeća spomenulo uštede vezane uz zeleno poslovanje kad se govorilo o vitkom menadžmentu. Drugi zaključak je da poduzeća iz industrija u kojima je potrošnja energenata, kao što su struja i plin, zatim vode i ostalih resursa predstavljaju značajni trošak u poslovanju, veći naglasak kod vitkog

menadžmenta stavljaju na praćenje i unaprjeđenje zelenog dijela poslovanja. Detaljna analiza odgovora prikazana je u poglavlju 3.3.12. Konačno, može se zaključiti da integracija vitkog i zelenog menadžmenta nije još dovoljno prisutna u proizvodnim poduzećima, iako postoje slučajevi u kojima su ova dva pristupa integrirana, prvenstveno u procesnoj i prehrambenoj industriji. Upravo iz spomenutih razloga, u integraciji ova dva pristupa leži veliki potencijal.

3. Prate li poduzeća kroz inicijative vitkog menadžmenta smanjenje utjecaja na okoliš?

Poduzeća najčešće ne prate smanjenje utjecaja poslovanja okoliš kroz inicijative vitkog menadžmenta. Smanjenje utjecaja na okoliš, u sklopu inicijativa vitkog menadžmenta, prati se u poduzećima u kojima je potrošnja energenata značajan trošak u poslovanju, a najčešće su to poduzeća iz procesne i prehrambene industrije. Jedan primjer praćenja smanjenja utjecaja na okoliš kroz inicijative vitkog menadžmenta prikazan je u poglavlju 3.3.12.1. Zbog velikih potencijala ušteda prilikom smanjenja utjecaja poslovanja na okoliš poduzeća koja ne dolaze iz procesne industrije trebala bi, stoga, i usvojiti aktivnosti unaprjeđenja te uključiti perspektivu utjecaja poslovanja na okoliš, u čemu im može pomoći i ovaj doktorski rad.

4. Mogu li poduzeća paralelnom primjenom vitkog i zelenog menadžmenta ostvariti mogućnost poboljšanja mjerenog ključnim ekonomskim i okolišnim pokazateljima uspješnosti te pokazateljima utjecaja poslovanja na okoliš kroz cjeloživotni ciklus proizvoda?

U osnovi, alati vitkog menadžmenta imaju pozitivan utjecaj na ekonomske pokazatelje. Rezultati doktorskog rada sugeriraju povezanost vitkih alata sa smanjenjem utjecaja poslovanja na okoliš mjerenog kroz 7 različitih okolišnih pokazatelja, a dokaz ove tvrdnje dan je u poglavlju 4.2, dok je dokaz smanjena utjecaja poslovanja na okoliš mjerenog kroz pokazatelje prosječne potrošnje energenata, a na temelju usporedbe potrošnje kroz četiri godine, dan u poglavlju 3.3.12.1. Stoga, za vitke alate može se zaključiti da predstavljaju paralelnu primjenu vitkog i zelenog menadžmenta, što uz kombinaciju sa sustavima upravljanja okolišem poduzećima daje mogućnost ostvarenja pozitivnih rezultata mjerenih ključnim ekonomskim i okolišnim pokazateljima.

Nadalje, poduzeća još uvijek ne uviđaju kakav utjecaj aktivnosti njihovog poslovanja imaju kroz sve faze životnog ciklusa proizvoda pa, s obzirom na tu činjenicu, nisu u mogućnosti procijeniti utjecaj kroz cjeloživotni ciklus proizvoda. Ovaj nedostatak može se ukloniti integracijom rezultata LCA metode u model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta (Slika 5.39), a što će poduzećima ukazati na potencijale smanjenja utjecaja njihovog poslovanja na okoliš kroz cjeloživotni ciklus proizvoda.

Uzevši u obzir sumirane odgovore na glavna istraživačka pitanja, u konačnici, može se zaključiti da je hipoteza doktorskog rada potvrđena te da poduzeća mogu, koristeći novi model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta, imajući u vidu utjecaj poslovanja kroz sve faze životnog ciklusa, ostvariti mogućnost poboljšanja poslovanja mjerenog ključnim ekonomskim i okolišnim pokazateljima uspješnosti te pokazateljima utjecaja poslovanja na okoliš kroz cjeloživotni ciklus proizvoda.

6.3. Ostvareni znanstveni doprinos doktorskog rada

Doktorski rad rezultirao je ostvarenjem nekoliko znanstvenih doprinosa:

- izrađen je i verificiran novi model upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkoga i zelenoga menadžmenta, u koji je integrirana i perspektiva cjeloživotnog ciklusa proizvoda kroz primjenu LCA metode,
- utvrđen je utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje uspješnosti. U skladu s ovim doprinosom, definirana je rang lista vitkih alata s najvećim pozitivnim utjecajem na okolišne pokazatelje,
- definirani su najučestaliji vitki alati, ekonomski i okolišni pokazatelji koje koriste hrvatska poduzeća te su rezultati uspoređeni s poduzećima iz Velike Britanije,
- predložena je integracija principa vitke i zelene proizvodnje, uzimajući u obzir cjeloživotni ciklus proizvoda kroz model definiran u radu.

6.4. Buduća istraživanja

Područje održivosti proizvodnje, kako ekonomske tako i okolišne, bit će sve važnija tema znanstvenih istraživanja, ali i inicijativa koje se provode unutar poduzeća. Ovim radom potvrđeno je da postoji povezanost između pristupa vitke i zelene proizvodnje, ali isto tako da poduzeća još uvijek ne koriste u dovoljnoj mjeri prednosti njihove povezanosti. Stoga bi jedan od smjerova budućih istraživanja trebao biti u dodatnoj validaciji modela kroz primjenu u različitim vrstama industrija, kako bi se dobilo što više pozitivnih primjera integracije, a koji bi mogli dodatno ohrabriti poduzeća da krenu tim putem.

Nadalje, buduća istraživanja trebala bi ići u smjeru veće integracije perspektive cjeloživotnog ciklusa proizvoda u aktivnosti poduzeća. S obzirom da poduzeća još uvijek doživljavaju LCA metodu kao kompleksnu i skupu, navedeni smjer bi trebao ići ka smanjenju njezine

kompleksnosti i troškova, pazeći pritom da se ne izgubi relevantnost rezultata. Samim time, LCA metoda učinila bi se dostupnijom većem broju poduzeća.

Rezultati i zaključci ovog rada bazirani su na podacima dobivenih iz poduzeća te eksperata s iskustvom iz prerađivačke industrije; iz tog razloga ovaj rad može poslužiti kao smjernica i drugim istraživačima da se uključe u istraživanje povezanosti ekonomske i okolišne održivosti u poduzećima iz uslužne djelatnosti, ali i državne i javne uprave.

Konačno, dodatni smjer budućih istraživanja može ići prema proučavanju mogućnosti integracije društvenih pristupa u dani model.

LITERATURA

1. Dhingra R, Kress R, Upreti G. Does lean mean green? *Journal of Cleaner Production*. 2014 dec; 85: p. 1-7.
2. Kurdve M, Wiktorsson M. Green performance map: visualizing environmental KPIs. In 20th EurOMA conference *Operations Management: At the Heart of Recovery*; 2013 June: .
3. Thiede S, Posselt G, Herrmann C. SME appropriate concept for continuously improving the energy and resource efficiency in manufacturing companies.
4. Koho M, Tapaninaho M, Heilala J, Torvinen S. Towards a concept for realizing sustainability in the manufacturing industry. *Journal of Industrial and Production Engineering*. 2015; 32: p. 12-22.
5. Ioppolo G, Cucurachi S, Salomone R, Saija G, Ciraolo L. Industrial Ecology and Environmental Lean Management: Lights and Shadows. *Sustainability*. 2014; 6: p. 6362-6376.
6. Paju M, Heilala J, Hentula M, Heikkila A, Johansson B, Leong S, et al. Framework and indicators for a Sustainable Manufacturing Mapping methodology. In *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*; 2010 dec: IEEE.
7. Shah R, Ward PT. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*. 2007 jun; 25: p. 785-805.
8. Moreira F, Alves AC, Sousa RM. Towards Eco-efficient Lean Production Systems. In *Balanced Automation Systems for Future Manufacturing Networks.*: Springer Berlin Heidelberg; 2010. p. 100-108.
9. Krafcik JF. Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*. 1988; 30: p. 41-52.
10. Womack JP, Jones DT, Roos. D. *The Machine that Changed the World: the Story of Lean Production Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry* New: Rawson Associates; 1990.
11. Pampanelli AB, Found P, Bernardes AM. A lean and green Kaizen model. In *Proceedings of the 22nd international conference of production and operations management*; 2011; Reno, Nevada, USA.
12. Yang MG, Hong P, Modi SB. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*. 2011; 129: p. 251-261.
13. Womack JP, Jones DT. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Revised and Updated: FREE PR; 2003.
14. Nordin N, Deros BM, Wahab DA, Rahman MNA. A framework for organisational change management in lean manufacturing implementation. *International Journal of*

- Services and Operations Management. 2012; 12: p. 101.
15. Herzog NV, Tonchia S. An Instrument for Measuring the Degree of Lean Implementation in Manufacturing. *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering*. 2014 dec; 60: p. 797-803.
 16. Alsmadi M, Almani A, Jerisat R. A comparative analysis of Lean practices and performance in the UK manufacturing and service sector firms. *Total Quality Management & Business Excellence*. 2012 apr; 23: p. 381-396.
 17. Gaussin M, Hu G, Abolghasem S, Basu S, Shankar MR, Bidanda B. Assessing the environmental footprint of manufactured products: A survey of current literature. *International Journal of Production Economics*. 2013 dec; 146: p. 515-523.
 18. Kurdve M, Zackrisson M, Wiktorsson M, Harlin U. Lean and green integration into production system models textendash experiences from Swedish industry. *Journal of Cleaner Production*. 2014 dec; 85: p. 180-190.
 19. Tarí JJ, Molina-Azorín JF, Heras I. Benefits of the ISO 9001 and ISO 14001 standards: A literature review. *Journal of Industrial Engineering and Management*. 2012; 5: p. 297-322.
 20. Mori Y, Welch EW. The ISO 14001 environmental management standard in Japan: results from a national survey of facilities in four industries. *Journal of Environmental Planning and Management*. 2008 may; 51: p. 421-445.
 21. Sawhney R, Teparakul P, Bagchi A, Li X. En-Lean: a framework to align lean and green manufacturing in the metal cutting supply chain. *International Journal of Enterprise Network Management*. 2007; 1: p. 238.
 22. Florida R. Lean and Green: The Move to Environmentally Conscious Manufacturing. *California Management Review*. 1996.; 39(1).
 23. Rothenberg S, Pil FK, Maxwell J. Lean, Green, and the Quest for Superior Environmental Performance. *Production and Operations Management*. 2001.; 10(3).
 24. King AA, Lenox MJ. Lean and Green? An Empirical Examination of the Relationship Between Lean Production and Environmental Performance. *Production and Operations Management*. 2001; 10: p. 244-256.
 25. Venkat K, Wakeland W. Is Lean Necessarily Green? In *Proceedings of the 50th Annual Meeting of the ISSS*; 2006.
 26. Dües CM, Tan KH, Lim M. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. *Journal of Cleaner Production*. 2013; 40: p. 93-100.
 27. Garza-Reyes JA. Lean and green - a systematic review of the state of the art literature. *Journal of Cleaner Production*. 2015 sep; 102: p. 18-29.
 28. Bergmiller GG, Mccright PR. Parallel models for lean and green operations. In

- Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference; 2009.
29. Netland T. Exploring the phenomenon of company-specific production systems: one-best-way or own-best-way? *International Journal of Production Research*. 2013; 51: p. 1084-1097.
30. Zokaei K, Lovins H, Wood y, Hines P. *Creating a Lean and Green Business System*: Productivity Press; 2013.
31. Ng R, Low JSC, Song B. Integrating and implementing Lean and Green practices based on proposition of Carbon-Value Efficiency metric. *Journal of Cleaner Production*. 2015 may; 95: p. 242-255.
32. Roosen TJ, Pons DJ. Environmentally Lean Production: The Development and Incorporation of an Environmental Impact Index into Value Stream Mapping. *Journal of Industrial Engineering*. 2013; 2013: p. 1-17.
33. Faulkner W, Badurdeen F. Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*. 2014 dec; 85: p. 8-18.
34. Verrier B, Rose B, Caillaud E, Remita H. Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repository. *Journal of Cleaner Production*. 2014 dec; 85: p. 83-93.
35. Mihaljević I. Model praćenja učinkovitosti procesa distribucije toplinske energije primjenom načela lean. Doktorski rad ed. Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2016.
36. EPA. *The Lean and Environment Toolkit*. In.; 2007.
37. Helldal M, Tenne S, Lindahl M. Environmental benefits riding the coattails of lean production : can an integration of environmental aspects and lean production result in synergies and a reduced risk of sub-optimisation. In *Proceedings of EcoDesign 2009 : 6th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*; 2009.
38. Kaiser B, Eagan PD, Shaner H. Solutions to health care waste: life-cycle thinking and "green" purchasing. *Environmental Health Perspectives*. 2001 mar; 109: p. 205-207.
39. ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. 2006..
40. Rebitzer G, Ekvall T, Frischknecht R, Hunkeler D, Norris G, Rydberg T, et al. Life cycle assessment. *Environment International*. 2004 jul; 30: p. 701-720.
41. Vinodh S, Ruben RB, Asokan P. Life cycle assessment integrated value stream mapping framework to ensure sustainable manufacturing: a case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2015 aug; 18: p. 279-295.
42. Marr B. *Key Performance Indicators: The 75 measures every manager needs to know*.

- 1st ed. Edinburgh Gate: Pearson Education Limited; 2012.
43. Jayakrishna K, Vinodh S, Anish S. A Graph Theory approach to measure the performance of sustainability enablers in a manufacturing organization. *International Journal of Sustainable Engineering*. 2015 jun; 9: p. 47-58.
 44. Büyüközkan G, Kayakutlu G, Karakadılar İS. Assessment of lean manufacturing effect on business performance using Bayesian Belief Networks. *Expert Systems with Applications*. 2015 nov; 42: p. 6539-6551.
 45. International Standards Organisation (ISO). ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use. Geneva, Switzerland;; 2015.
 46. Tortorella GL, Marodin GA, Miorando R, Seidel A. The impact of contextual variables on learning organization in firms that are implementing lean: a study in Southern Brazil. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2015 Jun; 78: p. 1879-1892.
 47. Veža I, Gjeldum N, Mladineo M, Babić Z, Bilić B, Čelar S, et al. Analiza postojećeg stanja hrvatskih industrijskih poduzeća. Split: Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje (FESB); 2015.
 48. Biggs C. Exploration of the integration of Lean and environmental improvement Doktorski rad: Cranfield University; 2009.
 49. Liker JK. Toyota Culture: The Heart and Soul of the Toyota Way: MH; 2008.
 50. PDCA. Wikipedia. [Online]. [cited 2017 5 17. Available from: <https://en.wikipedia.org/wiki/PDCA>.
 51. Imai M. Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy: McGraw-Hill Education Ltd; 2012.
 52. Deming WE. New Economics for Industry, Government, Education: MIT University Press Group Ltd; 2000.
 53. Hamel MR, O'Connor M. Lean Math - Figuring to Improve. 1st ed. Dearborn: SME; 2017.
 54. Holweg M. The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*. 2007 mar; 25: p. 420-437.
 55. Štefanić N, Tošanović N, Hegedić M. Kaizen workshop as an important element of continuous improvement process. *International Journal of Industrial Engineering and Management*. 2012; 3(2): p. 93-98.
 56. Hampson I. Lean Production and the Toyota Production System - Or, the Case of the Forgotten Production Concepts. *Economic and Industrial Democracy*. 1999; 20.
 57. Womack JP. Gemba Walks: Lean Enterprise Institute, Inc.; 2011.

58. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Largescale Cambridge, MA: Productivity Press; 1988.
59. Štefanić N, Veža I, Gjeldum N, Tošanović N, Hegedić M. Lean menadžment priručnik - proizvodnja i usluge. 3rd ed. Štefanić N, Veža I, editors. Zagreb: Lean Menadžment Inicijativa; 2014.
60. Jawahir IS, Dillon OW, Rouch KE, Joshi KJ, Venkatachalam A, Jaafar IH. Total life-cycle considerations in product design for manufacture: a framework for comprehensive evaluation (Keynote Paper). In ; 2006.
61. Shook JY. Lean Enterprise Institute (LEI). [Online]. [cited 2017 3 10. Available from: <https://www.lean.org/WhatsLean/TransformationFramework.cfm>.
62. Anvari A, Moghimi R. The Strategic Approach to Exploration Review on TQM and Lean Production. Journal of Contemporary Management. 2012;; p. 71-82.
63. Netland T. 5S – We are doing it wrong - Part 1. The LMJ. 2015 Sep.
64. Netland T. 5S – We are doing it wrong - Part 2. The LMJ. 2015 Oct.
65. Visco D. 5s Made Easy: Taylor & Francis Inc; 2015.
66. Cua KO, McKone KE, Schroeder RG. Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. Journal of Operations Management. 2001 nov; 19: p. 675-694.
67. McCarthy D, Rich N. Lean TPM - A Blueprint for Change Oxford: Elsevier; 2004.
68. Perinić M, Maričić S, Gržinić E. Primjena SMED metode kao jednog od bitnih alata za unaprjeđivanje proizvodnje. Strojstvo. 2011; 53(5): p. 399-404.
69. Hegedić M. Prezentacija: Povećanje fleksibilnosti kroz brzu izmjenu alata. In Konferencija GALP 2014; 2014; Zagreb.
70. Dillon AP, Shingo S. A Revolution in Manufacturing: Taylor & Francis Inc; 1985.
71. Rother M, Shook J. Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA: Lean Enterprise Institute; 1999.
72. Imai M. Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success New York: McGraw-Hill; 1986.
73. Gudlin M. Kaizen u proizvodnji i uslugama. Prezentacija. Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2016.
74. Terziovski M, Sohal AS. The adoption of continuous improvement and innovation strategies in Australian manufacturing firms. Technovation. 2000; 20: p. 539-550.
75. Hamel MR. Kaizen Event Fieldbook - Foundation, Framework, and Standard Work for Effective Events Dearborn: SME; 2010.

76. Farris JA, Aken EMV, Doolen TL, Worley J. Critical success factors for human resource outcomes in Kaizen events: An empirical study. *International Journal of Production Economics*. 2009; 117: p. 42-65.
77. Hines P, Holweg M, Rich N. Learning to evolve. *International Journal of Operations*
78. Stipančić F, Hegedić M, Štefanić N. Application of Kanban System Using Digital Solution for Lean Maintenance. In *Zbornik radova 23. međunarodno savjetovanje Održavanje 2017.*; Bigrad na Moru.
79. Junior ML, Filho MG. Variations of the kanban system: Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*. 2010 may; 125: p. 13-21.
80. Spearman M, Woodruff D, Hopp W. CONWIP: a pull alternative to kanban. *International Journal of Production Research*. 1990 may; 28: p. 879-894.
81. Satyam K, Krishnamurthy A. Performance evaluation of a multi-product system under CONWIP control. *IIE Transactions*. 2008.
82. Spearman ML, Woodruff DL, Hopp WJ. CONWIP: A pull alternative to Kanban. *International Journal of*. 1990: p. 879-894.
83. Karim A, Uz-Zaman KA. A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*. 2013 feb; 19: p. 169-196.
84. Kondo Y. Hoshin kanri – a participative way of quality management in Japan. *The TQM Magazine*. 1998; 10(6).
85. LeanProduction. What Is Hoshin Kanri? [Online]. [cited 2017 5 16. Available from: <http://www.leanproduction.com/hoshin-kanri.html>.
86. Smalley A. Creating Level Pull: A Lean Production-System Improvement Guide for Production-Control, Operations, and Engineering Professionals (Lean Tool Kit): Lean Enterprises Inst Inc; 2004.
87. Institute LE. Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers: Lean Enterprise Institute; 2006.
88. Pampanelli AB, Found P, Bernardes AM. A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*. 2014; 85: p. 19-30.
89. Saurin TA, Marodin GA, Ribeiro JLD. A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. *International Journal of Production Research*. 2011 jun; 49: p. 3211-3230.
90. Heizer J, Render , Munson C. *Operations Management - Sustainability and Supply Chain Management*: Pearson; 2017.
91. Thun JH, Drüke M, Grübner A. Empowering Kanban through TPS-principles textendash an empirical analysis of the Toyota Production System. *International*

- Journal of Production Research. 2010 dec; 48: p. 7089-7106.
92. Brundtland Commission. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Oxford: UN; 1987.
93. Seiffert MEB, Loch C. Systemic thinking in environmental management: support for sustainable development. Journal of Cleaner Production. 2005 oct; 13: p. 1197-1202.
94. Agency EE. Environmental Management Tools for SMEs: A Handbook (Environmental Issues): European Environment Agency; 1999.
95. Schau EM, Traverso M, Lehmann A, Finkbeiner M. Life Cycle Costing in Sustainability Assessment—A Case Study of Remanufactured Alternators. Sustainability. 2011; 3: p. 2268-2288.
96. Melnyk S. Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. Journal of Operations Management. 2003 may; 21: p. 329-351.
97. Feng T, Zhao G, Su K. The fit between environmental management systems and organisational learning orientation. International Journal of Production Research. 2013 nov; 52: p. 2901-2914.
98. Campos LMS, de Melo Heizen DA, Verdinelli MA, Miguel PAC. Environmental performance indicators: a study on ISO 14001 certified companies. Journal of Cleaner Production. 2015 jul; 99: p. 286-296.
99. Europska Komisija. UREDBA (EZ) br. 1221/2009 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA. ; 2009.
100. FZOEU. Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. [Online]. [cited 2017 17 5. Available from: http://www.fzoeu.hr/hr/propisi/propisi_iz_podrucja_zastite_okolisa_i_gospodarenja_otpadom/.
101. Sproedt A, Plehn J, Schönsleben P, Herrmann C. A simulation-based decision support for eco-efficiency improvements in production systems. Journal of Cleaner Production. 2015 oct; 105: p. 389-405.
102. NN 30/2009. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_03_30_658.html. Zagreb: Hrvatski Sabor; 2009.
103. Global Reporting Initiative. GRI. [Online]. [cited 2017 5 12. Available from: <https://www.globalreporting.org/>.
104. Europska komisija. Priručnik za korisnike sustava EMAS. Europska komisija, Službeni list Europske unije; 2013.
105. Zovko M, Katić I, Pofuk D. Sustav ekološkog upravljanja i neovisnog ocjenjivanja (EMAS) kao dobrovoljni instrument upravljanja okolišem u poslovanju organizacija. In DOP; 2014; Zagreb. p. 1-13.

106. International Organization for Standardization (ISO). ISO 14031:2013 Environmental management - Environmental performance evaluation - Guidelines. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization (ISO); 2013.
107. GRI. G4 Sustainability Reporting Guidelines. 2015..
108. Gong Y. Global Operations Strategy: Springer Berlin Heidelberg; 2013.
109. Dornfeld D. Opportunities and Challenges to Sustainable Manufacturing and CMP. LMAS. 2009. Apr.
110. Wiese A, Luke R, Heyns GJ, Pisa NM. The integration of lean, green and best practice business principles. *Journal of Transport and Supply Chain Management*. 2015 feb; 9.
111. Hines P. Lean and Green. 3rd ed. Thinking SMTHoL, editor.; 2009.
112. Verrier B, Rose B, Caillaud E. Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model. *Journal of Cleaner Production*. 2016 mar; 116: p. 150-156.
113. Silva DAL, Delai I, de Castro MAS, Ometto AR. Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*. 2013; 47: p. 174-187.
114. Oliveira JA, Oliveira OJ, Ometto AR, Ferraudo AS, Salgado MH. Environmental Management System ISO 14001 factors for promoting the adoption of Cleaner Production practices. *Journal of Cleaner Production*. 2016; 133: p. 1384-1394.
115. Zeng SX, Meng XH, Yin HT, Tam CM, Sun L. Impact of cleaner production on business performance. *Journal of Cleaner Production*. 2010 jul; 18: p. 975-983.
116. Rashid SHA, Evans S, Longhurst P. A comparison of four sustainable manufacturing strategies. *International Journal of Sustainable Engineering*. 2008; 1: p. 214-229.
117. Huppes G, Ishikawa M. Eco- Efficiency and its Xsterminology. *Journal of Industrial Ecology*. 2005; 9(4): p. 43-46.
118. Cagno E, Micheli GJL, Trucco P. Eco-efficiency for sustainable manufacturing: an extended environmental costing method. *Production Planning & Control*. 2012.; 23: p. 134-144.
119. Egbue O, Wang E, Eseonu C. A Lean Life Cycle Framework for Assessing Product Sustainability. In *Proceedings of the 2014 Industrial and Systems Engineering Research Conference*; 2014. p. 2069-2074.
120. Hauschild M, Jeswiet J, Alting L. From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives. In *CIRP Annal - Manufacturing Technology*; 2005.
121. International Standards Organisation (ISO). ISO 14040:2006. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Geneva.

- Switzerland;; 2006.
122. Ingwersen WW, Stevenson MJ. Can we compare the environmental performance of this product to that one? An update on the development of product category rules and future challenges toward alignment. *Journal of Cleaner Production*. 2012. mar; 24: p. 102-108.
123. International Standards Organisation (ISO). ISO 14025:2006. Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures. Geneva. Switzerland;; 2006.
124. Klöpffer W, editor. Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment Dordrecht: Springer Netherlands; 2014.
125. Institute for Environment and Sustainability. The international Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook Brussel; 2012.
126. Hegedić M, Opetuk T, Đukić G, Drašković H. Life cycle assessment of power transformer-case study. In *Management of Technology – Step to Sustainable Production*, Conference Proceedings; 2016; Zagreb.
127. Guinée JB. Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers; 2002.
128. International Standards Organisation (ISO). ISO 14044:2006. Environmental management – Life Cycle Assessment – Requirements and guidelines. Geneva. Switzerland; 2006.
129. Bhasin S. *Lean Management Beyond Manufacturing*: Springer International Publishing; 2015.
130. Chiarini A. Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers. *Journal of Cleaner Production*. 2014; 85: p. 226-233.
131. Langenwaller G. "Life" is our ultimate customer: from lean to sustainability. AME. 2006.
132. Porter ME, Kramer MR. Creating Shared Value. [Online].; 2011 [cited 2017 5 10. Available from: <https://hbr.org/2011/01/the-big-idea-creating-shared-value>.
133. Masoumik SM, Abdul-Rashid SH, Olugu EU. Importance-performance Analysis of Green Strategy Adoption within the Malaysian Manufacturing Industry. *Procedia CIRP*. 2015; 26: p. 646-652.
134. Frost A. Going green: prospects for SME's to attain ISO 14001 and the challenges they face in the process. Doktorski rad. ; 2011.
135. Kurdve M. Development of collaborative green lean production systems. Doktorski rad. , Mälardalen University; 2014 September.
136. Torres Jr. S, Gati AM. Environmental Value Stream Mapping (EVSM) as

- sustainability management tool. In PICMET '09 - 2009 Portland International Conference on Management of Engineering Technology; 2009 Aug. p. 1689-1698.
137. Wu L, Subramanian N, Abdulrahman M, Liu C, Lai Kh, Pawar K. The Impact of Integrated Practices of Lean, Green, and Social Management Systems on Firm Sustainability PerformancetextemdashEvidence from Chinese Fashion Auto-Parts Suppliers. *Sustainability*. 2015 mar; 7: p. 3838-3858.
138. Europska unija. Uredba Komisije (EZ) br. 800/2008. Službeni list Europske komisije. 2008 Aug.
139. Jakovljević Ž, Sečak K. Upravljanje poslovanjem uz pomoć metodologije "20 ključeva". In 8. konferencija o kvaliteti; 2007; Brijuni.
140. Narasimhan R, Swink M, Kim SW. Disentangling leanness and agility: An empirical investigation. *Journal of Operations Management*. 2006 sep; 24: p. 440-457.
141. ISO. The ISO Survey of Management System Standard Certifications 2015. International ; 2016.
142. Bilić-Zulle L. Korelacija - predavanje. Prezentacija. Zagreb: Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2009.
143. Belekoukias I, Garza-Reyes JA, Kumar V. The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*. 2014 apr; 52: p. 5346-5366.
144. Chen JC, Li Y, Shady BD. From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. *International Journal of Production Research*. 2010; 48: p. 1069-1086.
145. Kurnoga Živadinović N. Utvrđivanje osnovnih karakteristika proizvoda primjenom faktorske analize. *Ekonomski pregled*. 2004; 55(11-12); p. 952-966.
146. Costello AB, Osborne JW. Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most From Your Analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*. 2005; 10(7).
147. Bhushan N, Rai K. Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process: Springer Verlag GMBH; 2004.
148. Saaty TL. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*. 2008.; 1(1).
149. Opetuk T. Model uvođenja upravljanja zelenim lancima opskrbe. Doktorski rad ed. Zagreb: Fakultet Strojarstva i Brodogradnje; 2016.
150. Lee AHI, Kang HY, Hsu CF, Hung HC. A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*. 2009; 36: p. 7917-7927.
151. Govindan K, Kaliyan M, Kannan D, Haq AN. Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process.

- International Journal of Production Economics. 2014; 147: p. 555-568.
152. Kovačec M. Učinkovito upravljanje proizvodnim sustavima. Doktorski rad ed. Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje; 2015.
153. Mocenni C. The Analytic Hierarchy Process. Siena: University of Siena, Department of Information Engineering and Mathematics; 2017.
154. Brunelli M. Priority vector and consistency. In Introduction to the Analytic Hierarchy Process. Cham: Springer International Publishing; 2015. p. 17-31.
155. Udo GG. Using analytic hierarchy process to analyze the information technology outsourcing decision. Industrial Management & Data Systems. 2000; 100(9): p. 421-429.
156. Štefanić N. LCA – Life Cycle Assessment of SPBC. Zagreb: Faculty of mechanical engineering and naval architecture; 2015.
157. Jabbour CJC, de Sousa Jabbour ABL, Govindan K, Teixeira AA, de Souza Freitas WR. Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. Journal of Cleaner Production. 2013 may; 47: p. 129-140.
158. Losonci D. Fit of technical and socio subsystems in lean context, and its impact on operational performance indicators. In 18th International Annual EurOMA Conference; 2011.
159. Hon KKB. Performance and Evaluation of Manufacturing Systems. CIRP Annals - Manufacturing Technology. 2005; 54: p. 139-154.
160. Ghosh M. Lean manufacturing performance in Indian manufacturing plants. Journal of Manufacturing Technology Management. 2012 dec; 24: p. 113-122.
161. Vinodh S, Arvind KR, Somanaathan M. Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives. Clean Technologies and Environmental Policy. 2010 oct; 13: p. 469-479.
162. Felice FD, Campagiorni F, Petrillo A. Economic and Environmental Evaluation Via an Integrated Method based on LCA and MCDA. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2013 nov; 99: p. 1-10.
163. Sankaranarayanan A. Corporate Environmental Performance Rating Methodology. Ph.D. dissertation. , University of Texas at Arlington; 2010.
164. Herron C, Braiden PM. A methodology for developing sustainable quantifiable productivity improvement in manufacturing companies. International Journal of Production Economics. 2006 nov; 104: p. 143-153.
165. Sezen B, Karakadilar IS, Buyukozkan G. Proposition of a model for measuring adherence to lean practices: applied to Turkish automotive part suppliers. International Journal of Production Research. 2012 jul; 50: p. 3878-3894.

166. Pavnaskar SJ, Gershenson JK, Jambekar AB. Classification scheme for lean manufacturing tools. International Journal of Production Research. 2003 jan; 41: p. 3075-3090.
167. Brännmark M. Is Lean No Longer Mean? : A Study of the Consequences for Working Conditions in Companies Implementing Lean. In FALF2010 : Arbetsliv i förändring; 2010: FALF.

PRILOZI

Prilog 1: Ekonomski pokazatelji u literaturi

Prilog 2: Okolišni pokazatelji u literaturi

Prilog 3: Vitki alati u literaturi

Prilog 4: Polustrukturirani intervju

Prilog 5: Upitnik o uspješnosti poduzeća

Prilog 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

Prilog 7: Rezultati *Shapiro-Wilk testa* normalnosti podataka

Prilog 8: Upitnik za usporedbu prioriteta kriterija kod AHP metode

PRILOG 1: Ekonomski pokazatelji u literaturi

Tablica 6.1 – Učestalost ekonomskih pokazatelja u literaturi

Ekonomski pokazatelji		f	A1 [12]	A2 [96]	A3 [157]	A4 [83]	A5 [97]	A6 [158]	A7 [115]	A8 [16]	A9 [143]	A1 [66]	A11 [159]	A12 [44]	A13 [160]	A14 [140]	A15 [161]
O1	Troškovi	10		X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	
O2	Kvaliteta	8		X	X			X			X	X	X	X		X	
O3	Fleksibilnost	7			X			X			X	X	X	X		X	
O4	Isporuka	4			X			X				X		X			
O5	Produktivnost	4				X				X			X		X		
O6	Vodeće vrijeme	4		X	X			X							X		
O7	Kvaliteta dizajna	2		X												X	
O8	Vrijeme ciklusa	2								X				X			
O9	Zalihe	2												X	X		
O10	Brzina	1									X						
O11	Brzina dostave	1														X	
O12	Dobrobiti koje nadilaze troškove	1		X													
O13	Efektivnost	1				X											
O14	Efikasnost	1				X											
O15	Novi proizvodi	1			X												
O16	Omjer VA vremena	1				X											
O17	Potrošnja sirovog materijala	1															X
O18	Potrošnja snage	1															X

PRILOG 1: Ekonomski pokazatelji u literaturi

Ekonomski pokazatelji		f	A1 [12]	A2 [96]	A3 [157]	A4 [83]	A5 [97]	A6 [158]	A7 [115]	A8 [16]	A9 [143]	A1 [66]	A11 [159]	A12 [44]	A13 [160]	A14 [140]	A15 [161]
O19	Potrošnja ulja i rashladne tekućine	1															X
O20	Pouzdanost	1									X						
O21	Pouzdanost dostave	1														X	
O22	Prostor	1													X		
O23	Prvi ispravní output	1													X		
O24	Smanjenje gubitaka u nabavi	1		X													
O25	Smanjenje gubitaka u proizvodnji	1		X													
O26	Smanjenje veličine serija	1						X									
O27	Škart	1				X											
O28	Troškovi koji dodaju vrijednost	1															X
O29	Troškovi koji ne dodaju vrijednost	1															X
O30	Vrijeme	1											X				

PRILOG 1: Ekonomski pokazatelji u literaturi

Ekonomski pokazatelji		f	A1 [12]	A2 [96]	A3 [157]	A4 [83]	A5 [97]	A6 [158]	A7 [115]	A8 [16]	A9 [143]	A1 [66]	A11 [159]	A12 [44]	A13 [160]	A14 [140]	A15 [161]
O31	Vrijeme koje dodaje vrijednost	1															X
O32	Vrijeme koje ne dodaje vrijednost	1															X
O33	Zadovoljstvo zaposlenika	1								X							
O34	Obrtaj zaliha	1					X										
O35	Potrošnja energije	1														x	
O36	Smanjenje ljudskog rada	1					x										
T1	Tržišni udio	6	X	X			X		X	X				X			
T2	Prodaja	3	X				X							X			
T3	Reputacija poduzeća	2		X					X								
T4	Izvoz	1		X													
T5	Povjerenje dioničara	1							X								
T6	Zadovoljstvo korisnika	1								X							
F1	Povrat na imovinu	3					X			X				X			
F2	Povrat na investiciju	3	X				X							X			
F3	Povrat na prodaju	3	X				X							X			

PRILOG 1: Ekonomski pokazatelji u literaturi

Ekonomski pokazatelji		f	A1 [12]	A2 [96]	A3 [157]	A4 [83]	A5 [97]	A6 [158]	A7 [115]	A8 [16]	A9 [143]	A1 [66]	A11 [159]	A12 [44]	A13 [160]	A14 [140]	A15 [161]
F4	Profit	3					X		X					X			
F5	Neto profit	1							X								
F6	Neto profitna marža	1					X										
F7	Povrat na kapital	1							X								
F8	Tržišna vrijednost	1												X			

PRILOG 2: Okolišni pokazatelji u literaturi

Tablica 6.2 – Učestalost okolišnih pokazatelja

Okolišni aspekt	Učestalost pokazatelja iz aspekta	Okolišni pokazatelji	Učestalost određenog pokazatelja	A1 [157]	A2 [43]	A3 [98]	A4 [33]	A5 [161]	A6 [41]	A7 [162]	A8 [6]	A9 [112]	A10 [133]	A11 [163]
Upravljanje okolišem	17	Recikliranje	2			X							X	
		Podjela odgovornosti	1										X	
		Upravljanje okolišem	1											X
		ISO 14001 ili neki drugi sustav upravljanja okolišem	1	X										
		Korporativno upravljanje	1											X
		Jasna politika valorizacije upravljanja okolišem	1	X										
		Smanjenje, ponovna upotreba i recikliranje (Primijenjeno na vodu, električnu energiju i papir)	1	X										
		Okolišna strategije	1											X

PRILOG 2: Okolišni pokazatelji u literaturi

Okolišni aspekt	Učestalost pokazatelja iz aspekta	Okolišni pokazatelji	Učestalost određenog pokazatelja	A1 [157]	A2 [43]	A3 [98]	A4 [33]	A5 [161]	A6 [41]	A7 [162]	A8 [6]	A9 [112]	A10 [133]	A11 [163]
		Okolišne aktivnosti	1			X								
		Okolišno vodeće vrijeme	1			X								
		Perspektiva životnog ciklusa	1										X	
		Politike zbrinjavanja otpada	1		X									
		Razvoj ekološki prihvatljivijih proizvodnih procesa	1	X										
		Sigurnost	1			X								
		Uključenost dionika	1										X	
		Kompetencije održivosti	1										X	
Emisije	16	Emisije	1										X	
		Direktne emisije u zrak	2									X		X
		Emisije u zrak	2					X			X			
		Emisije CO2	1							X				
		Emisije stakleničkih plinova proizašle iz	1				X							

PRILOG 2: Okolišni pokazatelji u literaturi

Okolišni aspekt	Učestalost pokazatelja iz aspekta	Okolišni pokazatelji	Učestalost određenog pokazatelja	A1 [157]	A2 [43]	A3 [98]	A4 [33]	A5 [161]	A6 [41]	A7 [162]	A8 [6]	A9 [112]	A10 [133]	A11 [163]
		potrošnje energije na liniji												
		Lokalne emisije CO2	1							X				
		Lokalne emisije PM10	1							X				
		Emisije PM10	1							X				
		Ugljični otisak	1						X					
		Zakiseljavanje zraka	1						X					
		Emisije u vodu	1								X			
		Direktne emisije u vodu	1									X		
		Eutrofikacija vode	1						X					
		Emisije u tlo	1									X		
Energija	11	Korištenje energije	4				X	X				X		X
		Energija	2			X							X	
		Vrsta energije	1								X			
		Omjer korištenja energije iz obnovljivih izvora	1				X							
		Potrošnja energije	1				X							

PRILOG 2: Okolišni pokazatelji u literaturi

Okolišni aspekt	Učestalost pokazatelja iz aspekta	Okolišni pokazatelji	Učestalost određenog pokazatelja	A1 [157]	A2 [43]	A3 [98]	A4 [33]	A5 [161]	A6 [41]	A7 [162]	A8 [6]	A9 [112]	A10 [133]	A11 [163]
		na liniji												
		Primarna energija	1							X				
		Zelena energija	1							X				
Materijal	9	Materijal	1										X	
		Sirovine	2			X					X			
		Pomoćni materijal	1								X			
		Korištenje materijala	1					X						
		Korištenje toksičnih/opasnih kemikalija	1					X						
		Opasni, štetni i toksični materijali	1										X	
		Potrošnja materijala	1				X							
		Otpadni materijal	1								X			
Otpad	6	Otpad	3			X						X	X	
		Čvrsti otpad	1					X						
		Masa ograničenih otpada	1				X							
		Ukupni otpad	1											X
Resursi	4	Mineralni i	1		X									

PRILOG 2: Okolišni pokazatelji u literaturi

Okolišni aspekt	Učestalost pokazatelja iz aspekta	Okolišni pokazatelji	Učestalost određenog pokazatelja	A1 [157]	A2 [43]	A3 [98]	A4 [33]	A5 [161]	A6 [41]	A7 [162]	A8 [6]	A9 [112]	A10 [133]	A11 [163]
		energetski resursi												
		Korištenje resursa	1									X		
		Resursi iz zemlje	1		X									
		Resursi iz zraka	1		X									
Otpadne vode	2	Otpadne vode	2			X							X	
Proizvodi i usluge	2	Razvoj ekološki prihvatljivijih proizvoda	1	X										
		Utjecaji proizvoda	1					X						
Reputacija	2	Dobrovoljna promocija informacija o okolišnim pokazateljima	1	X										
		Reputacija	1			X								
Buka	2	Buka	1			X								
		Razina buke izvan proizvodnje	1				X							
Tehnologija	1	Zelene tehnologije	1										X	
Zaštita na radu	1	Loše zdravlje i sigurnost	1									X		

PRILOG 2: Okolišni pokazatelji u literaturi

Okolišni aspekt	Učestalost pokazatelja iz aspekta	Okolišni pokazatelji	Učestalost određenog pokazatelja	A1 [157]	A2 [43]	A3 [98]	A4 [33]	A5 [161]	A6 [41]	A7 [162]	A8 [6]	A9 [112]	A10 [133]	A11 [163]
Pridržavanje propisa	1	Pridržavanje propisa	1			X								
Procjena dobavljača	1	Odabir dobavljača baziran na okolišnim kriterijima	1	X										
Opći aspekt	1	Ušteden novac	1					X						
Kvalitativne mjere	1	Kvalitativne mjere	1					X						
Edukacija	1	Okolišni trening za sve zaposlenike	1	X										
Voda	10	Potrošnja vode	2						X	X				
		Voda	2			X							X	
		Korištenje vode	2					X						X
		Potrošnja procesne vode	1				X							
		Ukupna potrošnja vode	1				X							
		Vodeni resursi	1		X									
		Zagađenje vode	1					X						
Biološka raznolikost	0	Biološka raznolikost	0											
Prijevoz	0	Prijevoz	0											

PRILOG 2: Okolišni pokazatelji u literaturi

Okolišni aspekt	Učestalost pokazatelja iz aspekta	Okolišni pokazatelji	Učestalost određenog pokazatelja	A1 [157]	A2 [43]	A3 [98]	A4 [33]	A5 [161]	A6 [41]	A7 [162]	A8 [6]	A9 [112]	A10 [133]	A11 [163]
Mehanizmi rješavanja sporova u vezi s okolišem	0	Mehanizmi rješavanja sporova u vezi s okolišem	0											

PRILOG 3: Vitki alati u literaturi

Tablica 6.3 – Učestalost vitkih alata u literaturi

Red.br.	Lean Alat	Učestalost	A1 [164]	A2 [157]	A3 [158]	A4 [16]	A5 [44]	A6 [165]	A7 [7]	A8 [166]	A9 [167]	A10 [112]	A11 [161]
1.	5S	8	X	X			X	X		X	X	X	X
2.	Povlačenje (Kanban, CONWIP)	8		X	X	X	X	X	X			X	X
3.	SMED	8	X		X	X	X	X	X		X	X	
4.	JIT	6	X	X		X	X		X			X	
5.	TPM	6	X	X			X		X			X	X
6.	VSM	6	X				X	X			X	X	X
7.	Kaizen	5	X	X				X		X			X
8.	Poka-Yoke	5	X					X		X		X	X
9.	Proizvodnja u ćelijama	5			X		X	X		X			X
10.	Standardni rad	5	X				X			X	X	X	
11.	Tok	4				X		X	X		X		
12.	Upravljanje kvalitetom	4	X		X		X		X				
13.	Vizualni menadžment	4	X								X	X	X
14.	Razvoj dobavljača	3		X		X			X				
15.	Smanjenje serija	3		X			X	X					
16.	Uključenost zaposlenika	3				X		X	X				
17.	Upravljanje zalihama	3			X			X		X			
18.	Preventivno održavanje	2			X			X					
19.	Uključenje korisnika	2				X			X				
20.	7 novih alata	1	X										
21.	AMT	1			X								
22.	Analiza uzroka problema	1						X					
23.	Andon	1										X	

PRILOG 3: Vitki alati u literaturi

Red.br.	Lean Alat	Učestalost	A1 [164]	A2 [157]	A3 [158]	A4 [16]	A5 [44]	A6 [165]	A7 [7]	A8 [166]	A9 [167]	A10 [112]	A11 [161]
24.	Fleksibilnost plana	1			X								
25.	FMEA	1	X										
26.	Jednokomadni tok	1								X			
27.	Kontrola vještina	1	X										
28.	Kontrolirani procesi	1				X							
29.	KPI	1										X	
30.	Krugovi unaprjeđenja	1		X									
31.	Mreža vitkih dobavljača	1											X
32.	Multifunkcijsko uključenje u proces	1		X									
33.	OEE	1	X										
34.	Planiranje proizvodnje	1					X						
35.	PLM	1	X										
36.	Predplaniranje	1											X
37.	Produktivno održavanje	1				X							
38.	Prolazak kroz proizvodnju	1										X	
39.	Radne grupe	1					X						
40.	Rješavanje problema	1	X										
41.	Sinkrona proizvodnja	1								X			
42.	Smanjenje škarta	1								X			
43.	Smanjenje vodećeg vremena	1			X								
44.	Šest sigma	1											X
45.	Uklanjanje gubitaka	1						X					
46.	Vodstvo	1									X		



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Ivana Lučića 5
10002 Zagreb

Dozvola za korištenje podataka

Datum: _____

Voditelj intervjuja: **Miro Hegedić**

Ispitanik

Ime i prezime: _____.

Poduzeće: _____. Mjesto intervjuja: _____.

Ovo istraživanje provodi se u sklopu doktorskog rada voditelja intervjuja, a podaci prikupljeni intervjuom koristit će se samo u svrhu ovog istraživanja. Anonimnost ispitanika bit će zajamčena kroz upotrebu kodnih naziva te se u radu nigdje neće navoditi ime poduzeća ili ime ispitanika. Korišteni kodovi bit će poznati samo voditelju intervjuja.

Svojim potpisom potvrđujem sudjelovanje u intervjuu i dajem dozvolu voditelju intervjuja da podatke sakupljene u ovom intervjuu koristi kod izrade svojeg doktorskog rada pod uvjetima anonimnosti navedenim u prethodnom paragrafu.

Potpis ispitanika



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Ivana Lučića 5
10002 Zagreb

Protokol polustrukturiranog intervjua na temu zelene i vitke proizvodnje

Datum: _____

Voditelj intervjua: **Miro Hegedić**

Ispitanik

Ime i prezime: _____ . Funkcija: _____ .

Godine iskustva u implementaciji vitkog menadžmenta: _____

Poduzeće: _____ . Mjesto intervjua: _____ .

Početak intervjua: _____ Kraj intervjua: _____ Trajanje: _____ .

PITANJA A: VITKA PROIZVODNJA (14)

- L1 Što je potaknulo Vaš inicijalni interes za implementacijom vitkog menadžmenta?
- L2 Kad ste započeli implementaciju vitkog menadžmenta?
- L3 Je li Vaš ekspert bio iz poduzeća ili vanjski konzultant?
- L4 Jeste li koristili neki općenito prihvaćen i prepoznat program implementacije vitkog menadžmenta ili ste samostalno odabrali alate koji su Vam najviše odgovarali?
- L5 Možete li ukratko opisati strukturu Vaše implementacije vitkog menadžmenta? Koliko je ljudi uključeno u aktivnosti?
- L6 Koje alate vitkog menadžmenta koristite?
- L7 Koji i kakvi su bili financijski benefiti koje ste uočili ili promatrali?
- L8 Kako mjerite financijske benefite?
- L9 Možete li procijeniti zašto su nastali i u kojoj fazi?
- L10 Osim financijskih, koje ostale promjene ste uočili u svojim operacija, procesima ili procedurama?
- L11 Vidite li vitki menadžment kao jednokratni projekt ili nešto na čemu ćete raditi u doglednoj budućnosti?

L12 Koliko je vitko Vaše poduzeće danas na skali od 1 do 10, s time da 10 znači „savršeno vitko“ a 1 „uopće ne vitko“?

L13 Čini se kao da ne postoji jedna istina što je to vitki menadžment. Možete li kazati, u jednoj rečenici, koji su principi koji čine vitki menadžment za Vas?

L14 Kakvu informatičku podršku koristite kod implementacije vitkog menadžmenta za planiranje, implementaciju i praćenje?

PITANJA B: ZELENA PROIZVODNJA (11)

G1 Što biste rekli, koliko održivo / prijateljsko prema okolišu je Vaše poduzeće, na skali od 1-10, s time da je 1 znači „potpuno neprijateljska“ i 10 „savršena“?

G2 Što smatrate da su glavni efekti Vašeg poslovanja i operacija na okoliš?

G3 Kako ste došli do spoznaje koji su Vaši glavni utjecaji i kako ste se odlučili koja unaprjeđenja raditi?

G4 Što (ako išta) radite kako biste smanjili utjecaj?

G5 Što je bilo najteže u Vašem naporu da postanete više okolišno održivi?

G6 Je li smanjenje utjecaja na okoliš (okolišna unaprjeđenja) trošak ili prilika za Vaše poduzeće?

G7 Jeste li pratili bilo koji okolišni ili održivi plan implementacije, kao što su ISO 14001, EMAS, itd.?

G8 - Kakvu informatičku podršku koristite kod implementacije zelenog menadžmenta. Za planiranje, implementaciju i praćenje?

G9 – LCA Koristite li u svom poslovanju LCA metodu?

G10 – LCA Imate li za koji od svojih proizvoda neki od standardnih ekoloških certifikata kao što je EPD?

G11 - LCA Kakav efekt ima implementacija vitkih alata na ostale faze životnog ciklusa proizvoda?

PITANJA C: VITKA I ZELENA PROIZVODNJA (3)

LG1 Kao rezultat uvođenja vitkog menadžmenta, jeste li uočili nešto od ovoga: smanjenje potrošnje energije, vode, resursa, materijala, smanjenje otpada, povećanje u prodaji/ponovnom korištenju otpadnih materijala, smanjenje emisija u zrak?

LG2 Kao rezultat uvođenja vitkog menadžmenta, jeste li uočili nešto od ovoga: povećanje u potrošnji energije (u proizvodnji), povećanje transporta (u kilometrima), nešto drugo za što mislite da je Vaše poduzeće učinilo manje održivo / manje prijateljsko prema okolišu?

LG3 Cilj ovog projekta jest korištenje vitkih alata i prilagoditi ih kako bi se povećala njihova održivost / i benefiti smanjena utjecaja na okoliš. Koje je Vaše mišljenje o ovoj ideji?

Uspješnost poduzeća prema ekonomskim i okolišnim pokazateljima.

U nastavku odaberite odgovor koji najviše odgovara vašem stavu.

Pitanje: Moje poduzeće je uspješno imajući u vidu pokazatelj:

	Uopće se ne slažem	Ne slažem se	Niti se slažem, niti se ne slažem	Slažem se	Potpuno se slažem
Ekonomski pokazatelji					
Troškovi (OP)	1	2	3	4	5
Kvaliteta (OP)	1	2	3	4	5
Fleksibilnost (OP)	1	2	3	4	5
Tržišni udio (TP)	1	2	3	4	5
Isporuka (OP)	1	2	3	4	5
Produktivnost (OP)	1	2	3	4	5
Vodeće vrijeme (OP)	1	2	3	4	5
Profit (FP)	1	2	3	4	5

	Uopće se ne slažem	Ne slažem se	Niti se slažem, niti se ne slažem	Slažem se	Potpuno se slažem
Okolišni pokazatelji					
Upravljanje okolišem	1	2	3	4	5
Emisije u zrak	1	2	3	4	5
Korištenje energije	1	2	3	4	5
Korištenje vode	1	2	3	4	5
Korištenje materijala	1	2	3	4	5
Otpad	1	2	3	4	5
Korištenje resursa	1	2	3	4	5

Utjecaj vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje

Ovaj upitnik vezan je uz istraživanje utjecaja vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje koje poduzeća prate kako biste učinili svoje poslovanje održivim.

Upitnik se sastoji od pitanja koja procjenjuju utjecaj svakog od 10 odabranih vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje i dio je istraživanja koje se provodi u sklopu doktorskog rada Mire Hegedića na Fakultetu Strojarnstva i brodogradnje u Zagrebu.

Upitnik je u potpunosti anoniman, a dobiveni podaci obrađivat će se samo u zbirnom obliku.

Mentor doktorskog rada je prof.dr.sc. Nedeljko Štefanić

Poštovana/i,

hvala Vam što ćete izdvojiti vrijeme kako biste pomogli kod provođenja istraživanja o utjecaju vitkih alata na ekonomske i okolišne pokazatelje.

Pred Vama se nalazi 20 pitanja u kojima ćete trebati procijeniti utjecaj 10 najučestalijih vitkih alata na 8 ekonomskih i 7 okolišnih pokazatelja, te dva pitanja vezana uz sektor Vašeg zaposlenja i godine iskustva u vitkom menadžmentu. Objašnjenje svakog od ekonomskih i okolišnih pokazatelja dano je u ovom dokumentu ([LINK](#)), koji Vam može poslužiti kao podsjetnik.

Upitnik bi trebao trajati 10-15 minuta.

Za sva pitanja stojim Vam na raspolaganju.

Srdačan pozdrav,

Miro Hegedić

Postoje 22 pitanja u ovom upitniku.

Utjecaj vitkih alata na ekonomske pokazatelje

U ovom dijelu upitnika cilj je odrediti utjecaj 10 najučestalijih alata vitkog menadžmenta na 8 ekonomskih pokazatelja.

1 [E-5S]Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „5S (Vizualno uređenje radnog mjesta)“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

2 [E-TPM] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: "Cjelovito produktivno održavanje - TPM (*engl. Total Productive Maintenance*) na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

3 [E-SMED] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: "Brza izmjena alata - SMED (*engl. Single Minute Exchange of Die*)“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4 [E-VSM] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Mapiranje toka vrijednosti poznatog pod skraćenicom - VSM (*engl. Value Stream Mapping*)“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

5 [E-KAI]Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Kaizen (Kontinuirano unaprjeđenje procesa koje uključuje aktivnosti kao što su Kaizen radionice, Dnevni Kaizen, Gemba Kaizen, itd.)“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6 [E-PULL]Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Povlačenje (koje uključuje i alate kao što su Kanban, CONWIP, i dr.)“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

7 [E-KPI]Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Postavljanje ciljeva (KPI)“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

8 [E-INV] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Upravljanje zalihama“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

9 [E-CELL] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Proizvodnja u ćelijama“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

10 [E-JIT] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Proizvodnja upravo na vrijeme – JIT (Just in time)“ na ekonomske pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Troškovi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kvaliteta	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Profit	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleksibilnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Produktivnost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Vodeće vrijeme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tržišni udio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Isporuka	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Utjecaj vitkih alata na okolišne pokazatelje

U ovom dijelu upitnika cilj je odrediti utjecaj 10 najučestalijih alata vitkog menadžmenta na 7 okolišnih pokazatelja.

11 [O-5S]Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „5S (Vizualno uređenje radnog mjesta)“ na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

12 [O-TPM]Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: "Cjelovito produktivno održavanje - TPM (*engl. Total Productive Maintenance*) na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
----------------	-----------	--------------------	----------------	-----------	----------------	--------------------	-----------	----------------

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

13 [O-SMED]Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: "Brza izmjena alata - SMED (*engl. Single Minute Exchange of Die*)" na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

14 [O-VSM] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Mapiranje toka vrijednosti poznatog pod skraćenicom - VSM (*engl. Value Stream Mapping*)“ na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

15 [O-KAI] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Kaizen (Kontinuirano unaprjeđenje procesa koje uključuje aktivnosti kao što su Kaizen radionice, Dnevni Kaizen, Gemba Kaizen, itd.)“ na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

16 [O-PULL] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Povlačenje (koje uključuje i alate kao što su Kanban, CONWIP, i dr.)“ na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

17 [O-KPI] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Postavljanje ciljeva (KPI)“ na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

18 [O-INV] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Upravljanje zalihama“ na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

19 [O-CELL] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Proizvodnja u ćelijama“ na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

PRILOG 6: Upitnik za ekspertnu skupinu

20 [O-JIT] Prema Vašem mišljenju, procijenite kakav utjecaj ima implementacija vitkog alata: „Proizvodnja upravo na vrijeme – JIT (Just in time)“ na okolišne pokazatelje navedene u nastavku. *

Molim izaberite odgovarajući odgovor za svaku stavku.

	Jako negativan	Negativan	Umjereno negativan	Malo negativan	Neutralan	Malo pozitivan	Umjereno pozitivan	Pozitivan	Jako pozitivan
Korištenje resursa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Upravljanje okolišem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otpad	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje energije	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisije u zrak	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje vode	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Korištenje materijala	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Osnovni podaci

Informacije vezane uz ispitanika

21 [O-1] Odaberite odgovor koji najbolje opisuje sektor vašeg zaposlenja. *

Molim izaberite **samo jedan** od ponuđenih odgovora.

- ☐ Radim u akademskom sektoru
- ☐ Radim u realnom sektoru

Ukoliko ste radili u oba sektora, navedite onaj kroz koji ste stekli najviše iskustva iz vitkog menadžmenta.

22 [O-2] Koliko godina se bavite vitkim menadžmentom? *

Molimo unesite svoj odgovor ovdje:

Unesite broj godina. Zaokružite na cijeli broj.

Poštovana/i,

Vaši odgovori su spremljeni. Hvala Vam na Vašem vremenu kojeg ste uložili u ispunjavanje ovog upitnika.

Srdačan pozdrav,
Miro

Pošalji svoj upitnik.
Zahvaljujemo Vam na popunjavanju ovog upitnika.

PRILOG 7: Rezultati Shapiro-Wilk testa normalnosti podataka

Tablica 6.4 – Shapiro-Wilk test normalnosti podataka

Pokazatelj	Alat	W	p	Pokazatelj	Alat	W	p
E1	5S	0,91909	0,02541	E4	SMED	0,62385	0,00000
E1	CELL	0,89692	0,00828	E4	TPM	0,87535	0,00221
E1	INV	0,72151	0,00000	E4	VSM	0,89066	0,00500
E1	JIT	0,78016	0,00004	E5	5S	0,80207	0,00007
E1	KAI	0,77825	0,00003	E5	CELL	0,82679	0,00026
E1	KPI	0,81185	0,00011	E5	INV	0,91784	0,02358
E1	PULL	0,84159	0,00042	E5	JIT	0,83527	0,00038
E1	SMED	0,81474	0,00012	E5	KAI	0,82628	0,00021
E1	TPM	0,80630	0,00009	E5	KPI	0,83821	0,00035
E1	VSM	0,84399	0,00047	E5	PULL	0,79220	0,00005
E2	5S	0,84096	0,00040	E5	SMED	0,71465	0,00000
E2	CELL	0,87368	0,00243	E5	TPM	0,79715	0,00006
E2	INV	0,89876	0,00783	E5	VSM	0,78993	0,00004
E2	JIT	0,89908	0,00931	E6	5S	0,82051	0,00016
E2	KAI	0,79045	0,00004	E6	CELL	0,86143	0,00132
E2	KPI	0,85860	0,00094	E6	INV	0,90460	0,01090
E2	PULL	0,87607	0,00229	E6	JIT	0,85370	0,00091
E2	SMED	0,87535	0,00221	E6	KAI	0,87001	0,00168
E2	TPM	0,83181	0,00026	E6	KPI	0,89653	0,00691
E2	VSM	0,91099	0,01577	E6	PULL	0,84260	0,00044
E3	5S	0,90781	0,01311	E6	SMED	0,66593	0,00000
E3	CELL	0,90581	0,01354	E6	TPM	0,88951	0,00470
E3	INV	0,85035	0,00063	E6	VSM	0,68740	0,00000
E3	JIT	0,85198	0,00084	E7	5S	0,79493	0,00005
E3	KAI	0,83698	0,00033	E7	CELL	0,83136	0,00032
E3	KPI	0,81078	0,00010	E7	INV	0,91733	0,02288
E3	PULL	0,91036	0,01519	E7	JIT	0,89786	0,00871
E3	SMED	0,90880	0,01388	E7	KAI	0,91612	0,02130
E3	TPM	0,75486	0,00001	E7	KPI	0,88855	0,00446
E3	VSM	0,88447	0,00358	E7	PULL	0,87539	0,00221
E4	5S	0,89042	0,00494	E7	SMED	0,86339	0,00120
E4	CELL	0,88683	0,00481	E7	TPM	0,81117	0,00011
E4	INV	0,91301	0,01773	E7	VSM	0,86999	0,00167
E4	JIT	0,84531	0,00061	E8	5S	0,85396	0,00075
E4	KAI	0,88341	0,00338	E8	CELL	0,89117	0,00606
E4	KPI	0,90615	0,01191	E8	INV	0,91425	0,01907
E4	PULL	0,89282	0,00563	E8	JIT	0,80928	0,00012
E8	KAI	0,90047	0,00862	O4	INV	0,90813	0,01783
E8	KPI	0,91564	0,02070	O4	JIT	0,87083	0,00254
E8	PULL	0,86771	0,00149	O4	KAI	0,86174	0,00134

PRILOG 7: Rezultati Shapiro-Wilk testa normalnosti podataka

Pokazatelj	Alat	W	p	Pokazatelj	Alat	W	p
E8	SMED	0,87415	0,00207	O4	KPI	0,86512	0,00158
E8	TPM	0,89021	0,00488	O4	PULL	0,91022	0,01736
E8	VSM	0,80086	0,00007	O4	SMED	0,90203	0,01096
O1	5S	0,82429	0,00024	O4	TPM	0,89602	0,00788
O1	CELL	0,88905	0,00640	O4	VSM	0,87530	0,00264
O1	INV	0,89708	0,00978	O5	5S	0,86243	0,00139
O1	JIT	0,80221	0,00012	O5	CELL	0,88577	0,00540
O1	KAI	0,83696	0,00041	O5	INV	0,91201	0,02211
O1	KPI	0,85707	0,00107	O5	JIT	0,90897	0,01867
O1	PULL	0,88627	0,00467	O5	KAI	0,90076	0,01022
O1	SMED	0,90744	0,01483	O5	KPI	0,89551	0,00766
O1	TPM	0,85440	0,00094	O5	PULL	0,89663	0,00814
O1	VSM	0,85476	0,00095	O5	SMED	0,85264	0,00086
O2	5S	0,82592	0,00025	O5	TPM	0,89235	0,00646
O2	CELL	0,86099	0,00157	O5	VSM	0,87970	0,00331
O2	INV	0,88213	0,00448	O6	5S	0,90372	0,01204
O2	JIT	0,92618	0,04941	O6	CELL	0,93288	0,07288
O2	KAI	0,88665	0,00476	O6	INV	0,91099	0,02088
O2	KPI	0,86526	0,00159	O6	JIT	0,91276	0,02305
O2	PULL	0,89362	0,00692	O6	KAI	0,90295	0,01154
O2	SMED	0,78920	0,00005	O6	KPI	0,88679	0,00480
O2	TPM	0,89648	0,00808	O6	PULL	0,86929	0,00195
O2	VSM	0,86340	0,00145	O6	SMED	0,89023	0,00576
O3	5S	0,69461	0,00000	O6	TPM	0,90203	0,01096
O3	CELL	0,88374	0,00486	O6	VSM	0,87942	0,00326
O3	INV	0,87944	0,00390	O7	5S	0,89551	0,00766
O3	JIT	0,91270	0,02298	O7	CELL	0,90347	0,01381
O3	KAI	0,86593	0,00165	O7	INV	0,81674	0,00021
O3	KPI	0,85897	0,00117	O7	JIT	0,89283	0,00780
O3	PULL	0,90569	0,01344	O7	KAI	0,86786	0,00181
O3	SMED	0,88668	0,00477	O7	KPI	0,87440	0,00252
O3	TPM	0,93061	0,05703	O7	PULL	0,88761	0,00501
O3	VSM	0,88942	0,00552	O7	SMED	0,92985	0,05451
O4	5S	0,88800	0,00512	O7	TPM	0,87785	0,00301
O4	CELL	0,92909	0,05847	O7	VSM	0,87325	0,00238



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Ivana Lučića 5
10002 Zagreb

Usporedba pokazatelja uspješnosti vezanih uz ekonomske i okolišne pokazatelje poduzeća

Poštovani,

pred Vama je kratki upitnik u kojem se provodi usporedba pokazatelja uspješnosti vezanih uz ekonomske i okolišne pokazatelje za Vaše poduzeće. Podaci iz ovog upitnika bit će korišteni u doktorskom radu pristupnika Mire Hegedića kod izrade Modela upravljanja proizvodnjom integriranjem vitkog i zelenog menadžmenta. Stoga bih Vas zamolio da procijenite prioritet koji određeni pokazatelj uspješnosti ima za Vaše poduzeće na način da mu u usporedbi parova dodijeliti broj od 1 do 9, gdje 1 znači „*jednak prioritet*“, a 9 „*apsolutni prioritet*“ naspram pokazatelja s kojim se uspoređuje. Značenja ostalih ocjena prioriteta su dane u tablici u nastavku.

Ocjena prioriteta	Opisna ocjena prioriteta
1	Jednaki prioritet
2	Jednaki do umjereni prioritet
3	Umjereni prioritet
4	Umjereni do jaki prioritet
5	Jaki prioritet
6	Jaki do vrlo jaki prioritet
7	Vrlo jaki prioritet
8	Vrlo jaki do apsolutni prioritet
9	Apsolutni prioritet

Potrebno je u usporedbi parova procijeniti prioritete za 3 ekonomske grupe pokazatelja (oznake EF1 do EF3) i 3 okolišne (OF1 do OF3). Grupe pokazatelja koje se uspoređuju, zajedno s njihovim kratkim opisom, su navedene u tablici danoj u nastavku.

PRILOG 8: Upitnik za usporedbu prioriteta kriterija kod AHP metode

Oznaka	Grupa pokazatelja	Kratki opis
EF1	<i>Operativna izvrsnost poduzeća (fleksibilnost, produktivnost, vodeće vrijeme).</i>	<i>Važnost praćenja i unaprjeđenja produktivnosti, vodećeg vremena, a shodno tome i povećanja fleksibilnosti poduzeća (uvođenja novih proizvoda, prilagodba zahtjevima kupca, i sl.).</i>
EF2	<i>Financijska uspješnost i kvaliteta (troškovi, kvaliteta i profit).</i>	<i>Važnost financijskih pokazatelja, konkretno troškova i profita te pokazatelja ukupne kvalitete proizvoda.</i>
EF3	<i>Uspješnost na tržištu (tržišni udio i isporuka)</i>	<i>Važnost praćenja pokazatelja vezanog uz isporuku proizvoda na vrijeme te važnost pokazatelja o tržišnom udjelu koje poduzeće zauzima.</i>
OF1	<i>Korištenje energije, vode i materijal i emisije u zrak (korištenje energije, korištenje vode, korištenje materijala i emisije u zrak).</i>	<i>Okolišni pokazatelj vezan uz praćenje, ali i unaprjeđenje korištenja energije, vode, materijala te isto tako i praćenje te unaprjeđenje iznosa emisija u zrak koje poduzeće ima.</i>
OF2	<i>Korištenje resursa (iz zemlje i zraka).</i>	<i>Pokazatelj vezan uz korištenje resursa iz zemlje i zraka, općenito resursa koji su potrebni u proizvodnji (svi ostali resursi koji nisu spomenuti u OF1)</i>
OF3	<i>Upravljanje okolišem i otpadom (upravljanje okolišem i otpad).</i>	<i>Važnost aktivnosti upravljanja okolišem što podrazumijeva uvođenje standarada, okolišnih certifikata, izvještavanja o okolišu i slično. U ovu grupu također spada i važnost upravljanja otpadom.</i>

U nastavku se nalazi 5 tablica u kojima je potrebno upisati prioritet određenog pokazatelja. Prioritet jednog pokazatelja naspram onog drugog za Vaše poduzeće napišite na način da stavite „X“ u ćeliju ispod broja koji najbolje opisuje prioritet koji određeni pokazatelj ima u odnosu na onaj s kojim se uspoređuje. Kao što je spomenuto ranije, „X“ u ćeliji ispod broja 1 označava da ova dva pokazatelja imaju jednak prioritet u Vašem poduzeću.

Unaprijed Vam zahvaljujem na odgovoru, a u slučaju bilo kakvih pitanja, svakako me kontaktirajte.

Miro Hegedić

PRILOG 8: Upitnik za usporedbu prioriteta kriterija kod AHP metode

1. U nastavku procijenite koji od pokazatelja uspješnosti poduzeća ima veći prioritet. Uzmite u obzir zahtjeve svih dionika Vašeg poduzeća (dioničara, vlasnika, zaposlenika, itd.), ali i pravnih i regulatornih zahtjeva.

	Apsolutni prioritet			Jaki prioritet				Jednaki prioritet				Jaki prioritet				Apsolutni prioritet				
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Pokazatelji																				Pokazatelji
Operativna izvrsnost poduzeća (fleksibilnost, produktivnost, vodeće vrijeme).	EF1																		EF2	Financijska uspješnost i kvaliteta (troškovi, kvaliteta i profit).
Operativna izvrsnost poduzeća (fleksibilnost, produktivnost, vodeće vrijeme).	EF1																		EF3	Uspješnost na tržištu (tržišni udio i isporuka)
Operativna izvrsnost poduzeća (fleksibilnost, produktivnost, vodeće vrijeme).	EF1																		OF1	Korištenje energije, vode i materijal i emisije u zrak (korištenje energije, korištenje vode, korištenje materijala i emisije u zrak).
Operativna izvrsnost poduzeća (fleksibilnost,	EF1																		OF2	Korištenje resursa (iz zemlje i zraka).

PRILOG 8: Upitnik za usporedbu prioriteta kriterija kod AHP metode

<i>produktivnost, vodeće vrijeme).</i>																				
<i>Operativna izvrsnost poduzeća (fleksibilnost, produktivnost, vodeće vrijeme).</i>	EF1																		OF3	<i>Upravljanje okolišem i otpadom (upravljanje okolišem i otpad).</i>

2. U nastavku procijenite koji od pokazatelja uspješnosti poduzeća ima veći prioritet. Uzmite u obzir zahtjeve svih dionika Vašeg poduzeća (dioničara, vlasnika, zaposlenika, itd.), ali i pravnih i regulatornih zahtjeva.

	Apsolutni prioritet			Jaki prioritet				Jednaki prioritet				Jaki prioritet			Apsolutni prioritet					
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Pokazatelji																				Pokazatelji
Financijska uspješnost i kvaliteta (troškovi, kvaliteta i profit).	EF2																		EF3	Uspješnost na tržištu (tržišni udio i isporuka)

PRILOG 8: Upitnik za usporedbu prioriteta kriterija kod AHP metode

<i>Financijska uspješnost i kvaliteta (troškovi, kvaliteta i profit).</i>	EF2																		OF1	<i>Korištenje energije, vode i materijal i emisije u zrak (korištenje energije, korištenje vode, korištenje materijala i emisije u zrak).</i>
<i>Financijska uspješnost i kvaliteta (troškovi, kvaliteta i profit).</i>	EF2																		OF2	<i>Korištenje resursa (iz zemlje i zraka).</i>
<i>Financijska uspješnost i kvaliteta (troškovi, kvaliteta i profit).</i>	EF2																		OF3	<i>Upravljanje okolišem i otpadom (upravljanje okolišem i otpad).</i>

PRILOG 8: Upitnik za usporedbu prioriteta kriterija kod AHP metode

3. U nastavku procijenite koji od pokazatelja uspješnosti poduzeća ima veći prioritet. Uzmite u obzir zahtjeve svih dionika Vašeg poduzeća (dioničara, vlasnika, zaposlenika, itd.), ali i pravnih i regulatornih zahtjeva.

Apsolutni prioritet		Jaki prioritet						Jednaki prioritet				Jaki prioritet			Apsolutni prioritet					
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Pokazatelji																				Pokazatelji
Uspješnost na tržištu (tržišni udio i isporuka).	EF3																		OF1	Korištenje energije, vode i materijal i emisije u zrak (korištenje energije, korištenje vode, korištenje materijala i emisije u zrak).
Uspješnost na tržištu (tržišni udio i isporuka).	EF3																		OF2	Korištenje resursa (iz zemlje i zraka).
Uspješnost na tržištu (tržišni udio i isporuka).	EF3																		OF3	Upravljanje okolišem i otpadom (upravljanje okolišem i otpad).

PRILOG 8: Upitnik za usporedbu prioriteta kriterija kod AHP metode

4. U nastavku procijenite koji od pokazatelja uspješnosti poduzeća ima veći prioritet. Uzmite u obzir zahtjeve svih dionika Vašeg poduzeća (dioničara, vlasnika, zaposlenika, itd.), ali i pravnih i regulatornih zahtjeva.

Apsolutni prioritet				Jaki prioritet				Jednaki prioritet				Jaki prioritet				Apsolutni prioritet				
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Pokazatelji																				Pokazatelji
Korištenje energije, vode i materijal i emisije u zrak (korištenje energije, korištenje vode, korištenje materijala i emisije u zrak).	OF1																		OF2	Korištenje resursa (iz zemlje i zraka).
Korištenje energije, vode i materijal i emisije u zrak (korištenje energije, korištenje vode, korištenje materijala i emisije u zrak).	OF1																		OF3	Upravljanje okolišem i otpadom (upravljanje okolišem i otpad).

PRILOG 8: Upitnik za usporedbu prioriteta kriterija kod AHP metode

5. U nastavku procijenite koji od pokazatelja uspješnosti poduzeća ima veći prioritet. Uzmite u obzir zahtjeve svih dionika Vašeg poduzeća (dioničara, vlasnika, zaposlenika, itd.), ali i pravnih i regulatornih zahtjeva.

Apsolutni prioritet			Jaki prioritet			Jednaki prioritet			Jaki prioritet			Apsolutni prioritet								
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Pokazatelji																				Pokazatelji
Korištenje resursa (iz zemlje i zraka).	OF2																		OF3	Upravljanje okolišem i otpadom (upravljanje okolišem i otpad).

ŽIVOTOPIS I POPIS JAVNO OBJAVLJENIH ZNANSTVENIH RADOVA

Miro Hegedić rođen je 03. veljače 1987. godine u Varaždinu. Osnovnu školu završio je u Visokom, a srednju Elektrostrojarsku u Varaždinu. 2006. godine upisao je Fakultet strojarstva i brodogradnje gdje je 2010. godine obranio završni rad na temu *Mapiranje toka vrijednosti*, a 2011. godine diplomski rad pod nazivom *Vitko upravljanje projektima*. Diplomirao je s pohvalom *Summa cum laude*.

2011. godine zapošljava se na Fakultetu strojarstva i brodogradnje, prvo kao stručni suradnik na projektu, a zatim kao asistent. Iste godine upisuje i poslijediplomski doktorski studij, smjer Industrijsko inženjerstvo i menadžment, na istoimenom fakultetu.

Za vrijeme rada na Fakultetu strojarstva i brodogradnje sudjeluje u izvođenju nastave iz kolegija na Katedri za upravljanje proizvodnjom, a sudjelovao i kao mentor studentima kod pisanja njihovih završnih i diplomskih radova. Uz nastavne aktivnosti, sudjelovao je na organizaciji znanstvenih i stručnih konferencija (GALP, LSS) te seminara i edukacija za hrvatska poduzeća. Također, aktivno je radio na provođenju programa optimizacije proizvodnih i poslovnih procesa kroz implementaciju vitkog menadžmenta u hrvatska proizvodna i uslužna poduzeća i zdravstvene institucije, kao i izradi LCA studija. 2012. godine dobio je stipendiju indijske vlade te je boravio u Indiji gdje se usavršavao iz područja integriranog pristupa održivom razvoju.

Objavio je stručne i znanstvene radove na temu vitkog menadžmenta, optimizacije procesa, analize životnog ciklusa proizvoda, upravljanja projektima. Sudjelovao je na nizu znanstvenih i stručnih konferencija u Hrvatskoj i svijetu.

Miro Hegedić aktivan je i u neprofitnim organizacijama; tako je još za vrijeme studija bio jedan od pokretača Udruge studenata industrijskog inženjerstva i menadžmenta, koja je danas dio ESTIEM međunarodne organizacije, a on je trenutno član ESTIEM Alumni grupe. Aktivni je član Hrvatske udruge za upravljanje projektima, a ujedno i IPMA Young Crew gdje je bio i u predsjedništvu hrvatskog ogranka, član je i Lean menadžment inicijative i Lean Startup Hrvatska. Također, aktivni je član hrvatske startup zajednice, gdje pomaže startupima razviti njihove ideje.

Aktivno se služi engleskim i njemačkim jezikom.

Oženjen je.

Javno objavljeni znanstveni radovi:

[1] Gudlin, Mihael; Hegedić, Miro; Štefanić, Nedeljko; Cajner, Hrvoje.

Development of Supplier and Staff Organization Model of Hospital Pharmacy // Book of Proceedings of 2nd International Scientific Conference LEAN Spring Summit 2017 / Štefanić, Nedeljko ; Cajner, Hrvoje (ur.). Zagreb : Culmena d.o.o., 2017. 18-26

[2] Stipančić, Filip; Hegedić, Miro; Štefanić, Nedeljko.

Application of Kanban System Using Digital Solution for Lean Maintenance // 23. International Conference Maintenance 2017 Proceedings / Domitrović, Anita (ur.). Zagreb : HDO - Hrvatsko društvo održavatelja, 2017. 115-123

[3] Tödtling, Marko; Hegedić, Miro; Štefanić, Nedeljko.

Managing New Product Development Projects Using Lean Startup Approach // Book of Proceedings of 2nd International Scientific Conference LEAN Spring Summit 2017 / Štefanić, Nedeljko ; Cajner, Hrvoje (ur.). Zagreb : Culmena d.o.o., 2017. 1-11

[4] Gudlin, Mihael; Hegedić, Miro; Režek, Robert; Štefanić, Nedeljko.

Hospital Pharmacy Layout Optimisation Using Lean Management Principles // LEAN Spring Summit 2016 Book of Proceedings / Štefanić, Nedeljko (ur.). Zagreb : Culmena d.o.o., 2016. 39-56.

[5] Zagorec, Ivica; Hegedić, Miro.

Lean Implementation Status Measurement // LEAN Spring Summit 2016 Book of Proceedings / Štefanić, Nedeljko (ur.) Zagreb : Culmena d.o.o., 2016. 65-71.

[6] Hegedić, Miro; Opetuk Tihomir; Đukić, Goran; Drašković, Hrvoje.

Life cycle assessment of power transformer-case study // Management of Technology – Step to Sustainable Production, Conference Proceedings / Predrag Ćosić (ur.). Zagreb, 2016.

[7] Obraz, Robert; Hegedić, Miro.

Results of Kaizen methodology implementation in manufacturing // Interdisciplinary Management Research XII / Barković, Dražen ; Runzheimer, Bobo (ur.). Opatija : Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Ekonomski Fakultet, 2016. 263-273.

[8] Kram, Mateja; Tošanović, Nataša; Hegedić, Miro.

Kaizen Approach to Supply Chain Management: First Step for Transforming Supply Chain into Lean Supply Chain. // ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering. 13 (2015) , 1; 161-164.

[9] Kram, Mateja; Tošanović, Nataša; Hegedić, Miro.

Kaizen Approach to Supply Chain Management: First Step For Transforming Supply Chain Into Lean Supply Chain // International Conference on Industrial Logistics (ICIL 2014) : Conference Proceedings / Đukić, Goran (ur.). Zagreb : Faculty of Mechanicam Engineering and Naval Archicture, 2014. 290-295.

[10] Daković, Mario; Hegedić, Miro.

Risk Management Approaches in Oil and Gas Onshore Construction Projects (Project Management) // Mangement of Technology Step to Sustainable Technology, MOTSP 2014 / Ćosić, Predrag (ur.). Zagreb : Hrvatska Udruga za PLM, 2014. 39-39.

[11] Štefanić, Nedeljko; Tošanović, Nataša; Hegedić, Miro.

Kaizen workshop as an important element of continuous improvement process. // International Journal of Industrial Engineering and Management. 3 (2012) , 2; 93-98.

[12] Štefanić, Nedeljko; Tošanović, Nataša; Hegedić, Miro.

Production processes mapping // Conference Proceedings: Management of Technology – Step to Sustainable Production MOTSP 2012 / Ćosić, Predrag (ur.). Zagreb : Croatian Association for PLM, 2012. 494-500.

[13] Štefanić, Nedeljko; Tošanović, Nataša; Hegedić, Miro.

Current state analysis of production process by value stream mapping // Management of Technology – Step to Sustainable Production MOTSP 2010 Conference Proceedings / Ćosić, Predrag ; Đukić, Goran ; Barić, Gordana (ur.). / Ćosić, Predrag ; Slavko, Dolinšek ; Đukić, Goran ; Barić, Gordana (ur.). Zagreb : Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2010.

BIOGRAPHY

Miro Hegedić was born on February 3, 1987, in Varaždin. He completed his primary school education in Visoko and attended the Secondary School of Electromechanical Engineering in Varaždin. In 2006, he enrolled at the Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture. In 2010, he defended his final thesis, *Value Stream Mapping*, and in 2011, earned his Master's degree having presented his graduate thesis under the title *Lean Project Management*. He graduated with honours (Summa cum laude).

In 2011, he began his career at the Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, initially as a project assistant, and then as a teaching and research assistant. That year he also enrolled in postgraduate doctoral studies in the field of Industrial Engineering and Management, at the same faculty.

During his studies at the Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, he participated in the presentation of the course lectures in the Production Management Department and he has also mentored students in the writing of their final, and graduate theses. In addition to his teaching activities, he was also an integral part of the team organizing scientific and professional conferences (GALP, LSS), seminars, and education events for Croatian companies. During this period, he also actively worked on the optimization of production and business processes through the implementation of lean management in Croatian manufacturing and service companies, and health care institutions. He was working as well on creation of LCA studies. In 2012, he was awarded an Indian Government scholarship and travelled to India where he specialized in an integrated approach to sustainable development.

His published works include expert and scientific papers on lean management, process optimization, product life cycle analysis, and project management. He has participated in a number of scientific and professional conferences in Croatia as well as globally.

Miro Hegedić is actively working with non-profit organizations, and, while still a student, was one of the founders of the Association of Industrial Engineering and Management Students, which today is part of the ESTIEM international organization. Currently, he is a member of the ESTIEM Alumni Group. An active member of the Croatian Project Management Association, he is also, at the same time, affiliated with the IPMA Young Crew, at one time serving as a member of the board of the Croatian branch. He is also a member of the Lean

Biography

Management Initiative and Lean Startup Croatia. As an active member of the Croatian start-up community, he helps start-ups develop their ideas.

He is married and speaks English and German.