

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO
**RAZISKAVA MOŽNOSTI IZBOLJŠAV V PROCESU NOTRANJEGA
TRANSPORTA MATERIALA IZ SKLADIŠČA DO PROIZVODNIH
LINIJ V PODJETJU HIDRIA AET**

Ljubljana, oktober 2019

MIŠEL MIHELJAK

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Mišel Miheljak, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtorica predloženega dela z naslovom Raziskava možnosti izboljšav v procesu notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij v podjetju Hidria AET, pripravljena v sodelovanju s svetovalcem prof. dr. Markom Jakšičem.

IZJAVLJAM

1. da sem predloženo delo pripravila 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 poskrbela, 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 plagiatorstvo – 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 plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označila;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila 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 študentake: _____

KAZALO

UVOD.....	1
1 NOTRANJA LOGISTIKA.....	3
1.1 Notranji transport.....	3
1.1.1 Transportna sredstva	3
1.1.2 Transportna embalaža	4
1.1.3 Transportne poti	5
1.1.4 Razpoložljivost transportnih sredstev	6
1.2 Materialni tok iz skladišča do proizvodnih linij.....	6
1.3 Predstavitev procesov, ki vplivajo na management notranjega transporta	6
1.3.1 Opredelitev vloge proizvodnje v procesu notranjega transporta.....	7
1.3.2 Opredelitev vloge skladišča v procesu notranjega transporta	7
1.3.3 Zaloge v procesu notranjega transporta	7
1.3.4 Informacijski tok v procesu notranjega transporta.....	8
1.3.5 Kazalniki uspešnosti notranje logistike.....	8
2 VITKI MANAGEMENT V LOGISTIKI	9
2.1 Definicija vitkega managementa.....	10
2.2 Temeljna načela vitkega razmišljanja.....	11
2.2.1 Prepoznavanje vrednosti	11
2.2.2 Preslikava toka vrednosti	11
2.2.3 Ustvarjanje neprekinjenega toka vrednosti	15
2.2.4 Vzpostavitev sistema vlečenja	16
2.2.5 Stalne izboljšave.....	16
2.3 Vitka logistika.....	16
2.3.1 Orodja vitke logistike	17
2.3.2 Doseganje načel vitke proizvodnje z vitko logistiko	22
2.4 Avtomatizacija v notranji logistiki	24
2.4.1 Vlečna vozila.....	25
2.4.2 Elektrificirani sistemi z enosmernim pomnilnikom	27
2.4.3 Avtomatsko vodena vozila	27
2.4.4 Avtonomni mobilni roboti.....	28
2.4.5 Primerjava transportnih sredstev z viličarjem.....	29
3 ANALIZA NOTRANJE LOGISTIKE V PODJETJU HIDRIA AET	34
3.1 Korporacija Hidria in Hidria AET.....	34
3.2 Problematika notranjega transporta v Hidrii AET in zasnova raziskave.....	36
3.2.1 Cilji raziskave.....	37
3.2.2 Pristop k raziskavi	38
3.3 Posnetek oskrbe proizvodnih procesov	39
3.3.1 Vloga skladišča pri oskrbi proizvodnih linij s potrebnim materialom	43
3.3.2 Transportna sredstva	44
3.3.3 Informacijski tok	45
3.4 Analiza trenutnega stanja notranje logistike iz vidika vitke proizvodnje	46
3.5 Opredelitev ključnih izgub v trenutnem procesu notranje logistike.....	48
4 PRIKAZ MOŽNIH ALTERNATIVNIH ZASNOV NOTRANJE LOGISTIKE	50
4.1 Različne možnosti notranjega transporta	50
4.1.1 Električni vlačilci in ročni električni vlačilci	50
4.1.2 Avtomatizirani enotirni sistemi.....	53

4.1.3	Avtomatsko vodena vozila	53
4.1.4	Avtonomni mobilni roboti oz. avtonomna vozila.....	54
4.2	Primerjava transportnih sredstev	55
4.3	Predstavitev možnih scenarijev za optimizacijo in avtomatizacijo notranje logistike v preučevanem primeru	57
4.4	Kritična analiza predlaganih alternativnih zasnov notranje logistike iz vidika zastavljenih ciljev in dejavnikov.....	60
	SKLEP	65
	LITERATURA IN VIRI	66

KAZALO TABEL

Tabela 1:	Primerjava različnih transportnih sredstev z viličarjem.....	31
Tabela 2:	Primerjava transportnih sredstev glede na zastavljene cilje in dejavnike.....	56
Tabela 3:	Prednosti in slabosti posameznega scenarija.....	61

KAZALO SLIK

Slika 1:	Prodaja osebnih vozil v milijonih.....	10
Slika 2:	Ikone za prikaz toka vrednosti.....	12
Slika 3:	Primer karte toka vrednosti.....	13
Slika 4:	Sistem kanban v povezavi s supermarketi in FIFO linijami.....	19
Slika 5:	Razdelitev materialnih tokov s pomočjo supermarketov in FIFO linij.....	20
Slika 6:	Milkrun sistem neposredne dostave.....	21
Slika 7:	Primer vlačilca z različnimi prikolicami.....	26
Slika 8:	Ročni električni vlačilec.....	26
Slika 9:	Primer stropnega in talnega EMS.....	27
Slika10:	Hidriina čepna svečka.....	36
Slika 11:	Zaporedje proizvodnih procesov in vstop materiala v procese.....	39
Slika 12:	Prikaz notranje logistike.....	41
Slika 13:	Ročni voziček.....	42
Slika 14:	AGV Skupine TPV.....	54
Slika 15:	Voziček za transport ohišij.....	59

SEZNAM KRATIC

TPS - Toyotin proizvodni sistem (ang. Toyota Production System)

JIT - Proizvodnja/dostava ravno ob pravem času (ang. Just In Time)

VSM - Preslikava toka vrednosti (ang. Value Stream Mapping)

FIFO - Prva vhodna - prva izhodna (ang. First In, First Out)

LIFO - Zadnja vhodna - prva izhodna (ang. Last In, First Out)

FEFO - Prva poteče - prva izhodna (ang. First Expiry, First Out)

EMS - Elektrificirani sistemi z enosmernim pomnilnikom (ang. Electrified Monorail Systems)

AGV - Avtomatsko vodena vozila (ang. Automated Guided Vehicles)

AMR - Avtonomnih mobilnih robotov (ang. Autonomous Mobile Robotics)

ERP - Celovite programske rešitve (ang. Enterprise resource planning)

PLC - Programski krmilnik (ang. Programmable Logic Controllers)

VFD - Frekvenčni pretvornik (ang. Variable Frequency Drives)

RFID - Radiofrekvenčna identifikacija (ang. Radio-frequency identification)

CNS – Centralni nadzorni sistem

UVOD

Zaradi konkurenčnega boja na globalnih trgih mora podjetje nenehno povečevati kakovost, produktivnost ter učinkovitost in pri tem poslovati s čim nižjimi stroški. Zato se vedno več podjetij odloča za vpeljavo koncepta vitke proizvodnje v svoje poslovne procese. Načelo takšne proizvodnje je, da je potrebno nenehno iskati podjetju primerne načine za zmanjšanje odpada, izboljšanje kakovosti, optimiziranje opreme, podjetje mora nenehno razvijati načine, kako stvari narediti bolje, hitreje, lažje. Vitke proizvodnje ni brez vitke logistike, slednje pa ne brez dobrega poznavanja vseh procesov in učinkovitega načrtovanja le teh. Za doseg vitke organizirane logistike je potrebno procese podpreti s sodobnimi orodji in strategijami za dinamično analizo in optimizacijo ter optimizirati opremo, glede na resnične potrebe podjetja. Orodja vitke proizvodnje se vpeljejo v logistične procese z namenom optimizacije, ki se lahko nadgradi še z avtomatizacijo in robotizacijo. Ko se v podjetju enkrat vzpostavi okolje in kultura, ki temelji na vitkem razmišljanju, postanejo projekti stalnih izboljšav ključni del poslovanja podjetja.

V nalogi obravnavam proces notranje logistike v podjetju Hidria AET d.o.o. Tolmin, natančneje se bom osredotočila na proces notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij. Z nalogo želim pokazati, da je notranja logistika dejavnost, ki prispeva h konkurenčni prednosti podjetja in ni zgolj podporna dejavnost, kot jo obravnava večina podjetij. Namen je identifikacija najpogostejših izgub v procesu notranje logistike in predstavitev rešitev, ki zmanjšujejo in odpravljajo izgube v procesih po principih vitke proizvodnje. Prikazati želim pomembnost optimizacije notranje logistike in predstaviti možnosti izboljšav v procesu notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij v podjetju Hidria AET. Vpogledi, ki jih bo naloga podala, so lahko v pomoč Hidrii AET, da se bolje seznanijo z obravnavanim področjem, saj je ta ključnega pomena, če želijo povečati učinkovitost in zmanjšati izgube v procesu notranjega transporta.

Glavni cilj naloge je na praktičnem primeru Hidrie AET preučiti, kako poteka proces notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij in poiskati možnosti optimizacije po konceptu vitke proizvodnje. S pomočjo opazovanja procesa notranjega transporta, ki obsega transportna sredstva in embalažo, transportne poti, odlagalna in pobiralna mesta, razpoložljivost, količine materiala, itd., je cilj analizirati obstoječe stanje ter ugotoviti in izpostaviti pomanjkljivosti. Predstaviti želim predloge rešitev za vzpostavitev novega stanja, ki bodo odpravile pomanjkljivosti trenutnega stanja. Cilj je poiskati takšne rešitve, s katerimi se bodo skrajšali pretočni časi, zmanjšalo število ljudi, potrebnih za izvedbo procesa ter izboljšala urejenost proizvodnih površin. Ker menim, da podjetje z določenimi pristopi in tehnologijami še ni seznanjeno, bom podala smernice za učinkovito optimizacijo notranjega transporta, ki bo izboljšala učinkovitost in uspešnost celotnega procesa.

Zastavljen namen in cilje bom dosegla z odgovori na raziskovalna vprašanja. Kateri vidiki notranje logistike zahtevajo prilagoditve v skladu z vzpostavitvijo vitke proizvodnje in kakšne so te prilagoditve? je ključno raziskovalno vprašanje, ki temelji na analizi ustreznosti trenutnega stanja in služi kot izhodišče za predloge spremembe v skladu s filozofijo vitke proizvodnje. Oblikovala sem še podvprašanja, ki bodo v pomoč pri odgovoru na glavno raziskovalno vprašanje:

- Ali s predlaganimi logističnimi orodji (kanban, milkrun, supermarket) lahko optimiziramo proces notranje logistike v izbranem podjetju?
- Kakšne so možnosti optimizacije notranjega transporta za preučevani primer?
- V kakšni meri je v preučevanem primeru smiselno avtomatizirati dele procesa notranje logistike in kako lahko avtomatizacija izboljša učinkovitost procesa?
- Ali lahko z optimizacijo notranje logistike na podlagi predlaganega celovitega nabora ukrepov zmanjšamo izgube, ki vplivajo na stroške v procesu notranje logistike?

V teoretičnem delu magistrske naloge bom z metodo deskripcije predstavila teorijo notranje logistike in vitke proizvodnje. Vpeljavo metod in orodij iz teorije vitke proizvodnje bom predstavila tudi s pomočjo primerov dobrih praks. Raziskala bom področje in možnosti avtomatizacije in robotizacije notranjega transporta. To bom naredila s pomočjo strokovnih člankov in drugih virov iz področja uvajanja alternativnih transportnih sredstev v notranjem transportu, katerega cilj je vzpostaviti poslovanje brez čelnih viličarjev (ang. forklift free factory). Teoretični del bo služil kot izhodišče za praktični del naloge, kjer bom predstavila Hidrio AET in njihov proces notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij. Temu bo sledil prikaz možne alternativne zasnove notranje logistike in možnih scenarijev za optimizacijo notranje logistike v Hidrii AET ter sklep. Praktični del naloge bo razdeljen na tri segmente, v prvem bom s pomočjo analize procesov notranje logistike na podlagi podatkov, pridobljenih s pomočjo opazovanja procesa in z intervjuji zaposlenih, ugotovila, kako ustrezen je trenutni način transporta z vidika filozofije vitke proizvodnje. Tako bom pridobila ustrezne informacije, s katerimi bom lahko ustrezno identificirala pomanjkljivosti v procesu in možna področja za optimizacijo. V drugem bom prikazala možne alternativne zasnove notranje logistike in predstavila možne scenarije za optimizacijo notranje logistike v Hidrii AET. Pri izboru primernih rešitev si bom pomagala s strokovno literaturo, predvsem me bodo zanimali primeri dobrih praks domačih in tujih podjetij s področja uvajanja filozofija vitke proizvodnje na področju logistike in optimizacije notranjega transporta. V tem delu bom uporabila metodo sinteze, saj bom povezala teorijo s spoznanji iz lastnih opazovanj in tako prišla do ustreznih rešitev. V sklepu pa bom povzela ključne ugotovitve ter na podlagi scenarijev podala smernice podjetju za učinkovito optimizacijo notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij.

1 NOTRANJA LOGISTIKA

Logistika ima ključno vlogo pri podpiranju skupnih ciljev poslovanja podjetja. Zato je ključnega pomena, da je učinkovito organizirana in izvedena. Logistika v proizvodnem podjetju obsega nabavno logistiko, notranjo logistiko, distribucijsko logistiko in prodajno logistiko. V nalogi bom obravnavala področje notranje logistike, konkretnije organizacijo in izvedbo toka materiala iz skladišča do proizvodnih linij.

»Področje notranje logistike zavzema aktivnosti, ki so povezane z gibanjem in mirovanjem materiala od skladišča nabavljenega materiala, preko proizvodnje do skladišča gotovih proizvodov« (Križman & Križman, 2008, str. 50). Ključna naloga notranje logistike je tako zagotoviti nemoten pretok materiala skozi podjetje. Pri tem pa je potrebno racionalno koordinirati in izvajati vse elemente notranje logistike, ki so delovna sila, notranji transport, transportna sredstva in naprave, pretvorne manipulacije in pakiranje, skladišča in zaloge ter komisioniranje blaga. Notranja logistika mora biti organizirana tako, da so poti in časi za pretok materialov kar se da najkrajši in tako, da čim boljše izrabi dani prostor. Za optimalno delovanje notranje logistike, je potrebno smotrno urediti notranji transport, izbrati ustrezno opremo za izvajanje notranje logistike, pri čemer je potrebno upoštevati zahteve in specifične proizvodnega procesa in ostalih procesov, za podporo katerih je potrebna notranja logistika (Križman & Križman, 2008, str. 50).

1.1 Notranji transport

Ključno vlogo pri pretoku materiala skozi podjetje ima notranji transport, ki obsega transport znotraj podjetja in vse pretovorne manipulacije polizdelkov, pomožnega materiala, izdelkov, odpadkov ter premeščanje ljudi. Glavna naloga notranjega transporta je tako, oskrba vseh delovnih mest z ustreznimi proizvodnimi viri in odvoz vsega, kar na teh delovnih mestih nastaja (Križman & Križman, 2008, str. 50). Ključni elementi notranjega transporta so:

- transportna sredstva in transportna embalaža;
- transportne poti in razpoložljivost transportnih sredstev.

1.1.1 Transportna sredstva

Pri izbiri transportnih sredstev mora podjetje upoštevati načela varnosti, hitrosti ter ekonomičnosti, saj imajo transportne odločitve pomemben vpliv na racionalizacijo prevoznih stroškov. Upoštevati je potrebno tri vidike, ki vplivajo na izbiro transportnega sredstva, to so tehnični, ekonomski in varnostni. Pomembno je, da so transportna sredstva primerna za prevoz materiala, ki se pojavlja v procesu notranjega transporta in ustrezajo prostoru, v katerem delujejo. Upoštevati je potrebno tudi vidik varnosti, saj so lahko

različna transportna sredstva različno varna oz. nevarna, glede na to, kako, kje in zakaj se uporabljajo (Rak, 2011, str. 38).

Transportna sredstva oz. naprave, ki sestavljajo transportne sisteme, lahko glede na smer gibanja razdelimo v dve skupini:

- horizontalno delujoče, to so vozički, viličarji, vlačilci, transporterji, itd.;
- vertikalno delujoči, to so različna dvigala in elevatorji.

Vozički in viličarji so transportne naprave, ki se uporabljajo za raztovarjanje, natovarjanje in prevoz tovora do svoje predpisane nazivne vrednosti. Obstaja množica različnih vozičkov in viličarjev, ki se med seboj razlikujejo v namestitvi vilic, izvedbi dvižnega mehanizma, številu in razporeditvi koles, položaju voznika pri upravljanju viličarja, namenu uporabe ter pogonu, na katerega delujejo (Rak, 2011, str. 39).

Vlečna vozila se od viličarjev razlikujejo v tem, da ti omogočajo priklop različnih priklopnikov, s katerimi se lahko tvori vlakovna kompozicija. Na priklopnike se lahko naložijo različni tipi vozičkov s tovorom. Njihova glavna prednost je tako visoka transportna zmogljivost. Od viličarjev se razlikujejo tudi po tem, da se pri vlečnih vozilih tovor nahaja za voznikom, medtem ko je tovor pri viličarjih pred voznikom (Rak, 2011, str. 48-49).

Transporterji so transportne mehanizacije, ki delujejo po principu tekočega traku. Omogočajo zanesljivo transportno povezavo med posameznimi napravami proizvodnih linij in širše med raznimi objekti. Delimo jih na tračne, valjčne, verižne in členkaste transporterje. V procesu notranjega transporta se uporabljajo še različni **elevatorji** in **konvejerji**. Elevatorji so transporterji za vertikalni transport, saj omogočajo transport materiala pod kotom, ki je večji od 45 stopinj. Namenjeni so transportu tovorov v razsutem stanju ali za transport tekočin. Poznamo tri vrste konvejerji, to so talni, zračni in žičnice. Ločijo se po položaju transportne steze in po vrsti vlečnega elementa (Rak, 2011, str. 50-55).

Za manipulacijo z materialom se uporabljajo tudi različna **dvigala**, ki omogočajo vertikalno premikanje blaga in so tako nepogrešljive naprave v notranjem transportu. Tudi dvigala se med seboj razlikujejo po namenu uporabe in pogonu, na katerega delujejo ter so lahko mobilna ali stacionarna.

1.1.2 Transportna embalaža

Kot navaja Rak (2011, str. 89): »med transportno embalažo štejemo sode, zaboje, vreče, palete, škatle ali drugo embalažo s sestavnimi deli, ki obdajajo ali držijo skupaj več osnovnih prodajnih enot blaga v prodajni ali skupinski embalaži.« Njen namen pa je zaščita blaga pred poškodbami, razsipavanjem in onesnaževanjem med prevozom ter omogočiti in

olajšati pretovorne manipulacije, skladiščenje in transport blaga ter s tem kar se da znižati transportne stroške (Rak, 2011, str. 89).

Embalaža je s svojimi lastnostmi in značilnostmi namenjena za opravljanje različnih funkcij v procesu notranjega transporta, to so (Rak, 2011, str. 89-90):

- funkcija zaščite proizvodov in ohranjevanja njegove vrednosti;
- funkcija hitrega posluževanja materiala oz. izdelka, ki ga vsebuje, embalaža mora biti takšna, da omogoča čim enostavnejšo uporabo in dostop do materiala oz. izdelka;
- funkcija identifikacije proizvoda in proizvajalca, omogoča uporabniku spoznati, za kakšen proizvod sploh gre in kdo je njegov proizvajalec;
- funkcija informiranja o proizvodu, omogoča uporabniku, da dobi ustrezne informacije o tehničnih lastnostih proizvoda, datumu izdelave, roku uporabe, itd.

1.1.3 Transportne poti

»Poti, po katerih poteka transport s transportnimi sredstvi znotraj podjetja, imenujemo notranje transportne poti« (Križman & Križman, 2008, str. 51). Prilagojene morajo biti karakteristikam procesa notranje logistike tako, da zagotavljajo varen, hiter in učinkovit transport s transportnimi sredstvi in napravami. Pri tem moramo upoštevati razmestitev poslovnih objektov, kot so proizvodnih obratov, skladišč materialov, nedokončane proizvodnje, končnih izdelkov, prodajnih objektov itd. Upoštevati moramo tudi konfiguracijo terena, kjer se nahajajo ti objekti ter stanje in vrsta uporabljenih transportnih sredstev. Vse to mora podjetje upoštevati pri načrtovanju transportnih poti, da se izogne nepotrebnim križanjem poti ter povratnim vožnjam praznih vozil (Križman & Križman, 2008, str. 51).

Pri urejanju in načrtovanju notranjih transportnih poti je potrebno dosledno upoštevati predpise zakonov, kot je Zakon o varnosti cestnega prometa (ZVCP), Ur. l. RS, št. 83/2004, Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Ur. l. RS, št. 89/1999) in Pravilnik o varnostnih znakih (Ur. l. RS, št. 89/1999). Ti zakoni in pravilniki določajo (Rak, 2011, str. 16-18):

- širino poti, transportne poti morajo biti široke najmanj 1,80 m oz. morajo biti za 0,80 m širše od transportnih sredstev oz. materiala in izdelkov, ki se prevažajo po njih. Za gibanje delavcev peš pa morajo biti glavne poti široke najmanj 1,50 m, stranske pa najmanj 1 m;
- ustrezno označitev poti, potrebno je ustrezno ločiti poti za transport blaga od poti za gibanje delavcev in jih označiti z vidnimi črtami rumene oziroma bele barve;
- ustrezno signalizacijo, ki mora biti talna in vertikalna ;
- omejitev hitrosti, v notranjih prostorih je maksimalna hitrost, ki jo lahko doseže neko transportno sredstvo 5 km/h, v zunanjih prostorih ali na dvoriščih pa je 10 km/h, če ni drugače določeno.

1.1.4 Razpoložljivost transportnih sredstev

Razpoložljivost transportnih sredstev pomeni, da so ta na voljo in v pripravljenosti, ko se pojavi potreba po njihovi uporabi. To pomeni, da morajo biti stroji ali naprave v stanju za takojšnjo uporabo in prav tako morajo biti na razpolago operaterji, če so ti potrebni za upravljanje naprav ali strojev. Podjetje mora zagotoviti, da bo imelo zadostno število transportnih sredstev in tudi dovolj operaterjev ter takoj izločiti pokvarjena ali poškodovana transportna sredstva in jih nadomestiti z novimi ali jih popraviti v najkrajšem možnem času.

Pri optimizaciji notranjega transporta po konceptu vitke proizvodnje je potrebno upoštevati vse elemente, ki sestavljajo transportni sistem. Posebno pozornost je potrebno nameniti izbiri transportnih sredstev, ki običajno predstavlja za podjetje visoko začetno investicijo, saj je v večini primerov potrebno izvesti tudi določene prostorske spremembe in druge prilagoditve. Podjetja se v večini odločajo za kombinacijo različnih transportnih sredstev, ki jih uporabljajo skupaj z različnimi dvigali za izvajanje notranje logistike. Pri vzpostavitvi optimalnih transportnih sistemov mora podjetje upoštevati celotno proizvodno okolje, kot tudi zmogljivosti in značilnosti transportnih sistemov, s katerimi bodo vršili dostavo in pretovor materiala.

1.2 Materialni tok iz skladišča do proizvodnih linij

Materialni tok v podjetju predstavlja, fizični tok materiala od vhoda (skladišče) materiala v proizvodni proces do izhoda (odprema) končnega izdelka iz proizvodnega procesa. Materialni tok teče čez vse proizvodne procese, spremljata pa ga še tok informacij in finančni tok.

Kako bo materialni tok iz skladišča do proizvodnih linij organiziran, pa je odvisno od:

- značilnosti in zahtev proizvodnje;
- proizvodnega prostora;
- notranjega transporta;
- značilnosti skladišča, kako poteka izdaja materiala iz skladišča;
- zalog med proizvodnimi procesi, ali med procesi obstajajo zaloge, kako se te poslužujejo.

Materialni tok lahko nemoteno teče samo, če je podprt z učinkovitim informacijskim tokom.

1.3 Predstavitev procesov, ki vplivajo na management notranjega transporta

Pri managementu notranjega transporta se more upoštevati značilnosti proizvodnega in skladiščnega procesa. Posebej pomemben je proizvodni proces, saj je notranji transport v celoti organiziran in prilagojen proizvodni, ki ga podjetje proizvaja. Naslednji vidik, ki ga

moramo upoštevati, so zaloge, ki se pojavljajo v procesu notranje logistike. Zaloge vedno predstavljajo strošek za podjetje in zato je njihovo upravljanje ključnega pomena tudi v procesu notranje logistike. Za vzpostavitev učinkovitega materialnega toka v podjetju morajo biti vsi procesi med seboj povezani z učinkovitim informacijskim tokom. Večina proizvodnih podjetij ima popolnoma ali vsaj delno avtomatiziran informacijski tok, za kar se uporabljajo različni informacijski sistemi. Pri managementu notranjega transporta igra informacijski tok ključno vlogo, saj lahko samo na podlagi informacij iz proizvodnega in skladišnega procesa učinkovito izvedemo proces notranjega transporta.

1.3.1 Opredelitev vloge proizvodnje v procesu notranjega transporta

Proizvodni proces je neposredno povezan in odvisen od notranjega transporta in zato mora celotna organizacija in izvedba notranjega transporta temeljiti na karakteristikah proizvodnega procesa. Proizvodnja vpliva na izbor transportnih sredstev in naprav ter na načrtovanje transportnih poti. Transportna sredstva morajo ustrezati karakteristikam materiala, ki ga prevažajo ter omogočiti hitro in enostavno odlaganje materiala na ali pred proizvodne linije. Vse transportne poti v proizvodnem obratu morajo biti speljane tako, da omogočajo varen transport in hkrati ne ovirajo proizvodnega procesa. Če organizacija notranjega transporta ni učinkovita in uspešna, lahko pride do zastojev v proizvodnem procesu, kar lahko povzroči visoke stroške.

1.3.2 Opredelitev vloge skladišča v procesu notranjega transporta

Če želimo problem optimizacije notranjega transporta obravnavati celostno, ne smemo zanemariti vloge skladišča, katerega naloge so prevzem, skladiščenje in izdaja materiala, potrebnega za proizvodnjo, in če pride do motenj v materialnem toku, ima skladišče varovalno funkcijo, saj blaži nihanja, ki nastajajo v toku. Glede na značilnosti poslovanja mora podjetje določiti optimalno število in lokacijo skladišč. Materiali se velikokrat skladiščijo tudi v prostoru, kjer poteka proizvodnja na za to primernih regalih, vozičkih ali paletah. Kolikšne bodo zaloge v skladiščih, pa je odvisno od značilnosti proizvodnje in od porabe materiala (Križman & Križman, 2008, str. 51-52).

1.3.3 Zaloge v procesu notranjega transporta

Količina zalog je odvisna od značilnosti proizvodnje in od porabe materiala. Od količine zalog, ki se lahko pojavijo pred, med ali po proizvodnem procesu, je odvisno, koliko in kakšne bodo odlagalne in pobiralne postaje. Od značilnosti materialov pa je odvisno, na kakšen način se bodo zaloge skladiščile, npr. na paletah, vozičkih, regalih itd. ter kakšen transportni sistem bo podjetje izbralo.

1.3.4 Informacijski tok v procesu notranjega transporta

Večina podjetij ima informacijski tok v celoti ali delno avtomatiziran. Kar pomeni, da izmenjava podatkov med sodelujočimi v procesu poteka s pomočjo informacijsko-komunikacijskih tehnologij in sistemov. Informacijski sistemi za učinkovito podporo logistike morajo omogočati obdelavo in analizo podatkov, oblikovanje in prikaz rezultatov in poročil, označevanje in sledenje blaga ter morajo biti ustrezno podprti s strojno in programsko opremo. Programska oprema se uporablja za konkretna opravila, kot so: urejanje besedil, izdelava in urejanje podatkovnih baz, načrtovanje, risanje, konstruiranje, brskanje po svetovnem spletu, urejanje elektronske pošte, navigacija, nadzor in spremljanje delovanja naprav itd. med strojno opremo pa spadajo radijski oddajniki in sprejemniki, ki tvorijo brezžično omrežje v nekem prostoru, različni optični čitalniki za branje črtnih kod, tiskalniki za tiskanje nalepk s črtnimi kodami, mikročipi pri radiofrekvenčnem označevanju itd. (Štor, 2014, str. 106-107).

1.3.5 Kazalniki uspešnosti notranje logistike

»Kazalnik je značilna, merljiva, dosegljiva, osredotočena, pomembna, stvarna in časovno omejena vrednostna ocena, ki jo lahko ponovno izmerimo ali ocenimo« (Perme & Zupančič, 2009, str. 94). Kazalniki uspešnosti notranje logistike morajo biti osredotočeni na logistične procese v podjetju in morajo kazati na lastnosti sistema, ki so pomembne za prikaz uspešnosti procesa.

Če izpostavim nekaj ključnih lastnosti učinkovite in uspešne notranje logistike, ki se lahko merijo:

- Kakovost storitve, ki se lahko meri z odstotkom pravočasnih dobav, odstotkom poškodovanih dobav, itd.
- Časovna učinkovitost, koliko časa je potrebnega za izpolnitve naročila od oddaje naročila do dostave.
- Prilagodljivost, logistični sistemi morajo nuditi ustrezno podporo proizvodnemu procesu, kar pomeni, da se lahko v primeru sprememb v proizvodnem procesu ustrezno prilagodijo novim zahtevam.
- Zanesljivost, ki se lahko meri s stopnjo razpoložljivost izdelka na točki porabe.
- Stroškovna učinkovitost, ki jo lahko merimo s stroški delovne sile, ki je potrebna za izvajanje notranje logistike, stroški vzdrževanja opreme, itd.

Če podjetje želi optimizirati proces notranje logistike, lahko s pomočjo kazalnikov kakovostno oceni trenutno stanje, med seboj primerja različne rešitve za optimizacijo ter meri rezultate izvedene optimizacije. Konkretni kazalniki, s katerimi lahko podjetje oceni, primerja in meri rešitve za optimizacijo, so lahko:

- transportna pot, ki je potrebna za izpolnitev enega naročila oz. proizvodnega naloga;

- transportni čas, ki je potreben za izpolnitev enega naročila oz. proizvodnega naloga;
- število dejanj v procesu notranje logistike, ki so potrebna za izpolnitev enega naročila oz. proizvodnega naloga;
- število ljudi v procesu, ki so potrebni za izpolnitev enega naročila oz. proizvodnega naloga.

Na razvoj kazalnikov vpliva razpoložljivost ustreznih podatkov oziroma merljivih količin, ki so na voljo (Perme & Zupančič, 2009, str. 94). Potrebno je, da se natančno opredeli, kaj se bo merilo, kako se bo merilo in kdo bo meritve izvajal. Za spremljanje, analizo in prikaz rezultatov se uporabljajo različni poslovno informacijski sistemi za podporo poslovanja.

2 VITKI MANAGEMENT V LOGISTIKI

Henry Ford je že na začetku 20. stoletja razmišljal vitko. Zavedal se je, da mora delo pripeljati do delavcev in ne delavce k delu in vzpostaviti neprekinjen tok materialov, brez nepotrebnih izgub. Proizvodnjo motornih blokov je preselil na lokacijo, kjer je potekalo sestavljanje avtomobilov in tako ni bilo več potrebno transportirati težkih motorjev (Sheldon, 2008, str. 2). Temelje vitkega razmišljanja, kot ga poznamo danes, pa je postavil Taiichi Ohno v petdesetih letih dvajsetega stoletja z vzpostavitvijo Toyotinega proizvodnega sistema (ang. Toyota Production System, v nadaljevanju TPS) oziroma Toyotine filozofije organiziranja proizvodnje tako, da vsi procesi tečejo neprekinjeno in s čim manjšimi izgubami. Postavil je temeljno načelo vitkega razmišljanja, to je večno sledenje popolnosti. Nenehno je potrebno iskati nove načine za zmanjšanje izgub, izboljšanje kakovosti, optimiziranje opreme, načine, kako stvari narediti bolje, hitreje, lažje, dokler se ne vzpostavi stanje, ko celotna organizacija, zaposleni začnejo razmišljati vitko (Kešetović, 2012, str. 227). V osemdesetih letih dvajsetega stoletja so začela tudi ameriška podjetja posvečati vse več pozornosti filozofiji poslovanja, ki je japonsko avtomobilsko industrijo popeljala na sam svetovni vrh.

Toyota velja za pionirja na področju vitkega razmišljanja. Od petdesetih let dvajsetega stoletja, ko so začeli z izvajanjem TPS, pa do danes jim je uspel preboj v sam vrh avtomobilske industrije, kar je vidno na sliki 1.

Slika 1: Prodaja osebnih vozil v milijonih

Rank	1950	1970	2001	2006
1	GM	GM	GM	GM (8.54)
2	Ford	Ford	Ford	Toyota (8.43)
3	Chrysler	Chrysler	Toyota	Ford (6.37)
4	Studebaker	VW	VW	Renault* (5.62)
5	Nash	Fiat	Renault*	VW (5.55)
6	Kaiser-Fra.	Toyota	Daimler**	Daimler** (4.21)
7	Morris	Nissan	Honda	Hyundai (4.01)
8	Hudson	Renault	Hyundai	Honda (3.52)
9	Austin	BL	Fiat	PSA (3.30)
10	Renault	Peugeot	Mitsubishi	Fiat (2.16)
...				

Vir: Kešetović (2012).

Kot navaja Kešetović (2012, str. 229) analitiki in strokovnjaki zasluge za uspešnost Toyote pripisujejo temeljitemu upoštevanju načel vitkega razmišljanja.

Kot primer ameriške dobre prakse vpeljave vitkega razmišljanja, je podjetje Dell. Podjetju se je v zgolj enem letu uspelo prebiti na prvo mesto med ponudniki računalnikov preko spleta. Leta 1996 je bila njihova delnica vredna 20 dolarjev, leto pozneje pa že kar 148,75 dolarjev. Uspelo jim je vzpostaviti učinkovit sistem proizvodnje računalnikov po naročilu stranke. Načelo proizvodne/ transporta ob pravem času (ang. Just In Time, v nadaljevanju JIT) so v popolnosti integrirali tudi v ravnanje svojih dobaviteljev. S tem so njihove zaloge izdelkov in komponent minimalne, sestavni deli so v povprečju šestdeset dni manj stari kot pri gigantih in stranka dobi računalnik, ki je izdelan po njenih zahtevah, najkasneje v roku petih dni (Kešetović, 2012, str. 227).

Logistika je področje, ki ima lahko veliko koristi od implementacije vitkega razmišljanja v vse procese, ki jih zajema. Hkrati pa je tudi področje, ki mu podjetja posvečajo premalo pozornosti in tako logistični procesi v podjetju predstavljajo le strošek in ne dodajajo vrednosti končnemu izdelku. Z vpeljavo vitkega razmišljanja v logistiko lahko dosežemo pomembno konkurenčno prednost, znižamo skupne stroške proizvodnje ter povečamo učinkovitost in zanesljivost.

2.1 Definicija vitkega managementa

Vitka proizvodnja je zelo širok pojem, ki se nanaša na vse poslovne procese in ima vpliv na vse tri tokove v podjetju, materialni, finančni in informacijski tok. Na podlagi različne strokovne literature bi lahko rekli, da vitko razmišljanje išče dolgoročne in učinkovite rešitve, ki temeljijo na načelih in orodjih katerih namen je zmanjševanje izgub v proizvodnji in vseh spremljajočih procesih, zasledovanje popolnosti, kar pomeni nenehno izboljševanje procesov ter vzpostavitev neprekinjenega toka materiala, informacij in financ v podjetju. To pomeni, da morajo v podjetju vzpostaviti vitko razmišljanje v vseh segmentih podjetja.

Za vsak segment je potrebno optimizacijo prilagoditi zahtevam in želenim rezultatom. Pomembno je tudi, da se po vzpostavitvi vitkega razmišljanja določijo tudi ustrezni načini za merjenje uspešnosti in učinkovitosti. Saj lahko le tako ugotovimo ali spremembe prinašajo pozitivne ali negativne rezultate.

V nalogi bom namesto izraza vitka proizvodnja uporabljala besedno zvezo vitko razmišljanje. Saj gre za skupek načel in orodij, ki jih je potrebno najprej dobro razumeti, da jih lahko učinkovito implementiramo v proizvodne procese. To pa se lahko zgodi samo, če ključni zaposleni, ki imajo različne poglede na proces, skupaj poiščejo najprimernejšo rešitev za optimizacijo tega procesa.

2.2 Temeljna načela vitkega razmišljanja

Za vzpostavitev vitkega razmišljanja je ključnega pomena, da se podjetje poistoveti z načeli vitke proizvodnje ter jih nenehno zasleduje in izvaja. Poznamo pet načel vitke proizvodnje.

2.2.1 Prepoznavanje vrednosti

Pri vitkem razmišljanju je potrebno na vrednost vedno gledati in jo obravnavati z vidika kupca. Ni pomembno, kako dober je izdelek, če kupec ne vidi v njem vrednosti in zanj ni pripravljen plačati več, kot so stroški izdelave. Kupec zazna vrednost v izdelku in ga je pripravljen kupiti, če ta zadovolji njegove potrebe in je hkrati tudi cena izdelka zanj sprejemljiva. Lastnosti izdelka, delo in porabljeni čas, ki jih kupec ni pripravljen plačati, zanj nimajo vrednosti za podjetje pa so to procesi, ki povzročajo samo stroške (Šverko, 2012, str. 34). Ko podjetje ugotovi in določi želje in potrebe kupcev, sledi izločanje procesov in dejavnosti, ki ne prispevajo k vrednosti izdelka.

2.2.2 Preslikava toka vrednosti

Mnoga podjetja se na začetku vzpostavljanja vitkega razmišljanja odločijo za preslikavo toka vrednosti (ang. value stream mapping, v nadaljevanju VSM). Če povzamem Wolla (2003) se preslikava toka vrednosti uporablja za vizualni prikaz toka materiala in informacij ter povezav v podjetju. V začetku 20. stoletja jo je uvedel Frank Gilberth in je še zmeraj ena najbolj uporabljenih načinov prikazovanja toka vrednosti (Kodrič, 2013, str. 62). Namenjena je za analizo trenutnega stanja, odkrivanje izgub in ozkih grl v procesih ter oblikovanje želenega, optimiziranega, stanja. Izvede pa se s pomočjo karte, na kateri so zajeti vsi koraki in procesi, ki so potrebni za izdelavo nekega izdelka in dostavo le tega do kupca. Zajeta dejanja se lahko na podlagi karte opredeli kot (Woll, 2003, str. 23):

- dejanja, ki ustvarjajo vrednost za produkt;
- dejanja, ki ne ustvarjajo vrednosti, ampak so neizogiben del trenutne proizvodnje s trenutno tehnologijo in viri;

- dejanja, ki ne dodaja vrednosti proizvodu.

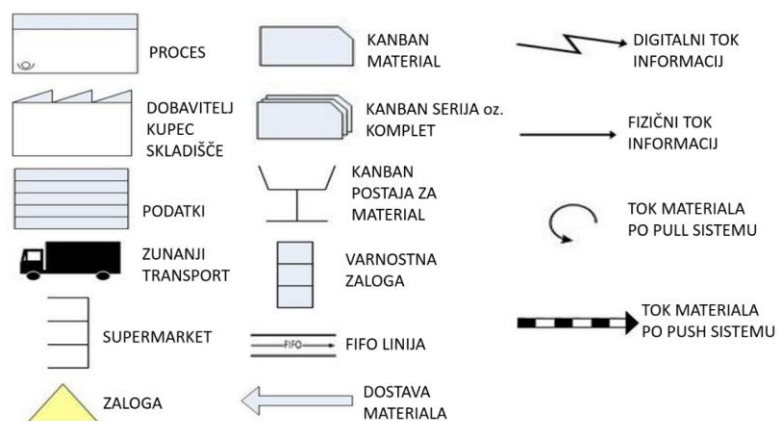
Dejanja, ki proizvodu dodajajo vrednost, obdržimo. Dejanja, ki ne dodajajo vrednosti, vendar so neizogibna, lahko ostanejo, dokler se ne pokaže možnost za optimizacijo teh dejanj. Nujno pa moramo izločiti oz. optimizirati vsa dejanja, ki ne dodajajo vrednosti.

V literaturi je izvajanje metode kartiranja toka vrednosti najpogosteje razdeljeno na tri faze:

- **Karta trenutnega stanja toka vrednosti**

Prva faza je izdelava karte trenutnega stanja toka vrednosti za obravnavani proizvodni proces. Kartiranje mora izvesti skupina ljudi, ki največ ve o poteku samih procesov. Kot je razvidno iz slike 3, mora karta zajemati vse vhode in izhode vsakega procesa, po pravilnem zaporedju in tako, da so razvidni vsi odnosi med procesi (Woll, 2003, str. 33-34). Za prikaz se uporabljajo ikone, ki so predstavljene na sliki 2.

Slika 2: Ikone za prikaz toka vrednosti



Vir: lastno delo.

Uporabljajo se tri vrste ikon: ikone materialnega toka, splošne ikone in ikone za pretok informacij. Ikone materialnega toka so tiste, ki prikazujejo dejanski tok fizičnega izdelka iz ene lokacije na drugo. Splošne ikone so za deskriptivne namene, tako da zemljevid lahko prikaže informacije o stalnih izboljšavah in lokaciji blaga. Ikone za pretok informacij kažejo, kako informacije potujejo iz proizvodnje do dobavitelja ter od kupca do proizvodnje (Woll, 2003, str. 41).

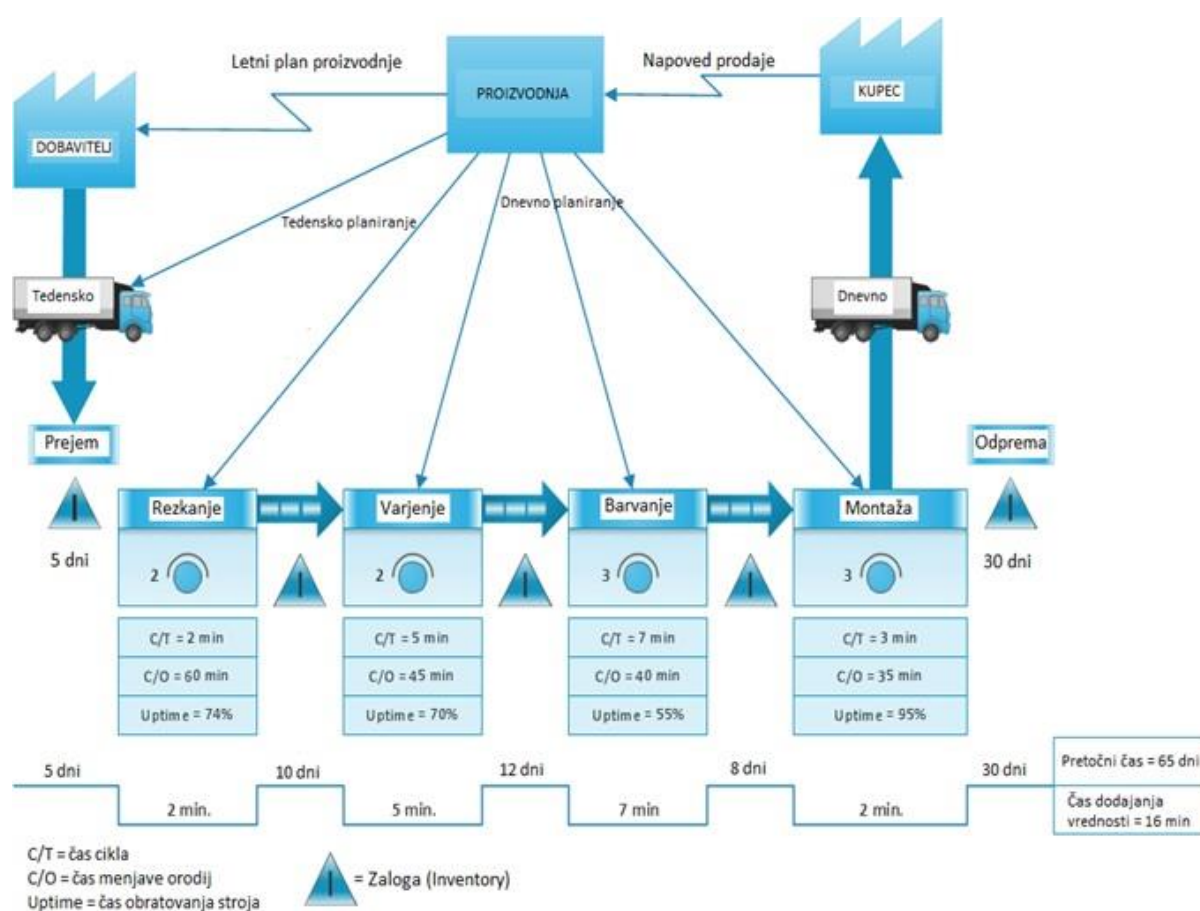
- **Analiza toka vrednosti in snovanje želenega stanja**

Ko se izdelava karte trenutnega stanja toka vrednosti, ki prikazuje trenutno učinkovitosti celotnega toka vrednosti, sledi poglobljena analiza tega stanja. Namen analize je identifikacija in odprava izgub v procesih.

Slika 3 prikazuje primer karte toka vrednosti, ki obsega sedem procesov: dostava materiala potrebnega za proizvodnjo, rezkanje, varjenje, barvanje, montaža in dostava izdelka do

kupca. Vsota vseh časov vseh dejavnosti, ki so potrebne, da se izdelek izdelja in dostavi do kupca, predstavlja **pretočni čas**, ki v tem primeru znaša petinšestdeset dni. Drugi pomembni podatek je **čas dodajanja vrednosti**, ki nam pove čas spreminjanja materiala v izdelek čez celoten pretočni čas. To je čas, ko se izdelku dodaja vrednost, ki jo zazna tudi končni kupec. V primeru, predstavljenem na sliki je čas dodajanja vrednosti šestnajst minut, iz tega lahko izračunamo delež dodajanja vrednosti, če čas dodajanja vrednosti delimo s pretočnim časom. V tem primeru znaša delež dodajanja vrednosti $16 \text{ min} / 65 \text{ dni} = 0,00017$ ali 0,017 odstotkov. V dobrih podjetjih je ta delež od 1 do 5 odstotkov, odvisno od panoge. V Toyoti, kot primer dobre prakse, je delež dodajanja vrednosti okoli 20 odstotkov (Jus, 2018).

Slika 3: Primer karte toka vrednosti



Vir: Jus (2018).

Za vsak proizvodni proces se mora definirati:

- čas cikla;
- čas menjave orodij;
- stopnjo izkoriščenosti stroja.

Karta prikazuje tudi tok informacij od procesa načrtovanja proizvodnje v podjetju do dobavitelja in proizvodnih procesov ter tok informacij od kupca do procesa načrtovanja

proizvodnje. Informacijski tok med procesom načrtovanja proizvodnje in med dobaviteljem in kupcem je digitalni, se pravi teče s pomočjo informacijskih sistemov. Med procesom načrtovanja proizvodnje in med proizvodnimi procesi pa teče fizični tok informacij, se pravi, da informacije v podjetju tečejo s pomočjo podatkov, ki so v fizični obliki, npr. list papirja, kartice itd.

Predstavljena karta pa ne vsebuje podatka o **taktu kupca**, ki narekuje utrip podjetja skladno z zahtevami kupca. Za izračun pa je potreben še podatek o številu delavnih ur na dan in število izmen, ki prav tako manjka na predstavljeni karti. Logika takta je sledeča, če neko podjetje dela 8 ur dnevno, kar znaša 480 minut, kupci pa kupijo dnevno 240 kosov, znaša takt kupca 2 minuti. Kar pomeni, da morajo proizvesti kos vsaki dve minuti (Kodrič, 2013, str. 49).

- Oblikovanje karte toka vrednosti zelenega stanja

Ko se dela analiza trenutnega stanja, je pomembno oceniti procese z vidika doseganja zelenega stanja. Definirati je treba, kaj se želi doseči, da se lahko določi, kakšne in kje so trenutne ovire (Liker & Meier, 2006, str. 43).

Cilji pri opisanem primeru, bil lahko bili:

- skrajšanje pretočnega časa, kar se lahko doseže z bolj učinkovito povezavo med procesi, z vzpostavitvijo neprekinjenega toka in sistema vlečenja;
- zmanjšanje vmesnih zalog, kar se lahko prav tako doseže z bolj učinkovito povezavo med procesi, z vzpostavitvijo neprekinjenega toka in sistema vlečenja;
- poenostavljen pretok informacij znotraj vrednostnega toka, uporaba enega informacijskega sistema za celoten informacijski tok;
- povečanje izkoriščenosti strojev, lahko se raziščejo nove možnosti uporabe stroja;
- povečanje fleksibilnosti procesov; kar omogoča hitro odzivanje na spreminjajoče se zahteve strank.

Želene cilje je potrebno natančno definirati, da so jasni vsem, ki sodelujejo pri doseganju teh ciljev. Cilji morajo biti konkretni, da omogočajo natančno spremljanje.

- **Oblikovanje in izvedba akcijskega načrta**

Ko se oblikuje karta toka vrednosti zelenega stanja, je naslednji korak oblikovanje akcijskega načrta. Akcijski načrt je ustvarjen z namenom, da se doseže želeno stanje, za to pa je potrebno:

- določiti skupino ljudi, ki bo odgovorna za izvedbo načrta;
- določiti časovni okvir uvajanja sprememb;
- določiti metode za sprotno preverjanje stanja ter kazalniki, ki se bodo spremljali z namenom ugotavljanja učinkovitosti in uspešnosti uvedenih sprememb.

Lahko bi rekli, da je načelo preslikave toka vrednosti doseženo, ko podjetje v popolnosti razume in ima jasne cilje glede toka vrednosti.

2.2.3 Ustvarjanje neprekinjenega toka vrednosti

Ko je vrednost ugotovljena in tok vrednost ovrednotena, uredimo vse dejavnosti tako, da tečejo brez izgub. Taiichi Ohno je definiral sedem izgub, ki se pojavljajo v vseh procesih (Womack & Jones, 2008, str. 1):

- Transport; zaradi vzrokov, kot so neustrezna razporeditev delovnih mest, neurejeni ter neoznačeni prostori in inventar, nedelovanje materialnega toka skozi procese itd. pride do nepotrebnega transporta materiala med procesi in skladiščem (Benčina, 2016, str. 11).
- Prekomerne zaloge; prekomerne količine polizdelkov in surovin, ki čakajo na dokončanje ali na naslednji proces ter končni izdelki, ki čakajo na odpremo so najbolj vidna oblika izgub in predstavljajo približno 5 do 30 odstotkov celotnega premoženja proizvajalca in lahko predstavljajo polovico celotnega premoženja trgovca. Razlog za držanje prevelikih količin zalog je, zadovoljevanje potreb kupcev, ki želijo izdelek takoj in tako si podjetja prizadevajo, da imajo izdelke vedno na zalogi. Vendar Taiichi Ohno trdi, da več zalog ne pomeni nujno boljše storitve (Goldsby & Martichenko, 2005, str. 20 in 36).
- Gibanje; vsako nepotrebno gibanje zaposlenih predstavlja izgubo.
- Čakanje; neizkoriščenosti strojev in delavcev, ki čakajo, da začnejo naslednji korak, zaradi neuskklajenih ciklov, zastojev na opremi, zastoja pri transportu prihaja, itd. (Benčina, 2016, str. 11).
- Prekomerna obdelava; zaradi slabo načrtovanih procesov lahko pride do dodatne nepotrebne obdelave, ki pa je kupec ne prepozna in je tudi ni pripravljen plačati (Benčina, 2016, str. 11).
- Prekomerna proizvodnja; problem prekomerne proizvodnje je, da je denar vezan v materialih ali proizvodih, ki niso prodani.
- Napake v izdelku oz. izmet; do izmeta pride zaradi slabe kakovosti materiala, napačnih tehnoloških postopkov, opustitve določenih faz v postopkih, obrabe ali okvare stroja, nezadostnega znanja operaterjev itd. Napake neposredno povečujejo stroške, saj nastajajo stroški zaradi zavrženega materiala ali izdelka, zaradi popravila, prebiranja in kontrole itd. (Benčina, 2016, str. 10).

Za vzpostavitev neprekinjenega toka vrednosti je ključnega pomena, da se izločijo vse izgube v vseh procesih.

2.2.4 Vzpostavitev sistema vlečenja

Za doseglo načela vlečenja oz. sistema vlečenja (ang. pull system) je ključno, da se vzpostavi proizvodnja/transport ravno ob pravem času. To pomeni, da pride material ali polizdelek v proizvodni proces ravno ob pravem času, v pravih količinah in na pravo mesto, kjer je takoj uporabi za izdelavo končnega izdelka ali polizdelka. Izdelek se iz procesa brez prestanka premakne v naslednji proces. Sistem vlečenja temelji na logiki, da vsak proces proizvaja točno toliko, kot so potrebe v naslednjem procesu, oziroma da se nič ne proizvede, dokler ni potrebe, potreba pa nastane s trenutnim povpraševanjem po proizvodu (Kavčič, 2009, str. 48).

2.2.5 Stalne izboljšave

Ko se v podjetju enkrat vzpostavi okolje in kultura, ki temelji na vitkem razmišljanju, postanejo projekti stalnih izboljšav ključni del poslovanja podjetja. Pri Toyoti so razvili koncept osredotočenih in hitrih izboljšav, ki se imenuje kaizen. Koncept temelji na neprekinjenem in dolgoročnem procesu izvajanja majhnih in postopnih izboljšav, ki zajemajo vse ravni v podjetju. Z implementacijo koncepta kaizen v poslovanje lahko podjetje poveča produktivnost, kakovost, varnost pri delu, zmanjša onesnaževanje in poveča motivacijo zaposlenih za doseganje skupnih ciljev podjetja (Čufar, 2010).

2.3 Vitka logistika

Primarna naloga logistike je, da so pravi viri v pravih količinah, na pravem mestu, ob pravem času. Potrošnik današnjega časa zahteva izdelek ali storitev takoj in tukaj je logistika ključnega pomena, ki lahko podjetju prinese trajnostno konkurenčno prednost. Logistika je bistvenega pomena tako za potrošnika kot za podjetje in ključno prispeva k vrednosti izdelka. Logistične kompetence, ki lahko podpirajo in ustvarjajo konkurenčne prednosti so kakovost storitve, čas, prilagodljivost, zanesljivost ter prednost v smislu stroškovne učinkovitosti (Miraldes, Garrido Azevedo, Charrva-Santos, Mendes & Oliveira Matias, 2015). Te konkurenčne prednosti lahko podjetje doseže z vpeljavo vitkega razmišljanja v logistične procese.

Goldsby in Martichenko (2005, str. 6) definirata vitko logistiko kot skupek logističnih procesov, ki potekajo brez izgub, vsi vpleteni v procese si prizadevajo razumeti in zmanjšati variabilnost ter povečati hitrost materialnega toka, ki je ustrezno podprt z informacijskim in finančnim tokom. Po mojem mnenju lahko podjetje vitko organizirano logistiko doseže z implementacijo vitkega razmišljanja v logistične procese, kar pomeni dosledno upoštevanje vitkih načel ter pravilna uporaba vitkih orodij, z namenom zmanjšanja izgub in povečanja hitrosti, fleksibilnosti in zanesljivosti materialnega toka.

V nadaljevanju bom predstavila vitka orodja, ki se najpogosteje uporabljajo za doseganje načela neprekinjenega toka in načela vlečenja. Za izvajanje teh orodij je ključnega pomena, da se vzpostavi vitko organizirana logistika, ki omogoča učinkovito podporo tem sistemom.

2.3.1 Orodja vitke logistike

Ena od umetnosti vitkega razmišljanja je, da znamo na procese gledati iz različnih perspektiv in že znane in preverjene koncepte in sisteme uporabiti na nove in drugačne načine, s katerimi bo podjetje lahko doseglo maksimalno izkoriščenost vseh virov. Zato je ključnega pomena, da podjetje pred implementacijo orodij vitke proizvodnje v procese, ta orodja čim bolj spozna in se seznanji z različnimi primeri dobrih praks uporabe teh orodij ter natančno določi cilje, ki jih z uporabo teh orodij želi doseči.

Za doseganje vitko organizirane logistike se najpogosteje uporabljajo tri orodja; kanban, supermarket in milkrun.

- **Kanban in supermarket**

Kanban je orodje, s katerim se lahko doseže načelo vlečenja in se izvaja s pomočjo kartic, ki signalizirajo potrebo po novih kosih ali novem materialu, to poenostavi pretok informacij in materiala, sistem preprečuje delo na zalogo ter omogoča izvajanje dobave po pravilu ravno ob pravem času, saj se na delovno mesto dostavlja samo material, ki je v tistem trenutku potreben (Pustoslemšek, 2011, str. 11). Z implementacijo sistema v proces dobave materiala na proizvodne linije se zmanjša količina vmesnih zalog, zato je potrebno dobro uskladiti proizvodnjo in oskrbo z materialom, da se zagotovi ustrezna količina materiala za nemoten proces proizvodnje. Uskladitev pa se lahko doseže s kratkimi obdelovalnimi časi, visokimi standardi kakovosti ter z vsestransko izobraženim kadrom (Polajnar v Pustoslemšek, 2011, str. 12).

Kanban se lahko izvede s sistemom ene ali dveh kanban kartic. Sistemu z eno kartico se reče proizvodni kanban in kartica služi kot delovni nalog za delovno postajo in kot sprožilec izdelave na predhodni delovni postaji. Tak sistem je mogoč, če so delovne postaje toliko avtomatizirane, da ne zahtevajo stalne prisotnosti delavca in obdelovanci taki, da ne potrebujejo nekega posebnega transportnega sredstva. Sistem z dvema karticama, proizvodni kanban in transportni kanban, je primeren v povezavi z organizacijsko oddvojenim transportnim sistemom. Oblika kartic je poljubna, lahko so to papirni dokumenti ali pa računalniški zasloni oziroma zaslonske slike. Kartice se odlagajo na določena mesta, to so kanban »poštni predali«. Število kanbanov, ki bodo krožili po proizvodnji, se določi s funkcijo časa obdelave na postaji in dnevnih potreb po izdelku (Ljubič v Pustoslemšek, 2011, str. 13-14).

V povezavi s kanbanom se velikokrat pojavlja supermarket, to je zalogovnik, ki deluje po istem principu kot supermarket z živili. Podjetje mora določiti ustrezno lokacijo

zalogovnika, ki je lahko pretočni regal, kjer bo material najboljše dosegljiv vsem v proizvodnem procesu in takšno lokacijo, ki bo omogočala hitro dostavo in pretovor materialov iz in na transportna sredstva. Material, ki se nahaja na supermarketu, je potrebno ustrezno označiti, saj je namen supermarketeta, da odjemalec hitro najde prave kose v pravih količinah, ko te potrebuje. Za to pa je potrebna tudi ustrezna embalaža, ki omogoča hitro in učinkovito posluževanje materiala iz supermarketeta (Javornik, 2013, str. 32-33).

Supermarket predstavlja vmesno postajo med skladiščem in proizvodnjo ali med procesi, ki služi naslednjim ciljem:

- zagotavljanje materialov, polizdelkov in izdelkov, potrebnih za proizvodnjo;
- zagotavljanje pravih kosov v pravih količinah, ob pravem času;
- hitro posluževanje materiala;
- poenostavi se pretok informacij in materiala;
- preprečuje zastoje v proizvodnji, ki nastajajo zaradi pomanjkanja materiala;
- večja preglednost materialnega toka in večja preglednost nad zalogami;
- večja urejenost proizvodnega prostora.

Ustrezno se mora urediti tudi rotacija dotoka in odtoka materialov. Obstajajo različne metode za upravljanje zalog na supermarketih, ko so:

- Metoda prva vhodna - prva izhodna (ang. First In, First Out, v nadaljevanju FIFO)

Pomeni, da se bodo izdelki ali material, ki je bil najprej na zalogi, najprej porabili. Ta metoda preprečuje zastaranje izdelkov ali materiala. Za skladiščenje po tej metodi je potreben ločeni vozni pas oz. FIFO linija ali skladiščni regal, ki vsebuje določeno količino zalog. Postopek dobave polni linijo ali regal od zadaj, medtem ko se odjemni postopek vrši od spodaj. Če se linija ali regal zapolni, mora postopek dobave prenehati proizvajati, dokler se ne porabi nekaj zalog (Lean Enterprise Institute, brez datuma).

- Metoda zadnja vhodna - prva izhodna (ang. Last In, First Out - LIFO)

Pomeni, da se bodo izdelki ali material, ki so prišli zadnji v skladišče, prvi porabili. Pri tej metodi se izdelki ali material na skladiščne regale zloga od spredaj in prav tako se od spredaj material jemlje iz regala. Ta metoda se uporablja npr. v modni industriji, kjer je ključno, da so na trgovskih policah vedno zadnji modni kosi.

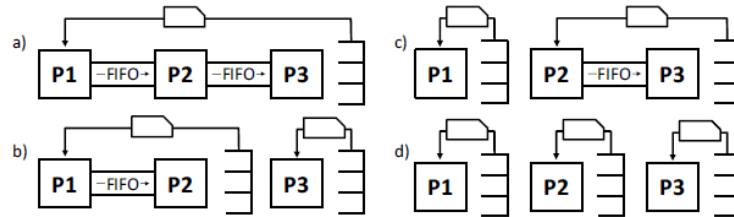
- Metoda prva poteče - prva izhodna (ang. First Expiry, First Out - FEFO)

Izdelki zapuščajo skladišče glede na datum njihovega roka uporabnosti. Ta metoda se uporablja za izdelke, pri katerih je rok uporabe ključnega pomena.

Z implementacijo predstavljenih orodij v proizvodni proces lahko podjetje doseže dve ključni načeli vitkega razmišljanja, to sta načelo toka in načelo vlečenja. Načelo toka se lahko doseže, ker orodja zagotavljajo večjo preglednost nad materialnim tokom, manjše

količine vmesnih zalog ter hitro posluževanje materiala. Vse to pa zmanjšuje možnosti za zastoje in napake tako v materialnem kot tudi v informacijskem toku, kar je ključno za vzpostavitev nemotene toka vrednosti. Prav tako predstavljena orodja omogočajo dostavo pravih kosov v pravih količinah, ob pravem času, kar pa je ključno za udejanjanje načela vlečenja. Nekaj primerov oskrbe treh proizvodnih procesov s pomočjo uporabe različnih kombinacij kanbana, supermarketov in FIFO linije, je predstavljenih na sliki 4.

Slika 4: Sistem kanban v povezavi s supermarketi in FIFO linijami



Vir: Roser & Nakano (2016).

- Prvi proces (P1) se oskrbuje iz supermarketov po sistemu kanban. P1 oskrbuje P2 preko FIFO linije, P2 pa oskrbuje P3 prav tako preko FIFO linije.
- P1 in P2 sta povezana s FIFO linijo, P1 oskrbuje P2, P1 pa se oskrbuje iz supermarketov po sistemu kanban. P3 je ločen proces, ki se oskrbuje iz svojega supermarketov po sistemu kanban.
- P1 je ločen proces, ki se oskrbuje iz svojega supermarketov po sistemu kanban. P2 in P3 sta povezana procesa, P2 preko FIFO linije oskrbuje P3, P2 pa se oskrbuje iz supermarketov po sistemu kanban.
- Vsi trije procesi so med seboj ločeni in se vsak oskrbuje iz svojega supermarketov po sistemu kanban.

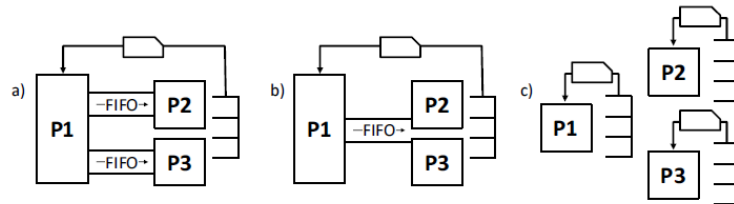
Roser in Nakano (2016) podata nekaj priporočil, glede uporabe supermarketov in FIFO linij:

- FIFO linije se uporabljajo, kadar ni posebnega razloga za uporabo supermarketov, saj FIFO linije zahtevajo bistveno manj režijskega upravljanja kot supermarketi.
- Supermarketi so primernejši, ko procesi v enem proizvodnem sistemu proizvajajo različno velike lote¹, saj lahko to privede do zastojev v procesu zaradi velike neusklajenosti velikosti.
- Priporočena je uporaba supermarketov pred proizvodnjo novega izdelka ali nove različice določenega izdelka. Pri FIFO linijah morajo biti informacije o novi varianti vključene že v začetne procese, čeprav se v teh procesih proizvajajo najpogosteje generični polizdelki in se začnejo različni dodatki dodajati v končnih procesih. Ker začetni procesi teh informacij ne potrebujejo, obstaja možnost, da se te informacije ne štejejo za pomembne in se skozi te procese izgubijo.

¹ Velikost proizvodne serije.

- Supermarket je uporabnejši od FIFO linij v primeru združevanja materialnih tokov.
- Podobno kot pri združevanju materialnih tokov je tudi za razdelitev materialnih tokov bolj uporaben supermarket. Za FIFO linijo, kot je prikazano pod a) ali b) na sliki 5, bo potrebno dodatno odločanje, da se ugotovi, ali proizvedeni del v P1 preide na P2 ali P3. V primeru b), obstaja tudi možnost, da mora postopek P2 ali P3 počakati, ker je proizvedeni del v P1 namenjen le enemu procesu.

Slika 5: Razdelitev materialnih tokov s pomočjo supermarketov in FIFO linij



Vir: Roser & Nakano (2016).

- Priporočena je uporaba supermarketa pri različnih hitrostih in časih proizvodnih procesov, saj supermarket omogoča lažji dostop do materialov z najvišjo prioriteto v primerjavi z linijami FIFO.
- Priporoča se uporaba supermarketa v primeru, da so med procesi velike razdalje. Med prevozom blaga se lahko spremenijo proizvodne zahteve in če bi se material dostavljal po FIFO sistemu, bi se ta sistem prekinil, da bi se omogočil tok novega blaga. S supermarketom pa so takšne spremembe lažje obvladljive, saj toka ni treba prekiniti.
- Priporočena je uporaba supermarketa, ko je zahtevana visoka agilnost proizvodnega sistema.

Vsako podjetje mora ugotoviti, katera kombinacija orodij je za njihov proizvodni sistem najoptimalnejša ter s katero kombinacijo bodo vzpostavili nemoten pretok vrednosti po sistemu vlečenja. Prav tako je pomembno, da se izberejo orodja, ki omogočajo nadaljnje izboljšave. Za izvajanje teh sistemov pa je ključnega pomena notranja logistika, ki more biti organizirana tako, da lahko nudi optimalno podporo tem sistemom.

- **Milkrun**

Ciklični prevoz blaga ali milkrun izvira iz severne Anglije, kjer so prvi ta sistem uporabili pri dostavi mleka končnim odjemalcem. Na podlagi sistema inteligentnega načrtovanja poti, so kreirali pot tako, da je mlekar na eni poti razdelil polne steklenice in hkrati tudi pobral prazne steklenice. Sistem lahko razložim na primeru, prikazanem na slika 6. Na vozilo se v mlekarni naloži šest steklenic, mlekar ima v naprej določeno krožno pot in število odjemnih mest, v tem primeru so tri. Kot prikazuje slika, bo mlekar na vsakem odjemnem mestu, pustil dve polni steklenici in vzel dve prazni. Vozilo se v mlekarno vrne s šestimi praznimi steklenicami. Sistem milkrun je tako namenjen pobiranju in odlaganju materiala, pri katerem se v določenem časovnem obdobju odpremi eno vozilo, ki obišče

več lokacij, po vnaprej določeni poti in zaključi svojo pot na začetni točki (Brar & Saini, 2011, str. 2).

Slika 6: Milkrun sistem neposredne dostave



Vir: Pustoslemšek (2011).

Prednosti transporta po tem sistemu so:

- krajše transportne poti, saj se v eni ruti obiše več mest, na katerih se hkrati vrši dostava in odvoz, npr. dostava praznih palet do dobaviteljev, pri katerih se nato naložijo palete z materialom;
- skrajša se čas, namenjen transportu, zaradi krajših poti;
- zmanjša se število transportnih sredstev;
- poveča se izkoriščenost transportnih sredstev, kot je razvidno iz slike 6, vozilo je vedno polno;
- zmanjša se vpliv na okolje, zaradi krajših poti je tudi izpust CO₂ manjši.

Milkrun se pogosto uporablja tudi v notranji logistiki. Za izvajanje transporta po tem sistemu pa se uporabljajo vlečna vozila, ki jih bom predstavila v poglavju o avtomatizaciji. Lahko se uporablja za dostavo materialov iz skladišča do proizvodnih linij ter za dostavo materialov med procesi. Lahko pa se uporablja tudi v kombinaciji s kanbanom, supermarketi, FIFO linijami, itd. Milkrun služi kot logistična podpora tem sistemom (Takvir, 2018, str. 125).

Za uspešno in učinkovito implementacijo sistema milkrun v notranji transport, mora podjetje v prvem koraku, natančno določiti transportno pot okoli proizvodnih linij, ki mora potekati v zaključenem krogu ter določiti optimalno lego postajališč za odlaganje in pobiranje materiala. V drugem koraku pa mora podjetje na podlagi zahtev in značilnosti proizvodnega procesa, določiti optimalno število transportnih kompozicij, ki sestojijo iz vlečnega vozila in različnih prikolic. Optimalno število transportnih kompozicij, se določi na podlagi podatkov o količini materiala, ki ga je potrebno dostaviti na posamezna postajališča v enem dnevu ter glede na zmogljivost posamezne transportne kompozicije. V izračun je potrebno vključiti tudi različne čase, kot so čas vožnje glede na razdaljo, čas za operacije na postajališčih ter čas nakladanja transportne kompozicije v skladišču (Schmidt,

Meinhardt & Schulze, 2016). Z implementacijo tega sistema v transportni proces, zmanjšamo število prevoznih sredstev, skrajšamo transportne poti in čas namenjen za transportni proces ter hkrati povečamo izkoriščenost transportnih sredstev itd.

2.3.2 Doseganje načel vitke proizvodnje z vitko logistiko

Menim, da je glavni cilj vpeljave vitkega razmišljanja v logistične procese vzpostavitev optimalnega podpornega sistema za vitko proizvodnjo. Po mojem mnenju lahko vitko organizirana notranja logistika ključno prispeva k doseganju treh od petih načel vitkosti. To so načela, za doseg katerih je potrebno vzpostaviti optimalni fizični materialni tok, ki ga omogoča notranja logistika.

Za doseganje načela **ustvarjanje neprekinjenega toka vrednosti** je ključnega pomena, da se odstranijo vse izgube v procesu notranje logistike, saj se lahko le tako vzpostavi nemoteni tok materiala. Zato je ključno, da podjetje zna izgube prepoznati in opredeliti, tako da jih lahko učinkovito in uspešno odpravi. Logistika sestoji iz procesov, v katerih lahko hitro pride do izgub, če ti niso dobro načrtovani ter učinkovito in uspešno izpeljani. Goldsby in Martichenko (2005, str. 14-61) definirata sedem izgub, ki se najpogosteje pojavljajo na področju logistike:

- Izgube povezane z zalogami

Zaloge materiala oz. surovin in medprocesne zaloge lahko predstavljajo izgubo v procesu notranje logistike, če se nahajajo na neustreznem mestu in je potreben dodaten čas ter dodatna pot za dostavo ali odvoz materiala. Za logistični proces lahko izgube predstavljajo tudi, dodatni koraki, ki so potrebni, npr. za oskrbovanje supermarketov ali FIFO linij. V takšnem primeru se lahko zaloge in medprocesne zaloge zmanjšajo, vendar je potrebno za izvajanje tega sistema, npr. dvakrat daljša transportna pot in čas od prej, ko se je za oskrbovanje uporabljajo druge sisteme in ne supermarket in FIFO linije.

- Izgube povezane s transportom

Transportna sredstva, ki omogočajo izvajanje transporta, lahko povzročajo tudi največ izgub, če:

- ne morejo izpolnjevati vseh nalog, za katere so predvidena. To pomeni, da ne morejo zagotoviti ustrezne podpore procesom, ki jih oskrbujejo.
- ne ustreza karakteristikam materialov, ki jih prevažajo. V tem primeru lahko pride do poškodb materiala, objektov ali celo ljudi.
- ne ustreza karakteristikam prostora, v katerem se vrši transport. Tudi v tem primeru lahko pride do poškodb ali pa se zaradi tega transport vrši počasneje, kot bi se lahko.
- so neizkoriščena; do tega lahko pride, če transport ni dobro načrtovan, pri čemer lahko pomaga milkrun ali če ima podjetje preveč transportnih sredstev.

Transport je glavni in ključni element logistike in predstavlja tudi največji strošek v logističnem procesu. Z učinkovitim transportom lahko podjetje doseže ključne konkurenčne prednosti, kot so fleksibilnosti, zanesljivosti in razpoložljivost. Cilji vpeljave vitkega razmišljanja v transport so zmanjšanje povprečnega časa za premik blaga, znižanje stroškov transporta, povečanje varnosti ter povečanje fleksibilnosti in zanesljivosti.

- Izgube povezane s prostorom in objekti

Velikost skladišča in izbiro skladiščne opreme, mora podjetje prilagoditi svojim potrebam, saj se lahko le z dobrim razumevanjem lastnih potreb, učinkovito zmanjšajo izgube v procesu. Pomembno je tudi, kako ima podjetje organiziran proizvodni prostor. V ta segment spada postavitve in organizacija proizvodnih linij oziroma celic, transportne poti, odlagalna in pobiralna mesta ter oprema, ki se uporablja za transport in rokovanje z materialom, ki se pojavlja v procesu notranje logistike in proizvodnje. Cilj vpeljave vitkega razmišljanja v organizacijo prostora, je zagotoviti čim boljše izkoriščenost prostorov in objektov ter nenehno izboljševanje delovnih mest.

- Izgube časa

Čas je vir, ki ga nikoli ne moremo povrniti in je tudi med najpomembnejšimi merili uspešnosti v logistiki. Vsak korak zahteva svoj čas in tako lahko znotraj vsakega koraka, prihaja do izgub le tega. Vitko urejena notranja logistika lahko ključno prispeva h krajšim pretočnim časom, kar pomeni, da kupec dobi želeni izdelek v najkrajšem možnem času. Da pa je to mogoče, mora biti celotni proizvodni proces usklajen s taktom kupca.

- Izgube povezane z embalažo

Podjetje mora izbrati embalažo, ki ustrezno ščiti material in izdelke, omogoča hiter, nemoten ter varen pretovor in biti mora kompatibilna s transportnimi sredstvi in transportnimi operacijami. Vsako razsutje tovora, zaradi neustrezne embalaže oz. poškodovane embalaže, lahko povzroči zastoje v transportnem procesu. Prav tako lahko pride do poškodovanja materiala, transportnega sredstva ali celo ljudi. Transportni proces pa se lahko prekine tudi, če se material dostavi v podjetje v embalaži, ki je neprimerna za transport z razpoložljivimi transportnimi sredstvi.

- Izgube povezane z administrativnimi procesi

Administrativni procesi omogočajo tok informacij, ki so pomembne za izvajanje logističnih procesov. Logistične procese spremlja veliko dokumentacije, ki mora biti ustrezno vodena, da ne pride do napak, ki lahko povzročijo napake in zastoje v toku informacij. Kar ima za posledico napake in zastoje v logističnem procesu in posledično v celotnem proizvodnem procesu. Za doseganje načela ustvarjanje neprekinjenega toka vrednosti je ključnega pomena, da se vzpostavi neprekinjen tok informacij.

- Izgube povezane z znanjem

Po mojem mnenju so te izgube povezane z neznanjem oziroma s premalo informiranimi zaposlenimi, ki delajo v procesu notranje logistike. Razlog vidim v tem, da je v logističnih procesih še vedno prisotnega veliko fizičnega dela, ki ga po navadi opravljajo nižje kvalificirani delavci. Ti pa nimajo ustreznega znanja, da bi lahko pripomogli pri razvoju novih in učinkovitejših načinov dela. Če bi na primer, vodja logistike predlagal kakšne spremembe ali celo uvedbo avtomatizacije, bi se lahko takšni delavci prestrašili, da bodo izgubili službo in bojkotirali uvedbo novih rešitev.

Ko podjetje identificira izgube in oblikuje zeleno stanje procesa notranje logistike, kar lahko naredi v okviru analize toka vrednosti, lahko sledi vzpostavitev neprekinjenega toka materiala. Izgube se lahko iz procesa učinkovito odstranijo le, če ima podjetje natančno načrtano zeleno stanje procesa. Za vitko organizirane logistične procese je ključno, da ti tečejo brez zastojev in napak ter da zagotavljajo ustrezno podporo vsem procesom, del katerih so.

Vitko organizirana logistika lahko pomaga tudi pri doseganju **načela vlečenja**. Ko se odstranijo vse izgube iz procesa in se vzpostavi neprekinjen tok materiala, se lahko vzpostavi sistem transporta ravno ob pravem času in sistem vlečenja. Saj se s predhodnimi koraki, kot so identifikacija in odprava izgub ter določitev zelenega stanja, doseže, da poteka proces notranje logistike kar se da optimalno in je zmožen podpirati proizvodne procese ter zagotoviti materialni tok po sistemu vlečenja. Pri tem lahko pomagajo tudi predstavljena vitka orodja, ki določajo in uravnavajo materialni tok tako, da ta ustreza in podpira izvajanje načela neprekinjenega toka vrednosti in načela vlečenja. Vsem predstavljenim orodjem je ključno, da podpirajo vitko razmišljanje in vitko logistiko. Orodja se lahko uporabljajo samostojno ali pa v kombinacijah. Pomembno je, da podjetje z njihovo uporabo zasleduje in udejanja načela vitkega razmišljanja.

Prav tako menim, da lahko vitko organizirana notranja logistika pomaga doseči **načelo nenehnih izboljšav**. Saj je to področje, ki ponuja veliko možnosti za razvoj v okviru vitkega razmišljanja. Proces notranje logistike obsega veliko korakov, ki jih je mogoče izboljšati, vsaka izboljšava v procesu pa pozitivno vpliva tako na sam proces, kot tudi na rezultate celotne proizvodnje. Za doseganje tega načela je ključnega pomena avtomatizacija logističnih sistemov, ki jo bom predstavila v nadaljevanju.

2.4 Avtomatizacija v notranji logistiki

Notranja logistika v večini proizvodnih podjetjih še vedno temelji na viličarjih, saj omogočajo transport različnega materiala, različnih dimenzij in teže. Viličarji se lahko dokaj hitro prilagajajo na spremembe in razmere v okolju, kar ključno prispeva k fleksibilnosti, ki spada med ključne kompetence podjetja. S pojavom vitkega razmišljanja pa se je začelo več pozornosti posvečati učinkovitosti sistemov in notranji transport z

viličarji se je velikokrat pokazal za neučinkovitega, saj je za takšen transport potrebno veliko prostora za transportne poti in manipulacijo, kar lahko pripelje tudi do nesreč. Vozniki viličarjev potrebujejo dodatna usposabljanja in zdravniške preglede in tudi za vzdrževanje viličarjev je potrebnih kar nekaj virov, saj morajo biti funkcionalni in varni za delo, kar znižuje racionalnost takšnega transporta.

Zaradi naštetih razlogov, ki pa niso edini, se podjetja vse pogosteje odločajo za alternativne transportne sisteme, s katerimi želijo doseči vitko organizirano notranjo logistiko. Za optimizacijo procesa notranjega transporta lahko podjetja izbirajo med številnimi napravami in sistemi, s katerimi lahko učinkovito nadomestijo viličarje. V zadnjem času se za notranji transport vse pogosteje uporabljajo različni avtomatizirani in robotizirani sistemi, ki pripomorejo k doseganju načel vitkega razmišljanja.

Za avtomatizacijo notranjih logističnih procesov se uporabljajo različni stroji in roboti. Prvi robot se je v industriji pojavil leta 1961 v tovarni avtomobilov General Motors in je prenašal dele iz ene točke v drugo. Do danes se je na področju industrijske robotike naredilo že veliko, kljub temu pa je področje logistične robotike še v začetnih fazah. Glavni razlog za to je, da so roboti, ki so bili razviti za proizvodne procese stacionarni, slepi in relativno neinteligentni. Roboti za logistične procese pa morajo znati izvesti široko paleto različnih operacij, biti morajo mobilni in se morajo znati odzvati na svoje okolje. Notranja logistika bi od takšnih robotov imela veliko koristi. Izvajali bi lahko ponavljajoča, nevarna in težka dela in tako povečali učinkovitost in uspešnost logističnih procesov (DHL Customer Solutions & Innovation, 2016, str. 3-5).

Različni avtorji navajajo, da polovica vseh dejavnosti, izvedenih v skladišču, ne dodaja vrednosti ali poveča zadovoljstva strank, medtem ko se za te procese porabijo dragoceni viri. Velika podjetja se zato vse pogosteje odločajo za avtomatizacijo skladiščnih procesov, saj s tem povečajo hitrost, učinkovitost in natančnost. Menim, da se bo v prihodnje ta miselnost razširila tudi na druge logistične procese, izven skladišč, saj avtomatizirani sistemi ključno izboljšajo procese. Pri današnjem tempu tehnološkega razvoja pa verjamem, da bodo ti sistemi v nekaj letih stroškovno dosegljivi tudi srednjim in manjšim podjetjem.

2.4.1 Vlečna vozila

Ker pa velikokrat avtomatizacija notranjega transporta, iz različnih razlogov, ni mogoča, lahko viličarje učinkovito nadomestimo z različnimi vlečnimi vozili (ang. tuggers), ki jih upravljajo operaterji. Vlačilci so okretni, prilagodljivi, učinkoviti in predvsem bolj varni kot viličarji. Transportirajo lahko različne vozičke, kar omogočajo priklopniki, ki tvorijo vlakovno kompozicijo. Kot prikazuje slika 7, se na vlečno vozilo lahko priključi poljubno število priklopnikov, na katere se lahko naložijo različni tipi vozičkov, kot so: vozički za prevoz palet, vozički s policami, vozički z zabojniki itd.

Slika 7: Primer vlačilca z različnimi prikolicami



Vir: J-tec Industries, Inc. (2019).

Vlačilci so tako primerni za notranjo logistiko v skladiščih, za dostavo materiala in embalaže na proizvodne linije in za prevzemanje končnih izdelkov (Pavlin, 2014).

Obstajajo tudi različni električni ročni vlačilci, ki lahko vlečejo vse do dvanajst ton tovora. Tudi ti vlačilci omogočajo transport različnega tovora, kot je vidno na sliki 8. Takšen transport potrebuje malo prostora za manipulacije in je primeren za ožje transportne poti. Vlačilec vodi operater peš in je tako hitrost transporta, omejena na hitrost hoje operaterja. Zato so te rešitve primerne za krajše transportne razdalje ali za občasen transport (PKS Pro, d.o.o., brez datuma).

Slika 8: Ročni električni vlačilec



Vir: PKS Pro, d.o.o. (brez datuma).

Z implementacijo vlečnih sistemov v proces notranjega transporta lahko povečamo zmogljivost dostave in skrajšamo dostavni čas. Saj omogočajo transport večje količine tovora kot viličarji, ki lahko transportirajo samo en tovor in dostava se izvrši v eni ruti po sistemu milkrun. Takšen transport je učinkovit, ker so transportne poti vnaprej točno definirane in sistemi omogočajo hitro in enostavno nalaganje in odlaganje tovora. Zagotavljajo tudi več varnosti kot viličarji, saj vozilo vleče tovor in ima tako operater nemoten pogled naprej na smer gibanja. In tudi tovor je stabilnejše in varneje nameščen na vozičkih kot na viličarju in zato je manj poškodb tovora pri transportu z vlačilci kot pri transportu z viličarji. Ker vozila poganja elektrika je takšen transport tih in okolju prijazen.

2.4.2 Elektrificirani sistemi z enosmernim pomnilnikom

Avtomatizirani enotirni sistemi ali elektrificirani sistemi z enosmernim pomnilnikom (ang. Electrified Monorail Systems, v nadaljevanju EMS) so elektrificirani sistemi, ki sestojijo iz posameznih transporterjev, ki energijo za premikanje dobijo iz elektrificiranega transportnega tira, na katerega so pritrjeni. Različni transporterji lahko prenašajo različni tovor, kot so palete, različni zaboji, vreče ali posamezni deli. Transportni tiri pa lahko potekajo po stropu ali po tleh, kot je razvidno iz slike 9.

Slika 9: Primer stropnega in talnega EMS



Vir: Central Conveyor Company (brez datuma).

Na transporterje se lahko material nalaga ročno, s fizično močjo zaposlenih, z različnimi dvigali in viličarji ali pa se za to uporabljajo avtomatizirani sistemi. Takšni sistemi so zelo tihi, vzdržljivi, okolju prijazni in zagotavljajo veliko ergonomsko izboljšanje delovnega okolja (Valiant TMS, brez datuma).

2.4.3 Avtomatsko vodena vozila

Avtomatsko vodena vozila (ang. Automated Guided Vehicles, v nadaljevanju AGV) so talna transportna sredstva z lastnim pogonom in avtomatskim upravljanjem. Uporabljajo se za vleko ali prevoz blaga na vozičkih, paletah, zabojih in imajo različno opremo za pripenjanje in odpenjanje teh vozičkov. To omogoča širok spekter uporabe in hitro prilagodljivost notranjega transporta. Obstajajo tudi polavtomatsko vodena vozila (ang. semi-AGV), ki jih vodi upravljalca ali pa so programirana za sprejem ukazov in nato sposobna samodejnega potovanja po načrtani poti. AGV za delovanje potrebuje vrsto podpornih sistemov, kot so navigacijski, nadzorni, varovalni, sistem za brezžični prenos podatkov, itd. Vodena pa so z magnetnim trakom in različnimi čipi, ki so nameščeni v ali na tleh (Rogelj, Bračič Lotrič & Zajc, 2011, str. 78).

2.4.4 Avtonomni mobilni roboti

Do nedavnega so bila edina možnost za avtomatizacijo notranjega transporta avtomatsko vodena vozila (AGV), ki so primerna za proizvodnjo, kjer obstaja potreba po ponavljajočih se, doslednih materialnih dobavah in kjer je mogoče dopustiti velike začetne stroške. Zato jih danes, ko proizvodni proces zahteva visoko fleksibilnosti podpornih procesov, kot je notranja logistika, izpodriva bolj izpopolnjena, prilagodljiva in stroškovno učinkovitejša tehnologija avtonomnih mobilnih robotov (ang. Autonomous Mobile Robotics, v nadaljevanju AMR). Takšni sistemi prispevajo k doseganju popolne integracije, medsebojne povezanosti in avtomatizacije dobavne verige, ki so cilji filozofije, imenovane Industrija 4.0 (ang. Industry 4.0). Temelj te filozofije so hitro razvijajoče se tehnologije in koncepti, npr. internet stvari (ang. Internet of Things), ki so jih začela prva v proizvodne procese vpeljevati nemška podjetja (Strandhagen, Alfnes, Strandhagen & Swahn, 2016, str. 214).

Ključni gonili te tako imenovane četrte industrijske revolucije sta dve, prvo temelji na hitrem tehnološkem razvoju (internet stvari, internet storitev - IoS, pametni predmeti), ki omogoča pomemben napredek za industrijo in vodi k spremembi paradigme v proizvodnji. Drugo pa je cilj podjetij, da karseda zniža stroške proizvodne in to s pomočjo nove tehnologije. Tako podjetja neprestano iščejo nove načine proizvodnje in prodaje svojih izdelkov in storitev, kar lahko sčasoma vodi do novih poslovnih modelov. Na splošno je avtomatizacija ena glavnih trendov pričakovanega razvoja v okviru koncepta Industry 4.0. En vidik avtomatizacije se nanaša na proizvodno opremo, za katero bo značilna uporaba visoko avtomatiziranih strojnih orodij in robotov. Drugi pa na razvoj na področju vključenosti ljudi v proizvodne dejavnosti, sodelovanje človek-robot. Avtomatizirane in robotizirane rešitve se bodo začele vse bolj uporabljati tudi na področju transporta, oskrbovanja linij in ravnanja z materialom, eden od primerov je AMR (Strandhagen, Alfnes, Strandhagen & Swahn, 2016, str. 241-242).

Razlika med AGV in AMR je ta, da ima AGV minimalno inteligenco in lahko upošteva le preprosta programska navodila. Za navigacijo je potrebno na tla namestiti magnetne trakove ali senzorje, ki običajno zahtevajo določene posodobitve objektov. Pomeni, da je omejen na fiksne proge, kar lahko povzroči zastoje, če se na progi pojavi kakšna ovira, saj lahko zazna ovire pred seboj, vendar ne more krmariti okoli njih in se tako preprosto ustavi, dokler se ovira ne odstrani. Nasprotno pa AMR upravlja z zemljevidi, ki jih programska oprema konstruira na kraju samem ali pa se jih predhodno naloži v sistem. Sistem na podlagi naloženega zemljevida sam kreira najbolj optimalno pot. To omogočajo kamere, senzorji, laserski optični bralniki ter napredna programska oprema, ki so del vsakega AMR-ja. Deluje popolnoma samostojno in če se pred njim pojavi ovira, bo varno manevriral okoli nje po najboljši alternativni poti (Mobile Industrial Robots ApS, brez datuma).

Avtonomni sistem tako omogoča, večjo prilagodljivost od AGV-jev, saj so AGV-ji omejeni na vnaprej določeno pot, AMR pa se lahko giblje neodvisno od naprav, ki jih AGV potrebuje za navigacijo. Tudi v primeru, če se premaknejo proizvodne celice ali dodajo novi procesi, se lahko nov zemljevid stavbe hitro in preprosto prenese ali pa AMR načrt proizvodnje sam ponovno oblikuje na licu mesta in je tako takoj pripravljen delovati v novem okolju. In čeprav AMR vsebuje veliko naprednejšo tehnologijo kot AGV, je običajno implementacija sistema AMR cenejša, saj ne potrebuje žic, magnetnih trakov ali drugih dragih sprememb v infrastrukturi stavbe. Z nizkimi začetnimi stroški in hitro optimizacijo procesov ponujajo izjemno hitro donosnost naložb - pogosto v manj kot šestih mesecih (Mobile Industrial Robots ApS, brez datuma).

2.4.5 Primerjava transportnih sredstev z viličarjem

Naredila sem primerjavo med predstavljenimi transportnimi sredstvi in viličarji. Obstajajo različni tipi viličarjev, ki imajo vsak svoje specifične lastnosti. Primerjavo bom naredila med čelnim viličarjem in ročnim električnim viličarjem ter predstavljenimi alternativnimi transportnimi sredstvi.

Skupno obema tipoma viličarjev je:

- ne omogočata transporta po sistemu milkrun;
- za transport materiala so potrebne palete;
- tovor je nameščen pred voznika in lahko ovira njegovo vidno polje;
- omogočata široko uporabo v skladiščih, za razkladanje in nakladanje materiala na tovornjake in premeščanje materiala po skladišču. Ter za oskrbovanje proizvodnih procesov s potrebnim materialom. To pomeni, da se lahko uporabljata za transport polizdelkov med procesi ter za oskrbovanje procesov z materialom iz skladišča. Je pa z uporabo viličarjev težko izvajati transport po sistemu ravno ob pravem času in sistemu vlečenja.

Razlikujeta pa se po tem, da:

- čelni viličar lahko doseže večje hitrosti;
- za upravljanje čelnega viličarja je potrebno posebno usposabljanje in izpit;
- ročni viličarji so primernejši za krajše transportne poti in tam, kjer je manj prostora za transportne operacije.

Naštete lastnosti so izhodišče za primerjavo. Alternativna transportna sredstva bom z viličarji primerjala z vidika:

- uporabnosti za vzpostavitev vitke logistike, ali daje ustrezno podporo za izvajanje vitkih orodij, kot so kanban, FIFO linije, supermarket, milkrun;
- kaj so prednosti v primerjavi z viličarji, iz vidika vitkosti, katere izgube odpravlja;

- uporabnost alternativnih transportnih sredstev, glede na procese, ki vplivajo na organizacijo notranje logistike.

Cilj primerjave je identificirati prednosti alternativnih transportnih sredstev v primerjavi z viličarjem. Ugotoviti želim, katere izgube se lahko odpravijo v procesu notranje logistike, če se za oskrbovanje proizvodnih linij, uporabijo alternativna transportna sredstva. Ter katera alternativna transportna sredstva omogočajo uporabo vitkih orodij in najboljše ustrezajo vpeljavi vitkega razmišljanja.

Alternativna transportna sredstva bom z viličarji primerjala z naslednjimi parametri:

- transportne poti in transportni časi, z uporabo katerih alternativnih transportnih sredstev se najbolj skrajšajo transportne poti in transportni časi;
- število ljudi, potrebnih za izvedbo procesa, z uporabo katerih alternativnih transportnih sredstev se zmanjša število ljudi v procesu;
- urejenost proizvodnih površin; z uporabo katerih alternativnih transportnih sredstev poveča urejenost proizvodnih prostorov;
- medprocesne zaloge, z uporabo katerih alternativnih transportnih sredstev se zmanjša količina medprocesnih zalog, če te obstajajo.

Zanima me tudi, katera alternativna transportna sredstva so najbolj primerna za izvajanje notranje logistike po načelih vitke proizvodnje.

- Ali so primerna za izvajanje transporta po sistemu milkrun?
- Ali jih lahko uporabljamo za oskrbovanje po sistemu kanban, po sistemu ravno ob pravem času ter po sistemu vlečenja?
- Ali se z njimi lahko oskrbujejo FIFO linije ter supermarketi?

Vsa alternativna transportna sredstva bom primerjala tudi iz vidika uporabnosti, saj more transportno sredstvo ustrezno podpirati procese, ki jih oskrbuje. Za posamezno transportno sredstvo bom raziskala:

- za transport katerih vrst materiala so primerna;
- za oskrbovanje kakšnega tipa proizvodnje so najbolj primerna.

Tabela 1: Primerjava različnih transportnih sredstev z viličarjem

Transportno sredstvo	Prednosti v primerjavi z viličarji	Slabosti v primerjavi z viličarji	Vitka orodja, sistemi in načela		Uporabnost
Vlečno vozilo	<ul style="list-style-type: none"> -Transportira lahko večje količine tovora -Omogoča odstranitev palet iz proizvodnega prostora -Večja fleksibilnost iz vidika raznolikosti materiala -Poenostavljeno upravljanje -Bolj varen transport 	Zaradi vlakovne kompozicije potrebuje več prostora za zavoje	Milkrun	<ul style="list-style-type: none"> -Krajše transportne poti in časi -Večja izkoriščenost -V naprej določene poti, pobiralna in odlagalna mesta 	<ul style="list-style-type: none"> -Široka uporabnost, najprimernejše pa je za transport materiala na različnih vozičkih -Tudi za daljše transportne poti
			Kanban, JIT, sistem vlečenja	Lahko nudijo podporo, vendar so manj primerno od ostalih transportnih sredstev	
			FIFO linije, supermarketi	Primerno za oskrbovanje in odvoz prazne embalaže	
EMS	<ul style="list-style-type: none"> -Avtomatizacija transporta -Večja zanesljivost -Optimizirajo se transportne poti -Krajši transportni čas -Manj ljudi, vpletenih v proces -Bolj varen -Porabi manj energije in je okolju bolj prijazen 	<ul style="list-style-type: none"> -Fiksne transportne poti -Za uvedbo zahteva večje posege v prostoru 	Milkrun	<ul style="list-style-type: none"> -Manj primerek, kot vlečna vozila -Odpravlja milkrun 	<ul style="list-style-type: none"> -Primeren za proizvodnje, kjer kosi potujejo iz procesa v proces ne da bi zapustili transportno linijo -Za večje in težje materiale -Za dolge transportne poti -Za zaprte prostore
			Kanban, JIT, sistem vlečenja	<ul style="list-style-type: none"> - Primeren za transport po sistemu JIT in primeren za vzpostavitev sistema vlečenja -Odpravlja sistem kanban 	
			FIFO linije, supermarketi	Primeren za oskrbovanje obeh sistemov	

se nadaljuje

Tabela 1: Primerjava različnih transportnih sredstev z viličarjem (nad.)

Transportno sredstvo	Prednosti v primerjavi z viličarji	Slabosti v primerjavi z viličarji	Vitka orodja, sistemi in načela		Uporabnost
<p>AGV</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Avtomatizacija transporta -Večja zanesljivost -Večja fleksibilnost procesa -Večja preglednost nad procesom -Krajši transportni čas in poti -Manj ljudi, vpletenih v proces -Bolj varen -Porabi manj energije in je okolju bolj prijazen 	<ul style="list-style-type: none"> -Fiksne transportne poti -Posegi v prostor pred uvedbo 	Milkrun	Ga odpravlja	<ul style="list-style-type: none"> -Primeren za transport široke palete različnih materialov -Najprimernejši za ustaljeno proizvodnjo, kjer ne prihaja do večjih nenadnih sprememb Primeren za izvajanje vitke logistike
			Kanban, JIT, sistem vlečenja	Primeren za transport po sistemu JIT in za vzpostavitev sistema vlečenja. Odpravlja sistem kanban	
			FIFO linije, supermarketi	Primeren	
<p>AMR</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Avtomatizacija transporta -Primeren tudi za druge naloge, ne samo transport -Večja fleksibilnost procesa -Večja zanesljivost -Večja preglednost nad procesom -Krajši transportni čas in poti -Manj ljudi, vpletenih v proces -Bolj varen -Porabi manj energije in je okolju bolj prijazen 	<p>Sesutje sistema</p>	Milkrun	Ga odpravlja	<ul style="list-style-type: none"> Primeren za transport široke palete različnih materialov -Primeren za tehnološko napredne proizvodnje, ki zasledujejo načela vitke proizvodnje in zahtevajo učinkovit, zanesljiv in fleksibilen transport -Zasledovanje načela stalnih izboljšav
			Kanban, JIT, sistem vlečenja	<ul style="list-style-type: none"> -Primeren za transport po sistemu JIT in primeren za vzpostavitev sistema vlečenja -Odpravlja sistem kanban 	
			FIFO linije, supermarketi	Primeren	

Vir: lastno delo.

AMR sistemi imajo največ prednosti pred viličarji. Omogočajo avtomatizacijo notranje logistike in učinkovito izvajanje sistem vlečenja ter omogočajo doseganje načela neprekinjenega toka ter zasledovanje načela stalnih izboljšav. Sistem samostojno določi najoptimalnejšo pot in lahko samostojno izvaja dejanja, kot sta pobiranje in odlaganje tovora. Tako so logistična dejanja vedno izvedena v optimalnem času. Njihov napredni sistem omogoča hitro in učinkovito prilagajanje različnim spremembam, tako da ne prihaja do zastojev in napak v materialnem toku. Menim, da se z uporabo tega sistema, lahko material na proizvodne linije dostavlja po pravilo ravno ob pravem času in se vzpostavi sistem vlečenja, tako da se material direkt iz skladišča ali predhodnega procesa dostavi na linijo. Edina pomanjkljivost takšnega sistema je po mojem mnenju, sesutje informacijskega sistema na podlagi katerega celotni sistem deluje, saj takšni sistemi operirajo z ogromno količino podatkov. V literaturi sem zasledila tudi, da se nekatera podjetja ne odločajo za avtomatizacijo, ker se bojijo, da bi lahko prišlo do vdora v sistem in odkritja poslovnih tajnost.

Podobne prednosti ima tudi sistem AGV, vendar je ta namenja samo za transportne operacije. Njihova pomanjkljivost je, da so za uvedbo potrebni manjši posegi v prostoru, kjer se bo transport vršil ter da imajo fiksno določene poti. Za to so primernejši za proizvodne procese, v katerih ne prihaja do večjih nenadnih sprememb, saj se ne morejo samodejno prilagajati spremembam in je potrebna kratka prekinitvev, da se vnesejo spremembe v program. Kljub temu, pa po mojem mnenju, nudijo ustrezno logistično podpora za doseganje načela neprekinjenega toka in načela vlečenja.

EMS sistemi, so po mojem mnenju, zelo specifična transportna sredstva, ki so primernejša za večje in težje tovore in daljše transportne poti. Njihova uporabnost ni tako široka kot uporabnost sistemov AGV in AMR. Po mojem mnenju so najprimernejši za proizvodnje, kjer kosi potujejo iz procesa v proces, ne da bi rabili zapustiti transportno linijo, to pomeni, da je transportni tir neprekinjeno speljan skozi vse proizvodne procese in kosi, ki se obdeluje, se mu dodajajo novi kosi itd., skozi celoten proizvodni proces ne zapusti transportne linije. Končni izdelek zapusti proizvodni proces na isti transportni liniji, na kateri, je prvi kos končnega izdelka, vstopil v proizvodni proces. Na podlagi prebrane literature in pregledanih virov ugotavljam, da je EMS zelo fleksibilen transportni sistem, saj se lahko prilagodi za različne transportne enote, npr. palete, zaboji, posamezni deli, itd. Takšen transport je tih in prijazen okolju ter omogoča enostavno in hitro čiščenje in vzdrževanje. Če se en transporter v sistemu pokvari, se ga enostavno odstrani, tako da transport lahko nemoteno poteka naprej. S tem se doseže neprekinjen tok materiala ter visoka izkoriščenost virov. Napake in poškodbe materiala so pri takšnem transportu zelo redke. Za nalaganje in odlaganje pa takšen sistem potrebuje še dodatne naprave in sisteme, če se želi vzpostaviti popolna avtomatizacija materialnega toka.

Vlečna vozila so iz vidika uporabnosti najbolj podobna viličarjem. Njihova ključna prednost je, da omogočajo izvajanje transporta po sistemu milkrun, kar lahko pripomore pri vzpostavitvi neprekinjenega toka materiala. Menim, da lahko vlečna vozila učinkovito

podpirajo izvajanje supermarketov in FIFO linij. Menim tudi, da lahko podpirajo izvajanje sistema vlečenja, vendar ne tako učinkovito kot ostali predstavljeni transportni sistemi. Saj je v primerjavi z drugimi, za takšen transport potrebna oseba, ki izvede transport, v ostalih primerih pa je transport avtomatiziran. Kar pomeni, da je v celoti vnaprej načrtovan in se lahko izvaja brez prestanka.

3 ANALIZA NOTRANJE LOGISTIKE V PODJETJU HIDRIA AET

Na podlagi izhodišč iz teoretičnega dela naloge bom naredila raziskavo možnosti izboljšav v procesu notranje logistike v podjetju Hidria AET. Predmet raziskave je visokotehnološki proizvodni proces, ki sestoji iz več avtomatiziranih proizvodnih procesov. Pod drobnogled bom vzela oskrbovanje proizvodnih procesov, saj na področju notranje logistike, za konkretni primer, obstaja še veliko možnosti za izboljšave. Poiskala sem možne alternativne zasnove notranje logistike, s katerimi bi lahko podjetje optimiziralo ta proces, saj njihovi proizvodni procesi, za optimalno delovanje, zahtevajo učinkovito in zanesljivo oskrbo z materialom.

Najprej pa bom predstavila korporacijo Hidria d.o.o. in Hidrio AET d.o.o.

3.1 Korporacija Hidria in Hidria AET

Korporacija Hidria d.o.o. se uvršča med vodilne evropske in svetovne korporacije na področju avtomobilskih tehnologij in industrijskih tehnologij. Svoje izdelke prodajajo v petinpetdesetih državah sveta, največ v Nemčiji, na Madžarskem, v Franciji, Veliki Britaniji, Italiji, na azijskem in ameriškem trgu in v Sloveniji ter imajo preko 1.800 ljudi, ki so zaposleni v več družbah v Sloveniji, Nemčiji, na Madžarskem ter na Kitajskem (Hidria d.o.o., brez datuma b). Podjetje ima preko petdesetletno tradicijo, saj je že na začetku šestdesetih let v Idriji začela proizvodnja in montaža instalacij centralnega ogrevanja, vodovodnih instalacij in klimatizacije. V sedemdesetih letih so začeli v bližnjem Godoviču proizvajati prve prezračevalne elemente, v osemdesetih pa so iz Spodnje Idrije v Združene države Amerike stekle prve dobave motorjev za hermetične kompresorje. Ključne družbe Hidrie so se v skupno korporacijo združile v zadnjih dvajsetih letih, po ustanovitvi krovne družbe Hidria (Hidria d.o.o., brez datuma a).

Korporacija Hidria je po obdobju intenzivne širitve in diverzifikacije določila jasno strategijo razvoja – ključno področje korporacije bo razvoj avtomobilskih tehnologij. Pri tem igra ključno vlogo Tolminska družba Hidria AET, ki razvija, proizvaja in trži avtomobilske tehnologije. Hidria AET je tudi raziskovalni subjekt moje magistrske naloge.

Hidria AET

Družba Hidria AET, ki razvija, proizvaja in trži avtomobilske tehnologije, ima dolgoletno tradicijo, saj se je že leta 1955 v Tolminu drzno in vizionarsko pričela proizvodnja avtomobilskih svečk. V sedemdesetih letih so izdelali prve ogrevalne svečke za dizelske motorje, nekaj let kasneje pa še magnetne vžigalnike za male bencinske motorje. Hidriini izdelki za avtomobilsko industrijo so danes vgrajeni v vozila vseh vodilnih evropskih blagovnih znamk (Hidria d.o.o., brez datuma a).

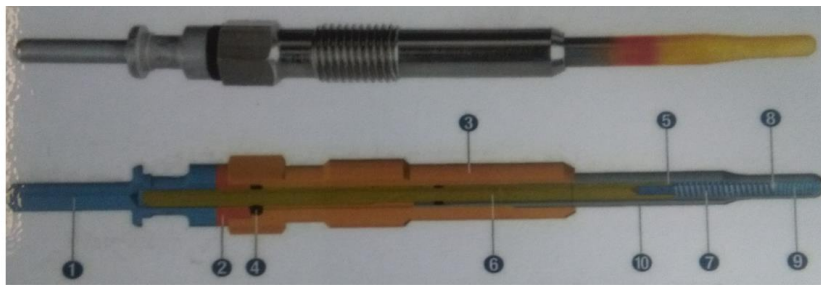
Hidria AET se je iz enega od mnogih ponudnikov, sistemov za hladen zagon dizelskih motorjev, v zadnjih letih prebila med globalno vodilne proizvajalce rešitev na tem področju. Njihov cilj pa je, da v prihodnjih petih letih prevzamejo globalno vodilno vlogo. Podjetje že zdaj v Sloveniji in na Kitajskem zaposluje 350 ljudi in število zaposlenih raste iz leta v leto. Petletni plan korporacije Hidria je, da iz zdajšnjih 200 milijonov evrov prodaje in 60 odstotnega tržnega deleža na avtomobilskem trgu, zraste na 300 milijonov evrov in 75 odstotkov avtomobilskega trga. S tem se bo razvijala tudi Hidria AET, ki bo zdajšnjih, 30 milijonov evrov letne prodaje, v petih letih povečala na 60 milijonov evrov, do leta 2025 pa kar na 116 milijonov evrov. Večji bo tudi njen delež v korporaciji Hidria. Ta bo iz sedanjih 15 odstotkov, zrastle na 20 odstotkov, kar pomeni, da Hidria AET nadpovprečno raste in je za korporacijo strateško pomembna družba (Hidria d.o.o., 2015).

- Proizvodi Hidrie AET

Hidria AET se uvršča med vodilne evropske in svetovne proizvajalce na področju avtomobilskih tehnologij, ki bistveno prispevajo k boljšemu nadzoru izgorovanja v motorju in manjšim emisijam. Razvijajo in proizvajajo široko paleto izdelkov za dizelski motor, kot so izdelki za ogrevanje vsesanega zraka (žarilne svečke), izdelki za pred in po-ogrevanje (pred-) kabine (čepne svečke), ventili ter izdelki za ogrevanje hladilne tekočine (čepne svečke) (Hidria AET, 2019).

V nalogi bom obravnavala proizvodnjo čepnih svečk, ki so eden izmed ključnih delov sodobnih dizelskih motorjev, saj omogočajo zagon mrzlega motorja, zagotavljajo mirnejši tek motorja in manj izpušnih plinov, saj izboljšajo izgorovanje v motorju. Kot je razvidno iz slike 10, svečka sestoji iz več komponent.

Slika 10: Hidriina čepna svečka



1. Pin ali navojni priključek- zaščiteno s posebno prevleko, ki ščiti pred korozijo in omogoči zanesljivo električno povezavo.
2. Izol. podložka – ima odlično trdnost, izolacijo in odpornost na visoke temperature, tako da prepreči morebitne kratke stike.
3. Ohišje – dimenzije ohišja svečke so pomembne za motorno vgradnjo, zagotavljajo temperaturno odpornost.
4. O-tesnilo – varuje pred vdorom vlage v grelec in je odporno na agresivne tekočine, ki so prisotne v motorju.
5. Magnezijev oksid – za izolacijo med cevko in grelnim uporom, ima odlično toplotno prevodnost.
6. Elektroda – omogoča prenos električne energije na upore.
7. Zaviralni upor – nadzor električnega toka pri hitrem ogrevanju žarilnega upora.
8. Spoj uporov – z laserskim varjenjem dosežemo zanesljivo povezavo med zav. In žar. Uporom skozi življensko dobo.
9. Žarilni upor – omogoči vir toplotne energije za vžig dizelskega motorja tudi v ekstremno hladnih pogojih.
10. Cevka – zagotavlja izboljššan toplotni izkoristek.

Vir: Hidria AET (2019).

Razvili so tudi nove svečke, z vgrajenim senzorjem tlaka, ki omogoča prenos informacij o tlaku v izgorevalni komori neposredno v osrednji motorni računalnik, s čimer se doseže optimalno izgorevanje. Za proizvodnjo vrhunskega izdelka je potrebno optimizirati vse procese v podjetju, saj se lahko le tako preprečijo napake, ki bi lahko vplivale na kakovost končnega izdelka (Hidria d.o.o., brez datuma b).

Kešetović (2012, str. 230-231) v svojem prispevku navaja Hidrio AET kot slovenski primer dobre prakse pri vpeljevanju vitkega razmišljanja v poslovanje podjetja. Po njegovem mnenju je prav vitka proizvodnja razlog, da je podjetju uspelo bistveno zmanjšati zaloge ter ohraniti konkurenčno prednost in se prebiti na sam vrh v svoji panogi. Kljub temu pa v vsakem podjetju ostanejo procesi, ki se dajo še izboljšati in tako dodati še več vrednosti končnemu izdelku. Kot sem zapisala že v teoretičnem delu, je logistika v podjetjih pogosto zapostavljen proces in se tako velikokrat v procesu pojavljajo različne izgube, ki nižajo konkurenčno prednost in višajo stroške.

3.2 Problematika notranjega transporta v Hidrii AET in zasnova raziskave

Za sodelovanje s podjetjem Hidria AET sem se odločila, ko sem na spletu odkrila njihovo objavo s predlaganimi raziskovalnimi temami za diplomske in magistrske naloge. Saj sem se že pred tem odločila, da bo tema moje magistrske naloge s področja notranje logistike.

Podjetje sem obiskala trikrat, sprejela sta me Branko Kutin (direktor HLS) in Anita Hrast (vodja logistike). Prvi obisk je bil bolj spoznavne narave, določili smo okvirje raziskave in si ogledali proizvodni proces, ki bo predmet raziskave. Na drugi obisk sem odšla s pripravljenimi vprašanji o proizvodnem procesu, kako poteka oskrbovanje linij, itd. s pomočjo katerih sem si lahko izdelala sliko o materialnem toku v podjetju. Vsak mi je tudi

iz svoje perspektive, proizvodnje in logistike, predstavil težave in pomanjkljivosti, s katerimi se srečujejo. Na podlagi teh informacij sem določila namen in cilje naloge ter naredila analizo trenutnega stanja. Proizvodnjo in potek oskrbovanja linij so mi tudi še enkrat pokazali. Povedali so mi, da je njihov cilj reorganizirati proizvodni prostor in mi dali načrt nove postavitve linij. Za tretji obisk pa sem si pripravila podrobna vprašanja o procesu oskrbovanja linij z materialom. Tokrat mi je vodjo logistike podrobneje predstavila in pokazala proces oskrbe proizvodnih linij z materialom, prav tako mi je pokazala in predstavila vsak proces, ki je del proizvodnega procesa, ki je predmet raziskave. Pokazala mi je voziček za transport ohišij in predstavila osnovna idejo o treh nalogih. Najin pogovor je tekel predvsem o možnostih optimizacije notranje logistike za raziskovalni primer. Na tem obisku sem imela možnost tudi govoriti z enim operaterjem linije, ki sem ga lahko vprašala, kaj bi on spremenil glede oskrbe linije, na kateri dela. Na podlagi informacij, ki sem jih pridobila na tem obisku, sem izdelala scenarije o možnostih izboljšav v procesu notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij.

3.2.1 Cilji raziskave

Glavni cilj naloge je na praktičnem primeru Hidrie AET preučiti, kako poteka proces notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij in poiskati možnosti optimizacije po konceptu vitke proizvodnje. S pomočjo opazovanja procesa notranjega transporta, ki obsega transportna sredstva in embalažo, transportne poti, odlagalna in pobiralna mesta, razpoložljivost, količine materiala itd., je cilj analizirati obstoječe stanje ter ugotoviti in izpostaviti pomanjkljivosti. Predstaviti želim predloge rešitev za vzpostavitev novega stanja, ki bodo odpravile pomanjkljivosti trenutnega stanja. Cilj je poiskati takšne rešitve, s katerimi se bodo skrajšali pretočni časi, zmanjšalo število ljudi potrebnih za izvedbo procesa ter izboljšala urejenost proizvodnih površin. Hkrati pa bo z njimi mogoče zasledovanje načel vitkosti. Če povzamem, so cilji in dejavniki, ki bodo vplivali na izbor rešitve ter služili kot izhodišče za primerjavo različnih logističnih sistem:

Cilji:

- krajše transportne poti in transportni časi,
- zmanjšanje števila dejanj v procesu notranje logistike,
- manj ljudi v procesu,
- večja urejenost prostora,
- doseganje načel toka, vlečenja in stalnih izboljšav.

Dejavniki:

- karakteristike proizvodnega procesa in proizvodnega prostora,
- trenutna urejenost materialnega toka v podjetju, z vidika uporabe vitkih orodij in načel, saj je pomembno, da se zadrži dobre prakse in izločijo tiste, ki povzročajo izgube,
- kako učinkovito lahko omogoča izvajanje notranje logistike po vitkih načelih,

- ali omogočajo nadaljnje izboljšave.

Cilj raziskave je tudi odgovoriti na zastavljena raziskovalna vprašanja, ki sem jih predstavila v uvodu.

3.2.2 Pristop k raziskavi

Raziskave se bom lotila v treh korakih:

- Analiza trenutnega stanja

Predstavila bom trenutno stanje notranje logistike in podala kritično analizo trenutnega stanja. Izpostavila bom ključne pomanjkljivosti v procesu toka materiala iz skladišča do proizvodnih linij. Primerjavo transportnih sredstev bom nadgradila s primerjavo za konkretni primer.

- Prikaz možnih alternativnih zasnov notranje logistike

V drugem koraku bom prikazala možne alternativne zasnove notranje logistika in predstavila možne scenarije za optimizacijo. Scenarije bom oblikovala na podlagi podatkov, ki sem jih pridobila v podjetju ter na podlagi informacij in znanja, ki sem ga osvojila pri pisanju teoretičnega dela naloge. Pri oblikovanju scenarijev pa bom upoštevala naslednje dejavnike:

- specifične lastnosti proizvodnega procesa, ki je predmet raziskave;
- rezultate primerjave transportnih sredstev;
- zastavljene cilje raziskave;
- načela vitke proizvodnje.

Poglavje bom zaključila z analizo in primerjavo scenarijev, ki bo jasno pokazala vse prednosti in slabosti posameznega scenarija.

- Smernice za nadaljnje izboljšave in sklep

V tretjem koraku bom na podlagi scenarijev podala smernice podjetju, kako najučinkoviteje optimizirati proces notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij. Sledil bo sklep, kjer bom povzela vse ugotovitve in odgovorila na raziskovalna vprašanja.

Podatke za raziskavo sem pridobila na obiskih v podjetju, kjer sem videla proizvodni proces ter govorila z zaposlenimi o temi raziskave. Pri zasnovi in izdelavi raziskave mi je bila v veliko pomoč tudi strokovna literatura s tega področja. Predvsem so me zanimali primeri dobrih praks domačih in tujih podjetij s področja uvajanja filozofija vitke proizvodnje na področju logistike in optimizacije notranjega transporta.

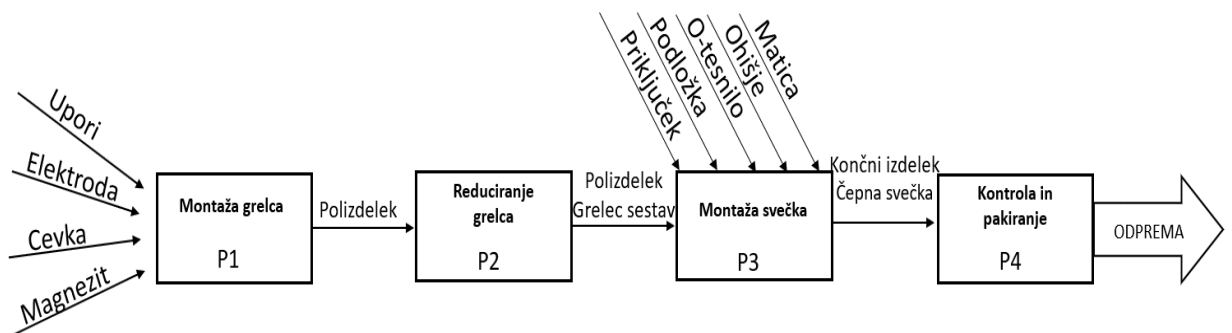
Lasten prispevek v magistrski nalogi je primerjava transportnih sredstev, izdelava diagramov za prikaz notranje logistike ter izdelava štirih scenarijev za uporabo različnih transportnih sredstev v procesu notranje logistike.

3.3 Posnetek oskrbe proizvodnih procesov

Podjetje ima tri proizvodne obrate, ki se nahajajo vsak v svoji proizvodni hali, ki so med seboj ločene. Raziskavo sem naredila na podlagi opazovanja proizvodnega obrata C, kjer proizvajajo čepne svečke. Podrobno so sestavni deli svečke predstavljeni na sliki 15, za namene raziskave bom poimenovanja teh delov poenostavila, prav tako bom za tri različne upore uporabila skupno poimenovanje, upori. Če povzamem, so sestavni deli čepne svečke: upori, magnezit, elektroda, cevka, ohišje, podložka, O-tesnilo, matica, priključek.

Predmet raziskave je proizvodni proces s štirimi procesi. Za lažje razumevanje materialnega toka sem izdelala diagram, ki prikazuje vrstni red procesov ter vhode materiala v procese.

Slika 11: Zaporedje proizvodnih procesov in vstop materiala v procese



Vir: lastno delo..

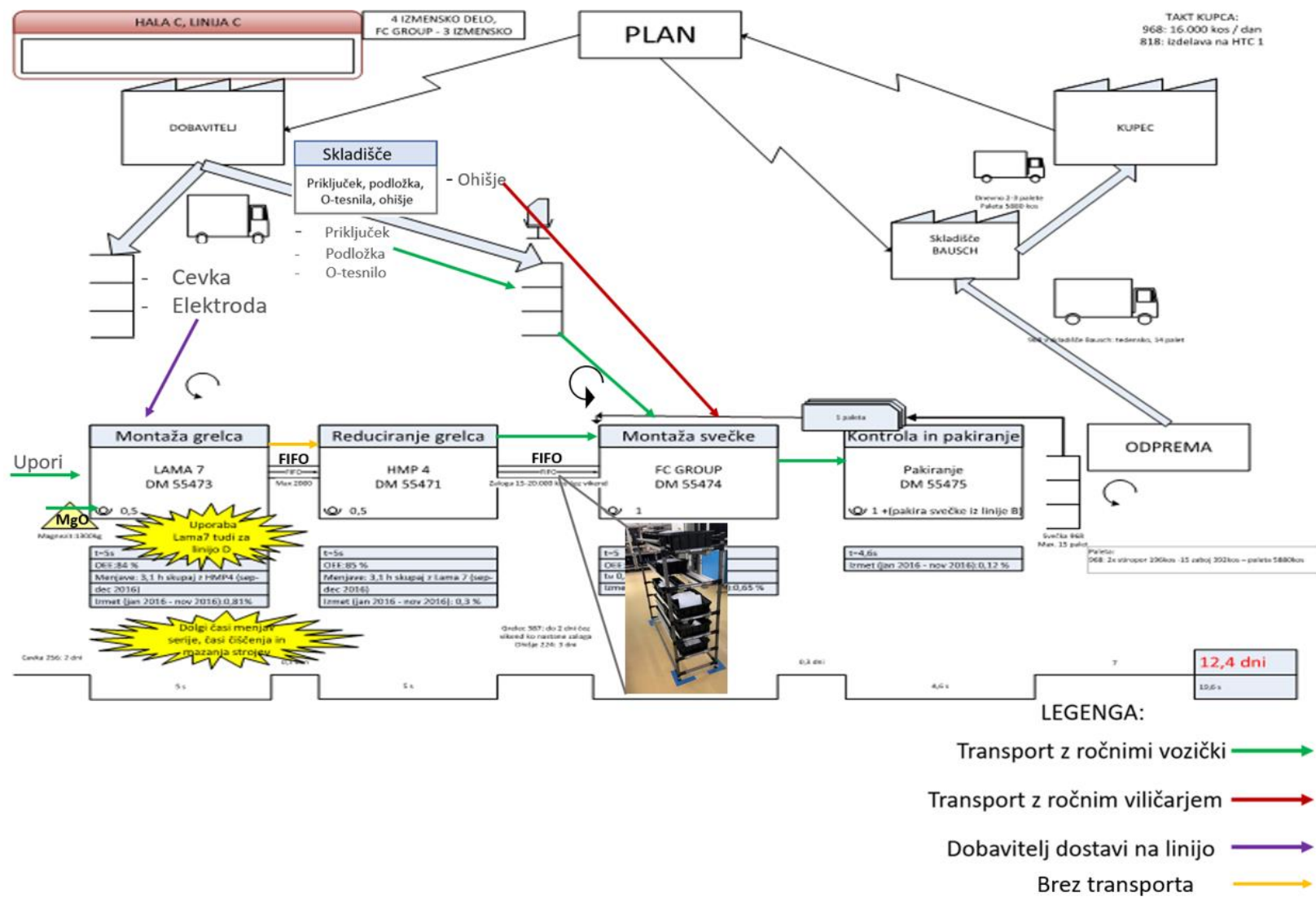
Kot prikazuje slika, v prvi proces, montaža grelca, vstopa pet od desetih sestavnih delov čepne svečke. Prvi proces je povezan za drugim, redukcija grelca, kjer se polizdelek, narejen v prvem procesu, dodela. Iz drugega procesa izstopi polizdelek, grelec sestav, ki nadaljuje dodelavo v tretjem procesu, montaža svečke. V ta proces vstopa preostalih pet sestavnih delov. Iz procesa izstopi končni izdelek, čepna svečka. Sledi še kontrola in pakiranje končnih izdelkov, od tu pa se izdelek pošlje na odpremo.

Podatek o potrebni količini materialov operater dobi iz naloga, ki ga prejme, ko prične z delom. Proizvodnja v vseh fazah steče na podlagi naloga. Vedno se pripravijo trije nalogi, ki so različno veliki in se tudi različno dolgo izvršujejo. Ko operater začne svojo izmeno, prejme nalog, ki vsebuje vse podatke o količini materiala, ki ga potrebuje za izdelavo določenega števila izdelkov.

Za prikaz notranje logistike sem uporabila aktualno karto toka vrednosti, ki sem jo dobila v podjetju. V diagramu sem dodala transportno pot posameznih materialov, ki je ponazorjena z barvnimi puščicami. Različne barve predstavljajo različna transportna sredstva, ki se uporabljajo v notranji logistiki.

Dodala sem tudi skladiščni proces, saj prvotna karta, ponazarja samo sistem pa katerem se vrši dobava od dobavitelja. Za obravnavani primer pa je ključna ponazoritev dostave materiala iz skladišča, saj se uporabljajo različna transportna sredstva za dostavo materiala do proizvodnih linij.

Slika 12: Prikaz notranje logistike



Vir: lastno delo.

- **Montaža grelca (P1)**

Cevka in elektroda v proces vstopata od zunaj, dobavitelj ju po sistemu ravno ob pravem času dostavlja na proizvodnjo linijo. Upori vstopajo v proces iz interne proizvodnje, dostavo opravi operater linije z ročnim vozičkom, slika 13.

Slika 13: Ročni voziček



Vir: lastno delo.

Magnezit se skladišči v podjetju, je prah in se skladišči v posebnih silosih, iz katerih operater natrese potrebno količino v za to namenjeno embalažo. Dostavo opravi z ročnim vozičkom.

- **Redukcija grelca (P2)**

Prvi in drugi proces sta med seboj povezana. Izdelani kosi v P1 se presujejo v dozirnik P2, vmesnih zalog ni. Iz P2 izstopi polizdelek, grelec sestav, ki se odlaga na regalih po sistemu FIFO. Količina zaloge grelcev je zelo majhna, saj se grelci proizvajajo glede na zahteve naslednjega procesa P3.

Procesa, montaža in reduciranje grelca, sta v celoti avtomatizirana, operater linije le skrbi za nemoten proizvodni proces.

- **Montaža svečke (P3)**

V proces vstopa grelec sestav iz procesa P2, ki ga na linijo dostavi operater s pomočjo ročnih vozičkov.

Ohišja se od dobavitelja, po sistemu kanjban, dostavijo v skladišče. Dostavijo se v plastičnih zabojih, v katerih je 5.000 kosov, ti zaboji se v skladišču ročno preložijo na paleto, kar opravi skladiščnik, ki je zadolžen za pretovor v skladišču. Ko pride signal iz proizvodnje, se ohišja, po sistemu vlečenja, dostavijo s pomočjo ročnega viličarja do proizvodne linije. Dostavo opravi skladiščnik, ki je zadolžen za notranji transport, enkrat na dan.

Ostali štirje deli se iz skladišča dostavijo na supermarket, ki se nahaja v proizvodnem prostoru, s pomočjo ročnega vozička. Oskrba se vrši po sistemu kanban, za izvajanje pa je podjetje zaposlilo dodatno osebo. Ta oseba, v skladišču sama naloži potrebni material na voziček, ki ga pelje do supermarketeta, kjer ves material naloži na regal po sistemu FIFO.

Transport materiala, od supermarketeta do proizvodnih linij, vrši operater linije. Dostava se odvija po sistemu vlečenja, operater gre po material, tik preden mu na liniji zmanjka materiala in ga vzame samo toliko, kolikor ga potrebuje za izvršitev naloga. Za transport se uporabljajo ročni vozički, slika 13.

Iz procesa izstopi končni izdelek, čepna svečka, ki se zložijo v medfazne škatle in na vozičke.

- **Kontrola in pakiranje (P4)**

Vozički, s svečkami se prepeljejo na prostor pred proces P4. Pakiranje končnih izdelkov se vrši v istem prostoru kot proizvodnja in poteka ročno. Zaposleni svečke pakirajo posamično ali po več v kompletu v kartonaste škatle, te pa odlagajo na paleto. Ko je paleta polna, jo viličarist s čelnim viličarjem odpelje v skladišče končnih izdelkov. Skladišče končnih izdelkov se nahaja v drugem objektu, ki je od proizvodne hale C oddaljen malo več kot tristo metrov.

3.3.1 Vloga skladišča pri oskrbi proizvodnih linij s potrebnim materialom

Skladišče v obravnavanem podjetju opravlja svojo primarno funkcijo, to je prevzemanje, skladiščenje in izdajanje materialov, ki so potrebni za proizvodnjo ter ostalih materialov za vzdrževanje. V skladišču so shranjena tudi transportna sredstva, ki se uporabljajo za notranji transport, to so različni vozički in ročni viličar. Za prevzem materiala skrbita dve osebi in prav tako sta dve osebi zadolženi za pretovor materiala v skladišču. Za transport materiala skrbita še dva voznika, eden s kombijem po sistemu milkrun pobira in dostavlja material od lokalnih dobaviteljev, drugi pa je zadolžen za notranji transport materiala z viličarjem. Voznika se tedensko menjujeta. Vloga skladišča pri oskrbi proizvodnih linij z materialom v obravnavanem primeru je priprava potrebnega materiala za proizvodno pred dostavo do linije ali na supermarket. V skladišču si oseba, ki je zadolžena za polnjenje supermarketeta, pripravi material na podlagi kanban kartic, ki vsebujejo podatke o manjkajočem materialu, ki ga je potrebno nadomestiti z novim. Ta proces se vrši enkrat dnevno. Prav tako je potrebno v skladišču potrebno pripraviti potrebno količino ohišij na paleto, preden se ta dostavi do proizvodne linije. Pomemben podatek je tudi, da skladišče dela samo eno izmeno, dopoldansko. V skladišču obravnavanega podjetja tako poteka ves pretovor materiala, ki je potreben za proizvodni proces. Predstavlja tudi vstopno točko materiala v informacijski sistem podjetja. Ves potrebn material, ki se porablja ali rabi v proizvodnem procesu, vstopi vanj preko skladišča. Dostavljen material mora biti opremljen

z ustrezno črtno kodo, ki omogoča vnos podatkov o materialu v informacijski sistem, s pomočjo optičnih čitalnikov.

Po mojem mnenju bi bilo treba poiskati rešitev, s katero bi zmanjšali število pretovornih manipulacij materiala pred izdajo le tega iz skladišča. Saj sedaj pride material v skladišče v takšni količini in embalaži, da ga je pred izdajo iz skladišča potrebno prelagati na vozičke ali v primeru ohišij na paletu, to pa ne prinaša dodatne vrednosti končnemu izdelku in tako predstavlja izgubo v procesu oskrbe proizvodnih linij z materialom. Prednost njihovega skladišča je, da je neposredno povezano s proizvodnim prostorom in so tako transportne poti do linij ali do regalov, na katerih je material potreben za proizvodnjo, kratke.

3.3.2 Transportna sredstva

Za notranji transport materiala, potrebnega za proizvodnjo, operaterji uporabljajo ročne vozičke, material na in iz njih nalagajo ročno. Osrednja transportna pot v podjetju je po mojem mnenju dovolj široka in ustrezno označena, kar omogoča hiter in varen transport materiala in izdelkov. Nasprotno pa so poti med linijami zelo ozke, kar morem upoštevati pri izbiri transportnih sredstev, s katerimi se lahko nadomesti transport z viličarjem. Saj se za notranji transport materiala uporablja tudi ročni viličar, s katerim se dostavljajo do proizvodnih linij ohišja, ki se transportirajo na paletah. Ohišja dostavlja skladiščnik, ki je zadolžen za dostavo. Dostava se vrši dnevno, po sistemu kanban.

Za pogosto uporabljene materiale, ki jim v podjetju pravijo runnerji² in so zloženi na supermarketu, skrbi ena oseba, ki z ročnim vozičkom transportira potreben material iz skladišča do regala, ki je lociran na sredini proizvodne hale in omogoča hiter dostop vsem operaterjem iz vseh linij. Oskrbovanje tega regala poteka po sistemu kanban.

V oskrbo linij s potrebnim materialom so vključeni:

- izmenovodja, ki poda zahtevek po materialu;
- skladiščnik, ki dostavlja ohišja;
- oskrbovalec pretočnih regalov;
- izmenovodja, ki skrbi za material;
- operater, ki linijo oskrbuje s potrebnim materialom;
- izmenovodja, ki nadzira proizvodni proces.

Končni izdelki, ki jih zaposleni zlagajo v kartonaste škatle in nato le te na palete, se s čelnim viličarjem odpeljejo do skladišča končnih izdelkov, ki je lociran v drugem objektu.

Čeprav ima operater dovolj časa za dostavo potrebnega materiala do proizvodne linije in tako to ne predstavlja večjih težav pri oskrbi linij, menim, da je cilj vsake optimizacije

² V podjetju pravijo tako polizdelkom, ki se dnevno uporabljajo in so zloženi na supermarketu, to so matice, podložke in O-ringi. V to skupino sodijo tudi ohišja, ki se do proizvodnih linij dostavljajo na paleti, grelec, ki se izdeluje v podjetju ter magnezit, ki se skladišči in poslužuje iz posebnega silosa.

odprava dejanj, ki ne dodajajo vrednosti končnemu proizvodu, in tako je tudi v tem primeru mogoče proces oskrbe proizvodnih linij izboljšati.

3.3.3 Informacijski tok

Informacijski tok je v podjetju avtomatiziran s pomočjo poslovno informacijskega sistema Infor. Sistem sestoji iz stacionarnih računalnikov in prenosnih čitalnikov črtnih kod. Proizvodnja v vseh fazah steče na podlagi naloga, ki je v elektronski in papirnati obliki. Operater poskenira nalog, da dobi informacijo koliko izdelkov mora izdelati ter katere materiale in koliko teh materialov potrebuje. Ves potreben material, ki ga dostavi na linijo prav tako poskenira, da se ta material razkniži v skladišču. Material, ki prispe v skladišče od dobaviteljev, skladiščnik vnese v informacijski sistem s pomočjo skeniranja črtnih kod. Material se ponovno skenira, preden zapusti skladišče, zadnje skeniranje pa opravi operater, preden material vstopi v proizvodni proces. S tem je zagotovljena popolna sledljivost materialov in hkrati omogoča hitro odkrivanje in odpravljanje napak oz. izločitev kakšnega dela iz proizvodnje, če se ta na testiranjih izkaže za neustreznega.

Podrobneje bom predstavila poslovni informacijski sistem Infor ERP LN, ki ga uporablja tudi podjetje Hidria AET, ki je predmet raziskave. Podatke sem pridobila na domačih spletnih straneh dveh ponudnikov teh rešitev, to sta slovensko podjetje Omnikron d.o.o. in ameriško podjetje Infor. Infor ERP LN je celovit informacijski sistem, ki ponuja rešitve za vse procese, ki se odvijajo v podjetju ter omogoča ustrezno informacijsko podpora različnim tehnologijam, ki so prisotne v različnih procesih. V osnovi sistem ponuja rešitve za (Omnikron d.o.o., brez datuma):

- planiranje, združuje več metod za planiranje v eni aplikaciji in zagotavlja celovit pregled stanja, glede na zahteve in kapacitete;
- proizvodnjo, podpira široko paleto proizvodnih tipologij, vključno z vitko proizvodnjo;
- finance, sistem omogoča usklajevanje bilanc stanja, izkazov uspeha in izkazov denarnega toka v različnih subjektih ter izpolnjuje zahteve po globalnih standardih poročanja;
- skladišča, sistem omogoča načrtovanje zalog, sledenje ter več serijsko sledenje. Prav tako omogoča dobavo materiala ob pravem času iz skladišča v proizvodnjo in se lahko uporablja za Kanban oskrbo proizvodnje;
- nabavo, sistem omogočajo centralizirano in decentralizirano naročanje in upravljanje nabavnih pogodb, ocenjevanje dobaviteljev, nadzor nad naročili, upravljanja reklamacij in konsignacijskih dogovorov ter izdelavo analiz in poročil;
- prodajo, sistem omogoča upravljanje ponudb, sprejemanje naročil, sledenje in potrjevanje naročil, upravljanje cenikov in popustov ter promocij;
- upravljanje kakovosti, zagotavlja parametre za nadzor kakovosti v prodaji, nabavi in proizvodnji kot tudi za zaloge, lokacije in sarže. Upravljanje kakovosti omogoča

samodejno ali ročno ustvarjanje pregledov, blokado zalog in avtomatsko naročanje kontrolnih nalogov, dokler niso rezultati kontrol narejeni.

Z vpeljavo vitkega razmišljanja v proces upravljanja z informacijami je prišlo spoznanje, da je za doseganje večje učinkovitosti in uspešnosti poslovanja potrebno informacijski tok kar se da avtomatizirati. Z uporabo informacijsko-komunikacijskih tehnologij in sistemov se poveča hitrost pretoka informacij, manj je napak, ker so podatki bolj pregledno urejeni in zbrani na enem mestu, opravila se ne podvajajo in hkrati ti sistemi omogočajo spremljanje poteka procesa in izdelavo analiz ter prikaz rezultatov. Ko se podjetje odloči za optimizacijo procesa notranjega transporta mora točno definirati, kakšne so informacijske potrebe, da bo logistični proces lahko nemoteno opravljal svojo funkcijo.

3.4 Analiza trenutnega stanja notranje logistike iz vidika vitke proizvodnje

Podjetje zadnja leta stremi k vpeljavi vitkega razmišljanja v celotni proizvodni proces. Z implementacijo sistema kanban, supermarket, FIFO in principa JIT v notranjo logistiko in sistema mlkun v zunanjo logistiko so uspešno in učinkovito zmanjšali količino zalog, vendar še vedno obstajajo določena področja notranje logistike, ki jih lahko optimizirajo in s tem dosežejo večjo učinkovitost celotnega proizvodnega procesa. Analizo oskrbovanja sem naredila za vsak proces posebej.

- Montaža grelca (P1)

Prvi proces oskrbujejo dobavitelji direkt na linijo, po sistemu vlečenja in pravilu ravno ob pravem času. Tako v tem procesu, po mojem mnenju, ni večjih izgub iz vidika notranje logistike.

Proces oskrbuje tudi operater, ki dela na procesu, s pomočjo ročnega vozička. Možnost izboljšave je tako izbira optimalnejšega transportnega sredstva, s katerim bi se skrajšale transportne poti in transportni časi.

- Redukcija grelca (P2)

Izgub v procesu oskrbovanju P2, po mojem mnenju ni. Za oskrbovanje transport ni potreben.

- Montaža svečke (P3)

Z uvedbo sistema kanbana in supermarket, so sicer optimizirali notranji pretok materiala in zmanjšali zalogo, vendar je za izvajanje sistema potrebna dodatna oseba. Za izvedbo je potrebno tudi veliko manipulacij, najprej se material v skladišču zлага na voziček, s katerim oskrbovalec kanbana transportira material iz skladišča do pretočnih regalov, kjer je potrebno material iz vozička zložiti na regal. Ti materiali so majhnih dimenzij in lahki ter pakirani po več kosov skupaj, tako da jih lahko prelagajo ročno. Več težav predstavljajo

ohišja, ki so težja in se dostavljajo na paleti z ročnim viličarjem. Prav tako pa je potrebno najprej ta ohišja preložiti v zadostni količini, se pravi za en nalog, na paletu.

- **Kontrola in pakiranje (P4)**

Pakiranje poteka v istem prostoru, kjer poteka proizvodnja, kar še dodatno jemlje prostor in je hkrati tudi neprijetno za vse, ki so zaposleni v procesu pakiranja, saj delajo v nenehnem hrupu. Tudi transport končnih izdelkov v skladišče končnih izdelkov je po mojem mnenju neprimeren, saj se vrši s čelnim viličarjem. Kar pomeni, da se na enkrat lahko prepelje samo ena paleta s tovorom in tovor je pri takem načinu transporta izpostavljen vremenskim vplivom ter poškodbami.

- **Informacijski tok**

Kljub temu da je informacijski tok v podjetju v celoti avtomatiziran, prihaja do napak, ki jih lahko popravijo izmenovodje le ročno. To zahteva določen čas, kar lahko privede do zastojev v pretoku informacij in posledično v proizvodnem procesu. Menim, da bi bilo potrebno sistem ustrezno nadgraditi, tako da bi sistem sam zaznal, če pride do določenih odstopanj v proizvodnem procesu in spremembe sam popravil oz. spremenil. Eden od ciljev naloge je poiskati takšno rešitev za optimizacijo notranjega transporta, da bi se zmanjšalo število vpletenih ljudi v proces oskrbe proizvodnih linij s potrebnim materialom, kar bi po mojem mnenju pozitivno vplivalo na izmenjavo in obdelavo informacij. Saj je iz teorije o proizvodnih procesih znano dejstvo, da manj ljudi, vpletenih v proces, pomeni manj možnosti za popačenje informacij in posledično za nastanek napak, ki lahko v najslabšem primeru povzročijo prekinitev procesa. Če pride do napak ali prekinitev v informacijskem toku, lahko to privede do velikih izgub podjetja.

Prednost obstoječega informacijskega sistema je, da je primeren za različne nadgradnje in lahko tako podpira različna orodja in sisteme, ki bi jih podjetje želelo vpeljati v proizvodni proces z namenom optimizacije. Učinkovit in uspešen informacijski tok, je ključnega pomena za doseganje vitkih načel v proizvodnem procesu. Za avtomatizacijo je ključnega pomena, da ima podjetje vse procesi podprte z ustreznim informacijskim sistemom, ki omogoča zanesljiv in neprekinjen tok informacij.

- **Transportna sredstva**

Transport materiala v podjetju potek v celoti ročno, kar po mojem mnenju, predstavlja eno ključnih izgub v procesu notranje logistike. Cilj raziskave je poiskati alternativna transportna sredstva, ki bodo omogočala učinkovitejše zasledovanje vitkih načel. Saj so transportna sredstva, ki se trenutno uporabljajo v notranji logistiki, po mojem mnenju neprimerna za visokotehnološko in vitko organizirano proizvodnjo.

- **Proizvodni prostor**

Že med prvim obiskom tovarne sem opazila, da se podjetje srečuje s prostorsko stisko. Med stroji imajo zelo malo prostora, ki je dodatno zaseden še s paletami, na katerih je zložen material potreben za proizvodnjo ali pa se na prazne palete odlaga prazna embalaža. Transportne poti med stroji so tako ozke, da je transport možen samo ročno, z ročnimi vozički in ročnim viličarjem. Tudi prostor ob transportnih poteh je pogosto zaseden s polnimi ali praznimi paletami, kar lahko predstavlja nevarnost za zaposlene, kot tudi povečajo se možnosti za poškodovanje materiala.

3.5 Opredelitev ključnih izgub v trenutnem procesu notranje logistike

Izgube bom opredelila na podlagi prej zastavljenih ciljih zelenega stanja notranje logistike:

- krajše transportne poti in transportni časi,
- zmanjšanje števila dejanj v procesu notranje logistike,
- manj ljudi v procesu,
- večja urejenost prostora,
- doseganje načel toka, vlečenja in stalnih izboljšav.

Za natančno opredelitev izgub je pomembno, da se analizira celoten proces, z vsemi dejanji, ki jih obsega. V ta namen se tudi dopolni karto toka vrednosti, z logističnimi operacijami.

- **Izgube povezane z zalogami**

Z uvedbo kanbana in supermarketa so sicer optimizirali notranji pretok materiala in zmanjšali zalogo, vendar je za izvajanje sistema potrebno veliko manipulacij in dodatna oseba za oskrbovanje supermarketa.

- **Izgube povezane s transportom**

Za notranji transport ohišij iz skladišča do proizvodne linije se uporablja ročni viličar, s katerim se lahko naenkrat pelje le ena paleta s tovorom. Takšen transport lahko predstavlja nevarnost tako za material kot tudi za ljudi, saj v primeru, da se paleta ne naloži pravilno, lahko tovor pade iz palete, kar lahko poškoduje material in ljudi. To pa privede do dodatnih stroškov in znižuje konkurenčnost podjetja. Možna rešitev je uporaba ročnih vlačilcev, ki sem jih predstavila v teoretičnem delu naloge.

Za notranji transport končnih izdelkov iz proizvodne hale do skladišča končnih izdelkov se uporablja čelni viličar in izdelki se transportirajo na paleti v kartonastih škatlah. Prva pomanjkljivost takšnega transporta je, da lahko naenkrat pelje samo eno paletu, kar povečuje transportno pot in čas. Druga pomanjkljivost je nevarnost takšnega transporta, kot sem zapisala v prejšnjem odstavku. Tretja pomanjkljivost pa je izpostavljenost izdelkov

vremenskim vplivom. Pri takšnem transportu namreč izdelki niso zaščiteni pred dežjem, snegom ali drugimi vremenskimi pojavi, ki lahko poškodujejo embalažo in tudi izdelek.

- Izgube povezane s prostorom in objekti

Reorganizacija, adaptacija ali izgradnja novih prostorov ali objektov je vedno povezana z visokimi investicijskimi vložki. Zato je ključnega pomena, da se pred posegi naredi dobra kritična analiza trenutnega stanja ter se točno določijo cilji, ki jih podjetje želi doseči s prenovo. Obravnavano podjetje se trenutno srečuje s prostorsko stisko zaradi povečanja obsega proizvodnje. Z namenom olajšati dostop do linij, zagotoviti večjo varnost, narediti proizvodni proces bolj pregleden itd. so že izdelali načrt za reorganizacijo proizvodnega prostora. Načrt je, da se proizvodne linije postavijo tako, da bi imele vse vhod na isti strani, kar bi omogočalo krožno dostavo materiala do linij. V načrtu je tudi vzpostavitev ločenega prostora za pakiranje končnih izdelkov od proizvodnje, saj se sedaj ta proces vrši v istem prostoru, kjer poteka proizvodnja. S tem bi zagotovili lažje, hitrejše in varnejše pobiranje končnih izdelkov, delavci ne bi bili več izpostavljeni hrupu, ki ga povzroča proizvodnja, proces pakiranja končnih izdelkov bi postal bolj pregleden, kar omogoča hitrejšo in učinkovitejšo odkrivanje napak in težav. Za optimizacijo notranjega transporta so objekti in prostori, v katerih se bo transport vršil, ključnega pomena in predstavljajo dejavnik, ki ga je potrebno upoštevati pri izbiri transportnih sredstev in načrtovanju poteka notranjega transporta. Prednost sistemov AGV je, da ne zahteva večjih gradbenih in drugih posegov v prostoru, v katerem se bo vršil avtonomni transport. Vozički se po prostoru premikajo s pomočjo magnetnega traku, ki se enostavno samo položi na tla. Nasprotno pa druge rešitve za optimizacijo notranjega transporta zahtevajo različne posege v prostoru, kot so npr. tirnice.

- Izgube časa

Za izvedbo vsakega dejanja je potreben določen čas in če to dejanje ne prispeva h končni vrednosti izdelka pomeni, da takšno dejanje predstavlja izgubo časa, ki je bil potreben za izvedbo tega dejanja. Obravnavano podjetje trenutno največ časa izgubi pri pretovoru materiala, ki se vrši v skladišču. Najbolj je to občutno pri ohišjih, saj se trenutno le ta dostavljajo v podjetje v takšni embalaži in količini, da jih je potrebno pred dostavo do proizvodnih linij večkrat prelagati.

Kot neracionalen se je pokazal tudi transport z viličarjem, saj lahko pelje samo eno paletu s tovorom in tako ne omogoča izvrševanja notranjega transporta po sistemu milkrun, s katerim podjetja najpogosteje optimizirajo transportni čas in transportno pot.

- Izgube povezane z administrativnimi procesi in izgube povezane z znanjem

Pri optimizaciji transportnih procesov je potrebno ustrezno optimizirati tudi administrativne procese, še posebej je to pomembno pri implementaciji avtonomnih transportnih sistemov v proces notranje logistike. Ključnega pomena pri tem je dober

informacijski sistem, ki omogoča samodejno upravljanje vse dokumentacije, ki je potrebna od naročila do dostave materiala. Cilj takšnih rešitev je razbremeniti zaposlene pri opravljanju ponavljajočih se zadolžitev in jim omogočiti, da opravljajo samo dela, ki dejansko dodajajo vrednost končnemu izdelku. To pa je povezano tudi z izgubami znanja, saj se zaposleni velikokrat preveč časa ukvarjajo z dejanji, ki so nepotrebna in predstavljajo izgubo tako časa kot znanja. V primeru obravnavanega podjetja morajo izmenovodje, če pride do kakršnihkoli odstopanj v količini porabe materiala ali končnih izdelkov, ročno v sistemu spreminjati te količine in napake. Zaposleni so mi povedali, da izmenovodje tako velikokrat nimajo časa za uvajanje novih zaposlenih in prav tako nimajo časa, da bi lahko temeljito razmišljali o svojem delu in prišli do rešitev, ki bi proizvodni proces naredile še učinkovitejši in uspešnejši.

- **Izgube povezane z embalažo**

Embalaža v obstoječem stanju ne povzroča večjih izgub in je primerna za različne tipe transporta.

4 PRIKAZ MOŽNIH ALTERNATIVNIH ZASNOV NOTRANJE LOGISTIKE

Kako organizirati notranjo logistiko, katere transportne sisteme izbrati je odvisno od vseh dejavnikov, ki sem jih predstavila v teoretičnem delu. Prav tako pa je pomembno tudi, da podjetje pred uvedbo sprememb natančno definira cilje, ki jih s spremembo želi doseči. Možne alternativne zasnove notranje logistike bom predstavila v štirih scenarijih, ki temeljijo na dejavnikih in ciljih, ki sem jih predstavila v 3.2 poglavju. Za izdelavo scenarijev so ključne tudi ugotovitve primerjave transportnih sredstev, ki jo bom izdelal na podlagi poglavja, ki sledi.

4.1 Različne možnosti notranjega transporta

Za raziskavo sem izbrala transportna sredstva, ki se najpogosteje uporabljajo za oskrbovanje proizvodnih procesov, to so: vlečna vozila, EMS, AGV in AMR. Splošne opise in primerjavo sem naredila že v teoretičnem delu naloge. Te opise bom sedaj nadgradila s podrobnejšimi informacijami ter predstavila konkretne primere uporabe.

4.1.1 Električni vlačilci in ročni električni vlačilci

Vlačilci so okretni, prilagodljivi, učinkoviti in predvsem bolj varni kot viličarji. Različne rešitve priključkov omogočajo visoko stopnjo prilagodljivosti pri sestavljanju vlačilnih kompozicij, na primer spreminjanje števila prikolic in kombiniranje različnih vrst prikolic.

Posebnost vlačilcev je, da nimajo klasičnih voznikovih sedežev, ampak le zložljive sedeže ali pa jih sploh nimajo. To omogoča hitro in preprosto izstopanje ali vstopanje, kar zmanjša izgubo časa in poveča hitrost transporta.

Nalaganje in odlaganje tovora na prikolice je lahko avtomatizirano, saj imajo določeni modeli mehanizem za avtomatsko nalaganje in odlaganje različnega tovora na za to ustrezne avtomatizirane, prenosne postaje, ki omogočajo nalaganje tovora na prikolico. Ali pa se tovor nalaga in odlaga s pomočjo naprav in orodij, ki jih upravljajo operaterji.

Vozila poganja električni motor, maksimalna hitrost, ki jo lahko dosežejo je 14 km/h, maksimalna teža, ki jo lahko vleče, pa je odvisna od modela. Za notranji transport se najpogosteje uporabljajo modeli s kapaciteto od ene do petnajst ton. Te podatke sem dobila na podlagi primerjave tehničnih lastnosti vlačilcev treh ponudnikov, ki so prisotni na slovenskem trgu, to so: Gorenje GTI, Jungheinrich in Still.

V literaturi in na spletu sem poiskala primere dobrih praks uporabe vlečnih vozil v notranji logistiki. Največ primerov sem našla na domačih spletnih straneh proizvajalcev in ponudnikov takšnih rešitev.

FlexQube® je švedska družba ustanovljena leta 2010, ki razvija in proizvaja stranki prilagojene vozičke, ki se uporabljajo za notranji transport. Njihove vozičke je mogoče integrirati z viličarji, vlačilci, AGV-ji, lahko pa se upravljajo tudi ročno. Njihove rešitve uporablja že več kot petsto podjetij iz šestindvajsetih držav (FlexQube, brez datuma a). Eno takšnih podjetij je Eberspächer, ki razvija in proizvaja različne napredne rešitve za avtomobilsko industrijo. Podjetje je želelo rešitev, s katero bi vzpostavili proizvodnjo brez viličarjev in izboljšati pretok materiala. S pomočjo družbe FlexQube so vzpostavili sistem z več vlačilci in kar 300 vozički, s čimer so zmanjšali transportno pot za 60-odstotkov ter izboljšali ergonomijo nakladanja in razkladanja. Ker podjetje razvija in proizvaja samo vozičke, sodelujejo s priznanimi proizvajalci vlačilcev, kot je npr. STILL, njihove vlačilce so uporabili tudi v predstavljenem primeru (FlexQube, brez datuma b).

Ameriško podjetje BorgWarner pa je s pomočjo njihove rešitve odstranil tri viličarje iz proizvodnih prostorov in prav toliko operaterjev, s tem se jim je investicija povrnila že v šestih mesecih. Bistveno so tudi zmanjšali promet v proizvodnih prostorih in tako dvignili raven varnosti (FlexQube, brez datuma c).

Primer dobre prakse uporabe vlečnih vozil v notranji logistiki ponuja tudi podjetje Jungheinrich, ki je poskrbelo za optimizacijo notranje logistike v podjetju VEMAG Maschinenbau GmbH, ki razvija in izdeluje stroje in opremo za prehrabno industrijo in trgovino. Ker ponujajo rešitve, prilagojene posameznemu naročniku, so vzpostavili modularni sistem proizvodnje, s katerim lahko fleksibilneje izpolnjujejo specifična naročila. Da pa so lahko vzpostavili optimalen pretok proizvodnega materiala, so morali optimizirati tudi notranjo logistiko, saj so za transport z viličarjem potrebovali veliko časa in veliko število voznikov, takšen transport je porabil tudi veliko prostora in tveganje za

nesreče je bilo veliko. Prav tako so imeli zaradi velikega števila viličarjev, slabo preglednost nad tokom materiala v proizvodnji. Vse procese so natančno popisali in ovrednotili ter definirali jasne cilje, ki jih želijo doseči z reorganizacijo notranje logistike. Sklenili so, da so ustrezna rešitev vlečna vozila, ki v primerjavi z viličarji lahko opravijo več dostav hkrati, kar zmanjša dolžino potovanja in potovalni čas. V konkretnem primeru se je pot, ki jo je opravil en viličar v eni izmeni, skrajšala za 150 metrov. Sprostili so tudi prostor, ki je bil prej namenjen odlaganju prazne embalaže, saj lahko vlačilec, ko material dostavi hkrati pobere tudi prazno embalažo ali končne izdelke. S tem ko se je sprostil prostor, se je povečala stopnja varnosti. Za podjetje je bilo pomembno tudi, da takšen transport podpira sistem kanban, ki je v podjetju že ustaljena praksa (Jungheinrich d.o.o., brez datuma).

Optimizirani proces notranjega transporta v podjetju VEMAG Maschinenbau GmbH lahko povzamem v dveh točkah (Jungheinrich d.o.o., brez datuma):

- Nalaganje materiala na priklopnike

Nalaganje potrebnega materiala za proizvodno na vozičke, ki jih vleče vlečno vozilo, se vrši v logističnem centru podjetja. En vlačilec vleče štiri vozičke, ki so dveh vrst, za transport palet in vozički s policami. Vozički se naložijo na priklopnike, ki tvorijo vlakovno kompozicijo. Dostava se vrši po sistemu milkrun, materialni tok pa je urejen po sistemu kanban.

- Dostava materiala do proizvodnih linij

Dviganje vozičkov na priklopnike se izvede samodejno, in ko so ti dvignjeni, lahko operater začne z vožnjo proti proizvodnim linijam. Ko prispe do mesta za odlaganje materiala, se voziček avtomatsko spusti in operater ga lahko enostavno odstrani. Sedaj je en priklopnik prost in nanj se lahko naloži voziček s prazno embalažo ali končni izdelki.

Po implementaciji vlečnih vozil v notranji transport je podjetje izpostavilo tri ključne prednosti takšnega transporta:

- Prilagodljivost; manjša poraba prostora in prilagodljiva uporaba rešitev za priklopnike za najrazličnejše nakladalne naprave, kar omogoča visoko raven fleksibilnosti.
- Učinkovitost; optimizirana raba virov, kot so vozila, zaposleni, prostor, čas ter nižji stroški naložb, vzdrževanja in osebja. Logistične stroške so znižali za petinsedemdeset odstotkov.
- Varnost; zmanjšal se je obseg prevoza in na splošno se je transport z vlečnimi vozili pokazal za varnejšega kot z viličarji.

4.1.2 Avtomatizirani enotirni sistemi

Z namenom, da pridobim več informacij o tehničnih lastnostih EMS in se podrobneje seznanim, kako takšni sistemi delujejo v praksi, sem na spletu poiskala in pregledala različne proizvajalce in njihovo ponudbo rešitev EMS. Ugotovila sem, da so ključni akterji na tem področju ameriška (Central Conveyor, VAHLE, Automatic Systems, Inc.) in nemška (LogSystems GmbH & Co. KG, Eisenmann SE) podjetja. Kapaciteta takšnih sistemov je zelo fleksibilna od nekaj sto kilogramov do več ton in njihova povprečna maksimalna hitrost je 120 m/min, poganja pa jih elektromotor ali pnevmatski pogon. Za delovanje pa potrebujejo ethernet, programski krmilnik (PLC), frekvenčni pretvornik (VFD), RFID, za vnos podatkov in nadzor nad delovanjem sistema je potreben še računalniški program in druge naprave s katerimi se lahko spremlja potek procesa (Eisenmann SE, brez datuma).

Podjetje Eisenmann SE je v Ikeinem logističnem centru v Dortmundu vzpostavilo najdaljši EMS v Evropi, ki v skupni dolžini tira meri 3,500 metrov. Z 272 EMS visečimi transporterji v eni uri prepeljejo več kot 300 palet, nosilnost transporterjev pa je do 800 kilogramov. Njihov notranji transport je v celoti avtomatiziran. Vhodni material na paletah se avtomatsko odčita in naloži na EMS viseče transporterje s pomočjo avtomatiziranih regalnih vozičkov (ang. shuttle system) ali avtomatiziranega dvigala. Z implementacijo sistema je podjetje znatno skrajšalo odzivne čase in posledično tudi dobavne roke iz logističnega centra v podružnice (Eisenmann Anlagenbau GmbH & Co. KG, 2013).

Menim, da je EMS primeren predvsem za velika proizvodna podjetja in velike distribucijske centre, skozi katere gre velika količina različnega tovora in so odzivni časi in dobavni roki ključnega pomena. Saj gre pri vzpostavitvi EMS za visoke začetne investicije, še posebej če podjetje želi notranji transport v celoti avtomatizirati.

4.1.3 Avtomatsko vodena vozila

Podrobnejše podatke in karakteristike takšnih rešitev sem našla na spletni strani podjetja TPV, ki razvija in prodaja rešitve AGV. Njihova vozila delujejo brez operaterjev in so vodena z magnetnim trakom, ključne točke na poti AGV-jev pa so definirane z RFID čipi, montiranimi v/na tleh. Za implementacijo sistema gradbeni posegi niso potrebni. V primeru naknadne spremembe poti se magnetni trak preprosto prestavi na novo traso. Celoten sistem upravlja centralno nadzorni sistem in planska tabla, ki omogoča povezavo z ostalimi proizvodnimi sistemi in opremo. Sistem omogoča uporabnikom samostojno izvajanje programskih sprememb (TPV d.o.o., brez datuma a).

Slika 14: AGV Skupine TPV



Vir: TPV d.o.o. (brez datuma c).

Slika 17 prikazuje avtomatsko vodeno vozilo podjetja TPV. Njihove rešitve vključujejo bogat nabor programskih ukazov za izvajanje različnih nalog na poti vozila, kot so zaustavitve, odpenjanje, zapenjanje, pospeševanje, zaviranje, zavijanje levo in desno itd. Pripenjanje in odpenjanje vozičkov je popolnoma avtomatizirano. Vozila poganjajo baterije AGM (24DC), polnjenje pa je popolnoma avtomatizirano in nadzorovano s strani centralnega nadzornega sistema, v nadaljevanju CNS. Polnilne postaje se nahajajo na trasi gibanja AGV, zato ni potrebnega dodatnega prostora za polnilne postaje in vozički se lahko med seboj dopolnjujejo. CNS je vizualizirana aplikacija, ki uporablja različne module. Celoten sistem se upravlja prek brezžične komunikacijske povezave. Njihova vozila imajo tudi poseben sistem zapenjanja vozičkov, ki omogoča zapenjanje brez zaustavitve vozila. Maksimalna hitrost vozil je 60 m/min, vlečejo pa lahko maksimalno tri tone tovora, število vozil, vključenih v sistem pa je odvisno od proizvodnih značilnosti posameznega podjetja (TPV d.o.o., brez datuma b).

Prednosti AGV, kot jih navaja podjetje TPV na svoji spletni strani, so: zmanjša se potreba po delovni sili; natančne dobave brez zamud; pravočasno obveščanje o morebitnih zastojih; zmanjšanje poškodb materiala; manj potrebnega prostora za logistične operacije; zmanjšanja porabe električne energije, saj klasični viličar porabi v povprečju 75.000 kWh na leto, AGV pa 25.000 kWh na leto in poveča se varnost v procesu notranjega transporta. Tako AGV predstavljajo učinkovito rešitev za optimizacijo notranjega transporta, saj se lahko z implementacijo sistema poveča stroškovna učinkovitost in produktivnost. Prav tako naj bi se investicija, v njihov sistem, povrnila prej kot v enem letu (TPV d.o.o., brez datuma c).

4.1.4 Avtonomni mobilni roboti oz. avtonomna vozila

Podrobno sem delovanje sistemov AMR opisala v teoretičnem delu naloge, ker sem predstavila tudi razlike med sistemi AMR in AGV. Uporaba avtonomnih robotov v notranji logistiki je dokaj nova stvar. Ti sistemi so se do zdaj najpogosteje uporabljali v večjih

skladiščih, kot je npr. skladišče trgovskega giganta Amazon. Na spletu nisem našla primera uporabe teh sistemov v slovenskem podjetju, sam pa našla ponudnike teh sistemov:

Kot primer dobre prakse, bi izpostavila ameriško podjetje Fetch Robotics, ki je specializirano za razvoj in prodajo sistemov AMR. Njihove rešitve so uporabili v distribucijskem centru Wärtsilä v Kampenu na Nizozemskem, ki se razprostira na 37.000 kvadratnih metrih. Iz tega centra je bilo v letu 2015 odposlanih več kot 870.000 pošiljk. Wärtsilä se je skupaj z DHL povezala pri upravljanju svojih skladiščnih dejavnosti, obe podjetji pa sodelujeta tudi pri uvajanju inovativnih načinov uporabe nove tehnologije za izboljšanje varnosti in učinkovitosti procesov v skladišču. Z uvedbo sistema AMR Fetch Robotics so transportno pot, ki so jo prej zaposleni, z drugimi transportnimi sredstvi, opravili v enem dnevu, zmanjšali za 30 kilometrov. S tem so zelo zmanjšali obremenjenost delavcev, ki se sedaj lahko osredotočijo na delovne naloge, ki zvišujejo vrednost izdelku (Fetch Robotics, brez datuma a).

Njihove rešitve uporablja tudi večje ameriško logistično podjetje RK Logistics. V šestih mesecih uporabe avtonomnih robotov so znižali stroške dela in transporta do te mere, da so lahko znižali ceno končnega izdelka (Fetch Robotics, brez datuma b).

Prednost avtomatiziranih sistemov je, da se transport vrši samostojno in je na voljo kadarkoli, lahko proizvodnje procese oskrbujejo neposredno, od predhodnih procesov ali iz skladišča. Tako niso več potrebne medprocesne zaloge in zaloge pred procesi. Takšni sistemi omogočajo vzpostavitev učinkovitega, zanesljivega in varnega transporta po pravilu ravno ob pravem času. Prav tako lahko nudijo ustrezno podporo za vzpostavitev neprekinjenega toka vrednosti skozi celoten proizvodni proces.

4.2 Primerjava transportnih sredstev

S pomočjo tabele 2 bom med seboj, na podlagi opredeljenih ciljev in dejavnikov za obravnavani primer, primerjala predstavljena transportna sredstva.

Tabela 2: Primerjava transportnih sredstev glede na zastavljene cilje in dejavnike

Transportno sredstvo	Prednosti	Slabosti
Vlečno vozilo	<ul style="list-style-type: none"> - Primeren za transport ohišij iz skladišča do proizvodnih linij, za oskrbovanje supermarketov in odvoz prazne embalaže in končnih izdelkov - Transportira lahko večje količine materiala - Iz proizvodnje se odstranijo palete - Bolj varen transport 	<ul style="list-style-type: none"> - Potrebuje veliko prostora - Ni primerno za uporabo v celotnem oskrbovalnem procesu - Usposabljanje osebe za upravljanje vozila - Za vzpostavitev mlkruna, čez cel proizvodni proces, potrebna celotna reorganizacija notranje logistike
EMS	Menim, da ta sistem ni primeren za oskrbovanje proizvodnih linij, v obravnavanem primeru, saj ne ustreza karakteristikam proizvodnje, proizvodnega prostora in izdelka. Zato bom ta sistem izločila iz primerjave.	
AGV	<ul style="list-style-type: none"> - Primeren za vpeljavo v celotni materialni tok - Odprava kanban sistema in supermarketov - Krajše transportne poti in transportni časi - Zmanjšanje števila dejanj v procesu notranje logistike - Manj ljudi v procesu - Večja urejenost prostora - Bolj varen transport. - Doseganje načel toka, vlečenja in stalnih izboljšav 	<ul style="list-style-type: none"> - Posegi v prostor - Fiksne transportne poti - Visoka začetna investicija
AMR		<ul style="list-style-type: none"> - Visoka začetna investicija - Nezaupanje zaposlenih, ki je lahko tudi posledica neznanja

Vir: lastno delo.

Sistem EMS sem izločila iz primerjave, saj ne ustreza karakteristikam proizvodnje, proizvodnega prostora in izdelka. Po mojem mnenju so transportne poti v konkretnem primeru prekratke ter proizvodi in materiali premajhni za tovrstni transport.

Ugotavljam, da vlečno vozilo ni primerno za uporabo v celotnem procesu notranje logistike, saj je pri trenutni postavitvi linij, premalo prostora in se ne more uporabljati za transport med procesi. Vlečno vozilo bi se lahko uporabilo namesto ročnega viličarja za dostavo ohišij do proizvodnega procesa montaža svečke. Prav tako menim, da bi bilo primerno za oskrbovanje supermarketov, saj je transportna pot dovolj široka in je okoli supermarketov dovolj prostora za obračanje vozila. Z uporabo vlečenega vozila bi se, po mojem mnenju, zvišala raven varnosti in prav tako bi podjetje lahko iz proizvodnega prostora odstranilo palete, ki bi jih nadomestili z vozički. Podjetje že uporablja ročne

vozičke, ki se lahko transportirajo z vlečnim vozilom, kar je po mojem mnenju še ena prednost, saj zaposleni tovrsten transport že poznajo. Ugotavljam, da je uporaba vlečnega vozila smiselna, če je notranja logistika urejena po sistemu milkrun. Pri trenutni postavitvi proizvodnih linij, transport po sistemu milkrun, ni možen, saj ni dovolj prostora. To pa bi lahko vodilo do slabše izkoriščenosti transportnega sredstva, kar iz vidika vitkega razmišljanja predstavlja izgubo. Milkrun bi se lahko vzpostavil po reorganizaciji proizvodnega prostora, ki je v načrtu podjetja.

Sistema AGV in AMR odpravljata iste izgube ter omogočata doseganje istih načel vitkosti. Razlika med sistemoma je samo v tem, da se AMR lahko uporabljajo tako za transport, kot za izbiranje materialov, čiščenje objektov in druge naloge, medtem ko se AGV uporabljajo samo za transportne procese. Če bi Hidria AET uporabila sistema v svoji notranji logistiki, bi se lahko vsi procesi oskrbovali avtomatsko, s tem pa bi se:

- zmanjšalo število dejanj v procesu;
- zmanjšalo število ljudi vpletenih v proces;
- skrajšale transportne poti in časi;
- povečala stopnja varnosti;
- povečala urejenost proizvodnega prostora.

Z uporabo teh sistemov bi se material do procesov transportiral direkt iz skladišča ali predhodnega procesa. Supermarket za oskrbo tretjega procesa tako ne bi bil več potreben, prav tako oseba, ki oskrbuje supermarket. Tudi za transport ohišij, iz skladišča do tretjega procesa, ne bi več potrebovali dodatne osebe. Prav tako operaterjem ne bi bilo več potrebno z ročnimi vozički oskrbovati proizvodnega procesa. Polizdelki in končni izdelki pa bi se še naprej lahko odlagali na vozičke kot tudi ostali material in prazna embalaža, saj ti sistemi omogočajo tudi transport različnih vozičkov. S tem bi odstranili palete iz proizvodnega prostora. Prednost teh sistemov je tudi, da omogočajo oskrbo proizvodnih procesov po pravilu ravno ob pravem času in sistemu vlečenja.

Na podlagi ugotovitev iz tega poglavja sem izdelala štiri možne scenarije za optimizacijo notranje logistike v Hidrii AET.

4.3 Predstavitev možnih scenarijev za optimizacijo in avtomatizacijo notranje logistike v preučevanem primeru

Nanašajoč se na potrebe in okolje podjetja ter cilje optimizacije sem izdelala štiri možne scenarije za izboljšanje procesa notranjega transporta materiala v podjetju Hidria AET. S primerjavo vseh scenarijev bom določila katera rešitev je po mojem mnenju najustreznejša za podjetje.

- **Prvi scenarij: Zamenjava ročnega viličarja z ročnim vozičkom**

Najhitrejša in najcenejša rešitev za podjetje je zamenjava obstoječega ročnega viličarja z ročnim vozičkom. Pri tej rešitvi bi celoten sistem notranjega transporta ostal, tako kot je, samo transport ohišij iz skladišča do proizvodne linije bi se namesto z ročnim viličarjem vršil z ročnim vozičkom.

Se pravi, transport materiala med procesi bi se še naprej vršil s pomočjo ročnih vozičkov, ohišja pa bi skladiščnik do linije dostavil s pomočjo ročnega vozička, ki prav tako omogoča transport palet in druge transportne embalaže. Na spletu sem poiskala različne ponudnike transportnih vozičkov in ugotavljam, da na trgu obstaja množica različnih vozičkov s katerimi lahko podjetje nadomesti palete. Obstajajo tudi takšni vozički, ki imajo podobne karakteristike kot palete. EPAL Euro paleta ima nosilnost 1.500 kg, v dolžino meri 1.200 mm in v širino 800 mm.

Prednost takšnega transporta pred transportom z viličarjem je, da se lahko z več vozički tvori vlakovna kompozicija, kar omogoča dostavo in odvoz več materiala v eni ruti. Vlakovna kompozicija se lahko tvori s pomočjo ročnega električnega vlačilca, ki je predstavljen na sliki 8. Prednost takšnega transporta je, da se lahko vrši po sistemu milkrun. Tako bi se lahko istočasno vršila dostava materiala do proizvodnih linij in odvoz prazne embalaže in končnih izdelkov.

Med drugim je cilj podjetja tudi odstranitev palet iz proizvodnega procesa. Po mojem mnenju lahko tudi to dosežejo z vpeljavo vozičkov. Prazna embalaža in škatle s končnimi proizvodi bi se v tem primeru namesto na palete odlagali na vozičke. Vendar obstajata za obravnavani primer tudi tukaj dva scenarija, saj se trenutno tako prazna embalaža kot škatle s končnimi izdelki na paleti nalagajo na tovornjak oz. transportirajo do skladišča končnih izdelkov s pomočjo čelnega viličarja. Prvi scenarij je, da se material iz vozičkov v skladišču oz. na prevzemni točki prelaga na palete. Takšna rešitev po mojem mnenju ni najprimernejša, saj bi se s tem povečalo število pretovornih manipulacij. Optimalnejša rešitev je, da se zamenja transportno sredstvo za transport končnih izdelkov do skladišča končnih izdelkov. Menim, da bi bila ustrezna rešitev uporaba vlečnega vozila, ki lahko naenkrat transportira več različnih vozičkov. Tudi odvoz prazne embalaže bi se lahko vršil z vozički, če bi se podjetja lahko tako dogovorilo z dobavitelji. Obstajajo tudi posebni nastavki, ki se namestijo na podvozje vozička in omogočajo transport vozička z viličarjem.

- **Drugi scenarij: Zamenjava ročnega viličarja s tremi specialnimi vozički**

Podjetje je že razmišljalo o uvedbi posebnega vozička za transport ohišij, ki bi omogočal dostavo ohišij neposredno do proizvodne linije. Slovensko podjetje jim je izdelalo en takšen voziček, ampak se je izkazalo, da je skupna teža vozička s tovorom prevelika. Voziček je viden na sliki 19, meri 1200 x 800 mm in tehta 70 kg.

Slika 15: Voziček za transport ohišij



Vir: lastno delo.

Primeren voziček bi moral biti za polovico lažji, da bi bil podobne teže kot paleta, ki tehta okoli 30 kg in podjetje bi za optimizacijo potrebovalo tri takšne vozičke. Ideja tega scenarija izhaja iz števila proizvodnih nalogov. In sicer proizvodnja temelji na treh proizvodnih nalogih, vedno se vnaprej izdelajo trije proizvodni nalogi. In osnovna ideja je trije nalogi, trije vozički z vsem potrebnim materialom za izpolnitev posameznega naloga. Ko se prazen voziček vrne v skladišče, se naloži v transportno vozilo in pri dobavitelju se potrebna količina ohišij naloži neposredno na voziček. Na voziček z ohišji v skladišču odgovorna oseba doloži še preostali material, potreben za izvršitev enega naloga. V skladišču bi se določil material, ki se sedaj skladišči na vmesnem supermarketu v proizvodnem prostoru, ta material so: podložka, priključek, matica in O-tesnilo.

Pri tej rešitvi, bi do tretjega proizvodnega procesa, to je montaža svečke, sistem notranjega transporta ostal nespremenjen.

Če bi podjetje uvedlo vozičke, supermarket v proizvodnem prostoru ne bi bil več potreben, saj bi se ves potreben material na vozičke naložil že v skladišču. Prav tako viličar za transport ohišij ne bi bil več potreben. Ne bi pa imel takšen sistem vpliva na način transporta materiala med predhodnimi procesi. Transport med procesi pred P3 bi še vedno potekal s pomočjo ročnih vozičkov, izvajali pa bi ga še naprej operaterji linij.

Podobno kot pri prvem scenariju bi bilo tudi pri tem potrebno preostale palete v proizvodnem procesu nadomestiti z vozički. Možni rešitvi bi bili isti kot pri prvem scenariju.

- **Tretji scenarij: Zamenjava ročnega viličarja z vlečnim vozilom**

Uporaba vlečnega vozila v notranji logistiki je smiselna, če je sistem notranjega toka materiala urejen po sistemu milkrun. Notranji transport bi se po takšnem sistemu lahko v

obravnavanem primeru izvajal po reorganizaciji proizvodnega prostora, saj pri trenutni postavitvi linij ni dovolj prostora, da bi lahko z vlečnim vozilom dostavljali material do vseh linij.

Vlečno vozilo omogočajo transport različnih priklopnih enot in bi tako lahko transportiralo tudi specialne vozičke, ki sem jih predstavila v prejšnjem scenariju. Vlečno vozilo bi v tem primeru iz skladišča do proizvodne linije dostavilo enega ali več vozičkov s potrebnim materialom za izpolnitev naloga. V isti ruti bi lahko nazaj v skladišče odpeljal prazne vozičke in istočasno po poti nazaj v skladišče pobral tudi prazno embalažo. Prav tako bi se z vlečnim vozilom lahko transportiral material med procesi ali pa bi način transporta ostal takšen, kot je, se pravi z ročnimi vozički.

- **Četrty scenarij: Avtomatizacija notranjega transporta**

Menim, da je avtomatizacija ali robotizacija notranjega transporta najučinkovitejša ter najbolj smiselna, če se avtomatizira ali robotizira celotni proces in ne samo del procesa. Saj se v praksi nekatera podjetja odločajo za t.i. delno avtomatizacijo, kar bi v konkretnem primeru lahko pomenilo, da bi se v Hidrii AET avtomatiziral samo transport materiala iz skladišča in dostava prazne embalaže nazaj v skladišče. To pomeni, da bi se s sistemi AGV in AMR transportiral samo material, ki vstopa v P3. Polizdelki, ki pa prehajajo iz procesa v proces pa bi še naprej transportirali operaterji z ročnimi vozički. Saj tudi prejšnji scenariji obravnavajo in rešujejo pretežno ta del procesa notranje logistike, oskrbo procesa montaže z ohišji in ostalim materialom iz supermarketa.

Bolj optimalen scenarij je, da se notranja logistika v celoti avtomatizira. To pomeni, da bi se materiali, ki vstopajo v proizvodni sistem skozi skladišče, dopoldne pripravili za vse izmene in roboti bi, po sistemu vlečenja, material, ko pride signal iz proizvodnje, dostavili do linije. Prav tako bi roboti oskrbovali vse ostale linije, ki jih sedaj oskrbujejo operaterji. Tako bi se lahko vzpostavil neprekinjen tok materiala in oskrba vseh procesov bi potekala po sistemu vlečenja.

4.4 Kritična analiza predlaganih alternativnih zasnov notranje logistike iz vidika zastavljenih ciljev in dejavnikov

Prednosti in slabosti posameznega scenarija sem predstavila s pomočjo tabele 3.

Tabela 3: Prednosti in slabosti posameznega scenarija

SCENARIJ		PREDNOSTI	SLABOSTI
Zamenjava ročnega viličarja z ročnim vozičkom	En voziček: ves materialni tok ostane tako kot je, samo transport ohišij iz skladišča do proizvodne linije se vrši s pomočjo vozička namesto s čelnim viličarjem.	Več varnosti Manj stroškov za vzdrževanje v primerjavi z viličarjem Voziček lahko vozi vsak, ni potrebno dodatno usposabljanje	Rešitev reši samo transport ohišij Transport se vrši ročno Število pretovornih korakov ostane isto Transportna pot ostane ista V proizvodnem prostoru ostanejo palete in s tem tudi viličar.
	Milkrun: vse palete se zamenjajo za vozičke, transport pa se vrši s pomočjo ročnega vlačilca	Ni palet Več varnosti Manj stroškov za vzdrževanje v primerjavi z viličarjem Krajša transportna pot in transportni čas	Potrebna je oseba, ki bi takšen transport izvrševala, saj operater nima časa, da bi izvršil celo ruto Rešitev reši samo dostavo ohišij iz skladišča do proizvodne linije in odvoz prazne embalaže nazaj do skladišča
Zamenjava ročnega viličarja s tremi specialnimi vozički		Manj zalog Brez palet Večja varnost Vozičke lahko vozi vsa Manj stroškov za vzdrževanje v primerjavi z viličarje Krajša transportna pot in transportni čas; Vmesni supermarket ne bi bil več potreben in tudi oseba, ki oskrbuje supermarket, ne bi bila več potrebna; Odpadel bi tudi celoten kanban sistem; Sprostitev prostora, tako v skladišču kot v proizvodnem prostoru	Transport se izvaja ročno Še vedno so potrebna druga transportna sredstva za transport polizdelkov, prazne embalaže in končnih izdelkov

se nadaljuje

Tabela 3: Prednosti in slabosti posameznega scenarija (nad.)

SCENARIJ	PREDNOSTI	SLABOSTI
<p>Zamenjava ročnega viličarja z vlečnim vozilom</p>	<p>Milkrun Večja preglednost Več varnosti Tovor se lahko še dodatno zaščiti, če se transport vrši zunaj</p>	<p>Potrebuje več manevrskega prostora kot ročni viličar</p>
<p>Avtomatizacija notranjega transporta</p>	<p>Odprava kanban sistema in supermarketa Krajše transportne poti in transportni časi Zmanjšanje števila dejanj v procesu notranje logistike Manj ljudi v procesu Večja urejenost prostora Bolj varen transport Doseganje načel toka, vlečenja in stalnih izboljšav</p>	<p>Visoka začetna investicija Nezaupanje zaposlenih, ki je lahko tudi posledica neznanja</p>

Vir: lastno delo.

Prednost **prvega scenarija** je, da podjetje že vrsto let uporablja vozičke v notranjem transportu in je tako uporaba vozičkov že ustaljena praksa. Spremembe v procesu notranje logistike bi bile po prvem scenariju majhne. Menim, da so rešitve, ki ne zahtevajo večjih sprememb v poteku procesa, hitreje in bolje sprejete med delavci. Vozički prav tako prispevajo k večji urejenosti prostora, saj je za transport palet s tovorom vedno potreben skladiščnik, ki izvršuje transport z viličarjem, vozičke pa lahko vozi vsak. Rešitev po prvem scenariju ne odpravlja izgub povezanih z zalogami, časom, administrativnimi procesi in znanjem.

Rešitev po **drugem scenariju** prinaša kar nekaj prednosti in hkrati tudi sistemskih sprememb v procesu notranjega transporta. Odpravlja tudi več zgb kot prvi scenarij. Glavna prednost tega scenarija je po mojem mnenju, dostava ohišij po JIT sistemu brez zalog v skladišču. Po tem scenariju bi odpravili tudi zalogo materiala, ki se skladišči na supermarketu. Prav tako ne bi več potrebovali osebe, ki oskrbuje supermarket ter voznika za dostavo ohišij. Zmanjšalo bi se število pretovornih manipulacij v skladišču in sprostil prostor, ki je sedaj namenjen skladiščenju ohišij. Prav tako bi se zaradi odprave kanbana, supermarketa ter JIT dostave ohišij zmanjšalo število administrativnih procesov.

Izziv tega scenarija je nov sistem dostave, saj bi po takšnem sistemu bila naročila manjša, vendar bolj pogosta ter reorganizacija sistema oskrbovanja proizvodnih linij, odprava kanbana in supermarketa, kar bi lahko pri zaposlenih vzbudilo nezaupanje.

Izziv ostajajo vozički, primernimi za transport s kombijem. Na podlagi spletne raziskave ponudnikov tovrstnih vozičkov ugotavljam, da obstaja široka paleta vozičkov, različnih dimenzij in namembnosti. Pri nobenem ponudniku pa nisem našla podatka o teži vozička, kar je v obravnavanem primeru ključnega pomena. Tako podjetju ne morem predlagati konkretne rešitve. Tudi če podjetje nabavi tri vozičke, ki niso primerni za transport s kombijem in se ohišja, skupaj s preostalim materialom potrebnim za izpolnitev enega naloga, v skladišču nalagajo na voziček, menim, da je tak sistem optimalnejši od obstoječega.

Slabost **tretjega scenarija** je, da vlečno vozilo potrebuje več manevrskega prostora kot ročni viličar. Pri trenutni organizaciji proizvodne hale transport z vlečnim vozilom tako ne bi bil mogoč, saj je za tak transport premalo prostora. V poštev pridejo samo ročni električni vlačilci, ki sem jih predstavila v prejšnjem scenariju. V podjetju bi lahko vlečno vozilo uporabili za transport končnih izdelkov v skladišče končnih izdelkov, ki se nahaja na drugi lokaciji. Prednosti vlečnega vozila pred čelnim viličarjem, s katerim se trenutno vrši transport, so: naenkrat lahko prepelje več tovora, transport je bolj varen in v primeru padavin se lahko tovor dodatno zaščiti, saj transport poteka na prostem.

Z gotovostjo lahko trdim, da rešitev po **četrtem scenariju** odpravlja največ izgub v procesu notranje logistike. Podjetje bi z avtomatizacijo lahko doseglo vse cilje optimizacije ter doseglo načelo neprekinjenega toka, vlečenja in stalnih izboljšav. Pri avtomatizaciji tudi ni

potrebnih dodatnih sistemov za upravljanje oskrbovanja, kot je kanban in zalog v proizvodnem prostoru. To zmanjšuje število korakov v procesu in število ljudi vpletenih v proces.

Rešitve predstavljene v scenarijih ena, dva in tri ne zahtevajo večjih sprememb v **informacijskem toku**, prav tako za te rešitve ni potrebna dodatna programska in tehnična oprema. Kar pa ne velja za četrti scenarij, saj avtomatizacija zahteva dober informacijski sistem, ki zagotavlja nemoten tok informacij. Tako bi bilo potrebno v obravnavanem primeru nadgraditi programsko opremo za potrebe avtomatiziranih transportnih sistemov. Implementacija AGV ali AMR sistema je tako najdražja izmed predstavljenih opcij optimizacije notranjega transporta.

Na podlagi ugotovitev, pridobljenih s pomočjo opravljene raziskave, lahko sedaj odgovorim na zastavljena raziskovalna vprašanja. Glavno raziskovalno vprašanje se glasi: »Kateri vidiki notranje logistike zahtevajo prilagoditve v skladu z vzpostavitvijo vitke proizvodnje in kakšne so te prilagoditve?« Menim, da je v prvi vrsti potrebno reorganizirati oskrbovanje tretjega procesa. Saj je za oskrbovanje tega procesa, potrebno veliko pretovornih korakov in ljudi. Čeprav je podjetje z uvedbo kanbana in supermarketa, zmanjšalo količino zalog, pa je potrebno rezultate uporabe teh sistemov pogledati, tudi iz drugih strani. Iz logističnega vidika predstavlja supermarket dodatno postajo, ki jo je potrebno oskrbovati, za kar so potrebni dodatni koraki in v obravnavanem primeru tudi dodatna oseba. V tem primeru je potrebno razmisliti o novem sistemu oskrbovanje tretjega procesa. Ker pa je, iz vidika vitkega razmišljanja, potrebno optimizirati celoten proces, je za obravnavani primer najoptimalnejša rešitev, avtomatizacije celotne notranje logistike.

Zastavila sem še štiri raziskovalna podvprašanja, ki glavno raziskovalno vprašanje podrobneje razlagajo iz vidikov, ki so bili vključeni v raziskavo.

Kakšne so možnosti optimizacije notranjega transporta za preučevani primer?

Za obravnavani primer sem izdelala štiri možne scenarije za optimizacijo notranje logistike. Na podlagi primerjave scenarijev, iz vidika doseganja zastavljenih ciljev in opredeljenih ključnih delavnikov, lahko trdim, da je avtomatizacija celotnega procesa, najoptimalnejša rešitev za vzpostavitev vitke proizvodnje. Saj odpravlja največ izgub v procesu, v primerjavi z ostalimi scenariji, vzpostavi se lahko neprekinjen tok materiala, po sistemu vlečenja ter omogoča stalne izboljšave.

V kakšni meri je v preučevanem primeru smiselno avtomatizirati dele procesa notranje logistike in kako lahko avtomatizacija izboljša učinkovitost procesa?

Ugotovila sem, da je za obravnavani primer, najoptimalnejša rešitev avtomatizacija celotnega procesa. Menim, da bi avtomatizacija povečala učinkovitost, fleksibilnost, zanesljivost in varnost procesa notranje logistike. Z gotovostjo lahko trdim, da bi avtomatizirani transportni sistemi lahko zelo pripomogli k vzpostavitvi vitko organizirane

notranje logistike, ki nudi ustrezno podporo za vzpostavitev vitko organizirane proizvodnje v podjetju Hidria AET.

Ali s predlaganimi logističnimi orodji (kanban, milkrun, supermarket) lahko optimiziramo proces notranje logistike v izbranem podjetju?

Ugotavljam, da za avtomatizacijo celotnega procesa notranje logistike omenjena orodja niso potrebna.

Ali lahko z optimizacijo notranje logistike na podlagi predlaganega celovitega nabora ukrepov zmanjšamo izgube, ki vplivajo na stroške v procesu notranje logistike?

Menim, da bi se z avtomatizacijo znižali stroški notranje logistike, saj se transport izvaja samostojno in je tako v proces vključeno manj ljudi, poti so vedno optimizirane in prav tako bi se čas za izvajanje logističnih procesov skrajšal. Tudi možnosti za poškodbe materiala, so pri tovrstnem transportu minimalne.

SKLEP

Hidria AET je s svojim izdelkom, čepna svečka, že od svojih začetkov prisotna na globalnem trgu avtomobilske industrije. Pogoji za dolgoročno konkurenčnost je zelo kakovosten izdelek, ki se je sposoben prilagajati potrebam te industrije in Hidria AET je pri tem zelo uspešna. Za proizvodno visokotehnološkega izdelka so potrebni tudi visokotehnološki proizvodni procesi in tako so se skupaj z izdelkom razvijali tudi proizvodni procesi. V zadnjih letih je podjetje pričelo z vpeljavo vitkega razmišljanja v proizvodni proces. Za doseganje vitko organizirane proizvodnje je potrebno določiti vrednost iz vidika kupcev, ovrednotiti tok vrednosti, odpraviti vse izgube v vseh procesih, vzpostaviti neprekinjen tok vrednosti, skozi celoten proizvodni proces, po sistemu vlečenja ter stalno izboljševanje vseh procesov. Ugotavljam, da je za vzpostavitev neprekinjenega toka vrednosti po sistemu vlečenja, ključnega pomena notranja logistika. Tako je potrebno tudi iz tega procesa odstraniti vse izgube, da se lahko vzpostavi vitko organizirana notranja logistika, ki omogoča ustrezno podporo za vzpostavitev vitko organizirane proizvodnje.

V Hidrii AET so s pomočjo sistema kanban in supermarketa vzpostavili sistem dostave materiala na linije ravno ob pravem času, po načelu vlečenja. S čimer so zelo zmanjšali zaloge materiala, tako v skladišču, kot tudi pred in med procesi. Kljub temu pa obstaja še veliko možnosti za izboljšave v procesu oskrbovanja proizvodnih linij, predvsem na področju notranjega transporta materiala. Saj se trenutno notranji transport izvršuje ročno, z ročnimi vozički in ročnim električnim viličarjem, pri čemer je potrebnega veliko fizičnega pretovarjanja materiala. Takšen transport je iz vidika vitkega razmišljanja neoptimalen, zato sem naredila raziskavo možnosti izboljšav v procesu notranjega transporta materiala iz skladišča do proizvodnih linij v podjetju Hidria AET. Ugotavljam, da obstaja veliko različnih sistemov za izvajanje notranjega transporta materiala, s katerimi je mogoče

vzpostaviti vitko organizirano notranjo logistiko. Pri izbiri transportnih sredstev je potrebno upoštevati različne dejavnike, ki vplivajo na organizacijo notranje logistike ter natančno definirati želeno stanje notranje logistike in cilje optimizacije.

Na podlagi zelenega stanja notranje logistike, zastavljenih ciljev in opredeljenih delavnikov sem izdelala štiri možne scenarije za optimizacijo notranje logistike v Hidrii AET. Ugotovila sem, da je za obravnavani primer najbolj smiselna avtomatizacija celotne notranje logistike. Menim, da je najustreznejša rešitev, uporaba sistema AMR za oskrbovanje vseh proizvodnih procesov, kot tudi za odvoz prazne embalaže in končnih izdelkov do odpreme. Saj bi le tako odpravili vse izgube v logističnem procesu ter dosegli vitko organizacijo notranje logistike, ki lahko učinkovito podpira visokotehnološko ter vitko organizirano proizvodnjo.

Z raziskavo sem dokazala, da se z avtomatizacijo lahko izboljša učinkovitost, fleksibilnost, zanesljivost ter varnost notranje logistike. Pri čemer se zmanjšajo tudi izgube, ki vplivajo na stroške v procesu notranje logistike.

Naloga lahko podjetju Hidria AET služi kot izhodišče za nadaljnje raziskovanje možnosti avtomatizacije s sistemi AMR. Predlagam, da poiščejo več ponudnikov takšnih sistemov, ki jim bodo podrobneje predstavili možnosti za konkretni primer ter jim nudili ustrezne informacije na podlagi katerih, se bo podjetje lahko odločilo za pravo rešitev. Po mojem mnenju je smiselno narediti primerjavo različnih ponudb in se na podlagi te primerjave odločiti, katera rešitev je najustreznejša. Ključno je, da notranja logistika poteka brez izgub, učinkovito podpira proizvodne procese, omogoča vzpostavitev neprekinjenega toka ter pripomore k nenehnim izboljšavam v celotne toku vrednosti.

LITERATURA IN VIRI

1. Benčina, M. (2016). *Učinki uvajanja vitke proizvodnje v podjetju IMP PUMPS d.o.o.* (zaključna strokovna naloga). Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
2. Brar, G. S & Saini, G. (2011). *Milk Run Logistics: Literature Review and Directions*. Pridobljeno 3. marca 2018 iz http://www.iaeng.org/publication/WCE2011/WCE2011_pp797-801.pdf
3. Central Conveyer Company. (brez datuma). *Electrified Monorail System*. Pridobljeno 8. februarja 2019 iz <http://centralconveyor.com/automotive/electrified-monorail-systam/>
4. Čufar, M. (2010). Kaizen – kocept stalnih izboljšav. *Zbornik 7. festivala raziskovanja ekonomije in managementa* (str. 591- 597). Koper : Fakulteta za management.
5. DHL Customer Solutions & Innovation. (2016). *Robotics in logistics: A DPDHL perspective on implications and use cases for the logistics industry*. Pridobljeno 8.

- februarja 2018 iz http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/dhl_trendreport_robotics.pdf
6. Eisenmann SE. (brez datuma). *Electrified Monorail System*. Pridobljeno 26. julija 2018 iz https://www.eisenmann.com/dam/jcr:97d1f633.../EHB_2010_en.pdf
 7. Eisenmann Anlagenbau GmbH & Co. KG (2013). *Electrified monorail system for order picking- Ikea logistics center, Dortmund, Germany*. Pridobljeno 5. maja 2019 iz https://www.eisenmann.com/dam/jcr:adefd607-464d-4f74-9e5a-e40d5a3ec3ce/CS_Datasheet_EMS_IKEA_en.pdf
 8. Fetch robotics. (brez datuma a). *Dhl & wärtsilä*. Pridobljeno 20. septembra 2019 iz <https://fetchrobotics.com/dhl-customer-success-story/>
 9. Fetch Robotics. (brez datuma b). *RK Logistics & SAP*. Pridobljeno 20. septembra 2019 iz <https://fetchrobotics.com/rk-logistics-customer-success-story/>
 10. FlexQube. (brez datuma a). *About FlexQube*. Pridobljeno 5. maja 2019 iz <https://www.flexqube.com/about-flexqube/>
 11. FlexQube. (brez datuma b). *Forklift reduction & ergonomic improvement*. Pridobljeno 5. maja 2019 iz <https://www.flexqube.com/case-studies/eberspaecher-forklift-reduction-ergonomic-improvement/>
 12. FlexQube. (brez datuma c). *Borgwarner turbo system assembly*. Pridobljeno 5. maja 2019 iz <https://www.flexqube.com/case-studies/borgwarner-turbo-system-assembly/>
 13. Goldsby, T. & Martichenko, R. (2005). *Lean Six Sigma logistics: Strategic Development to Operational Success*. Florida: J. Ross Publishing, Inc.
 14. Hidria, d. o. o. (2015, 11. september). *Hidria AET: pri 60 letih izjemna rast in nova delovna mesta*. Pridobljeno 22. januarja 2018 iz <http://si.hidria.com/si/onas/novice-dogodki/9530/detail.html>
 15. Hidria, d. o. o. (brez datuma a). *Hidria skozi zgodovino*. Pridobljeno 22. januarja 2018 iz <http://si.hidria.com/si/onas/ozadje/>
 16. Hidria, d. o. o. (brez datuma b). *O nas*. Pridobljeno 22. januarja 2018 iz <http://si.hidria.com/si/onas/>
 17. Hidria AET, d.o.o. (2019). *Proizvodi Hidrie AET*. Pridobljeno 2019 v podjetju Hidria AET.
 18. J-tec Industries, Inc. (brez datuma). *About J-tec*. Pridobljeno 22. januarja 2019 iz <https://www.jtecinustries.com/about-j-tec/business-partners.html>
 19. Javornik, D. (2013). *Uvedba sistema kanban za proizvodnjo odtočnih ventilov tipa 230 v podjetju Geberit – Sanitarna tehnika, d.o.o.* (magistrsko delo). Maribor: Fakulteta za strojništvo.
 20. Jungheinrich, d.o.o. (brez datuma). *Tugger train logistics solution at VEMAG Maschinenbau GmbH*. Pridobljeno 5. maja 2019 iz https://www.ifoy.org/component/cck/?task=download&file=pdf_english&id=102
 21. Jus, G. (2018, 4. januar). *Analiza toka vrednosti (value stream mapping): pogledje na tok vrednosti, ki jo ustvarjate za kupca, od zgoraj*. Pridobljeno 20. junij 2018 iz

- <http://ecg.si/clanki/analiza-toka-vrednosti-value-stream-mapping-poglejte-na-tok-vrednosti-ki-jo-ustvarjate-za-kupca-od-zgoraj/>
22. Kavčič, K. (2009). *Management oskrbnih verigin model taktnega časa*. Koper: Fakulteta za management Koper.
 23. Kešetović, A. (2012). *Filozofija vitke proizvodnje – koncept, ki prinaša poslovne uspehe*. Pridobljeno 7. februarja 2018 iz <http://www.fm-kp.si/zalozba/ISBN/978-961-266-135-9/prispevki/025.pdf>
 24. Kodrič, A. (2013). *Pregled metod za izvedbo vitke proizvodnje* (diplomska naloga). Maribor: Fakulteta za strojništvo.
 25. Križman, A. & Križman, D. (2008). *Logistika v gospodarskih družbah*. Ljubljana: Zavod IRC.
 26. Lean Enterprise Institute, Inc. (brez datuma). *First In, First Out*. Pridobljeno 20. avgusta 2019 iz <https://www.lean.org/lexicon/first-in-first-out>
 27. Liker, J. & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. United States of America: McGraw-Hill Companies, Inc.
 28. Miraldes, T., Garrido Azevedo, S., Charrva-Santos, F. B., Mendes, L. A. & Oliveira Matias, J.C. (2015). IT applications in logistics and their influence on the competitiveness of companies/ supply chains. *Scientific Annals of the "Alexandru Ioan Cuza" University of Iași Economic Sciences*, 62(1), 121-146.
 29. Mobile Industrial Robots ApS. (brez datuma). *AGV vs. AMR - What's the Difference?* Pridobljeno 17. marca 2019 iz <https://www.mobile-industrial-robots.com/en/resources/whitepapers/agv-vs-amr-whats-the-difference/>
 30. Omikron d.o.o. (brez datuma). *Infor*. Pridobljeno 7. februarja 2018 iz <http://www.omikron.si/infor.php>
 31. Pavlin, C. (2014, 14. november). Vlačilci za hitro preskrbo skladišč in proizvodnih linij. *Delo*. Pridobljeno 26. julija 2018 iz <https://www.delo.si/gospodarstvo/podjetja/vlacic-za-hitro-preskrbo-skladisc-in-proizvodnih-linij.html>
 32. Perme, T. & Zupančič, A. (2009). Ključni kazalniki notranje logistike. *IRT3000*, 4(24), 94-96.
 33. PKS Pro, d.o.o. (brez datuma). *Električni vlačilci*. Pridobljeno 1. avgusta 2018 iz <http://www.pks-pro.si/zalys/elektricni-vlacic/>
 34. Pustoslemšek, M. (2011). *Raziskava reorganizacije povezave med proizvodno linijo in skladiščem v izbranem podjetju* (magistrska naloga). Celje: Fakulteta za logistiko
 35. Rak, G. (2011). *Logistika notranjega transporta in skladiščenja*. Ljubljana: Zavod IRC.
 36. Rogelj, P., Bračič Lotrič, M. & Zajc, B. (2011). *Varnostni laserski skener za avtomatizirana vozila za transport materiala*. Pridobljeno 28. julija 2018 iz http://www.irt3000.si/mma/36_slo_pdf_2_PL.pdf/201610170908000015/
 37. Roser, C. & Nakano, M. (2016). Supermarkets vs. FIFO Lanes – A Comparison of Work-in-Process Inventories and Delivery Performance. *IFIP International*

- Conference on Advances in Production Management Systems*, (str. 651-658). Iguassu Falls: International Federation for Information Processing.
38. Schmidt, T., Meinhardt I. & Schulze F. (2016). *New design guidelines for in-plant milk-run systems*. Pridobljeno 1. avgusta 2018 iz <https://pdfs.semanticscholar.org/3fed/4f8d0c253db80c8ae595cd3af494ab120448.pdf>
 39. Sheldon, D. H. (2008). *Lean materials planning & execution : a guide to internal and external supply management excellence*. Florida: J. Ross Publishing, Inc.
 40. Strandhagen, J.W., Alfnes, E., Strandhagen, J. O. & Swahn, N. (2016). Importance of Production Environments When Applying Industry 4.0 to Production Logistics – A Multiple Case Study. *6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation* (str. 241-247). Manchester: University of Manchester.
 41. Štor, M. (2014). Informacijska podpora logistike. *Uporabna informatika*, 22(2), 104–115.
 42. Šverko, M. (2012). *Uporabanačel vitke proizvodnje pri proizvodnji žarometov* (magistrska naloga). Maribor: Fakulteta za strojništvo.
 43. Takvir, A. (2018). Milkrun 4.0 for Smart Manufacturing. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 3(2), 125-127
 44. TPV, d.o.o. (brez datuma a). *AGV rešitve*. Pridobljeno 23. julija 2018 iz <https://www.tpv.si/si/agv-resitve/>
 45. TPV, d.o.o. (brez datuma b). *Avtomatsko vodena vozila*. Pridobljeno 23. julija 2018 iz <https://www.tpv.si/si/agv-resitve/avtomatsko-vodena-vozila/>
 46. TPV, d.o.o. (brez datuma c). *Prihranite z logistiko*. Pridobljeno 23. julija 2018 iz <https://www.tpv.si/si/agv-resitve/prihranite-z-logistiko/>
 47. Valiant TMS. (brez datuma). *Electrified Monorail Systems (EMS)*. Pridobljeno 20. julija 2018 iz http://www.valiantcorp.com/products/mathandling/prod_ems_en.html
 48. Woll, C. (2003). *Identifying Value in Instructional Production Systems: Mapping the Value Stream* (doktorska disertacija). Utah: State University.
 49. Womack, J. & Jones, D. (2008). *Lean Thinking- Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster, Inc.