

UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**UVAJANJE NAČEL VITKOSTI V PROCESNO PROIZVODNJO:  
PRIMER PODJETJA IMPOL, D. O. O.**

Ljubljana, 5. december 2018

MARTIN ŠTULAR

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Martin Štular, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtor predloženega dela z naslovom Uvajanje načel vitkosti v procesno proizvodnjo: primer podjetja Impol, d. o. o., pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem izr. prof. dr. Markom Jakšičem

### IZJAVLJAM

1. da sem predloženo delo pripravil samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani;
4. da se zavedam, da je plagiatstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobil vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označil;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnal v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi.

V Ljubljani, dne \_\_\_\_\_

Podpis študenta: \_\_\_\_\_

# KAZALO

<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1 VITKA PROIZVODNJA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Koncept in izhodišča vitke proizvodnje .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 7 vrst smeti.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Orodja in tehnike vitke proizvodnje .....</b>	<b>6</b>
1.3.1 Koncept stalnih izboljšav kaizen .....	6
1.3.2 Metoda 5S.....	7
1.3.3 Celična proizvodnja.....	8
1.3.4 Ob pravem času .....	9
1.3.5 Uravnoteževanje proizvodnje.....	11
1.3.6 Standardizacija dela.....	12
1.3.7 Vzdrževanje opreme .....	13
1.3.8 Kakovost.....	15
1.3.9 Metoda skrajševanja nastavitvenih časov .....	16
<b>1.4 Od vitke proizvodnje k vitkemu podjetju.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5 Vizualizacija toka vrednosti.....</b>	<b>19</b>
<b>2 ZNAČILNOSTI PROCESNE PROIZVODNJE IN UVEDBE NAČEL VITKOSTI V PROCESNI PROIZVODNJI.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Tipi proizvodnje.....</b>	<b>21</b>
2.1.1 Diskretna proizvodnja.....	22
2.1.2 Procesna proizvodnja.....	22
2.1.3 Primerjava diskretne in procesne proizvodnje.....	23
2.1.4 Hibridna procesna proizvodnja.....	24
<b>2.2 Podroben opis značilnosti procesne proizvodnje .....</b>	<b>25</b>
2.2.1 Značilnosti proizvoda .....	25
2.2.2 Značilnosti procesa .....	26
2.2.3 Vrsta opreme.....	27
<b>2.3 Implementacija orodij vitke proizvodnje v procesni proizvodnji .....</b>	<b>28</b>
<b>3 ANALIZA IN PREDLOGI VPELJAVE ORODIJ VITKE PROIZVODNJE V PODJETJE IMPOL PCP .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Predstavitev podjetja Impol in hčerinskega podjetja Impol PCP.....</b>	<b>33</b>

<b>3.2 ANALIZA PROCESOV IN PROIZVODOV IMPOL PCP TER UMESTITEV V IZBRANO KLASIFIKACIJO.....</b>	<b>37</b>
3.2.1 Značilnosti Impolovih proizvodov .....	37
3.2.2 Značilnosti procesa Impola PCP .....	38
3.2.3 Umestitev Impol PCP v izbrano klasifikacijo .....	40
<b>4 PREDLOGI VPELJAVE ORODIJ VITKE PROIZVODNJE IMPOL .....</b>	<b>42</b>
4.1 5S.....	42
4.2 Vpeljava koncepta celovitega vzdrževanja opreme.....	45
4.3 Vpeljava sistema skrajševanja nastavitvenih časov .....	47
4.4 Vpeljava metode uravnoveževanja proizvodnje.....	48
<b>SKLEP.....</b>	<b>49</b>
<b>LITERATURA IN VIRI.....</b>	<b>50</b>

## **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Primerjava masovne in vitke proizvodnje .....	4
Tabela 2: Interpretacija vitke proizvodnje s strani strokovnjakov s tega področja .....	4
Tabela 3: Vpliv strategije celovitega vzdrževanja na proizvodne cilje .....	14
Tabela 4: Primerjava diskretne in procesne proizvodnje.....	23
Tabela 5: Ustreznost orodij vitke proizvodnje glede na tip proizvodnje.....	28
Tabela 6: Glavni motivi za implementacijo orodij vitke proizvodne glede na tip proizvodnje .....	29

## **KAZALO SLIK**

Slika 1: Standardni operativni postopek - dokument .....	7
Slika 2: Kanban kartica .....	10
Slika 3: Primer Poka-Yoke naprave.....	16
Slika 4: Industrije razvrščene glede na priložnost za diskretno obdelavo v procesu .....	24
Slika 5: Vrste industrij glede na obseg proizvodnje in pestrost surovin.....	26
Slika 6: Industrije razvrščene glede na tip proizvodnje, ki ga imajo v uporabi .....	28
Slika 7: Navodila za implementacijo orodij vitke proizvodnje glede na značilnosti proizvoda .....	31
Slika 8: Navodila za implementacijo orodij vitke proizvodnje glede na značilnosti procesa .....	32
Slika 9: Organizacijska struktura Impola.....	33
Slika 10: Prodaja po področjih.....	34

Slika 11: Izdelki Impol PCP-palice .....	35
Slika 12: Izdelki Impol PCP- Profili .....	35
Slika 13: Kupci po tržnih segmentih .....	36
Slika 14: Delež končnih kod po družinah proizvodov .....	37
Slika 15: Analiza vrednostnega toka .....	40

## **SEZNAM KRATIC**

3PL	third party logistics (zunanje izvajanje logistike)
EDI	electronic data exchange (elektronska izmenjava podatkov)
JIT	just in time (koncept ob pravem času)
MTO	make to order (proizvodnja po naročilu)
SMED	single minutes exchange of die (metoda skrajševanja nastavitvenih časov opreme)
SOP	standardni operativni postopek
TPM	total productive maintenance (strategija celovitega vzdrževanja opreme)
VSM	value stream mapping (vizualizacija toka vrednosti)



## UVOD

Globalizacija in hitro spreminjajoče se okolje silita podjetja v iskanje rešitev, s katerimi bodo sposobna odgovoriti na zahteve po nižjih stroških, višji kakovosti ter krajših dobavnih rokih. Koncept, ki so ga mnoga podjetja prepoznala in implementirala v svoje podjetje z namenom izboljšanja svojega poslovanja, je vitka proizvodnja.

Koncept vitke proizvodnje izhaja iz avtomobilske industrije, natančneje iz avtomobilskega proizvajalca Toyote, ki velja za pionirja vitke proizvodnje. Vitka proizvodnja je filozofija vodenja procesov, zamišljena kot strategija, ki stalno izboljšuje svoje procese in pri tem izloča aktivnosti, ki nimajo dodane vrednosti v očeh kupca.

Principi vitke proizvodnje so veliko bolj prisotni v podjetjih z diskretno proizvodnjo, medtem ko je primerov podjetij, ki imajo procesno proizvodnjo in vanjo vpeljane principe vitkosti, dosti manj. Razlogi zato se skrivajo v tem, da so za to vrsto proizvodnje značilni dolgi nastavitveni časi, velik obseg proizvodnje ter velika proizvodna oprema. Čeprav se zdi, da se nekateri principi vitkosti težko aplicirajo na procesni tip proizvodnje, obstajajo raziskave, ki so pokazale pozitivne rezultate vpeljav nekaterih principov vitkosti v procesno proizvodnjo (Cook & Rogowski, 1996).

Z uporabo klasifikacije procesne proizvodnje, ki so jo v svoji študiji naredili Abdulmalek, Rajgopal in Needy (2006), bom skušal pokazati in predstaviti možnosti za implementacijo orodij vitke proizvodnje v procesni proizvodnji. Dolgo časa se je procesna proizvodnja pojmovala kot proizvodnja, kjer se proizvajajo nediskretni proizvodi. Vendar je tako pojmovanje zelo poenostavljeno in netočno, saj so razlike med industrijami s procesno proizvodnjo enormne. Tako Abdulmalek, Rajgopal in Needy (2006, str. 4–10) predstavljajo nov pogled na procesno proizvodnjo, v katerem industrije znotraj procesne proizvodnje klasificirajo na podlagi treh ključnih dejavnikov, ki so:

- značilnosti proizvoda,
- značilnosti procesa in
- kdaj ter kje znotraj procesa nastopi priložnost za diskretno obdelavo proizvoda.

Podoben primer bo obravnavan v magistrski nalogi na praktičnem primeru podjetja Impol. Impol je podjetje, ki se ukvarja s proizvodnjo polizdelkov iz aluminija. Gre za podjetje, ki ima več kot 100.000 različnih proizvodov iz 116 različnih zlitin. Znotraj podjetja Impol se bom osredotočil na delovanje njihovega hčerinskega podjetja Impol PCP, d. o. o., ki se ukvarja z izdelavo profilov, palic in cevi. Pri izdelavi profilov, palic in cevi iz aluminija gre za procesni tip proizvodnje in tako se pri podjetju srečujejo s težavo, kako in katere principe vitke proizvodnje vpeljati v lastno proizvodnjo.

### **Namen in cilji magistrske naloge**

**Namen:** Podjetja v današnjem svetu uporabljajo različne načine poslovanja z namenom

ohranjanja konkurenčnosti. Eden od teh konceptov je princip vitke proizvodnje, ki se osredotoča na izločanje aktivnosti brez dodane vrednosti. Do zdaj so bila orodja in tehnike vitke proizvodnje večinoma uporabljene v diskretnih proizvodnjah, medtem ko v procesnih proizvodnjah koncept vitkosti do sedaj ni bil tako pogost.

Naloga je pomembna, saj lahko prispeva k zavedanju pomembnosti vitke proizvodnje. Z nalogo želim predstaviti koncept vitke proizvodnje, njene prednosti in omejitve. Z uporabo strokovne literature in analize procesa želim prikazati možnosti za vpeljavo vitke proizvodnje v procesno vodeno proizvodnjo ter na primeru podjetja Impol PCP prikazati primer vpeljave določenih orodij v praksi.

**Cilj:** Cilj magistrske naloge je preučiti, katere vidike vitke proizvodnje je možno vpeljati v procesno vodeno proizvodnjo. Naloga predpostavlja, da v procesni proizvodnji obstajajo možnosti za izboljšave, ki bi se jih dalo doseči z implementacijo principov vitke proizvodnje. Z uporabo strokovne literature želim klasificirati procesno proizvodnjo glede na njeno kompatibilnost z orodji vitke proizvodnje. Glavni cilj magistrske naloge je najti področja, kjer je principe vitkosti možno aplicirati iz diskretne na procesno proizvodnjo ter omenjeno prikazati na primeru podjetja Impol.

Za doseg tega cilja postavljam naslednja raziskovalna vprašanja, na katera želim odgovoriti. Ključno raziskovalno vprašanje je usmerjeno v analizo trenutnega procesa izdelave profilov znotraj podjetja Impol PCP in s tem postavlja izhodišče predlaganih sprememb za izboljšanje poslovanja podjetja Impol PCP z uporabo orodij vitke proizvodnje.

### **Katera načela in orodja vitke proizvodnje so primerna za uporabo v podjetju Impol PCP?**

V pomoč pri odgovoru na glavno raziskovalno vprašanje sem oblikoval naslednja podvprašanja, ki obravnavajo vodenje proizvodnje in principe vitkosti:

- Katera izmed orodij vitke proizvodnje so primerna za uporabo v procesno vodenih proizvodnjah?
- Kako na ustreznost različnih orodij vitke proizvodnje vplivajo značilnosti posamezne procesne proizvodnje?
- Kakšne so značilnosti procesa podjetja Impol PCP ter katera orodja vitke proizvodnje so smiselna za uporabo v omenjenem podjetju?

**Metode magistrskega dela:** V teoretičnem delu je predstavljena tematika dela na podlagi razpoložljive literature. Opisana so glavna orodja in pojmi vitke proizvodnje.

V praktičnem delu je predstavljeno podjetje Impol, d. d., in znotraj tega Impol PCP. Praktični del se osredotoča na proizvodni proces izdelave profilov v podjetju Impol PCP, d. o. o. Analizirano je trenutno stanje procesa v proizvodnji, na podlagi česar so podane



smernice in orodja, smiselna za uporabo v podjetju Impol PCP, upoštevajoč izbrano klasifikacijo. Ker nisem zaposlen v podjetju, sem imel omejen dostop do podatkov, pridobil sem jih v razgovorih z zaposlenimi in z ogledom proizvodnih procesov v proizvodnji profilov.

V zaključku magistrske naloge so prikazane ugotovitve, ki izhajajo iz analize študije primera.

## **1 VITKA PROIZVODNJA**

Začetki vitke proizvodnje segajo na Japonsko v leta po koncu druge svetovne vojne, ko so bili azijski proizvajalci soočeni s pomanjkanjem finančnih in materialnih virov. Tako sta Eiji Toyoda in Taiichi Ohno, takratna zaposlena pri Toyoti, razvila Toyotin proizvodni sistem, ki je danes znan pod imenom vitka proizvodnja. V naslednjem poglavju predstavljam splošno idejo in cilje vitke proizvodnje, temu pa sledi predstavitev nekaterih njenih orodij.

### **1.1 Koncept in izhodišča vitke proizvodnje**

Osnovna ideja vitke proizvodnje temelji na izločanju aktivnosti brez dodane vrednosti ali »smeti«, ki nastajajo v proizvodnem procesu, zmanjševanju stroškov ter prenašanju dela odgovornosti na zaposlene. Cilj vitke proizvodnje je jasna določitev, kaj je vrednost v očeh uporabnika. Na podlagi tega lahko prepoznamo aktivnosti, ki končnemu produktu dodajajo vrednost (Dhandapani, Potter & Naim, 2004).

Da je aktivnost lahko klasificirana kot aktivnost, ki dodaja vrednost, mora doseči naslednje tri kriterije:

- kupec mora biti pripravljen plačati za to aktivnost;
- biti mora pravilno izvedena že od samega začetka;
- aktivnost mora imeti vpliv na končno podobo izdelka ali storitve.

Ideja vitke proizvodnje temelji na tem, da končno ceno proizvoda določa kupec, ki je ob zaznavi višje kakovosti pripravljen plačati več. Ta ideja je nasprotna ideji masovne proizvodnje, ki je bila v začetkih vitke proizvodnje običajno prisotna v podjetjih zahodnega sveta in je temeljila na tem, da podjetje lahko zasluži tako, da na svoje stroške prišteje maržo, ki predstavlja končno ceno produkta (Shah & Ward, 2003). Razlike med masovno in vitko proizvodnjo so tako vidne v različnih namenih uporabe delovne opreme, drugačnih proizvodnih pristopih ter stopnji znanj proizvodnih delavcev. Ključne razlike med masovno in vitko proizvodnjo navajam po Meltonu (2005) v tabeli 1.

*Tabela 1: Primerjava masovne in vitke proizvodnje*

Vidik	Masovna proizvodnja	Vitka proizvodnja
Začetki	Henry Ford	Toyota
Zaposleni	Ozko usmerjeni na znanja svojega delovnega mesta.	Znanja za delo na več delovnih mestih.
Oprema	Draga, namenjena proizvodnji enega produkta.	Avtomatizirani sistemi, ki lahko proizvajajo široko paleto proizvodov v velikih količinah.
Proizvodne metode	Masovna proizvodnja standardiziranih proizvodov.	Delaj le tisto, kar je kupec naročil.
Organizacijska struktura	Hierarhična, vodstvo prevzema odgovornost.	Prenašanje dela odgovornosti na zaposlene.

*Vir: Melton (2005).*

Koncept vitkosti je v literaturi interpretiran na mnogo načinov. Nekaj jih je v svoji knjigi zbral Trent (2008), te nam dajo osnovno sliko, kaj naj bi koncept vitkosti predstavljal. Glavni dve sporočili interpretacij sta konstantno iskanje smeti in izločanje teh iz procesa ter delanje samo tistega, kar je naročeno. Nekaj interpretacij vitke proizvodnje je navedenih v tabeli 2.

*Tabela 2: Interpretacija vitke proizvodnje s strani strokovnjakov s tega področja*

Oseba/organizacija	Interpretacija vitkosti
James Womack in Daniel Jones	Biti vitek pomeni izločati smeti, določiti vrednosti in čim bolj učinkovito izvajati aktivnosti, ki vrednost dodajajo.
John Shook	Filozofija, ki z izločanjem smeti skuša čim bolj skrajšati čas med kupčevim naročilom in pošiljanjem produkta.
John Kerr	Poslovna disciplina, ki je zgrajena okoli ideje izpolnjevanja kupčevega povpraševanja in izločevanja smeti v oskrbovalni verigi.
Ameriški državni inštitut za standarde in tehnologijo	Sistematično prepoznavanje in izločanje smeti v procesu ter stalno stremenje k popolnosti skozi koncept stalnih izboljšav.

*Vir: Trent (2008).*

## 1.2 7 vrst smeti

Izločanje aktivnosti brez dodane vrednosti ali »smeti« je glavna aktivnost vitke proizvodnje. V nadaljevanju razlagam 7 vrst smeti, ki jih navajam po Hines in Rich (1997).

- **Prekomerna proizvodnja** – podjetja v iskanju ekonomij obsega ali zaščite pred nezmožnostjo zadostitve povpraševanja delajo na zalogo. Proizvode, ki jih podjetje ne

uspe prodati, je treba skladiščiti, kar zahteva dodatne skladiščne prostore, večji so stroški na račun materiala in dodatnega dela. Rešitve za prekomerno proizvodnjo lahko podjetje najde v prehodu iz principa potiskanja na princip vlečenja proizvodnje, v povečani komunikaciji med podjetjem in kupci ali distributerji.

- **Izgubljeni čas** – ko zaposleni ali delovna oprema čakajo na delo, niso izkoriščeni in ne dodajajo nobene dodane vrednosti. Prav tako je pogost primer čakanja, ko podjetje čaka na dostavo vhodnih materialov dobavitelja. Vzroki za to velikokrat ležijo v okvarah strojev ali v variabilnosti povpraševanja. Rešitve za probleme, povezane s čakanjem, so povečanje uravnoteženosti proizvodnje, odprava ozkih grl, povečana komunikacija tako znotraj podjetja kot tudi med različnimi členi v oskrbovalni verigi.
- **Transport** – transport je aktivnost, ki je potrebna, vendar načeloma končnemu proizvodu ne dodaja dodatne vrednosti. Cilj podjetij je torej optimiziranje transportne poti znotraj podjetja, kakor tudi transport med podjetjem in končnim kupcem.
- **Zaloge** – poznamo zaloge končnih izdelkov, polizdelkov, materiala. Skupno jim je to, da ne prinašajo dodane vrednosti, pač zavzemajo veliko površine in so drage za skladiščenje. Predstavljajo mrtvi kapital, ki ne prinaša nobenega dobička in so posledica prekomerne in neuravnotežene proizvodnje. Po drugi stran pa je pozitivna lastnost zalog zaščita pred tveganji in negotovostmi povpraševanja. Ker je eden izmed ciljev vitke proizvodnje zmanjšati negotovost, se posledično zmanjšuje tudi potreba po zalogi. Vrednost zalog lahko zmanjšamo na račun boljšega napovedovanja povpraševanja ter s preходом na sistem vlečenja in motivacijo zaposlenih za zmanjševanje zalog
- **Napake** – slaba kakovost izdelkov je velik strošek, ki ga podjetja, ki si želijo vpeljati vitko proizvodnjo, želijo kar se da hitro zmanjšati. Vzroki za nastanek produktov slabe kakovosti so neustrezna izobrazba delovne sile, napake na materialih, slabo vzdrževana strojna oprema. Posledica tega so popravila slabih izdelkov, kar se odraža v večjih stroških podjetja, slabšem ugledu ter manjši produktivnosti. Podjetja, ki delujejo po principu vitkosti, so razvila orodja, kot so Poka Yoke, ki omogočajo hitrejšo zaznavo napake in hitrejšo odpravo te in njenega izvora.
- **Gibanje** – izgube, ki se nanašajo na odvečno gibanje, predstavljajo predvsem odvečno gibanje delavcev, materiala ali orodja znotraj procesa samega, ki je posledica ne optimalno zasnovane proizvodne linije. V primeru vitke proizvodnje se kot rešitvi na ta problem uporabljata metodi 5S in celična zasnova proizvodnje.
- **Prekomerno obdelovanje** – obdelovanje je v večini primerov postopek, ki dodaja vrednost končnemu produktu. Vendar, ko je postopek izdelave tako zapleten, da povečuje možnost napak in posledično povečevanje stroškov, ga je treba kritično pogledati in odkriti možnosti za poenostavitev. Eden izmed ciljev vitke proizvodne je v tem, da se postopek izdelave naredi kar se da enostaven ob ohranjanju enake stopnje kakovosti. Orodje, ki se pogosto uporablja, se imenuje metoda prikaza toka vrednosti (VSM), ki proces zelo dobro kritično oceni skozi vidike časa obdelav, časa čakanja in velikosti serij.

Viri aktivnosti brez dodane vrednosti so med seboj povezani, tako da odstranitev enega vodi do odstranitve drugega ali do njegove omejitve. Čeprav naštetu velja predvsem za proizvodnjo podjetja, je ideja omejevanja aktivnosti brez dodane vrednosti mišljena za vse procese znotraj podjetja in vzdolž oskrbovalne verige.

### **1.3 Orodja in tehnike vitke proizvodnje**


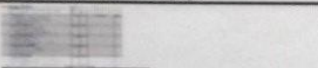


#### **1.3.1 Koncept stalnih izboljšav**

Koncept stalnih izboljšav, kaizen po japonsko, je koncept, ki je usmerjen v odkrivanje težav v podjetju in njihovo reševanje. Gre za filozofijo, ki skuša z zagotovitvijo različnih orodij in metodologij spodbuditi svoje zaposlene, da na podlagi svojih znanj in izkušenj pripomorejo k izboljševanju procesa. Tako Berger (1997) navaja, da je koncept stalnih izboljšav usmerjen v izboljševanje procesa in ne končnega produkta. Navaja, da se z izboljšanjem procesa avtomatično izboljša tudi končni produkt. Ključno za uspeh stalnih izboljšav je, da so v izboljšavo posredno ali neposredno vpleteni zaposleni iz različnih oddelkov v podjetju. Menedžment mora poskrbeti za stimulatívno klimo v podjetju glede izboljšav, saj je za dober kaizen dogodek ključno kakovostno zbiranje informacij in dogodkov pri ljudeh, ki so dnevno vpeti v procese proizvodnje. Te lahko dobimo le z vključitvijo delavcev v proizvodnji. Šele ko poznamo vse korake in zakonitosti procesa, se ga lahko lotimo z merjenjem in analizo. Na podlagi rezultatov analiz odkrijemo variabilnosti procesa in aktivnosti, ki ne dodajajo vrednosti in jih želimo s kaizen dogodkom izničiti. Po implementaciji izboljšave je ključno, da se novi proces meri in opazuje ter po potrebi še popravi. Za trajnost izboljšav je treba te standardizirati in zaposlene v podjetju seznaniti z izboljšavami. Tu se običajno uporabi standardni operativni postopek (ang. Standard Operating Procedures ali SOP).

Slika 1 prikazuje primer dokumenta standardnega operativnega postopka podjetja Danfoss Trate, ki ga uporabljajo pri izvajanju 5S-orodja za čiščenje proizvodne celice. Tako standardni operativni postopek razlaga izvajalcu 5S, kam naj vpiše rezultat presoje. Morebitna odstopanja se morajo tako poročati na posebnem mestu, zraven pa mora biti pripisan tudi korektivni ukrep za odpravo odstopanj.

Koncept stalnih izboljšav je prisoten na vseh ravneh v podjetju, spremembe, ki jih prinaša, pa so običajno majhne, konstantne in stalne. Rezultati koncepta stalnih izboljšav se običajno vidijo v manjših zalogah podjetja, v manjšem številu proizvodov z napako, večjem zadovoljstvu strank, večji učinkovitosti ter uspešnosti podjetja (Trent, 2008).

Slika 1: Standardni operativni postopek – dokument

Danfoss Productivity Programme		Standard Operating Procedure	
<b>5S tabla Področje / linija</b>			
Oddelek/Linija:		Velja za področje oz. proizvodnjo linijo	
Varnostni elementi:		SOP št.: <b>5S-001</b>	
Datum:	22.8.2011	Odobril:	KKI, SI UPE, TC, ZZL, IQ
Opis in izgled 5S table področja ou proizvodnje linije		Čas cikla:	
Princip uporabe in vzdrževanja informacij na tabli			
Sestavni deli, orodja in pripomočki, ki se uporabljajo		tedensko	
 5S simboli		 List 5S presoje	
			
<b>1. Razpored 5S table</b>		<b>2. Hitri pregled</b>	
1.) Izvedi 5S preosojo področja (Linije) 2.) Ažuriraj status na 5S grafu napredka in evidenci čiščenja 3.) Za vsa ugotovljena odstopanja od SOP-ja zavedi na "Zero tolerance" polju in predvidi korektivne ukrepe. 4.) Vsa odstopanja starejša od 14dni prestavi na RCPS tablo.		1. Ali so na presoji za neskladnosti napisani korektivni ukrepi? 2. Ali je ažuriran 5S graf napredka z zadnjo presojo? 3. Ali je zavedena ugotovljen status čiščenja v evidenci čiščenja? 4. Ali so ugotovljene pomanjklivosti rešene v 2 tednih oz. poročane na RCPS tablo?	

Vir: Danfoss Trata, d. o. o. (2017).

### 1.3.2 Metoda 5S

Metoda 5S je dobila ime po 5 japonskih besedah Seiri (razvrsti), Seiton (organiziraj), Seiso (očisti), Seiketsu (sistematiziraj), Shitsuke (standardiziraj) in predstavlja osnovo za podjetja, ki želijo biti vitka. Njen namen leži v izboljšanju delovnih pogojev, skrbi za večjo varnost in čistočo na delovnem mestu ter posledično večjo uspešnost in produktivnost. Ključno za uspeh te metode je, da se izvaja konstantno ter da zaposleni sprejmejo metodo in začnejo vanjo verjeti (Gapp, Fisher & Kobayashi, 2008). 5S predstavlja pet korakov, ki

jih je treba narediti, da se delovno mesto uredi. V nadaljevanju razlagam in navajam pomen vsakega S posebej po Ishijima, Eliakimu in Mshana (2016).

- Prvi S (razvrsti)

V tem koraku je treba ločiti predmete med seboj. Tiste, ki so večkrat v uporabi, je potrebno dati v eno skupino, tiste, ki so manj, v drugo in tako doseči preglednost na delovnem mestu ter vzpostaviti osnovo za nadaljnje razporejanje.

- Drugi S (organizirati)

V tem koraku je treba delovno mesto organizirati tako, da se vsakemu predmetu določi njegovo mesto, ki mora biti jasno označeno in enostavno za prepoznavanje. Ta korak nam prihrani veliko časa v proizvodnji, kar posledično pomeni večjo produktivnost.

- Tretji S (očisti)

Tretji korak je namenjen čiščenju delovnega mesta. Ideja tega koraka je, da se s sprotnim čiščenjem delovnega mesta ohranja red na delovnem mestu, hitreje se opazijo morebitne napake ali primanjkljaji na napravah in orodjih ter poveča varnost delovnih mest.

- Četrti S (sistematiziraj)

Četrti korak je namenjen tako sistematični določitvi standardov urejenosti delovnega mesta kot tudi urejenosti zaposlenega na določenem delovnem mestu. Sprejete standarde je treba dosledno upoštevati, ob nezmožni zagotovitvi teh pa je treba to uspešno signalizirati, da se napaka kar se da hitro odpravi.

- Peti S (standardiziraj)

Peti korak se tesno navezuje na četrti korak ter se ju po navadi izvaja hkrati. Namen tega koraka je v ohranitvi dobrih navad in odpravi slabih.

### 1.3.3 Celična proizvodnja

V današnjem svetu, ko imajo potrošniki veliko specifičnih želja, je ena glavnih prednosti, ki jih ima podjetje, njihova zmožnost biti fleksibilno. Del te fleksibilnosti v proizvodnji podjetjem omogoča celična razporeditev proizvodnje. Izraz celična proizvodnja pomeni imeti proizvodnjo organizirano v celicah, znotraj katerih dela od 3 do 12 zaposlenih na 1 do 5 napravah. Znotraj celice je možna enostavna komunikacija, saj so si delavci blizu, prav tako celica spodbuja timski duh ter homogeno in skupinsko delo. Glavni prednosti celične proizvodnje pa sta fleksibilnost in hiter pretok, ki sta posledica tega, da je v tovrstni proizvodnji možno proizvajati družine proizvodov po posameznih celicah, kar omogoča hitreje prehode med proizvodnimi programi in spodbuja proizvodnjo v manjših serijah.

Abdullah (2003) kot ostale prednosti navaja še manj zalog, boljšo izrabo prostora, krajše roke dobave, hitrejše zaznavanje defektov na opremi, krajše transportne poti znotraj proizvodnje in boljša učinkovitost (Kordič, 2013).

#### 1.3.4 Ob pravem času

Podobno kakor vitka proizvodnja se tudi koncept ob pravem času (ang. Just in time ali JIT) osredotoča na proces in ne na produkt. Tudi tu gre za koncept, ki želi z odstranitvijo smeti v procesu kupcu zagotoviti pravi produkt, ki bo na voljo na pravem mestu ob pravem času. Če želimo, da koncept ob pravem času deluje uspešno, ga je smotrno vpeljati v vse oddelke podjetja, ključni oddelki za njegovo delovanje pa so nabava (vhodni material), proizvodnja (izdelava) ter distribucija (dostava produkta kupcem). Glavni cilj koncepta ob pravem času je proizvesti to, kar je potrebo, ob času potrebe in v količini, ki je potrebna. Bistvo koncepta je, da se proces proizvodnje avtorizira na podlagi dejanskega povpraševanja kupca v verigi (Canel, Rosen & Anderson, 2000).

Vsak proces se začne z nabavo vhodnih materialov. Cilj dobave ob pravem času je, da so prave vhodne surovine ob pravem času dostavljene v podjetje in na voljo za uporabo ter da je čas med dostavo surovin in njihovo uporabo čim krajši. Tak način vodenja nabave od podjetja zahteva skrbni pregled in izbiro svojih dobaviteljev. Trent (2008) navaja, da imajo podjetja po navadi manj dobaviteljev kot podjetja, ki delujejo po običajnem principu, glavna naloga pa je, da se vzpostavijo dobri odnosi, ki temeljijo na zaupanju. Z daljšim in s poglobljenim sodelovanjem pride do skupnih razvijanj materialov in produktov, dostikrat pa se tudi del odgovornosti, kot je skrb za kakovost, prenese na dobavitelja.

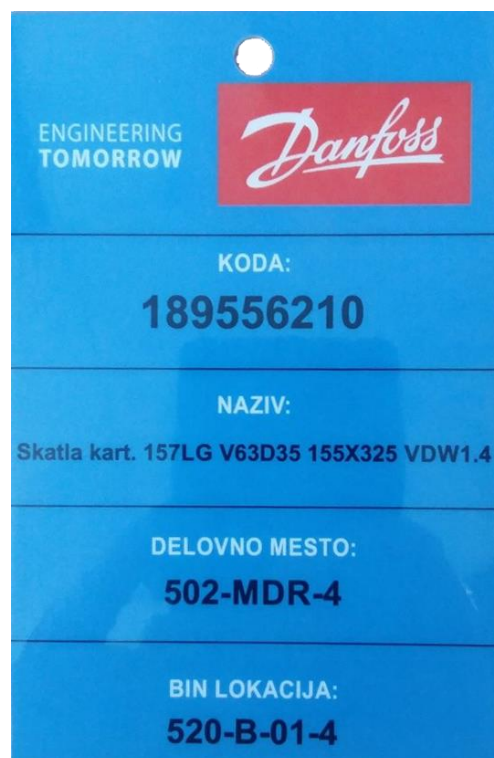
Osrednji del koncepta ob pravem času in verjetno tudi najpomembnejši v navezavi na vitko proizvodnjo je proizvodnja ob pravem času. Bistvo koncepta ob pravem času je, da se aktivnost v procesu odvija na podlagi dejanskega povpraševanja kupca, ki je v tem primeru naslednji člen v verigi. Običajen proces v sistemu ob pravem času poteka tako, da se na ravni surovin, polizdelkov in končnih izdelkov vzpostavi raven zaloge. Avtorizacija za proces je tako padec dejanske zaloge pod nastavljeno mejo ravni zaloge, ki je posledica dejanskega povpraševanja naslednjega člena v verigi. Če opisano ilustriram na primeru, poteka proces v konceptu ob pravem času tako, da kupec naroči končni proizvod, kar je signal montažnim linijam, da morajo sestaviti nove proizvode. Montažne linije od predhodnega procesa vzamejo ustrezne sestavne dele v ustrezni količini, kar je signal temu delu procesa za izdelavo. Proces se tako odvija naprej, s tem ko členi v verigi zahtevajo od predhodnega člena sestavne dele ali surovine.

Ker se želimo s konceptom ob pravem času izogniti nepotrebnim zalogam vhodnega materiala in je potreba po materialu konstantna, je za proizvodnjo ob pravem času značilno, da so pošiljke vhodnih surovin poslane v manjših količinah in pogosteje, kot je to običajno za tradicionalne proizvodnje. Prav tako se tudi serije v proizvodnji izdelajo v manjšem obsegu. Na ta način zmanjšamo zaloge vhodnih surovin in produktov, ki so še v

procesu izdelave, hitreje odkrijemo morebitne napake na izdelkih, imamo manj zaposlenih. To se odraža v manjši izgubi materiala, manjšem številu delovnih ur, ki jih porabimo za popravilo, manjšem izmetu ter posledično večji učinkovitosti in uspešnosti. Da tak sistem lahko deluje, je treba vzpostaviti zanesljiv informacijski sistem, ki nadzoruje koncept. Najbolj razširjena in poznana je metoda kanban, ki je bila prvotno razvita v japonskem podjetju Toyota. Kanban so običajno kartice, na katere se napiše, kateri material in kolikšno količino potrebuje delovno mesto v verigi. Obstaja mnogo vrst kanban kartic, najbolj razširjena sta dva tipa, in sicer withdrawal kanban in pa production kanban. Proces s kanban karticami deluje po principu vlečenja, in sicer tako, da je z zaboja z vsebino, ki je pripravljena na uporabo, odstranjena withdrawal kanban kartica. S to kartico gre delavec do mesta, kjer so hranjene zaloge predhodnega delovnega mesta, in vzame dele, ki so zabeleženi na withdrawal kanban kartici, kartico pa pusti tam, da bo delavec na tem delovnem mestu vedel, kaj mora proizvesti. V naslednjem koraku je z zaboja odstranjena production kanban kartica, ki označuje, kaj mora biti čim prej proizvedeno kot nadomestilo za tiste dele, ki so bili uporabljeni. Po takem principu po navadi deluje celotna proizvodnja podjetja.

Slika 2 prikazuje primer kanban kartice, ki je uporabljena v proizvodnji podjetja Danfoss Trata. Omenjena kartica služi kot signal operaterju v skladišču za dopolnitev zaloge materiala na liniji. Kartica operaterju pove, kateri material mora prinesiti, kje v skladišču je material hranjen ter na katero delovno mesto ga mora dostaviti.

*Slika 2: Kanban kartica*



*Vir: Danfoss Trata, d. o. o. (2018).*



Če hoče biti podjetje vitko, mora imeti vzpostavljeno tudi vitko dobavo vhodnih surovin in v ta namen uporabljamo kanban kartice, ki potujejo od podjetja k dobavitelju in sporočajo, katere vrste in količine vhodnih surovin bo podjetje potrebovalo. Z uporabo kanban kartic v just in time sistemu se izognemo prekomerni proizvodnji, saj proizvajamo samo tisto, po čemer kupec dejansko povprašuje, prav tako pa se zmanjšajo količine končnih izdelkov in vmesnih polizdelkov, saj proizvedemo točno tako količino, kot jo končni kupec zahteva (Sugimori, Kusunoki, Cho & Uchikawa, 1977).

Po pregledu nabave ob pravem času in proizvodnje nekega podjetja je vprašanje, ki se nam poraja, kako končne produkte spraviti do naših kupcev oziroma distributerjev. Ruffa (2008) v svoji knjigi navaja in močno argumentira uporabo zunanjih izvajalcev distribucije in ravnanja s končnimi produkti (ang. Third party logistics ali 3PL). Za glavne argumente navaja specializiranost in stroškovno učinkovitost zunanjih izvajalcev na tem področju, kar prinaša točne dobave produktov ter tehnološko in geografsko fleksibilnost, podjetju pa omogoča, da se osredotoči na svojo osrednjo dejavnost.

Osnova ali podlaga za uspešno verigo, ki bo delala po principu ob pravem času, je zaupanje med vsemi člani verige ter poštena in pristna komunikacija med člani. Deljenje in dostop informacij je ključ do uspešnega delovanja (Ruffa, 2008).

### 1.3.5 Uravnateževanje proizvodnje

Naslednje orodje vitke proizvodnje je model uravnateževanja proizvodnje ali po japonsko heijunka. Tudi metoda uravnateževanja proizvodnje izvira iz Toyote, pojavila pa se je kot odgovor na dileme, kako se soočiti z variabilnostjo povpraševanja. Cilj oziroma namen uravnateževanja proizvodnje je uravnatežiti proizvodnjo tako, da bo omogočala konstanten tok proizvodnje izdelkov ter bo na dolgi rok sledila dejanskemu povpraševanju in proizvajala samo tiste proizvode in količino, ki jih bo dejansko prodala. Na ta način se v podjetju izognemo prekomerni proizvodnji, prevelikim zalogam ali na drugi strani nezmožnostim zadovoljevanja povpraševanja. Poznamo dve vrsti uravnateževanja proizvodnje, in sicer prvo, ki uravnava proizvedeno količino, in drugo, ki je vezano na tip proizvoda. Uravnateževanje proizvodnje, ki je vezano na proizvedeno količino, deluje tako, da se poizkušajo določiti povprečne količine, po katerih se bo povpraševalo v določenem obdobju. Podlaga za izračun povprečnih količin so pretekla povpraševanja po proizvodih ter statistične analize dolgoročnih napovedi povpraševanja v prihodnosti. Na podlagi tega podjetje naredi varnostno zalogo končnih proizvodov, ki jo potem prilagaja aktualnemu povpraševanju. Varnostna zaloga končnih proizvodov podjetju omogoča, da uravnateži proizvodnjo na dolgi rok in zmanjša vrednost zalog skozi celotno verigo, saj ščiti podjetje pred nenadnimi spremembami povpraševanja. Po izvedbi uravnateževanja proizvodnje, vezanega na količino, se podjetje lahko osredotoči na uravnateževanje, ki se ukvarja s tem, katere proizvode kdaj proizvesti. Tradicionalne masovne proizvodnje so se tega problema lotevale tako, da so delale velike serije enakih proizvodov, saj so sicer

veliko časa izgubile pri pripravi opreme in linij pri prehodih med različnimi serijami proizvodov. Vitke proizvodnje, ki veliko časa posvetijo zmanjšanju časa priprave opreme in linij pri prehodu med proizvodnimi programi, imajo tako možnost izdelovanja manjših serij, kar jim omogoča večjo fleksibilnost pri načrtovanju proizvodnje.

S pomočjo uravnoteževanja proizvodnje podjetja izločajo smeti, ki nastajajo v procesu. In sicer uravnoteževanje omogoča manjšo vrednost držanja zalog v procesu, učinkovitejšo izrabo delovne opreme in delovne sile, kar se kaže v manjšem številu zaposlenih in posledično vpliva na boljše poslovanje podjetja (Jones, 2006).

### 1.3.6 Standardizacija dela

Standardizacija dela je v podjetja uvedena z namenom, da se zmanjšajo zaloge nedokončanih proizvodov ter aktivnosti v podjetju, ki ne dodajajo vrednosti. S standardizacijo dela želimo vzpostaviti normative določenega delovnega mesta, tako da naj bi ne glede na to, kdo opravlja delo na določenem delovnem mestu, dosegal enake standarde kakovosti, enaka količina dela pa naj bi bila narejena v enakem časovnem obdobju. Z vzpostavitvijo standardizacije na delovnem mestu imamo vzpostavljeno podlago za nadaljnje kaizen dogodke, saj nam standardizirano delo da relevantne podatke, ki so posledica daljših opazovanj. Če delo na delovnem mestu ne bi bilo predhodno standardizirano, potem taka opazovanja ne bi imela smisla, pridobljeni podatki pa bi bili irelevantni. Pozitivni vidiki vpeljave standardizacije dela se kažejo v dvigu in vzdrževanju ravni kakovosti, dvigu produktivnosti, v varnejših in učinkovitejših delovnih operacijah, v hitrejšem odkrivanju in odpravljanju napak ter v boljšem ravnanju s stroji in z delovno opremo. Orodja, ki jih podjetja običajno uporabljajo pri standardizaciji dela in procesov, so:

- čas takta (ang. Takt time);
- delovno navodilo posameznega delovnega mesta (ang. Work sequence);
- standardizirana raven dela v teku (ang. Work in process).

Čas takta nam pove, v kolikšnem času moramo narediti proizvod, da nam bo v danem času proizvodnje uspelo zadovoljiti povpraševanje trga po proizvodu. Izračunamo ga tako, da razpoložljivi čas proizvodnje delimo s povpraševanjem kupcev.

Delovno navodilo posameznega delovnega mesta je navodilo ali vrstni red operacij, ki jih mora delavec na posameznem delovnem mestu izvesti, da naredi proizvod ali polizdelek. Pomemben element pri izdelavi delovnega navodila posameznega delovnega mesta je čas cikla (ang. cycle time), ki meri, koliko časa traja posamezna delovna operacija. To je pomemben podatek, saj želimo s standardizacijo dela in z izdelavo delovnih navodil imeti čim bolj uravnotežene in enakomerno razporejene delovne naloge za posamezno delovno mesto znotraj delovne skupine. S standardizirano ravniyo dela v teku pa želimo imeti ustrezno količino polizdelkov ali sestavnih delov med dvema delovnima mestoma znotraj

delovne celice, ki omogoča, da delovni proces teče v ustreznem tempu. Kakršna koli odstopanja lahko povzročajo ozka grla v procesu na eni strani in neizkoriščenost razpoložljivega časa proizvodnje na drugi strani (Kasul & Motwani, 1997).

Ker je variabilnost povpraševanja po proizvodih pogosta, se podjetja tega problema običajno lotevajo tako, da glede na povpraševanje prilagajajo skupni čas proizvodnje, medtem ko čas takta ostaja enak. Povedano drugače, kadar se povpraševanje dvigne, se poveča razpoložljivi čas proizvodnje, kadar povpraševanje pade, se razpoložljivi čas proizvodnje zmanjša. Tipični primeri tega so proizvodnje sezonskih proizvodov, kjer v času visoke sezone začasno zaposlijo dodatno število delavcev, da se lahko na ta račun poveča razpoložljivi čas proizvodnje.

### 1.3.7 Vzdrževanje opreme

V današnjem gospodarskem svetu, ki je poln konkurence, podjetja veliko pozornosti namenjajo vzdrževanju svoje opreme, saj si ne morejo privoščiti pogostih okvar strojev, kajti to lahko posledično prinaša zastoje linij, kar znatno zmanjša učinkovitost ter poveča stroške. Vzdrževanje opreme predstavlja enega večjih korakov, ki jih podjetje lahko naredi v iskanju in izločanju smeti v podjetju. Ahuja in Khamba (2008) navajata, da se strošek vzdrževanja opreme lahko s pravilno strategijo in z vodenjem zmanjša za tretjino. Eden izmed načinov vzdrževanja opreme je razvoj in implementacija strategije celovitega vzdrževanja opreme (ang. Total Productive Maintenance ali TPM). Omenjena strategija izvira iz Japonske in je še posebej pogosto uporabljena v podjetjih, ki gradijo svojo filozofijo na principih vitkosti. Gre za strategijo, ki se fokusira na zagotavljanje čim večje zanesljivosti proizvodnje opreme ter skrbi za čim boljše upravljanje s proizvodnimi sredstvi podjetja. Ahuja in Khamba (2008) opisujeta strategijo celovitega vzdrževanja kot proizvodno strategijo, ki je sestavljena iz naslednjih korakov:

- maksimirati učinkovitost proizvodne opreme skozi optimizacijo razpoložljivosti opreme, učinkovitostjo ter kakovostjo proizvodov;
- vzpostaviti strategijo preventivnega vzdrževanja opreme skozi celotno njeno življenjsko dobo;
- vključevati vse zaposlene v strategijo, od oddelka planiranja do operaterjev na linijah in oddelka vzdrževanja;
- vključevati vse zaposlene, od vodstvenega kadra do proizvodnih delavcev;
- spodbujati zaposlene k sodelovanju z vzpostavitvijo manjših delovnih skupin.

Pozitivni vidiki uspešne vpeljave strategije celovitega vzdrževanja se tako vidijo v zmanjšanih operativnih stroških, daljši življenjski dobi proizvodne opreme ter manjših stroških vzdrževanja. S tega vidika lahko strategijo celovitega vzdrževanja opišemo kot proces stalnih izboljšav, usmerjen v izboljševanje proizvodne opreme. Prav tako strategija celovitega vzdrževanja pomaga pri doseganju različnih proizvodnih ciljev, ki si jih podjetje

zada. Proizvodni cilji in vpliv strategije celovitega vzdrževanja na njih so podani v tabeli 3.

*Tabela 3: Vpliv strategije celovitega vzdrževanja na proizvodne cilje*

Proizvodni cilji	Vpliv strategije celovitega vzdrževanja
Produktivnost	Zmanjša nepredvidljive zastoje, kar izboljša produktivnost in razpoložljivost proizvodne opreme.
Kakovost	Zmanjša kakovostne probleme zaradi stabilnejše proizvodne opreme.
Stroški	Manjši stroški na račun slabe kakovosti, daljša življenjska doba proizvodne opreme.
Dobavljivost	Zanesljiva oprema izboljša dobavljivost na račun večje zanesljivosti, krajših dobavnih rokov.
Varnost	Izboljšano delovno okolje na račun manj nevarnih situacij za zaposlene.
Morala	Dvig kompetenc z vključevanjem delavcev, vpliva na večjo uspešnost kaizen dogodkov in večje zadovoljstvo zaposlenih zaradi izboljšanih delovnih pogojev.

*Vir: Ahuja in Khamba (2008).*

Strategija celovitega vzdrževanja pozna več orodij za doseganje ciljev strategije, v grobem pa poznamo 8 stebrov strategije, ki jih v nadaljevanju povzemam po Ahuja in Khamba (2008).

- Samostojno vzdrževanje – v okviru tega stebra se enostavnejše naloge vzdrževanja opreme, kot so čiščenje opreme, mazanje strojev, zategovanje opreme ter pregledovanje strojev, prenesejo na operaterje na liniji. Na ta način operaterji bolje spoznajo delovno opremo, vzpostavi se rednejše pregledovanje opreme ter se tako hitreje opazijo morebitni problemi. Prav tako ta sprememba omogoča strokovnjakom s področja vzdrževanja opreme, da se posvetijo problemom, ki so kompleksnejše narave.
- Planirano vzdrževanje – v tem stebru se oprema vzdržuje na podlagi plana. Gre za planirana vzdrževanja, ki so načrtovana na podlagi priporočil dobaviteljev in prejšnjih ugotavljanj o trpežnosti opreme. Tako vzdrževanje znatno pripomore k zmanjšanju števila zastojev linij. Ker je načrtovano, ga je moč izpeljati v času, ko linije stojijo in se zaradi tega ne zmanjšuje kapaciteta proizvodnje.
- Ciljno izboljševanje – v okviru tega stebra so vzpostavljene projektne ekipe, ki se ukvarjajo z izboljšavo delovne opreme ter odpravo ponavljajočih se napak na delovni opremi.
- Kakovostno vzdrževanje – v okviru tega stebra se poskuša proizvodni proces zastaviti tako, da se avtomatsko preprečijo napake na opremah. V okviru tega se uporabljajo orodja, kot so Root cause analiza, 8D-orodje itd. Ta vrsta vzdrževanja se odraža v manjših stroških, saj omogoča hitrejše opažanje problemov, prav tako zmanjšuje število napak, saj se ukvarja s sistemsko preprečitvijo teh.

- Zdravo in varno delovno okolje – v okviru tega stebra se skuša ustvariti delovno okolje, ki bo varno in zdravo. Cilj stebra je vzpostavitev okolja, kjer so možnosti za nesrečo minimalne.
- Izobraževanje – v okviru tega stebra so organizirana izobraževanja zaposlenih. Operaterji na linijah se naučijo osnovnih tehnik vzdrževanja opreme, vzdrževalci opreme pa se naučijo uporabljati orodja kakovosti, kot sta Root cause analiza in 8D.
- Administracija strategije – v okviru tega stebra se strmi k odstranitvi procedurnih ovir ter se strategija skuša prenesti tudi na druge oddelke v organizaciji.
- Razvoj – v okviru tega stebra se praktične izkušnje glede okvar in vzdrževanja uporabijo pri razvijanju nove strojne opreme ter se tako doseže manjše število okvar.

### 1.3.8 Kakovost

V aktualnih razmerah, ko imajo potrošniki neomejeno možnost izbire produktov, je kakovost izdelka postala odločilni faktor pri izbiri posameznega potrošnika glede uporabe izdelka. Tega se zavedajo tudi podjetja, ki v ta namen v okviru svojega poslovanja vse več pozornosti namenjajo razvoju strategij na področju kakovosti lastnih proizvodov. Izdelovanje proizvodov slabe kakovosti je ena izmed oblik smeti, ki se jih podjetja, ki delujejo vitko, ne želijo izogniti, saj ta praviloma prinaša visoke dodatne stroške, hkrati pa meče slabo luč na podjetje. Ker je kakovost dokaj širok pojem, jo Montgomery (2009) v svoji knjigi opisuje skozi osem vidikov:

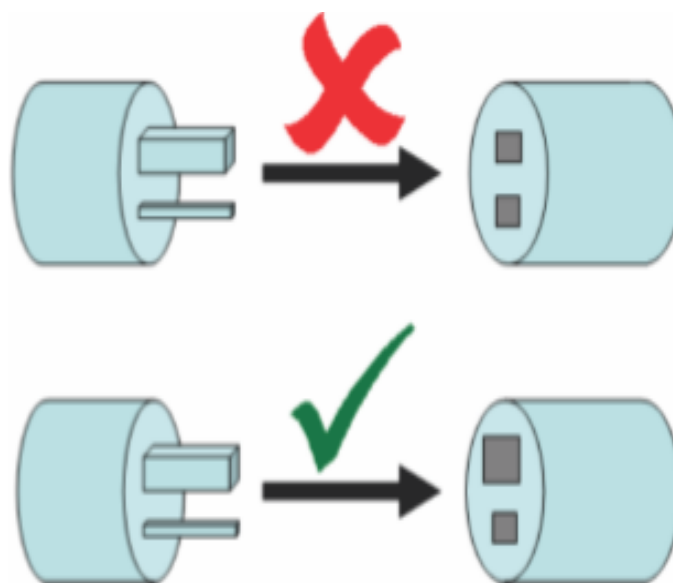
- nastop – ali je proizvod zmožen delati to, čemur je namenjen;
- zanesljivost – kako pogosto se proizvod kvari;
- trajnost – kako dolgo proizvod traja;
- popravnost – kako enostavno se ga da popraviti;
- videz – kako je proizvod videti estetsko;
- zmožnosti – ali proizvod ponuja kakšne dodatne možnosti ali funkcije kot osnovni model;
- zaznana kakovost – kakšna je zaznana kakovost znamke proizvoda;
- skladnost s standardi – ali je proizvod narejen tako, kakor ga deklarira proizvajalec.

Ključ do dviga kakovosti izdelkov posameznega podjetja je v zavedanju vodstvenih kadrov o pomembnosti kakovosti proizvodov ali storitev, ki jih podjetje izdeluje. S tem namenom se je smiselno področja kakovosti lotiti na strateški način. V zadnjem obdobju se je na nivoju strategije kakovosti zgodil premik v miselnosti, saj podjetja več pozornosti posvečajo preventivi na področju kakovosti kakor detekciji slabših proizvodov. V pomoč so jim številna orodja, kot so Šest Sigma, 8D, FMEA in Poka Yoke. Ker je Poka Yoke najbolj povezana z vitko proizvodnjo, jo na kratko opisujem v nadaljevanju (Dudek-Burlikowska & Szewieczek, 2009).

Poka Yoke je vrsta naprav, ki so bile izumljene in so v uporabi za zaznavo napak na produktih, njihovega vira ter odstranitve. Napake se bodo v proizvodnji vedno dogajale, v ta namen so bile izumljene naprave Poka Yoke, saj morebitno napako na opremi ali produktu takoj signalizirajo in na ta način ne dopustijo, da produkti neustrezne kakovosti gredo naprej v procesu. Glede na namembnost naprave Poka Yoke delimo v tri vrste, in sicer na nadzorne, opozorilne ter tiste, ki ob zaznavi napake stroj avtomatsko izklopijo (Saurin, Ribeiro & Vidor, 2012).

Na sliki 3 je prikazan ilustrativni primer Poka Yoke, kjer je problem napačne paritve priključka in vtičnice rešen z različno velikimi luknjami na vtičnici.

*Slika 3: Primer Poka-Yoke naprave*



*Vir: Kordič (2013).*

### 1.3.9 Metoda skrajševanja nastavitvenih časov

To poglavje je namenjeno ključni metodi, ki omogoča podjetjem delovanje po principih vitkosti, to je metoda za skrajševanje nastavitvenih časov opreme (ang. Single-minute exchange of die ali SMED). Nastavitveni časi opreme že od nekdaj veljajo za enega večjih stroškov podjetja, zato se podjetja na vse pretege ukvarjajo s tem, kako zmanjšati čas, ki je potreben za pripravo strojev, preden se lahko določena proizvodna serija začne izdelovati. Podjetja, ki delujejo po masovnem principu proizvodnje, so se problema nastavitvenih časov opreme lotevala tako, da so izvajala velike serije izdelkov, s čimer so zmanjšala število nastavitvenih časov, vendar so se jim posledično kopičile velike količine zalog, saj so proizvajala več, kot je bilo povpraševanja. Danes, ko podjetja tekmujejo na področju cene, kakovosti, dobavnih rokov, diferenciacije proizvodov in ko želijo delati po željah kupca, masovna proizvodnja ni več ustrezen način izdelovanja proizvodov. Ravno široka paleta produktov, ki jih podjetja ponujajo potrošnikom, jih sili, da izločijo smeti in

aktivnosti, ki ne dodajajo vrednosti ter svojo proizvodnjo izdelajo v manjših serijah, to pa je možno le ob predpostavki, da so nastavitveni časi opreme med posameznimi serijami čim manjši. Metoda, ki jim to omogoča, se imenuje metoda skrajševanja nastavitvenih časov. Namen te metode je z odstranitvijo smeti med procesom priprave opreme skrajšati nastavitvene čase, cilj te metode pa je spraviti vse nastavitvene čase opreme pod 10-minutno mejo. To pa naj bi se doseglo tako, da se operacije, ki so potrebne pri pripravi opreme, ločijo na interne ter eksterne. Ločnica, ki ti dve operaciji loči, je, kaj se takrat dogaja s strojem. Če je stroj, na katerem se dela menjava, med menjavo ugasnjen, gre za interno operacijo, če pa je stroj med menjavo prižgan, gre za eksterno operacijo. Cilj metode skrajševanja nastavitvenih časov je, da se skuša narediti in izvesti čim več eksternih operacij, saj takrat stroj deluje in proizvaja proizvode. Shingo navaja, da naj bi bila metoda izvedena v štirih fazah:

- v prvi fazi podjetje ne razlikuje med eksternimi in internimi operacijami nastavitvenih časov, posledično je proizvodna oprema med opravili v prostem teku;
- v drugi fazi podjetje uspešno ločuje eksterne in interne operacije ter tako posledično prihrani 30 do 50 odstotkov časa pri nastavitvi opreme;
- v tretji fazi podjetje preuči vse operacije ter skuša pretvoriti čim več internih operacij v eksterne;
- v četrti fazi podjetje opazuje vse operacije in dogajanje med nastavitvijo opreme v luči morebitnih priložnosti za izboljšave operacij.

Shingo navaja postopke v okviru metode, ki naj bi jim podjetje sledilo. Na začetku naj se opazujejo postopki, ki se izvajajo med nastavitvenimi operacijami. Nadalje naj se klasificira, katere operacije so interne in katere eksterne ter se skuša pretvoriti čim več internih v eksterne. Podjetje naj bi težilo k iskanju rešitev, ki bi zmanjševale čas, ki je potreben za izvedbo internih operacij, ter zmanjševale časovne zamude, ki so posledica eksternih operacij. Vzpostavila naj bi se natančna pravila, ki bi zmanjšala število napak med izvedbo operacij. Na koncu pa naj bi se ti postopki konstantno ponavljali. Glavne prednosti metode so krajši nastavitveni časi, manj napak pri prehodih med proizvodnimi programi, višja kakovost proizvodov, manj zalog, večja fleksibilnost podjetja ter boljši izkoristek opreme (Carrizo Moreira & Campos Silva Pais, 2011).

#### **1.4 Od vitke proizvodnje k vitkemu podjetju**

V poglavju 1.3 sem opisal, kako lahko podjetja izboljšajo svojo uspešnost z implementacijo principov vitkosti. Ti principi so se večinoma navezovali na njihovo proizvodnjo. Z eliminacijo nepotrebnih aktivnosti in smeti, organizacijo aktivnosti v kontinuiran proces, vzpostavitev delovnih skupin in miselnostjo, ki stremi h konstantnim izboljšavam, lahko z manj sredstvi, manj zaposlenimi, manj orodji dosežejo boljše rezultate ter povečajo svojo fleksibilnost in odzivnost na spremembe potrošnikovih želja. Womack in Jones (1994) v svojem članku ugotavljata, da se za podjetja, ki principe

vitkosti v svojo proizvodnjo uspešno implementirajo, tu pot ne konča. Predlagata, da je naslednji korak za ta podjetja vzpostavitev vitkosti skozi celoten proces ter vzpostavitev t. i. vitkega podjetja (Womack & Jones, 1994).

V ta namen se je razvil koncept menedžmenta oskrbovalnih verig, ki člene verige, kot so dobava, proizvodnja in distribucija, obravnava in vodi kot celoto. Thomas in Griffin v svojem članku menedžment oskrbovalnih verig opisujeta kot upravljanje z materialnim in informacijskim tokom med posameznimi objekti, kot so tovarne, skladišča, distribucijski centri, ter tudi znotraj posameznega objekta. Na ta način so podjetja zmožna odgovoriti na vse ostrejšo konkurenco v panogah ter na pritiske kupcev glede cene, kakovosti in dobavnih rokov. Običajen proces oskrbovalne verige običajno poteka tako, da vhodni material pride v proizvodnjo, kjer ga obdelajo in naredijo končni produkt, ki je poslan končnemu uporabniku. Cilj menedžmenta oskrbovalne verige je eliminacija smeti in minimiziranje stroškov vzdolž celotne verige. Da pa se cilji lahko dosežejo, morajo vsi člani verige od dobaviteljev, predelovalcev, do distributerjev imeti integrirano skupno strategijo, ki bo vključevala cilje vseh posameznih členov znotraj verige. Poleg tega je pogoj za uspešno delovanje menedžmenta oskrbne verige brezpogojno zaupanje ter pravočasna, učinkovita in odkrita komunikacija med člani. Le tako se lahko doseže, da se proizvodni stroški, stroški držanja zalog, transporta ter distribucije zmanjšajo (Thomas & Griffin, 1996).

Vsaka oskrbovalna veriga se začne z dobaviteljem, ki skrbi za dostavo vhodnega materiala v podjetje. V praksi je odnos med podjetji in njihovimi dobavitelji pogosto zapostavljen in se mu ne posveča zadostna pozornost pri zasledovanju vitkosti v procesu dobave. Podjetje, ki želi imeti vitko dobavo vhodnih materialov, od svojih dobaviteljev ne more zahtevati samo dobavljanja po principu ob pravem času, pač pa mora izbiri in grajenju odnosa posvetiti mnogo več časa in truda. Pri grajenju vitkosti svoje dobavne verige se vse začne pri ocenjevanju in izbiri svojih dobaviteljev ter kasnejši pomoči tako pri njihovem razvijanju kakor tudi pri razvijanju medsebojnega odnosa. Želja po sodelovanju z dobaviteljem, ki stremi k vitkosti, je cilj vsakega vitkega podjetja. Izbira pravega dobavitelja je ključnega pomena in ima trajne posledice. Podjetje pri izbiri svojih dobaviteljev ne gleda samo na zmožnost njihovega dobavljanja po principu ob pravem času, pač pa ga zanima tudi stroškovni vidik ter zmožnost dobaviteljevega reagiranja na hitre spremembe v povpraševanju. Prav dobavitelji, ki imajo ne glede na kupčeve zahteve principe vitkosti vpeljane v svoje poslovanje, se običajno na teh področjih najbolj izkažejo. Ko je dobavitelj izbran, se začne proces grajenja in vzdrževanja odnosa med njim in podjetjem. V ta namen imajo podjetja običajno zaposlene ljudi, ki skrbijo za razvoj odnosa in konstanten napredek svojih dobaviteljev. Podjetje svojim dobaviteljem pomaga na mnogo načinov, kot so razvijanje in integracija informacijske tehnologije, ali pomoč pri organiziranju različnih kaizen dogodkov, ki omogočajo dobavitelju napredek pri njegovem poslovanju. Trent (2008) v svoji knjigi pomoč podjetja deli na tri področja: sodelovanje podjetja in njegovega dobavitelja pri reševanju specifičnega problema, sodelovanje



podjetja in njegovega dobavitelja s ciljem konstantnega razvoja ali napredka ter sodelovanje podjetja in njegovega dobavitelja pri razvijanju in grajenju neke nove sposobnosti, ki pred tem ni bila mogoča. Praksa skozi leta je pokazala, da je za podjetja, ki želijo imeti vitko dobavo, bolje, da imajo manj dobaviteljev, s katerimi imajo dolgoročnejši in bolj poglobljen odnos. Poleg tega je za vitko dobavo značilno pogostejše naročanje v manjših količinah ter skupni interes v želji po napredku in eliminaciji smeti v verigi. Pogoji za uspešno delovanje odnosa je učinkovita in točna komunikacija, ki je omogočena s sprejetjem različnih standardov, kot je elektronska izmenjava podatkov (ang. Electronic data exchange – EDI). Pokazalo se je, da se s sodelovanjem in skupnim razvijanjem tega dela oskrbovalne verige dosežejo boljši in trajnejši rezultati (Trent, 2008).

Naslednja postaja v oskrbovalni verigi je proizvodnja. Zaradi same narave dela in opravljene količine, ki se naredi v proizvodnji, se tu običajno pojavi največ smeti, kot so zaloge proizvodov, dolgi dobavni roki, stroški transporta, dolgi nastavitveni časi. Posledica tega so dodatni stroški. Z uporabo določenih orodij so v tem členu možni največji prihranki. Eliminacija smeti je možna na več načinov, najpogosteje uporabljena orodja pa so zmanjševanje nastavitvenih časov opreme, učinkovito razporejena proizvodnja oprema, uravnoteževanje proizvodnje, izdelava manjših serij in strmenje h konstantnim izboljšavam. Poleg tega pa je za odpravljanje večjih količin zalog in krajšanje dobavnih rokov treba imeti sinhronizirano oskrbovalno verigo, kar je mogoče le z dostopom vseh členov do skupne baze podatkov in informacij. To je možno le z integrirano informacijsko tehnologijo vzdolž celotne oskrbovalne verige (Trent, 2008).

V današnjem gospodarskem svetu, ko je veliko proizvajalcev, imajo potrošniki veliko izbire, kje bodo kupili svoje izdelke. Tako se proizvajalci borijo za svoje potrošnike na mnogo načinov, vse to pa v luči zadovoljitve njihovih želja in potreb. Vse večji poudarek se daje analizi trga in analizi uporabnikov, katere rezultati dajejo podjetjem povratne informacije, na katerih področjih se morajo izboljšati, če želijo obdržati svoje stranke. Potrošniki v današnjem času konstantno iščejo produkte, ki so cenovno ugodnejši, ponujajo čim boljše razmerje med kvaliteto in ceno, želijo čim večjo fleksibilnost ter krajše dobavne roke. Z dobro razvitim menedžmentom oskrbne verige podjetja želijo doseči čim večjo odzivnost, fleksibilnost ter stroškovno učinkovitost. Z integracijo kupcev v svojo verigo želijo podjetja kupcem ustrezati na čim več področjih. Poleg cenovno ugodnih in kvalitetnih produktov želijo svojim potrošnikom nuditi kakovostne poprodajne storitve. Ravno poprodajne storitve so področja, ki v očeh potrošnika pogostokrat razlikujejo podjetja med seboj ter omogočajo dodaten zaslužek podjetjem, kot vpogled v potrošnikovo oceno podjetja ter na ta način zblížajo potrošnika in podjetje (Trent, 2008).

## **1.5 Vizualizacija toka vrednosti**

Vizualizacija toka vrednosti (ang. Value stream mapping, v nadaljevanju VSM) je orodje, ki ga uporablja vsako podjetje, ki želi izboljšati svoje poslovanje in implementirati vitkost

v svoje procese. Gre za orodje, s katerim zajamemo vse aktivnosti, ki se dogajajo v oskrbovalni verigi, od kupčevega naročila do dostave produkta končnemu kupcu. S tem orodjem se tako zajamejo aktivnosti, ki ustvarjajo vrednost v procesu, kot tudi tiste, ki je ne in jim pravimo smeti ali po japonsko »muda«. Lahko bi rekli, da gre za orodje, s katerim vizualiziramo vse procese v oskrbovalni verigi, kot tudi materialne in informacijske tokove v oskrbovalni verigi. Cilj vizualizacije toka vrednosti je identifikacija smeti, ki jih kasneje skušajo odpraviti z različnimi orodji vitke proizvodnje. Vizualizacija toka vrednosti je orodje, ki ga v oskrbovalni verigi konstantno uporabljajo, saj se s pomočjo njega teži h konstantnim izboljšavam in k boljšemu poslovanju oskrbovalne verige. S pomočjo njega zajamemo celotno sliko dogajanja v verigi ter se ne osredotočamo na posamezne procese (Lian & Van Landeghem, 2007). To nam da veliko boljši pregled nad celotnim dogajanjem ter pomaga pri izboljšavi toka skozi verigo.

Tako Martin in Osterling (2014) navajata tudi ostale prednosti izdelave vizualizacije toka vrednosti:

- pomaga pri vizualizaciji več kot samo enega procesa. S pomočjo modela lahko opazuješ, kako poteka tok skozi celotno verigo;
- z izrisovanjem modela ne opaziš smeti v procesu, pač pa tudi njihove vire;
- ponuja skupen jezik za opisovanje poteka procesa izdelave;
- združuje koncepte vitkosti in tehnike implementiranja vitkosti.

Proces izdelave modela poteka tako, da se opazuje, kako poteka proces ter se sproti riše dejansko stanje poteka procesa na papir. Na papir se zapisujejo ikone, ki imajo povsod enak pomen, tako da ni možno, da bi prišlo do različnih interpretacij.

Postopek izdelave vizualizacije toka vrednosti se začne z izbiro družine proizvodov, ki ga bomo opazovali. Izbira posamezne družine je smiselna, saj je opazovanje vseh proizvodov hkrati, ki se proizvajajo v podjetju, preveč komplicirano in bi končni model bil nepregleden in nesmiseln. Po izbiri družine proizvodov začnemo z opazovanjem in zarisovanjem procesa izdelave. Ko opazujemo in rišemo materialni tok, začnemo pri koncu procesa, se pravi pri tistem koraku izdelave, ki je najbliže končnemu kupcu, ter se pomikamo od tega koraka po procesu do samega začetka procesa. To počnemo tako, da smo fizično prisotni na mestu, kjer se izdelki izdelujejo, ter si sproti zapisujemo in rišemo, kaj se dejansko dogaja v procesu izdelave. Za vsako delovno postajo si zapišemo podatke, kot so raven zaloga na tem delovnem mestu, čas dobave in dobavni čas. Vsi ti podatki, ki smo jih zapisali, morajo biti tisti, ki smo jih dejansko izmerili, in ne povprečni. Hkrati z materialnim tokom si zapisujemo tudi informacijski tok. Informacijski tok teče v nasprotno smer kot materialni tok in je vir informacij za delavce, da vedo, kateri proizvod narediti in v kakšnih količinah. Po izrisu mape si na dnu mape narišemo časovnico, ki nam pove, koliko časa potrebuje neki proizvod, da gre skozi celoten proces in je dokončan. Hkrati pa si zapisujemo tudi čas dejanske obdelave, ko se dodaja vrednost proizvodu in tako dobimo primerjavo, ki nam pove, kolikšen je odstotek časa, ko se proizvodu dejansko dodaja

vrednost, in kolikšen je odstotek časa, ko se s proizvodom nič ne dogaja in je to v bistvu izguba ali smet. Po izrisu modela dejanskega stanja začnemo z izrisovanjem modela stanja v prihodnosti. Model stanja v prihodnosti je naš cilj, ki smo si ga zadali z opazovanjem zdajšnjega stanja v podjetju. Za doseg tega stanja moramo odpraviti vse nepotrebne aktivnosti in smeti v procesu, ki se znotraj procesa pojavljajo. To dosežemo z uporabo različnih orodij vitke proizvodnje (Manos, 2006).

## 2 ZNAČILNOSTI PROCESNE PROIZVODNJE IN UVEDBE NAČEL VITKOSTI V PROCESNI PROIZVODNJI

### 2.1 Tipi proizvodnje

Glede na tip proizvodnje in njeno organiziranost Ahmad in Schroeder (2002) opredeljujeta 4 tipe proizvodnje: posamično proizvodnjo, proizvodnjo v serijah, masovno proizvodnjo in proizvodnjo s konstantnim tokom.

- **Posamična proizvodnja:** Za posamično proizvodnjo je značilna velika variacija proizvodov, ki so po navadi delani v manjših količinah. Tu se običajno delajo zelo specifični proizvodi, ki zahtevajo veliko znanja in izkušenj z izdelavo. Gre za proizvode, ki so narejeni po posebnem naročilu stranke in izpolnjujejo specifične strankine zahteve. Vsak proizvod ima drugačen način sestave, gre za veliko različnih materialov, proizvodi so izdelani na različnih strojih, sami časi izdelave pa so si zelo različni (Reiter, 1966).
- **Proizvodnja v serijah:** Za serijsko proizvodnjo je značilna tako srednja raven raznolikosti proizvodov kot tudi količina, ki je proizvedena. Ker se proizvaja v serijah, je tukaj tok izdelave nekoliko bolj konstanten in je prekinjen samo, kadar se polizdelki premikajo med proizvodnimi stroji. Serijska proizvodnja je značilna za proizvodnjo pohištva, elektronskih naprav ter gospodinjskih aparatov. Običajno je uporabljena v diskretni proizvodnji, v procesni proizvodnji pa je občasno uporabljena v farmacevtski industriji, kjer so določene kemikalije proizvedene v serijah (Cooney, 2002).
- **Masovna proizvodnja:** Za masovno proizvodnjo je značilno, da se produkti delajo v velikih količinah, raznolikost proizvodov pa je majhna. Delo v takih proizvodnjah je visoko avtomatizirano, delavci delajo konstantno enake postopke, ki so standardizirani. Končni produkti so standardni, njihov proces izdelave je praktično povsem enak, kar zelo poenostavi časovno planiranje proizvodnje. Stroji, ki so v uporabi, so običajno zelo dragi in specializirani za določen namen, in morajo biti sposobni proizvajati ogromne količine. Primer takih strojev so stiskalnice ali brizgalni stroji, primer produktov pa žebliji, vijaki, različne sestavni deli avtomobilov ali gospodinjskih aparatov (Mahmoud, 2014–2015).
- **Proizvodnja s konstantnim tokom:** Proizvodnjo s konstantnim tokom lahko razdelimo na dva dela, odvisno od tega, kakšen tip proizvodov se proizvaja. »Product

flow« tip proizvodnje je v uporabi, kjer se proizvajajo proizvodi, ki so diskretne narave. Gre za proces konstantne in neprekinjene proizvodnje, kjer se proizvodi premikajo po proizvodnji liniji po načelu vsak proizvod posebej. V uporabi so proizvodni stroji, ki so zelo specializirani, sam proces na takih linijah pa je visoko avtomatiziran. Primer take proizvodnje je proizvodnja čelad. Termin kontinuirana proizvodnja (ang. Continuous flow) pa se uporablja za proizvodnjo produktov nediskretne oziroma procesne narave. Gre za proizvode, ki imajo malo sestavin, ki so med seboj fiksno vezane. Končni proizvodi procesne proizvodnje so rezultat fizikalno-kemične pretvorbe, procesna proizvodnja pa se pojavlja v kemijski industriji, rafinerijah, farmacevtski industriji, pridelavi cementa, mletju žita itd. (Abdullah, 2003).

Poleg delitve glede na organiziranost lahko proizvodnjo delimo tudi na podlagi načina predelave. Po načinu predelave tako razlikujemo med procesno in diskretno proizvodnjo.

### 2.1.1 Diskretna proizvodnja

Diskretna proizvodnja je najpogosteje organizirana kot zaporedje dogodkov, kjer se na montažni liniji končni izdelek sestavlja iz različnih vhodnih materialov ali polizdelkov. Za uspešno delovanje tega tipa proizvodnje je ključno, da se zagotovijo nemoten tok materiala, ustrezno število delavcev ter brezhibno delovanje strojev. Diskretna proizvodnja je značilna za industrije, kot so avtomobilska industrija, lesnopredelovalna industrija, elektroindustrija (Lyons, Vidamour, Jain & Sutherland, 2013).

### 2.1.2 Procesna proizvodnja

Za proizvode procesne proizvodnje je značilno, da imajo malo sestavin, ki so med seboj fiksno vezane ter jih na koncu procesa ni možno razstaviti na izhodiščne surovine. Končni proizvodi procesne proizvodnje so rezultat fizikalno-kemične pretvorbe, procesna proizvodnja pa se pojavlja v kemijski industriji, rafinerijah, farmacevtski industriji, pridelavi cementa, mletju žita itd. Za procesno industrijo je značilna masovna proizvodnja z majhnim naborom izdelkov. Proizvodnja pogosto poteka na zalogo, in ko se enkrat začne, se mora končati brez vmesnih prekinitev (Zorzut, Mušič & Jovan, 2009). Za procesno proizvodnjo bi lahko rekli, da proizvaja materiale in ne proizvode, kot to počne diskretna proizvodnja. Glavna razlika med tipoma proizvođenj je v načinu delovanja. Procesi v procesni proizvodnji morajo delovati neprekinjeno od začetka do konca, zato se na njih dosti težje aplicirajo orodja vitke proizvodnje, kot so proizvodnja v manjših serijah, krajšanje nastavitvenih časov ter organizacija proizvodnje v celično proizvodnjo. Lahko bi rekli, da je ravno nefleksibilnost procesa glavni razlog, zakaj se vodje podjetij dolgo časa niso odločali za vitko proizvodnjo v okviru svoje proizvodnje. Vendar, kot pišeta Abdullah in Rajgopal (2003) v svojem članku, pride v vsakem procesu procesno vodene proizvodnje do momenta v procesu, ki je voden diskretno in ravno na te dele proizvodnje naj se v

okviru procesno vodene proizvodnje implementirajo orodja vitke proizvodnje, ki so običajno implementirana v diskretne proizvodnje (Abdullah & Rajgopal, 2003).

### 2.1.3 Primerjava diskretne in procesne proizvodnje

Ko primerjamo procesno in diskretno proizvodnjo, primerjamo njune proizvodne procese in značilnosti. Primerjavo njunih značilnosti podajam v tabeli 4.

*Tabela 4: Primerjava diskretne in procesne proizvodnje*

Značilnost	Diskretna proizvodnja	Procesna proizvodnja
Proizvod	Sestavljen skupaj.	Narejen.
Priprava opreme	Hitra.	Potrebno več časa.
Velikost serij	Manjše, sledijo povpraševanju.	Večje, pogosto se dela na zalogo.
Delovna oprema	Manjša, fleksibilna, nespecializirana.	Večja, specializirana oprema.
Lista sestavin	Kosovnica.	Receptura.
Planiranje	Zasedenost osebja.	Zasedenost kapacitet.
Stroški zastojev, okvar	Običajno nizki.	Običajno visoki.

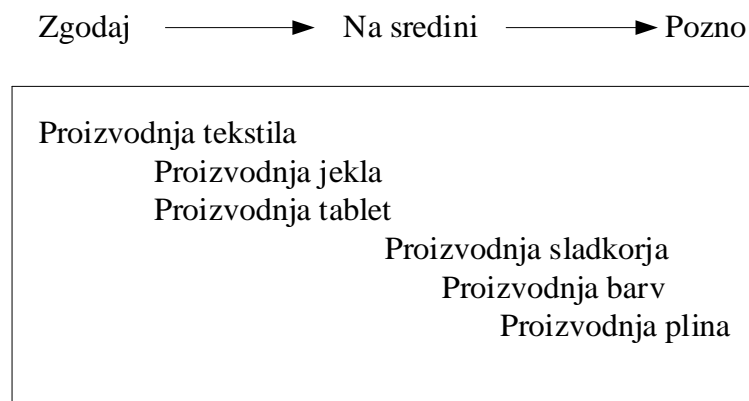
*Vir: Zorzut, Mušič in Jovan (2009).*

Za proizvode, ki nastajajo v diskretni proizvodnji, je značilno, da so produkt različnih komponent, ki jih sestavimo skupaj in jih je moč po končanju izdelave razstaviti nazaj na osnovne komponente. Proizvodi so običajno sestavljeni na podlagi kosovnice. Za proizvode procesne proizvodnje je značilno, da so produkt kemijsko fizikalnih obdelav, kjer različne surovine zmešamo skupaj, jih obdelamo ter dobimo nov produkt, ki se ga ne da razstaviti nazaj na osnovne komponente. Proizvodni so običajno sestavljeni na podlagi recepta. V procesni proizvodnji se običajno uporablja specializirana proizvodna oprema, namenjena izdelavi specifičnih proizvodov, kar pomeni, da nekih alternativnih poti nastajanja izdelka ni. Morebitna okvara opreme se običajno odraža v visokih stroških, kar zahteva redno servisiranje in stabilne delovne pogoje. Sama priprava opreme je običajno kompleksna in dolgotrajna, kar daje velik poudarek mikroplaniranju proizvodnje. Planiranje proizvodnje je po navadi dolgoročno, kjer se gleda, da se zapolnijo kapacitete na strojih. Običajno so serije v procesni proizvodnji daljše kot proizvodne serije v diskretni proizvodnji. V diskretni proizvodnji je običajno v uporabi oprema splošnega tipa, kar povečuje fleksibilnost pri izdelavi izdelkov. Nastavitve opreme so običajno kratkoročne, kar olajša mikroplaniranje. Vse skupaj omogoča planiranje krajših delovnih nalogov, ki bolj sledijo povpraševanju. Pri planiranju se običajno gleda, da se zapolnijo razpoložljive delovne ure proizvodnih delavcev. Morebitne okvare opreme in posledični zastoji imajo manjši finančni vpliv (Zorzut, Mušič & Jovan, 2009).

#### 2.1.4 Hibridna procesna proizvodnja

Procesna industrija je v teoriji opisana kot industrija, ki ima svojo proizvodnjo urejeno kot kontinuiran tok, vendar se v praksi pokaže, da je najpogosteje uporabljena kombinacija mešanice procesno in diskretno vodenega procesa, ki jo sam poimenujem hibridna procesna proizvodnja. Abdulmalek Rajgopal in Needy (2006) v svoji študiji procesno industrijo delijo na tri dele, in sicer na podlagi tega, kako hitro v procesu natopi možnost za diskretno obdelavo procesa. Procesno proizvodnjo tako delijo na zgodnjo, srednjo in pozno glede možnosti diskretne obdelave. Slika 4 podaja primere industrij glede na to, kako hitro je možno diskretno obdelati proizvode. Običajno je tako, da se proces izdelave začne s procesno vodenimi operacijami, medtem ko diskretno vodene pridejo na vrsto proti koncu procesa, ko so na vrsti operacije, kot so sestava posameznih delov v celoto ali pakiranje. Primer industrije, kjer diskretne operacije nastopijo v zgodnji fazi procesa izdelave, je tekstilna industrija, kjer se v rezalnicah odrežejo kosi blaga, ki so kasneje še pobarvani in zapakirani poslani v nadaljnjo obravnavo. V tem primeru je proces voden diskretno od rezanja blaga naprej. Kot primer industrije, kjer diskretno vodeni procesi nastopijo v srednjem delu procesa izdelave lahko navedemo industrijo kovin, kjer gre v primeru izdelave jekla tekoče jeklo skozi različne plavže in kasneje v ulivanje. Do sem je proces voden kontinuirano, od tukaj naprej pa se proces vodi diskretno, ko imamo različne oblike palic, ki jih kasneje še fino obdelamo v obratih za dekapiranje, na hladilnih trakovih, ter jih na koncu zapakiramo in pošljemo kupcem. Primer industrije, kjer se možnost za diskretno obdelavo procesa pojavi šele proti koncu procesne verige pa je kemična industrija ali industrija barv. V obeh primerih se možnost za diskretno obdelavo pojavi šele pri pakiranju proizvodov. Iz napisanega lahko povlečemo zaključek, da so strogo procesno vodene industrije redke ter da je večina procesnih industrij v bistvu hibridnih. Hkrati lahko sklepamo, da hitreje ko nastopi možnost za diskretno obdelavo, večje so možnosti za vpeljavo orodij vitke proizvodnje (Abdulmalek, Rajgopal & Needy, 2006; Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

*Slika 4: Industrije, razvrščene glede na priložnost za diskretno obdelavo v procesu*



*Vir: Abdulmalek, Rajgopal in Needy (2006).*

## 2.2 Podroben opis značilnosti procesne proizvodnje

Dolgo časa se je procesna proizvodnja pojmovala kot proizvodnja, kjer se proizvajajo nediskretni proizvodi. Vendar je tako pojmovanje zelo poenostavljeno in netočno, saj so razlike med industrijami s procesno proizvodnjo enormne. Tako Abdulmalek, Rajgopal in Needy (2006) predstavljajo nov pogled na procesno proizvodnjo, v katerem industrije znotraj procesne proizvodnje klasificirajo na podlagi treh ključnih dejavnikov, ki so (Abdulmalek Rajgopal & Needy, 2006):

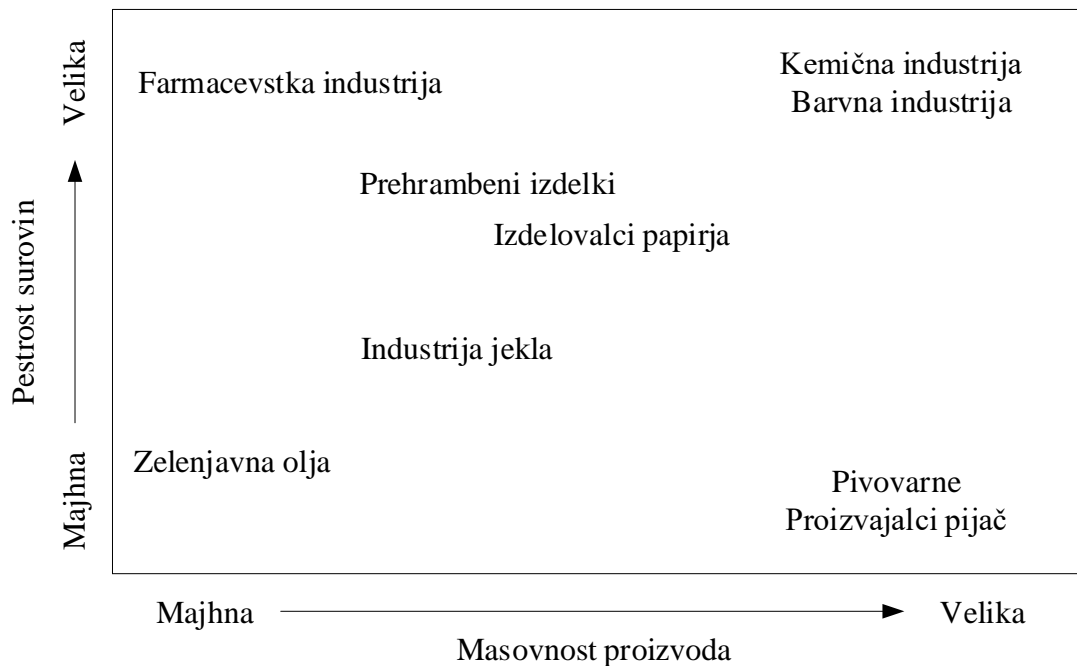
- značilnosti proizvoda, ki se izdeluje;
- značilnosti procesa;
- kdaj in kje znotraj procesa nastopi priložnost za diskretno obdelavo proizvoda.

### 2.2.1 Značilnosti proizvoda

Glavna kriterija za opis značilnosti proizvoda sta raznolikost proizvoda ter obseg proizvodnje posameznega proizvoda. Splošno gledano je za procesno proizvodnjo značilna masovna proizvodnja z relativno visoko pestrostjo surovin, vendar se ti dve značilnosti lahko močno spremenita, odvisno od vrste industrije, ki jo opazujemo. Kot primera dveh skrajnosti glede pestrosti vhodnih surovin Abdullah (2003) navaja industrijo barv, kjer se uporablja širok nabor surovin za sestavo različnih odtenkov barv. Tako se za sestavo določene barve uporabljajo barvilo, umetna raztopila, različna olja in trdila. Za povsem kontrasten primer z malo surovinami pa avtorji navajajo industrijo jekla, kjer se običajno kot surovine uporabljajo apnenec, železova ruda ter ogljik. Drugi kriterij delitve proizvodov je obseg njihove proizvodnje. Avtorji tu kot dva skrajna primera navajajo proizvodnjo pijač, kjer so potrebne velike količine proizvodov, da se zadovolji povpraševanje na trgu, ter farmacevtsko industrijo, kjer so pogostejše manjše serije specifičnih proizvodov, po katerih povpraševanje ni tako veliko (Abdulmalek, Rajgopal & Needy, 2006)

Na sliki 5 imamo kot primer navedene tipe industrij glede na obseg proizvodnje in pestrost surovin, ki so v uporabi pri nastajanju proizvodov. Tu je potrebno posebej poudariti, da gre za neko splošno razdelitev ter da so lahko znotraj posamezne industrije možna velika odstopanja.

Slika 5: Vrste industrij glede na obseg proizvodnje in pestrost surovin



Vir: Abdulmalek, Rajgopal in Needy (2006).

Iz že zapisanega o karakteristikah proizvoda lahko izluščimo, da so industrije z nizko pestrostjo surovin in visokim volumnom proizvodnje učinkovitejše od drugih industrij že zaradi samih značilnosti. Tako je na primer za industrijo pijač značilen velik obseg proizvodnje in nizka pestrost na ravni surovin. Posledično ima taka industrija proces organiziran kot konstantni tok, kar pomeni, da prihaja med samim procesom do pogostih ustavitvev med različnimi nalogami. Iz tega lahko sklepamo, da orodje, kot je kanban, ni primerno za tak tip proizvodnje. Za doseganje učinkovitosti takega procesa je bolj smiselno uporabiti celovito vzdrževanje, ki bo skrbelo za zanesljivost proizvodne opreme in procesa. Na drugi strani pa imamo primer industrije barv, za katero je značilen majhen volumen produkcije in velika pestrost surovin. To nam da vedeti, da imamo v takem okolju večje število različnih nalogov, kar pomeni, da imamo veliko priprav opreme med nalogi. Za večjo učinkovitost je v teh primerih smotrno uporabiti orodje za skrajševanje nastavitvenih časov opreme (Abdullah, 2003).

### 2.2.2 Značilnosti procesa

Procesno proizvodnjo lahko klasificiramo tudi na podlagi značilnosti procesa, ki se dogaja znotraj proizvodnje. Tukaj predvsem opazujemo materialni tok v proizvodnji, ki smo ga v enem izmed prejšnjih poglavij razdelili na posamično proizvodnjo, serijsko proizvodnjo ter kontinuirano proizvodnjo. Na sliki 6 tako vidimo primere industrij glede na tip proizvodnje, ki ga imajo v uporabi. Vsak izmed omenjenih tipov proizvodnje ima svoje značilnosti ter posebnosti, predvsem v vrsti opreme, ki jo uporablja, njeni razporeditvi v



proizvodnji ter stopnji fleksibilnosti procesa. Ti dejavniki določajo, do kakšne stopnje se lahko implementira vitka proizvodnja. V procesni proizvodnji je običajno v uporabi sistem kontinuiranega toka, kjer proizvodi v enakomernem toku tečejo skozi proizvodnjo. V realnosti so razlike med industrijami tako velike, da posamezne industrije uporabljajo visoko specializirano opremo in imajo vrsto proizvodnje, prilagojeno specifikam lastne industrije (Abdulmalek, Rajgopal & Needy, 2006).

### 2.2.3 Vrsta opreme

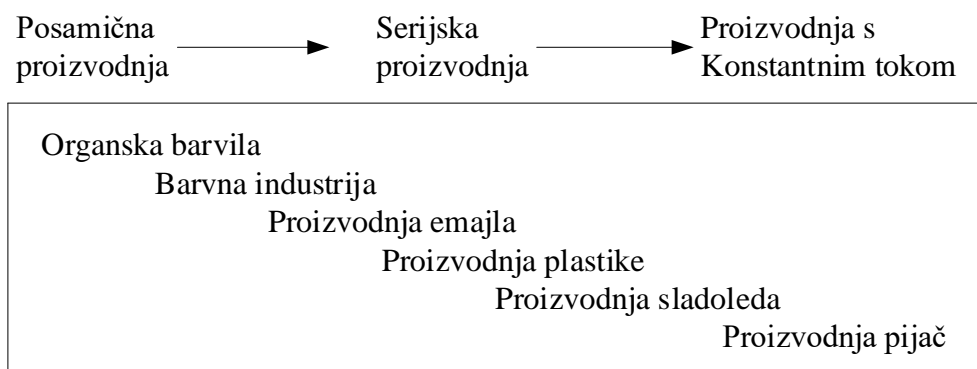
Kot je že omenjeno, velik del značilnosti procesa določa oprema, ki je v uporabi v proizvodnji. Proizvodno opremo v osnovi delimo na splošno in specializirano, znotraj teh dveh skupin pa jo delimo naprej na namensko ali nenamensko. V nadaljevanju so podrobneje opisani tipi opreme, ki jih povzemam po Abdulmalek, Rajgopal in Needy (2006).

- **Splošna nenamenska oprema** – Ta vrsta opreme ponuja največjo fleksibilnost sistema ter je primerna za uporabo v proizvodnjah, kjer se izdeluje veliko različnih enega proizvoda. Tipična primera sta proizvodnja plastike, kjer se za različne vrste plastike uporablja ista oprema, ali primer pekarn, kjer se za različne vrste kruha ali peciva uporabljajo enake pečice.
- **Splošna oprema namenskega tipa** – Splošna oprema namenskega tipa prav tako ponuja dokaj visoko stopnjo fleksibilnosti, ki pa je za odtenek manjša od fleksibilnosti splošne opreme nenamenskega tipa. Ta vrsta opreme je namenjena izdelavi različnih tipov proizvodov, ki imajo v procesu izdelave neko specifiko, ki jo dosežejo z uporabo te vrste opreme. Primer take opreme najdemo v proizvodnji barv, kjer je oprema, ki je drugače obravnavana kot splošna, uporabljena samo za določeno vrsto barv.
- **Specializirana oprema nenamenskega tipa** – Specializirana oprema nenamenskega tipa ponuja malo fleksibilnosti v procesu. Tipičen primer je proizvodnja pijač, kjer je v uporabi oprema, ki je specializirana za določeno vrsto pijače, znotraj katere poznamo več različic. Primer tega je oprema za izdelavo gazirane pijače, ki pa ponuja tudi možnost izdelave različnih okusov gazirane pijač.
- **Specializirana oprema namenskega tipa** – Specializirana oprema namenskega tipa pa fleksibilnosti praktično ne omogoča. Gre za opremo, ki je dizajnirana in narejena za točno določen projekt ali za proizvodnjo specifičnega proizvoda. Pogosti primeri so v farmacevtski proizvodnji.

Na koncu velja omeniti, da je to splošna klasifikacija ter da podjetja v praksi pogostokrat uporabljajo kombinacijo različnih tipov opreme hkrati. Nam pa sama fleksibilnost procesa nudi nekakšen začetni vpogled v možnost vpeljave različnih orodij vitke proizvodnje. Kjer je proizvodnja organizirana kot posamična proizvodnja ali kot proizvodnja v serijah, je mogoča večja fleksibilnost procesa in je tam več možnosti za uporabo vitkih orodij, kot so kanban kartice, standardizacija dela ali metoda skrajševanja nastavitvenih časov. Kjer pa je

proizvodnja vodena po principu konstantnega toka, je fleksibilnost procesa dosti manjša, zato se je tam bolj smiselno osredotočiti na vzdrževanje opreme ter zanesljivost procesa (Abdulmalek, Rajgopal & Needy, 2006).

Slika 6: Industrije, razvrščene glede na tip proizvodnje, ki ga imajo v uporabi



Vir: Abdulmalek, Rajgopal in Needy (2006).

### 2.3 Implementacija orodij vitke proizvodnje v procesni proizvodnji

Vsa orodja vitke proizvodnje niso univerzalna in za večino velja, da je njihova ustreznost odvisna od specifike proizvodnega procesa. Tako sta Mahapatra in Mohanty (2007) v svoji študiji primerjala ustreznost orodij za implementacijo med diskretno in procesno vodenimi tipi proizvodenj. Študija je bila narejena s pomočjo ankete, kjer sta s petstopenjsko Likertovo lestvico anketirala 50 indijskih podjetij. Na podlagi ankete je bila za vsako orodje izračunana povprečna vrednost stopnje ustreznosti v posameznem tipu proizvodnje. Povprečne vrednosti za tip proizvodnje so vidne v tabeli 5.

Tabela 5: Ustreznost orodij vitke proizvodnje glede na tip proizvodnje

Orodje	Povprečna vrednost-diskretna proizvodnja	Povprečna vrednost-procesna proizvodnja
Čas takta	4,75	0,00
Poka Yoke	4,00	2,40
Standardizacija dela	3,75	2,20
Strategija celovitega vzdrževanja	3,05	4,40
Metoda potega	3,30	2,60
Vizualizacija toka vrednosti	3,00	3,51
Optimizacija nastavitvenega časa opreme	2,05	3,80
Celična proizvodnja	2,00	3,50
5S	3,35	3,50
Kaizen dogodki	3,00	2,75

Vir: Mahapatra in Mohanty (2007).

Anketa je pokazala, da je izmed orodij vitke proizvodnje za procesne tipe proizvodenj najustreznejša uporaba strategije celovitega vzdrževanja. To lahko razložimo z dejstvom, da podjetja, ki imajo procesno vodene tipe proizvodenj, običajno nimajo v uporabi oziroma ne poznajo orodij, ki bi se problema vzdrževanja opreme lotevala tako podrobno in celovito kot strategija celovitega vzdrževanja. Drugi razlog za ustreznost tega orodja pa lahko najdemo v dejstvu, da se v takih proizvodnih okoljih običajno uporablja zelo specifična oprema, ki zahteva bolj frekventno servisiranje. Poleg tega so običajno proizvodni procesi v procesnih proizvodnjah vodeni kot celota, kar pomeni, da se ob morebitni okvari posameznega stroja ustavi celoten proizvodni proces. Naslednje pomembno orodje za procesno vodene tipe proizvodnje je avtomatska ustavitve proizvodnje, saj okvara na posamezni operaciji pod vprašaj postavi kakovost končnega proizvoda. Še toliko bolj je ta rešitev pomembna iz zgoraj navedenega dejstva o vodenju procesa kot celote, saj ta rešitev omogoči takojšno zaznavo napake in ne zaznavo te šele na koncu procesa. Za diskretno proizvodnjo to orodje ni tako pomembno, saj je običajno tam končni proizvod narejen skozi skupek manjših samostojnih procesov, med katerimi se laže zazna napaka med prehodom med njimi. Anketa je pokazala tudi, da je čas takta, ki je eno izmed temeljnih orodij vitke proizvodnje, viden kot ustrezen samo v diskretnih tipih proizvodnje, medtem ko procesno vodene proizvodnje v njem ne vidijo ustreznosti za njihovo proizvodno okolje.

Prav tako sta Mahapatra in Mohanty (2007) v svoji študiji skušala odkriti glavne indice, zakaj se podjetja odločijo za uporabo orodij vitke proizvodnje. Rezultati ankete glede pomembnosti vzrokov za uporabo orodij vitke proizvodnje so prikazani v tabeli 6.

*Tabela 6: Glavni motivi za implementacijo orodij vitke proizvodne glede na tip proizvodnje*

<b>Motivatorji</b>	<b>Procesna proizvodnja</b>	<b>Diskretna proizvodnja</b>
Produkt	2	3
Trg	1	1
Vodstvo	4	5
Zaposleni	5	4
Dobavitelj	3	2

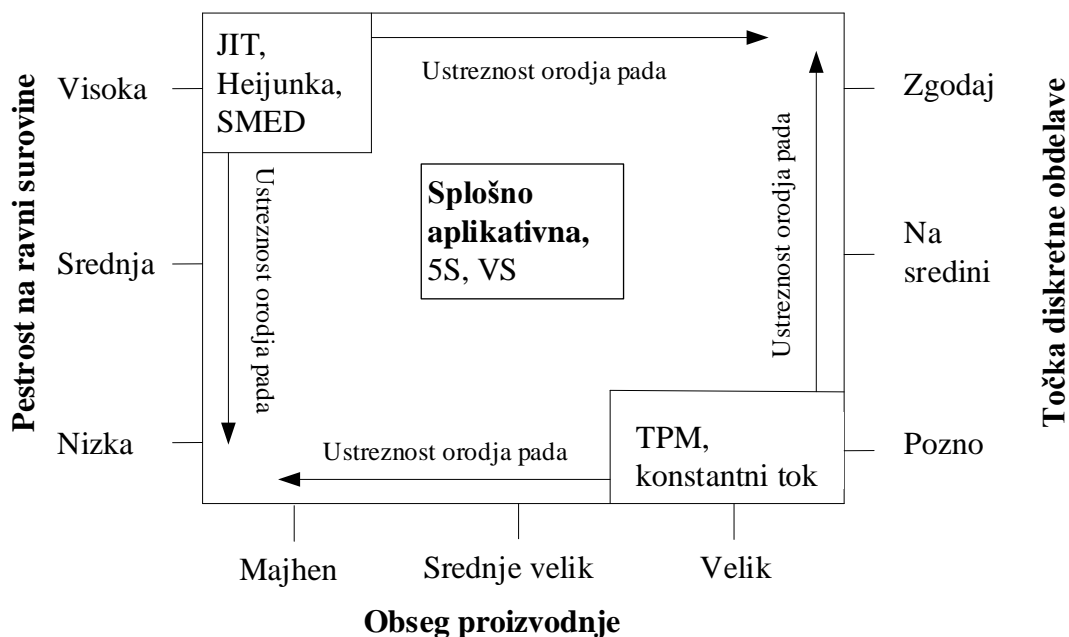
*Vir: Mahapatra in Mohanty (2007).*

Primerjava med tipi proizvodenj je pokazala, da so razmere na trgu glavni motiv za oba tipa proizvodnje. Kupci so danes namreč veliko zahtevnejši, ker običajno zahtevajo specializirane in pogosto kostumirane produkte v čim krajšem možnem času. Ta specifična podjetja sili v iskanje rešitev, kako čim hitreje in čim bolje odreagirati na spremembe na trgu. Procesne proizvodnje so na drugo mesto za vpeljavo vitke proizvodnje postavile vzroke, povezane s proizvodnimi procesi. Predvsem gre tu za vprašanja z optimalno razporeditvijo proizvodne opreme, ki naj bi čim bolj sledila procesu izdelave. Poleg tega so v študiji bili izpostavljeni tudi problemi, povezani z neorganiziranostjo delovnega mesta in visokih zalog. Za primerjavo so podjetja z diskretnim tipom proizvodnje na drugo mesto

vzrokov za uporabo orodij vitke proizvodnje postavila odnose s svojimi dobavitelji. Podjetja z diskretnim tipom proizvodnje so v primerjavi s procesnimi tipi proizvodnje že dalj časa dosti bolj usmerjena h kupcem in še toliko bolj težijo k doseganju čim večje dobavljivosti na trg s čim manjšimi zalogami. Kot zanimivost lahko povem, da so podjetja s procesnim tipom proizvodnje odnose s svojimi dobavitelji postavila na zadnje mesto pomembnosti za implementacijo orodij vitke proizvodnje. To lahko pojasnimo z dejstvom, da za te vrste proizvodnje še zmeraj velja prepričanje o držanju visokih zalog. Kot je vidno iz tabele 6, podjetja s procesnimi proizvodnjami na tretje mesto vzrokov postavljajo svoje zaposlene, ki jih je cilj razviti v zaposlene s čim večjim spektrom znanj. Ta dejavnik je na lestvici vzrokov za diskretne proizvodnje uvrščen na četrto mesto. Najmanj relevanten dejavnik za uporabo orodij vitke proizvodnje je zavzetost vodstva, kjer so ga procesna podjetja postavila na predzadnje mesto pomembnosti, diskretna podjetja pa kar na zadnje.

Kot je omenjeno, so glavni kriteriji izbire orodij fleksibilnost procesa, značilnost proizvoda, značilnost procesa in točka v procesu, kjer se začne diskretna obdelava. Tako so orodja, kot so Just in time koncept, zmanjševanje časa priprave opreme ali uravnavanje proizvodnje, primernejša za proizvodnje, ki proizvajajo manjše število proizvodov, kjer je njihova sestava običajno sestavljena iz veliko različnih materialov, sam proces pa je dokaj fleksibilen. Primer take industrije je tekstilna industrija, kjer priložnost za diskretno obdelavo nastopi relativno zgodaj v procesu izdelave. To omogoča dokaj veliko fleksibilnost procesa, zato so v takem okolju orodja, kot so uravnavanje proizvodnje, proizvodnja v manjših serijah in hitro menjavanje orodja, primerna za implementacijo. Na drugi strani imamo orodja, kot so konstantno vzdrževanje opreme ali zagotavljanje enakomernega neprekinjenega toka, ki so primernejša za uporabo v proizvodnjah, ki proizvajajo velike količine proizvodov, za to uporabljeno specializirano opremo, fleksibilnost procesa pa je relativno majhna. Primer take industrije so pivovarne ali proizvodnje različnih pijač, kjer je ureditev proizvodnje celično dokaj nemogoča, prav tako bi se v tako okolje težko implementiral sistem vlečenja. Ker takšne proizvodnje delujejo po principu kontinuiranega toka, je v tem primeru bolj smiselno zagotoviti sistem konstantnega vzdrževanja opreme. Seveda pa obstajajo tudi orodja vitke proizvodnje, ki so primerna za uporabo ne glede na karakteristike procesa izdelave. Primeri takih orodij so vizualizacija toka vrednosti, 5S, kaizen dogodki ter standardizacija dela. V naslednjih dveh slikah je prikazana ustreznost orodij vitke proizvodnje glede na razvito klasifikacijo, ki je opisana zgoraj. Orodja za implementacijo so predlagana glede na dve glavni značilnosti proizvodnje, in to sta značilnosti proizvodnega procesa ter značilnosti proizvodov, ki se proizvajajo v proizvodnji (Abdullah, 2003).

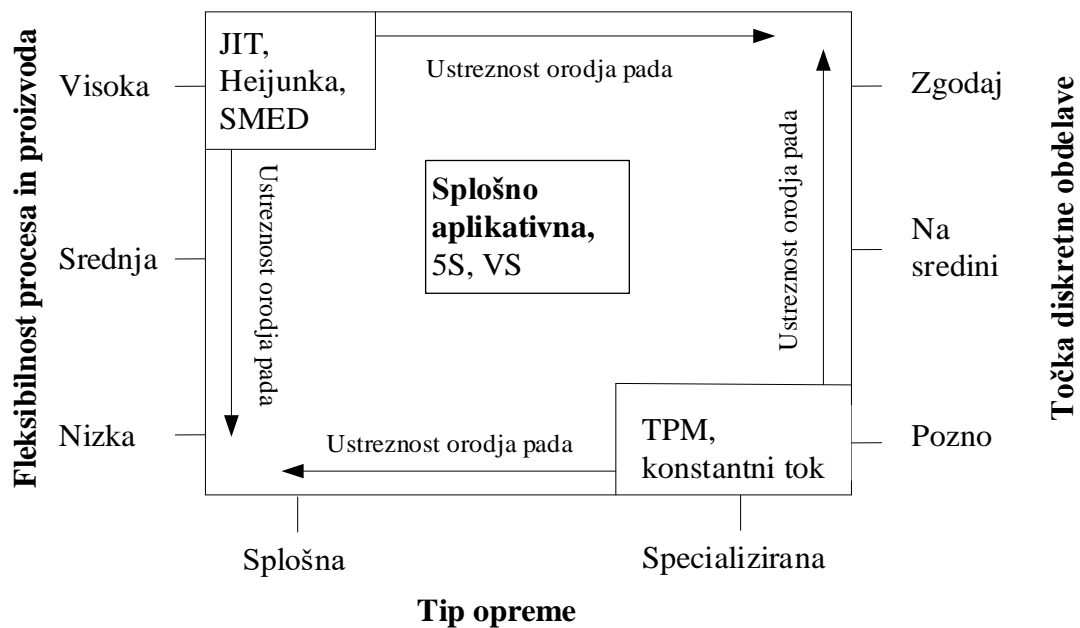
Slika 7: Navodila za implementacijo orodij vitke proizvodnje glede na značilnosti proizvoda



Vir: Abdullah (2003).

Slika 7 prikazuje uporabnost orodij vitke proizvodnje na podlagi značilnosti proizvoda, ki se proizvaja. Navodila so narejena na podlagi Abdullahove klasifikacije. Glavna kriterija proizvoda, na podlagi katerih se klasificira primernost orodij, sta obseg proizvodnje ter pestrost glede surovin, iz katerih je proizvod sestavljen. Če poglobljeno pogledamo sliko sedem, vidimo, da so orodja, kot sta strategija celovitega vzdrževanja in zagotavljanje konstantnega toka, predlagana za proizvode, za katere je značilna relativno majhna pestrost surovin, iz katerih so sestavljeni proizvodi in velik obseg proizvodnje. Razlog za izbiro teh orodij se skriva v tem, da je proces izdelave takih proizvodov že sam po sebi dokaj učinkovit in je za podjetja toliko pomembnejši, da se aplicirajo orodja, ki bodo čim bolj zagotavljala konstanten tok in zanesljivost proizvodnje. Na ta način bo prihajalo do manj zastojev proizvodnih linij, kar bo pozitivno vplivalo na produktivnost in uspešnost proizvodnje. Bolj, kot se nam večja pestrost surovin in manjša obseg proizvodnje, manjši učinek bodo imela ta orodja in bolj smiselna bo uporaba drugih orodij. Tako je za proizvodna okolja, za katera je značilna visoka pestrost surovin in relativno majhne serije, primernejša uporaba orodij, kot so uravnoteženje proizvodnje, koncept ob pravem času, kanban sistemi ali metoda skrajševanja nastavitvenih časov. V takih okoljih je namreč običajno veliko število različnih proizvodov, ki se izdelujejo v manjših serijah, kar posledično pomeni veliko menjav orodij in prehodov med delovnimi nalogi. Zato je za taka okolja smotrnejše uporabiti orodja, ki bodo zagotavljala, da bodo prehodi med delovnimi nalogi čim krajši, da bo signal za dostavo materiala pravočasen in točen ter da bo proces izdelave kar se da uravnotežen, kar bo pomenilo manj izgub v proizvodnji.

Slika 8: Navodila za implementacijo orodij vitke proizvodnje glede na značilnosti procesa



Vir: Abdullah (2003).

Slika 8 prikazuje uporabnost orodij vitke proizvodnje glede na drugi dve predpostavki, razviti v Abdullahovi klasifikaciji, in to sta značilnost procesa, ki se odvija v proizvodnji, in specifičnosti opreme, ki je v uporabi. Klasifikacija pravi, da je za procese, ki so relativno nefleksibilni in imajo uporabljeno dokaj specializirano opremo, bolj smiselna uporaba orodij, ki bodo zagotavljala zanesljiv, kontinuiran proces dela ter bodo skrbela za zanesljivost proizvodne opreme. Primer takih orodij je strategija celovitega vzdrževanja opreme in skrb za doseganje kontinuiranega toka. Za taka okolja je značilno, da ni veliko pestrosti glede različnih tipov proizvodov in raznolikosti glede načina dela. Da so taka okolja lahko učinkovita in uspešna, je torej nujno, da se zagotovi proces, ki bo potekal čim bolj gladko, s čim manj motnjami in napakami v procesu. Bolj fleksibilni procesi in večja stopnja univerzalne opreme, uporabljene za širši spekter proizvodov, kliče po uporabi orodij, kot so zmanjševanje nastavitvenih časov opreme, uravnotežene proizvodnje, kanban sistemi in strategija ob pravem času. Za taka okolja so namreč značilni večja raznolikost proizvodov, večje število proizvodnih nalogov ter posledično potreba po večji fleksibilnosti, kar zgoraj omenjena orodja zagotavljajo.

Na koncu imamo orodja vitke proizvodnje, ki so aplikativna v vseh okoljih in njihova smiselnost ni pogojena s specifikami določenega procesa ali proizvoda. Primeri takih orodij so 5S ter vizualizacija vrednostnega toka.

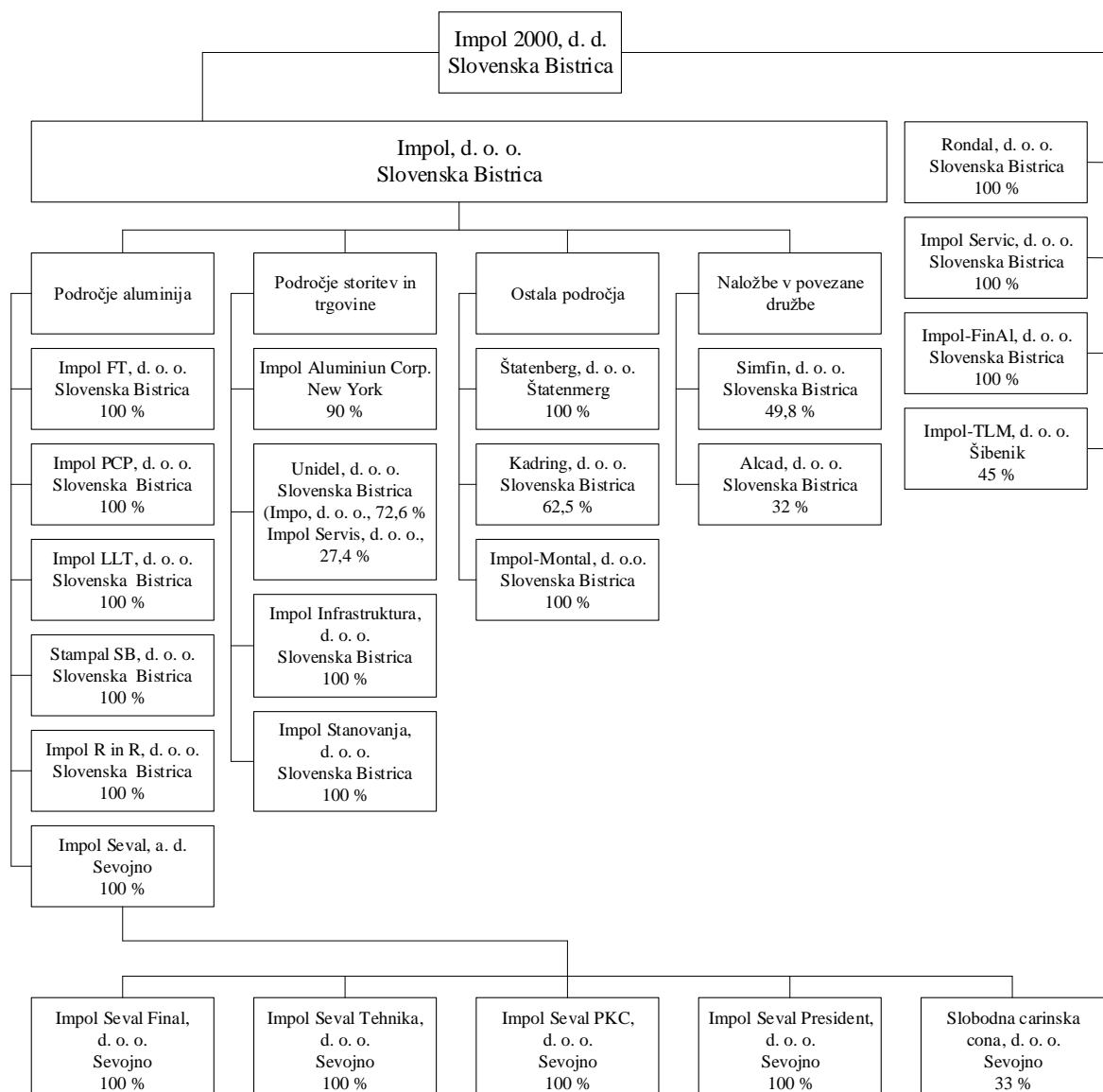
Na tem mestu je treba poudariti, da je opisana klasifikacija dokaj generalna ter da je aplikativnost orodij odvisna predvsem od specifičnosti procesov, ki se izvajajo v posamezni proizvodnji, in proizvodov, ki nastajajo v njej.

### 3 ANALIZA IN PREDLOGI VPELJAVE ORODIJ VITKE PROIZVODNJE V PODJETJE IMPOL PCP

#### 3.1 Predstavitev podjetja Impol in hčerinskega podjetja Impol PCP

Začetki Impola segajo približno 200 let nazaj, ko so se v Slovenski Bistrici začeli ukvarjati s predelavo bakrenih izdelkov. V petdesetih letih prejšnjega stoletja se je zgodila pomembna odločitev, ki Impol zaznamuje še danes, in sicer prehod na predelavo izdelkov iz aluminija. V letu 1997 se je podjetje preoblikovalo v delniško družbo, ki deluje pod imenom Impol 2000, d. d. Organizacijska struktura Impol 2000, d. d. je razvidna na sliki 9.

Slika 9: Organizacijska struktura Impola

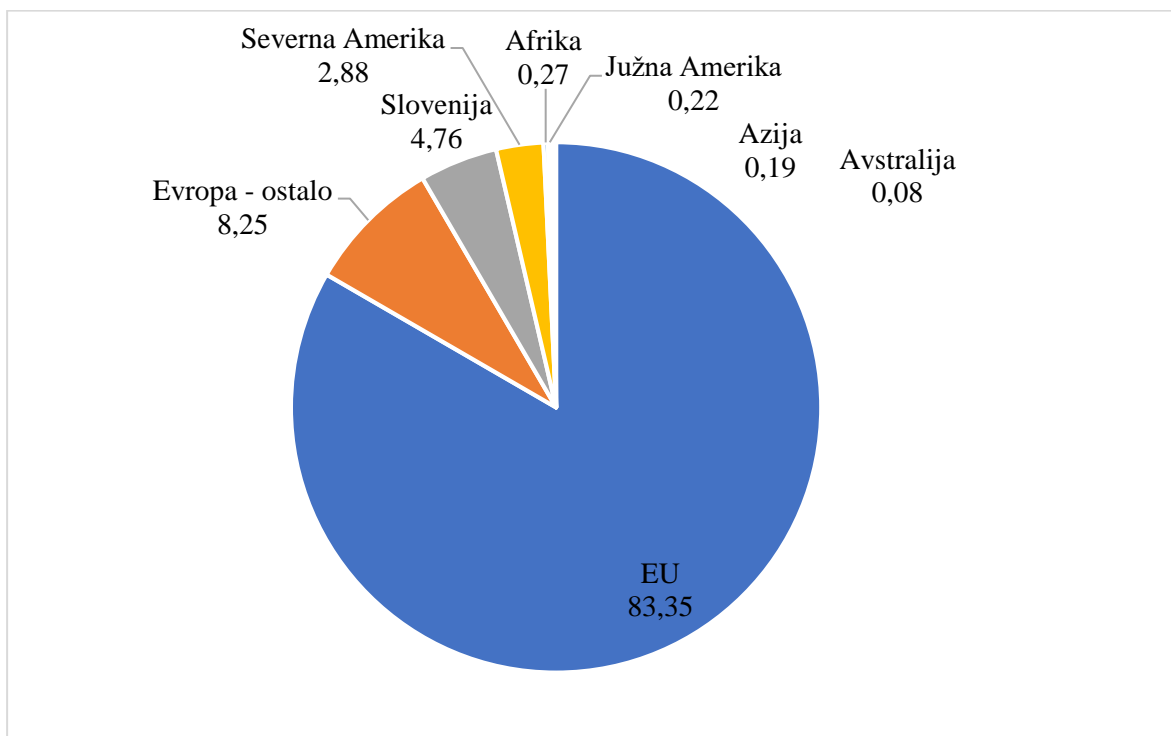


Vir: Impol 2000, d. d. (2016).

Sedež podjetja je v Slovenski Bistrici na Partizanski ulici 38, osnovni kapital družbe pa znaša 16.954.599 evrov. V skupini Impol je zaposlenih nekaj več kot 2000 ljudi, konsolidirani čisti prihodki za leto 2015 znašajo 550 milijonov evrov, dobiček pred obdavčitvijo pa 25 milijonov evrov.

Impol 2000, d. d., je skupina, ki je mednarodno prisotna ter izrazito izvozno naravnana, saj 94 odstotkov svoje prodaje ustvari v tujini. Tako slika 10 prikazuje deleže prodaje skupine po glavnih trgih. S slike je razvidno, da glavni prodajni trgi večinoma ležijo v Evropi, predvsem v državah Evropske unije, poleg tega pa tudi v državah izven Evrope, kot so ZDA ter Kanada. Kot posamičen trg je največji v Nemčiji, ki predstavlja več kot tretjino celovitega trga Impola, sledi pa ji Italija s 15-odstotnim deležem. Prodaja izdelkov se osredotoča na trge, ki niso preveč oddaljeni od mesta proizvodnje, saj transport na oddaljene trge ni dobičkonosen iz razlogov, kot sta strošek prevoza ter vpliv na kakovost izdelkov.

*Slika 10: Prodaja po področjih (v %)*



*Vir: Impol 2000, d. d. (2016).*

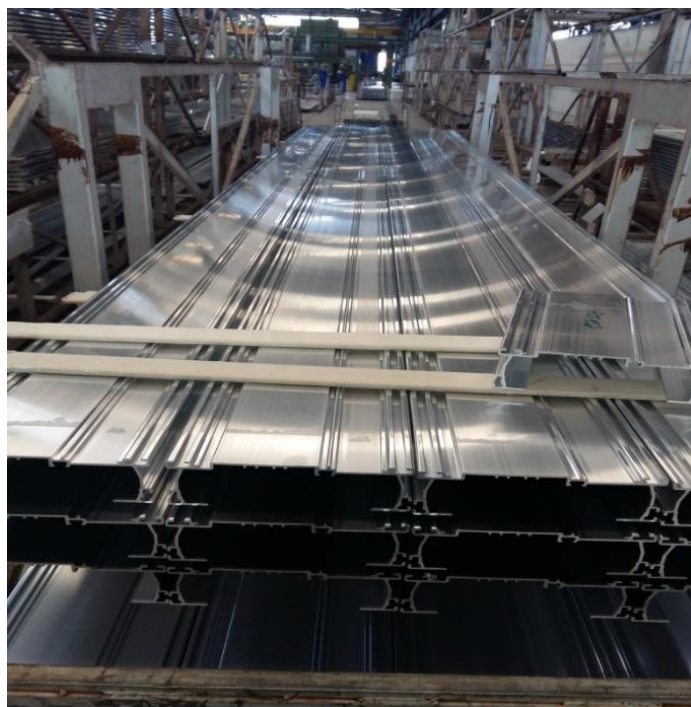


*Slika 11: Izdelki Impol PCP – palice*



*Vir: Impol 2000, d. d. (2016).*

*Slika 12: Izdelki Impol PCP – profili*

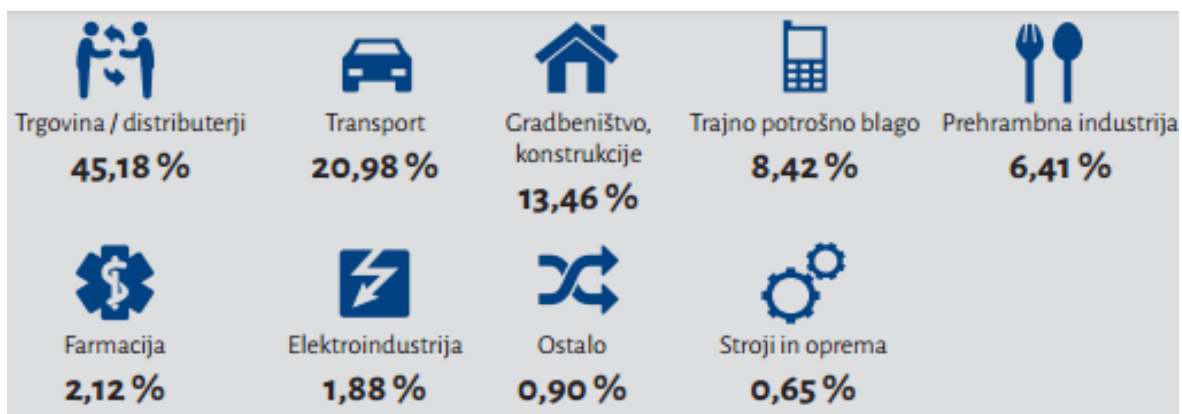


*Vir: Impol 2000, d. d. (2016).*

V podjetju proizvajajo valjane in stiskane izdelke iz aluminija, njihova ponudba pa vključuje folije, pločevine, trakove, palice, cevi in profile, prav tako pa so v skupini nišno specializirani za proizvodnjo odkovkov in rondelic. Primera dveh tipičnih izdelkov Impola

sta vidna na slikah 11 in 12. Tako Impolove izdelke najdemo v avtomobilski, prehrambni, transportni in farmacevtski industriji, prav tako pa tudi v gradbeni in elektroindustriji. V Impolu so pozorni na lastno zavarovanje pred tveganji, zato imajo kot strateško usmeritev zelo diverzificiran proizvodni program. V ta namen ohranjajo razpršenost po tržiščih, kupcih in industrijah. Prodaja Impolovih izdelkov je tako najmočnejša v tržnih segmentih, kot so transport, gradbeništvo in tržne dobrine. Razpršenost prodaje po tržnih segmentih je vidna na sliki 13, s katere lahko razberemo, da glavni segment predstavlja prodaja distributerjem, sledita pa segmenta transporta in gradbeništva.

*Slika 13: Kupci po tržnih segmentih*



*Vir: Impol 2000, d. d. (2016).*

V Impolu pravijo, da pot do napredka ni hitra niti lahka, zato v ta namen ogromno vlagajo v rast in razvoj. Podatka, ki pričata o tem, sta 400 milijonov evrov v naložbe v zadnjih desetih letih, ter 126-odstotna rast proizvodnje v enakem obdobju. Še posebej so zavezani k doseganju visokih standardov kakovosti svojih izdelkov in procesov, kar je podlaga za doseganje konkurenčnih prednosti. Dokaz tega so prejeti standardi kakovosti, ki so jih prejeli v letih svojega obstoja:

- ISO 9001 – certifikat sistema vodenja kakovosti;
- OHSAS 18001 – certifikat sistema vodenja poklicnega zdravja in varnosti;
- ISO 14001 – certifikat sistema ravnanja z okoljem;
- ISO/TS 16949 – certifikat sistema vodenja kakovosti v avtomobilski industriji;
- EN 15088 – certifikat o skladnosti izdelkov z uredbo Evropske unije na področju gradbeništva.

Ker je skupina Impol tako velika in obsežna ter ima mnogo različnih procesov v svojem poslovanju, se v dogovoru s podjetjem v svoji študiji primera osredotočam le na izdelavo palic, cevi in profilov iz aluminija, za katere je v skupini Impol zadolženo samostojno podjetje Impol PCP.

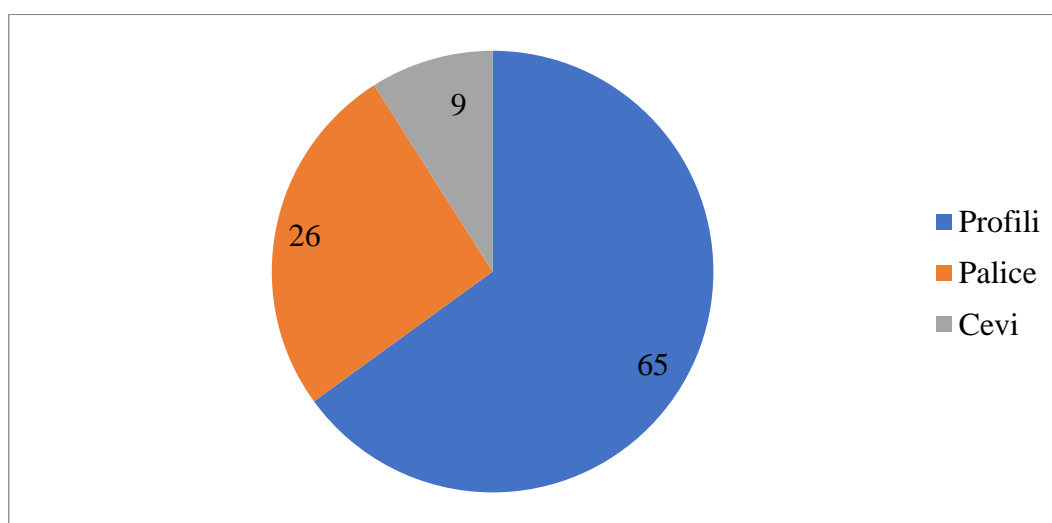
### 3.2 Analiza procesov in proizvodov Impol PCP ter umestitev v izbrano klasifikacijo

V naslednjih podpoglavjih bodo podrobneje opisane značilnosti in specifične procesov, ki se odvijajo v Impolu PCP. Prav tako bodo opisane značilnosti proizvodov, ki nastajajo v procesu. Na podlagi teh dveh kriterijev bom v zadnjem delu poglavja umestil Impol PCP v klasifikacijo, razvito s strani Fawaz Abdullaha.

#### 3.2.1 Značilnosti Impolovih proizvodov

Kot je opisano v poglavju 2.2.1, sta glavna kriterija za opis značilnosti proizvoda pestrost surovin, iz katerih je proizvod narejen, ter v kakšni količini se določen proizvod izdeluje. Za proizvode Impola PCP je značilno, da je pestrost na ravni surovine relativno majhna ter da se proizvaja v relativno velikih količinah. Proizvodi Impol PCP so razdeljeni na tri večje skupine, in sicer palice, cevi in profile. Trenutno izdelujejo 9850 različnih izdelkov, katerih deleži po družinah proizvodov so predstavljeni na sliki 14. S slike 14 lahko razberemo, da so najpomembnejša družina izdelkov profili, ki predstavljajo 65 odstotkov vseh izdelkov, sledijo jim palice z dobrimi 25 odstotki, najmanjši delež proizvodnje pa predstavljajo cevi s slabimi 10 odstotki. Pestrost proizvodov na ravni surovine je zelo majhna, saj so proizvodi sestavljeni samo iz zlitin aluminija in nobenih drugih zlitin. Za proizvodnjo produktov uporabljajo 116 različnih zlitin aluminija. Za proizvode je značilno, da so močno izpostavljeni različnim kemijskim in temperaturnim obdelavam ter da želje kupcev glede mehanskih lastnosti proizvoda močno narekujejo hitrost nastajanja proizvoda. Neko splošno pravilo v Impolu je, da bolj kot je proizvod kompleksen glede mehanskih lastnosti, dalj časa ga izdelujejo, saj se tak proizvod počasneje iztiska iz peči ter je na njem potrebno narediti več nadaljnjih kemičnih obdelav.

*Slika 14: Delež končnih kod po družinah proizvodov (v %)*



*Vir: Impol 2000, d. d. (2016).*

### 3.2.2 Značilnosti procesa Impola PCP

Kakor je omenjeno v poglavju 2.2.2, sta glavna kriterija za opis značilnosti proizvodnega procesa vrsta opreme, ki se uporablja v proizvodnem procesu, ter sama organiziranost proizvodnega procesa. Pri vrsti opreme je govora predvsem o tem, ali so stroji in proizvodna oprema strogo specifični in namenjeni izdelavi samo določenega produkta oziroma družine proizvodov, ali pa so bolj splošni in jih lahko prilagajajo izdelavi različnih proizvodov. Pri organiziranosti proizvodnje je pomembno, ali je zasnovana kot proizvodnja v serijah ali kot proizvodnja s konstantnim tokom. V primeru Impola PCP je tako proizvodnja zasnovana kot kombinacija proizvodnje v serijah in konstantnega toka.

Glavna značilnost procesa Impol PCP je, da delajo izključno po sistemu »proizvodnja po naročilu« (ang. make-to-order ali MTO). Ta značilnost pomeni, da je avtorizacija za proizvodnjo prejeta naročilo. Poleg tega je za Impol PCP značilno, da ne držijo zalog končnih proizvodov. To je posledica tega, da so njihovi proizvodi močno prilagojeni specifičnim željam oziroma potrebam končnega kupca.

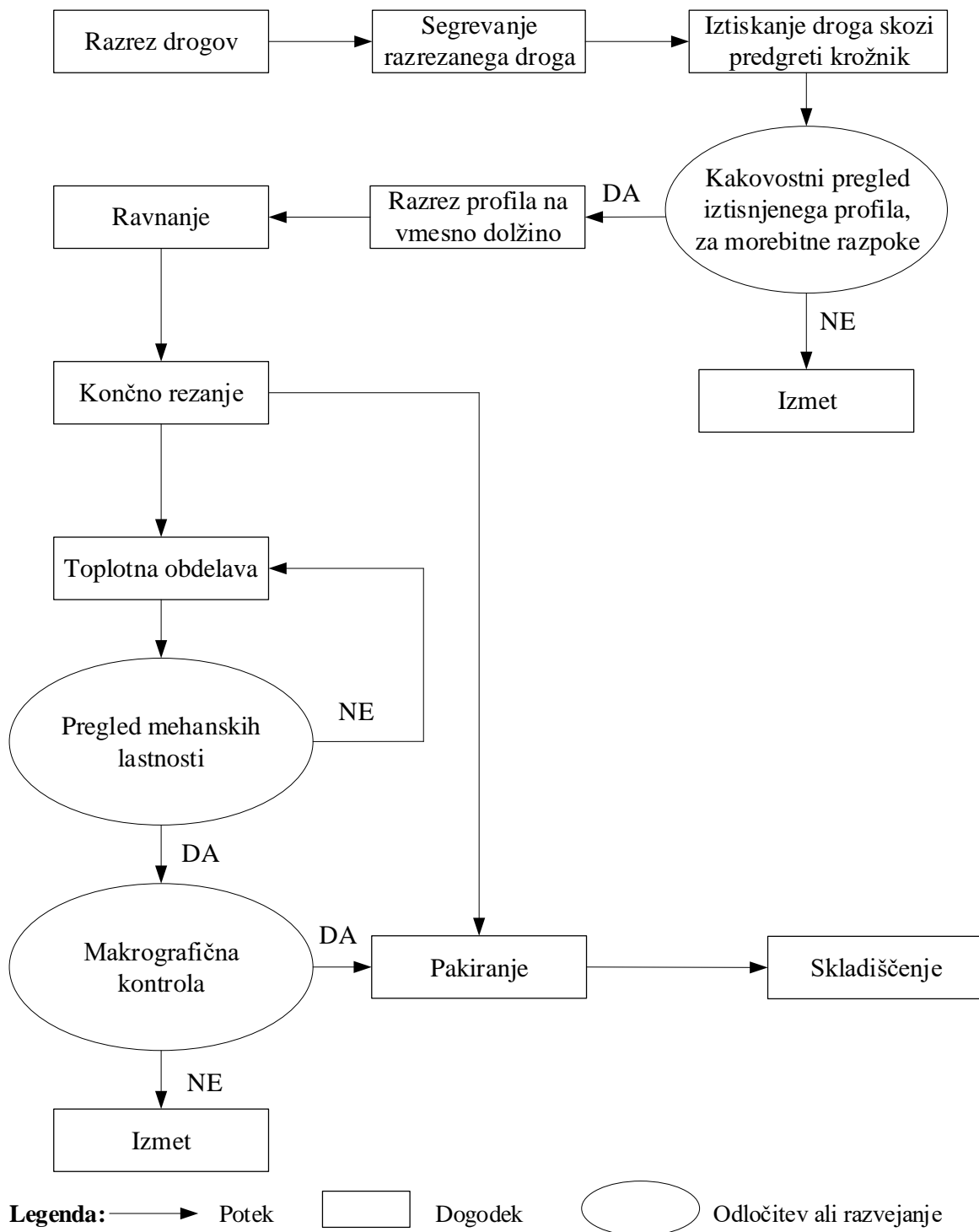
Impol ima s svojimi stalnimi kupci utečen proces oddajanja naročil. Kupci oddajajo okvirna letna, polletna ter četrletna naročila. Na podlagi tega Impol načrtuje svoje okvirne kapacitete. Kasneje kupci delajo odpoklice svojih naročil, kjer točno povedo, kateri izdelek potrebujejo in v kakšni količini. Za take vrste naročanj ima Impol dobavne roke dolge od 3 do 5 tednov, odvisno od vrste zlitin, iz katere naj bo proizvod narejen, ter od same vrste proizvoda. Za naročila, ki nimajo za sabo letnih, polletnih ali četrletnih pogodb, je dobavni rok dolg od 5 do 15 tednov, odvisno od razpoložljivih kapacitet, zlitin in vrste naročenega produkta.

Ker so si proizvodnje cevi, palic in profilov zelo podobne, sem se v dogovoru s podjetjem osredotočil le na proces izdelave profilov, ki ga opisujem v nadaljevanju. Naj na tem mestu pojasnim, da je delo v Impol PCP razdeljeno na 3 proizvodne hale. V prvi se izdelujejo profili, v drugi hali cevi, v tretji hali palice. Za vse tri hale je predvideno eno centralno skladišče, ki je locirano znotraj hale, kjer se proizvajajo profili.

Sam proces se začne z razrezom vhodnega materiala na primerno dolžino. Vhodni materiali so debeli drogovi, dolgi od 5 do 8 metrov, ki jih razrežejo na manjše dolžine, odvisno od velikosti proizvodnega naloga. Na videz so si zelo podobni, njihove glavne razlike se skrivajo v njihovi kemični sestavi. V Impolu PCP tako uporabljajo 116 različnih zlitin aluminija kot vhodnega materiala. Po razrezu se drog vstavi v peč, kjer se začne material greti ter se greje do ustrezne delovne temperature. Delovna temperatura je odvisna od tipa izdelka, ki se bo izdeloval. Ko se drog segreje na primerno temperaturo, ga odrežejo ter iztisnejo skozi posebno predgreto orodje (krožnik), ki da profilu pravilno kemijsko sestavo. Sama hitrost stiskanja je odvisna od kompleksnosti strukture ter kemijske sestave profila, ki jo želimo doseči. Običajno je tako, da bolj kot je kompleksen proizvod, počasneje ga iztiskajo in večji poudarek je na kakovosti oziroma so tolerance

odstopanj manjše. Sledi prvi kakovostni pregled, in sicer se pregleda, ali ima iztisnjeni profil kakšne razpoke. V primeru slabe kakovosti gredo kosi v izmet, če pa so kosi ustrezni, se profil odreže ter avtomatsko prestavi na sosednjo linijo, kjer se ga ravna, po ravnanju pa se profil razreže na dolžine, kakršne zahteva kupec. Do sem je potek operacij, ki se izvajajo, vedno enak, od tu naprej pa je proces izdelave profila odvisen od kupčevih želja. Profili gredo lahko na dodatne operacije, kot so umetno staranje ali žarčenje, lahko pa se na njih ne izvaja nobena dodatna operacija in gredo direktno v pakirnico. V pakirnici se še zadnjič izvede kakovostni pregled, in če je kakovost ustrezna, profile zapakirajo in uskladiščijo v skladišču. Za lažje razumevanje procesa v sliki 15 prilagam diagram procesa nastajanja profila:

Slika 15: Analiza vrednostnega toka



Vir: Lastno delo.

### 3.2.3 Umestitev Impol PCP v izbrano klasifikacijo

Vitka proizvodnja ponuja veliko orodij, s katerimi je možno optimizirati svojo proizvodnjo. Vendar pa vsa orodja niso primerna za uporabo v danem okolju oziroma

načinu delovanja posamezne proizvodnje. Tako je primerov uspešnih vpeljav orodij vitke proizvodnje v procesno vodene proizvodnje dosti manj kot v proizvodnje, ki delujejo po diskretnem načinu. Del razlogov tiči v tem, da je procesno vodena proizvodnja že zaradi same narave procesov dosti bolj učinkovita. Prav tako je za procesno vodeno proizvodno značilna dosti manjša fleksibilnost na račun ogromne proizvodne opreme, togih proizvodnih procesov ter dolgih nastavitvenih časov opreme. V zadnjem času so bile narejene študije primerov, ki predpostavljajo, da obstajajo določena področja procesno vodenih proizvodenj, na katera bi se dalo aplicirati orodja vitke proizvodnje.

Analiza procesa Impol PCP je narejena na podlagi klasifikacije, izdelane s strani Abdullaha (2003), ki procesno proizvodnjo klasificira na podlagi proizvoda, ki se izdeluje, značilnosti proizvodnega procesa ter trenutka v procesu, ko nastopi priložnost za diskretno obdelavo proizvoda. Razlogi za izbor te klasifikacije ležijo v tem, da je bila klasifikacija narejena v smeri razčlenbe proizvodnje v predelavi jekla, ki je dokaj podobna procesu predelave aluminija, s katerim se ukvarjajo v skupini Impol, kakor tudi v hčerinskem Impol PCP.

Proizvodi Impol PCP so tipični proizvodi procesne industrije, za katere je značilno, da imajo malo sestavin ter da se jih na koncu procesa ne da razstaviti na izhodiščne surovine. Proizvodi so rezultat fizikalno-kemijske pretvorbe, na katerih se naknadne obdelave delajo opcijsko in šele ob koncu procesa. Poleg tega je za proizvode Impol PCP značilna relativno majhna pestrost na ravni surovine ter dokaj velik obseg proizvodnje. Te značilnosti omogočajo relativno visoko učinkovitost procesov. Druga značilnost proizvodov Impol PCP je, da jih, ko so narejeni, ni več možno razstaviti na surovine. Če zgoraj našteje značilnosti proizvodov Impol PCP uporabimo za izbiro orodij vitke proizvodnje na podlagi Abdullahove klasifikacije, vidimo, da so smiselna orodja za implementacijo strategija celovitega vzdrževanja, ki skrbi za učinkovitost in zanesljivost proizvodne opreme in posledično procesa, ter orodja, ki omogočajo hitro detekcijo napak in skrbijo za izboljšanje sistema.

Poslovanje izključno po principu »proizvodnja po naročilu« je glavna značilnost procesov Impol PCP. Izbira za ta način poslovanja je razumljiva, saj ima Impol PCP zelo heterogen proizvodni program, za katerega je značilno veliko proizvodnih serij, ki so po obsegu majhne. Izbira tega sistema jim omogoča dokaj visoko stopnjo fleksibilnosti, ki je pri takem obsegu proizvodnega programa in naravi industrije pomembna. Ta sistem poslovanja jim omogoča dejstvo, da imajo s kupci utečen sistem oddajanja letnih, polletnih ter kvartalnih okvirnih naročil, ki jih potem kupci sproti odpokličejo. Impol PCP ima tako za daljšo periodo vnaprej informacije, kaj se bo proizvajalo, ter dokaj jasno sliko glede povpraševanje. Veliko serij, ki so majhne po obsegu, pa da večjo težo orodjem vitke proizvodnje, kot so sistemi za skrajševanje nastavitvenih časov opreme ter uravnoteževanje proizvodnje. Za optimalno delovanje take proizvodnje je namreč smiselno, da se zagotovi ustrezna sekvenca nalogov ter da so prehodi med nalogi kar se da hitri in na ta način izguba produktivnosti čim manjša. Drugi značilnosti procesov Impol PCP sta izdelava brez

vmesnih zalog polproizvodov ter da v svoji proizvodnji uporabljajo specializirano opremo nenamenskega tipa. Ti dve značilnosti jih naredita dosti bolj ranljive na potencialne okvare delovnih strojev, saj če se pokvari cel stroj, se ustavi cela linija ter posledično celoten proces.

Če omenjene značilnosti procesa umestimo v Abdullahovo klasifikacijo proizvodnega procesa, vidimo, da so na podlagi opisanih značilnosti primerna orodja za implementacijo metode skrajševanja nastavitvenih časov opreme, uravnoveževanja proizvodnje ter strategija celovitega vzdrževanja opreme. Omenjena orodja omogočajo večjo fleksibilnost procesa, izboljšujejo nastavitvene čase opreme ter skrbijo za zanesljivost te in posledično procesa.

Obstajajo pa tudi orodja vitke proizvodnje, ki so aplikativna na vsakršno delovno okolje in so vsekakor smiselna za implementacijo v Impol PCP. Gre za orodja, ki so splošno aplikativna in njihova ustreznost ni pogojena z značilnostmi proizvodov in proizvodnih procesov posameznega podjetja. Primera takih orodij sta 5S in vizualizacija vrednostnega toka.

Ker analiza procesa Impol PCP sloni na klasifikaciji, izdelani s strani Abdullaha (2003), so tudi predlagana orodja izbrana na podlagi umestitve proizvodnje Impol PCP v klasifikacijo. Tako sam za implementacijo predlagam naslednja naštetá orodja:

- 5S;
- strategijo celovitega vzdrževanja opreme;
- sistem skrajševanja nastavitvenih časov;
- uravnoveževanje proizvodnje.

V nadaljevanju bom naštetá orodja analiziral z vidika verjetnosti za implementacijo, opisal pozitivne vidike implementacije ter predlagal, kaj bi bilo treba spremeniti v obstoječem sistemu, da se predlagana orodja lahko implementirajo.

## **4 PREDLOGI VPSELJAVE ORODIJ VITKE PROIZVODNJE IMPOL**

### **4.1 5S**

Metoda 5S je kot osnovno orodje vitke proizvodnje idealna za začetno spoznavanje vseh zaposlenih s principi vitke proizvodnje. Ker je metoda dokaj splošna, jo lahko brez problema implementiramo v vsako proizvodno okolje. Tako je tudi primerna za proizvodno okolje Impol PCP. Z implementacijo tega orodja bi zaposleni začeli spoznavati bistvo vitke proizvodnje, uspešna implementacija tega orodja pa bi lahko bila ustrezna podlaga za implementacijo drugih kompleksnejših orodij vitke proizvodnje. Prav tako



sama implementacija ni ne finančno ne organizacijsko prezahtevna. Za uspešno implementacijo tega orodja je ključno, da se njegovo izvajanje meri in nadzoruje. Tako se lahko za dosledno izvajanje tega orodja naredi vprašalnik, ki pomaga pri ocenitvi urejenosti delovnega mesta. Ocenitev urejenosti izvaja nadrejeni zaposleni, ki v primeru odstopanj od želenega stanja postavi korektivne ukrepe. V nadaljevanju k vsakemu izmed 5 S-ov dodajam primer uporabe v proizvodnji Impol PCP.

- Prvi S – Seiri (razvrsti)

V okviru tega S bi delavci v Impolu PCP določili delovno opremo, ki sodi k posameznemu delovnemu mestu. Določitev bi potekala na podlagi relevantnosti in pomembnosti opreme. Primer 5S-orodja za razvrščanje je uporaba barvnih trakov za označevanje in jasno razločevanje delovnih površin. Tako je v proizvodnjah in skladiščih velikokrat uporabljeno to orodje za določitev transportnih poti in pešpoti, odlagalnih con gotovih izdelkov, surovih materialov ipd. Primer uporabe barvnih trakov za označevanje prikazujem na sliki 16, kjer so z modro označene odlagalne cone, kamor skladiščniki odlagajo nabrani material v visoko regalnem skladišču.

*Slika 16: Odlagalne cone v skladišču podjetja Danfoss Trata*



*Vir: Danfoss Trata, d. o. o. (2018).*

- Drugi S – Seiton (organiziraj)

V okviru drugega S se posamezni delovni opremi določili njeno mesto. Tako je

preglednost na delovnem mestu večja, kar olajšala delo zaposlenemu. Primer aktivnosti je določitev mesta hranitve vsem krožnikom, ki niso v uporabi. Z določitvijo mest hranitve bi operater na liniji točno vedel za vsak krožnik, kje je ter kje ga najde. Na ta način bi se delno preprečile zamenjave krožnikov, hkrati pa bi se pohitril postopek iskanja in shranitve krožnika.

*Slika 17: Primer določitve mesta hranitve delovni opremi*



*Vir: Lean manufacturing and six sigma definitions (2017).*

- Tretji S – Seiso (očisti)

Ker je proizvodnja izdelkov iz aluminija dokaj umazana, je v tem koraku ogromno stvari, ki bi jih bilo treba očistiti. Tako bi bilo nujno, da se skrbi za ustrezno čistočo delovnih strojev, še posebej kazalcev vrednosti na delovnih strojih, kot so raven olja in vode v

strojih ipd. Redno čiščenje teh kazalcev zagotavlja, da je morebitno odstopanje takoj vidno ter da se napaka urgentno popravi, hkrati pa zagotavlja, da je delovna oprema vedno na razpolago.

- Četrta S – Seiketsu (sistematiziraj)

V okviru tega S se vzpostavi sistem izvajanja aktivnosti. Na podlagi pomembnosti bi se določile pogostosti izvajanja aktivnosti. Tako bi se na primer na dnevni bazi izvajal redni pregled pravilne skladiščenosti krožnikov. Prav tako je na dnevni bazi smiselno čistiti in preverjati ustrezno delovanje kritičnih delovnih strojev. Manj kritične aktivnosti, kot je pregled viličarjev, bi se lahko izvajale na tedenski ravni.

- Peti S – Shitsuke (standardiziraj)

V okviru tega S bi se določili standardi, kako naj bi delovno mesto izgledalo, hkrati pa bi se v okviru tega S izvajale kontrole urejenosti. Kontrola bi potekala na podlagi ocenjevalnega lista, kjer bi bila postavljena vprašanja o urejenosti delovnega mesta. V primeru, da standardi niso doseženi, morajo biti postavljeni korektivni ukrepi. Kontrolo urejenosti delovnega mesta naj izvaja nadrejeni.

## **4.2 Vpeljava koncepta celovitega vzdrževanja opreme**

Iz do zdaj napisanega vemo, da je proces v Impol PCP voden na procesni način, ki je veliko bolj tvegan z vidika učinka morebitne okvare v procesu. To namreč pomeni, da se ob morebitni okvari zaustavi celoten proces, saj deli procesa ne morejo potekati neodvisno, prav tako pa v procesu ni na voljo vmesnega skladiščenja zalog. Na podlagi povedanih karakteristik kot drugo orodje vitke proizvodnje predlagam strategijo celovitega vzdrževanja, saj je za uspešnost Impol PCP ključna zanesljivost proizvodnega procesa. Ker je strategija celovitega vzdrževanja dokaj širok pojem, se v okviru tega orodja osredotočam na dve aktivnosti, ki bi za začetek pomenile dobro osnovo, hkrati pa bi dvignile zavedanje o pomembnosti strategije celovitega vzdrževanja med zaposlenimi.

Prva aktivnost, ki jo predlagam, je vzpostavitev baze podatkov o okvarah oziroma tako imenovana informatizacija okvar na izbrani proizvodni opremi. Tako v okviru te aktivnosti predlagam vzpostavitev baze podatkov o okvarah na stiskalnici. Stiskalni stroj je namreč najbolj kompleksen in obremenjen stroj v profilarni, kar pomeni, da je možnosti za okvaro na tem stroju največ. Predlagam, da se za omenjeni stroj naredi legenda okvar, na podlagi katere operater ali vzdrževalec vneseta podatke o okvari v bazo podatkov. V bazo bi se vnašali podatki, kot so tip zastoja, čas zastoja, razlog zastoja, datum zastoja ter podobno. Iz izbranih podatkov bi se potem lahko analiziralo delovanje stroja, pogledalo bi se, kateri deli so bolj dovzetni za okvare, kako pogosto se kvarijo določeni deli, na koliko časa so potrebna večja vzdrževalna dela in podobno. Primer tega prikazujem na naslednjih treh slikah. V podjetju Danfoss Trata za te namene uporabljajo platformo Maximo. Tako

operaterji na delovnih strojih v Maximo javljajo napake/okvare strojev (slika 18). To je potem klic za vzdrževalno službo, da odpravi napako in v Maximo zavede razlog okvare, čas odpravljanja napake in koliko resursov so za to porabili (slika 19). Tako širijo bazo podatkov, iz katere lahko potem delajo analize okvar po posameznih strojih in iz tega izvajajo korektivne ukrepe v okviru strategije celovitega vzdrževanja.

Slika 18: Primer prijave okvare stroja s strani operaterja v podjetju Danfoss Trata

Vir: Danfoss Trata, d. o. o. (2018).

Slika 19: Porabljen čas za odpravo prijavljene okvare stroja

Task	Labor	Name	Approved?	Start Date	Start Time	End Time	Regular Hours
ŽELEZNIK	»»	Zeleznik Mirko	<input type="checkbox"/>	18.4.2018	6:15	7:00	0:45
LOBODA	»»	Loboda Andrej	<input type="checkbox"/>	18.4.2018	6:30	7:00	0:30

Vir: Danfoss Trata, d. o. o. (2018).

Kot drugo aktivnost strategije celovitega vzdrževanja predlagam prenos odgovornosti za manjše inšpekcijske preglede in popravila opreme na operaterje, ki delajo na dotičnih strojih. Tako bi operaterji enostavnejše aktivnosti, kot so čiščenje opreme, mazanje strojev,

zategovanje matic, opravljali na dnevni bazi. Na ta način bi se vzpostavilo rednejše pregledovanje opreme ter bi se posledično hitreje opazila odstopanja od optimalnega stanja. Prav tako bi s tovrstnim prenosom odgovornosti operaterji bolje spoznali svoje delovno okolje, tehnologi vzdrževalci pa bi imeli več časa za posvetitev kompleksnejšim vzdrževalnim delom in analizam vzrokov okvar. Kot omenjam v poglavju 1.3.7 o vzdrževanju opreme, Ahuja in Khamba (2008) tako aktivnost imenujeta samostojno vzdrževanje. Cilj te aktivnosti je prenesti enostavnejše aktivnosti vzdrževanja na operaterje na liniji in tako doseči rednejše preglede in hitrejšo detekcijo okvar.

Na podlagi omenjenih aktivnosti bi kasneje v Impolu PCP lahko razvili še druge veje orodja celovitega vzdrževanja, kot so preventivno vzdrževanje, investicijsko vzdrževanje, kakovostno ter korektivno vzdrževanje.

### **4.3 Vpeljava sistema skrajševanja nastavitvenih časov**

Kot je že omenjeno, ima Impol PCP veliko različnih izdelkov, ki jih proizvaja v relativno majhnih serijah, kar pomeni, da ima v proizvodnji veliko število delovnih nalogov, ki so po obsegu majhni. Posledica tega je, da je v Impolu PCP relativno veliko število prehodov med nalogi in s tem veliko prilagajanja linij in delovne opreme na delovne naloge, s tem pa izpada produktivnosti. Na podlagi tega je smiselno, da se optimizirajo nastavitveni časi opreme ter se na ta način izgubi čim manj produktivnosti. Orodje vitke proizvodnje, ki se ukvarja z optimizacijo nastavitvenih časov proizvodnje, imenujemo metoda skrajševanja nastavitvenih časov opreme, katere primer uporabe v Impolu PCP predlagam v nadaljevanju.

Primer uporabe metode skrajševanja nastavitvenega časa opreme podajam za izboljšanje nastavitvenih časov na stiskalnem stroju. Gre za operacijo stiskanja aluminija, ki se izvaja v začetni fazi procesa. Ko se predhodno greti vhodni material (drog aluminija) segreje na ustrezno temperaturo, ga skozi predhodno gret krožnik iztisnemo in tako dobimo profil, na katerem kasneje v procesu izvajajo še druge operacije. Ker krožnik daje profilu ustrezno fizično ter kemijsko strukturo, je treba za vsak novi delovni nalog vstavi v stiskalni stroj nov krožnik. V Impolu PCP je običajno veliko majhnih delovnih nalogov, kar pomeni, da imajo ogromno menjav krožnikov in s tem izpada produktivnosti. Sedaj operacija menjave krožnika poteka ročno, in sicer tako, da se najprej krožnik, ki je v stiskalnici, vzame ven s pomočjo kavljia in verige ter se ga zapelje na odlagalno mesto. Potem se z isto verigo gre do mesta, kjer so predhodno greti krožniki, tam se zatakne ustrezen krožnik in se ga ročno odvleče do stiskalnice ter vstavi v stiskalnico. V zdajšnjem načinu menjave krožnika so vse operacije obravnavane kot notranje nastavitve opreme in jih lahko izvajajo le, ko stroj miruje. Sam sem ob opazovanju zaznal kar nekaj operacij, ki bi jih lahko iz notranjih pretvorili v zunanje nastavitve. Z upoštevanjem teorije Shigea Shinga sem opazil, da je resnična notranja aktivnost le operacija menjave krožnika, se pravi vzetje krožnika iz stiskalnice in vstavitve novega v stiskalnico. Vse ostale aktivnosti, kot so hoja do

odlagalnih con in odlaganje krožnika na njih, jemanje novega krožnika iz predgretja ter hoja do stiskalnice z njim, pa so aktivnosti, ki so zunanje in bi se jih lahko naredilo, medtem ko bi stiskalnica še delala. S tem bi se čas menjave krožnika znatno zmanjšal, kar bi pozitivno vplivalo na izgube zaradi menjave orodij. Z avtomatizacijo teh operacij bi se čas še dodatno zmanjšal, hkrati pa bi se v podjetju tudi izognili nevarnim situacijam za zaposlene.

Uporaba metode skrajševanja nastavitvenih časov je vsekakor smiselna, saj omogoča Impolu PCP manj boleče sledenje strategiji majhnih nalogov, hkrati pa je to orodje tudi dobra podlaga za implementacijo orodja uravnoteževanja proizvodnje, ki ga predlagam kot naslednje orodje.

#### **4.4 Vpeljava metode uravnoteževanja proizvodnje**

Ker je za Impol njihova fleksibilnost izjemno pomembna in igra pomembno vlogo pri nastopanju na trgu, predlagam uporabo metode uravnoteževanja proizvodnje v njihovem podjetju. Kot opisujem v poglavju 1.3.5, je cilj metode uravnoteževanja proizvodnje uravnotežiti proizvodnjo tako, da se izdelujejo samo tisti proizvodi in količine, ki jih kupec želi. Dejstvo, da delujejo strogo po principu »proizvodnja po naročilu«, jih sili v to, da imajo v svoji proizvodnji veliko majhnih proizvodnih nalogov, kar je še dodaten razlog za vpeljavo orodja uravnoteževanja proizvodnje. Kar Impolu olajša vpeljavo sistema uravnoteževanja proizvodnje do neke mere, je dejstvo, da imajo s svojimi kupci utečen sistem oddajanja letnih, polletnih ter kvartalnih okvirnih naročil, ki jih potem kupci sproti odpokličejo. Tako ima Impol PCP za daljšo periodo vnaprej informacije, kaj se bo proizvajalo ter dokaj jasno sliko glede povpraševanja. Ob predpostavki, da bi bili pripravljeni držati manjše zaloge končnih proizvodov, bi imeli idealne pogoje za vpeljavo metode uravnoteževanja proizvodnje. Tako bi bil padec ravni zaloge končnega produkta signal za lansiranje izdelave tega produkta. Na ta način bi v Impolu dosti lažje uskladili proizvodnjo z dejanskim povpraševanjem in sledili konceptu ob pravem času. Pogoj za uspešno implementacijo metode uravnoteževanja proizvodnje na področju različnosti proizvodov je optimiziran prehod nastavitve linij med različnimi proizvodnimi programi, kar podjetju omogoča, da proizvaja v manjših serijah in tako lažje vzdržuje enakomernost proizvodnje svojih izdelkov skozi celoten proizvodni program. Ta sposobnost bo pozitivno vplivala na manjšo variabilnost povpraševanja po vhodnih materialih, hkrati pa bo podjetje lahko imelo manj zalog le-teh. Poleg tega za dvig učinkovitosti predlagam tudi izdelavo mikroplana proizvodnje. Cilj uspešne izdelave mikroplana bi bila izbira pravilne sekvence delovnih nalogov. Optimalna sekvenca delovnih nalogov bi skrbela za pravilni raspored teh z vidika optimizacije časa nastavitve opreme. Na ta način bo priprava proizvodne opreme hitrejša in stroškovno učinkovitejša.

V Impolu imajo vse pogoje za uspešno implementacijo, ki jim bo omogočila lažje zagotavljanje fleksibilnosti na trgu, hkrati pa bo na račun nižanja zalog in dviga kakovosti omogočila podjetju boljše finančne rezultate.

## **SKLEP**

Mnoga podjetja danes uporabljajo orodja vitke proizvodnje za izboljšavo svojih procesov. Vendar je za večino teh podjetij značilno, da je njihova proizvodnja diskretna proizvodnja. V takih okoljih so orodja vitke proizvodnje namreč dosti lažje aplikativna. Primerov implementacije orodij vitke proizvodnje v procesno proizvodnjo je dosti manj. Razlogi zato se skrivajo v tem, da so za to vrsto proizvodnje značilni dolgi nastavitveni časi, velik obseg proizvodnje ter velika proizvodna oprema, ki se težko premika. Kljub omejitvam so podjetja s procesno vodeno proizvodnjo v zadnjem času začela raziskovati možnosti implementacije določenih orodij vitke proizvodnje v svoj sistem.

Tudi moja magistrska naloga sloni na razmišljanju, da je orodja vitke proizvodnje možno uporabiti v procesno vodenih proizvodnjah, vendar je pri izbiri orodij treba upoštevati glavne specifikacije oziroma značilnosti dotičnega procesa. Glavni cilj magistrske naloge je najti področja, kjer je principe vitkosti možno aplicirati iz diskretne na procesno proizvodnjo ter omenjeno prikazati na primeru podjetja Impol. Tako sem v svojem magistrskem delu želel odgovoriti na vprašanje, katera načela in orodja vitke proizvodnje so primerna za uporabo v podjetju Impol PCP.

V teoretičnem delu sem v prvem poglavju predstavil orodja vitke proizvodnje. V tem sklopu sem predstavil njihov namen in smisel uporabe ter pozitivne učinke, ki jih prinaša uporaba orodij v podjetju. V naslednjem poglavju sem predstavil dva tipa proizvodnje ter se kasneje podrobneje osredotočil na procesni tip proizvodnje. V tem delu sem z uporabo Abdullahove klasifikacije podrobneje predstavil področja procesne proizvodnje, ki oblikujejo celoten proces in vplivajo na ustreznost orodij. Glavne značilnosti so povezane s proizvodi, ki se izdelujejo, in samim procesom, ki se odvija med izdelavo proizvodov. Cilj drugega poglavja je bil poiskati odgovore na vprašanja o tem, katera orodja so primerna za procesno proizvodnjo, kakor tudi, kako na ustreznost orodij vplivajo značilnosti posamezne procesne proizvodnje. Menim, da se večino orodij vitke proizvodnje da uporabiti v procesnih proizvodnjah. Ker pa vsa orodja niso primerna za vsa proizvodna okolja, je treba analizirati obstoječe procese in na podlagi ugotovljenih značilnosti dotičnega procesa izbrati orodja, ki ciljno izboljšujejo probleme aktualne v analiziranem podjetju. Prav tako menim, da je veliko odvisno od zaposlenih, ali znajo posamezno orodje prilagoditi specifikam svojega podjetja.

V praktičnem delu sem Abdullahovo klasifikacijo uporabil pri analizi podjetja Impol PCP. Na podlagi rezultatov analize sem predlagal orodja vitke proizvodnje za izboljšanje njihovega procesa. Rezultati analize so pokazali, da je za procese Impol PCP smiselno

uporabiti orodja, kot so koncept celovitega vzdrževanja opreme, 5S ter metodo skrajševanja nastavitvenih časov opreme. Izbira omenjenih orodij leži predvsem v razlogih, da v Impolu PCP uporabljajo specializirano opremo, ki skupaj z dejstvom, da imajo utečen proizvodni proces brez vmesnih zalog polizdelkov, sili k temu, da morajo skrbeti za zanesljivost proizvodne opreme. Morebitna okvara določenega stroja namreč pomeni, da se ustavi celotni proizvodni proces. Druga glavna značilnost procesa Impol PCP pa je delovanje strogo po principu »proizvodnja po naročilu«, kar pomeni, da imajo veliko majhnih proizvodnih nalogov. Orodja vitke proizvodnje, ki se ukvarjata s to problematiko, sta metoda uravnoteževanja proizvodnje in metoda skrajševanja nastavitvenih časov opreme. Prvo zmanjšuje variabilnost povpraševanja, drugo pa skrajšuje nastavitvene čase opreme in na ta način zmanjšuje izpad produktivnosti.

Magistrska naloga potrjuje tezo, da je orodja vitke proizvodnje možno vpeljati v procesno vodene proizvodnje. Menim, da je za samo uspešnost in učinkovitost implementacije ključno, da v začetni fazi dobro analizirajo obstoječe procese v podjetju. Podrobno je treba analizirati vse procese, ki se izvajajo vzdolž celotne dobavne verige. Dobljeni rezultati analize in specifikacije procesa so tako relevantna podlaga za odločitve, katera orodja so smiselna za uporabo v določenem proizvodnem procesu.

## LITERATURA IN VIRI

1. Abdullah, F. & Rajgopal, J. (2003, January). Lean manufacturing in the process industry. *IIE Annual Conference. Proceedings* (str. 1). Norcross: Institute of Industrial and Systems Engineers.
2. Abdullah, F. (2003). *Lean manufacturing tools and techniques in the process industry with a focus on steel* (doktorska disertacija). Pittsburgh: University of Pittsburgh.
3. Abdulmalek, F. A. & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of production economics*, 107(1), 223-236.
4. Abdulmalek, F. A., Rajgopal, J. & Needy, K. L. (2006). A classification scheme for the process industry to guide the implementation of lean. *Engineering Management Journal*, 18(2), 15-25.
5. Ahmad, S. & Schroeder, R. G. (2002). Refining the product-process matrix. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(1), 103-124.
6. Ahuja, I. P. S. & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756.
7. Berger, A. (1997). Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs. *Integrated manufacturing systems*, 8(2), 110-117.
8. Canel, C., Rosen, D. & Anderson, E. A. (2000). Just-in-time is not just for manufacturing: a service perspective. *Industrial Management & Data Systems*, 100(2), 51-60.



9. Carrizo Moreira, A. & Campos Silva Pais, G. (2011). Single minute exchange of die: a case study implementation. *Journal of technology management & innovation*, 6(1), 129-146.
10. Cook, R. L. & Rogowski, R. A. (1996). Applying JIT principles to continuous process manufacturing supply chains. *Production and Inventory Management Journal*, 37(1), 12.
11. Cooney, R. (2002). Is "lean" a universal production system? Batch production in the automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(10), 1130-1147.
12. Danfoss Trata, d. o. o. (2017). *Standard operating procedure* (interno gradivo). Ljubljana: Danfoss Trata d. o. o.
13. Danfoss Trata, d. o. o. (2018). *Kanban kartica* (interno gradivo). Ljubljana: Danfoss Trata d. o. o.
14. Dhandapani, V., Potter, A. & Naim, M. (2004). Applying lean thinking: a case study of an Indian steel plant. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 7(3), 239-250.
15. Dudek-Burlikowska, M. & Szewieczek, D. (2009). The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 36(1), 95-102.
16. Gapp, R., Fisher, R. & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565-579.
17. Hines, P. & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International journal of operations & production management*, 17(1), 46-64.
18. Impol, 2000, d. d. (2016). *Letno poročilo podjetja Impol 2000 d. d.* (interno gradivo). Slovenska Bistrica: Impol 2000 d. d.
19. Ishijima, H., Eliakimu, E. & Mshana, J. M. (2016). The "5S" approach to improve a working environment can reduce waiting time: Findings from hospitals in Northern Tanzania. *The TQM Journal*, 28(4), 664-680.
20. Jones, D. T. (2006). Heijunka: leveling production. *Manufacturing engineering*, 137(2), 29-+.
21. Kasul, R. A. & Motwani, J. G. (1997). Successful implementation of TPS in a manufacturing setting: a case study. *Industrial Management & Data Systems*, 97(7), 274-279.
22. Kordič, A. (2013). *Pregled metod za izvedbo vitke proizvodnje* (diplomsko delo). Maribor: Fakulteta za strojništvo.
23. Lean manufacturing and six sigma definitions. (2017). 5S. Pridobljeno 28. avgusta 2018 iz <http://leansixsigmadefinition.com/glossary/5s/>
24. Lian, Y. H. & Van Landeghem, H. (2007). Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. *International Journal of Production Research*, 45(13), 3037-3058.

25. Lyons, A. C., Vidamour, K., Jain, R. & Sutherland, M. (2013). Developing an understanding of lean thinking in process industries. *Production Planning & Control*, 24(6), 475-494.
26. Mahapatra, S. S. & Mohanty, S. R. (2007). Lean manufacturing in continuous process industry: an empirical study. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 66(1), 13.
27. Mahmoud, A. (2014–2015). Classification of production Systems. Pridobljeno 28. avgusta 2018 iz [http://www.uotechnology.edu.iq/dep-production/branch3e\\_files/mah31.pdf](http://www.uotechnology.edu.iq/dep-production/branch3e_files/mah31.pdf)
28. Manos, T. (2006). Value stream mapping-an introduction. *Quality Progress*, 39(6), 64.
29. Martin, K. & Osterling, M. (2014). *Value stream mapping*. Logan: Estados Unidos de América: Shingo Institute.
30. Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83(6), 662-673.
31. Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to statistical quality control*. New York: John Wiley & Sons.
32. Reiter, S. (1966). A system for managing job-shop production. *The Journal of Business*, 39(3), 371-393.
33. Ruffa, S. A. (2008). *Going lean: how the best companies apply lean manufacturing principles to shatter uncertainty, drive innovation, and maximize profits*. New York: American Management Association.
34. Saurin, T. A., Ribeiro, J. L. D. & Vidor, G. (2012). A framework for assessing poka-yoke devices. *Journal of Manufacturing Systems*, 31(3), 358-366.
35. Shah, R. & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of operations management*, 21(2), 129-149.
36. Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F. & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *The International Journal of Production Research*, 15(6), 553-564.
37. Thomas, D. J. & Griffin, P. M. (1996). Coordinated supply chain management. *European Journal of Operational Research*, 94(1), 1-15.
38. Trent, R. J. (2008). *End-to-end lean management: A guide to complete supply chain improvement*. Plantation: J. Ross Publishing.
39. Womack, J. P. & Jones, D. T. (1994). From lean production to the lean enterprise. *Harvard Business Review*, 72(2), 93-103.
40. Zorzut, S., Mušič, G. & Jovan, V. (2009). *Vodenje proizvodnje v procesni industriji z upoštevanjem ključnih kazalnikov učinkovitosti* (doktorska disertacija). Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.