



ICES

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Strojništvo

Modul: Kakovost in zanesljivost procesov

OPTIMIZACIJA TOKA MATERIALA V KAMNOLOMU VERD

Mentor/-ica: Dr. Lidija Rihar
Lektor/-ica: Maša Špiler, univ. dipl. slov.

Kandidat/-ka: Matija Komprej

Ravne na Koroškem, december 2017

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Lidiji Rihar za pomoč, vodenje in usmerjanje pri izdelavi diplomske naloge.

Hvala g. Matjažu Kompreju iz podjetja Kamnolom Verd za nasvete in pomoč pri praktičnem delu naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici Maši Špiler, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Zahvala gre tudi vsem, ki so mi skozi študijska leta kakorkoli pomagali.

IZJAVA

»Študent/ka _____ izjavljam, da sem avtor/ica tega diplomskega dela, ki sem ga napisal/a pod mentorstvom _____.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

V diplomski nalogi so opisane teoretične osnove vitke proizvodnje ter metode za povečanje produktivnosti. Predstavljen je potek analize toka vrednosti, ki je ena izmed metod, s katero lahko ugotovimo zapravljanja in izgube v proizvodnem procesu.

Praktični del naloge obsega popis obstoječega stanja v podjetju Kamnolom Verd ter predlog izboljšave proizvodnega procesa v tem podjetju. V podjetju Kamnolom Verd se ukvarjajo s proizvodnjo več vrst kamenih agregatov. Agregati se uporabljajo za nizke gradnje, ceste, obnovo železniških tirov idr. V diplomskem delu bom iskal rešitve za skrajšanje časa pri raztovarjanju materiala iz vagonov na motorna vozila. Ker je trenutni potek razkladanja zamuden in dolgotrajen, bo nov sistem pripomogel k zmanjšanju časa in stroškov razkladanja.

Rezultat analize toka vrednosti za proizvodni proces Kamnoloma Verd sta shemi JE- in NAJ-stanja ter konstrukcija tračnega transporterja, ki predstavlja izboljšan proizvodni proces.

KLJUČNE BESEDE

Vitka proizvodnja, analiza toka vrednosti (VSM), JE-stanje, NAJ-stanje, tračni transporter

ABSTRACT

The thesis deals with the theoretical perspectives of lean production and with methods for production improvement. It also presents Value Stream Mapping, which is a method for discovering losses in the production process.

The company Verd Kamnolom distributes a wide assortment of stone aggregates. These aggregates are used for civil engineering, roads, rail track renovation, etc. In my thesis I will seek solutions to reduce the time when unloading material from wagons to motor vehicles. As the current unloading process is time-consuming, the new system will help reduce the time and costs of unloading.

The main part of the thesis provides an analysis of the current value flow in Kamnolom Verd and puts forward some proposed changes of the production process. The results of value stream mapping are CURRENT-state map, FUTURE-state map and construction of belt conveyor.

KEYWORDS

Lean production, Value Stream Mapping (VSM), CURRENT-state map, FUTURE-state map, belt conveyor

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
1.2	CILJI NALOGE	1
1.3	PREDSTAVITEV PODJETJA IN OKOLJA	2
1.4	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	3
2	METODE DELA	3
3	TEORETIČNE OSNOVE VITKE PROIZVODNJE	4
4	METODE ZA POVEČEVANJE PRODUKTIVNOSTI	6
4.1	JIT (JUST IN TIME)	6
4.2	TQM – CELOVITO OBVLADOVANJE KAKOVOSTI	8
4.3	KAIZEN	8
4.4	TPS – TOYOTIN PROIZVODNI SISTEM	9
4.5	5S	10
5	MODELIRANJE TOKA VREDNOSTI	11
5.1	POTEK ANALIZE TOKA VREDNOSTI	12
5.1.1	<i>Analiza potreb kupcev izdelka</i>	12
5.1.2	<i>Popis toka vrednosti izdelka</i>	14
5.1.3	<i>Popis proizvodnih procesov</i>	14
5.1.4	<i>Popis toka materiala</i>	17
5.1.5	<i>Popis skladiščenja</i>	18
5.1.6	<i>Popis poslovnega procesa</i>	19
5.1.7	<i>Popis dobavitelja kupjencev</i>	20
5.1.8	<i>Določitev pretočnega časa in časa obdelave enot izdelka</i>	21
6	TRAČNI TRANSPORTERJI ZA SIPKE MATERIALE	22
6.1	ELEMENTI TRAČNIH TRANSPORTERJEV	23
6.1.1	<i>Trak transporterja</i>	25
7	PREDSTAVITEV PROBLEMA – PRAKTIČNI PROBLEM	25
7.1	POPIS OBSTOJEČEGA JE-STANJA	26
7.2	ANALIZA ČASA OPERACIJ OBSTOJEČEGA JE-STANJA	30
7.2.1	<i>Analiza časa operacij obstoječega transportnega procesa – JE-stanje za podjetje Slovenske železnice</i>	30
7.2.2	<i>Analiza časa operacij obstoječega transportnega procesa – JE-stanje za zasebno podjetje</i>	33
8	PREDLOG IZBOLJŠAVE OBSTOJEČEGA STANJA	36
8.1	POPIS IN ANALIZA PREDLAGANEGA NAJ-STANJA	40

8.1.1	<i>Analiza predloga izboljšave transportnega procesa – NAJ-stanje za podjetje Slovenske železnice</i>	43
8.1.2	<i>Analiza izboljšave transportnega procesa – NAJ-stanje za zasebno podjetje</i>	45
9	UGOTOVITVE IN ZAKLJUČEK.....	47
	LITERATURA IN VIRI	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Stebri vitke proizvodnje.....	5
Slika 2: JIT-koncept – primerjava med običajno in JIT-dostavo	7
Slika 3: JIT koncept – osnovni elementi JIT-proizvodnje	7
Slika 4: Celovito obvladovanje kakovosti	8
Slika 5: KAIZEN oziroma proces stalnih izboljšav.....	9
Slika 6: Toyotin proizvodni sistem – TPS.....	10
Slika 7: Modeliranje toka vrednosti izdelka	12
Slika 8: Simbol kupca	13
Slika 9: Podatkovno okno kupca.....	14
Slika 10: Simbol proizvodnega procesa.....	15
Slika 11: Čas obdelave.....	15
Slika 12: Čas priprave	16
Slika 13: Podatkovno okno – proizvodni proces	16
Slika 14: Simbol toka materiala	17
Slika 15: Tok materiala s simboli transportnih sredstev	18
Slika 16: Simbol skladiščenja	18
Slika 17: Podatkovno okno – skladiščenje.....	19
Slika 18: Simbol za poslovni proces	19
Slika 19: Simbol dobavitelja kupljencev	20
Slika 20: Podatkovno okno dobavitelja kupljencev	21
Slika 21: Časovnica izvedbe toka vrednosti.....	21
Slika 22: Konstrukcijski elementi tračnega transporterja	24
Slika 23: Prikaz operacij časov analize toka vrednosti JE-stanja za podjetje Slovenske železnice.....	28
Slika 24: Prikaz operacij in izračun časov analize toka vrednosti JE-stanja zasebnega podjetja	29
Slika 25: Shema toka vrednosti z označeno možnostjo izboljšave.....	38
Slika 26: Konstrukcija mobilnega transportnega sistema	39
Slika 27: Načrt toka vrednosti materiala NAJ-stanja za podjetje Slovenske železnice	41
Slika 28: Načrt toka vrednosti materiala NAJ-stanja za zasebno podjetje.....	42

OZNAKE UPORABLJENIH SIMBOLOV, KRATIC IN TUJK

5S	Metoda nenehnega izboljševanja
B	Širina traka [m]
DD	Število delovnih dni podjetja
DK	Dostavna količina enot izdelka [kos/dostavo]
JE-stanje	Analiza obstoječega stanja
JIDOKA	Koncept avtomatske ustavitve stroja
JIT	Just in time
KAIZEN	Sistem stalnih izboljšav
KANBAN	Sistem z minimalnimi zalogami
KS	Količina stanja enot izdelka [kos]
LK	Letno število enot izdelka [kos]
m	Število skladišč
n	Število proizvodnih procesov
NAJ-stanje	Analiza željenega stanja
PI	Izkoriščenost transportnega procesa [%]
Q	Kapaciteta tračnega transporterja [t/h]
R	Razpoložljivost stroja [%]
seiketsu	Japonsko za standardizacijo
seiri	Japonsko za sortiranje
seiso	Japonsko za čiščenje
seiton	Japonsko za organizirati
shitsuke	Japonsko za vzdrževanje stanja
SMED	Single Minute Exchange od Die – metoda hitre menjave orodij
STP	Stopnja toka proizvodne enote izdelka [%]
t_{dej}	Dejanski proizvodni čas [sek/izmeno]
t_{del}	Delovni čas [sek/Dd]
t_{dob}	Čas dobave [Dd]
t_{dos}	Čas doseganja stanja [Dd]
t_{dosj}	Čas doseganja stanja v j-tem skladišču [Dd]
TK	Čas takta kupca [sek/kos]
t_{nakl}	Čas nakladanja [sek/t]
t_{obd}	Čas obdelave enote izdelka [sek]
t_{obdi}	Čas obdelave enote i-tega izdelka [sek]
t_{osk}	Čas ponovne oskrbe [Dd]
T_p	Pripravljalni čas [min]
TPM	Metoda celovitega produktivnega vzdrževanja
t_{pre}	Proizvodni pretočni čas [Dd]
TPS	Toyota Production System – Toyotin proizvodni sistem
TQM	Total Quality Management – metoda celovitega obvladovanja kakovosti
t_{raz}	Razpoložljivi proizvodni čas [sek/izmeno]
t_{raz}	Čas razpisa naročila [Dd]
t_{razkl}	Čas razkladanja [sek/t]
t_{tra}	Čas transporta [Dd]
v	Hitrost traka [m/s]
VSM	Value Stream Mapping – analiza toka vrednosti
ρ	Gostota materiala [t/m ³]

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

V današnjem času si vsa podjetja želijo poslovanje brez odvečnih izgub in stroškov ter ohranjanje konkurenčnosti na trgu. Za zmanjšanje stroškov je potrebna odstranitev izgub iz proizvodnega procesa, ki jih najlažje prepoznamo s pomočjo analize toka vrednosti. Analiza toka vrednosti je metoda vitke proizvodnje in predstavlja pregled trenutnega stanja v nekem proizvodnem procesu. Uporabimo jo lahko v vseh procesih, ki so potrebni izboljšave in kjer želimo zmanjšati izgube.

Veliko podjetij v svoje poslovanje vpeljuje značilnosti vitke proizvodnje, ki omogoča, da je proizvodni proces od naročila do odpreme čim krajši. Cilj vitke proizvodnje je odpraviti vse nepotrebne izgube in odstraniti elemente, ki ne ustvarjajo dodane vrednosti.

Obravnavano področje diplomskega dela se osredotoča na izvedbo analize toka vrednosti in ugotavljanje obstoječega stanja v podjetju Kamnolom Verd. S tem bodo prepoznane nepotrebne izgube v proizvodnem procesu s ciljem ugotavljanja učinkovitejšega, hitrejšega in izboljšanega dela v podjetju. Z učinkovitejšim načinom dela se v podjetju lahko izognemo zastojem, nepotrebni stroškom, ki nastanejo zaradi trenutne uporabe dodatnih strojev in dodatnega časa.

V podjetju Kamnolom Verd se zaradi velikih potreb Slovenskih železnic po kamenih agregatih pojavljajo težave pri razkladanju materiala iz tovornih vagonov. Trenutni sistem razkladanja vagonov poteka na način, pri katerem agregate sipajo iz vagonov na tla in ponovno nakladajo s pomočjo stroja. Tak sistem je zamuden in občutno predrag. Z analizo toka vrednosti bomo ugotovili, kje v tem sistemu se pojavljajo največje izgube. Proces razkladanja materiala bomo poskušali izboljšati na način, da bo le-ta časovno in finančno manj potraten ter bolj učinkovit.

1.2 CILJI NALOGE

Namen diplomskega dela je predstavitev vitke proizvodnje in njenih metod ter analiza obstoječega stanja toka materiala in na podlagi le-te predlaganje možnih izboljšav v proizvodnem procesu.

Cilji naloge so:

- podati predlog izboljšav v proizvodnem procesu,
- predstaviti analizo obstoječega stanja toka materiala,
- oblikovati optimalni tok materiala,
- obravnavano podjetje usmeriti v vitko razmišljanje,
- odpraviti zapravljanja in skrajšati pretočne čase izvedbe naročil,
- poenostaviti razkladanje vagonov,
- zmanjšati stroške in čase razkladanja.

1.3 PREDSTAVITEV PODJETJA IN OKOLJA

Podjetje Kamnolom Verd, d.o.o., se ukvarja s proizvodnjo in prodajo različnih vrst kamenih in kamnolomskih drobljenih agregatov.

Kamnolom Verd leži ob zahodnem vznožju hriba Javorč ob železniški postaji Verd. Teren kamnoloma je pretežno tipično kraški.

Pridobivanje kamnine na lokaciji tega podjetja sega daleč v preteklost, kjer so sprva ročno pridobivali kamnine, ki so jih potrebovali za gradnjo.

Intenzivnost izkoriščanja surovin se je povečala po potresu v Ljubljani leta 1895, saj so želeli iz okolice Vrhnike voziti v Ljubljano gradbeni material za obnovo porušenega mesta. V ta čas sodijo tudi pričetki izkoriščanja surovin v sedanjem kamnolomu Verd. Deželni zbor je leta 1895 odobril finančna sredstva za pripravljalna dela za izgradnjo železniške proge Verd–Ljubljana. Tako se je pričela eksploatacija za potrebe železnic in gradbeništva v ožji in širši okolici, najprej v manjšem obsegu, po pričetku gradnje železniške proge Trst–Ljubljana pa v večjem obsegu.

Podjetje Kamnolom Verd, d.o.o, kot ga poznamo danes, je bilo ustanovljeno leta 1998 in je v večinski lasti Slovenskih železnic – Železniško gradbenega podjetja Ljubljana, d.d.

Lokacija kamnoloma je neposredno ob železniški postaji Verd v občini Vrhnika. Viden je iz primorske avtoceste Ljubljana–Koper.

Podjetje dobavlja vse vrste apnenčevih drobljenih kamnolomskih agregatov za potrebe železniške infrastrukture, nizkih gradenj, kot so ceste, mostovi, predori, podporni in oporni zidovi, visoke gradnje in hidrotehničnih objektov (Kamnolom Verd, b. d.).

1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Zaradi propada velikih gradbenih podjetij je gradbena branža v zadnjih letih dosegla eno najnižjih ravni. To se je odrazilo tudi v visokem padcu porabe drobljenih agregatov na trgu, zato se v gradbenih podjetjih zadnja leta bije boj za obstanek.

Ključnega pomena so izračuni stroškov in učinkovito delo. V podjetju Kamnolom Verd, d.o.o, se velikokrat pojavi problematika glede transporta, ki je na vrhuncih sezone na kritični meji. Ogromne količine materiala je potrebno v kratkem času pripraviti in odpremiti k strankam. Pri tem so bistvenega pomena hitrost in učinkovite rešitve pri predaji materiala naročniku.

2 METODE DELA

Raziskovanje bo potekalo znotraj podjetja Kamnolom Verd, d.o.o., v okviru nakladalnih in razkladalnih del.

Za raziskave bomo uporabili naslednje metode:

- analitična metoda,
- sintetična metoda,
- opisna metoda,
- računska metoda (uporabljeni bodo podatki podjetja),
- metoda združevanja.

V teoretičnem delu bo uporabljena opisna metoda, saj ta del vsebuje opis obstoječega stanja in opis teoretičnih osnov, potrebnih za postavitve transportnega sistema. Prav tako bo v teoretičnem delu diplomske naloge uporabljena metoda združevanja, saj bo v tem delu naloge predstavljena teoretična osnova različnih avtorjev.

Analitična metoda bo uporabljena skozi celotno diplomsko delo, saj bo tako v teoretičnem kot tudi v praktičnem delu diplomske naloge problem razčlenjen v posamezne podsklope in njihove opise.

Sintetična metoda bo uporabljena v poglavju z ugotovitvami, kjer bodo združene glavne ugotovitve raziskovalnega dela v povezavi s teoretičnimi izhodišči.

Računska metoda bo uporabljena v praktičnem delu, kjer bodo izračunani časi in količine ter zmogljivost tračnega transporterja, potrebne za oblikovanje JE- in NAJ-stanja.

3 TEORETIČNE OSNOVE VITKE PROIZVODNJE

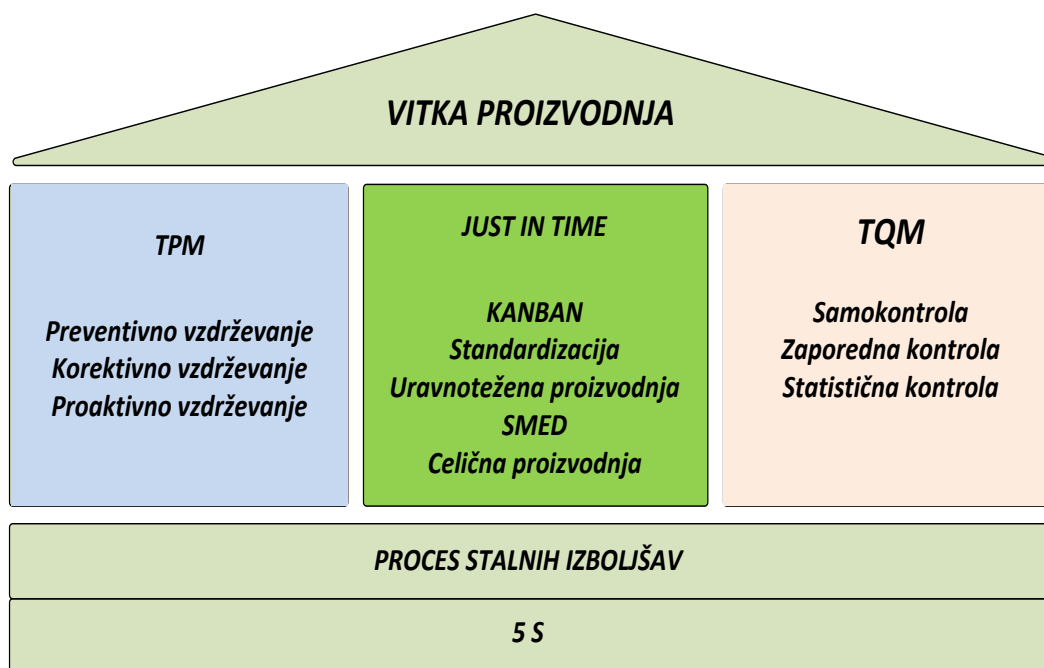
Vitka proizvodnja je strategija, ki povezuje različne metode za povečevanje produktivnosti v organizaciji, s ciljem odpraviti odvečne aktivnosti in potrate, ki ne ustvarjajo dodatne vrednosti (Demetra Lean Way, b. d.).

Vitka proizvodnja je »sistematični pristop k identifikaciji in odstranjevanju izgub s pomočjo nenehnih izboljšav«. Gre za »proizvajanje izdelkov ali storitev po potrebi kupca z namenom doseganja odličnosti poslovanja« (Andersson, Eriksson in Torstensson, 2006).

Osnove koncepta vitke proizvodnje je prvi uporabil ustanovitelj podjetja Toyota kmalu po začetku druge polovice prejšnjega stoletja. Bistvena značilnost vitke proizvodnje je izločitev vseh izgub v procesu proizvodnje ter izboljšava proizvodnega procesa, ki temelji na usmerjenosti k uporabniku in k nenehnemu napredku. Z uporabo metod koncepta vitke proizvodnje lahko podjetje postane zelo konkurenčno tako z vidika proizvodnje kot tudi podjetja kot celote. Z vpeljavo vitke proizvodnje delo poteka tekoče in brez zastojev. Posledica tega je manj dela, manj vlaganj, manj orodij in manj časa v proizvodnem procesu (Kešetovič, 2012).

Proces vitke proizvodnje je dinamičen in usmerjen na predvidevanje možnih težav. Značilnost vitke proizvodnje je, kako opraviti čim več v krajšem času in z manj opreme (Kešetovič, 2012).

Strategija vitke proizvodnje sloni na treh stebrih. Prvi steber je metoda celovitega produktivnega vzdrževanja, TPM, drugi steber je metoda Just In Time oziroma JIT, tretji steber pa predstavlja metoda celovitega obvladovanja kakovosti, TQM. Te metode so podprte še s procesom stalnih izboljšav in metodo 5S (Slika 1).



Slika 1: Stebri vitke proizvodnje
(Vir: Uno 'Lean Manufacturing' ZTI Ljubljana, 2014)

Kot je omenjeno zgoraj, je bistvena značilnost vitke proizvodnje odstranitev izgub in odvečnih procesov. V skladu s strategijo vitke proizvodnje lahko izgube v procesih razdelimo na več vrst. Izgube so lahko vsi zastoji v proizvodnem procesu, ki se pojavijo zaradi pomanjkljivih informacij, zaradi čakanja na odločitve ali odvečnih sestankov. Izgube so tudi vse aktivnosti, ki se pojavijo zaradi sprememb izdelka ali tehnološkega procesa. Izgube se lahko pojavijo tudi zaradi transporta, gibanja, prevelike proizvodnje ali napačno vključenih oziroma napačno vodenih ljudi (Mahmoud, 2014).

Izgube in odvečni procesi v proizvodnji se lahko odstranijo zgolj s stalnimi izboljšavami, kar je glavni princip strategije vitke proizvodnje. Posledica vpeljave vitke proizvodnje je izboljšana učinkovitost, ki se meri s časom, v katerem je izdelek končan (Mahmoud, 2014).

Koncept vitke proizvodnje temelji na petih principih. Prvi princip je osredotočanje na kupčevo zaznavanje izdelka. Drugi princip je analiza vrednosti procesa, s katero določimo aktivnosti, ki izdelku dodajajo vrednost. Aktivnosti, ki nimajo dodane vrednosti, izločimo iz procesa. Tretji princip, na katerem sloni koncept vitke proizvodnje, je obvladovanje toka procesa proizvodnje izdelka s poudarkom na izločanju nepotrebnih zalog dela, materiala ali postopkov. Četrty princip je planiranje procesov, s katerim preprečujemo nastajanje zalog. Zadnji princip vitke proizvodnje je usmerjenost v odličnost poslovanja z nenehnim izboljševanjem (Gošnik, 2013).

4 METODE ZA POVEČEVANJE PRODUKTIVNOSTI

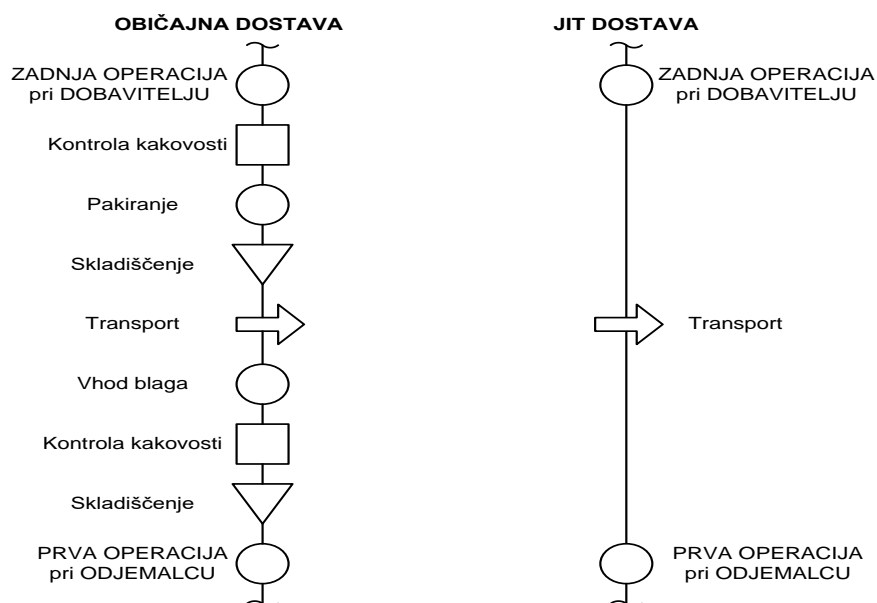
Obstaja veliko različnih metod, s katerimi lahko v podjetju racionaliziramo poslovanje, povečamo produktivnost in zmanjšamo stroške. V nadaljevanju je naštetih in opisanih nekaj najbolj pogosto uporabljenih. Te metode so:

- JIT (Just In Time),
- TQM,
- KAIZEN,
- TPS,
- 5S.

4.1 JIT (JUST IN TIME)

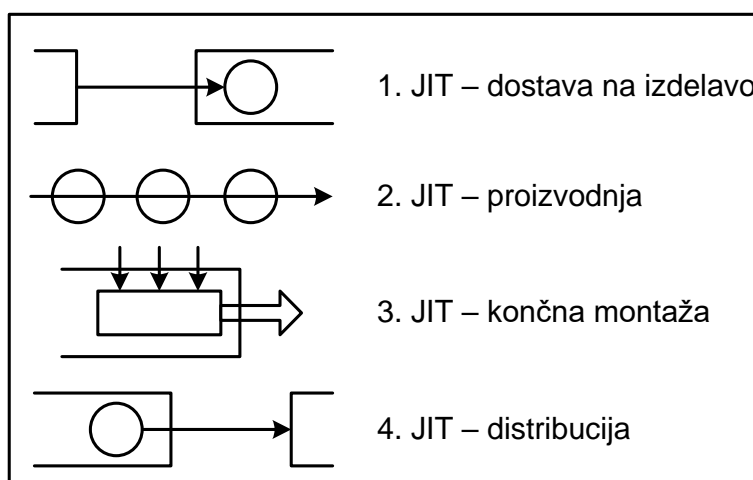
Metoda JIT je ena izmed najbolj razširjenih in poznanih metod za povečevanje produktivnosti. JIT-koncept (Slika 2) pomeni, da podjetje posluje brez nepotrebnih zalog in vzdržuje zgolj varnostno zalogo, kar pomeni znižanje nabavnih stroškov in hkrati izboljšanje poslovanja (Hong-Mo Yeh, 2003). Model predpostavlja, da so zaloge slabe za podjetje, saj večajo stroške in ne predstavljajo zaščite proizvodnega sistema v nepredvidenih situacijah (Just in Time, b. d.).

Cilj JIT-koncepta je proizvodnja brez napak, ki pa je mogoča le v primeru zagotavljanja kakovosti v vseh fazah proizvodnega procesa. Za uspešnost koncepta JIT morajo biti zadovoljeni nekateri pogoji, kot so stabilna proizvodnja, prilagodljiva delovna sila, dobra vzdržljivost strojev, zanesljivi dobavitelji (Bezenšek, 2014).



Slika 2: JIT-koncept – primerjava med običajno in JIT-dostavo
(Vir: Bezenšek, 2014)

Razlikujemo štiri osnovne elemente JIT-proizvodnje (Slika 3).

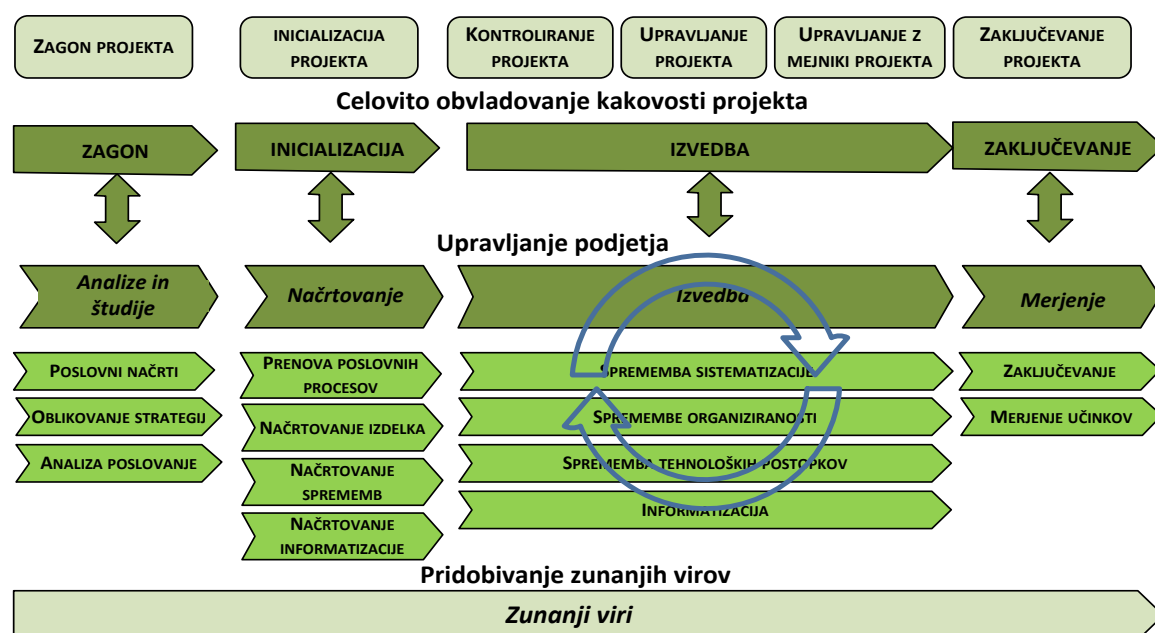


Slika 3: JIT koncept – osnovni elementi JIT-proizvodnje
(Vir: Bezenšek, 2014)

S hitrim razvojem gospodarstva postaja koncept JIT nekoliko manj aktualen. V zadnjih desetletjih se je namreč pojavilo mnogo novejših konceptov, na primer TQM (Total Quality Management) oziroma celovito obvladovanje kakovosti, šest sigma, KAIZEN oziroma proces nenehnih izboljšav in drugi.

4.2 TQM – CELOVITO OBVLADOVANJE KAKOVOSTI

Celovito obvladovanje kakovosti, TQM, je sistem, ki skuša materialne in človeške vire organizacije za doseganje ciljev uporabiti na najbolj učinkovit način, hkrati pa vzdrževati kakovost in izboljšati zadovoljstvo v podjetju (Andersson idr., 2006).



Slika 4: Celovito obvladovanje kakovosti
(Vir: Kušar idr., 2002)

Učinkovito proizvodnjo z zmanjšanjem stroškov podjetja po konceptu TQM dosegajo z iskanjem in izrabljanjem notranjih rezerv in sposobnosti zaposlenih. Cilj TQM je izboljševanje procesov, izdelkov in storitev in doseganje zadovoljstva kupca ob hkratnem znižanju stroškov podjetja (Andersson idr., 2006).

4.3 KAIZEN

Naslednja metoda za povečevanje produktivnosti je metoda KAIZEN, ki izhaja iz japonskih besed KAI, ki pomeni spremembo, in ZEN, ki pomeni na boljše. KAIZEN je torej proces nenehnega izboljševanja. Za učinkovitost metode mora biti le-ta prisotna na vseh ravneh podjetja. Vodstvo mora omogočati inovacije in možnosti napredovanja (Boca, 2011).

Metoda KAIZEN temelji na uporabi »skritega« znanja in izkušenj, ki ga imajo zaposleni v nekem podjetju. Znanja torej ni potrebno pridobiti na novo, potrebno je zgolj odstraniti ovire, da se obstoječe znanje lahko izrazi (Boca, 2011).

Cilj metode KAIZEN je kontinuirano zbiranje koristnih predlogov, ki pomenijo veliko izboljšav izdelkov ali storitev, aktivnosti in procesov v podjetju (Jordan, 2013).

Pozitivne posledice metode nenehnega izboljševanja so poleg boljše učinkovitosti še izboljšanje organizacijske klime, motiviranje zaposlenih, prihranki in izboljšanje kakovosti (Jordan, 2013).



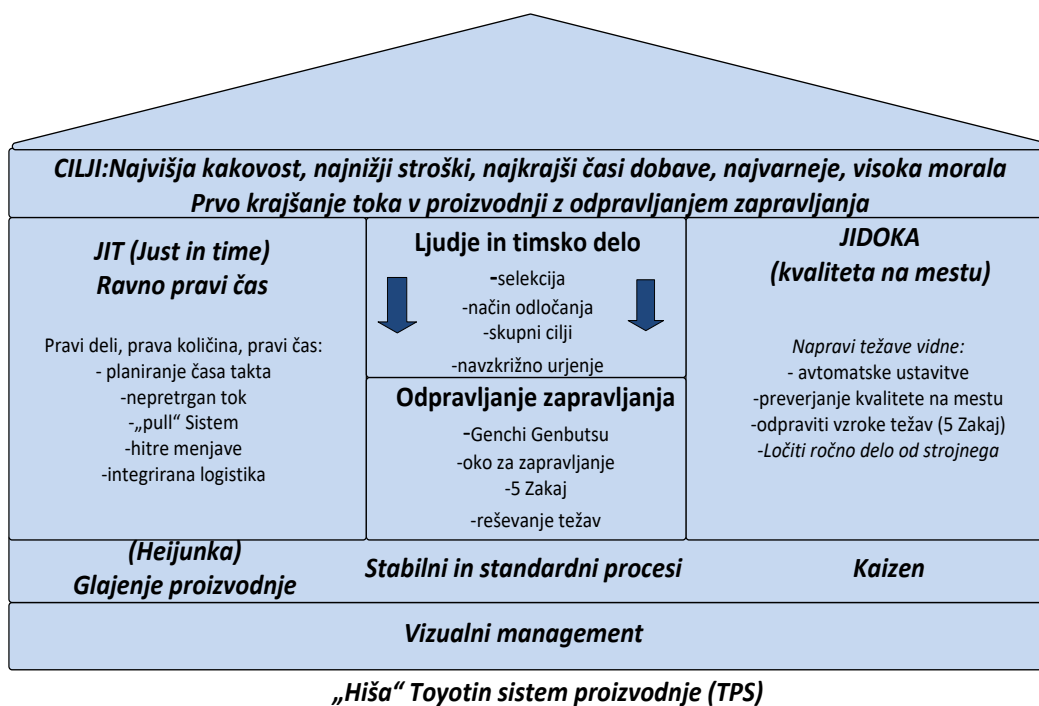
*Slika 5: KAIZEN oziroma proces stalnih izboljšav
(Vir: Lolidis, 2006)*

Ključni elementi KAIZENA so kakovost, trud, vključevanje vseh zaposlenih, želja po spremembah in komunikacija. Za delovanje je potrebno timsko delo, posebna disciplina, moralnost, kontrola kakovosti in predlogi za izboljšanje (Jordan, 2013).

4.4 TPS – TOYOTIN PROIZVODNI SISTEM

TPS ali Toyotin proizvodni sistem temelji na malih serijah in odstranitvi vsega, kar ne predstavlja dodane vrednosti izdelka. Posledica uvedbe TPS je znižanje stroškov, bistvena značilnost TPS pa skrajšanje časa od kupčevega naročila izdelka do dostave izdelka kupcu. TPS sestavljajo trije stebri. Prvi je koncept JIDOKA, kar

pomeni avtomatsko ustavitev stroja ob težavah, naslednji steber je koncept JIT, ki predstavlja dostavo materialov pravi čas v pravi količini. Zadnji steber, ki sestavlja TPS, je timsko delo, ki se kaže v načinu odločanja in skupnih ciljih zaposlenih (Toyotin proizvodni sistem, b. d.).



Slika 6: Toyotin proizvodni sistem – TPS
 (Vir: <http://www.toyotaclubserbia.com/forum/topic/3963-tps-toyotin-proizvodni-sistem/>)

4.5 5S

Tudi metoda 5S je ena od metod, s katerimi dosegamo vitko proizvodnjo. Ime izhaja iz japonskih besed (seiri, seiton, seiso, seiketsu in shitsuke), ki se navezujejo na urejenost in čistost delovnih mest. Njena bistvena značilnost je, da odstranimo vse odvečne procese in aktivnosti. Izboljšave po uvedbi 5S metode v proizvodnih procesih se lahko kažejo v zmanjšanem času proizvodnje in zmanjšanem številu popravil v procesu, izboljšana je kakovost procesa (Gorše, 2016).

Metoda 5S je sestavljena iz petih korakov. Prvi korak je sortiranje (seiri), ki se nanaša na pregled vseh orodij in materialov na delovnem mestu ter ohranitev potrebnih oziroma odstranitev nepotrebnih materialov ali orodij. Drugi korak je organiziranje (seiton), ki pomeni ureditev in postavitve materialov ali orodij na pravo

mesto. Tretji korak je čiščenje (seiso), ki se nanaša na ohranjanje čistega delovnega mesta, saj to omogoča pregled nad vsemi delovnimi potrebščinami in orodji. Četrty korak je standardizacija (seiketsu). Standardizacija dela pomeni, da vsak zaposleni ve, kaj je njegova naloga in kako jo mora opraviti. Peti korak pa je vzdrževanje stanja (shitsuke), ki se nanaša na ohranjanje standardov (5S Basic Manual, 2014).

5 MODELIRANJE TOKA VREDNOSTI

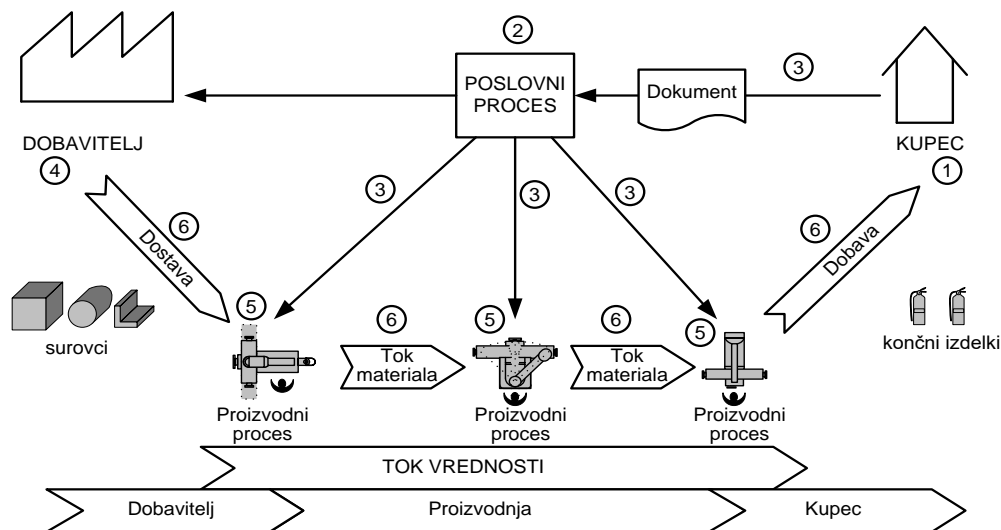
Analiza vrednosti toka procesa (angl. Value Stream Mapping – VSM) je metoda vitke proizvodnje, ki se uporablja za analizo pretoka materiala (Rogelj, 2010). Je orodje, ki nam omogoči analiziranje procesa z vidika kupca in z vidika uporabnika procesa. Uporabimo jo lahko v vseh procesih, ki so potrebni izboljšave, in je ključnega pomena pri zmanjševanju izgub.

VSM zajema vse prej opisane sestavine vitke proizvodnje, vendar ne pomeni zgolj uvedbe vseh metod vitkosti, temveč morajo biti te med seboj tudi povezane. Je torej proces za načrtovanje in povezovanje metod vitkosti. Za VSM je pomemben natančen popis trenutnega stanja, saj to omogoča razumevanje procesov dela in omogoča boljše prihodnje stanje (Tomažič, 2003; v: Jordan, 2013).

Analiza toka vrednosti je najboljša metoda za prikaz JE-stanja proizvodnje podjetja, ki upošteva proizvodne procese, tok materiala in tok informacij (Jordan, 2013).

Modeliranje toka vrednosti izdelka je sestavljeno iz šestih elementov. Prvi element je kupec, ki poda povpraševanje po rezultatih proizvodnega procesa, drugi element je poslovni proces, ki opisuje naloge obdelave izdelka, tretji element je tok informacij, ki prenaša podatke in dokumente med proizvodnimi procesi. Četrty element je dobavitelj, ki poskrbi za oskrbo podjetja z materialom, peti element je proizvodni proces, ki vključuje neposredne proizvodne aktivnosti podjetja, zadnji oziroma šesti element pa je tok materiala, ki opisuje stanje materiala med proizvodnimi procesi.

Slika 7 prikazuje elemente modeliranja toka vrednosti izdelka v proizvodnem podjetju.



Slika 7: Modeliranje toka vrednosti izdelka
(Vir: Interno gradivo, 2017)

Kot je razvidno iz Slike 7, tok vrednosti teče od dobavitelja preko proizvodnje podjetja h kupcu. Vsakega od šestih osnovnih elementov modeliranja toka vrednosti prikažemo z enostavnimi simboli.

5.1 POTEK ANALIZE TOKA VREDNOSTI

Za analizo toka vrednosti izdelka so potrebni trije koraki. Najprej je potrebno analizirati potrebe kupca izdelka, kar izvedemo na osnovi podatkov prodajne službe. Pridobiti moramo podatke o prodanih izdelkih v preteklem poslovnem letu. Nato naredimo popis toka vrednosti izdelka in na koncu glede na proizvodni čas ugotovimo možne izboljšave toka vrednosti izdelka.

5.1.1 Analiza potreb kupcev izdelka

Kot uporabnik izdelka dobi kupec pri popisovanju toka vrednosti simbol hiše (Slika 8), ki se nariše v desni zgornji kot lista za popisovanje toka vrednosti izdelka.



Slika 8: Simbol kupca
(Vir: Interno gradivo, 2017)

Pod simbol kupca se nariše pripadajoče podatkovno okno (Slika 9), v katerem so navedene vse informacije, ki so potrebne za izračun takta kupca.

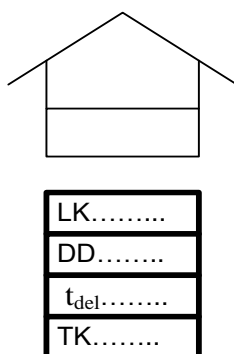
V podatkovnem oknu so torej informacije o:

- letnem številu enot izdelka, LK,
- številu delovnih dni podjetja, DD,
- delovnem času, t_{del} , in
- času takta kupca, TK, ki se določi po enačbi:

$$TK = \frac{DD \times t_{del}}{LK}$$

- TK – čas takta kupca [sek/kos]
- DD – število delovnih dni podjetja [Dd/a]
- t_{del} – delovni čas [sek/Dd]
- LK – letno število enot izdelka [kos/a]

Čas takta kupca je ena od glavnih sestavin vitke proizvodnje, saj narekuje utrip podjetja skladno z zahtevami kupca. Izražen je v sekundah na kos in pomeni, da kupec kupuje izdelke na toliko sekund. Cilj izračuna časa takta je, da proizvodni tempo prilagodimo potrebam trga (Jordan, 2013).



Slika 9: Podatkovno okno kupca
(Vir: Interno gradivo, 2017)

5.1.2 Popis toka vrednosti izdelka

Po analizi potreb kupca izdelka se lahko prične z analizo toka vrednosti izdelka, ki se vedno izvede v podjetju na mestu izvajanja proizvodnje.

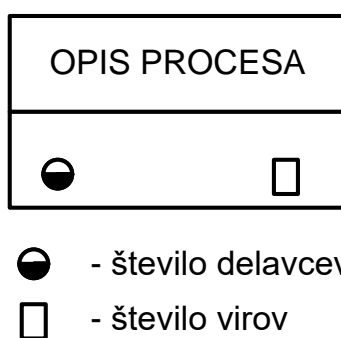
Pri popisovanju toka vrednosti izdelka se vsem delavcem, ki so vključeni v popis toka vrednosti, zastavi naslednja štiri vprašanja:

- Katero dejavnost kdo izvaja?
- Od kje se dobi informacije o tem, kaj je potrebno izvesti?
- Kako veliko je stanje oziroma zaloga?
- Od kod se dobi potrebni material oziroma delovni nalog?

Na osnovi informacij, ki so pridobljene s postavljanjem vprašanj, opazovanjem ali slikanjem delovnih mest, se pripravi shema toka vrednosti, ki prikazuje JE-stanje (Pogačnik, 2013).

5.1.3 Popis proizvodnih procesov

Pri analizi toka vrednosti je proizvodnja predstavljena s proizvodnimi procesi. Simbol za proizvodni proces je pravokotnik z opisom procesa in števila delavcev ter virov, ki izvajajo proces (Slika 10). Simboli za proizvodne procese se narišejo na spodnji strani sheme v takšnem zaporedju, kot potekajo v opazovani proizvodnji (Tapping idr., 2002; v Rogelj, 2010).

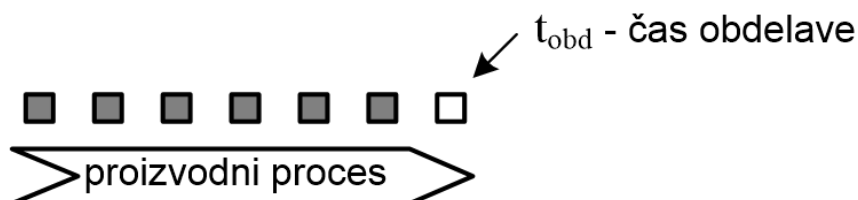


Slika 10: Simbol proizvodnega procesa
(Vir: Interno gradivo, 2017)

Vsak simbol proizvodnega procesa je dopolnjen s podatkovnim oknom, v katerem so osnovni podatki o proizvodnem procesu (Pogačnik, 2013).

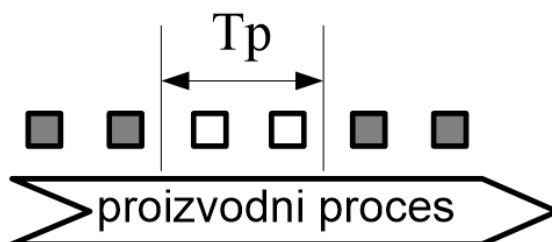
Proizvodni procesi pri analizi toka vrednosti izdelka so določeni z naslednjimi časi:

a) **Čas obdelave enote** izdelka oziroma predmeta dela (t_{obd}) pove, koliko časa se obdeluje enota izdelka, oziroma predstavlja čas, ki ga izdelek potrebuje od začetka do konca opazovane operacije (Slika 11).



Slika 11: Čas obdelave
(Vir: Interno gradivo, 2017)

b) **Čas pripravljanja stroja** (T_p) je čas, v katerem stroj ni na razpolago za obdelavo zaradi menjave orodij in naprav. Meri se od zadnjega dobrega kosa predhodnega naročila do prvega dobrega kosa opazovanega naročila (Slika 12).



Slika 12: Čas priprave
(Vir: Interno gradivo, 2017)

Pod simbole proizvodnih procesov obdelave obdelovancev se nariše pripadajoče podatkovno okno, v katero se vnesejo podatki o (Slika 13):

- nazivu stroja,
- času obdelave enote izdelka, t_{obd} [sek],
- času pripravljanja stroja, T_p [min],
- razpoložljivosti stroja, R [%], ki se določi po enačbi:

$$R = \frac{t_{dej}}{t_{raz}}$$

- R – razpoložljivosti stroja [%],
- t_{dej} – dejanskem proizvodnem času [sek/izmeno],
- t_{raz} – razpoložljivem proizvodnem času [sek/izmeno],

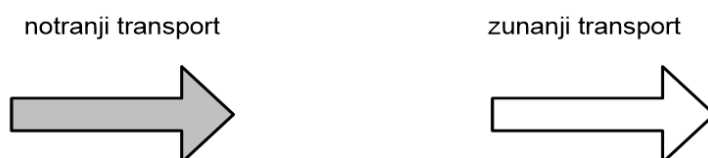
Naziv stroja
t_{obd}
T_p
t_{raz}
R

Slika 13: Podatkovno okno – proizvodni proces
(Vir: Interno gradivo, 2017)

5.1.4 Popis toka materiala

Proizvodni procesi so logično povezani s tokom materiala, ki je sestavljen iz treh komponent. Prva komponenta je transport, ki pomeni premikanje materiala ali sestavnih delov k naslednjemu proizvodnemu procesu ali v skladišče. Druga komponenta je ravnanje oziroma manipulacija z materialom, ki jo sestavljajo ročna dela pri skladiščenju predmetov dela. Tretja komponenta je skladiščenje, ki pomeni ležanje predmetov v skladišču.

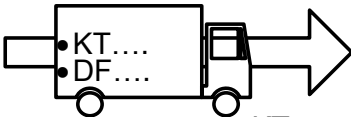

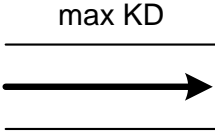
Transport od enega k naslednjemu proizvodnemu procesu se pokaže s simbolom puščice. Notranji transport je simboliziran s črno puščico, zunanji pa z belo puščico (Slika 14).



Slika 14: Simbol toka materiala
(Vir: Interno gradivo, 2017)

Simbol, s katerim je prikazan materialni tok, se dopolni s podatkovnim oknom, v katerem so navedene osnovne informacije, tj. oznaka skladišča, oznaka skladiščenega materiala, oznaka skladiščnih mest, količina stanja, pogostost dobav ipd.

Za vsak način transporta je na voljo posebna puščica (Slika 15).

Transportno sredstvo:	Simbol transportnega sredstva:
Tovornjak	 <p>KT – transportirana količina [kos] DF – dobavna frekvenca [Dd]</p>
Viličar	 <p>PV – plan voženj KT – transportirana količina [kos]</p>
Tekoči trak, viseči transporter	 <p>max KD KD - količina predmetov dela</p>

Slika 15: Tok materiala s simboli transportnih sredstev
(Vir: Interno gradivo, 2017)

5.1.5 Popis skladiščenja

Skladiščenje med dvema zaporednima proizvodnima procesoma se simbolizira s pokončnim enakostraničnim trikotnikom in vpisom oznake skladišča (Slika 16).



Slika 16: Simbol skladiščenja
(Vir: Interno gradivo, 2017)

Vsakemu simbolu skladiščenja pripada podatkovno okno (Slika 17) s podatki o:

- količini stanja enot izdelka, KS [kos], in
- času dosega stanja, t_{dos} [Dd], ki se določi po enačbi:

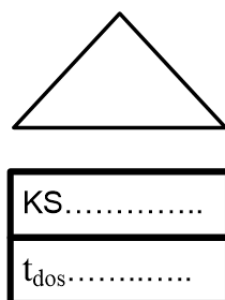
$$t_{dos} = \frac{KS}{LK} \times DD$$

t_{dos} – čas doseganja stanja [Dd]

KS – količina stanja enot izdelka [kos]

LK – letno število enot izdelka [kos/a]

DD – število delovnih dni podjetja [Dd/a]



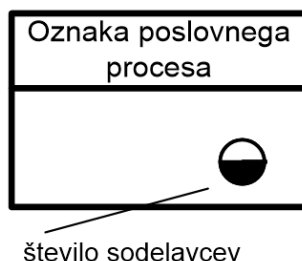
Slika 17: Podatkovno okno – skladiščenje
(Vir: Interno gradivo, 2017)

5.1.6 Popis poslovnega procesa

Da se proizvodni procesi lahko izvedejo in se predmeti dela gibljejo, so potrebne krmilne informacije, ki jih pripravi poslovni proces oziroma sistem planiranja in krmiljenja proizvodnje.

Poslovni proces proizvaja, popravlja in shranjuje informacije, ki so potrebne za planiranje in krmiljenje proizvodnih procesov oziroma izvedbo delovnih nalogov.

Poslovni proces se simbolizira s pravokotnikom ter se identificira z oznako poslovnega procesa (Slika 18).



Slika 18: Simbol za poslovni proces
(Vir: Interno gradivo, 2017)

5.1.7 Popis dobavitelja kupljencev

Prvi proizvodni proces v toku vrednosti izdelka je dobava kupljencev. Slika 19 prikazuje simbol dobavitelja kupljencev, v katerega se vnesejo podatki o:

- imenu dobavitelja,
- lokaciji dobavitelja in
- oznaki dobavljenih predmetov dela.



Slika 19: Simbol dobavitelja kupljencev
(Vir: Interno gradivo, 2017)

Pod simbol dobavitelja kupljencev se nariše pripadajoče podatkovno okno (Slika 20), v katerega se vnesejo podatki o:

- dostavni količini enot izdelka, DK [kos/dostavo], in
- času ponovne oskrbe, t_{osk} [Dd], ki se določi po enačbi:

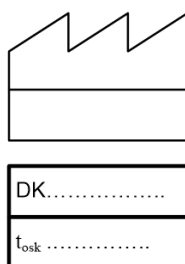
$$t_{osk} = t_{raz} + t_{tra} + t_{dob}$$

t_{osk} – čas ponovne oskrbe [Dd]

t_{raz} – čas razpisa naročila [Dd]

t_{tra} – čas transporta [Dd]

t_{dob} – čas dobave [Dd]



Slika 20: Podatkovno okno dobavitelja kupljencev
(Vir: Interno gradivo, 2017)

Simbol dobavitelja s podatkovnim oknom se nariše v zgornji levi kot risbe toka vrednosti.

5.1.8 Določitev pretočnega časa in časa obdelave enot izdelka

Za ugotavljanje možnih izboljšav toka vrednosti je osnova lomljena črta, ki je narisana v spodnjem delu risbe toka vrednosti in omogoča primerjavo in vrednotenje proizvodnih procesov. Pove nam proizvodni pretočni čas in čas obdelave enote izdelka.

Proizvodni pretočni čas je čas, ki ga predmet potrebuje, da pride od začetka do konca in pomeni vsoto vseh časov obdelave izdelka:

$$t_{pre} = \sum_{i=1}^n t_{obd_i} + \sum_{j=1}^m t_{dos_j} \approx \sum_{j=1}^m t_{dos_j}$$

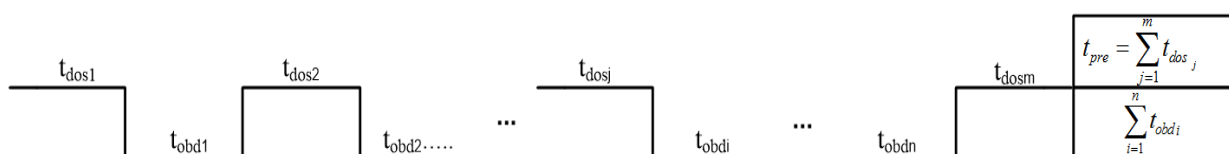
t_{pre} – proizvodni pretočni čas [Dd]

t_{obd_i} – čas obdelave enote i-tega izdelka [sek]

t_{dos_j} – čas dosega stanja v j-tem skladišču [Dd]

n – število proizvodnih procesov (operacij)

m – število skladišč



Slika 21: Časovnica izvedbe toka vrednosti
(Vir: Interno gradivo, 2017)

Na desni strani časovnice navedemo dobljeno vrednost proizvodnega pretočnega časa, pod njo pa vsoto časov obdelave izdelka.

$$\sum_{i=1}^n t_{obd_i}$$

Iz razmerja vsote časov obdelave enote izdelka in proizvodnega pretočnega časa enote izdelka se ugotovi, kakšna je stopnja toka proizvodnje, ki se določi po enačbi:

$$STP = \frac{\sum_{i=1}^n t_{obd_i}}{\sum_{j=1}^m t_{dos_j} \times t_{del}} \times 100$$

STP – stopnja toka proizvodne enote izdelka [%]

t_{obd_i} – čas obdelave enote i-tega izdelka [sek]

t_{dos_j} – čas dosega stanja v j-tem skladišču [Dd]

t_{del} – delovni čas [sek/Dd]

6 TRAČNI TRANSPORTERJI ZA SIPKE MATERIALE

Tračni transporterji so stroji za neprekinjen transport materiala. Poznamo različne vrste tračnih transporterjev, od katerih izberemo najbolj primerne glede na naše potrebe. Lahko transportirajo razsipne ali kosovne materiale po horizontalni ali po nagnjeni površini. Horizontalni ali poševni tračni transporter je lahko nameščen na enem mestu ali pa je nameščen na prevozne konstrukcije. Pri konstruiranju transporterjev imajo največjo vlogo naslednji dejavniki: transportiran material, količina materiala in dolžina transporterja (Tolmač in Prvulović, 2012).

Tolmač in Prvulović (2012) navajata veliko prednosti tračnih transporterjev. To so enostavna konstrukcija, velike kapacitete transportiranega materiala ter miren in tih tek. Z uporabo tračnih transporterjev privarčujemo pri času, saj tu ni nakladanja in razkladanja materiala. Uporaba tračnih transporterjev je za podjetja precej ekonomična, saj se v večini zmanjšajo stroški transporta.

Transporterji se uporabljajo za transport sipkega materiala. Hitrost transportiranja se giblje med 0,5 in 6 m/s. Hitrost je odvisna tudi od materiala, ki ga transportiramo. Dolžine tračnih transporterjev so lahko od 1 m pa vse do 5000 m, vendar so ti manj pogosti. Glede na material ter zahteve se prilagaja tudi širina traka (Štefančič, 2012).

Večina transporterjev je sestavljenih iz dveh bobnov, po enega na vsaki strani, od katerih je eden pogonski, drugi pa natezni, ter traka, ki je povezan preko bobnov. Pogonski boben dobiva pogon preko elektromotorja ali hidromotorja preko reduktorja. Trak, po katerem teče material, drsi po svoji dolžini po valjčkih. Za povečanje objemnega kota traka okoli pogonskega valja služi valj za upravljanje. Zaradi temperaturnih razlik, vlažnosti in staranja in da se prepreči drsenje traka preko pogonskega valja, se izvaja zatezanje trakov.

Za sipanje razsipnega materiala na trak služi lijak. Grebač pa je namenjen postrganju materiala, ki se lahko zaradi vlage nalepi na trak (Tolmač in Prvulović, 2012).

Tolmač in Prvulović (2012) navajata več tipov tračnih transporterjev, ki se uporabljajo v praksi. Ločimo jih:

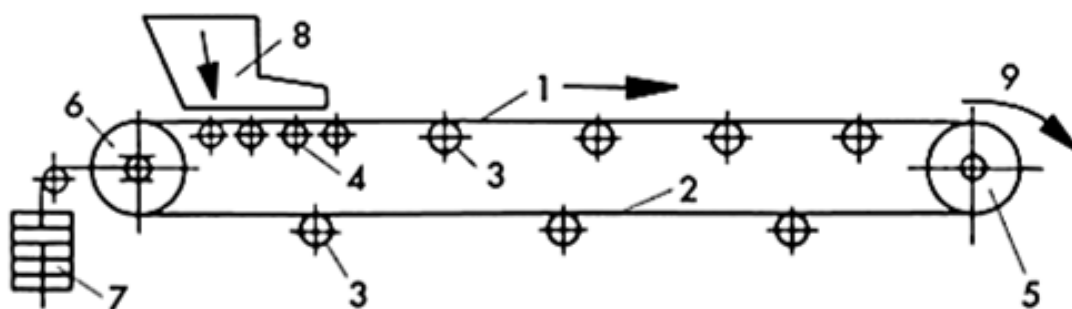
- Po obliki traku: ravni ali ovijajoči.
- Po tipu traku: gumirani, kovinski in ojačani trak (z žično mrežo, s kovinskimi šipkami – palicami, ali lesenimi letvami).
- Po vrsti pogona: pogon je lahko na en ali na oba valja.
- Po načinu sipanja materiala na transportni trak: s sipanjem materiala na skrajnem robu ali s sipanjem med obema valjema.
- Po načinu sipanja materiala s transportnega traka: s plugom ali s posebnim vozičkom za razkladanje materiala).

6.1 ELEMENTI TRAČNIH TRANSPORTERJEV

Tračni transporterji se najpogosteje uporabljajo za transport sipkega materiala, lahko tudi kosovnega. Glede na material in zahteve se prilagaja tudi širina transportnega traku. Pri izračunu širine traku so v pomoč tudi enačbe. Konstrukcijske elemente je potrebno načrtovati glede na zmogljivosti in namen transportnega sistema (Štefančič, 2012).

Osnovni elementi tračnega sistema, prikazanega na Sliki 22, so:

- 1) Trak
- 2) Jalovi del traku
- 3) Podporni valji
- 4) Zgoščeni podporni valji na obremenjenem delu
- 5) Pogonski boben
- 6) Napenjalni boben
- 7) Napenjalna utež
- 8) Dodajalnik



Slika 22: Konstrukcijski elementi tračnega transporterja
(Vir: Štefančič, 2012)

Bistveni in najdražji del tračnega transportnega sistema je trak. Giblje se preko pogonskega bobna, ki je na strani. Poganja ga lahko elektromotor ali hidromotor. Na nasprotni strani je napenjalni boben, ki z utežjo ali z zatezalnim sistemom skrbi, da trak ne zdrsi in se s tem poškoduje. Trak je razdeljen na dva dela. To sta nosilni in jalovi del. Da se trak na nosilni strani ne povesi, so na preračunano razdaljo nameščeni podporni valji. Zaradi velikih sil so na nosilni strani valji bolj zgoščeni kot na jalovi strani, kjer ni obremenitev. Doziranje materiala na trak se običajno izvede s pomočjo vijačnih transporterjev, rotacijskih dodajalcev ali preko žleba, po katerem drsi material na trak. Pri tem je pomembno, da je žleb pod takim kotom, da se hitrost materiala, ki zdrsi po žlebu, približa hitrosti traka (Štefančič, 2012).

Razkladanje materiala s traka se lahko vrši:

- s pomočjo ploščatega brisalca, ki potiska material iz traka,
- s pomočjo bočnih valjčkov ali
- s pomočjo razkladalnih vozičkov.

6.1.1 Trak transporterja

Najpomembnejši element tračnega transporterja je trak. Pomembno je, da se zaradi ekonomičnosti izbere čim primernejši trak. Na tržišču obstajajo različne vrste trakov, razlikujejo pa se tudi po kvaliteti. Dražji trakovi so načeloma kvalitetnejši, kar se odraža v dobi trajanja. Cena traku lahko predstavlja tudi polovico cene celotnega transporterja.

Trak sestavljajo vlakna, ki so iz različnih materialov. Za trakove, ki so izpostavljeni manjšim obremenitvam, se uporabljajo npr. bombaž ali umetna vlakna. Za trakove, ki so izpostavljeni velikim obremenitvam, se uporabljajo jeklene žične vrvi (Štefančič, 2012).

Glede na uporabo in zahtevano zmogljivost proizvajalci ponujajo standardne širine od 300 mm pa do 2800 mm (Štefančič, 2012).

7 PREDSTAVITEV PROBLEMA – PRAKTIČNI PROBLEM

Podjetje Kamnolom Verd, d.o.o., se ukvarja s proizvodnjo in prodajo različnih vrst kamenih in kamnolomskih drobljenih agregatov, kjer se še posebej v poletnih mesecih na vrhuncu sezone prikaže problem razkladanja natovorjenih vagonov.

Zaradi velikih potreb Slovenskih železnic, ki predstavljajo glavnega odjemalca kamnitega granulata (70 % celotne letne prodaje), ter sezonskih in neenakomernih naročil se pojavljajo težave in nezmožnosti zagotavljanja pravočasnih dobav, zaradi česar prihaja do zamud pri dobavah in dodatnih stroškov. Težavo sedaj rešujejo z dvozmenskimi ali podaljšanim delovnim časom zaposlenih.

Drugi največji odjemalec kamenih agregatov je zasebno podjetje, kjer se pojavljajo isti problemi.

Glavna težava je v predolgi transportni poti granulata od deponije, kjer se kamniti granulati skladiščijo, razkladanja materiala na deponijo in ponovnega nakladanja iz vmesne deponije na tovorne vagoni, kjer se transportni proces konča.

Analiza vrednosti toka materiala VSM (Value Stream Mapping) je ena izmed metod dela, s katero se lahko najlažje prikaže dejansko stanje transportnega procesa agregatov, s katero sem prikazal popis dejanskega procesa in predlog izboljšave.

Metoda VSM nam poda posnetek in analizo trenutnega stanja ter hkrati omogoča prepoznavanje in odpravo prepoznanih pomanjkljivosti.

Analiza toka vrednosti je bistvenega pomena pri optimizaciji transportnega procesa in je namenjena grafičnemu prikazu toka materiala in informacij od začetka procesa do kupca. Poudarek analize toka vrednosti je v izboljševanju tega procesa. Omogoča nam odkrivanje nepotrebnih poti in zapravljanj ter ugotavljanje možnih rešitev za njihovo odpravo.

Za vsak proces, ki ima svoj postopek, se izdelata ločeno VSM-analizo. V nalogi bo popisana transportni proces kamnitega agregata za dva največja kupca, ki predstavljata 95% delež celotne letne prodaje granulata, transport pa poteka preko podjetja Slovenske železnice.

7.1 POPIS OBSTOJEČEGA JE-STANJA

Za vizualizacijo in analizo JE-stanja transportnega procesa je potreben popis operacij trenutnega stanja in izračun povprečnih pretočnih časov operacij ter vmesnih zalog.

Potrebne podatke za risanje diagrama toka vrednosti obstoječega JE-stanja in analizo toka vrednosti materiala sem pridobil neposredno v podjetju z opazovanjem in merjenjem procesov, kjer sem zabeležil povprečne dnevne zaloge granulata v deponiji, povprečni čas nakladanja in razkladanja ter čas vmesnega transporta do ponovne deponije ter končnega nakladanja na vagoni.

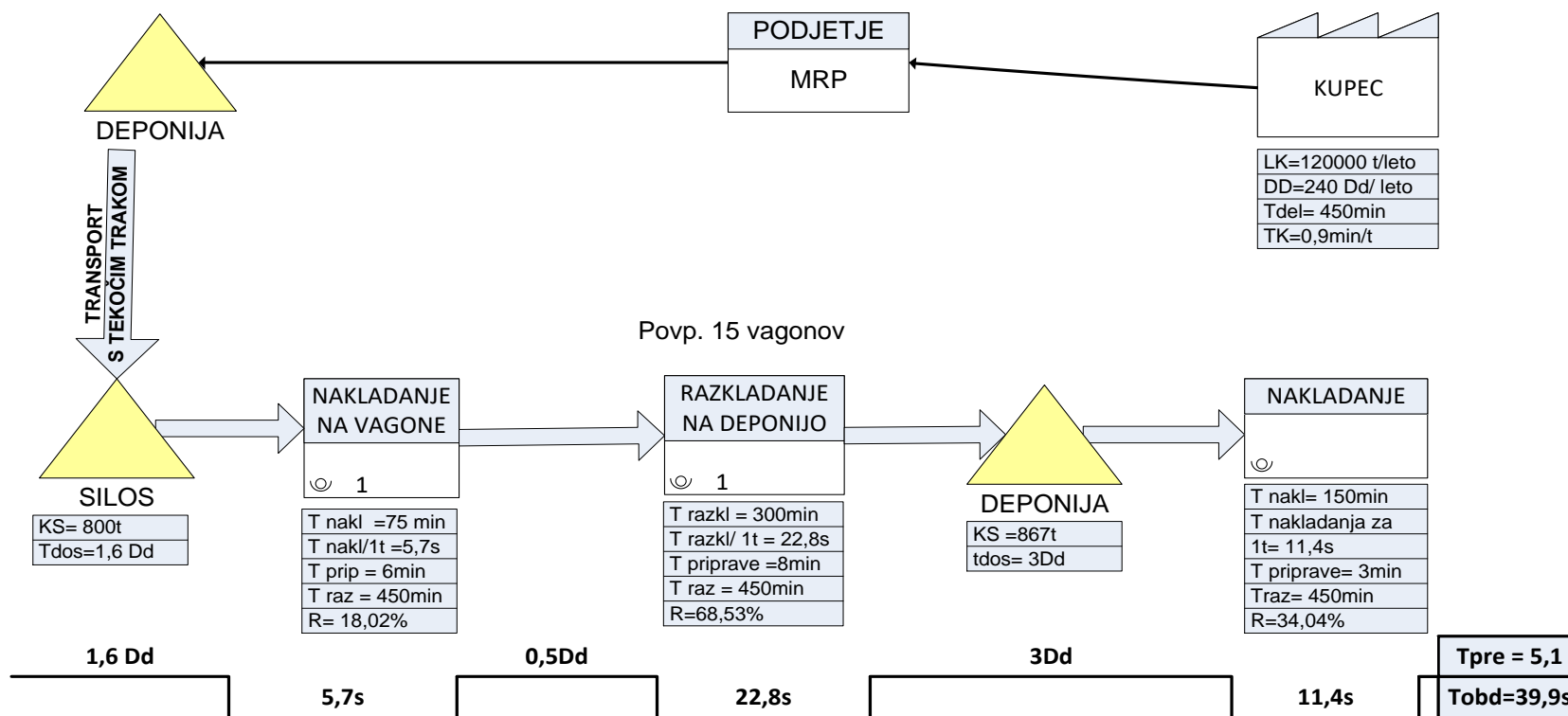
Popis procesa in analize sem preračunal na 1 tono preloženega kamnitega granulata, kjer ima 1 m³ kamnitega granulata med 1,55–1,6 tone. Za preračun 1 m³ kamnitega granulata privzamem 1,6 t/m³.

Potrebne podatke za risanje toka vrednosti materiala sem pridobil v podjetju z opazovanjem in merjenjem časov operacij transportnega procesa.

Trenutni transportni proces razkladanja vagonov poteka tako, da agregati sipajo material iz vagonov na tla in ponovno nakladajo s pomočjo stroja, kot prikazuje načrt toka vrednosti za transportni proces trenutnega JE-stanja za podjetje Slovenske železnice na Sliki 23 in načrt toka vrednosti materiala JE-stanja za zasebno podjetje, ki ga prikazuje Slika 24.

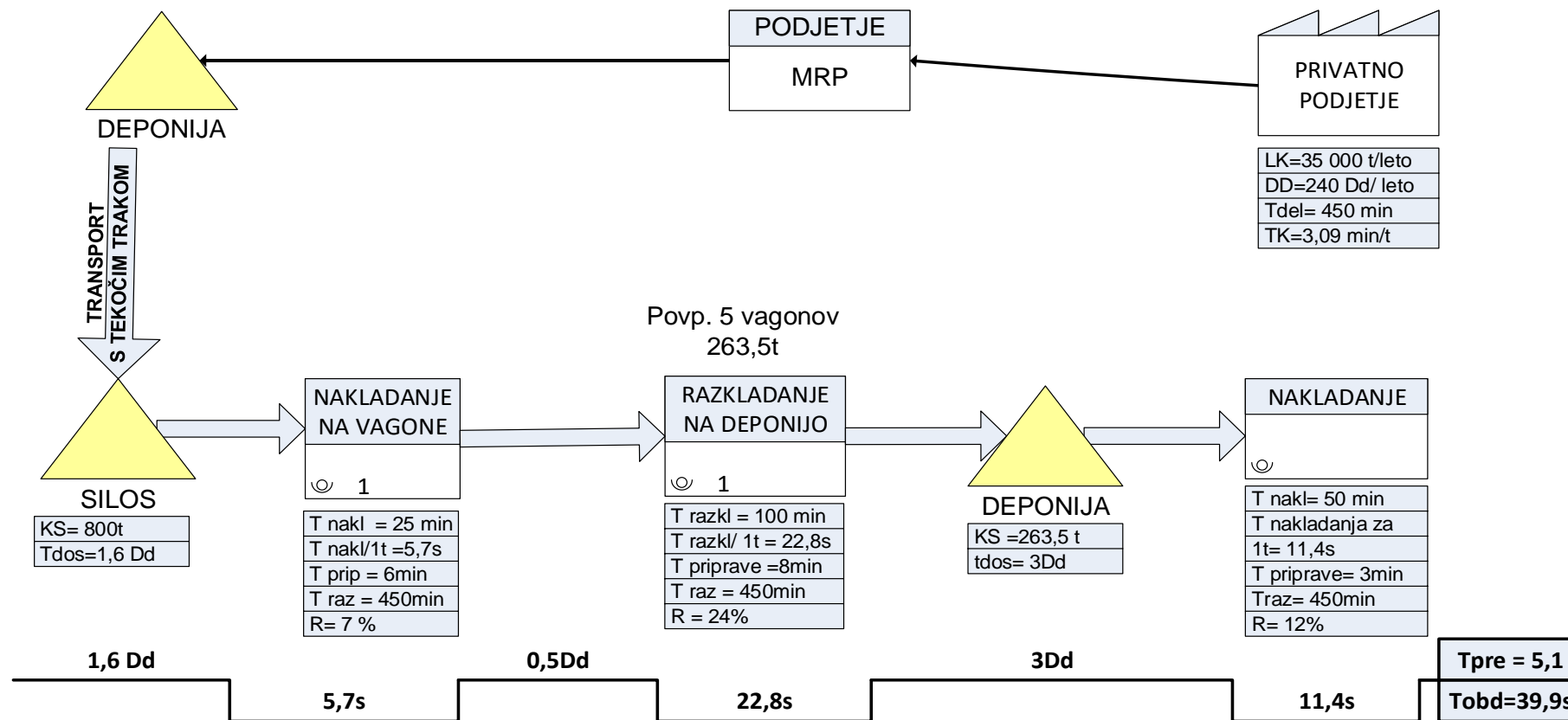
V nadaljevanju bo najprej popisan tok vrednosti materiala za transportni proces za Slovenske železnice, nato še za zasebno podjetje.

Slika 23 prikazuje popis operacij in izračun časov toka vrednosti toka materiala JE-stanja za podjetje Slovenske železnice.



Slika 23: Prikaz operacij časov analize toka vrednosti JE-stanja za podjetje Slovenske železnice (Vir: lasten)

Slika 24 prikazuje popis operacij in izračun časov toka vrednosti toka materiala JE-stanja zasebnega podjetja.



Slika 24: Prikaz operacij in izračun časov analize toka vrednosti JE-stanja zasebnega podjetja (Vir: lasten)

7.2 ANALIZA ČASA OPERACIJ OBSTOJEČEGA JE-STANJA

Za popis analize časa JE-stanja toka vrednosti materiala sem izračunal:

- razpoložljivi čas proizvodnje,
- celotni razpoložljivi čas proizvodnje,
- čase prekinitiv,
- čas cikla posamezne operacije,
- pripravljalni čas,
- razpoložljivost,
- število proizvodnih operacij,
- skupni čas cikla operacij.

V nadaljevanju bodo najprej izračunani časi operacij JE-stanja toka vrednosti materiala za transportni proces podjetja Slovenske železnice in nato še zasebnega podjetja.

7.2.1 Analiza časa operacij obstoječega transportnega procesa – JE-stanje za podjetje Slovenske železnice

Razpoložljivi čas

V podjetju delovni dan traja 8 ur, od tega je 30 minut časa za malico, zato računamo, da ima en delovni dan 7,5 ure. V enem letu je 240 delovnih dni. Z upoštevanjem tega sem izračunal razpoložljivi čas dela:

$$t_{del} = 7,5 \text{ ur} \cdot 60 \text{ min} = 450 \text{ min}$$

Takt kupca

Iz letnega naročila kupca se po enačbi izračuna čas takta kupca:

$$TK = \frac{DD \cdot t_{del}}{LK} = \frac{240 \cdot 450}{120\,000} = 0,9 \text{ t/min}$$

Pri čemer DD predstavlja število delovnih dni na leto, LK pa pomeni letno količino naročenega materiala, ki znaša za podjetje Slovenske železnice 120.000 ton.

Čas nakladanja na vagone

Čase nakladanja na vagone sem pridobil z merjenjem. Povprečno nakladanje na 15 vagonov, tj. 790,5 t, traja 75 min. Iz tega sem izračunal čas nakladanja za eno tono, ki znaša 5,7 s.

$$t_{nakl} = \frac{75 \cdot 60 \text{ s}}{790,5 \text{ t}} = 5,7 \text{ s/t}$$

Povprečen čas priprave stroja za nakladanje sem pridobil z merjenjem, ki se izvede za vsakih 15 vagonov, tj. 790,5 t, in traja 6 min.

Dejanski čas nakladanja na vagone sem izračunal s formulo $t_{dej} = T_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavil podatke o času priprave stroja in čas nakladanja materiala na vagone.

$$t_{dej} = 6 \cdot 60 \text{ s} + 790,5 \text{ t} \cdot 5,7 \text{ s} = 4865,85 \text{ s}$$

Razpoložljivi proizvodni čas je preračunan iz 7,5-urnega delovnika.

$$t_{raz} = 450 \cdot 60 \text{ s} = 27000 \text{ s}$$

Iz pridobljenih podatkov sem izračunal razpoložljivost stroja za nakladanje materiala na vagone pri transportnem procesu po formuli:

$$R_1 = \frac{t_{dej}}{t_{raz}} = \frac{4865,85}{27000} = 0,1802$$

Razpoložljivost stroja pri operaciji nakladanja na vagone je 18 %. Glede na obstoječo infrastrukturo v tem procesu izboljšava ni možna brez večjih finančnih vlaganj.

Čas razkladanja na deponijo

Čase razkladanja vagonov sem pridobil z merjenjem. Povprečno razkladanje 15 vagonov, tj. 790,5 t, traja 300 min. Iz tega sem izračunal čas razkladanja ene tone, ki traja 22,8 s.

$$t_{razkl} = \frac{300 \cdot 60 \text{ s}}{790,5 \text{ t}} = 22,77 \text{ s/t}$$

Čas priprave stroja sem pridobil z merjenjem. Povprečni čas za pripravo stroja za nakladanje na 15 vagonov, tj. 790,5 t, traja 8 min.

Dejanski čas razkladanja na deponijo sem izračunal po formuli $t_{dej} = t_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavili podatke o času priprave stroja za razkladanje in času razkladanja materiala.

$$t_{dej} = 8 \cdot 60 \text{ s} + 790,5 \cdot 22,8 \text{ s} = 18503,4 \text{ s}$$

Razpoložljivi proizvodni čas je enak kot pri prejšnji operaciji in znaša 27.000 s.

Iz pridobljenih podatkov sem izračunal razpoložljivost stroja pri operaciji razkladanja materiala.

$$R_2 = \frac{t_{dej}}{t_{raz}} = \frac{18503,4}{27\,000} = 0,6853$$

Razpoložljivost stroja pri operaciji razkladanja materiala je 69 %.

Čas nakladanja na kamione

Čase nakladanja na kamione sem pridobil z merjenjem. Povprečno nakladanje 790,5 ton na kamione traja 150 minut. Iz tega sem izračunal čas nakladanja za eno tono, ki znaša 11,4 s.

$$t_{nakl} = \frac{150 \cdot 60 \text{ s}}{790,5 \text{ t}} = 11,4 \text{ s/t}$$

Čas priprave stroja za nakladanje na kamione sem pridobili z merjenjem. Povprečna priprava za nakladanje na 15 vagonov, tj. 790,5 t, traja 3 minute.

Dejanski čas nakladanja na kamione sem izračunal po formuli $t_{dej} = t_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavil podatke o času priprave in času razkladanja materiala.

$$t_{dej} = 3 \cdot 60 \text{ s} + 790,5 \cdot 11,4 \text{ s} = 9191,7 \text{ s}$$

Razpoložljivi čas nakladanja na kamione je enak kot pri prejšnji operaciji in znaša 27.000 s.

Iz pridobljenih podatkov sem izračunal razpoložljivost stroja za nakladanje na kamione.

$$R_3 = \frac{t_{dej}}{t_{raz}} = \frac{9191,7}{27\,000} = 0,3404$$

Razpoložljivost stroja pri procesu nakladanja je 34 %.

Iz vsote časov, ki povečajo vrednost procesa in pretočnega časa, sem izračunal izkoriščenost transportnega procesa po formuli:

$$PI = \frac{\text{vsota časov, ki povečajo vrednost}}{\text{pretočni čas}}$$

$$PI = \frac{39,9 \text{ s}}{5,1 \text{ Dd} \cdot 7,5 \text{ Nh} \cdot 3600 \text{ s/Nh}} \cdot 100 = 0,029 \%$$

Izkoriščenost transportnega procesa JE-stanja za kupca Slovenske železnice je 0,029 %.

7.2.2 Analiza časa operacij obstoječega transportnega procesa – JE-stanje za zasebno podjetje

Razpoložljivi čas

V podjetju delovni dan traja 8 ur, od tega je 30 minut časa za malico, zato računamo, da ima en delovni dan 7,5 ure. V enem letu je 240 delovnih dni. Z upoštevanjem tega sem izračunal razpoložljivi čas dela:

$$t_{del} = 7,5 \text{ ur} \cdot 60 \text{ min} = 450 \text{ min}$$

Takt kupca

Letna količina naročenega materiala s strani zasebnega podjetja je 35.000 ton. Iz tega izračunamo takt kupca po formuli:

$$TK = \frac{DD \cdot t_{del}}{LK} = \frac{240 \cdot 450}{35000} = 3,09 \text{ t/min}$$

Pri čemer DD predstavlja delovne dni na leto, LK pa pomeni letno količino naročenega materiala s strani zasebnega podjetja, ki je 35.000 ton.

Čas nakladanja na vagone

Čase nakladanja na vagone sem pridobil z merjenjem. Povprečno se naklada na 5 vagonov, tj. 263,5 t, in nakladanje traja 25 min. Iz tega sem izračunal čas nakladanja za eno tono, ki znaša 5,7 s.

$$t_{nakl} = \frac{25 \cdot 60s}{263,5t} = 5,7s/t$$

Čas priprave stroja za nakladanje sem pridobil z merjenjem. Povprečna priprava za nakladanje 5 vagonov, tj. 263,5 t, traja 6 min.

Dejanski čas nakladanja na vagono sem izračunal s formulo $t_{dej} = t_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavil podatke o času priprave stroja in čas nakladanja materiala na vagono.

$$t_{dej} = 6 \cdot 60s + 263,5 t \cdot 5,7 s = 1862,0 s$$

Razpoložljivi proizvodni čas je preračunan iz 7,5-urnega delovnika.

$$t_{raz} = 450 \cdot 60s = 27000s$$

Iz pridobljenih podatkov sem izračunal razpoložljivost stroja za nakladanje materiala na vagono pri transportnem procesu po formuli:

$$R_1 = \frac{t_{dej}}{t_{raz}} = \frac{1862,0}{27000} = 0,07$$

Razpoložljivost stroja pri proizvodnem procesu nakladanja na vagono je 7 %.

Čas razkladanja na deponijo

Čase razkladanja vagonov sem pridobil z merjenjem. Povprečno razkladanje 5 vagonov, tj. 263,5 t, traja 100 min. Iz tega sem izračunal čas razkladanja ene tone, ki traja 22,8 s.

Čas priprave stroja sem pridobil z merjenjem. Povprečni čas za pripravo stroja za nakladanje na 5 vagonov, tj. 263,5 t, traja 8 min.

Dejanski čas razkladanja na deponijo sem izračunal po formuli $t_{dej} = t_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavil podatke o času priprave stroja za razkladanje in času razkladanja materiala.

$$t_{dej} = 8 \cdot 60 s + 263,5 \cdot 22,8 s = 6487,8 s$$

Razpoložljivi proizvodni čas je enak prejšnjemu procesu in znaša 27.000 s.

Iz pridobljenih podatkov sem izračunal razpoložljivost stroja pri operaciji razkladanja materiala.

$$R_2 = \frac{t_{dej}}{t_{raz}} = \frac{6487,8}{27000} = 0,24$$

Razpoložljivost stroja pri procesu razkladanja materiala je 24 %.

Čas nakladanja na kamione

Čase nakladanje na kamione sem pridobil z merjenjem. Povprečno nakladanje 263,5 t na kamione traja 50 minut. Iz tega sem izračunal čas nakladanja za eno tono, ki znaša 11,4 s.

$$t_{nakl} = \frac{50 \cdot 60s}{263,5t} = 11,4 \text{ s/t}$$

Čas priprave stroja za nakladanje na kamione sem pridobili z merjenjem. Povprečna priprava za nakladanje na 5 vagonov, tj. 263,5 t, traja 3 min.

Dejanski čas nakladanja na kamione sem izračunal po formuli $t_{dej} = t_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavil podatke o času priprave in času razkladanja materiala.

$$t_{dej} = 3 \cdot 60 \text{ s} + 263,5 \cdot 11,4 \text{ s} = 3183,9 \text{ s}$$

Razpoložljivi čas nakladanja na kamione je enak kot pri prejšnji operaciji in znaša 27.000 s. Iz pridobljenih podatkov sem izračunal razpoložljivost stroja za nakladanje na kamione.

$$R_3 = \frac{t_{dej}}{t_{raz}} = \frac{3183,9}{27000} = 0,12$$

Razpoložljivost stroja pri procesu nakladanja je 12 %.

Pri privatnem podjetju je izkoriščenost JE-stanja enaka kot pri prvem kupcu, tj. 0,029 %, saj so pretočni čas in časi, ki povečajo dodano vrednost na tono, enaki.

8 PREDLOG IZBOLJŠAVE OBSTOJEČEGA STANJA

Trenutni transportni proces razkladanja vagonov poteka tako, da agregati sipajo material iz vagonov na tla in ponovno nakladajo s pomočjo stroja, kar povzroča dolg pretočni čas transportnega procesa, zato je takšen sistem zamuden in občutno predrag. Takšen način razkladanja je počasen in neekonomičen, zato se je v podjetju pokazala potreba po hitrejšem razkladanju.

To so tudi razlogi za izdelavo analize toka vrednosti pri procesu razkladanja vagonov in za vpeljavo novega načina.

Natovarjanje vagonov poteka tako, da se material iz silosov naloži neposredno na vagone, kjer se pojavi problem pri raztovarjanju vagonov. Sedaj to poteka tako, da se natovorjeni agregati s sipanjem iz vagona odlagajo na tla, kjer se pojavi zaloga materiala, ki čaka na nadaljnji transport do delovišča.

Pri tem načinu pride do problema že pri tem, da je izsipna odprtina na vagonu tako nizko, da je potrebno material izpod odprtine neprestano strojno odstranjevati. Ta material se nato odlaga, kar pa zahteva dodaten prostor ter čas in predstavlja dodatne stroške zaradi dvojnega dela. Bolj ekonomično bi bilo, če bi kamion nalagali takoj, brez vmesnega odlaganja materiala, vendar to zaradi logističnih težav ni vedno mogoče. V obeh primerih bi bil potreben primerno velik stroj (nakladalec), kjer nastane dodaten problem zaradi transporta primerne stroja na lokacijo razkladanja vagonov.

Tudi tu se pojavljajo isti problemi pri razkladanju in nakladanju vagonov. V nadaljevanju bo najprej popisan proces transporta materiala za Slovenske železnice, nato še zasebnega podjetja.

Iz rezultatov JE-stanja je razvidno, da prihaja do zapravljanj predvsem pri razkladanju vagonov in nakladanju materiala na kamione, kjer se material odlaga na tla, nato pa ga je potrebno naložiti na tovornjake, kar predstavlja dodaten čas in stroške – zaloga materiala, ki stoji na deponiji.

S podrobnim pregledom in analizo rezultatov JE-stanja toka vrednosti materiala predlagam rešitev, kako bi lahko izboljšali transportni proces razkladanja iz vagonov in s tem prihranili čas in nepotrebne stroške.

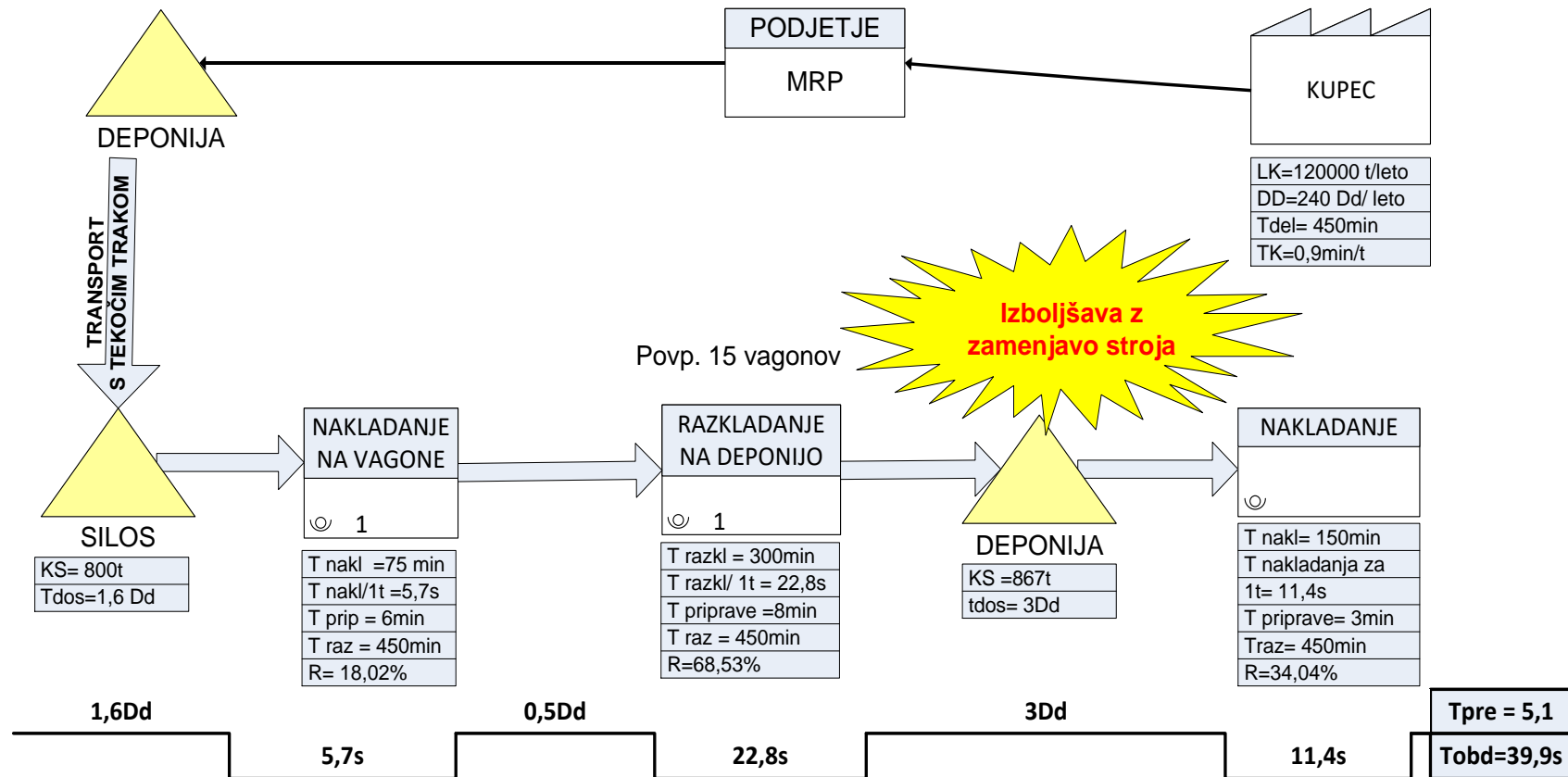
Na Sliki 25 je prikazano mesto predlagane izboljšave oziroma eliminacije zapravljanja. Največ izgub v transportnem procesu nastane zaradi nepotrebne dvojne dela razkladanja materiala na deponijo in ponovnega nakladanja na kamione. Ta del procesa predstavlja slabo organizacijo in nepotrebno izgubo časa.

Predlagana izboljšava bi bila uvedba mobilnega tračnega transporterja, s katerim bi lahko nadomestili operacijo razkladanja materiala na deponijo in ponovnega nakladanja na kamione z operacijo, v kateri bi lahko hkrati razložili material in ga takoj naložili na kamione brez vmesnega razkladanja na deponijo. S tem bi lahko skrajšali čas razkladanja in nakladanja materiala za približno polovico.

Konstrukcija transportnega sistema (Slika 26) bi bila pričvrščena na traktor, kar zagotavlja potrebno mobilnost za delo na različnih deloviščih. Pri dimenzioniranju bo potrebno upoštevati višino razkladalne lopute na vagonu, širino lopute, višino traktorja ter standardno višino tovornjakov. Največji problem je nizka višina lopute za sipanje materiala iz vagona. Zaradi tega problema bo potrebno konstruirati transportni sistem, sestavljen iz dveh delov – trakov. Prvi del bo prišel zelo nizko pod vagon, kamor bo mogoče sipati material. Ta del se bo dvignil do te višine, da bo mogoče material presipati na drugi del, ki bo potekal čez traktor, do višine, potrebne za nakladanje kamionov. Za pogon transporterja bo poskrbel motor traktorja.

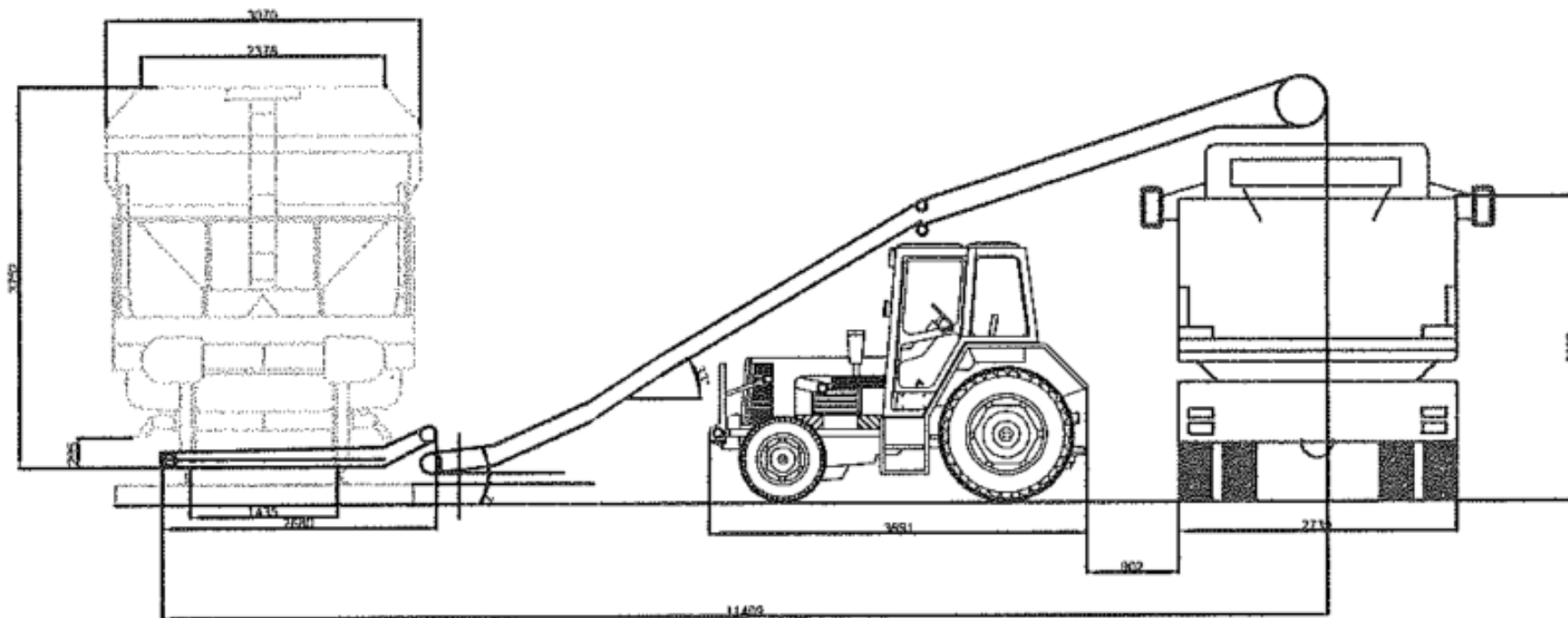
Na ta način bo mogoče zelo hitro izprazniti vagone in prihraniti tako čas kot tudi denar.

Slika 25 prikazuje mesto izboljšave obstoječega JE-stanja.



Slika 25: Shema toka vrednosti z označeno možnostjo izboljšave (Vir: lasten)

Slika 26 prikazuje idejno konstrukcijo transportnega mobilnega sistema.



Slika 26: Konstrukcija mobilnega transportnega sistema
(Vir: lasten)

8.1 POPIS IN ANALIZA PREDLAGANEGA NAJ-STANJA

Na podlagi predlagane izboljšave, uvedbe mobilnega tračnega transporterja, s katerim bi bilo mogoče hkrati razložiti material in ga takoj naložili na kamione brez vmesnega razkladanja na deponijo, sem izdelal načrt NAJ-stanja transportnega procesa. Proces nakladanja na vagon ostane enak, kot je opisan v JE-stanju. Operacija razkladanje na deponijo ter operacija nakladanje bo zamenjana z eno samo operacijo razkladanja in nakladanja.

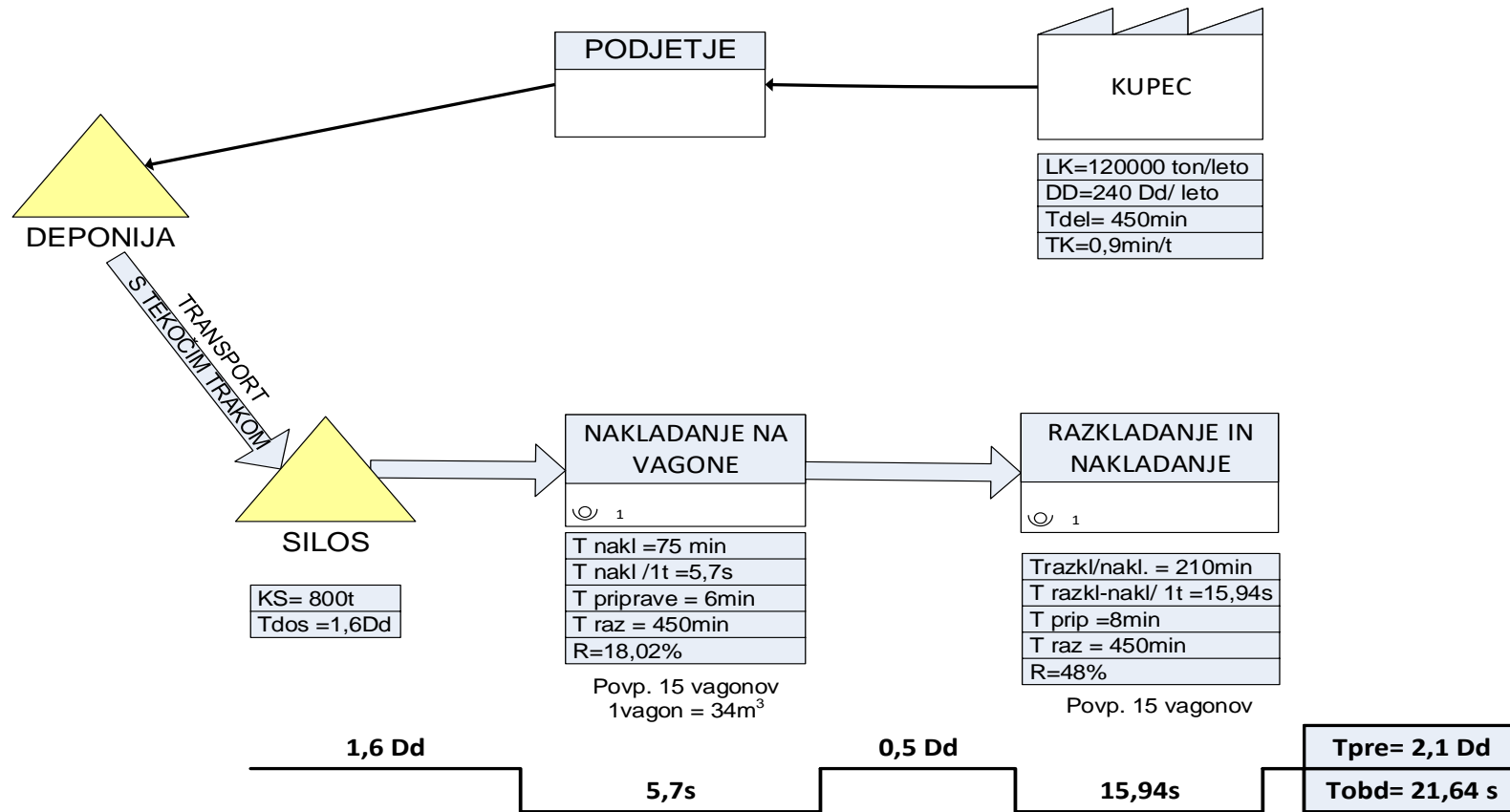
Načrt NAJ-stanja za podjetje Slovenske železnice prikazuje Slika 27, načrt toka vrednosti materiala NAJ-stanja za zasebno podjetje prikazuje Slika 28.

Za analize NAJ-stanja toka vrednosti materiala sem ponovno izračunal razpoložljivi čas proizvodnje:

- Celotni razpoložljivi čas proizvodnje,
- časi prekinitev,
- čas cikla posamezne operacije,
- pripravljalni čas,
- razpoložljivost,
- število proizvodnih operacij,
- skupni čas cikla operacij.

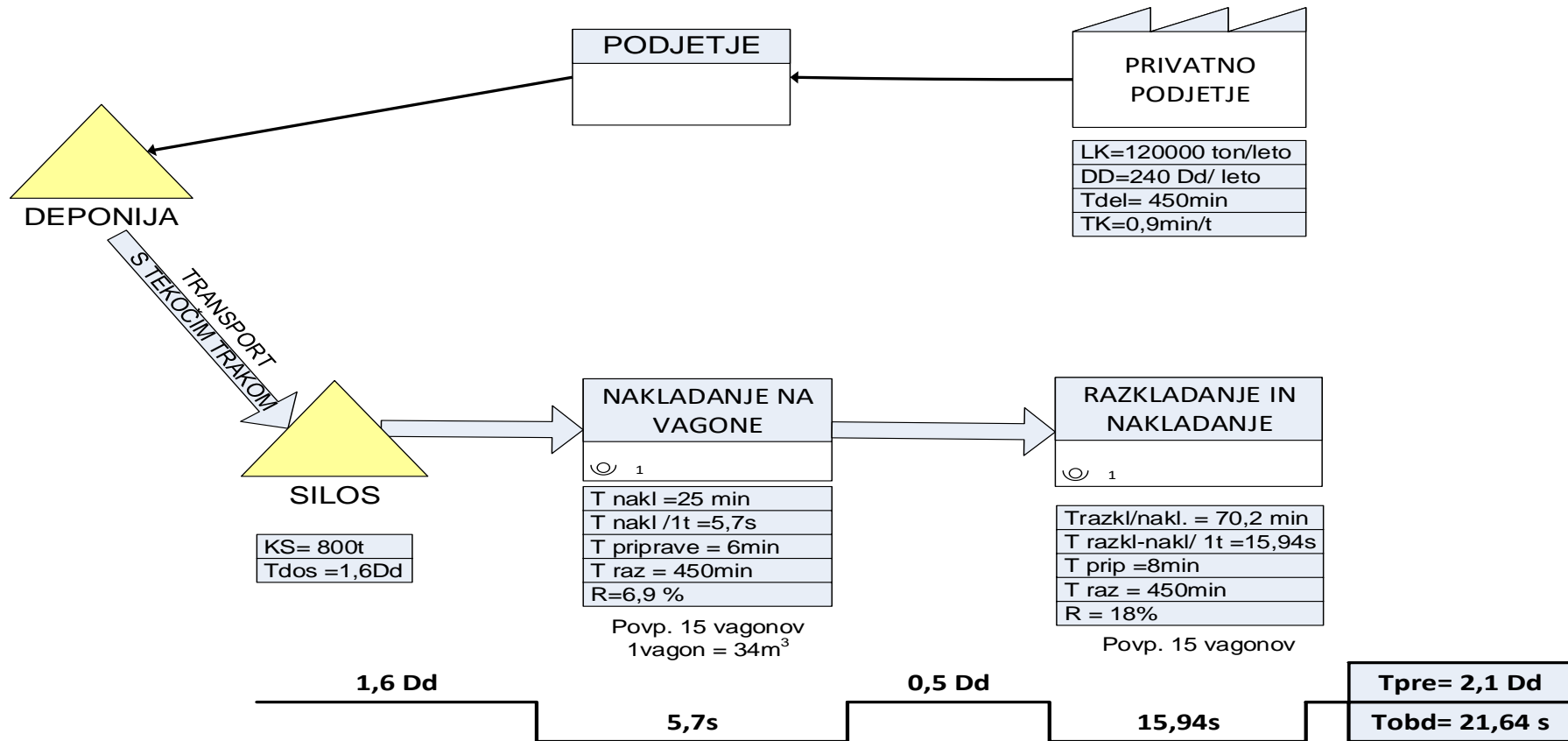
V nadaljevanju bodo najprej izračunani časi operacij NAJ-stanja toka vrednosti materiala za transportni proces Slovenskih železnic in nato še za zasebno podjetje.

Slika 27 prikazuje načrt vrednosti materiala NAJ-stanja za podjetje Slovenske železnice.



Slika 27: Načrt toka vrednosti materiala NAJ-stanja za podjetje Slovenske železnice
(Vir: lasten)

Slika 28 prikazuje načrt vrednosti materiala NAJ-stanja za zasebno podjetje.



Slika 28: Načrt toka vrednosti materiala NAJ-stanja za zasebno podjetje.
(Vir: lasten)

8.1.1 Analiza predloga izboljšave transportnega procesa – NAJ-stanje za podjetje Slovenske železnice

Čas nakladanje na vagone

Čase nakladanja na vagone sem pridobili z merjenjem. Povprečen čas nakladanja za 15 vagonov, tj. 790,5 t, traja 75 min. Iz tega sem izračunal čas nakladanja za eno tono, ki znaša 5,7 s.

$$t_{razkl} = \frac{75 \cdot 60 \text{ s}}{790,5 \text{ t}} = 5,7 \text{ s/t}$$

Povprečni čas priprave stroja za nakladanje na vagone za 15 vagonov, tj. 790,5 t, znaša 6 min.

Dejanski proizvodni čas nakladanja na vagone sem izračunal s formulo $t_{dej} = T_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavili podatke o času priprave in času nakladanja materiala.

$$t_{dej} = 6 \cdot 60 \text{ s} + 790,5 \text{ t} \cdot 5,7 \text{ s} = 4865,85 \text{ s}$$

Razpoložljivi čas nakladanja je enak kot pri že predhodno popisanim JE-stanju in znaša 27.000 s.

Iz pridobljenih podatkov sem izračunal razpoložljivost stroja za nakladanja na vagone transportnega procesa po formuli:

$$R_1 = \frac{t_{dej}}{t_{raz}} = \frac{4865,85}{27\ 000} = 0,1802$$

Razpoložljivost stroja pri transportnem procesu nakladanja na vagone je 18 %.

Čas razkladanja in nakladanja

Za izračun časa razkladanja in nakladanja je potrebno najprej izračunati zmogljivost tračnega transporterja. Uporabil sem okvirne konstrukcijske podatke:

- ρ (gostota materiala) = 1,7 t/m³
- v (hitrost traka) = 0,8 m/s
- B (širina traka) = 1 m

Kapaciteto tračnega transporterja izračunamo po formuli:

$$Q = 3600 \cdot A \cdot \rho \cdot v$$

Najprej izračunamo površino A po formuli:

$$A = 0,16 \cdot B^2 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{2}\right) = 0,16 \cdot 1 \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{32^\circ}{2}\right) = 0,046 \text{ m}^2$$

Podatke vstavimo v formulo za kapaciteto tračnega transporterja:

$$Q = 3600 \cdot 0,046 \cdot 1,7 \cdot 0,8 = 225,2 \text{ t/h}$$

Na podlagi rezultatov izračunane kapacitete tračnega transporterja lahko izračunamo čas razkladanja in nakladanja. Upoštevamo, da je kapaciteta tračnega transporterja $225,2 \text{ t/h}$, kar pomeni, da je mogoče v eni uri transportirati $225,2 \text{ t}$ materiala. Kot je bilo že omenjeno, je v kompoziciji povprečno 15 vagonov, kar je $790,5 \text{ t}$ materiala, ki ga s tračnim transporterjem lahko preložimo v 210 min . Preračunano na eno tono to znese $15,94 \text{ s}$.

$$t_{\text{razkl+nakl}} = \frac{210 \cdot 60 \text{ s}}{790,5 \text{ t}} = 15,94 \text{ s/t}$$

Dejanski transportni čas sem izračunal s formulo $t_{\text{dej}} = T_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavili podatke o času priprave in času razkladanja in nakladanja materiala.

$$t_{\text{dej}} = 8 \cdot 60 \text{ s} + 790,5 \cdot 15,94 \text{ s} = 13\,080,6 \text{ s}$$

Razpoložljivi čas razkladanja in nakladanja je enak kot pri JE-stanju in znaša 27.000 s .

Iz pridobljenih podatkov sem izračunal razpoložljivost stroja pri transportnem procesu nakladanja na vagona po formuli:

$$R_2 = \frac{t_{\text{dej}}}{t_{\text{raz}}} = \frac{13080,6}{27000} = 0,48$$

Izkoriščenost transportnega procesa:

$$PI = \frac{21,64 \text{ s}}{2,1 \text{ Dd} \cdot 7,5 \text{ Nh} \cdot 3600 \text{ s/Nh}} \cdot 100 = 0,038 \%$$

8.1.2 Analiza izboljšave transportnega procesa – NAJ-stanje za zasebno podjetje

Čas nakladanja na vagone

Čase nakladanja na vagone sem pridobili z merjenjem. Povprečno nakladanje za 5 vagonov, tj. 263,5 t, traja 25 min. Iz tega sem izračunal čas nakladanja za eno tono, ki znaša 5,7s.

$$t_{razkl} = \frac{25 \cdot 60s}{263,5t} = 5,7s/t$$

Povprečni čas priprave stroja za nakladanje na vagone za 5 vagonov, tj. 263,5 t, znaša 6 min.

Dejanski proizvodni čas nakladanja na vagone sem izračunal s formulo $t_{dej} = T_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavili podatke o času priprave in času nakladanja materiala.

$$t_{dej} = 6 \cdot 60s + 263,5t \cdot 5,7s = 1861,95s$$

Razpoložljivi čas nakladanja je enak kot pri že predhodno popisnem JE-stanju in znaša 27.000 s.

Iz pridobljenih podatkov smo izračunali razpoložljivost stroja pri proizvodnem procesu nakladanja po formuli:

$$R_1 = \frac{t_{dej}}{t_{raz}} = \frac{1861,95}{27000} = 0,069$$

Razpoložljivost stroja pri proizvodnem procesu nakladanja na vagone je 6,9 %.

Čas razkladanja in nakladanja

Za izračun časa razkladanja in nakladanja potrebujemo podatek o zmogljivosti tračnega transporterja, ki smo ga izračunali že pri prvem kupcu. Zmogljivost tračnega transporterja je 225,2 t/h.

Na podlagi kapacitete tračnega transporterja izračunamo čas razkladanja in nakladanja. Upoštevamo, da je kapaciteta tračnega transporterja 225,2 t/h, kar pomeni, da je mogoče v eni uri transportirati 225,2 t materiala. Kot je že bilo omenjeno, je v kompoziciji povprečno 5 vagonov, kar znese 263,5 t materiala, ki ga

s tračnim transporterjem lahko preložimo v 70,2 min. Preračunano na eno tono to znese 15,94 s.

$$t_{\text{razkl+nakl}} = \frac{210 \cdot 60s}{790,5t} = 15,94 \text{ s/t}$$

Dejanski transportni čas sem izračunali po formuli $t_{\text{dej}} = T_p + m \cdot t_{e1}$, v katero sem vstavil podatke o času priprave in času razkladanja in nakladanja materiala.

$$t_{\text{dej}} = 8 \cdot 60 \text{ s} + 263,5 \cdot 15,94 \text{ s} = 4860,19 \text{ s}$$

Razpoložljivi transportni čas je enak kot pri predhodnem JE-stanju in znaša 27.000 s. Iz pridobljenih podatkov smo izračunali razpoložljivost stroja pri proizvodnem procesu nakladanja na vagona po formuli:

$$R_2 = \frac{t_{\text{dej}}}{t_{\text{raz}}} = \frac{4860,19}{27000} = 0,18$$

Razpoložljivost stroja je 18 %.

Izkoriščenost transportnega procesa:

$$PI = \frac{21,64 \text{ s}}{2,1 \text{ Dd} \cdot 7,5 \text{ Nh} \cdot 3600 \text{ s/Nh}} \cdot 100 = 0,038 \%$$

9 UGOTOVITVE IN ZAKLJUČEK

V nalogi je prikazan potek analize transportnega procesa kamnitega granulata po metodi analize toka vrednosti, VSM. Načrt toka vrednosti lahko opredelimo kot prikaz vseh aktivnosti, (tistih, ki vrednost dodajajo, in tistih, ki je ne dodajajo), potrebnih za proces transporta od deponije do končne predaje kamnitega granulata na vagone.

Temeljni cilj načrta toka vrednosti je določiti vse vrste izgub v toku vrednosti in sprejeti ukrepe, ki so potrebni, da se jih odpravi.

Na osnovi trenutnega stanja je bil tako izdelan načrt JE-stanja, v katerem so bili prepoznani dejavniki, ki ne ustvarjajo dodane vrednosti in predstavljajo zapravljjanje.

Iz analize trenutnega stanja smo prepoznali, kje v procesu se nam pojavljajo izgube, kar je osnova za načrtovanje prihodnjega NAJ-stanja transportnega procesa.

Izpostavil se je posebej očiten problem, in sicer predolg in slabo organiziran proces nakladanje granulata, kjer se dvakrat naklada in razklada isti material – ponovi se isti postopek dvakrat. Predlagana je bila rešitev z uvedbo premičnega transporterja, s katerim bi bilo mogoče izboljšati proces transporta in prihraniti učinkoviti čas dela. Na osnovi predlagane izboljšave je bilo izdelano NAJ-stanje toka vrednosti materiala.

Primerjava rezultatov obeh tako JE- in NAJ-stanja ter izračun pretočnega časa in izkoriščenosti transportnega je prikazana v preglednici 1.

Tabela 1: Rezultati toka vrednosti JE- in NAJ-stanja

	JE-stanje	NAJ-stanje
Pretočni čas [Dd]	5,1 dneva	2,1 dneva
Vsota časov nakladanja in razkladanja [s]	39,9	21,64
Izkoriščenost transportnega procesa [%]	0,029	0,038

Primerjava JE- in NAJ-stanja je pokazala veliko zmanjšanje pretočnega transportnega časa ter efektivnega časa nakladanja in razkladanja. S predlagano uvedbo novega stroja, s katerim bi združili dva procesa, bi dosegli:

- Povečanje izkoriščenosti transportnega procesa glede na čas (nakladanja) za 31 % (dodana vrednost glede na preložen material).
- Pretočni čas bi se z 5,1 dneva zmanjšal na 2,1 dneva.
- Efektivni čas transportnega procesa bi se skrajšal z 39,9 s na 21,64 s na tono preloženega materiala, kar pomeni približno polovično krajši čas.

Če to prikažemo s preračunom na dejanskem naročilu največjih dveh odjemalcev, ki znaša 155.000 ton kamnitega granulata na leto in predstavlja 80% delež vseh letnih naročil podjetja, so rezultati sledeči:

po trenutnem JE-stanju je potrebno za nakladanje in razkladanje:

- $(155.000 \times 39,9 \text{ s}) = 6.184.500 \text{ s}$, kar znaša 1.718 Dh – efektivnih delovnih ur, oziroma 229 Dd.
- s predlagano izboljšavo po NAJ-stanju, bi potrebovali $(155.000 \times 21,64 \text{ s}) = 3.354,200 \text{ s}$, kar znaša 931,72 Dh oziroma 124,3 Dd.

Trenuno ima podjetje težave s pravočasnimi dobavami, kar sedaj rešujejo z najetimi delavci in podaljševanjem delovnega časa.

Če povzamemo rezultate, podjetje sedaj za dobavo 80 % letnega naročila potrebuje 229 Dd, in če vzamemo, da ima delovni mesec 22 Dd, je to delo opravljeno v 10,4 meseca. S predlagano rešitvijo pa bi za isto delo potrebovali 124 Dd, kar je 5,63 meseca. Razlika je 105 Dd oziroma 5,63 meseca.

Tolikšen prihranek časa bi dosegli samo z uvedbo enega procesa, ki je nadomestil dva procesa pri trenutnem stanju.

Skrajšanje pretočnega proizvodnega časa in časa obdelave pomenita tudi zmanjšanje nepotrebnih stroškov in zapravljanj podjetja. Hkrati pa skrajšan čas transporta pomeni tudi več izpolnjenih naročil v krajšem času.

LITERATURA IN VIRI

5S Basic Manual (1st Edition). (2014). Malawi: Ministry of Health.

Andersson, R., Eriksson H. in Torstensson, H (2006). Similarities and Differences between tqm, Six Sigma and Lean. *The tqm Magazine* 18(3), 282–296.

Bezenšek, N. (2014). *Metode za povečevanje produktivnosti*. Pridobljeno 17. 5. 2017 z naslova <http://www.poslovnisvet.si/podjetnistvo/metode-za-povecevanje-produktivnosti/>

Boca, G. D. Kaizen method in production management. V: *International scientific Conference Young scientists*, Baia Mare, 2011, str. 11–20.

Gorše, A. (2016). Implementacija metode 5S v proces proizvodnje. *Revija za univerzalno odličnost*, 5(1), 89–102.

Gošnik, D. (2013). *S strategijo vitkega poslovanja nad obvladovanje izgub v administraciji in pisarniškem poslovanju*. Pridobljeno 15. 5. 2017 z naslova <http://porocevalec.ibs.si/en/component/content/article/42-letnik-1-t-3/137-mag-duan-gonik-s-strategijo-vitkega-poslovanja-nad-obvladovanje-izgub-v-administraciji-in-pisarnikem-poslovanju>

Hong-Mo Yeh, D. (2003). *Operations Planning and Control in ERP*. Toronto: University of Toronto.

Interno gradivo, 2017. *Predavanja pri predmetu Proizvodni sistemi: Modeliranje toka vrednosti*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

Jordan, E. (2013). *Optimizacija toka materiala in vrednosti*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo.

Just in Time (b. d.). Pridobljeno 16. 7. 2017 z naslova [http://en.wikipedia.org/wiki/Just_in_time_\(business\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Just_in_time_(business))

- Kamnolom Verd (b. d.). Pridobljeno 10. 7. 2017 z naslova <http://www.kamnolom-verd.si/index.php>
- Kešetovič, A. (2012). *Filozofija vitke proizvodnje – koncept, ki prinaša poslovne uspehe*. V Zbornik 9. festivala raziskovanja ekonomije in managementa, Koper – Celje – Škofja Loka, marec 2012, str. 227. Koper: Fakulteta za management.
- Kušar J., Brezovar A., Berlec T., in Starbek M. (2002): *Concurrent Product Development in Virtual Distributed Companies*. Durham: International Seminar on 'Digital Enterprise Technology' Durham.
- Lean proizvodnja (b. d.). Demetra Lean Way. Pridobljeno 15. 9. 2017 z naslova <http://demetra-leanway.com/metode-2/lean-proizvodnja/>
- Mahmoud, M. A. (2014). *Just in time (JIT), Lean and Toyota production system (TPS)*. Baghdad: University of Technology.
- Rogelj, A. (2010). *Analiza toka vrednosti – element vitke proizvodnje*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo.
- Štefančič, J. (1990). *Preračun tračnega transporterja za transport gline*. Diplomsko delo, Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.
- Tolmač, D. in Prvulović, S. (2012). *Transportni sistemi*. Zrenjanin: Univerzitet Novom Sadu, Tehnički Fakultet »Mihajlo Pupin«.
- Toyotin proizvodni sistem (b. d.). Skladišna logistika. Pridobljeno 16. 7. 2017 z naslova [http://www.skladisna-logistika.hr/o-nama/toyotin-proizvodni-sistem-\(tps\).html](http://www.skladisna-logistika.hr/o-nama/toyotin-proizvodni-sistem-(tps).html)