

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**DVIG PRODUKTIVNOSTI Z UPORABO
IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE**

Kandidat: Jure Rajšp

Vrsta študija: Študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: Dr. Darko Friščić

Mentor v podjetju: Dipl. inž. str. Aleš Rorič

Lektorica: Zlatka Majcen, predmetna učiteljica slovenščine

Maribor, 2021

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Jure Rajšp sem avtor diplomskega dela z naslovom Dvig produktivnosti z uporabo izbranih metod vitke proizvodnje, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Darka Friščića.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili;
- skladno z 32. a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, maj 2021

Podpis študenta:

ZAHVALA

V ponos in veliko zadovoljstvo mi je to končano diplomsko delo in posledično pridobljen naziv inženir strojništva. Predvsem bi se rad zahvalil svoji družini in puncu Petri, ki so mi bili ves čas v podporo in mi pomagali preko vseh ovir za dokončanje študija in na koncu diplomskega dela.

Posebej bi se zahvalil mentorjema dr. Darku Friščiću in Darku Dajčmanu za vso pomoč, nasvete in čas, ki sta mi ga namenila skozi ves študij in pri pisanju diplomskega dela.

Zahvala gre tudi vodstvu šole Academia Maribor, vsem predavateljem, vsem zaposlenim na šoli in pa mojim sošolcem.

Lepa hvala vsem skupaj.

POVZETEK

V tem diplomskem delu se je raziskovalo, ali je s pomočjo izbranih metod vitke proizvodnje možno dvigniti produktivnost v proizvodnem obratu.

Natančno je opisana proizvodnja, ki jo delimo na posamezno, masovno in procesno ter prikazana primerjava med posamezno, masovno in vitko proizvodnjo. Podrobno je predstavljena zgodovina in razvoj vitke proizvodnje, njenih sedem vrst izgub (zaloge, čakanje/zamude, izmet, prekomerna proizvodnja, nepotrebni gibi, transport, pretirana obdelava) ter pet osnovnih načel vitke proizvodnje (vrednost z vidika kupca, tok vrednosti, pretočnost, vlečenje, prizadevanje za odličnost). Predstavljene so izbrane metode vitke proizvodnje, ki so JIT, KANBAN, SMED in KAIZEN.

V nadaljevanju diplomskega dela je opisano obstoječe stanje v proizvodnji, nekaj o samem podjetju, njegovi organizacijski strukturi in strojni opremi. Narejena je analiza vseh obstoječih težav in izgub proizvodnje, ki jih v vitki proizvodnji delimo na Muda, Muri in Mura.

Ker ja za uspešno načrtovanje in izvedbo izboljšav potrebno biti pozoren na nekatere osnovne kazalnike stanja proizvodnje, so se opravile meritve proizvodnje (produktivnost, kapaciteta, izkoristek, učinkovitost procesnega cikla, takt proizvodnje, pretočnost), ki so temeljile na podlagi pridobljenih podatkov proizvodnje najpogostejše proizvedenega izdelka v podjetju. Kasneje je predstavljeno uvajanje vseh štirih izbranih metod vitke proizvodnje v proizvodni obrat in meritve proizvodnje po uvedbi metod.

Na koncu je prikazana primerjava meritev proizvodnje pred in po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje, kjer lahko razberemo, da so se izboljšali vsi osnovni kazalniki stanja proizvodnje, med njimi tudi produktivnost. Raziskava postavljenih hipotez in trditev je pokazala, da so vse smiselno opredeljene in potrjene.

Ključne besede: Produktivnost, vitka proizvodnja, izbrane metode, meritve proizvodnje, izgube v proizvodnji

ABSTRACT

INCREASE PRODUCTIVITY BY USING SELECTED LEAN PRODUCTION METHODS

In this diploma work, it was investigated whether it is possible to increase productivity in a production plant with the help of selected methods of lean production.

Production, which is divided into individual, mass and process is described in detail, and a comparison between individual, mass and lean production is shown. The history and development of lean manufacturing, its seven types of losses (stocks, waiting/delays, ejection, overproduction, unnecessary movements, transport, over-processing) and the five basic principles of lean manufacturing (value from the customers point of view, value flow, flow, pull, the pursuit of excellence) are presented in detail. Also selected methods of lean production are presented, which are: JIT, KANBAN, SMED and KAIZEN.

In the continuation of the diploma work, the current state of production is described, as well as something about the company itself, its organizational structure and hardware. An analysis of all existing problems and losses of production is made, which in lean production is divided into Muda, Muri and Mura.

As it is necessary to pay attention to some basic indicators of the state of production in order to successfully plan and implement improvements, measurements of production (productivity, capacity, efficiency, process cycle efficiency, production clock, flow) were performed based on the obtained production data of the most frequently produced product in the company. Later, the implementation of all four selected methods of lean production in the production plant and measurements of production after the implementation of methods are presented.

Finally, a comparison of production measurements before and after the implementation of selected methods of lean production is presented, where we can understand that all basic indicators of the state of production have improved, including productivity. The research of the set hypotheses and claims showed that they are all meaningfully defined and confirmed.

Keywords : Productivity, lean production, selected methods, production measurements, production losses

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	6
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	6
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	7
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	8
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	8
2	SPLOŠNO O PROIZVODNJI	9
2.1	POSAMEZNA ALI MALOSERIJSKA PROIZVODNJA.....	10
2.2	MASOVNA ALI VELIKOSERIJSKA PROIZVODNJA	11
2.2.1	<i>Toga masovna proizvodnja.....</i>	<i>11</i>
2.2.2	<i>Prilagodljiva masovna proizvodnja.....</i>	<i>12</i>
2.3	PROCESNA PROIZVODNJA	12
2.4	PRIMERJAVA POSAMEZNE, MASOVNE IN VITKE PROIZVODNJE	13
3	VITKA PROIZVODNJA.....	14
3.1	ZGODOVINA IN RAZVOJ VITKE PROIZVODNJE	14
3.2	SEDEM VRST IZGUB.....	16
3.2.1	<i>Zaloge.....</i>	<i>16</i>
3.2.2	<i>Čakanje/zamude</i>	<i>16</i>
3.2.3	<i>Izmet</i>	<i>17</i>
3.2.4	<i>Prekomerna proizvodnja</i>	<i>17</i>
3.2.5	<i>Nepotrebni gibi.....</i>	<i>18</i>
3.2.6	<i>Transport.....</i>	<i>18</i>
3.2.7	<i>Pretirana obdelava.....</i>	<i>18</i>
3.3	PET OSNOVNIH NAČEL VITKE PROIZVODNJE	20
3.3.1	<i>Vrednost z vidika kupca.....</i>	<i>21</i>
3.3.2	<i>Tok vrednosti</i>	<i>22</i>
3.3.3	<i>Pretočnost.....</i>	<i>22</i>
3.3.4	<i>Vlečenje (ang. Pull)</i>	<i>23</i>
3.3.5	<i>Prizadevanje za odličnost.....</i>	<i>23</i>
4	PREDSTAVITEV IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE	25
4.1	JIT »TOČNO OB PRAVEM ČASU« (ANG. JUST IN TIME).....	25
4.2	KANBAN.....	28
4.2.1	<i>Namen kanbana</i>	<i>29</i>
4.2.2	<i>Vrste kanbana.....</i>	<i>29</i>
4.2.3	<i>Kanban v kombinaciji.....</i>	<i>34</i>

4.3	SMED (HITRA MENJAVA ORODIJ)	35
4.4	KAIZEN	36
5	OBSTOJEČE STANJE V PROIZVODNJI	40
5.1	O PODJETJU	40
5.2	ORGANIZACIJSKA STRUKTURA PODJETJA	41
5.3	STROJNA OPREMA	42
5.4	IZGUBE V PROIZVODNJI	44
5.4.1	<i>Muda</i>	44
5.4.2	<i>Muri</i>	45
5.4.3	<i>Mura</i>	45
5.5	OBSTOJEČE TEŽAVE IN IZGUBE PROIZVODNJE	46
5.6	MERITVE PROIZVODNJE	48
5.6.1	<i>Produktivnost</i>	50
5.6.2	<i>Kapaciteta</i>	50
5.6.3	<i>Izkoristek</i>	51
5.6.4	<i>Učinkovitost procesnega cikla</i>	51
5.6.5	<i>Takt proizvodnje</i>	52
5.6.6	<i>Pretočnost</i>	52
6	UVAJANJE IZBRANIH METOD	54
6.1	UVAJANJE JIT METODE	54
6.2	UVAJANJE KANBAN METODE	55
6.3	UVAJANJE SMED METODE	56
6.4	UVAJANJE KAIZEN METODE	57
6.5	MERITVE PROIZVODNJE PO UVEDBI IZBRANIH METOD	57
6.5.1	<i>Produktivnost</i>	58
6.5.2	<i>Kapaciteta</i>	58
6.5.3	<i>Izkoristek</i>	59
6.5.4	<i>Učinkovitost procesnega cikla</i>	59
6.5.5	<i>Takt proizvodnje</i>	60
6.5.6	<i>Pretočnost</i>	60
7	PRIMERJAVA MERITEV PROIZVODNJE PRED IN PO UVEDBI IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE	61
7.1	PRODUKTIVNOST	61
7.2	KAPACITETA	62
7.3	IZKORISTEK	62
7.4	UČINKOVITOST PROCESNEGA CIKLA	63

7.5	TAKT PROIZVODNJE	64
7.6	PRETOČNOST	64
8	UGOTOVITVE HIPOTEZ	66
9	SKLEP	68
10	VIRI, LITERATURA.....	69

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	PROIZVODNJA KOT PROIZVODNI SISTEM	9
SLIKA 2:	OSNOVNA NAČELA VITKE PROIZVODNJE	21
SLIKA 3:	PRIMERJAVA SERIJSKE PROIZVODNJE IN PROIZVODNJE KONTINUIRANEGA TOKA	27
SLIKA 4:	VRSTE KANBANA	30
SLIKA 5:	KANBAN ZA NAČRTOVANJE PRETOČNIH PROCESOV	31
SLIKA 6:	TRIKOTNI KANBAN	32
SLIKA 7:	MEDPROCESNI KANBAN	33
SLIKA 8:	KANBAN ZA DOBAVITELJE	34
SLIKA 9:	DEMINGOV KROG.....	38
SLIKA 10:	ORGANIZACIJSKA STRUKTURA PODJETJA	41
SLIKA 11:	TRUMPF TRUMATIC 3030.....	42
SLIKA 12:	TRUMPF TRUMATIC 3040.....	43
SLIKA 13:	TRUMPF TRUMATIC 5060.....	43
SLIKA 14:	DELOVNI NALOG.....	49
SLIKA 15:	PRIKAZ JIT POSTOPKA V PROIZVODNJI.....	54
SLIKA 16:	PRIMER TRIKOTNE SIGNALNE KANBAN KARTICE V PROIZVODNJI	55
SLIKA 17:	VPENJALNI PRITRDLNI ELEMENTI IN VIJAKI ISTEGA TIPA	56

KAZALO TABEL

TABELA 1:	PRIMERJAVA POSAMEZNE, MASOVNE IN VITKE PROIZVODNJE.....	13
TABELA 2:	PRIMERJAVA AMERIŠKE MASOVNE IN JAPONSKE VITKE PROIZVODNJE	15
TABELA 3:	IZGUBE NA RAZLIČNIH FUNKCIONALNIH PODROČJIH.....	19
TABELA 4:	IZGUBE V PROIZVODNJI.....	44
TABELA 5:	PODATKI PRIDOBLJENI V ČASU PROIZVODNJE	49
TABELA 6:	PODATKI PRIDOBLJENI V ČASU PROIZVODNJE PO UVEDBI IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE	57
TABELA 7:	GRAFIKON PRIMERJAVE PRODUKTIVNOSTI PRED IN PO UVEDBI IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE	61

TABELA 8: GRAFIKON PRIMERJAVE KAPACITETE PRED IN PO UVEDBI IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE	62
TABELA 9: GRAFIKON PRIMERJAVE IZKORISTKA PRED IN PO UVEDBI IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE	62
TABELA 10: GRAFIKON PRIMERJAVE UČINKOVITOSTI PROCESNEGA CIKLA PRED IN PO UVEDBI IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE	63
TABELA 11: GRAFIKON PRIMERJAVE TAKTA PROIZVODNJE PRED IN PO UVEDBI IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE.....	64
TABELA 12: GRAFIKON PRIMERJAVE PRETOČNOSTI PRED IN PO UVEDBI IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE	64

1 UVOD

1.1 *Opis področja in opredelitev problema*

Ne glede na velikost in dejavnost družbe, podjetja, tovarne itd. je pomembno da ta nenehno išče pot k poboljšanju proizvoda in povečanju profita. V današnji informativni dobi je pristop k informacijam dostopen vsem, ki si to želijo. Takšno stanje privede do povečanja konkurence na tržišču, ki s časom postaja vedno bolj neusmiljeno. A ne glede na to koliko groženj in nevarnosti obstaja, toliko je tudi priložnosti in prednosti. Podjetja, ki znajo te prednosti izkoristiti, so podjetja, ki so korak pred konkurenco. Kljub temu da so nekatera podjetja v boljšem položaju od drugih, je največji izziv zadržati ta položaj. V tej situaciji pridejo do izraza kvalitetni dolgoročni plani in strategija razvoja tehnologij in zaposlenih. To ne pomeni, da se mora podjetje strogo držati postavljene strategije, ampak se mora strategija prilagajati obstoječim notranjim in zunanjim faktorjem. Notranji faktorji (kakovostni človeški viri, proizvodni sistem, trženje) se lahko z dobro organizacijo razmeroma dobro normalizirajo. Problem so zunanji faktorji (konkurenca, tržišče, kupci, dobavitelji itd.), ki so lahko izrazito spremenljivi in negotovi.

Ko govorimo o poboljšanju učinkovitosti v nekem podjetju, je postalo neučinkovito optimizirati samo eno določeno operacijo, ki je bila slaba, ker se slej kot prej ponovno pojavi ta problem. Skrivnost uspešnega poboljšanja učinkovitosti podjetja je v tem, da se optimizira celoten sistem. V to optimizacijo sistema morajo biti vključeni vsi, od najvišjega vodstva podjetja in vse do ostalih zaposlenih in sodelavcev. Ko govorimo o uvajanju izboljšav v sistem, ni dovolj, da se zanašamo samo na lastno znanje in sposobnosti, temveč je pomembno, da se zgledujemo po podjetjih, ki so uspešno uvedle podobne izboljšave. Ko govorimo o inovacijah v organizaciji podjetij, je verjetno najbolj prepoznavno japonsko podjetje Toyota, ki je razvila celoten sistem TPS (Toyota Production System), ki je v bistvu sinonim za vitko proizvodnjo.

Vitka proizvodnja je sklop orodij, ki služijo za izboljšanje organizacije in kvalitete proizvodnje, lahko bi rekli, da je vitka proizvodnja ta razlika med povprečnim in uspešnim podjetjem. Implementacija vitke proizvodnje se ne zgodi čez noč, lahko traja sorazmerno dolgo časa tudi pri podjetjih, kjer si tako vodstvo kot delavci želijo ta sistem sprejeti. Prinaša številne radikalne spremembe v konzervativnih obratih, katerim nekateri delavci in celo

vodstvo podjetja niso najbolj naklonjeni. Za delavce je pomembno, da dojamajo, da so zelo pomemben del podjetja in da jim bo sistem vitke proizvodnje pomagal, da še bolj in lažje prispevajo podjetju. Morda bodo to sprva težko sprejeli, ker so vajeni kratkoročnih in takojšnjih izboljšav, vendar morajo razumeti, da se vitka proizvodnja dolgoročno izplača in je stroškovno učinkovita.

Problem večine podjetij, kakor tudi podjetja, v katerem sem sam zaposlen, je slaba organizacija in planiranje proizvodnje, kar posledično prinese slabo produktivnost in višje stroške. Realno gledano podjetja obstajajo, da služijo denar. Če ne morejo zaslužiti od svoje storitve, ne morejo izplačevati plač delavcem, vzdrževati obratov itd. in s časom propadejo. Bolj kot je podjetje učinkovito, večji dobiček bo ustvarilo in delavci bodo bolj zadovoljni. Tradicionalni pogled na ustvarjanje dobička je bil, da je cena prodaje enaka proizvodnim stroškom z dodatkom dobička, ki ga podjetje želi ustvariti s prodajo. Ampak v današnjem prostem svetovnem trgu ta koncept ne velja več. Danes ceno izdelka ne določajo podjetja sama, ampak jo regulirajo splošne cene na trgu. Količina dobička, ki ga ustvari podjetje, je enaka razliki med tržno ceno in proizvodnimi stroški. V kolikor so stroški proizvodnje večji od cene na trgu, podjetje ne bo konkurenčno in bo kopičilo izgube. Ker ima vsako podjetje ambicije ustvariti čim več dobička, mora biti cilj zmanjšati proizvodne stroške. Stroški proizvodnje rastejo sorazmerno z izgubami, zato je povsem logično, da je potrebno zmanjšati izgube, da bi se zmanjšali proizvodni stroški. Ravno v tem je poanta vitke proizvodnje.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen tega diplomskega dela je raziskati vitko proizvodnjo in metode JIT (Just In Time), Kanban, SMED in Kaizen.

S svojim delom želim doseči naslednje cilje:

- dvigniti produktivnosti proizvodnje,
- znižati stroške proizvodnje,
- proučiti in pridobiti sposobnost uporabe metod vitke proizvodnje.

V raziskovalnem delu želim dokazati hipoteze, kot so:

- z uporabo metod vitke proizvodnje bomo izboljšali organiziranost proizvodnje;

- s pomočjo vitke proizvodnje se bo dvignila produktivnost;
- z uporabo izbranih metod vitke proizvodnje bomo dosegli nižje stroške.

1.3 Predpostavke in omejitve

Pri diplomskem delu sem imel naslednje omejitve:

- podatki, ki so poslovna skrivnost podjetja,
- nepripravljenost zaposlenih v podjetju za sodelovanje,
- določeni podatki so bili na razpolago samo za določeno obdobje,
- zaradi velikega števila izdelkov sem bil za raziskavo primoran izbrati samo določeno število subjektov.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Pri pisanju tega diplomskega dela sem raziskoval literaturo, ki sem jo pridobil v knjižnicah in na internetnih straneh. Nekaj pa sem uporabil tudi internih virov iz podjetja.

Uporabil sem metodologijo analiziranja proizvodnih procesov in proučevanja metod vitke proizvodnje.

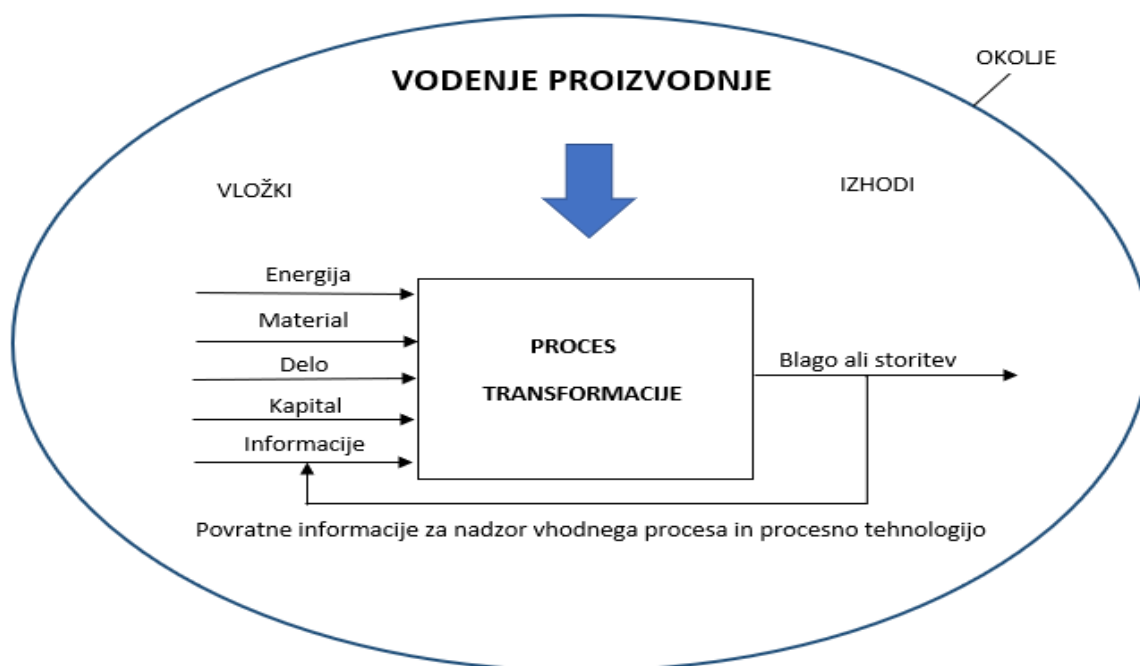
2 SPLOŠNO O PROIZVODNJI

Proizvodnja blaga in/ali storitev je temeljna človekova dejavnost in je zagotovo najbolj zaslužna za materialno bogastvo družbe kot celote. Države, ki imajo močno proizvodnjo, zlasti industrijsko, kakor jo ima na primer Nemčija, so tiste države, katerih državljani uživajo največji življenjski standard na svetu.

V literaturi bomo naleteli na različne definicije proizvodnje, na kratko pa lahko rečemo, da proizvodnja vključuje pretvorbo določenih vložkov v določene izhode. Vrste uporabljenih vložkov se razlikujejo glede na panogo in sprememba tehnologije med procesom transformacije lahko vodi tudi do sprememb v proizvedenih izhodih.

Glede na pomen proizvodnje lahko sklepamo, da je vodenje proizvodnje eno najpomembnejših in najbolj zapletenih delovnih mest v podjetju. Upravljanje proizvodnje lahko tudi definiramo kot študijo odločanja v funkciji proizvodnje. Tukaj se v prvi vrsti nanašamo na odločitve v zvezi s proizvodnimi procesi, zaposlenimi, kakovostjo in zmogljivostjo. Da bi izpolnili vse zahteve strank v zvezi z roki, cenami proizvodov in njihove kakovosti, je izjemno pomembno kakovostno vodenje proizvodnje.

Na spodnji sliki je prikaz proizvodnega sistema.



Slika 1: Proizvodnja kot proizvodni sistem

Sistem preoblikovanja proizvodnje je v stalni interakciji s svojim notranjim in zunanjim okoljem, kar lahko privede do ustreznih sprememb v proizvodnih vložkih, izhodih ali transformacijskih sistemih. Vodenje proizvodnje torej vključuje tudi stalno spremljanje sistema in okolja.

Proizvodnja se glede na vrsto in količino proizvedenih enot deli na naslednje vrste:

- posamezna ali maloserijska proizvodnja,
- masovna ali velikoserijska proizvodnja,
- procesna proizvodnja.

2.1 Posamezna ali maloserijska proizvodnja

Posamezna ali maloserijska proizvodnja je zgodovinsko gledano najstarejši tip proizvodnje v obliki raznih obrti ali dejavnosti in je v veliki meri odvisna od spretnosti posameznega delavca.

Pri tej vrsti proizvodnje ima vsak izdelek lastnost izvirnosti in je izdelan po naročilu. Danes ta vrsta proizvodnje proizvaja visoko specializirane izdelke, kot so energetske transformatorji, parne turbine, ladje in podobno. Praviloma je delovno intenzivna in zelo zahtevna v primerjavi z visoko usposobljenim delom, kar ne pomeni, da se ne uporablja določena standardizirana oprema. Ta vrsta proizvodnje ima zelo slabo učinkovitost in je v primerjavi z drugimi vrstami proizvodnje na najnižji ravni.

Značilnosti maloserijske proizvodnje so:

- proizvodnja po zahtevah kupca,
- vsak proizvod je različen,
- visokokvalificirani delavci,
- majhne zaloge,
- nestalna kakovost,
- veliki stroški.

2.2 Masovna ali velikoserijska proizvodnja

Je poslovni sistem, ki se je razvil v začetku 20. stoletja za organizacijo in upravljanje razvoja izdelkov, proizvodnih postopkov, nabave in odnosov s strankami. Zanj je značilno:

- delitev delovnih mest na »tiste, ki mislijo« in »tiste, ki delajo«,
- velike serije,
- malo raznolikosti,
- nizki stroški in cena izdelka,
- zamenljivi deli,
- velike zaloge,
- visoka stopnja avtomatizacije,
- toga hierarhija,
- zaporedna proizvodnja,
- neredna dostava surovin in polizdelkov v velikih količinah,
- napovedi pri načrtovanju proizvodnje, ki se pogosto izkažejo za napačne, kar vodi do prisilne izdobe strankam, da bi se izpraznile zaloge.

Masovno proizvodnjo lahko razdelimo na:

- togo masovno proizvodnjo,
- prilagodljivo masovno proizvodnjo.

2.2.1 Toga masovna proizvodnja

Togo masovno proizvodnjo spremlja visoka stopnja standardizacije dela in vseh procesov znotraj organizacije. Vključuje velike kapitalske naložbe v opremo in tehnologijo, s katero se dosežejo velike količine izdelkov. Potrebna je visoka raven znanja in izkušenj pri projektiranju tehnološkega postopka in pri ohranjanju delovne zmogljivosti tehničnega sistema, za razliko od proizvodnih delavcev, ki so večinoma nižje poklicne kvalifikacije. Podjetja, ki imajo togo množično proizvodnjo, morajo od kupcev zahtevati, da prilagodijo

svoj okus in potrebe zaradi ozkega spektra proizvodnje. Le pod tem pogojem lahko ta vrsta proizvodnje prinese visoko stopnjo proizvodnje in s tem ekonomsko učinkovitost.

2.2.2 *Prilagodljiva masovna proizvodnja*

Prilagodljiva masovna proizvodnja je izboljšanje toge masovne proizvodnje, ki vključuje proizvodnjo velike količine proizvodov, ki niso standardne kakovosti in standardnega tipa. Mercedes, na primer, pri proizvodnji glavnih sestavnih delov vozila (motor, podvozje, zavore itd.) ima tako imenovano togo množično proizvodnjo, a v fazah dokončanja svojih vozil izvaja in zagotavlja bogato raznolikost, ponuja izdelke prilagojene okusom in preferencam številnih in raznolikih skupin potrošnikov, za katere je značilna neenaka in zelo razpršena kupna moč. Zaradi te svoje prilagodljivosti se ta vrsta proizvodnje vse več ponuja in postaja močno prisotna v velikih industrijskih podjetjih, ki dosegajo zelo visoko proizvodnjo in s tem ekonomsko učinkovitost.

2.3 *Procesna proizvodnja*

Procesna proizvodnja uporablja edinstveno tehnologijo, s katero se določen obseg vložkov v sistem pretvori v predvidljiv obseg izhodov sistema. Nastali končni izdelki se premikajo po lestvici tehnološke obdelave in služijo za zadovoljevanje različnih potreb proizvodnje in končne potrošnje. V tem pogledu predstavljajo primerne primere rafinerije nafte, farmacevtska podjetja itd. Sistem procesne proizvodnje je visoko mehaniziran in avtomatiziran, kar pomeni velike kapitalske naložbe. Po svoji naravi je zelo učinkovit, ker deluje 24 ur na dan skozi celotno leto, razen med vzdrževanjem. Zaradi tega ni presenetljivo dejstvo, da procesna proizvodnja povzroči zelo veliko proizvodnjo in s tem tudi ekonomsko učinkovitost. (Schroeder, 2008)

2.4 Primerjava posamezne, masovne in vitke proizvodnje

Tabela 1: Primerjava posamezne, masovne in vitke proizvodnje

	Posamezna proizvodnja	Masovna proizvodnja	Vitka proizvodnja
Fokus	Naloga	Izdelek	Kupec
Dejavnost	Posamezni izdelki	Velike količine	Sinhroniziran pretok
Cilj	Spretnost	Zmanjšanje stroškov in povečanje učinkovitosti	Odprava izgub in dodajanje vrednosti izdelku
Kakovost	Del spretnosti (integrirano)	Kontrola (faza po proizvodnji)	Vgrajena v izdelek v fazi konstrukcije in proizvodnje
Poslovna strategija	Prilagajanje kupcu	Ekonomija obsega in avtomatizacija	Fleksibilnost in prilagodljivost
Izboljšave	Nenehno delo na izboljšanju spretnosti	Periodično in ciljno izobraževanje strokovnjakov	Stalno izboljševanje zaposlenih

Vir: (Lastni vir)

3 VITKA PROIZVODNJA

Časa, v katerem se je za ustvarjanje dobička neposredno povečevala cena izdelka, že dolgo ni več, zato se fokus za ustvarjanje dobička osredotoča na zmanjšanje obstoječih proizvodnih stroškov. Da bi dosegli zastavljene cilje, so se skoraj vsa resna podjetja obrnila na pot vitkemu načinu razmišljanja. Vitka proizvodnja temelji na Toyotinem proizvodnem sistemu (ang. Toyota Productin System) in se osredotoča na odpravljanje proizvodnih izgub, zmanjšanje zalog v skladišču, izboljšanju pretoka izdelkov skozi procese in spodbujanju zaposlenih, da opozorijo nadrejene na težave v proizvodnji in da dajo svoj predlog za rešitev težav. Lean je proizvodna filozofija, ki po implementaciji skrajša čas od naročila kupca do dostave končnega izdelka, pri čemer odstrani vse vire izgub v proizvodnem procesu. Osnovno načelo vitke proizvodnje je izdelati točno tisto, kar kupec ali stranka želi. Vrsto, kakovost in količino izdelka neposredno določa povpraševanje na trgu. Vendar je treba poudariti, da lahko nekatere vitke metode motijo proizvodni tok, če se izvajajo nepravilno.

3.1 *Zgodovina in razvoj vitke proizvodnje*

Izraz vitkost (lean) je bil prvič uporabljen v knjigi "The machine that changed the world" J. P. Womack-a in D. T. Jones-a, kar je bil rezultat raziskovalnega dela IMVP (International Motor Vehicle Program), kjer so avtorji prvič opisali razlike med japonsko in zahodno avtomobilsko industrijo in tudi prvič uporabili izraz lean za Toyotin način proizvodnje. Razvoj vitke proizvodnje izhaja iz Toyotinega proizvodnega sistema, ki ga pogosto imenujejo JIT (Just In Time) proizvodnja. Podjetje Toyota je postalo uspešno po drugi svetovni vojni, ko so japonski lastniki tovarn osvojili vrsto ameriških proizvodnih in kakovostnih tehnik. Proizvodne tehnike Henryja Forda in ideje Edwarda Deminga o statističnem nadzoru kakovosti so postali temelj Toyotinega proizvodnega procesa. Za razliko od ameriške avtomobilске industrije je Toyota spodbujala svoje zaposlene, naj sodelujejo v proizvodnem procesu. Podjetje je uvedlo kroge kakovosti, v katerih se skupina delavcev sestane, da bi razpravljala o izboljšavah delovnega mesta. Člani kroga kakovosti vodstvo seznanijo s kakovostjo proizvodnje. Za razliko od Fordove množične proizvodnje enega modela, v eni barvi, je Toyota razvila proizvodnjo v manjših serijah, kar je zahtevalo vrsto postopkov za zmanjšanje časa potrebnega za postavitev in spremembo proizvodne opreme. Toyotin razvoj so sprejeli številni japonski proizvajalci, vendar nobena izvedba ni bila uspešna. V

osemdesetih letih so ameriška podjetja začela sprejemati nekatere procese, ki jih je razvila Toyota. Primerjava ameriške masovne in japonske vitke proizvodnje je prikazana v naslednji tabeli. (Murray, 2018)

Tabela 2: Primerjava ameriške masovne in japonske vitke proizvodnje

MERITVE	JAPONSKA	ZDA
Output:		
Produktivnost (ure/vozilo)	16.8	25.1
Kakovost (napake/100 vozil)	60.0	82.3
Delovna sila:		
% delavcev v ekipah	69.3	17.3
Število vrst delovnih mest	11.9	67.1
Predlogi/zaposleni	61.6	0.4
Layout:		
Prostor (m ² /vozilo/letno)	5.7	7.8
Prostor za zaključno obdelavo in popravila (% prostora za montažo)	4.1	12.9
Zaloge (dnevi)	0.2	2.9

Vir: (Womack & Jones, 1996)

V primerjavi produktivnosti med vitko in masovno proizvodnjo ob upoštevanju števila ur za izdelavo enega vozila jasno vidimo približno 8 ur razlike v prid vitke proizvodnje, kar je skoraj polovica časa potrebnega za izdelavo drugega vozila. Glede na letno osnovo proizvedenih avtomobilov se lahko sklene, da lean način proizvodnje prinaša drastične časovne prihranke, kar pomeni večje število proizvedenih vozil in večje prihodke. Naslednji pomemben kazalnik je število predlogov na zaposlenega, kjer je na Japonskem v osemdesetih letih od enega zaposlenega prišlo približno 60 predlogov na leto, medtem ko se je od zaposlenih v ameriški masovni proizvodnji zelo redko pojavil predlog za izboljšanje proizvodnje. Ti podatki govorijo o vpletenosti zaposlenih v proizvodni proces, kjer daje lean poseben poudarek timske delu in ustvarjanju krogov kakovosti, kjer zaposleni razpravljajo o morebitnih izboljšavah na delovnem mestu. To ustvarja občutek pripadnosti podjetju in predanost delu v okolju, kjer zaposleni ve, da lahko prispeva s svojimi idejami. Zadnji opazen kazalnik govori o številu dni, ki jih zaloge preživijo v skladišču. Z ustvarjanjem in izvajanjem JIT metode nadzora zalog, ki je osredotočena predvsem na proizvodnjo blaga tako, da bi se zadovoljile zahteve kupca o dogovorjenem času, kakovosti in količini, ne glede na to, ali je "kupec" končni kupec izdelka ali naslednja operacija vzdolž proizvodne linije, se ustvarjajo pogoji za zmanjšanje skladiščnih površin, kar zagotavlja prihranek režijskih stroškov.

3.2 Sedem vrst izgub

Vsaka dejavnost, ki porabi vire, ne da bi za stranko ustvarila vrednost, predstavlja izgubo (jap. Muda, ang. Waste). Odstranjevanje dejavnosti, ki ne prinašajo vrednosti, je ključnega pomena za uspeh proizvodnih podjetij. Te lahko zmanjšajo donosnost, povečajo stroške strank, zmanjšajo kakovost in celo zadovoljstvo zaposlenih. Iz tega razloga je treba prepoznati dejavnosti, ki ne dodajo vrednosti in poizkušati izboljšati proces, v katerem se pojavijo, ali jih sčasoma odstraniti. Teh osnovnih sedem izgub opredeljuje japonski industrijski inženir T. Ohno, ki velja za očeta Toyotinega proizvodnega sistema.

Čeprav ni bil del Toyotinega proizvodnega sistema, se marsikdo zaveda osme izgube – nezadostna uporaba človeškega potenciala. Opisana je tudi kot premajhna uporaba človeškega talenta in iznajdljivosti. Ta izguba se zgodi, ko organizacije ločijo vlogo vodstva od zaposlenih. V nekaterih organizacijah je vodstvo odgovorno za načrtovanje, organiziranje, nadzor in inovacije proizvodnega procesa. Vloga zaposlenega je preprosto slediti navodilom in opraviti delo, kot je bilo načrtovano. Kadar ni vključeno znanje in strokovnost delavcev, ki dejansko delajo v proizvodnji, je težko izboljšati procese.

3.2.1 Zaloge

Izguba z držanjem prekomernih količin zalog se pogosto pojavi pri podjetjih, ki imajo dodatne zaloge za potrebe, ki še ne obstajajo. V takih situacijah se podjetja preobremenijo, da bi zadovoljila nepričakovane zahteve, se zaščitila pred zamudami proizvodnje, nizke kakovosti ali drugih težav. Vendar te prevelike zaloge pogosto ne ustrezajo potrebam uporabnikov in ne dodajo vrednosti, ampak samo povečajo stroške skladiščenja in amortizacije. Velike zaloge so povezane s prekomerno proizvodnjo ("zamrznjen" kapital v skladiščih).

3.2.2 Čakanje/zamude

Tovrstno izgubo je v proizvodnji najlažje prepoznati. Kadar koli se blago ali naloge ne premikajo, govorimo o izgubi čakanja. Lahko jo prepoznamo, ker je izgubljen čas najbolj očitna stvar, ki jo je mogoče odkriti. Na primer blago, ki čaka, da bo dostavljeno, oprema, ki

čaka na popravilo ali dokument, ki čaka na odobritev vodstva, čakanje podatkov, rezultatov testov ali informacij. Poleg tega spada sem tudi čakalna doba materiala med operacijami, čakanje delavcev na strojih ali na material, ki je posledica slabega načrtovanja proizvodnje. Potrebno je podrobno preučiti gibanja v operacijah ter sinhronizirati in standardizirati proizvodnjo.

3.2.3 Izmet

Neskladnosti lahko povzročijo nepotrebno dodelavo ali še huje, lahko privedejo do popolne zavrnitve izdelka. Običajno je treba izdelek z napako vrniti v proizvodnjo, kar pomeni izgubo dragocenega časa. Poleg tega je v nekaterih primerih potrebno dodatno delovno mesto, kar za seboj povleče dodatne stroške dela in obrabo orodja. Tovrstne izgube lahko povzročijo prekinitev proizvodnega toka zaradi napak, stroški in prostor za analizo in odpravo neskladnosti. Poleg tega so razlog za to lahko nepopolne, netočne in nepravočasne informacije

3.2.4 Prekomerna proizvodnja

Glede na to, da je vse, kar kupec ni pripravljen plačati, strošek, je enostavno razumeti, zakaj je prekomerna proizvodnja izguba. Prekomerna proizvodnja privede do tega, da se povpraševanje kupca preseže, kar vodi do dodatnih stroškov. Pravzaprav prekomerna proizvodnja povzroči nastanek ostalih šestih izgub. Razlog za to je, ker višek izdelkov ali nalog zahteva dodaten prevoz, nepotrebno gibanje, daljšo čakalno dobo itd. Poleg tega, če se med prekomerno proizvodnjo občasno pojavijo okvare, morajo zaposleni dodelati ali popraviti večje število izdelkov, kar vodi do še večjih stroškov podjetja. Nekatere značilnosti prekomerne proizvodnje so ustvarjanje proizvodov, ki jih ni mogoče dati na trg, izvajanje operacij, ki niso potrebne, ustvarjanje dokumentacije, ki je nihče ne zahteva ali kasneje sploh ne bo koristila (prekomerna administracija), slaba napoved (ocena) prodaje, pošiljanje navodil preveč ljudem (ali obratno), kar vodi do proizvodnje "za vsak slučaj".

3.2.5 *Nepotrebni gibi*

Ta vrsta izgube opisuje gibanje zaposlenih (ali strojev), ki je komplicirano in nepotrebno, kar lahko povzroči poškodbe, podaljšan čas izdelave itd. Z drugimi besedami, proizvodne procese je treba organizirati in standardizirati na način, da zaposleni naredijo čim manj gibov za izpolnitev svojih nalog. Nepotrebne gibe lahko povzročijo ljudje, ki se morajo premikati, da pridejo do njih informacije, slaba postavitve strojev in ročno delo, ki je potrebno, da se nadomestijo nekatere pomanjkljivosti v procesu proizvodnje.

3.2.6 *Transport*

Tovrstne izgube nastanejo pri premikanju virov (materialov), pri čemer to gibanje izdelku ne doda vrednosti. Pretirano gibanje materiala je lahko drago za poslovanje in lahko povzroči škodo kakovosti. Izguba transporta je vsako nepotrebno premikanje materialov (obdelovancev) med operacijami ali med skladiščnimi prostori. Prav tako ta izguba povzroča uporabo starih, neučinkovitih urnikov (ang. Layout-razpored, razporeditev) premikanja materiala. Da bi rešili ta problem, je potrebno bolj racionalno razporediti opremo ali urediti boljšo medsebojno razporeditev posameznih operacij (npr. proizvodna celica). Pod izgubo transporta spada tudi neučinkovit prenos informacij in neuspešna komunikacija, kar ima za posledico izgubo podatkov, nekompatibilnost in nezanesljivost podatkov.

3.2.7 *Pretirana obdelava*

Ta vrsta izgube se praviloma odraža v izvajanju nalog, ki ne prinašajo dodatnih vrednosti ali pa prinašajo večjo vrednost, kot je potrebno. Takšne stvari so lahko dodajanje dodatnih funkcij določenemu izdelku, ki jih ne bo nihče uporabil in te le povečujejo proizvodne stroške. Na primer, če se proizvajalec avtomobilov odloči postaviti TV zaslon v prtljažnik vozila, ga verjetno tudi nihče ne bo uporabljal ali našel vrednost v njem. Še več, to bo podjetje stalo virov in povečalo končno ceno proizvoda za nekaj, česar stranke niso pripravljene plačati. Torej pod izgube pretirane obdelave spadajo predimenzionirani stroji, napačna ali manjkajoča tehnološka oprema, čas priprave, čiščenje med obdelavami, preveliko število procesov obdelave. Slaba zasnova (konstrukcija) proizvoda prav tako spada pod to vrsto izgube, ker lahko zahteva preveč korakov obdelave (prekompleksen izdelek).

Prepoznavanje aktivnosti, ki ustvarjajo izgube, je nekaj, kar bi se morali lotiti od vrha podjetja. Običajno ima vodstvo na visoki ravni širok pregled vseh procesov. Z vodenjem projekta izboljšanja in upravljanjem vrste različnih projektov je njihova obveza poboljšati procese in širiti kulturo nenehnega izboljševanja. Moramo pa se zavedati, da se aktivnosti, ki prinašajo izgubo, razlikujejo od podjetja do podjetja. V naslednjih primerih je prikazano, kako se posamezne vrste izgub lahko razlikujejo pri različnih funkcionalnih področjih.

Tabela 3: Izgube na različnih funkcionalnih področjih

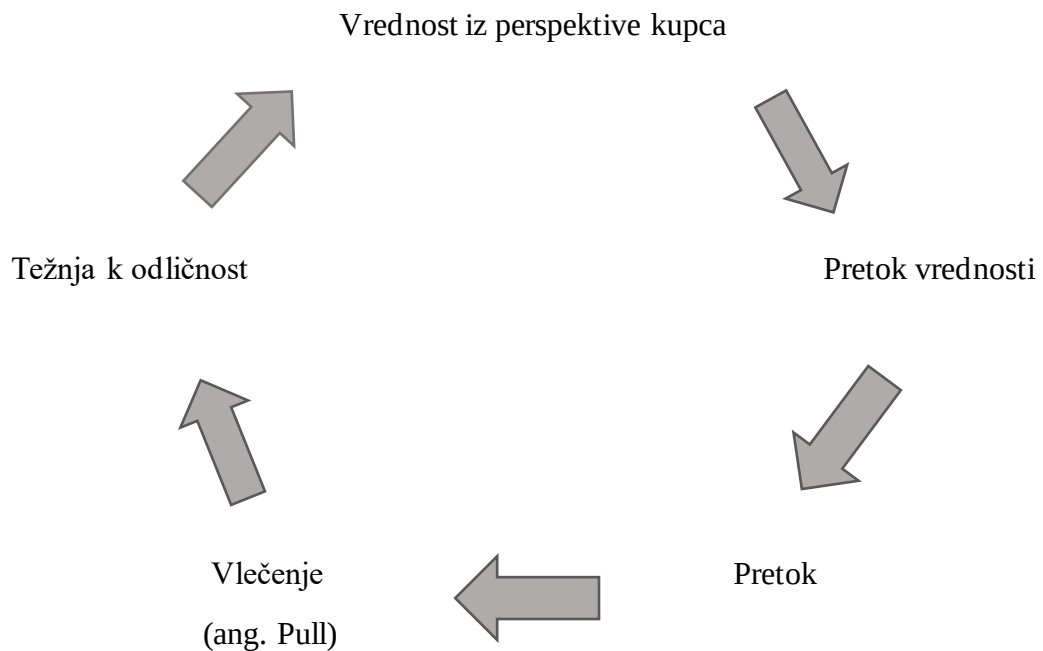
VRSTA IZGUBE	PROIZVODNE IZGUBE	IZGUBE PRI RAZVOJU PROGRAMSKE OPREME	IZGUBE PRI VODENJU PROJEKTOV
TRANSPORT	Pomikanje delov in materiala iz enega mesta na drugo	Prepogosto preklapljanje med nalogami, prekinitve dela s strani sodelavcev	Preklapljanje med nalogami, prekinitve, predolg prodajni lijak
ZALOGE	Nedostavljeni izdelki oz. deli, pretirano polnjenje skladišča z izdelki, ki se bodo ali pa tudi ne bodo, potrebovali v prihodnosti	Nedostavljena koda oziroma nedostavljene funkcije	Pisarniški material, ki presega potrebe, kupljeno orodje, ki jih ekipe redko uporabljajo
NEPOTREBNI GIBI	Nepotrebno premikanje zaposlenih in strojev	Nepotrebni sestanki, dodaten napor pri iskanju podatkov	Slabo strukturirani delovni prostori, pomanjkanje organizacijskih poti, preveč sestankov, dodatna prizadevanja za iskanje informacij
ČAKANJE	Čakanje na dostavo blaga	Čakanje, da se konča testiranje, čakanje na pregled kod	Čakanje na odobritve s strani vodstva
PREKOMERNA PROIZVODNJA	Preveč proizvedenih stvari »za vsak slučaj«	Ustvarjanje funkcij, ki jih nihče ne bo uporabljal	Velike količine dokumentov
PRETIRNA OBDELAVA	Zapravljanje časa pri zadani nalogi, dodajanje funkcij, ki ne prinašajo vrednosti	Zapleteno reševanje algoritmov pri preprostih težavah	Zahtevane odobritve večjega števila vodij za majhne naloge
IZMET	Poškodovani in zlomljeni deli, ki jih je potrebno pregledati	Napake v kodah	Napačno zbiranje podatkov

Vir: (Karaivanov, 2019)

Vitka proizvodnja ponuja različna orodja, ki jih je mogoče uporabiti za prepoznavanje in odstranjevanje potratne aktivnosti. Verjetno najprimernejše orodje za prepoznavanje Mude je sprehod skozi Gembo. Gemba je japonska beseda, ki jo lahko prevedemo kot "kraj dogodkov, kjer je ustvarjena vrednost". Razvijanje takšnega odnosa v celotni organizaciji, zlasti na vodstvenih položajih, igra pomembno vlogo pri dolgoročni rasti podjetja. Ko menedžerji zapustijo pisarniško mizo in se odpravijo na proizvodno linijo ali v pisarne, da osebno preverijo, kaj se dogaja, lahko s pomočjo zaposlenih opazijo stvari, ki jih nikoli ne bi videli, če bi ostali pred svojim računalnikom. Gemba je pravzaprav prvi korak v Kaizenu (nenehno izboljševanje), kajti to, kar vidimo na mestu, kjer se ustvarja vrednost, vodi do posledičnih dejavnosti za zmanjšanje izgube v procesih in izboljšanje njihovih zmognosti. Vsakodnevna hoja po Gembi pomaga graditi dobre odnose z ekipo, ki se bo navadila videti direktorja neposredno na delovnem mestu, in ne kot neko oddaljeno osebo, ki sprejema odločitve, ne da bi se zavedala, kaj je potrebno in brez pomoči zaposlenih. Vsakodnevni pogovor z ljudmi pomaga ustvarjati obojestransko zaupanje. Če si ljudje zaupajo, se ustvari osnova za odprto komunikacijo in sposobnost dokončanja projektov na najboljši možen način. Na koncu lahko rečemo, da je Gemba kraj, kamor gremo, da bi razumeli dejanske proizvodne procese in prepoznali aktivnosti, ki ne prinašajo vrednosti. Splošni cilj, za katerega si je treba prizadevati, je, da hoja po Gembi postane vsakodnevna navada najprej za menedžerje in nato za družbo kot celoto. (Karaivanov, 2019)

3.3 Pet osnovnih načel vitke proizvodnje

Cilj vitke proizvodnje je odpraviti izgube, komponente brez dodane vrednosti v katerem koli procesu. Kadar se pravilno implementira, lean lahko ustvari velike izboljšave v učinkovitosti, času ciklusa, produktivnosti, materialnih stroških in izgubah, kar vodi do nižjih stroškov in večje konkurenčnosti s poudarkom na naslednjih petih načelih.



Slika 2: Osnovna načela vitke proizvodnje

Vir: (Lastni vir)

3.3.1 Vrednost z vidika kupca

Vitki pristop se začne s podrobnim razumevanjem, kakšno vrednost kupec dodeli izdelkom in storitvam. To je tisto, kar določa, koliko bo stranka plačala. Vzpostavitev vrednosti omogoča organizacijam ustvarjanje ciljne cene od zgoraj navzdol. Nato se določijo stroški proizvodnje izdelkov in storitev. Organizacija se osredotoči na odpravljanje izgub, da bi lahko podala vrednost, ki jo stranka pričakuje pri najvišji stopnji donosnosti. Po drugi strani je mnenje kupca, da je proizvajalec tisti, ki ustvarja vrednost s proizvodnjo izdelkov, ki v danem trenutku ustrezajo njegovim potrebam. Iz tega razloga je izhodišče in prvo načelo za uporabo vitkega razmišljanja vrednost z vidika kupca.

3.3.2 Tok vrednosti

Tok vrednosti je celoten življenjski cikel izdelka od surovin do kupčeve uporabe in morebitnega zavrženja izdelka. Da bi odpravili izgubo, ki je glavni cilj leana, mora obstajati natančno in popolno razumevanje toka vrednosti. Procesi se preučijo, da se določi, kakšna vrednost se bo dodala tem procesom. Odstranijo se koraki, materiali, lastnosti in premiki, ki ne dodajo vrednosti. Tako kot z aktivnostmi, ki jih ni mogoče izmeriti, ne moremo pravilno upravljati, tako aktivnosti potrebne za ustvarjanje, naročanje in izdelavo določenega izdelka, ki ga ni mogoče natančno identificirati, analizirati in povezati, ne moremo izboljšati (ali v celoti odpraviti) in izpopolniti. Vse vrste aktivnosti, ki se pojavljajo v določenem toku vrednosti, lahko razdelimo v tri osnovne skupine:

- Aktivnosti, ki prinašajo vrednost (ang. Value Adding Activities (VAA)).
- Aktivnosti, ki ne prinašajo vrednosti, so pa nujne (ang. Non-Value Adding Activities (NVAA)).
- Aktivnosti, ki ne prinašajo vrednosti oz. čista izguba (ang. Waste Activities (WA)).

Ker ključno merilo pri vitkem menedžmentu predstavlja čas in se razume, da bo za vsako aktivnost vložena določena količina časa, lahko aktivnosti delimo v tri skupine glede na to, ali njihov porabljen čas doda vrednost izdelku ali ne. V skladu s tem obstajajo trije časi:

- Čas, v katerem se dodaja vrednost (ang. Value Adding Time (VAT)).
- Čas, v katerem se ne doda vrednost, vendar je nujen (ang. Non-Value Adding Time (NVAT)).
- Čas, ki je čista izguba (ang. Waste Time (WT)).

Po odpravi aktivnosti, ki spadajo v tretjo skupino, se ustvarijo pogoji za nadaljnje izvajanje načel vitkosti, to so pretočnost, vlečenje in prizadevanje za odličnost.

3.3.3 Pretočnost

Pretočnost pomeni gibanje v stalnem, neprekinjenem toku. Dobro razumevanje svojih zmogljivosti in enostavno prepoznavanje težav privede do izboljšanja tega pretoka. Razumevanje pretoka je ključnega pomena za odpravo izgub. Če se tok vrednosti neha premikati naprej v katerem koli trenutku, je izguba neizogiben stranski produkt. Načelo

pretočnosti je pravzaprav ustvarjanje vrednostne verige brez prekinitve procesa in stanja, v katerem je vsaka aktivnost v celoti v koraku z vsako drugo.

3.3.4 Vlečenje (ang. Pull)

Lean princip vlečenja pripomore k zagotavljanju pretoka tako, da se nič ne naredi vnaprej, torej da se ne ustvarjajo zaloge v obliki polizdelkov (ang. WIP- Work In Process). Namesto da bi uporabili tradicionalni proizvodni pristop potiskanja dela (ang. Push) na podlagi napovedi in urnika, pull pristop narekuje, da se ne naredi nič, dokler se ne pojavi naročilo od kupca. Torej, razume organizacijo proizvodnega procesa na način, da je naročilo stranke povod, ki sproži vse aktivnosti v procesu. To zahteva veliko fleksibilnost in kratek čas spreminjanja procesa, tako da bi se delo lahko opravilo v zadanem časovnem ciklusu. Vlečenje zahteva tudi učinkovit način komunikacije med delovnimi mesti in oddelki, da lahko določijo, kaj je potrebno storiti za naslednji korak v verigi vrednosti.

3.3.5 Prizadevanje za odličnost

Lean menedžerji si prizadevajo doseči nič, kar je manjše od popolnosti. Pot do popolnega procesa poteka korak za korakom, saj nenehne izboljšave (Kaizen) odpravljajo temeljne vzroke težav s kakovostjo in proizvodno izgubo. Prizadevanje za odličnost je tisto, kar motivira uporabnike pristopa, da kopajo globlje, merijo višje in se pogosteje spreminjajo kot njihovi konkurenti. V trenutku, ko podjetja začnejo natančneje določati vrednost, ko prepoznajo celoten tok vrednosti in naredijo prve korake k ustvarjanju vrednosti za določene skupine izdelkov z neprestanim, kontinuiranim pretokom skozi proizvodnjo, ko dopustijo svojim strankam, da povlečejo vrednost iz podjetja, se ustvari kultura, v kateri zaposleni začnejo razumeti, da se ta krog neprestanega ustvarjanja vrednosti in izboljševanja ne bo prekinil, vse dokler se ne doseže absolutna popolnost v proizvodnji. Torej pridejo do spoznanja, da ni konca v procesu zmanjšanja napora, časa, prostora, stroškov in napak pri tem, da se ponudi izdelek, ki vse bolj ustreza dejanskim željam stranke.

Vitka organizacija razume vrednost z vidika kupcev in se osredotoča na svoje ključne procese, da bi jo nenehno povečevala. Končni cilj je zagotoviti stranki popolno vrednost s popolnim postopkom ustvarjanja vrednosti z nič izgubami. Lean to doseže s spremembo

fokusa upravljanja od optimizacije tehnologij, sredstev in oddelkov za upravljanje, do optimizacije pretoka izdelkov in storitev skozi celoten tok vrednosti, ki se razteza med tehnologijami, sredstvi in oddelki glede na uporabnike. (Jansson, 2020); (Crawford, 2016)

4 PREDSTAVITEV IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE

4.1 *JIT »Točno ob pravem času« (ang. Just In Time)*

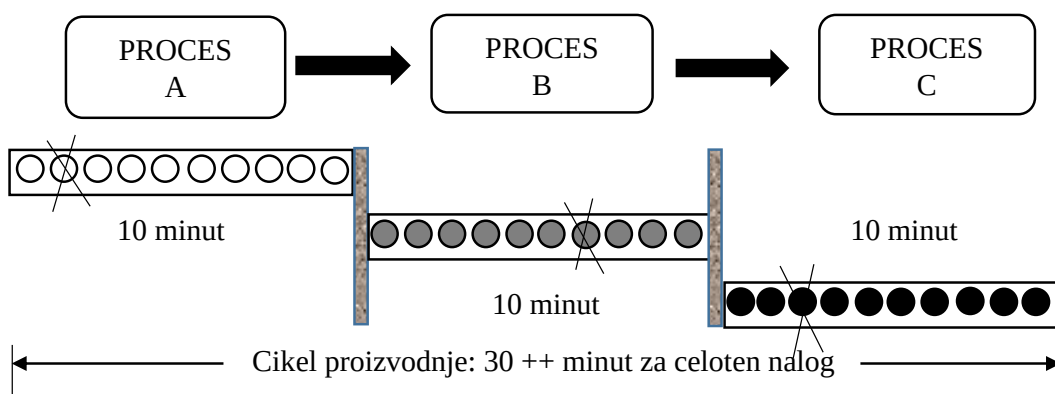
Just in time metoda ali koncept se na splošno nanaša na proizvodnjo količine izdelka ravno toliko, kot je potrebno. Podrobnejša opredelitev tega koncepta je razvidna iz okvirjev zahtevane količine izdelkov za koga ali za kaj. Če gledamo podjetje znotraj njegovega zunanjega okolja (trg, konkurenca, kupci...), potrebno količino določi nihče drug kot sam kupec ali trg. Po drugi strani pa znotraj podjetja potrebno količino določi proces, ki pa je nastavljen tako, da proizvede količino naročeno od kupca. Znotraj samega podjetja JIT deluje tako, da vsak naslednji proces določa količino obdelanega oz. proizvedenega izdelka glede na prejšnjega. Na ta način se podjetje znebi izgube povzročene z obstojem vmesnega skladišča, torej s čakanjem med posameznimi operacijami v proizvodnem procesu. Da bi se izognili velikim skladiščem končnih izdelkov in surovin, je potrebno ustvariti kakovostno in učinkovito mrežo strank, s katerimi je treba imeti strogo poslovne odnose, ki temeljijo na sodelovanju in obojestranskem zadovoljstvu. Prav tako je za nabavo surovin za potrebe lastnega podjetja potrebno organizirati uspešen sistem upravljanja dobavne verige (ang. Supply chain management).

Z drugimi besedami, JIT se nanaša na proizvodnjo tistega, kar je potrebno, kadar je potrebno in koliko je potrebno. Da bi to omogočili, je potrebno izdelati podroben načrt proizvodnje. Takšni načrti zagotavljajo učinkovito izvajanje in delovanje metode JIT v podjetju in vsebujejo informacije o dobavi surovin in delov, terminih proizvodnje itd. Dobava delov in surovin v pravi količini in ob pravem času odstrani večino virov izgub, nepravilnosti in nerazumnih potreb, kar povzroči večjo produktivnost.

Na spodnji sliki je vidna primerjava serijske in proizvodnje kontinuiranega toka. Na njej so razvidne značilnosti proizvodnje JIT. Takšen enodelni kontinuiran tok (»one-piece-flow«) je nasprotje serijske proizvodnje. Tukaj se namesto obdelave večjega števila istih izdelkov, ki po obdelavi čakajo na naslednjo operacijo, obdelava vsak izdelek posebej, vendar brez prekinitve toka. Posamezna kontinuirana proizvodnja povečuje kakovost in zmanjšuje stroške. Na sliki se vidi, katere so prednosti takšne proizvodnje (zmanjšan čas pretoka itd.), vendar da proces, s katerim bi dosegli takšno stanje, ni preprost, dokazujejo številne težave, ki bi se tu lahko

pojavile. Te težave so lahko na primer zanesljivost strojev, splošno stanje proizvodne opreme in infrastrukture, trajanje pripravljajno-zaključnih časov ter druge težave, ki bi lahko otežile doseganje zelenega stanja. Z drugimi besedami, za doseg takšne proizvodnje je treba poleg vlaganja prizadevanj v uspešno reorganizacijo sistema, posedovati tudi sodobne stroje, orodja in naprave na zavidljivi tehnični ravni. Potrebno je biti opremljen s proizvodno opremo, ki bo lahko resnično zanesljivo opravljala nalogo, za katero je namenjena in to v pogojih dela sistema s kontinuirano JIT proizvodnjo. Šele z izpolnjevanjem več različnih kriterijev bo dosežena skupna harmonija. Zato je predvsem potrebno, da se sprememba začne s strani sposobnega in ambicioznega menedžmenta. Nato morajo člani uprave te ideje in njihove koristi podjetju prenesti na ostale zaposlene na način, da jih prepričajo, da so spremembe v podjetju potrebne in da je to, kar se dogaja v podjetju, sprememba na bolje. Na koncu je treba te dobre ideje uresničiti, torej te spremembe uporabiti pri delu in poslovanju podjetja. To med drugim zahteva kakovostno in zanesljivo proizvodno opremo ter usposobljene in marljive zaposlene.

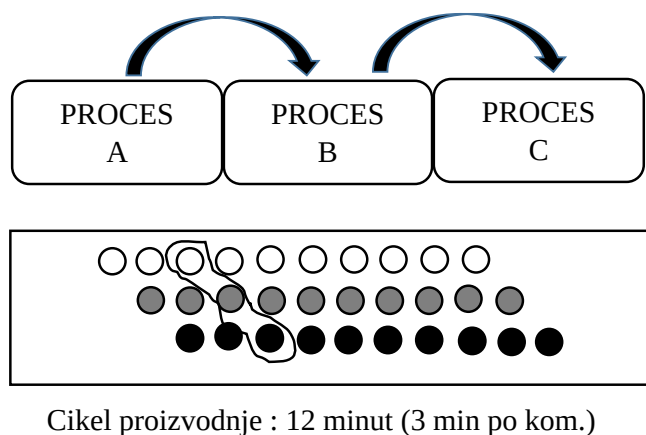
Serijska proizvodnja



Kontinuiran tok

Mogoči problemi:

- Stanje
- Zanesljivost strojev
- Čas cikla
- Pripravljalni-končni čas



Slika 3: Primerjava serijske proizvodnje in proizvodnje kontinuiranega toka

Vir: (Shingo, Nova japanska proizvodna filozofija, 1985)

V primeru Toyote je cilj, zastavljen v skladu z opisano metodo JIT, čim prej dostaviti vozilo z določenimi lastnostmi in po naročilu kupca. Ta postopek od naročila do dostave je videti takole:

1. Po prejemu naročila za novo vozilo morajo biti navodila za izdelavo izdana čim prej, da se začne postopek priprave proizvodnje.
2. Montažna linija mora biti oskrbljena z majhno (vendar zadostno) količino vseh vrst delov, tako da bodo lahko sestavili vse vrste naročenih vozil (zagotavljanje fleksibilnosti proizvodnje).

3. Deli porabljeni na tekočem traku morajo biti nadomeščeni z enakim številom novih delov iz procesa izdelave delov (iz prejšnjega procesa).
4. Predhodni proces mora biti oskrbljen z majhno količino vseh vrst delov, a proizvaja samo tiste dele, ki so bili uporabljeni v nadaljnjem procesu/operaciji (Shingo, Nova japonska proizvodna filozofija, 1985).

4.2 KANBAN

Kanban je posebno orodje za nadzor informacij in uravnavanje pretoka materialov med proizvodnimi procesi v vitki proizvodnji, ki omogoča doseganje »Just In Time« proizvodnje znotraj vrednostne verige. Običajno se uporablja pri signaliziranju porabe izdelkov v vrednostni verigi. V najenostavnejšem primeru to pomeni, da ta dogodek ustvari signal za dopolnitev izdelka v prejšnjem procesu.

Kanban se od tradicionalnih metod nadzora proizvodnje razlikuje v več bistvenih stvareh. V tradicionalni proizvodnji je proizvodni načrt dodeljen vsakemu posameznemu procesu, zato vsak proces proizvaja v skladu z danim načrtom brez pravočasnih povratnih informacij o natančni potrebi od procesov navzdol po vrednostni verigi. Za razliko od tradicionalne proizvodnje kanban deluje kot fizično orodje, ki tesno povezuje in sinhronizira proizvodne aktivnosti med procesi, ki potekajo navzgor in navzdol. Še več, v tradicionalni proizvodnji se tok materiala javlja v trenutku, kadar je prejšnji proces končan s postopkom obdelave izdelka. Rezultat tega je potiskanje materiala v naslednji proces ne glede na njegovo dejansko potrebo. Namesto tega kanban omogoča kontrolo toka materiala, sočasno zavedajoč se potrebnega časa in količine izdelka, odvisno od signalov nadaljnjih procesov. Kanban upravlja proizvodnjo znotraj vrednostne verige z nadzorovanjem pretoka materialov in informacij.

Tradicionalno je kanban v enem pogonu preprosta papirnata kartica, včasih zaščitena s prozornim plastičnim ovojem. Kanban kartica vsebuje osnovne podatke, kot so:

- ime izdelka,
- koda izdelka,
- informacije o zunanjih ali notranjih procesih oskrbe,
- velikost serije,

- velikost pakirne enote,
- lokacija skladiščenja.

Na kartico se lahko natisne črtno kodo za sledenje ali samodejno izdajanje računov. Elektronski signali se pogosto uporabljajo namesto preprostih kanban kartic pri komunikaciji na velike razdalje.

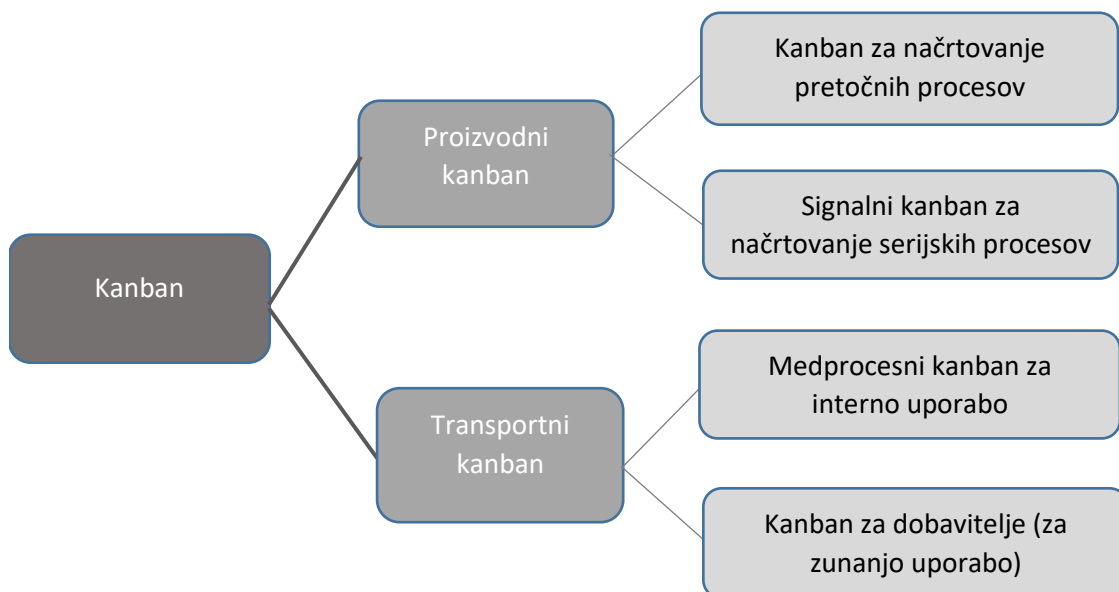
4.2.1 Namen kanbana

Obstajajo štiri glavni nameni za kanban:

1. Preprečiti prekomerno proizvodnjo materialov med proizvodnimi procesi.
2. Zagotoviti natančna proizvodna navodila med procesi, ki temeljijo na načelih vitke proizvodnje. Kanban to doseže z istočasnim upravljanjem potrebne količine izdelka in pravočasnim pretokom materiala.
3. Služiti nadzornikom v proizvodnji kot orodje za vizualni nadzor stanja proizvodnje. Hiter pregled orodij, ki vsebujejo kanban kartice v sistemu, bo pokazal, ali informacije in material neprekinjeno tečejo ali so se pojavile določene motnje.
4. Vzpostaviti orodje za nenehno izboljševanje. Sčasoma načrtovano zmanjšanje števila kanban kartic v sistemu neposredno ustreza zmanjšanju zalog in sorazmerno zmanjšanje časa proizvodnega cikla.

4.2.2 Vrste kanbana

Obstajata dve glavni vrsti kanbana: proizvodni kanban in transportni kanban.



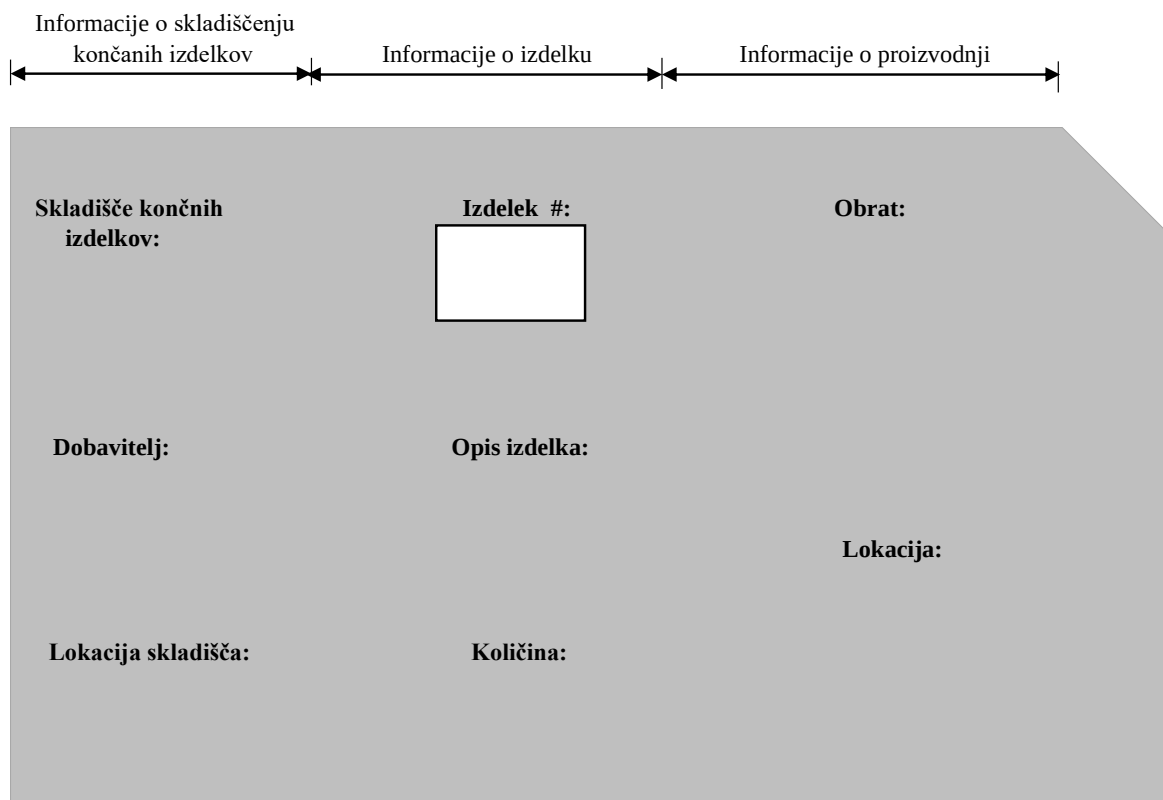
Slika 4: Vrste kanbana

Vir: (Smalley, 2004)

Izrazita razlika med proizvodnim in transportnim kanbanom je v tem, da se proizvodni kanban uporablja za signalizacijo začetka določenega proizvodnega procesa, transportni kanban pa se uporablja za signalizacijo odstranitve materialov in/ali izdelkov iz zalog.

4.2.2.1 Kanban za načrtovanje pretočnih procesov

Ta vrsta kanbana se uporablja za prenos navodil za proizvodnjo majhnih količin izdelkov (idealno za enodelno proizvodnjo), predhodnim procesom v vrednostni verigi. Tipična uporaba vključuje načrtovanje končnih proizvodnih procesov, ki temeljijo na umiku izdelka s strani trga ali kupcev.



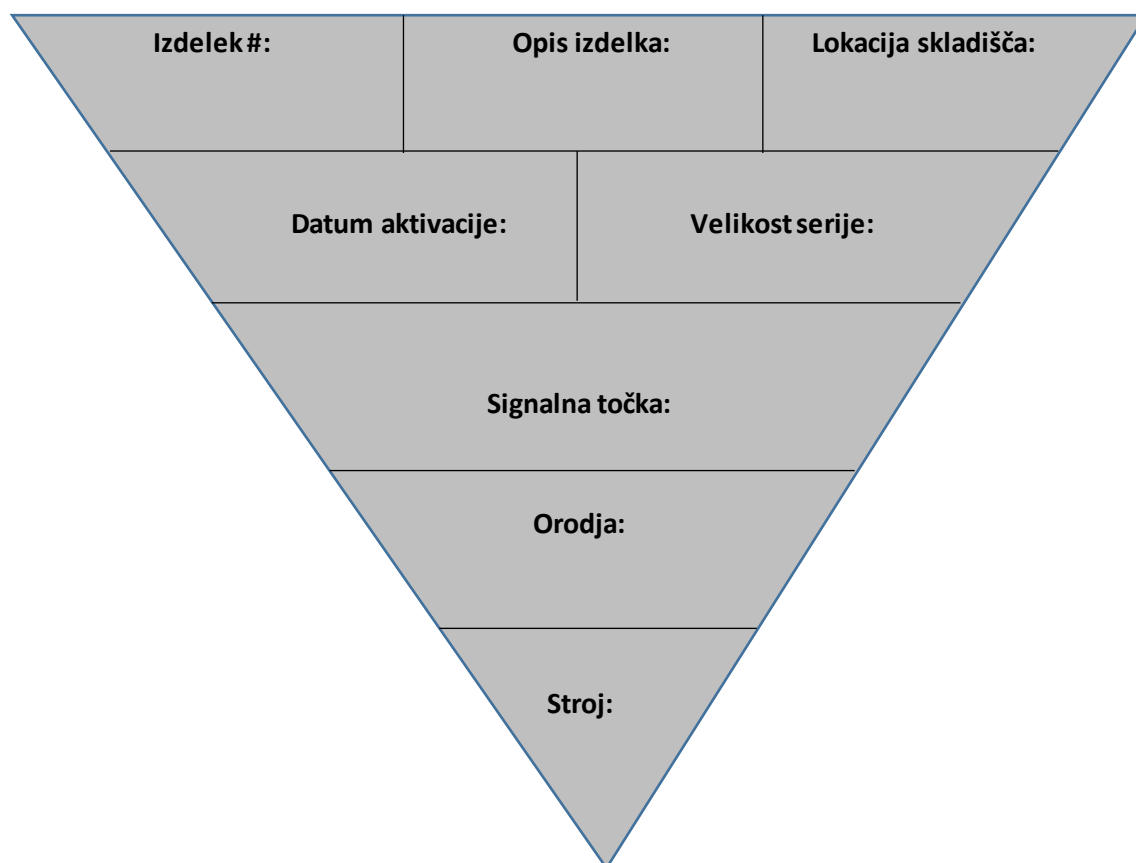
Slika 5: Kanban za načrtovanje pretočnih procesov

Vir: (Smalley, 2004)

4.2.2.2 Signalni kanban za načrtovanje serijskih procesov

Signalni kanban se uporablja za prenos navodil za proizvodnjo večjih količin, procesom, ki se nahajajo po vrednostni verigi navzgor, na primer stiskalnice ali stroji za oblikovanje kalupa. Kanban za načrtovanje pretočnih procesov bi bil v tem primeru manj učinkovit zaradi velikega števila potrebnih kartic in časa potrebnega za njihovo obdelavo. Namesto tega signalni kanban uporablja velikost serije glede na povpraševanje trga in procesov, ki se gibljejo po vrednostni verigi navzdol, hkrati pa omogoča dovolj časa za spreminjanje orodij v prejšnjih procesih.

Obstaja več oblik signalnega kanbana. Najpogosteje uporabljen je trikotni kanban, katerega ime izhaja iz trikotne oblike kartice. Trikotni kanban se uporablja za prenos proizvodnih navodil serijskim procesom, ki potrebujejo precej časa za zamenjavo orodij in katerih čas strojnega cikla je bistveno hitrejši od nadaljnjega procesa. Ključna prednost trikotnega kanbana je, da ni potrebno upravljati z večjim številom kartic - na vrsto izdelka se ustvari samo en kanban.



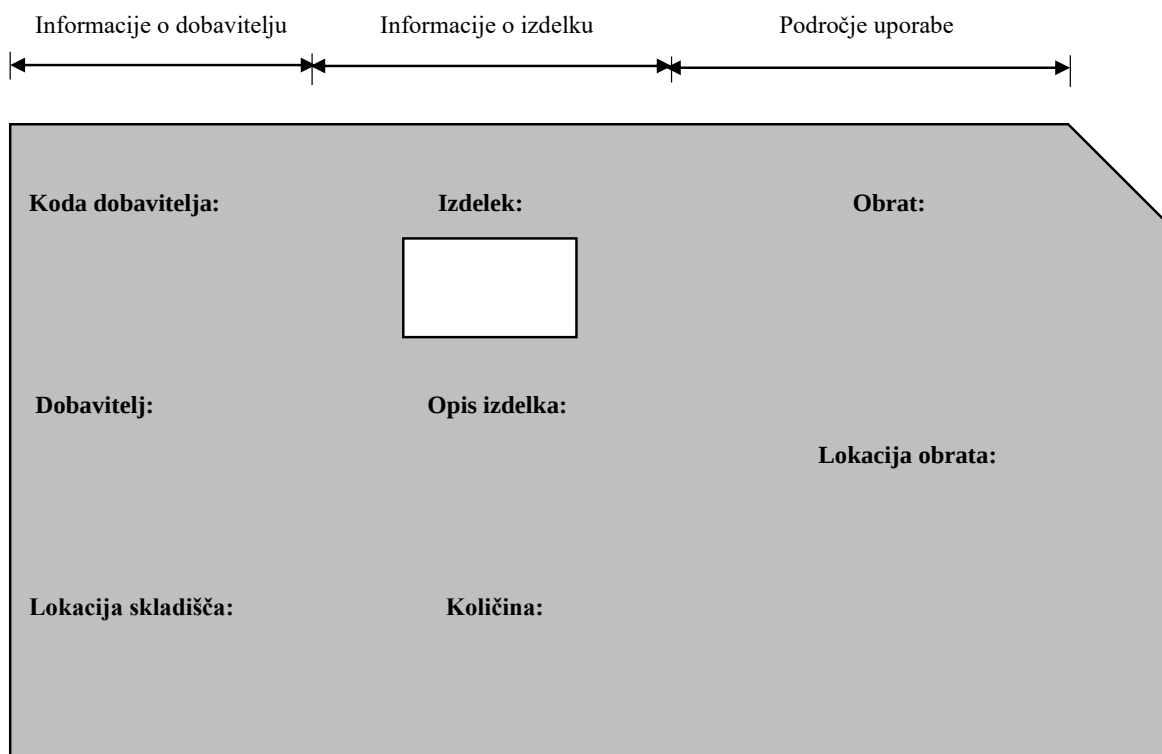
Slika 6: Trikotni kanban

Vir: (Smalley, 2004)

4.2.2.3 Medprocesni kanban za interno uporabo

Medprocesni kanban se uporablja za signaliziranje na potrebo po vlečenju delov s skladiščnega prostora in njihovo transportiranje po procesih navzdol znotraj proizvodnje. Ta vrsta kanbana se najpogosteje uporablja skupaj z montažnimi delovnimi postajami, ki uporabljajo veliko število delov iz notranjih ali zunanjih virov. Predpogoj za uporabo transportnih kanbanov je ustanovitev supermarketa z deli in določitev skladiščnih količin. Namen tega kanbana je omogočiti shranjevanje majhnih količin delov pri končni montaži, da bi se povečal prostor, ki je na voljo za proizvodnjo. To pa zahteva pogosto in redno dostavo majhnih količin delov na delovno postajo za sestavljanje. Da ta sistem deluje, mora imeti vsak

del edinstveno mesto za shranjevanje in z njim povezan mehanizem za lažji transport materialov.

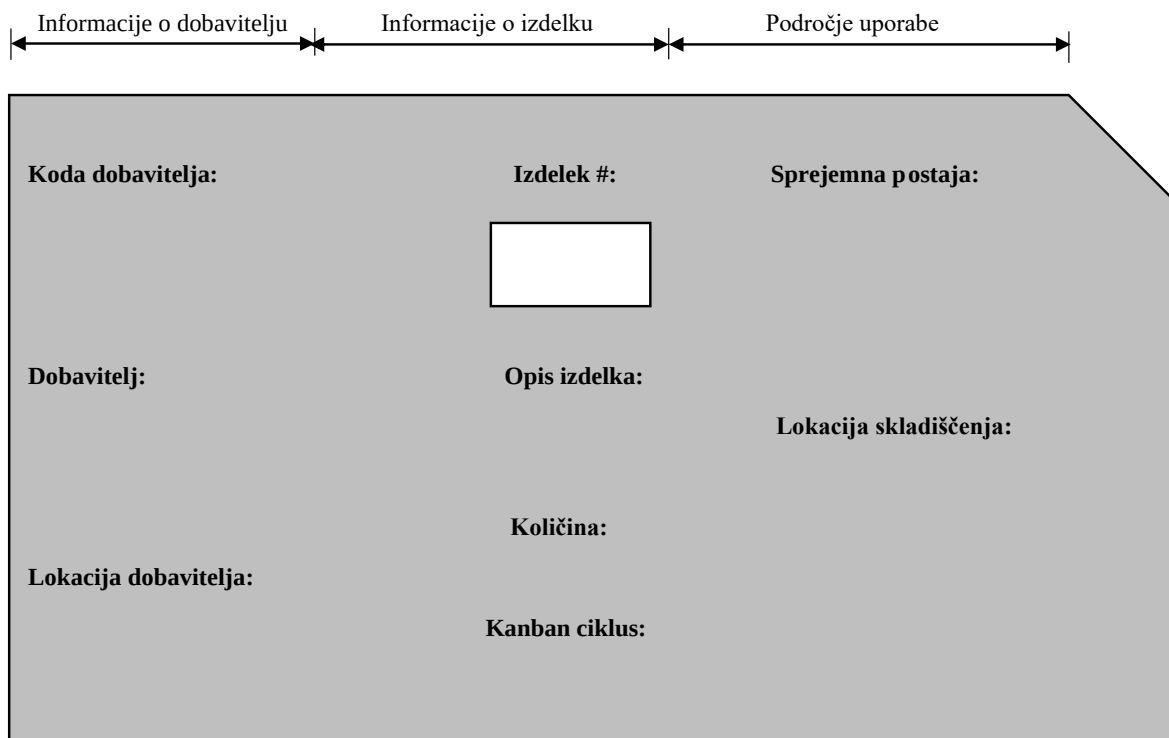


Slika 7: Medprocesni kanban

Vir: (Smalley, 2004)

4.2.2.4 Kanban za dobavitelje

Kanban za dobavitelje se uporablja za signalizacijo potrebe po umiku delov ali materiala od dobaviteljev in njihovo predajo v vhodno skladišče. Z razliko od medprocesnega kanbana se kanban za dobavitelje uporablja za zunanjo uporabo. V napredni aplikaciji vsebuje kanban za dobavitelje tudi informacije o kanban ciklu. Primer kanban cikla je zapis 1:4:2, ki označuje, da bo dobavitelj v enem dnevu dostavil določeno vrsto izdelka in štirikrat prevzel kanban kartico ter da bo dvignjeno kanban kartico po dveh dobavah vrnil skupaj z zahtevanim izdelkom. V tem primeru, glede na štiri dostave na dan (vsakih 6 ur), bo zahtevani izdelek dostavljen v 12 urah. Upoštevati je treba, da dostavljavec pogosto dobavlja druge izdelke po celotni tovarni, tako da se drži dodatnih kanban ciklov in dostavlja izdelke čez dan na nekatere lokacije ter dviguje kanban kartice za druge lokacije. Izdelajo se lahko različni kanban cikli, odvisno od narave dobaviteljevih proizvodnih procesov, zalog v dobaviteljevem skladišču in oddaljenosti dobavitelja od kupca.



Slika 8: Kanban za dobavitelje

Vir: (Smalley, 2004)

4.2.2.5 Začasni kanban

Ni naveden v klasifikacijo tipov kanbana. Število kanban kartic mesečno izračunava in ureja nadzor proizvodnje, to število kartic pa se lahko spremeni le mesečno na podlagi sprememb povpraševanja in časa proizvodnega cikla. Vendar se pogosto pojavijo nepričakovani kratkoročni dogodki, ki zahtevajo vključitev dodatnih kanban kartic v sistem, da bi proizvodnja nemoteno delovala. Razlogi za vključitev začasnih kartic v sistem so možno kopičenje zalog ali nadomeščanje časa potrošenega za vzdrževanje orodja ali strojnih popravkov. Začasni kanban se uporablja samo enkrat in mora vsebovati datum poteka veljavnosti. Dobra praksa je, da se takšne kartice vizualno drugače označijo (npr. z drugo barvo), da po naključju ne bi slučajno ostale v sistemu po poteku veljavnosti.

4.2.3 Kanban v kombinaciji

Praviloma se proizvodni kanban in transportni kanban uporabljata v kombinaciji za nadzor vlek proizvodnje med procesi. Uporabo kanbana je treba obravnavati skupaj s transportnimi

potmi znotraj tovarne. Obstajati mora standardni mehanizem za transport materiala znotraj obrata, če želimo s pomočjo kanban kartic nadzirati tok proizvodnje. Načelo pretoka materiala v vitki proizvodnji je, da izdelke na zahtevo redno in pravočasno dostavljamo v procese, ki si sledijo v vrednostni verigi. Metoda transporta fiksen-čas variabilne-količine se uporablja znotraj obrata ali med obratom za dostavo izdelka v kombinaciji s kanbanom. Ta slog zahteva časovno natančne transportne poti s ponovljivim standardnim vzorcem. V določenih primerih med procesi se lahko uporabi tudi metoda fiksna-količina variabilen-čas, za signalizacijo na potrebo po določeni vrsti izdelka, ki se ne uporablja redno. V tem primeru je ključni dejavnik odločitev, kdaj in kako opozoriti na potrebo po tem izdelku. (Smalley, 2004)

4.3 SMED (Hitra menjava orodij)

SMED (Single Minute Exchange of Dies) je metoda za skrajšanje časa priprave strojev in orodij. Metoda je bila razvita, tako kot vse ostale, na področju leana v Toyoti, kjer so imeli težave pri menjavi orodij na stiskalnici za različne dele. Pri vsaki menjavi orodij je morala proizvodnja čakati 24 ur. Z uporabo tehnike SMED se je zamenjava orodja zmanjšala na le nekaj minut. Če naj bi proizvajali po lean načelih, to pomeni enotno proizvodnjo, če ne enopredmetno ali vsaj proizvodnjo v majhnih serijah. Takšna situacija pogosto zahteva menjavo orodja, ker se na istem stroju proizvaja več različnih izdelkov, zato ima hitrost menjave orodja veliko vlogo.

Čas nastavitve pomeni čas od konca zadnjega izdelka stare serije do zaključka prvega skladnega izdelka nove serije. V tem času se odvijajo različna dejanja: menjava orodja, nameščanje strojnih delov, nameščanje strojnih in obdelovalnih parametrov, čiščenje itd. Vse te dejavnosti ne prispevajo k dodani vrednosti izdelku in jih je treba čim bolj zmanjšati.

Metoda SMED je sestavljena iz treh glavnih korakov za skrajšanje časa priprave:

1. Pomembna je priprava rutine SMED. Vsa pripravljalna dejanja se posnamejo s pomočjo video kamere. Vse aktivnosti operaterja so zabeležene, opisane in imajo izmerjen čas izvedbe. Poleg tega so vse aktivnosti kritično obravnavane in se odloči, ali so te aktivnosti sploh potrebne ali se jim je mogoče izogniti. V tem koraku je treba upoštevati celoten seznam vseh orodij uporabljenih med pripravo. Aktivnosti so razdeljene v dve skupini; interne (ko stroj ne deluje) in eksterne (ko stroj deluje).

2. Identifikacija internih aktivnosti, ki jih je mogoče pretvoriti v eksterne, in nato pretvorba izbranih internih aktivnosti v eksterne. Prav tako je nujno potrebno vnaprej pripraviti pogoje delovanja in standardizirati potrebne funkcije.
3. V zadnjem koraku se ponovno preučijo interne aktivnosti, ki se zdijo potrebne. Poskuša se najti rešitev, da bi skrajšali čas izvajanja teh aktivnosti ali po možnosti optimizirali zaporedje teh operacij, da bi dosegli idealno stanje. Uporabo vijakov je treba čim bolj zmanjšati ali popolnoma odstraniti in zamenjati s hitrejšimi alternativami (ekscentri, različne naprave za vpenjanje v enem obratu ipd.). Uporaba naprav za pozicioniranje lahko tudi pripomore k poenostavitvi postopkov nameščanja stroja ali orodja. Da bi zmanjšali število uporabljenih in potrebnih orodij, je zaželeno, da so vsi vijaki in pritrdilni elementi istega tipa, tako da jih je mogoče pritrditi in odstraniti z istim ključem. (Shingo, 1985)

Najboljši primer, kako sistem SMED pripeljati skoraj do popolnosti, je menjava pnevmatik na dirkalniku formule 1. Pred petdesetimi leti so za to potrebovali več kot 60 sekund, danes pa le dve sekundi.

4.4 KAIZEN

Kaizen metodologija izhaja iz japonskih besed Kai in Zen, kar pomeni spremeniti ali narediti bolje. Predstavlja japonsko filozofijo dela, ki temelji na nenehnem izboljševanju proizvodnih procesov. Ustanovljen je bil celo Kaizen inštitut, ki ima podružnice po vsem svetu in podjetjem ponuja priložnosti, da se usposobijo za nov pogled na menedžment. Cilj Kaizena je izboljšati proizvodne procese in okolje za delo zaposlenih. Osnovna ideja je standardizirati proces, torej organizirati delo in odpraviti nepotrebne stvari in ovire, ki ovirajo proizvodni proces. Kaizen pomeni postopno, stalno in celovito izboljševanje poslovnih procesov. Obstajata dva pristopa h Kaizenu:

- radikalna inovacija
- postopno izboljševanje

Kaizenov postopek uvaja spremembe, vendar najpogosteje ni povezan z velikimi finančnimi naložbami. Kaizen temelji na številnih načelih:

- obstoječe stanje se ne sme sprejeti;
- podpirati je treba pozitiven pristop;
- ne sme se iskati izgovorov;
- potrebni so ukrepi in uresničitev idej;
- treba je uporabiti svoje znanje pri timskem delu;
- glavna prednost organizacije so njeni zaposleni;
- izboljšanje procesa se bo zgodilo, če se bo izboljševalo postopoma;
- izboljšanje je treba implementirati takoj, ko se za to ponudi priložnost;
- priporočila za izboljšanje morajo temeljiti na kvantitativnih in statističnih metodah evolucije procesa;
- prilagodljiva in univerzalno usposobljena delovna sila, ki predstavlja nosilca vseh sprememb;
- sistem, ki podpira kreativno razmišljanje in inovativne ideje zaposlenih v smislu koriščenja sposobnosti in ustvarjalnosti potenciala zaposlenih;
- avtonomnost v smislu neodvisnega nadzora kakovosti izdelkov ali storitev;
- standardizacija, ki jo je treba izvesti, saj je le tako mogoče vsem delavcem predstaviti najboljši način, kako nekaj storiti.

Kaizen se osredotoča na odpravo čakalnih dob v proizvodnem procesu, kajti ko se proizvodnja ustavi, povprečno 70 % delovne sile nima ničesar delati, kar vodi do izgub. Izguba za podjetje je tudi prekomerno premikanje materiala, preveč premikov, ki jih mora delavec opraviti, nepotrebna predelava izdelkov z neustreznimi stroji in poškodbe na izdelku med neustreznim proizvodnim procesom. Prednosti Kaizena:

- izboljšave, ki temeljijo na številnih majhnih spremembah;
- ideje prihajajo od delavcev samih;
- majhne izboljšave ne zahtevajo velikih naložb;
- izboljšave izhajajo iz zmogljivosti obstoječe delovne sile;
- vsi zaposleni iščejo način za izboljšanje svojih veščin;

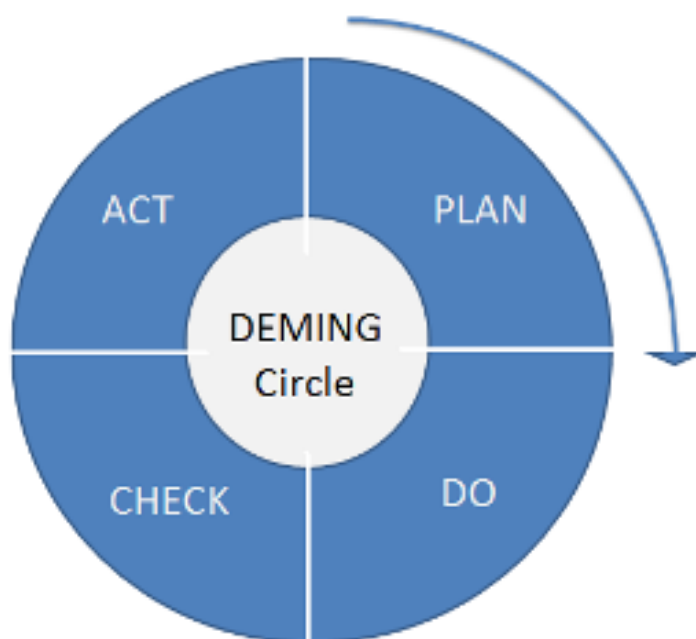
- stalni poudarek na procesu.

Vloga zaposlenih glede na položaj:

- najvišje vodstvo: opredelitev organizacije Kaizena, postavljanje ciljev, ustvarjanje kulture, finančna podpora;
- srednje vodstvo: zagotavlja logistično podporo, potrebne materiale ter znanje in veščine.

Vodja zagotavlja izvajanje na ravni skupine, medtem ko delavci sodelujejo prek sistema predlogov in dejavnosti v majhnih skupinah. V praksi je Kaizen usmerjen k najpomembnejšim logističnim in strateškim vprašanjem, omogoča izboljšanje in vzdrževanje delovne morale ter predstavlja učinkovito sredstvo za dvig delovne morale.

Osnova za uspešno izboljšanje kakovosti je Demingov krog, ki je sestavljen iz naslednjih faz: Plan, Do, Check, Act. PDCA krog je neprekinjen cikel, ki se nenehno ponavlja in tako izboljšave postanejo del vsakdana. Na sliki spodaj je prikazan Demingov krog.



Slika 9: Demingov krog

Vir: (<http://kakovosten.si/2017/10/10/izboljsvanje/>)

Plan - potrebno je opredeliti problem, določiti vzroke problema in razviti načrt aktivnosti za njegovo rešitev, določiti cilje kakovosti in ključne dejavnike uspeha.

Do - izvede se preverjanje predlaganih izboljšav in zberejo se pridobljeni rezultati. Vsi zaposleni se usposablajo v zvezi z uporabo metod in tehnik za izboljšanje kakovosti.

Check - izvede se pilotni projekt in zberejo podatki o vrednostih kazalnikov uspešnosti. Zbrani podatki se analizirajo in pripravijo zaključki.

Act – pristopi se k implementaciji izboljšav. Delovni postopki sprejetih rešitev se standardizirajo in zaposleni morajo natančno vedeti, kako jih uporabiti pri prihodnjem delu. Za določitev natančnosti dobljenih rezultatov je treba cikel ponoviti določeno število krat pod različnimi pogoji.

Obstaja deset pravil Kaizena:

- dvomite o stanju sedanjega stanja;
- razmišljajte, kako nekaj narediti in ne zakaj tega ni mogoče storiti;
- nehajte se opravičevati in začnite premišljevati o svojih navadah;
- ne iščite popolnosti čez noč;
- napake popravite takoj;
- ne zapravljajte denarja za Kaizen;
- modrost izvira iz težav;
- nekajkrat se vprašajte zakaj in poiščite koren težav;
- raje iščite modrost desetih ljudi, kot pa znanje enega;
- predstavljajte si, da je možnosti za Kaizen praktično neskončno. (Horžen, 2005)

5 OBSTOJEČE STANJE V PROIZVODNJI

5.1 O podjetju

Ime podjetja, v katerem sem zaposlen, je Lasertehnik Marfin d. o. o. Ustanovljeno je bilo leta 2001 na območju nekdanjega znanega podjetja Tovarna avtomobilov Maribor (TAM). Aprila istega leta je podjetje v majhni proizvodni hali namestilo svoj prvi laserski stroj. Danes ima podjetje sodobno proizvodno halo in poslovno stavbo, ki je bila postavljena leta 2011. Podjetje je vodilno na področju laserskega razreza pločevine in upogibanja pločevine v Sloveniji in ima velike izkušnje z obvladovanjem tehnično zahtevnih procesov in izdelkov. Sedanji strojni park vključuje sodobne laserske in upogibne stroje, kar omogoča najsodobnejšo izdelavo izdelkov. V podjetju je razmeroma mlada ekipa s približno 50 zaposlenimi strokovnjaki na svojem področju. Podjetje želi povečati proizvodnjo in zato je decembra 2019 začelo graditi novo proizvodno halo. Lasertehnik Marfin d. o. o. ima tudi certifikat ISO 9001 in ISO 14001.

Podjetje ponuja veliko dejavnosti obdelave kovin in nudi samo storitve, torej nima svojega končnega produkta. Odvisno od tega, kaj stranke potrebujejo in kaj želijo, se lahko podjetje prilagodi zahtevam kupcev, saj ima zelo prilagodljivo proizvodnjo in tudi zato, ker imajo zaposleni veliko znanja in izkušenj. Najpogostejše dejavnosti podjetja so:

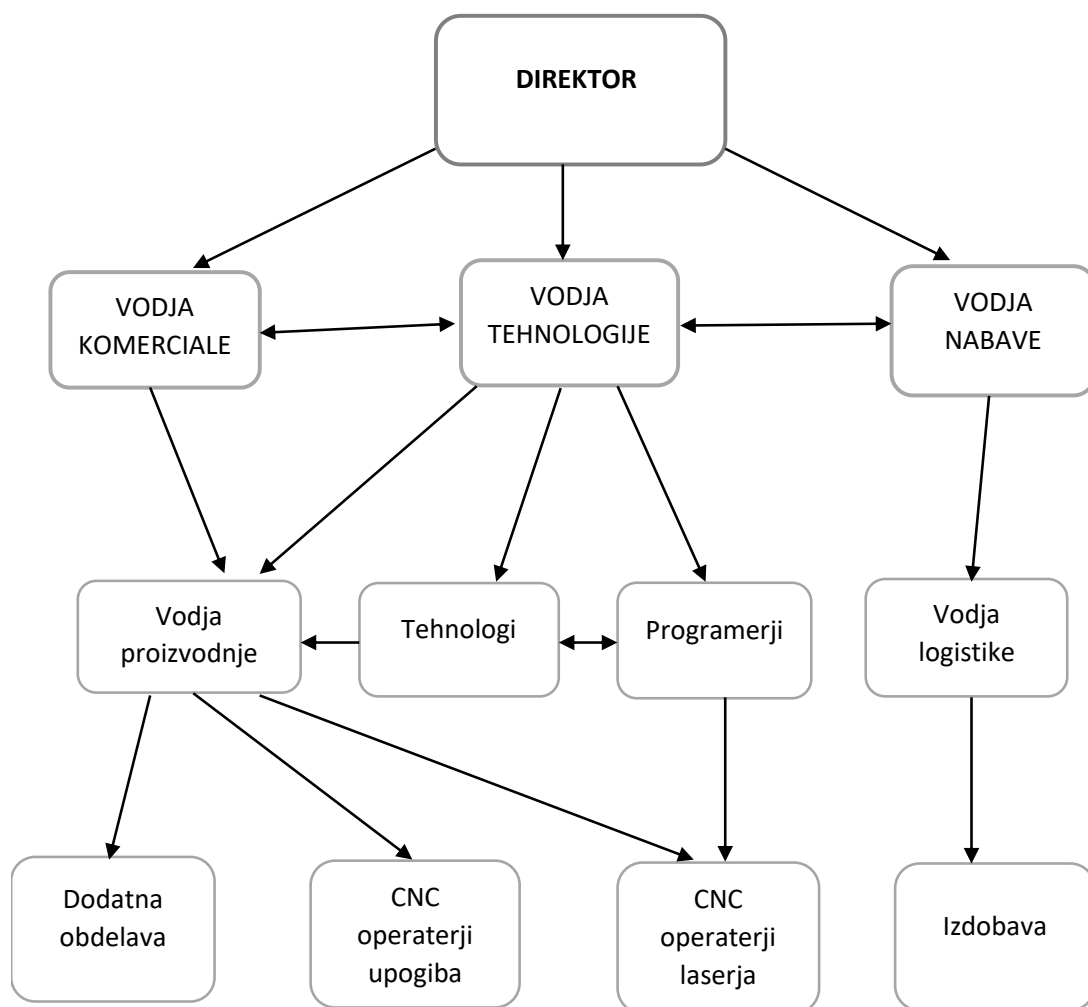
- laserski razrez pločevine do 8000x2500x25 mm (jeklo, nerjaveče jeklo, aluminij),
- upogibanje pločevine do 6000x25 mm (jeklo, nerjaveče jeklo, aluminij),
- izdelava faz (posnetje) od 0° do 75°,
- nekatere dodatne storitve kot so rezanje navojev, grezenje, varjenje, ravnanje pločevine.

Najpogostejši materiali, s katerimi podjetje obdeluje pločevino, so jeklo, nerjaveče jeklo in aluminij. Standardna kakovost in debelina za to vrsto materiala je vedno na zalogi. Če kupec potrebuje material, ki ga ni na zalogi, ga lahko podjetje naroči pri poslovnih partnerjih, ki ga lahko dostavijo v 1-2 dneh. Tudi nekatere posebne in redke materiale lahko podjetje zagotovi v najkrajšem možnem obdobju v 1-2 tednih.

Analiza trga kaže, da ima podjetje v Sloveniji veliko konkurence v kovinski industriji. Številna podjetja imajo podobne dejavnosti in podobne stranke. To spodbudi podjetje in zaposlene, da vsak dan dajo vse od sebe. Največja prednost pred konkurenti je prilagodljivost proizvodnje, znanje in izkušnje zaposlenih ter sledenje najnovejšim trendom v kovinski industriji.

5.2 Organizacijska struktura podjetja

Organizacijska struktura v podjetju je:



Slika 10: Organizacijska struktura podjetja

Vir: (Lastni vir)

5.3 Strojna oprema

V podjetju Lasertehnik Marfin d. o. o. lahko zaposleni delajo na nekaterih najsodobnejših strojnih napravah, ki so trenutno na voljo v kovinski industriji. Najpomembnejši so stroji za laserski razrez pločevine, stroji za upogibanje pločevine in visoko zmogljivi računalniki za programiranje in tehnološko obdelavo. Naj omenim tudi viličarje in transportna vozila, ki se uporabljajo za prevoz izdelkov.

Stroji za laserski razrez pločevine:

- Trumpf Trumatic 3030 (moč: 5kW, leto izdelave: 2013)



Slika 11: Trumpf Trumatic 3030

Vir: (Lastni vir)

- Trumpf Trumatic 3040 (moč: 5kW, leto izdelave: 2011)



Slika 12: Trumpf Trumatic 3040

Vir: (Lastni vir)

- Trumpf Trumatic 5060 (moč: 7kW, leto izdelave: 2008)



Slika 13: Trumpf Trumatic 5060

Vir: (Lastni vir)

Upogibni stroji:

- EHT Multipress 110 (moč: 110T, leto izdelave: 2014)
- EHT Ecopress 225 (moč: 225T, leto izdelave: 2000)
- EHT 300 (moč: 300T, leto izdelave: 2000)
- EHT 500 (moč: 500T, leto izdelave: 2003)

5.4 Izgube v proizvodnji

Kadar govorimo o izgubah v proizvodnji, ljudje običajno to dojemajo kot izgubo materiala v obliki izmeta in pogosto pozabijo na vse druge aktivnosti, ki zapravljajo čas, sredstva in denar. Ljudje, ki pa so nekoliko seznanjeni s sistemom vitke proizvodnje, bodo ob omembi proizvodnih izgub pomislili na 7 večjih izgub, bolj znanih kot Muda. To pa niso vse izgube, razen teh obstajata še 2 glavni vrsti izgub, in sicer Mura in Muri. Muda predstavlja dejavnosti v procesu, ki procesu ne dodajo vrednosti, Mura opozarja na neenakosti v proizvodnji, Muri pa govori o preobremenjenosti in neracionalnosti.

Tabela 4: Izgube v proizvodnji

	Izgube v proizvodnji
MUDA	Zaloge, nepotrebno premikanje, čakanje, transport, prekomerna obdelava, prekomerna proizvodnja, izmet, izguba talenta in virov
MURI	Preobremenjenost delavcev ali stroja, slaba postavitev delovnega prostora, pomanjkanje ustreznega orodja in opreme, nejasna navodila, slaba komunikacija, nezanesljivi procesi in oprema ...
MURA	Nedoslednost, neenake ravni povpraševanja, neuspeh pri standardizaciji proizvodnje zaradi hitenja z velikimi serijami, slabo prepoznavanje želj in povpraševanja kupcev, nestandardizirana raznolikost proizvedenih produktov

Vir: (Lastni vir)

5.4.1 Muda

Muda je aktivnost ali proces, ki ne dodaja vrednosti, zato gre za fizično izgubo časa, virov in denarja. Te izgube so razvrščene v 7 glavnih skupin (transport, zaloge, nepotrebno premikanje, čakanje, prekomerna obdelava, prekomerna proizvodnja in izmet), toda v zadnjih nekaj letih nekateri avtorji trdijo, da je mogoče tej osnovni skupini dodati eno ali dve novi skupini (izguba talenta in virov).

5.4.2 Muri

Muri predstavlja (nerazumno) preobremenjenost delavcev ali stroja. To predstavlja nerazumen stres in napor delavcem in strojem z različnimi zahtevami, ki so pogosto nepotrebne. Neizkušeni menedžerji, ki želijo v proizvodnjo uvesti vitkost in se znebiti izgub, bodo pogosto storili napako, ko bodo sedem glavnih izgub začeli takoj odpravljati. S tem se delavcem povzroči hud stres in ustvari preobremenitev, namesto da bi se tega znebili. Pravi način bi bil, da se najprej ukvarjamo z zmanjšanjem Murija in Mure, ker bodo po tem številni problemi z Mudo izginili ali se zmanjšali.

Primeri preobremenitve:

- delavci delajo na procesih, za katere niso usposobljeni;
- slaba postavitev delovnega prostora;
- nejasna navodila;
- pomanjkanje ustreznega orodja in opreme;
- izraziti ekstremi v stopnjah proizvodnje;
- pomanjkanje ustreznega vzdrževanja in nezanesljiva oprema;
- nezanesljivi procesi;
- slaba komunikacija.

5.4.3 Mura

Mura predstavlja neenakost ali nedoslednost, neenake ravni povpraševanja. Prihaja do neuspeha pri standardizaciji proizvodnje, ker se skuša na hitro narediti čim večjo serijo, da bi se po tej začela delati naslednja velika serija, ne da bi se skrbelo za povpraševanje in želje strank. Želje in povpraševanje kupcev se včasih zdijo muhaste, vendar je pogosto mogoče opaziti vzorec, ki ga je treba prepoznati.

Npr.: Mogoče bo kupec v ponedeljek in torek zahteval 2000 izdelkov, v sredo in četrtek 1500, v petek pa le 500. Delavci se bodo v tem primeru v ponedeljek zlomili od dela, medtem ko bodo v petek z delom končali le v nekaj urah. Zato je v tem primeru treba standardizirati

produkcijo in proizvesti povprečno 1500 izdelkov na dan. Ni treba vsakega dela opravljati dirkaško, včasih je treba upoštevati takten čas in preučiti zahteve strank.

V primeru, da kupec želi 1200 kosov na teden in ima podjetje na voljo 5 osemurnih izmen (2400 minut), to pomeni, da je treba vsaki dve minuti izdelati en kos. To je takten čas in takšen podatek bi moral narekovati hitrost procesa. Če pa kupec želi različne vrste izdelkov, je potrebno imeti čim manj serij (v idealnem primeru enodelni tok) in dnevno proizvajati majhne serije vseh izdelkov. Zmanjšanje Mure je lahko zapleteno in težko, zato se številna podjetja temu izogibajo in poskušajo izdelati čim večje možne serije izdelkov, v resnici pa je nujno, da vsi delajo s konstantnim in predvidljivim tempom. Prav tako je treba standardizirati raznolikost proizvedenih izdelkov. (Earley, 2014)

5.5 Obstoječe težave in izgube proizvodnje

Ob natančnejšem pregledu delovanja obrata je postalo očitno, da ta ustvarja izgube v skoraj vseh kategorijah Mude.

Transport od dobavitelja do podjetja je nujen, saj podjetje v bližini nima lastne proizvodnje materialov. Poleg tega je treba dostavljeni material, ko pride čas za to, odpeljati iz skladišča do strojev (ki je v tem primeru praktično na drugem koncu obrata). Prav tako izgubo pri transportu predstavlja premik končnih kosov iz stroja do oddelka za izdobavo, ki je spet skoraj na drugem koncu obrata.

Eden najvidnejših izgub v tem podjetju so zagotovo velike zaloge materiala. Material se naroči po tem, ko kupec zahteva določen izdelek, vendar veliko prej kot se začne proizvodnja sama (kar pomeni, da bo na zalogi do začetka proizvodnje). Ta material je običajno naročen v večjih količinah, kot je potrebno za izdelavo posebej zahtevanega števila izdelkov, to pa zaradi več razlogov. Eden od razlogov je nezanesljivost strojev/delavcev ali kakšnih drugih notranjih ali zunanjih dejavnikov, ki bi povzročili morebiten izmet in s tem pomanjkanje materiala. Drugi razlog je izogibanje možnosti zamude pri dostavi materialov, kar bi lahko povzročilo zamudo pri dostavi izdelka kupcu. Kar zadeva zalogo končnih izdelkov, skušamo izdelati serijo izdelkov čim bližje času dostave kupcu, da bi končni izdelki čim manj časa stali v skladišču.

Nepotrebno gibanje je pogost pojav v skoraj vsakem obratu, tako je tudi v tem. Delavci imajo veliko nepotrebnih sprehodov, npr. zaradi pomanjkanja potrebnega orodja, nejasnih navodil za izdelavo, iskanja predmetov potrebnih za proizvodnjo, ki so jih bodisi oni ali eden od

delavcev založili ali odložili nekje drugje. V nekaterih primerih postavitev celic sama prisili delavce in stroje k nepotrebnim premikom. Konkreten primer nepotrebne premikanja je, ko pride tehnolog (ali če mora delavec osebno odnesti proizvod do oddelka tehnologije) preverit kakovost izdelka ipd.

Čakanje je pogosto posledica neorganiziranosti, ki je v tem podjetju postala pogosta zaradi nezanesljivosti procesov/strojev in mentalitete delavcev. Čakanje nastane zaradi okvar, zastojev, pomanjkanja materialov (ali nekaterih drugih komponent potrebnih za izdelavo), vzdrževanja strojev, odsotnosti delavcev itd. Zaradi čakanja se zgodi, da ne dosežemo dnevnega plana končanih izdelkov. Tudi čakanje na informacije iz oddelka tehnologije ali katerega koli drugega oddelka predstavlja izgubo v proizvodnji.

Napake se pojavijo občasno, tudi pri najbolj zanesljivih procesih. Izmet se v tem podjetju pričakuje in pojavlja v različnih razmerjih. Včasih je izmeta med proizvodnjo manj kot 5 %, včasih pa tudi do 30 %. Razlogi za to so različni; morda so ključni dejavnik stroji, morda material, morda delavci sami ali celo vsi naštet razlogi skupaj. Seveda je pomembno, da imamo čim manjši odstotek izmeta, še bolj pomembno pa je, da ti nedosledni izdelki ne pridejo do kupca.

Do prekomerne obdelave včasih pride zaradi slabe komunikacije, nepoznavanja postopkov izdelave/obdelave ali neizkušenosti delavcev/tehnologov. Če je konstrukter/tehnolog neizkušen, lahko predpiše, da je treba nekatere površine izdelka brusiti (fino obdelati), čeprav za to zares ni nobene potrebe. To vključuje tudi postavljanje nepotrebno ozkih toleranc na izdelek.

Prekomerna proizvodnja je v tem podjetju nekaj, kar velja za bolj običajno prakso kot izgubo. To ni prekomerna proizvodnja, kjer se proizvede največja količina izdelka, ki se lahko izdelava v določenem časovnem obdobju, ne da bi razmišljali, kdaj in komu se bo to nekega dne prodalo. Prekomerna proizvodnja v tem podjetju pomeni predvsem primer, ko kupec zahteva, da se mu med letom dostavi določeno število dobav izdelka, podjetje pa namesto da bi med letom izvedlo določeno število serij glede na dobave, naredi prvo količino izdelkov pri prvi nastavitvi orodja in nato ohrani izdelke na zalogi do roka dostave. Razlog za to je dejstvo, da lahko prilagajanje orodij in strojev traja dolgo, in stroškovno bolj učinkovito je izdelati vse zahtevane izdelke v enem nameščanju stroja in orodja, nato pa izdelke hraniti na zalogi, kot pa večkratno prilagajanje stroja in orodij. Prav tako se dogaja, da se proizvaja več izdelkov

kot jih zahteva kupec. Takšno potezo povzroča pričakovanje določenega odstotka izmeta in na ta način skuša odstraniti škodo, ki bi podjetje stalo kupčevega zaupanja.

Pri natančnejšem pregledu odnosov med vodstvom in zaposlenimi v podjetju lahko pridemo do zaključka, da se potenciala proizvodnih delavcev ne izkorišča v zadostni meri. Delavci v proizvodnji imajo minimalno urno postavko (večina njih), njihovo delo pa je nepomembno in intelektualno nezahtevno. Od njih se ne pričakuje ali se jih ne spodbuja, da predlagajo spremembe, ki bi vodile do možnih izboljšav, temveč je njihova primarna naloga, da dosežejo normo s čim manj izmeta. Vse izboljšave prihajajo neposredno iz oddelka tehnologije.

5.6 Meritve proizvodnje

Da bi lahko ustrezno spremljali in analizirali proizvodnjo ter odpravili ozka grla v procesih in uspešno načrtovali in izvedli izboljšave, je potrebno biti pozoren na nekatere osnovne kazalnike stanja proizvodnje, kot so:

- Produktivnost
- Kapaciteta
- Izkoristek
- Učinkovitost procesnega cikla
- Takt proizvodnje
- Pretočnost

Meritve bom opravil na podlagi podatkov najpogosteje proizvedenega izdelka v našem podjetju. Podatke sem pridobil s pomočjo računalniškega programa, ki ga uporabljamo v podjetju za sledljivost in časovne meritve vsakega proizvodnega procesa, potrebnega za izdelavo določenega izdelka. Spodaj sta prikazana delovni nalog, kjer vidimo, kako si sledijo procesi in pa podatki pridobljeni v času proizvodnje.

Delovni plan POZICIJE: 215068-001



Pozicija: **215068-001**
 Artikel: POZ68178
 Ext. lme: Z0553928_d
 Kolicina: 200

Abdeckhaube-Seitenteil

Mere(mm): 338,79 x 275,60

Teža(kg/kos): 0,26



Zap. št.	Obdelava	Opomba	Koda DO
0010	Programmierung		 0101331845
0020	Trumatic_3040	Razrez. Blechtefel-Bearbeitungsschritt für TRUMPF	 0101331846
Material: AlMg1-15		Kos: /	Mere(mm): /
0030	Teilevereinzelung-1		 0101331847
0040	Trumpf_110T_2		 0101331848
Predviden cas (priprava / izdelava): 10,00 /			
0050	Kommissionierung		 0101331849

Slika 14: Delovni nalog

Vir: (Lasertechnik Marfin d. o. o.)

Tabela 5: Podatki pridobljeni v času proizvodnje

Operacija	Delovno mesto	Ciljna količina	Dejanska količina	Ciljni čas obdelave na kos [min]	Ciljni čas obdelave [min]	Dejanski čas obdelave [min]
0010	Programiranje	200	205	0,00	0,00	35,11
0020	Laser - Trumatic_3040	200	205	0,37	74,00	99,56
0030	Ločevanje kosov	200	205	0,20	40,00	40,00
0040	Upogibni stroj - Trumpf_110T_2	200	200	0,95	190,00	250,29
0050	Pobiranje	200	200	0,00	0,00	15,03

Vir: (Lasertechnik Marfin d. o. o.)

5.6.1 Produktivnost

Produktivnost na splošno pomeni razmerje med proizvedenim blagom in uporabljenimi viri, torej tisto, kar smo dosegli z delom.

$$P = \frac{O}{I}$$

P - Produktivnost

O - Output

I - Input

Primer:

Za izdelavo pozicije 215068-001 so potrebni 4 delavci, ki dnevno naredijo 200 kosov. Delavci skupaj za izdelavo porabijo 8 delovnih ur. Kakšna je njihova produktivnost?

$$P = \frac{200}{8} = 25 \frac{\text{kosov}}{\text{uro}}$$

5.6.2 Kapaciteta

Kapaciteta pomeni količino ali število izdelkov, ki jih lahko stroj ali proizvodni obrat proizvede v določeni časovni enoti.

$$K = T_R \times P_O$$

K – Kapaciteta

T_R – Razpoložljiv čas

P_O – Projektni output sistema

Primer:

Podjetje dela 5 dni v tednu po 2 izmeni po 8 ur. Delavci so upravičeni do 30 minutnega odmora. Proizvodna linija je projektirana na 40 kosov na uro. Projektirana tedenska kapaciteta je:

$$K = 5 \times 2 \times 7,5 \times 40 = 3000 \frac{\text{kosov}}{\text{teden}}$$

5.6.3 Izkoristek

Izkoristek označuje razmerje med dejanskim outputom in projektirano kapaciteto ter je merilo učinkovitosti naprave ali stroja.

$$I = \frac{D_o}{P_o}$$

I - Izkoristek

D_o – Dejanski output

P_o – Projektni output sistema

Primer:

Podjetje proizvede 2000 kosov na teden. Kakšen je izkoristek, če vemo, da je kapaciteta proizvodnega obrata 3000 kosov na teden?

$$I = \frac{2000}{3000} \times 100 = 66,66 \%$$

5.6.4 Učinkovitost procesnega cikla

Učinkovitost procesnega cikla se nanaša na razmerje med časom trajanja aktivnosti, ki dodajo vrednost in časom trajanja cikla. Vsak proces z nizko stopnjo učinkovitosti procesnega cikla ima velik potencial za znižanje stroškov.

$$U_c = \frac{T_{\check{c}TA}}{T_c}$$

U_c – Učinkovitost procesnega cikla

$T_{\check{c}TA}$ – Čas trajanja aktivnosti, ki dodaja vrednost

T_C – Čas trajanja cikla

Primer:

V podjetju so potrebne 4 operacije za izdelavo pozicije 215068-001, od katerih vsaka zahteva svoj čas obdelave. Med posameznimi operacijami pa se porabi čas za pripravo ali transport na drugo operacijo, ki povprečno vzame 25 minut časa. Kakšna je učinkovitost procesnega cikla?

$$U_C = \frac{35,1 + 99,6 + 40 + 250,3}{35,1 + 25 + 99,6 + 25 + 40 + 25 + 250,3} \times 100 = 85\%$$

5.6.5 Takt proizvodnje

Takt proizvodnje pomeni hitrost proizvodnje oz. hitrost, s katero kupec naroča ali kupuje izdelke. Hitrost proizvodnje je osnovni in glavni kazalnik, s katerim usmerjamo vitko proizvodnjo.

$$Takt = \frac{\text{Razpoložljiv čas proizvodnje}}{\text{Dnevno povpraševanje}}$$

Primer:

Če vemo, da je razpoložljiv čas proizvodnje 16 ur dnevno in kupec želi 400 kosov na dan, kakšen je takt proizvodnje?

$$Takt = \frac{54000 \text{ s}}{400 \text{ kosov}} = 135 \text{ s/kos}$$

5.6.6 Pretočnost

Pretočnost (ang. Throughput – TH) pomeni povprečno število proizvedenih izdelkov v eni delovni uri (kos/h).

$$TH = \frac{D_O}{T_R}$$

TH – Pretočnost

D_o – Dejanski output

T_R – Razpoložljiv čas

Primer:

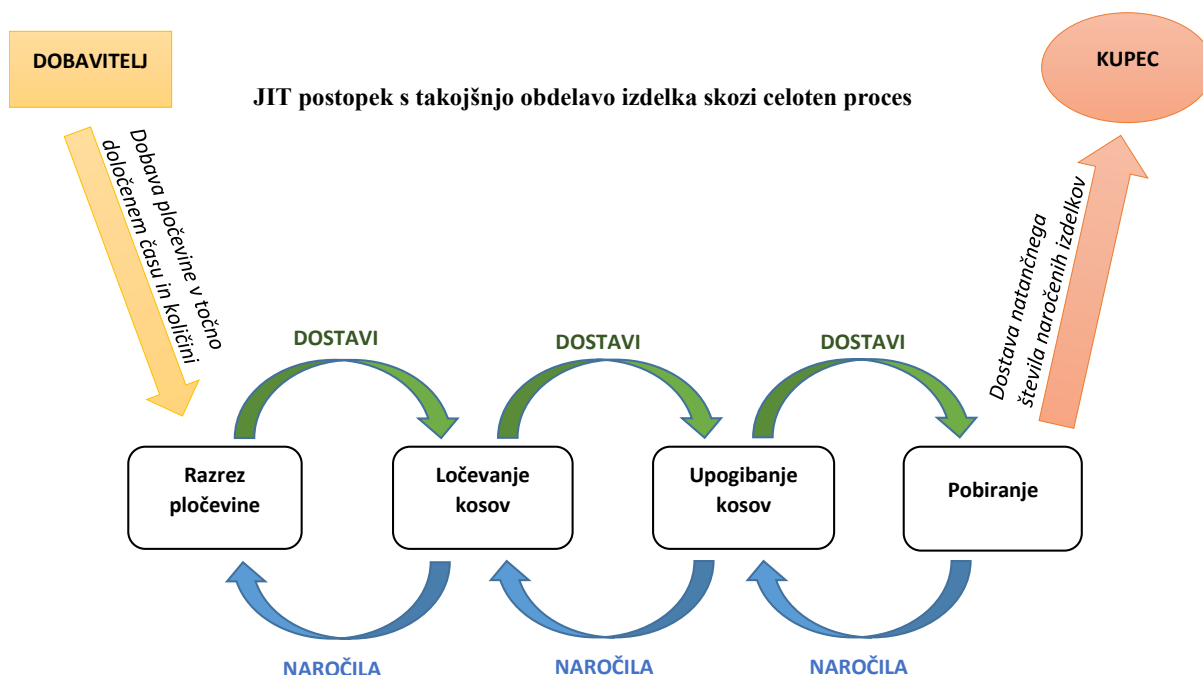
Podjetje dnevno proizvede 400 kosov pozicije 215068-001. Delo je organizirano v dveh izmenah po 8 ur in delavci so upravičeni do 30 minutnega odmora. Kakšna je pretočnost?

$$TH = \frac{400}{15} = 26,66 \frac{\text{kosov}}{\text{uro}}$$

6 UVAJANJE IZBRANIH METOD

6.1 Uvajanje JIT metode

Z uvedbo JIT metode se je izdelal podroben načrt proizvodnje, kjer se je določilo kaj, kdaj in koliko je potrebno za proizvodnjo določenih izdelkov. Načrt vsebuje podatke o dobavi materiala v pravi količini in ob pravem času ter o terminih proizvodnje, kar omogoča učinkovito izvajanje in delovanje JIT metode. JIT metoda je nastavljena tako, da vsaka naslednja operacija določa količino izdelkov glede na prejšnjega. S tem se odpravijo izgube narejene z vmesnimi skladišči in čakanjem med operacijami v proizvodnem ciklu. Proizvede se ravno toliko izdelkov, koliko je potrebnih oz. naročenih od kupca. Procesi v proizvodnji so oskrbljeni z majhno, vendar zadostno količino potrebnega materiala za obdelavo določenega izdelka. Material porabljen v določeni operaciji je nadomeščen z enako količino novega materiala. Z uvedbo te metode se je odstranila večina virov izgub in nerazumnih potreb, kar rezultira v večji produktivnosti.

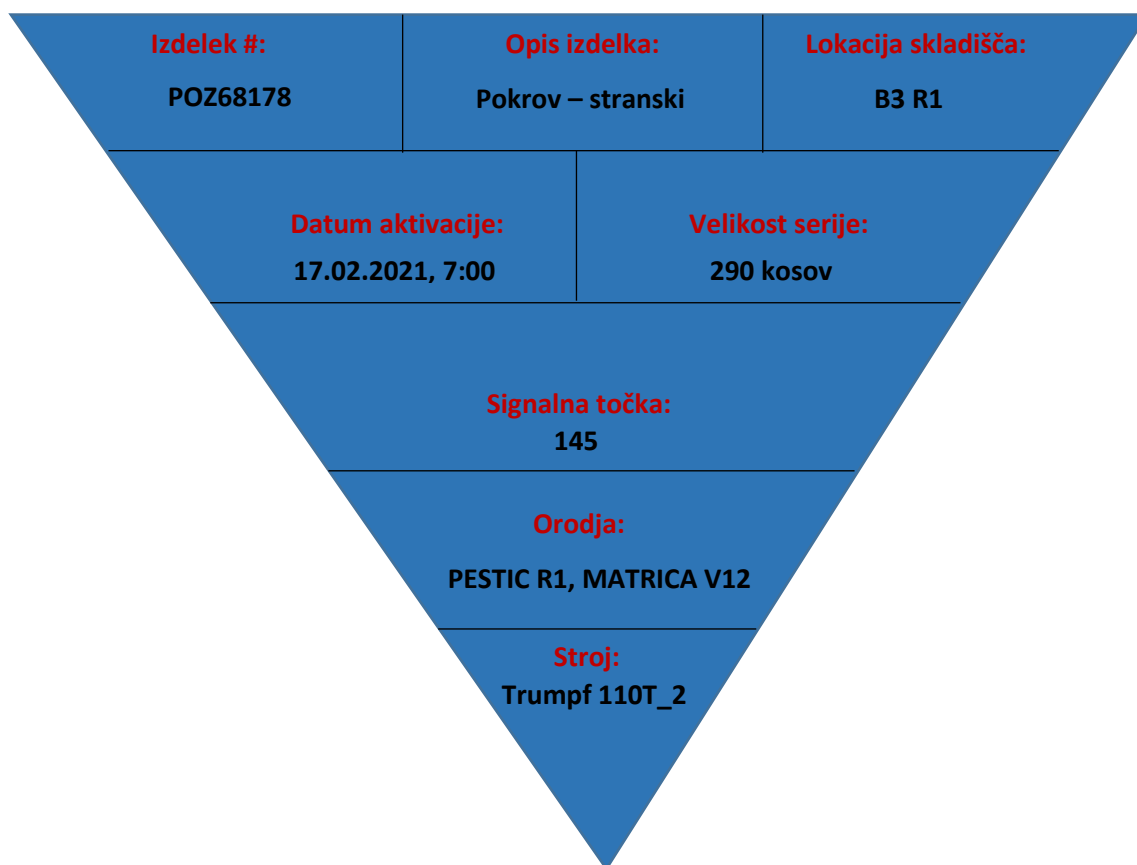


Slika 15: Prikaz JIT postopka v proizvodnji

Vir: (Lastni vir)

6.2 Uvajanje KANBAN metode

Z metodo KANBAN se je vzpostavil nadzor informacij in uravnovesila pretočnost materialov med posameznimi operacijami v proizvodnji. S kanban karticami so se povezale in sinhronizirale proizvodne dejavnosti med operacijami, ki potekajo navzdol in navzgor po proizvodnem ciklu. S signali (s pomočjo kanban kartic) nadaljnjih procesov se je omogočila kontrola toka materiala in tako lažje nadziramo pretok materiala in informacij med procesi v proizvodnji. Preprečila se je prekomerna proizvodnja izdelkov med samimi proizvodnimi procesi. Z istočasnim upravljanjem potrebne količine izdelka in pravočasnim pretokom materiala, kar se je doseglo z metodo kanban, so se zagotovila natančna proizvodna navodila med proizvodnimi procesi. S pomočjo kanban kartic lažje in hitreje ugotovimo, ali material in pomembne informacije za procese nemoteno tečejo ali pa se pojavljajo kakšne motnje v proizvodnji. Kanban metoda je pripomogla k zmanjšanju zalog in sorazmerno zmanjšanje časa proizvodnega cikla.



Slika 16: Primer trikotne signalne kanban kartice v proizvodnji

Vir: (Lastni vir)

6.3 Uvajanje SMED metode

Z uvedbo SMED metode se je skrajšal čas priprave strojev in nastavitvev orodij. Zmanjšal se je čas vseh aktivnosti, ki ne dodajo vrednosti izdelkom. To se je doseglo z beleženjem vseh aktivnosti operaterjev med pripravo stroja ali menjavo orodij, nakar se je kritično obravnavalo in določilo, ali so določene aktivnosti operaterjev sploh potrebne in ali je določene možno popolnoma odstraniti. Po tem so se našle rešitve, ki so skrajšale čas teh aktivnosti, kot je npr.: namesto uporabe vijakov za vpenjanje orodij se uvedejo naprave za vpenjanje v enem obratu. Da bi zmanjšali število potrebnih orodij, se uvedejo vijaki in pritrdilni elementi istega tipa, ki jih je moč pritrditi in odstraniti z istim ključem. Uvedejo se tudi naprave za pozicioniranje orodja, kar privede do poenostavitve postopka nameščanja orodja. S pomočjo metode SMED se je znatno zmanjšalo čakanje med procesi, kar je privedlo do večje pretočnosti cikla in povečanje produktivnosti.



Slika 17: Vpenjalni pritrdilni elementi in vijaki istega tipa

Vir: (Lastni vir)

6.4 Uvajanje KAIZEN metode

Z metodo KAIZEN smo dosegli nenehno izboljševanje proizvodnih procesov in izboljšali okolje za delo zaposlenih. Organiziralo se je delo in odpravile so se nepotrebne ovire, ki ovirajo proizvodni proces. To se je doseglo z razmišljanjem, da vsi zaposleni v podjetju iščejo in dajejo predloge za način izboljšanja procesov in svojih veščin. Vodje zagotavljajo izvedbo na ravni oddelka, delavci pa sodelujejo preko sistema predlogov. Podpira se pozitiven pristop k reševanju problemov in ovir v proizvodnih procesih ter kreativno razmišljanje in inovativne ideje zaposlenih. S pomočjo Kaizena se je izboljšala organizacija proizvodnje in znatno izboljšala delovna morala zaposlenih, predvsem tistih, ki so zaposleni v proizvodnji.

6.5 Meritve proizvodnje po uvedbi izbranih metod

Podatki so bili pridobljeni po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje. Pridobil sem jih s pomočjo računalniškega programa, ki se v podjetju uporablja za časovne meritve in sledljivost proizvodnih procesov, potrebnih za izdelavo določene pozicije ali izdelka. Po uvedbi metod se je izdelava pozicije 215068-001 zvišala na 290 kosov v osmih urah.

Tabela 6: Podatki pridobljeni v času proizvodnje po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje

Operacija	Delovno mesto	Ciljna količina	Dejanska količina	Ciljni čas obdelave na kos [min]	Ciljni čas obdelave [min]	Dejanski čas obdelave [min]
0010	Programiranje	290	290	0,00	0,00	25,14
0020	Laser - Trumatic_3040	290	290	0,37	107,30	109,86
0030	Ločevanje kosov	290	290	0,10	29,00	20,00
0040	Upogibni stroj - Trumpf_110T_2	290	290	0,95	275,50	286,44
0050	Pobiranje	290	290	0,00	0,00	5,03

Vir: (Lasertehnik Marfin d. o. o.)

6.5.1 Produktivnost

$$P = \frac{O}{I}$$

P - Produktivnost

O - Output

I - Input

Primer:

Za izdelavo pozicije 215068-001 so potrebni 4 delavci, ki dnevno naredijo 290 kosov. Delavci skupaj za izdelavo porabijo 8 delovnih ur. Kakšna je njihova produktivnost?

$$P = \frac{290}{8} = 36,25 \frac{\text{kosov}}{\text{uro}}$$

6.5.2 Kapaciteta

$$K = T_R \times P_O$$

K – Kapaciteta

T_R – Razpoložljiv čas

P_O – Projektni output sistema

Primer:

Podjetje dela 5 dni v tednu po 2 izmeni po 8 ur. Delavci so upravičeni do 30 minutnega odmora. Proizvodna linija je projektirana na 42 kosov na uro. Projektirana tedenska kapaciteta je?

$$K = 5 \times 2 \times 7,5 \times 42 = 3150 \frac{\text{kosov}}{\text{teden}}$$

6.5.3 Izkoristek

$$I = \frac{D_o}{P_o}$$

I - Izkoristek

D_o – Dejanski output

P_o – Projektni output sistema

Primer:

Podjetje proizvede 2900 kosov na teden. Kakšen je izkoristek, če vemo, da je kapaciteta proizvodnega obrata 3150 kosov na teden?

$$I = \frac{2900}{3150} \times 100 = 92,06 \%$$

6.5.4 Učinkovitost procesnega cikla

$$U_c = \frac{T_{\check{c}TA}}{T_c}$$

U_c – Učinkovitost procesnega cikla

$T_{\check{c}TA}$ – Čas trajanja aktivnosti, ki dodaja vrednost

T_c – Čas trajanja cikla

Primer:

V podjetju so potrebne 4 operacije za izdelavo pozicije 215068-001, od katerih vsaka zahteva svoj čas obdelave. Med posameznimi operacijami pa se porabi čas za pripravo ali transport na drugo operacijo, ki povprečno vzame 10 minut časa. Kakšna je učinkovitost procesnega cikla?

$$U_c = \frac{25,1 + 109,9 + 20 + 286,4}{25,1 + 10 + 109,9 + 10 + 20 + 10 + 286,4} \times 100 = 93,6\%$$

6.5.5 Takt proizvodnje

$$Takt = \frac{\text{Razpoložljiv čas proizvodnje}}{\text{Dnevno povpraševanje}}$$

Primer:

Če vemo, da je razpoložljiv čas proizvodnje 16 ur dnevno in kupec želi 580 kosov na dan, kakšen je takt proizvodnje?

$$Takt = \frac{54000\text{ s}}{580\text{ kosov}} = 93,1\text{ s/kos}$$

6.5.6 Pretočnost

$$TH = \frac{D_O}{T_R}$$

TH – Pretočnost

D_O – Dejanski output

T_R – Razpoložljiv čas

Primer:

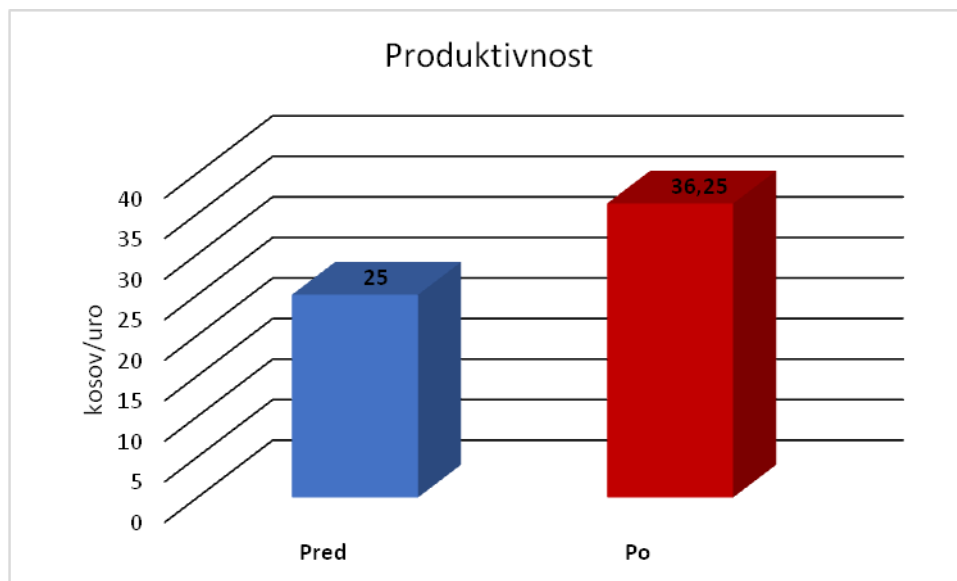
Podjetje dnevno proizvede 580 kosov pozicije 215068-001. Delo je organizirano v dveh izmenah po 8 ur in delavci so upravičeni do 30 minutnega odmora. Kakšna je pretočnost?

$$TH = \frac{580}{15} = 38,66 \frac{\text{kosov}}{\text{uro}}$$

7 PRIMERJAVA MERITEV PROIZVODNJE PRED IN PO UVEDBI IZBRANIH METOD VITKE PROIZVODNJE

7.1 Produktivnost

Tabela 7: Grafikon primerjave produktivnosti pred in po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje

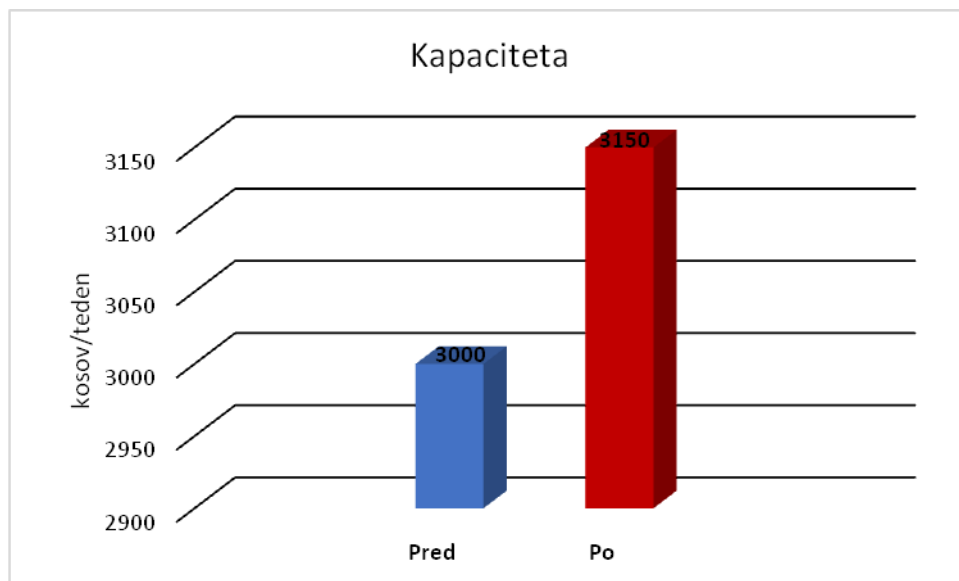


Vir: (Lastni vir)

Dvig produktivnosti smo dosegli z uvedbo metod JIT, KANBAN, SMED in KAIZEN. Kombinacija vseh naštetih metod je odstranila večino virov izgub in nerazumnih potreb, posledica tega pa je večja produktivnost. V proizvodnji se po uvedbi izbranih metod izdelava 11,25 kosov na uro več kot pred uvedbo metod.

7.2 Kapaciteta

Tabela 8: Grafikon primerjave kapacitete pred in po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje

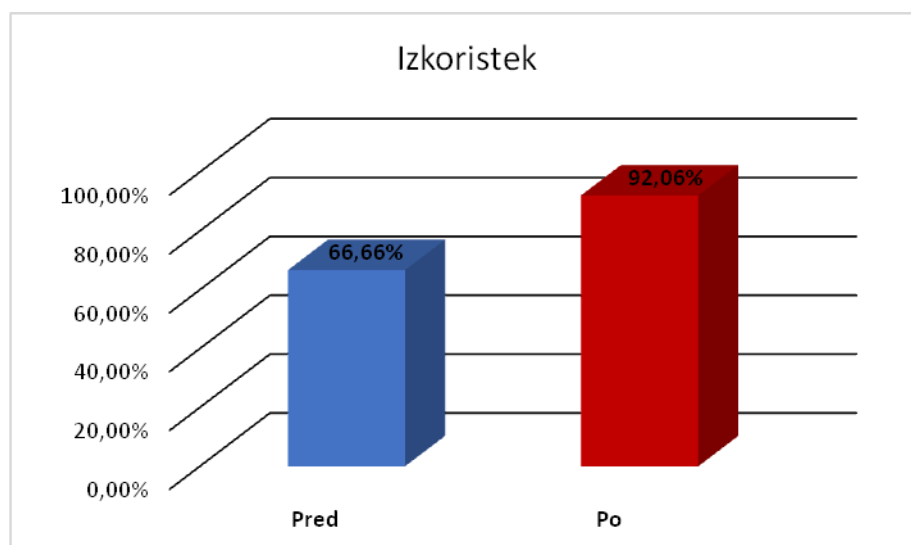


Vir: (Lastni vir)

V podjetju se je dvignila kapaciteta obrata, kar pomeni, da stroji ali proizvodni cikli v določenem časovnem obdobju proizvedejo več kot pred uvedbo izbranih metod vitke proizvodnje. Projektirana kapaciteta se je dvignila za 150 kosov na teden.

7.3 Izkoristek

Tabela 9: Grafikon primerjave izkoristka pred in po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje

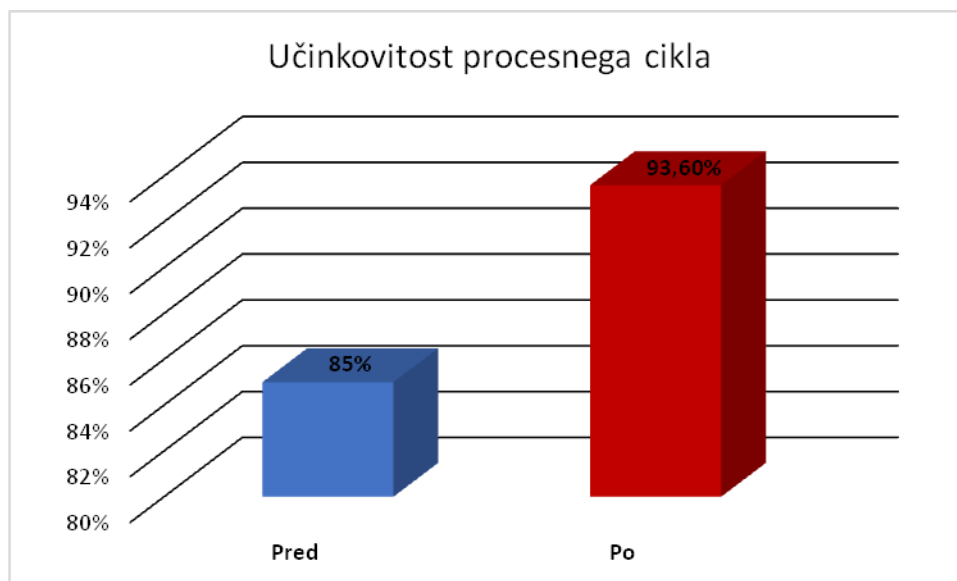


Vir: (Lastni vir)

Izkoristek je merilo učinkovitosti strojev, ki se je po uvedbi izbranih metod povečala za 25,4 %. To smo v večji meri dosegli predvsem z metodami JIT, KANBAN in SMED, s katerimi smo zmanjšali čas vseh aktivnosti, ki ne dodajo vrednost proizvodom.

7.4 Učinkovitost procesnega cikla

Tabela 10: Grafikon primerjave učinkovitosti procesnega cikla pred in po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje

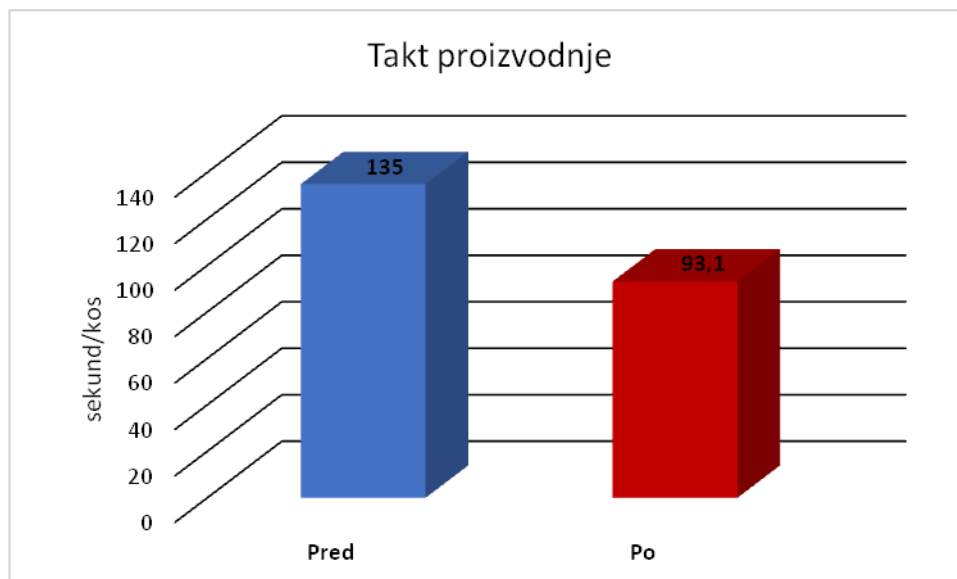


Vir: (Lastni vir)

Učinkovitost procesnega cikla se je dvignila za 8,6 %, kar je rezultat tega, da so se odpravile izgube narejene z vmesnimi skladišči in nepotrebnim čakanjem med operacijami ter zmanjšale zaloge. S tem so se tudi znižali stroški podjetja.

7.5 Takt proizvodnje

Tabela 11: Grafikon primerjave takta proizvodnje pred in po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje

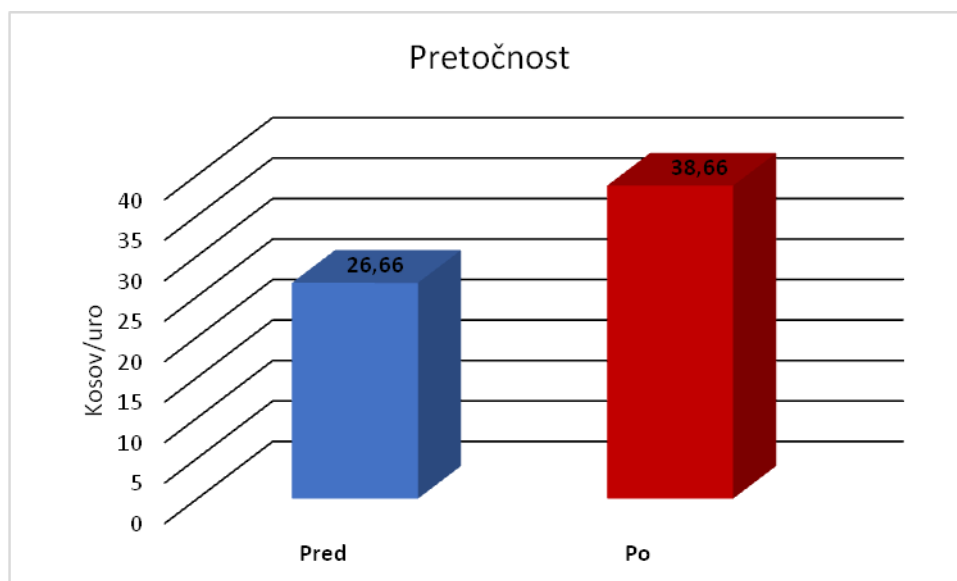


Vir: (Lastni vir)

Takt proizvodnje je hitrost proizvodnje, ki se je v podjetju po uvedbi izbranih metod povečala s tem, da se je čas za izdelavo enega določenega kosa zmanjšal za 41,9 sekund.

7.6 Pretočnost

Tabela 12: Grafikon primerjave pretočnosti pred in po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje



Vir: (Lastni vir)

V proizvodnem procesu se je dvignila pretočnost cikla, za katero je v največji meri zaslužna metoda SMED v kombinaciji z metodo KANBAN, saj se je po uvedbi teh metod zmanjšalo čakanje med procesi. Število proizvedenih izdelkov v eni uri se je povečalo za 12 kosov/uro.

8 UGOTOVITVE HIPOTEZ

Hipoteze/trditve diplomskega dela:

- Z uporabo izbranih metod vitke proizvodnje bomo dosegli nižje stroške.
- Z uporabo metod vitke proizvodnje bomo izboljšali organiziranost proizvodnje.
- S pomočjo vitke proizvodnje se bo dvignila produktivnost.

Prva hipoteza govori o doseganju nižjih stroškov podjetja. Po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje so se vsi osnovni kazalniki stanja proizvodnje izboljšali. Povečala sta se produktivnost in kapaciteta, izboljšali so se izkoristek, učinkovitost procesnega cikla in pretočnost ter dvignila se je hitrost takta proizvodnje. Kar pomeni, da se v krajšem časovnem obdobju naredi več kot pred uvedbo metod. Vsi ti kazalniki stanja proizvodnje so se v večji meri izboljšali, ker se je s pomočjo izbranih metod odstranila večina virov izgub, aktivnosti, ki ne dodajo vrednosti izdelkom in motenj v proizvodnji, kar pa vse skupaj vodi do tega, da se znižajo tudi stroški podjetja. Zato lahko trdimo, da je hipoteza potrjena.

Druga hipoteza trdi, da se bo z uporabo metod vitke proizvodnje izboljšala organiziranost proizvodnje. Z uvedbo izbranih metod se je izdelal celoten načrt proizvodnje, v katerem se je natančno določilo kaj, kdaj in koliko je potrebno za izdelavo določenih proizvodov. V načrtu so tudi podatki o dobavi materiala v pravi količini in ob pravem času ter podatki o terminih proizvodnje. Vzpostavil se je nadzor informacij in uravnovesila pretočnost materialov med operacijami v proizvodnji ter povezale in sinhronizirale so se proizvodne aktivnosti med operacijami. Splošno gledano se je organiziralo delo v podjetju in odpravile so se ovire, ki ovirajo proizvodni proces. Pokazatelj, da se je izboljšala organiziranost v proizvodnji, so osnovni kazalniki stanja proizvodnje, ki so se vsi izboljšali. Hipoteza je potrjena.

Tretja hipoteza govori o dvigu produktivnosti s pomočjo vitke proizvodnje. Po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje se je dvignila produktivnost, in sicer iz 25 izdelanih kosov/uro na 36,25 izdelanih kosov/uro. K temu je pripomoglo predvsem izboljšanje stanja vseh osnovnih kazalnikov proizvodnje, kar je rezultat vseh izboljšav in nadgradenj v proizvodnih procesih, kot so izdelan podroben načrt proizvodnje, odprava izgub z vmesnimi skladišči, odprava čakanja med operacijami v proizvodnem ciklu, proizvede se točno, kolikor je bilo naročeno od kupca, vzpostavitev kontrole toka materiala in informacij med procesi v

produkciji, zagotovitev natančnih proizvodnih navodil, zmanjšanje zalog, zmanjšanje časa proizvodnega cikla, skrajšan čas priprave stroja in nastavitve orodij, povečanje pretočnosti cikla, nenehno izboljševanje proizvodnih procesov, poboljšano okolje za delo zaposlenih, izboljšana delovna morala zaposlenih... Vse to se je doseglo s pomočjo izbranih metod vitke proizvodnje. Hipoteza je potrjena.

9 SKLEP

Skozi pisanje tega diplomskega dela sem pridobil veliko znanja o organizaciji proizvodnje, o vitki proizvodnji in o izbranih metodah (JIT, KANBAN, SMED, KAIZEN). To temo sem si izbral, ker sem želel izboljšati svoje znanje na področju vitke proizvodnje in splošne organiziranosti proizvodnje ter pridobiti sposobnost uporabe izbranih metod vitke proizvodnje. Namen je bil raziskati metode JIT, KANBAN, SMED in KAIZEN ter jih podrobno preučiti. Želel sem analizirati proizvodne procese v podjetju, opraviti meritve osnovnih kazalnikov stanja proizvodnje ter narediti primerjavo rezultatov pred in po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje. Preden sem začel z diplomskim delom sem imel skromno znanje o metodah vitke proizvodnje, ki pa sem ga kasneje izboljšal z raziskavo in preučevanjem literature o vitki proizvodnji in njenih metodah.

Vitka proizvodnja in njene metode so zelo učinkovit pristop, če ima podjetje željo po večji produktivnosti, nižanju stroškov in boljši organiziranosti proizvodnega procesa. To sem skozi pisanje diplomske naloge spoznal tudi sam. Kar dokazujejo tudi meritve osnovnih kazalnikov stanja proizvodnje, ki so ključnega pomena. Po temeljiti analizi stanja proizvodnje in prepoznavanju ter odstranitvi vseh izgub in aktivnosti, ki so vzrok za izgubo časa, sredstev in denarja, so se postopoma začele uvajati izbrane metode. Po uvedbi izbranih metod so se izboljšali vsi kazalniki stanja proizvodnje, kar lahko lepo vidimo v primerjavi meritev proizvodnje pred in po uvedbi metod. Proizvodnja sedaj v krajšem času proizvede več izdelkov, kar pomeni, da je večja produktivnost ter posledično tudi nižji stroški. Znatno se je izboljšala tudi splošna organiziranost proizvodnje in delovna morala zaposlenih v podjetju, predvsem tistih, ki delajo v proizvodnji. Podjetje in večina zaposlenih sedaj strmi k nenehnemu izboljševanju in nadgradnji vseh procesov, ki potekajo v proizvodnem obratu.

Cilj diplomskega dela je bil dvigniti produktivnost v proizvodnji s pomočjo metod JIT, KANBAN, SMED in KAIZEN ter izboljšati organizacijo v proizvodnih procesih. Po mojem mnenju sem cilje tudi dosegel, saj sem s pomočjo literature preučil splošno organizacijo proizvodnje, vitko proizvodnjo in vse štiri izbrane metode ter vse to pridobljeno znanje uspešno uporabil, na kar kažejo tudi rezultati, ki so vidni v primerjavi meritev proizvodnje pred in po uvedbi metod.

10 VIRI, LITERATURA

- Crawford, M. (9. marec 2016). *ASME*. Pridobljeno iz 5 Lean Principles Every Engineer Should Know: <https://www.asme.org/topics-resources/content/5-lean-principles-every-should-know>
- Earley, T. (2014). *Lean Manufacturing Tools*. Pridobljeno iz Muda, Mura and Muri - Lean Manufacturing Wastes: <https://leanmanufacturingtools.org/71/muda-mura-and-muri-lean-manufacturing-wastes/>
- Horžen, A. (2005). *Kaizen: Transforming Operations into a Strategic Competitive Advantage*. Cerklje ob Krki: DRVUP.
- Jansson, K. (3. december 2020). *Kai Nexus*. Pridobljeno iz Lean Thinking and the 5 Principles of Lean Manufacturing: <https://blog.kainexus.com/improvement-disciplines/lean/lean-software/manufacturing/lean-thinking-and-the-5-principles-of-lean-manufacturing>
- Karaivanov, D. (2019). *Kanbanize*. Pridobljeno iz 7 Wastes of lean: <https://kanbanize.com/lean-management/value-waste/7-wastes-of-lean>
- Murray, M. (12. september 2018). *The balance, small business*. Pridobljeno iz <https://www.thebalancesmb.com/origins-and-principles-of-lean-manufacturing-2221395>
- Schroeder, R. G. (2008). *Operations Management: Contemporary concepts and cases*. Boston: McGraw-Hill.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. New York: CRC Press.
- Shingo, S. (1985). *Nova japanska proizvodna filozofija*. Beograd: PIS.
- Smalley, A. (2004). *Creating Level Pull*. Cambridge: MA, USA.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. London: Simon & Schuster.