

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**DVIG PRODUKTIVNOSTI IN IZBOLJŠANJE
PROCESA Z UPORABO VITKE PROIZVODNJE**

Kandidat: Robar Peter

Vrsta študija: Študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: Dragan Gogić, mag. inž. metal. in mater.

Mentor v podjetju: Matej Mihelak, dipl. inž. str.

Lektor: Lidija Todorović, prof. ang. in slov.

Maribor, 2024

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Robar Peter sem avtor diplomskega dela z naslovom »Dvig produktivnosti in izboljšanje procesa z uporabo vitke proizvodnje«, ki sem ga napisal pod mentorstvom Dragana Gogića, mag. inž. metal. in mater.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, 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.

Pragersko, april 2024

Podpis študenta:

ZAHVALA

Iz srca se zahvaljujem mentorjema za njuno neprecenljivo pomoč pri nastajanju mojega zaključnega dela: Draganu Gogiću, mag. inž. metal. in mater., mentorju predavatelju, za njegove dragocene usmeritve in strokovne nasvete, ki so mi bili v veliko oporo, ter Mateju Mihelaku, dipl. inž. str., mentorju v podjetju, za njegovo praktično znanje in neprecenljivo pomoč pri implementaciji dela, brez katere ne bi bilo mogoče doseči želenih rezultatov.

Zahvala gre tudi moji družini in prijateljem, ki so mi s svojo spodbudo in potrpežljivostjo v času pisanja nudili neizmerno podporo.

Nazadnje se zahvaljujem tudi Lidiji Todorović za opravljeno lektorsko delo in jezikovni pregled zaključnega dela.

POVZETEK

V diplomskem delu je preučena možnost dviga produktivnosti v proizvodnem obratu s pomočjo izbranih metod vitke proizvodnje. Opisana je proizvodnja, razdeljena na posamezno, masovno in procesno, prikazana pa je tudi primerjava med temi tipi proizvodnje. Poglobljeno je obravnavana zgodovina in razvoj vitke proizvodnje, s poudarkom na sedmih vrstah izgub (zaloge, čakanje/zamude, izmet, prekomerna proizvodnja, nepotrebni gibi, transport, pretirana obdelava) ter petih osnovnih načelih vitke proizvodnje (vrednost z vidika kupca, tok vrednosti, pretočnost, vlečenje, prizadevanje za odličnost). Predstavljene so izbrane metode vitke proizvodnje, kot so JIT, KANBAN, SMED in KAIZEN.

V nadaljevanju je opisano obstoječe stanje v proizvodnji, podjetje samo, njegova organizacijska struktura in strojna oprema. Izvedena je analiza vseh obstoječih težav in izgub proizvodnje, ki so bile v okviru vitke proizvodnje razdeljene na Muda, Muri in Mura.

Za uspešno načrtovanje in izvedbo izboljšav so izmerjeni ključni kazalniki stanja proizvodnje, kot so produktivnost, kapaciteta, izkoristek, učinkovitost procesnega cikla, takt proizvodnje in pretočnost. Nato je predstavljeno uvajanje vseh štirih izbranih metod vitke proizvodnje v proizvodni obrat. V tem delu je podrobno predstavljen potek ugotavljanja stanja proizvodnje pred uvedbo izboljšav in stanje po njihovi uvedbi. Prikazan je postopek simulacije 1., 2. in 3. kroga, s katerim določamo, kaj je v proizvodnji najbolj smiselno spremeniti, da bo dobro obratovala. Predstavljene so različne metode (5S, načrtovanje toka vrednosti, standardizirano delo, 6 sigma) s katerim dosežemo bolj urejeno proizvodnjo, boljši pretok materiala in informacij, manj izmeta ter posledično višjo kakovost izdelkov. Predstavljene so različne aktivnosti, ki jih morajo opraviti delavci, stroji ter izdelki, da dosežemo želene rezultate. Prikazana je uvedba koncepta SMED ter prihranki, ki smo jih z njo dosegli. Proti zaključku tega dela pa je predstavljena kakovost, ki je že vgrajena v izdelke ter kako digitalizacija vpliva na rezultate procesa.

Na koncu je izvedena primerjava meritev pred in po uvedbi izbranih metod vitke proizvodnje. Ugotovljeno je bilo, da so se izboljšali vsi ključni kazalniki stanja proizvodnje, vključno s produktivnostjo. 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 and improve processes using lean manufacturing

The thesis examines the possibility of increasing productivity in the production plant with the help of selected methods of lean production. The thesis describes production, divided into individual, mass and process. Also, a comparison between them is shown. The history and development of lean manufacturing is discussed in depth, with an emphasis on seven types of losses (inventory, waiting/delays, rejects, overproduction, unnecessary movements, transportation, excessive processing) and the five basic principles of lean manufacturing (customer value, value stream, fluidity, drag, striving for excellence). Selected lean production methods such as JIT, KANBAN, SMED and KAIZEN are presented.

The following part describes the current state of production, the company itself, its organizational structure and hardware. An analysis of all existing production problems and losses was carried out, which were divided into Muda, Muri and Mura within the framework of lean production.

For successful planning and implementation of improvements, key indicators of the state of production are measured, such as productivity, capacity, efficiency, efficiency of the process cycle, production cycle and flow. Then the induction of all four selected lean production methods into the production plant is presented. This part presents in detail the process of determining the state of production before the introduction of improvements and the state after their introduction. The simulation process of the 1st, 2nd and 3rd rounds is shown, with which we determine what makes the most sense to change in production in order for it to operate well. Different methods are presented (5S, value stream planning, standardized work, 6 sigma) with which we achieve more orderly production, better flow of material and information, less waste and, as a result, higher product quality. The various activities that workers, machines and products must perform in order to achieve the desired results are presented. The introduction of the SMED concept and the savings we achieved with it are shown. Towards the end of this work, the quality that is already built into the products and how digitization affects the results of the process is presented.

At the end, a comparison of measurements before and after the induction of selected lean production methods is performed. All key indicators of the state of production, including

productivity, were found to have improved. Research of the proposed 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.....	10
1.1	Opis področja in opredelitev problema.....	10
1.2	Namen, cilji in osnovne trditve.....	11
1.3	Predpostavke in omejitve.....	12
1.4	Uporabljene raziskovalne metode.....	12
2	Podjetje MEHANIZACIJA - VULKANIZACIJA Koren ALEŠ, s. p. Gumarstvo.....	13
2.1	Opis podjetja	13
2.2	Strojna oprema podjetja	13
2.2.1	Univerzalna stružnica US6X1000	13
2.2.2	CNC obdelovalni center-navpično DECKEL MAHO (DMC 63V).....	16
2.2.3	CNC stružnica CS 500x1000.....	18
2.2.4	Stružnica PA 25-Potisje.....	20
2.2.5	Rezkalni stroj -Fritz Werner vel.2 (No. 2.231)	21
2.3	Proizvodni program	22
2.4	Predstavitev izdelkov	23
2.4.1	Tesnila	23
2.4.2	Silent blok.....	24
2.4.3	Nosilci motorjev	26
2.4.4	Naletne konzole	27
2.4.5	Gumi podloge	28
2.4.6	Loputna tesnila	29
2.4.7	Gumi sklopke.....	30
3	Vitka proizvodnja	32
3.1	Proizvodnja – splošno.....	32
3.1.1	Posamezna ali maloserijska proizvodnja.....	32

3.1.2	Masovna ali velikoserijska proizvodnja	33
3.1.3	Procesna proizvodnja.....	34
3.1.4	Vitka proizvodnja – splošno	35
3.2	Zgodovina vitke proizvodnje	36
3.3	Načela vitke proizvodnje	37
3.4	Značilnosti vitke proizvodnje	38
4	Implementacija vitke proizvodnje v proces.....	41
4.1	Simulacija proizvodnje, 1. krog.....	41
4.2	5S	42
4.3	Načrtovanje toka vrednosti	48
4.4	Taktni čas	53
4.5	Potrate	53
4.6	Aktivnosti izdelka	54
4.7	Simulacija proizvodnje, 2. krog.....	61
4.8	Aktivnosti delavca	62
4.9	Aktivnosti stroja.....	69
4.10	Idealen tok vrednosti	71
4.11	Standardizirano delo.....	72
4.12	Vitka proizvodnja in 6 Sigma.....	73
4.13	Simulacija proizvodnje, 3. krog	77
4.14	Hitra menjava orodij.....	78
4.15	Vgrajena kakovost.....	82
4.16	Vpliv digitalizacije na rezultate procesa	83
5	Rezultati.....	85
6	Sklep.....	88
7	VIRI IN LITERATURA.....	90

KAZALO SLIK

Slika 1: Logotip podjetja	13
Slika 2: Stružnica US6X1000.....	14
Slika 3: Navpični CNC obdelovalni center DMC 63V	16
Slika 4: CNC stružnica CS 500x1000	18
Slika 5: Stružnica Potisje PA - 25	20
Slika 6: Rezkalni stroj Fritz Werner 2.231D	21
Slika 7: Tesnila	24
Slika 8: Silen bloki	26
Slika 9: Nosilci motorjev	27
Slika 10: Loputna tesnila	29
Slika 11: Gumi sklopka	31
Slika 12: Sortiranje orodij	43
Slika 13: Stanje pred organizacijo	44
Slika 14: Stanje po organizaciji	44
Slika 15: Kontrolna karta čiščenje.....	45
Slika 16: Urejanje delovnega prostora.....	45
Slika 17: Kontrolni seznam 5S	47
Slika 18: Kontrolna karta interne revizije.....	48
Slika 19: Obdelava kalupa pred optimizacijo.....	50
Slika 20: Obdelava kalupa po optimizaciji.....	51
Slika 21: Stanje pred (levo) in po ureditvi skladišča (desno).....	52
Slika 22: Izdelan kalup	56
Slika 23: Izdelek na stiskalnici	57
Slika 24: Stisnjen izdelek	58
Slika 25: Sestavljanje škatle	59
Slika 26: Polnjenje izdelkov	59
Slika 27: Zapakirana škatla.....	60
Slika 28: Surovec, vpet v čeljusti	63
Slika 29: Izdelan kalup 2	64
Slika 30: Kalupi, pripravljeni na vlivanje.....	65
Slika 31: Polizdelki.....	66
Slika 32: Kalup	67

Slika 33: Izdelek po odstranjenem kalupu.....	68
Slika 34: Preverjanje dimenzij.....	69
Slika 35: Kalup, izdelan na CNC rezkalnem stroju.....	86

KAZALO TABEL

Tabela 1: Tehnični podatki US6X1000	14
Tabela 2: Tehnični podatki DCM 63V	17
Tabela 3: Tehnični podatki CS 500x1000	18
Tabela 4: Tehnični podatki PA - 25.....	20
Tabela 5: Tehnični podatki 2.231D	22
Tabela 6: Primerjava proizvodnje.....	35
Tabela 7: Parametri obstoječega procesa.....	42
Tabela 8: Parametri obstoječega procesa menjave orodja.....	79
Tabela 9: Parametri izboljšanega procesa menjave orodja.....	80

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Ne glede na velikost in dejavnost družbe, podjetja, tovarne itd. je nujno, da nenehno iščejo poti k izboljšanju proizvodov in povečanju dobička. V današnji informativni dobi je dostop do informacij možen za vse, ki si to želijo, kar pripelje do povečanja konkurence na tržišču, ki postaja vedno bolj neusmiljeno. Kljub naraščajočim grožnjam in nevarnostim se pojavljajo tudi številne priložnosti in prednosti. Podjetja, ki znajo izkoristiti te prednosti, so tista, ki prehitujejo konkurenco. Četudi so nekatera podjetja v boljšem položaju od drugih, je največji izziv ohraniti ta položaj. V takšnih situacijah so ključnega pomena kakovostni dolgoročni plani in strategije razvoja tehnologij ter zaposlenih. Pomembno je poudariti, da se mora strategija prilagajati obstoječim notranjim in zunanjim faktorjem. Notranji faktorji, kot so kakovostni človeški viri, proizvodni sistem in trženje, se lahko z dobro organizacijo razmeroma dobro normalizirajo. Po drugi strani pa so zunanji faktorji, kot so konkurenca, tržišče, kupci, dobavitelji itd., lahko izrazito spremenljivi in negotovi.

Ko govorimo o izboljšanju učinkovitosti v podjetju, postaja optimizacija zgolj posamezne operacije, ki je slaba, neučinkovita, saj se ta težava slej kot prej ponovno pojavi. Ključ uspeha pri izboljšanju učinkovitosti podjetja leži v optimizaciji celotnega sistema, kjer morajo biti v proces vključeni vsi, od najvišjega vodstva podjetja pa do ostalih zaposlenih in sodelavcev. Pri uvajanju izboljšav v sistem ni dovolj, da se zanašamo samo na lastno znanje in sposobnosti; pomembno je, da se zgledujemo po podjetjih, ki so že uspešno uvedla podobne izboljšave. Ko govorimo o inovacijah v organizaciji podjetij, je morda najbolj prepoznavno japonsko podjetje Toyota, ki je razvilo celoten sistem TPS (Toyota Production System), sinonim za vitko proizvodnjo..

Implementacija vitke proizvodnje ni proces, ki se zgodi čez noč; lahko traja sorazmerno dolgo tudi pri podjetjih, kjer si tako vodstvo kot delavci želijo ta sistem sprejeti. Prinaša številne radikalne spremembe v konservativnih obratih, kjer nekateri delavci in celo vodstvo podjetja niso najbolj naklonjeni takšnim spremembam. Za delavce je pomembno razumeti, da so ključen del podjetja in da jim bo sistem vitke proizvodnje pomagal še bolj in lažje prispevati k uspehu podjetja. Morda bodo to sprva težko sprejeli, saj so vajeni kratkoročnih in takojšnjih izboljšav, vendar morajo razumeti, da se vitka proizvodnja dolgoročno izplača in je stroškovno učinkovita.

Mnogo podjetij, vključno s tem, v katerem sem zaposlen, se sooča s težavami v organizaciji in planiranju proizvodnje, kar vodi v nižjo produktivnost in višje stroške. Resničnost je takšna, da podjetja obstajajo zato, da ustvarjajo dobiček. Če ne morejo ustvarjati prihodkov iz svojih storitev, ne morejo pokrivati plač delavcem, vzdrževati obratov in tako dalje, kar sčasoma pripelje do propada. Večja kot je učinkovitost podjetja, večji bo dobiček, kar bo hkrati povečalo zadovoljstvo zaposlenih. V preteklosti je veljal tradicionalen pogled na doseganje dobička, ki je temeljil na enačbi, kjer je bila cena prodaje enaka proizvodnim stroškom z dodanim dobičkom, ki ga je podjetje želelo ustvariti. Toda v današnjem prostem svetovnem trgu ta koncept ne velja več. Ceno izdelka danes določajo splošne tržne cene, ne podjetja sama. Količina dobička, ki ga ustvari podjetje, je enaka razliki med tržno ceno in proizvodnimi stroški. Če so stroški proizvodnje višji od cene na trgu, podjetje ni konkurenčno in se sooča z izgubami. Ker ima vsako podjetje ambicije ustvariti čim več dobička, se osredotoča na zmanjšanje proizvodnih stroškov. Stroški proizvodnje naraščajo skupaj z izgubami, zato je ključno zmanjšati izgube za zmanjšanje proizvodnih stroškov. V tem kontekstu se izkaže prav koncept vitke proizvodnje. Namen tega diplomskega dela je raziskati vitko proizvodnjo in jo implementirati v proizvodni proces in metode JIT (Just In Time), Kanban, SMED in Kaizen.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Zastavljeni cilji mojega dela zajemajo naslednje vidike:

- povečanje produktivnosti v proizvodnji,
- zmanjšanje stroškov proizvodnje
- raziskovanje in pridobivanje sposobnosti za uporabo metod vitke proizvodnje.

V okviru raziskovalnega dela si prizadevam dokazati določene hipoteze, med njimi:

- H1: Uvedba vitke proizvodnje v organizaciji bo povečala produktivnost.
- H2: Uvedba vitke proizvodnje bo zahtevala spremembe v organizacijski kulturi in procesih.
- H3: Vitka proizvodnja bo izboljšala kakovost izdelkov in proces nastajanja izdelkov.
- H4: Z implementacijo CNC rezkalnega stroja ob podpori digitalizacije bo omogočena izdelava orodij za poljubne oblike odtisov polimernih izdelkov oz. gume.

1.3 Predpostavke in omejitve

Pri diplomskem delu sem se soočal z naslednjimi omejitvami:

- omejitev dostopa do podatkov, ki predstavljajo poslovno skrivnost podjetja;
- nepripravljenost zaposlenih v podjetju za sodelovanje v raziskavi;
- omejen dostop do določenih podatkov, ki so bili na voljo le za omejeno obdobje;
- zaradi obsežnega števila izdelkov sem bil prisiljen izbrati le omejeno število subjektov za raziskavo.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Pri izdelavi diplomskega dela sem se posluževal raziskovanja literature, ki sem jo pridobil v knjižnicah ter na spletnih straneh. Dodatno sem uporabil interne vire podjetja. Za analizo proizvodnih procesov in proučevanje metod vitke proizvodnje sem se posluževal metodologije analize proizvodnih procesov.

2 PODJETJE MEHANIZACIJA - VULKANIZACIJA KOREN

ALEŠ, S. P. GUMARSTVO

2.1 Opis podjetja

V svoji diplomski nalogi se bom osredotočil na družinsko podjetje MEHANIZACIJA – VULKANIZACIJA, katerega logotip prikazuje slika 1.



Slika 1: Logotip podjetja

Vir: (Domov, 2023)

Ustanovljeno je bilo leta 1988. Njihov proizvodni program zajema vse vrste gumi izdelkov v različnih kombinacijah: guma-kovina, guma-PVC in samo guma. Uporabljeni materiali so EU porekla (NR, NBR, SBR, EPDM, CR, VITON, VMQ). (Domov, 2023)

2.2 Strojna oprema podjetja

V nadaljevanju bo predstavljen strojni park podjetja in lastnosti posameznih strojev. (Mehanizacija Vulkanizacija Koren, 2023)

2.2.1 Univerzalna stružnica US6X1000

Slika 2 prikazuje univerzalno stružnico US6X1000, njeni osnovni podatki pa so prikazani v tabeli 1.



Slika 2: Stružnica US6X1000

Vir: (interno gradivo podjetja)

Tabela 1: Tehnični podatki US6X1000

	TEHNIČNI PODATKI	LASTNOSTI
1	Maks. dolžina struženja	1000 mm
2	Razdalja med konicama	1010 mm
3	Višina konice	230 mm
4	Struženje pred suportom	460 mm
5	Struženje nad prečnim suportom	224 mm
6	Struženje brez mostu (širina 240 mm)	690 mm
7	Širina mostu	300 mm
8	Hod prečnega suporta	290 mm

9	Hod zgornjega vzdolžnega suporta	128 mm
10	Konus v vretenu	MK6
11	Izvertina skozi vreteno	80 mm
12	Število vrtljajev	25–2000 obr./min
13	Vzdolžni pomik	0,032–0,898 mm/o
14	Rezanje navojev – metrični	0,4–14 mm
15	Rezanje navojev – colski	2–56 G/1 colo
16	Hod pinole konjička	123 mm
17	Premer pinole konjička	60 mm
18	Konus v konjičku	MK4
19	Moč glavnega motorja	5.5 kW
20	Dimenzije stroja (g x š x v)	1040 x 2170 x 1370 mm
21	Teža stroja (neto)	1720 kg

Vir: (interno gradivo podjetja)

Osnovne značilnosti stroja:

- Hladilni sistem z rezervoarjem in črpalko
- Halogenska delovna svetilka
- Možnost rezanja metričnih in colskih navojev
- Strojni vzdolžni in prečni pomik
- Robusten konjiček z možnostjo hitre nastavitve
- Nožna stopalka za zavoro vretena
- Robustno ohišje stroja
- CE specifikacije

2.2.2 CNC obdelovalni center – navpično DECKEL MAHO (DMC 63V)

Slika 3 prikazuje pomemben del strojne opreme, CNC obdelovalni center DECKEL MAHO, njegovi osnovni podatki pa so prikazani v tabeli 2.



Slika 3: Navpični CNC obdelovalni center DMC 63V

Vir: (interno gradivo podjetja)

Tabela 2: Tehnični podatki DCM 63V

	TEHNIČNI PODATKI	LASTNOSTI
1	X-hod	630 mm
2	Y-hod	500 mm
3	Z-hod	500 mm
4	Krmiljenje	Sinumerik 810 D Siemens
5	Glavno vreteno	vrtlino območje: 20–8.000 U/min
6	Moč – glavno vreteno	13 / 9 kW
7	Maks. navor	83 / 57 Nm
8	Orodni konus	SK 40
9	Delovna miza	površina mize: 800 x 500 mm
10	Maks. obremenitev mize	500 kg
11	Višina postavitve	maks. 240 mm
12	Število T-rež	5
13	T-utor – širina	14 H12 mm
14	T-utor – razdalja	100 mm
15	Razdalja nos vretena in miza	razdalja nos vretena in miza: 150–650 mm
16	Podajalne hitrosti X, Y, Z	30.000 mm/min
17	Hitro potovanje (X / Y / Z)	30 m/min

Vir: (interno gradivo podjetja)

2.2.3 CNC stružnica CS 500x1000

Slika 4 prikazuje CNC stružnico CS 500x1000, njeni osnovni podatki pa so prikazani v tabeli 3.



Slika 4: CNC stružnica CS 500x1000

Vir: (interno gradivo podjetja)

Tabela 3: Tehnični podatki CS 500x1000

	TEHNIČNI PODATKI	LASTNOSTI
1	Maks. premer obdelovanca	500 mm
2	Struženje nad suportom	280 mm
3	Širina postelje	400 mm
4	Maks. dolžina obdelovanca	1000 mm
5	Hod po X-osi	280 mm

6	Hod po Z-osi	930 mm
7	Hitri hod po X/Z osi	6/10m/min
8	Hitrost vrtenja	7–2200 O/min
9	Konus v vretenu (Camlock):	D1-8
10	Izvertina skozi vreteno	82 mm
11	Tip	Elektro, vertikalni
12	Število orodij	4
13	Ponovljivost na držalu orodij	0.008 mm
14	Čas menjave orodij (4-mestno)	2,4 s
15	Tip konjička	Ročni pomik pinole
16	Konjiček s konusom v pinoli:	MK 4
17	Premer pinole konjička	75 mm
18	Hod pinole konjička	150 mm

Vir: (interno gradivo podjetja)

Osnovne značilnosti stroja:

- Avtomatska 3-stopenjska menjava hitrosti v reduktorju
- Inverterski motor vretena
- 4-mestno vertikalno elektro držalo orodja
- Prirobnica za 4-čeljustno stružno glavo 250 mm
- Vpenjalna 4-čeljustna stružna glava 250 mm
- Neodvisni mazalni sistem za vretenišče stroja
- CE električna opremljenost stroja
- Popolnoma zaščiteno delovno področje z okni na vratih
- Notranji transformator 380 V, 50 Hz, 3 Ph

2.2.4 Stružnica PA 25 – Potisje

Slika 5 prikazuje stružnico Potisje PA 25, njeni osnovni podatki pa so prikazani v tabeli 4.



Slika 5: Stružnica Potisje PA - 25

Vir: (interno gradivo podjetja)

Tabela 4: Tehnični podatki PA - 25

	TEHNIČNI PODATKI	LASTNOSTI
1	Širina vrat vretena:	90 mm
2	Premjer čeljusti:	350 mm
3	Premjer premera nad posteljo:	550 mm
4	Premjer kabla preko nosilca:	310 mm
5	Razdalja med središči:	2000 mm
6	Hitrost	20–2000 omw./min
7	Širina vrat vretena:	90 mm

8	Premer čeljusti:	350 mm
9	Premer premera nad posteljo:	550 mm
10	Premer kabla preko nosilca:	310 mm

Vir: (interno gradivo podjetja)

2.2.5 Rezkalni stroj – Fritz Werner vel.2 (No. 2.231)

Slika 6 prikazuje ročni rezkalni stroj Fritz Werner vel. 2, njegovi osnovni podatki pa so prikazani v tabeli 5.



Slika 6: Rezkalni stroj Fritz Werner 2.231D

Vir: (interno gradivo podjetja)

Tabela 5: Tehnični podatki 2.231D

	TEHNIČNI PODATKI	LASTNOSTI
1	Miza	1100 x 310 mm
2	Pomični pomiki vzdolžno	650 mm
3	Pomični pomik prečno	235 mm
4	Pomični pomik navpično	425 mm
5	16 vzdolžnih in prečnih pomikov	od 10 do 300 mm na minuto
6	16 pomikov navpično: od 5 do 150 mm	od 5 do 150 mm
7	18 hitrosti vretena v razponu	od 34 do 635 vrt./min ali po izbiri od 80 do 1500 vrt./min
8	Pogon	iz 8,8 KM

Vir: (interno gradivo podjetja)

2.3 Proizvodni program

Proizvodni program podjetja zavzema vse vrste gumi izdelkov kot tudi izdelke iz gume v kombinaciji s kovino ter PVC. Podjetje ima dve glavni dejavnosti (Domov, 2023):

- **Proizvodnja:** V tem segmentu podjetje proizvaja izdelke, med katerimi so dušilci vibracij, silent bloki, silent puše, gumi odbojniki, blažilci, skoznjiki, manšete, O tesnila, gumi profili, sklopke, nosilci motorjev, gumi podloge strojev in naletne konzole. Podjetje med drugim izdeluje tudi unikate, prototipe in rezervne dele za starodobnike ter izdelke za ostale potrebe raznih industrijskih panog. Lahko izdelajo tudi izdelke po načrtih, skicah ali vzorcu strank (Izdelki, 2023).
- **Servis:** V tem segmentu podjetje ponuja servis sponskih rok in trikotov, stabilizatorjev in amortizerjev. Ponujajo tudi servis vzmeti tovornih vozil Man, Mercedes, Iveco, Daf, Volvo, Renault, Scania in tovornih prikolic Itas, Kögel, Schwarzmüller, Schmitz, Kässbohrer, Gorica, Viberti, Pakton, Dedria, Orthaus in druge (Servis, 2023).

Izdelki, ki so kupcem na voljo na tržišču, so odraz dolgoletnih izkušenj in uporabe tehnologij.

Gumarstvo – splošno

Gumarstvo se ukvarja s predelavo, obdelavo in uporabo gume in gumijastih materialov. Uporaba gumarstva je razširjena v različnih sektorjih (npr. gradbeništvo, šport, medicina, proizvodnja čevljev, avtomobilska industrija ipd.) (Barlow, 2014).

V gumarski industriji se pojavijo različni koraki proizvodnje gume. Med najpogostejšimi so:

- Pridelovanje surovcev: pridobivanje gumijastih surovin iz sintetičnih polimerov (npr. sintetični kavčuk) ali naravnega kavčuka.
- Predelovanje: predelava surovin v različne oblike (npr. trakovi, gume, plošče).
- Oblikovanje in izdelava izdelkov: oblikovanje in izdelava končnih produktov, med katerimi so tesnila, pnevmatike, trakovi, gumijasti deli za avtomobile, medicinske pripomočke in druge gumijaste komponente.
- Raziskave in razvoj: razvoj novih materialov, izdelkov in tehnik z namenom izboljšanja lastnosti gume, kot so trdnost, odpornost proti obrabi, elastičnost in druge fizikalne lastnosti.

Pri različnih industrijah, ki za svoje delo uporabljajo gumo in izdelke iz gume, ima gumarstvo izjemno pomembno vlogo. Tudi v tej industriji poteka iskanje nenehnih novosti, saj se raziskovalci trudijo, da bi izboljšali lastnosti gumijastih materialov, želijo pa si tudi razvijati nove tehnologije in aplikacije.

2.4 Predstavitev izdelkov

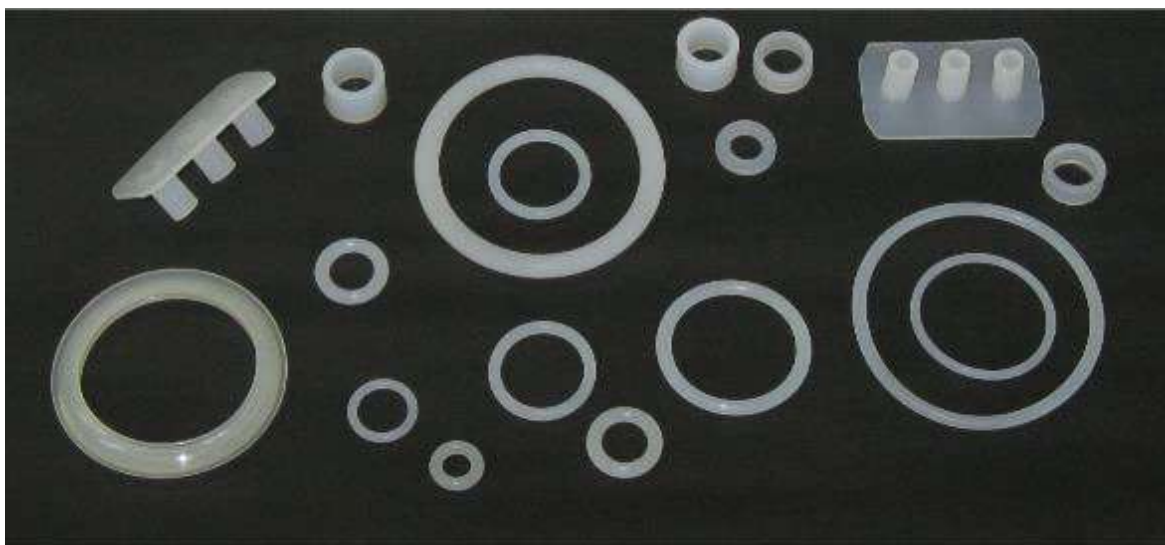
2.4.1 Tesnila

Izraz tesnila se uporablja za označevanje velikega nabora materialov in naprav, ki zagotavljajo neprepustnost med dvema površinama. Preprečujejo uhajanje plinov, tekočin in trdnih snovi skozi spoje ali vrzeli. Poznamo več različnih vrst tesnil, izbor ustreznega pa je odvisen od okoliščin in namena uporabe (Flitney, 2011):

- Gumijasta tesnila: Gumijasta tesnila, ki so najpogostejše narejena iz neoprena, nitrila ali EPDM, se uporabljajo za tesnjenje dveh povezanih površin. Uporabljajo se v različnih industrijah, vključno z gradbeništvom, avtomobilsko industrijo in proizvodnjo.
- Tesnila za vrata in okna: Največkrat jih najdemo v obliki trakov ali profilov za tesnjenje vrzeli med okni in vrati. Njihova glavna naloga je zadrževanje vdora vode, zraka in hrupa.

- Tesnila za olja in fluide: V industrijskih in strojniških aplikacijah se uporabljajo tesnila z namenom preprečevanje uhajanja olja, goriva ali drugih tekočin. Najpogostejše vrste tesnil v tem segmentu so O-obroči, gumijasti čepi in tesnila iz PTFE.
- Tesnila za cevi: Ta se uporabljajo za zagotavljanje neprepustnosti pri povezavah cevi in cevovodov. Zelo uporabna so v različnih industrijah – največkrat jih najdemo v kemični, naftni in vodovodni industriji.
- Tesnila za visokotlačne aplikacije: To so posebna tesnila, posebej oblikovana za okolja z visokimi tlaki. Namenjena so vzdrževanju tesnilnih lastnosti, kadar so te pod visokim pritiskom.
- Tesnila za visoke temperature: Poznamo tudi tesnila za okolja z visokimi temperaturami. Narejena morajo biti iz materialov, ki so toplotno odporni (npr. keramika, silikon, grafitne plošče).

Za izbiro ustreznega tesnila moramo upoštevati temperature, prisotne kemikalije, okoljske pogoje in frekvenco gibanja. Izbira tesnila je zelo pomembna, saj omogoča nemoteno delovanje sistemov in naprav v posamezni industriji. Nekaj primerov tesnil vidimo na sliki 7:



Slika 7: Tesnila

Vir: (interno gradivo podjetja)

2.4.2 *Silent blok*

Silent bloki (slika 8) so sestavni deli, namenjeni blaženju udarcev, dušenju vibracij in zmanjševanju hrupa v strojih ali vozilih. Po navadi so izdelani iz gume in so del vzmetenja ali kakšnih drugih sistemov, ki zahtevajo absorbiranje vibracij. Silent bloke najdemo v različnih velikostih in oblikah, uporabljajo pa se za različne aplikacije. Ključne značilnosti silent blokov

so predstavljene v naslednjih alinejah (Hatekar, Anthonysamy, Saishanker, Pavuluri, & Pahwa, 2017):

- Gumijasti material: Glavna sestavina silent blokov je gumijasti material, saj je prilagodljiv in omogoča absorpcijo vibracij ter dušenje udarcev.
- Kovinski vstavki: Silent bloki so pogosto ojačani z vstavki iz kovine, kar povečuje trdnost in stabilnost ter predstavlja pritrditev na druge dele vozila ali stroja.
- Dušenje vibracij: Namen silent blokov je zadušiti vibracije, ki se prenašajo iz enega dela vozila ali stroja na druge dele, kar prispeva k udobnejši vožnji ali delovanju.
- Absorpcija udarcev: Silent bloki absorbirajo in razpršijo udarce, ki se prenašajo med vožnjo ali delovanjem stroja.
- Zmanjševanje hrupa: Sposobnost dušenja zvoka je ena izmed funkcij silent blokov, kar pripomore k zmanjšanju hrupa.
- Izboljšanje stabilnosti: Silent bloki izboljšajo stabilnosti vozila ali stroja, ker absorbirajo neželene vibracije in ohranjajo boljši stik s površino.
- Uporaba v vzmetenju: V avtomobilski industriji so silent bloki velikokrat prisotni pri vzmetenju, kjer pomagajo zagotavljati gladko vožnjo in stabilnost.
- Prilagodljivost in namestitvev: Silent bloki so običajno zasnovani tako, da se enostavno prilagajajo potrebam vozila ali stroja, kar olajša namestitvev in vzdrževanje.

Silent bloki so nepogrešljivi deli, ki ustvarjajo učinkovitost in zagotavljajo udobje vozil in drugih strojev. Zelo pomembno je, da jih prav namestimo in da jih redno vzdržujemo, saj to omogoča optimalno delovanje sistema.



Slika 8: Silen bloki

Vir: (interno gradivo podjetja)

2.4.3 Nosilci motorjev

Nosilci motorjev (slika 9) so nepogrešljive komponente, ki omogočajo pritrditev motorja na vozilo ali kakšno drugo strukturo. Zanje pogosto uporabljamo tudi izraza motorne noge ali nosilci motorja. Zagotavljajo trdno podporo in pritrditev motorja. Poleg tega onemogočajo hrupu in vibracijam, da bi se širili na preostali del vozila. Nosilci motorjev prispevajo k stabilnosti, učinkovitosti in udobju vozila. Nekatere pomembne značilnosti nosilcev motorjev so (Bogdan, 2023):

- Dušenje vibracij: Nosilci motorjev so po navadi zasnovani tako, da absorbirajo in dušijo vibracije, ki nastanejo med delovanjem motorja. To izboljša udobje vožnje in preprečuje prenos vibracij na preostali del vozila.
- Zmanjšanje hrupa: Poleg dušenja vibracij nosilci motorjev zmanjšujejo prenos hrupa z motorja na preostali del vozila. To izboljšuje udobje potnikov.
- Pritrditev motorja: Nosilci motorjev so odgovorni za varno in stabilno pritrditev motorja na šasijo vozila.

- Ohranjanje pravilne geometrije: Pravilno nameščeni nosilci motorjev pomagajo pri ohranjanju pravilne geometrije motorja in preprečujejo nenamerno gibanje ali tresenje med vožnjo.
- Odpornost na vplive okolja: Nosilci motorjev so izpostavljeni različnim vplivom okolja, med katerimi so tudi temperaturne spremembe, vibracije in kemikalije. Zato so izdelani iz trpežnih materialov, ki so odporni na vse te vplive.
- Prilagodljivost za različne motorje: Nosilci motorjev so na voljo v različnih velikostih in oblikah, da omogočajo pritrnitev različnim vrstam motorjev.
- Enostavna namestitev in vzdrževanje: Nosilci motorjev morajo biti enostavni za namestitev in vzdrževanje, da zmanjšujejo stroške namestitve in vzdrževanja.



Slika 9: Nosilci motorjev

Vir: (interno gradivo podjetja)

2.4.4 Naletne konzole

Izraz naletne konzole označuje več različnih stvari, njihove razumevanje pa je odvisno od danega konteksta. V nadaljevanju navajam nekaj možnih primerov (Rusch & Slessor, 1973):

- Naletne konzole v industriji in splošni uporabi: Tukaj se izraz uporablja za označevanje konzol ali zaščitnih naprav, ki so na izbranih mestih nameščene zato, da preprečijo neželena trčenja ali dostope. Kot primer lahko navedemo naletne konzole na parkiriščih ali v skladiščih. Običajno so nameščene z namenom preprečevanja neželenega dostopa vozil na določena območja.
- Naletne konzole v avtomobilizmu: V avtomobilskem kontekstu se „naletne konzole“ nanašajo na avtomobilske dele, ki so običajno nameščeni na sprednjem in zadnjem delu vozila ter služijo za absorpcijo in razpršitev energije ob trčenju. Te konzole so zasnovane na način, da zmanjšajo škodo ob morebitnem trčenju.

2.4.5 Gumi podloge

Te podloge se pogosto uporabljajo v različnih okoljih. Sledi nekaj možnih primerov uporabe (MODUS, 2023):

- Avtoindustrija: V avtoindustriji se gumi podloge najpogosteje uporabljajo za zaščito tal vozila, hkrati pa tudi preprečujejo zdrs preproge in absorbirajo umazanijo, vlago, vibracije in hrup.
- Industrija in delavnice: V industrijskih okoljih se gumi podloge uporabljajo za ustvarjanje antistatičnih površin, absorbiranje vibracij pri strojih, zaščito delavcev pred utrujenostjo in udarci ter za zaščito tal pred poškodbami in kemikalijami.
- Gospodinjstvo: Največkrat se gumi podloge uporabljajo pred vrati in na stopnišču, najdemo pa jih tudi v kopalnicah, kjer je njihova funkcija vpijanje vode in posledično zmanjševanje drsenja, kar omogoča večjo varnost in udobje.
- Fitnes centri: V fitnesih se podloge nahajajo pod fitnes opremo (npr. uteži, tekalne steze). Njihova primarna funkcija je zaščita tal in absorbiranje udarcev.
- Trgovine in poslovni prostori: Gumi podloge se v trgovinah in v poslovnih prostorih uporabljajo za zadrževanje vlage in umazanje, hkrati pa preprečujejo zdrse in tako izboljšajo varnost.
- Kmetijski sektor: Na kmetijskih posestvih se gumi podloge nameščajo na mokre površine, kot so hlevi in različna druga delovna mesta. Služijo pa lahko tudi kot podloga za orodje ali opremo.

Gumi podloge najdemo v različnih velikostih, debelinah, razlikujejo se po teksturah in vzorcih, uporabnik pa jih izbere glede na svoje specifične potrebe.

2.4.6 Loputna tesnila

„Loputna tesnila“ se običajno nanašajo na tesnila ali gumi obloge, ki se uporabljajo za zagotavljanje neprepustnosti med dvema povezanima površinama, kot so vrata, lopute, pokrovi in druge gibljive ali odstranljive konstrukcije. Ta tesnila (slika 10) so običajno zasnovana tako, da preprečujejo uhajanje tekočin, plinov, prahu ali drugih snovi skozi reže ali spoje. Primeri uporabe loputnih tesnil vključujejo (Cameron, 2023):

- Vrata in lopute: Loputna tesnila se pogosto uporabljajo na vratih in loputah, da preprečujejo uhajanje zraka, prahu, vode ali hrupa skozi spoje. To je še posebej pomembno v industrijskih okoljih ali kjer je potrebna dodatna zaščita pred zunanjimi vplivi.
- Pokrovi: Na različnih strojih in napravah so lahko prisotni pokrovi, katerih tesnjenje je pomembno za preprečevanje uhajanja olja, hladilne tekočine ali drugih fluidov.
- Ladijski ali vodni sistemi: Loputna tesnila so pomembna tudi na ladjah ali drugih plovilih za zagotavljanje neprepustnosti skozi trup ali lopute in za preprečevanje vdora vode.
- Industrijska oprema: V industriji so lahko loputna tesnila ključna za ohranjanje ustreznih pogojev, na primer v procesih, kjer je potrebno preprečiti uhajanje kemikalij ali plinov.
- Avtomobilska industrija: Na avtomobilih so loputna tesnila pomembna za zagotavljanje neprepustnosti v notranjosti vozila pred vodo, hrupom in drugimi vplivi iz okolja.

Materiali, ki jih uporabljamo za loputna tesnila, so narejeni iz silikona, gume, neoprena ali kakšnih drugih materialov, da lahko zagotavljajo prilagodljivost, odpornost proti obrabi in dobro tesnjenje. Kadar izbiramo loputna tesnila, moramo že prej načrtovati, katerim snovem bodo izpostavljena, kakšne bodo temperature in okoljski pogoji. Loputna tesnila nam prikazuje naslednja slika:



Slika 10: Loputna tesnila

2.4.7 Gumi sklopke

„Gumi sklopke“ označujejo dele sklopke, ki so izdelani iz gume ali gumijastih materialov. Sklopke so mehanski elementi, ki omogočajo prenos moči med vrtljivima deloma. Največkrat je to med motorjem in menjalnikom v vozilih, podobno delovanje pa najdemo tudi v drugih vrtilnih mehanizmih.

Gumi sklopke (slika 11) oblikujejo z gumijastimi oblogami ali vložki, ki zmanjšujejo tresljaje in vibracije, s tem pa služijo tudi boljšemu prilagajanju obremenitvam. Gumijasti materiali nam omogočajo nekaj prožnosti pri izdelovanju in blažijo trke med posameznimi deli, vse to pa omogoča gladek prenos moči in zmanjšuje možnost za prehitro obrabo sklopk. Nekatere značilnosti in uporabe gumijastih sklopk vključujejo (GENÇ, 2020):

- Vozila: Gumi sklopke se pogosto uporabljajo v vozilih za prenos moči med motorjem in menjalnikom. Pomagajo zmanjšati tresljaje in hrup, ki bi se lahko prenesli v kabino vozila.
- Industrijska oprema: V industriji se gumijaste sklopke lahko uporabljajo v različnih vrtilnih napravah, kot so črpalke, ventilatorji, kompresorji in druga oprema, kjer je potrebna absorpcija vibracij.
- Gospodinjski aparati: Gumijaste sklopke se lahko uporabljajo za nekatere gospodinjske aparate, kot so mešalniki, pralni stroji in sušilni stroji, in sicer za zmanjšanje hrupa in vibracij.
- Industrijski stroji: Pri industrijskih strojih, kjer je pomembno zmanjšanje vibracij in treslajev, se lahko uporabljajo gumijaste sklopke za boljše delovanje in daljšo življenjsko dobo strojev.
- Avtobusi in tovornjaki: Pri velikih tovornjaki in avtobusih se lahko uporabljajo gumijaste sklopke za prenos moči v pogonskih sistemih ter za zmanjšanje obremenitve na menjalniku in motorju.

S tem, ko v mehanizme nameščamo gumijaste sklopke, ustvarjamo boljšo vzdržljivost sistema, zmanjšujemo vibracije in hrup ter skrbimo za večjo udobnost uporabnika. Ko izbiramo sklopko, pa je potrebno upoštevati moč, temperaturo, vrtilno hitrost in različne okoljske dejavnike. Primer gumi sklopke lahko vidimo na naslednji sliki:



Slika 11: Gumi sklopka

Vir: (interno gradivo podjetja)

3 VITKA PROIZVODNJA

3.1 *Proizvodnja – splošno*

Proizvodnja blaga in storitev predstavlja temeljno človekovo dejavnost in nedvomno prispeva k materialnemu bogastvu družbe kot celote. Države z močno proizvodnjo, še posebej v industrijskem sektorju, na primer Nemčija, uživajo najvišji življenjski standard na svetu med svojimi državljani.

V literaturi se pojavljajo različne definicije proizvodnje, vendar lahko na splošno rečemo, da proizvodnja obsega pretvorbo določenih vložkov v določene izhode. Vrste uporabljenih vložkov se razlikujejo glede na panogo, med samim procesom transformacije pa se lahko tehnološke spremembe odražajo tudi v proizvedenih izhodih (Schroeder, 2007).

Glede na ključen pomen proizvodnje lahko sklepamo, da je vodenje proizvodnje eno izmed najpomembnejših in obenem najbolj zapletenih delovnih mest v podjetju. Upravljanje proizvodnje se lahko definira kot študija odločanja v funkciji proizvodnje, pri čemer se osredotočamo na odločitve v zvezi s proizvodnimi procesi, zaposlenimi, kakovostjo in zmogljivostjo. Za izpolnjevanje vseh zahtev strank, ki se nanašajo na roke izdelave, cenovno konkurenčnost proizvodov in njihovo kakovost, je ključnega pomena učinkovito vodenje proizvodnje.

Sistem preoblikovanja proizvodnje je nenehno v interakciji s svojim notranjim in zunanjim okoljem, kar lahko privede do ustrežnejših sprememb v proizvodnih vložkih, izhodih ali transformacijskih sistemih. Vodenje proizvodnje zato vključuje stalno spremljanje sistema in okolja (Rajšp, 2021).

Proizvodnjo glede na vrsto in količino proizvedenih enot lahko razdelimo na naslednje vrste:

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

3.1.1 *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 (Schroeder, 2007).

Značilnosti maloserijske proizvodnje so naslednje:

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

3.1.2 Masovna ali velikoserijska proizvodnja

Masovna 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 so značilne naslednje lastnosti (Schroeder, 2007):

- delitev delovnih mest na 'tiste, ki mislijo' in 'tiste, ki delajo',
- proizvodnja v velikih serijah,
- omejena raznolikost izdelkov,
- nizki stroški proizvodnje in nizka cena izdelka,
- uporaba zamenljivih delov,
- velike zaloge,
- visoka stopnja avtomatizacije,
- toga hierarhična struktura organizacije,
- 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 dve osnovni kategoriji:

- togo masovno proizvodnjo,
- prilagodljivo masovno proizvodnjo.

3.1.2.1 Toga masovna proizvodnja

Za togo masovno proizvodnjo je značilna visoka stopnja standardizacije dela in vseh procesov znotraj organizacije. Vključuje obsežne kapitalske naložbe v opremo in tehnologijo, s katerimi se dosežejo velike količine izdelkov. Za izvedbo toge masovne proizvodnje je potrebna visoka raven strokovnega znanja in izkušenj pri oblikovanju tehnoloških postopkov ter pri vzdrževanju delovne zmogljivosti tehničnega sistema. To se razlikuje od nalog proizvodnih delavcev, ki običajno zahtevajo nižje poklicne kvalifikacije.

Podjetja, ki izvajajo togo masovno proizvodnjo, pogosto zahtevajo od svojih strank, da prilagodijo svoje želje in potrebe glede na omejen spekter proizvodnje. Le pod takšnimi pogoji lahko ta vrsta proizvodnje doseže visoko stopnjo proizvodnje in s tem ekonomske učinkovitosti (Rajšp, 2021).

3.1.2.2 Prilagodljiva masovna proizvodnja

Prilagodljiva masovna proizvodnja je naprednejša oblika toge masovne proizvodnje, ki omogoča izdelavo velikega števila proizvodov, ki se razlikujejo po kakovosti in vrsti. Na primer, Mercedes pri izdelavi osnovnih komponent vozila (motor, podvozje, zavore itd.) uporablja togo masovno proizvodnjo, vendar pri končni fazi svojih vozil ponuja bogato izbiro, ki ustreza okusu in željam mnogih in raznovrstnih skupin potrošnikov, ki imajo neenakomerno in zelo razpršeno kupno moč. Ta vrsta proizvodnje je zaradi svoje prilagodljivosti vse bolj razširjena in prisotna v velikih industrijskih podjetjih, ki dosegajo zelo visoko proizvodnost in s tem gospodarsko učinkovitost (Rajšp, 2021).

3.1.3 *Procesna proizvodnja*

Procesna proizvodnja je vrsta proizvodnje, ki temelji na posebni tehnologiji, s katero se določena količina vhodnih materialov v sistemu spremeni v določeno količino izhodnih proizvodov. Ti končni proizvodi gredo skozi različne stopnje tehnološke obdelave in se uporabljajo za različne namene proizvodnje in končne porabe. Primeri procesne proizvodnje so rafinerije nafte, farmacevtska podjetja itd. Sistem procesne proizvodnje je zelo mehaniziran in

avtomatiziran, kar zahteva velike investicije v kapital. Je tudi zelo učinkovit, saj deluje neprekinjeno skozi vse leto, razen med vzdrževanjem. Zato ni čudno, da procesna proizvodnja dosega zelo visoke ravni proizvodnje in gospodarske učinkovitosti (Schroeder, 2007). Primerjavo posamezne, masovne in vitke proizvodnje nam prikazuje tabela 6:

Tabela 6: Primerjava 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: (Rajšp, 2021)

3.1.4 Vitka proizvodnja – splošno

Vitka proizvodnja je način proizvodnje, ki temelji na optimizaciji procesov, zmanjševanju odpadkov in povečevanju učinkovitosti proizvodnje. Osnovno načelo vitke proizvodnje je zagotavljanje vrednosti za stranko z minimalnim vložkom virov. V nadaljevanju bom podrobneje opisal nekaj splošnih značilnosti vitke proizvodnje (Murray, 2018):

- Zagotavljanje vrednosti za stranko: Glavni namen vitke proizvodnje je, da vsaka faza v proizvodnem procesu dodaja vrednost za končnega kupca ali stranko. To pomeni

odpravljanje nepotrebnih operacij in aktivnosti ter osredotočanje na tisto, kar stranke dejansko potrebujejo in cenijo.

- Just-in-Time (JIT): JIT je pomemben koncept vitke proizvodnje, ki pomeni dobavo materialov, komponent in virov v proizvodnji samo takrat, ko so potrebni. To zmanjšuje potrebo po velikih zalogah, skladiščenju in odpadkih.
- Zmanjševanje odpadkov (Muda): Vitka proizvodnja si prizadeva za zmanjšanje ali odstranitev različnih vrst odpadkov v proizvodnem procesu, ki so odraz prekomerne proizvodnje, nepotrebnega čakanja, prekomernega prevoza, prekomerne obdelave, nepotrebnih zalog itd. Ti odpadki se štejejo za nepotrebne in neučinkovite.
- Nenehne izboljšave (Kaizen): Kaizen je načelo stalnih izboljšav. Delavci in vodje so spodbujeni k iskanju in izvajanju manjših izboljšav v proizvodnih procesih in delovnih metodah. Te nenehne izboljšave vodijo k dolgoročnemu izboljšanju učinkovitosti.
- Vloga zaposlenih: Vitka proizvodnja poudarja pomembno vlogo zaposlenih pri odkrivanju problemov, iskanju izboljšav in izvajanju sprememb. Delavci so pogosto najboljši viri za izboljšanje procesov, saj imajo neposredno izkušnjo s proizvodnjo.
- Vizualizacija in nadzor procesov: Uporaba vizualnih kontrolnih orodij, kot so Kanban kartice in panoji, pomaga nadzorovati in usmerjati proizvodne procese ter zagotoviti, da so operacije sinhronizirane in usklajene.

Vitka proizvodnja se uporablja v različnih panogah, ne samo v proizvodnji avtomobilov, ampak tudi v proizvodnji hrane, zdravstvu, storitvah in drugih sektorjih. Ta način je osredotočen na zmanjšanje nepotrebnih stroškov, povečanje učinkovitosti in izboljšanje kakovosti izdelkov in storitev, kar je ključno za konkurenčnost podjetij na trgu.

3.2 Zgodovina vitke proizvodnje

Vitka proizvodnja je metoda proizvodnje, ki se osredotoča na povečanje učinkovitosti, zmanjšanje odpadkov in optimizacijo proizvodnih procesov. Ta koncept izvira z Japonske, zlasti iz podjetja Toyota, in je znan kot "Toyotin proizvodni sistem" ali "TPS" (Toyota Production System). Zgodovina vitke proizvodnje sega v sredino 20. stoletja, ko je dr. Taiichi Ohno, inženir pri Toyoti, razvil osnovne koncepte vitke proizvodnje. Glavni vidiki zgodovine vitke proizvodnje so (Dave, 2020):

- Ustanovitev Toyote: Toyota Motor Corporation je bila ustanovljena leta 1937, vendar je to japonsko avtomobilsko podjetje kmalu po drugi svetovni vojni zašlo v finančne težave. To je povzročilo potrebo po bolj učinkovitem in dobičkonosnem načinu proizvodnje.
- Just-in-Time (JIT): Ključni koncept vitke proizvodnje je „Just-in-Time“ pristop, ki pomeni, da proizvodi ali surovine pridejo na proizvodno linijo samo takrat, ko so dejansko potrebni. To zmanjšuje potrebo po velikih zalogah in skladiščenju.
- Zmanjševanje odpadkov (Muda): Koncept “Muda” se nanaša na vse vrste odpadkov v proizvodnem procesu, vključno s prekomerno proizvodnjo, čakanjem, nepotrebnim prevozom, prekomerno obdelavo in drugimi. Cilj vitke proizvodnje je zmanjšati ali odpraviti te odpadke.
- Nenehne izboljšave (Kaizen): Vitka proizvodnja spodbuja stalno izboljševanje procesov in odpravljanje težav. To se doseže z vključevanjem zaposlenih v iskanje in izvajanje izboljšav ter merjenjem uspešnosti.
- Vloga ljudi: Vitka proizvodnja poudarja vlogo zaposlenih pri odkrivanju in reševanju težav v proizvodnem procesu. To pomeni, da se delavcem daje več odgovornosti in možnosti za sodelovanje pri izboljšavah. Vitka proizvodnja se je razširila po celem svetu in je postala osnova za mnoge sodobne proizvodne metode, vključno s konceptom vitkega upravljanja v podjetjih.

Vitka proizvodnja je postala globalni trend in je služila kot temelj za mnoge moderne proizvodne metode, vključno s konceptom vitkega upravljanja v podjetjih. Ta metoda je pripomogla k povečanju učinkovitosti, zmanjšanju stroškov in izboljšanju kakovosti izdelkov, kar jo je naredilo za ključno metodologijo v svetu proizvodnje.

3.3 Načela vitke proizvodnje

Načela vitke proizvodnje predstavljajo osnovne smernice in koncepte, ki usmerjajo pristop k proizvodnji, znan tudi kot "vitka proizvodnja." Ta načela izvirajo iz izkušenj podjetja Toyota in so postala temeljni del sodobnih proizvodnih metod (Dave, 2020). Osrednja načela vitke proizvodnje so naslednja (Manufacturing.net, 2016):

- Ustvarjajte vrednost za stranko (Value): Poudarek na ustvarjanju vrednosti za stranko narekuje, da mora vsak korak v proizvodnem procesu prispevati k ustvarjanju dejanske

vrednosti, ki jo stranke cenijo. Dejavnosti brez dodane vrednosti se prepoznajo in zmanjšujejo ali odpravljajo.

- Identificirajte vrednost iz perspektive stranke (Value Stream): Pomembnost razumevanja celotnega procesa od začetka do konca, imenovanega ‚value stream‘ ali tok vrednosti, poudarja načelo identifikacije vseh korakov, potrebnih za ustvarjanje izdelka ali storitve, in razumevanja, kateri od teh korakov dejansko prispeva k vrednosti.
- Ustvarjajte vrednost neprekinjeno (Flow): Načelo neprekinjenega toka dela v proizvodnem procesu poudarja potrebo po zagotavljanju stalnega toka dela brez prekinitev. Prekinitve, čakanje in nepotrebni premiki se zmanjšujejo za boljši pretok dela.
- Dosežite proizvodnjo ‚Just-in-Time‘ (JIT): Just-in-Time (JIT) načelo pomeni zagotavljanje materialov, komponent in virov na proizvodno linijo samo takrat, ko so resnično potrebni. S tem se zmanjšuje potreba po velikih zalogah in skladiščenju.
- Nenehno izboljšujte (Kaizen): Kaizen je načelo nenehnih izboljšav, kjer so vsi zaposleni spodbujeni k iskanju in uvedbi manjših izboljšav v proizvodnih procesih in delovnih postopkih, kar ustvarja kulturo stalnih izboljšav.
- Standardizirajte operacije in postopke (Standardized Work): Standardizacija operacij in postopkov je ključna za doslednost in kakovost v proizvodnji. Standardi pomagajo pri nadzoru procesov in zagotavljajo, da se izvajajo najboljše prakse.
- Uporabite vizualno kontrolo (Visual Control): Uporaba vizualnih kontrolnih orodij, kot so Kanban kartice, panoji in grafikoni, pomaga pri vizualizaciji in nadzoru procesov ter olajšuje komunikacijo v proizvodnji.
- Zaposleni so ključni (Respect for People): To načelo poudarja, da so zaposleni ključni vir v organizaciji. Spodbuja spoštovanje do zaposlenih, njihovo vključevanje in sodelovanje pri izboljšavah ter razvoju njihovih veščin.

Ta načela vitke proizvodnje so ključna za doseganje večje učinkovitosti, zmanjšanja stroškov, izboljšanja kakovosti in zadovoljstva strank v proizvodnji, razširila pa so se tudi v druge sektorje, vključno s storitvami in upravljanjem.

3.4 Značilnosti vitke proizvodnje

Vitka proizvodnja je proizvodni pristop, ki cilja na optimizacijo procesov in doseganje maksimalne učinkovitosti. Od tradicionalnih proizvodnih metod se razlikuje po naslednjih ključnih značilnostih (Yahya, Mohammad, Omar, & Ramly, 2016):

- Poudarek na ustvarjanju vrednosti: Glavna usmeritev vitke proizvodnje je v zagotavljanju, da vsak korak v proizvodnem procesu prispeva k ustvarjanju vrednosti za stranko. Nepotrebne dejavnosti se sistematično identificirajo in odpravljajo.
- Just-in-Time (JIT) proizvodnja: Vitka proizvodnja uporablja pristop Just-in-Time, kjer se materiali, komponente in viri zagotavljajo na proizvodno linijo le takrat, ko so dejansko potrebni. S tem se zmanjšujejo velike zaloge in potreba po skladiščenju.
- Zmanjšanje izgub (Muda): Vitka proizvodnja si prizadeva za zmanjšanje ali odpravljanje različnih vrst izgub v proizvodnem procesu, vključno s prekomerno proizvodnjo, nepotrebim čakanjem, prekomernim prevozom, prekomerno obdelavo, nepotrebimi zalogami in drugimi neučinkovitostmi.
- Kontinuirane izboljšave (Kaizen): Načelo Kaizen pomeni stalno iskanje in izvajanje manjših izboljšav v proizvodnih procesih in delovnih postopkih. To vodi k stalnemu dvigu učinkovitosti.
- Standardizacija operacij: Za zagotavljanje doslednosti in visoke kakovosti v proizvodnji se izvaja standardizacija operacij in postopkov. Standardi pomagajo nadzorovati procese in zagotavljati izvajanje najboljših praks.
- Uporaba vizualnih kontrolnih orodij: Vitka proizvodnja vključuje uporabo vizualnih kontrolnih orodij, kot so Kanban kartice, panoji in grafikoni, in sicer za nadzor procesov, vizualizacijo delovnih tokov in izboljšano komunikacijo v proizvodnji.
- Vloga zaposlenih: Pomembna vloga zaposlenih v vitki proizvodnji pomeni aktivno sodelovanje pri prepoznavanju težav, iskanju izboljšav in izvajanju sprememb. Kultura spodbuja delavce k soustvarjanju boljših procesov.
- Prožnost in odzivnost: Vitka proizvodnja omogoča hitrejšo prilagajanje proizvodnje na spremembe v povpraševanju in tržnih pogojih, kar povečuje odzivnost podjetja.
- Vzdrževanje visoke kakovosti: Zmanjševanje izgub, doslednost operacij in poudarek na ustvarjanju vrednosti prispevajo k vzdrževanju visoke kakovosti izdelkov in storitev.
- Učinkovito izkoriščanje virov: Vitka proizvodnja spodbuja učinkovito izkoriščanje virov, vključno z delovno silo, materiali in časom, kar vodi k zmanjšanju stroškov.

Te značilnosti vitke proizvodnje so ključne za doseganje večje konkurenčnosti in učinkovitosti v proizvodnji ter so se razširile v različne industrije in sektorje, vključno s storitvami in upravljanjem.

4 IMPLEMENTACIJA VITKE PROIZVODNJE V PROCES

4.1 Simulacija proizvodnje, 1. krog

Simulacija proizvodnje v prvem krogu je postopek, ki modelira proces proizvodnje v virtualnem okolju. Cilj simulacije, ki smo jo izvedli, je bil analizirati, preizkusiti in izboljšati različne dejavnike, ki vplivajo na proizvodnjo, kot so hitrost proizvodnje, njena učinkovitost in kakovost izdelka.

V prvem krogu simulacije smo ocenili trenutni proizvodni proces. Ocenitev je vključevala:

- zbiranje podatkov v proizvodnji
- beleženje trenutnih časov ciklov,
- število delavcev,
- označevanje kakovosti.

Ti podatki se nato uporabijo za gradnjo matematičnega modela proizvodnje v virtualnem okolju. Nato se izvede simulacija s pomočjo različnih scenarijev. Na primer, lahko se izvedejo simulacije z različnim številom delavcev, spremembo časov ciklov ali uvedbo novih tehnologij. Ti scenariji omogočajo vpogled v to, kako bi spremembe lahko vplivale na proizvodnjo.

Rezultati simulacij se analizirajo z uporabo različnih parametrov, kot so časi proizvodnje, stroški in skupna kakovost izdelka. Na podlagi teh rezultatov se lahko identificirajo in uvedejo izboljšave v proces proizvodnje. Simulacija proizvodnje v prvem krogu je pomembna, saj omogoča identifikacijo slabih točk v trenutnem proizvodnem procesu in preizkušanje različnih izboljšav brez dejanske izgube časa in virov, saj vse poteka v virtualnem okolju. To omogoča priložnost za spremembe in izboljšave pred implementacijo v dejanskem okolju (Kuhn, 2006).

V našem primeru imamo opravka s procesom, ki ga lahko v grobem razdelimo na dva dela:

- izdelavo kalupov na stroju in
- izdelavo odlitkov iz gume.

Ta dva procesa skupaj tvorita celoto: proces od strankinega naročila do izdelave končnih izdelkov. Cilj naloge je uvesti vitko proizvodnjo v celotni proces.

Pri simulaciji proizvodnje smo za začetek vzeli obstoječe stanje: orodja oz. kalupe, ki jih podjetje izdeluje na CNC stružnici (Slika 4). To je omogočalo le izdelavo okroglih ali osno simetričnih izdelkov. Tako je bilo mogoče naenkrat odliti le en izdelek.

Parametre obstoječega procesa nam prikazuje tabela 7:

Tabela 7: Parametri obstoječega procesa

Parameter	Vrednost	Opomba
Taktni čas	2–25 min	Odvisen od oblike izdelka
Število delavcev	7	Izdelava kalupa
Število delavcev	10	Izdelava odlitkov
Kakovost izdelkov	Z dimenzijsko kontrolo in obremenitvenimi testi	Testiranje naključnih vzorcev

Vir: (lastni vir)

- Taktni čas: Odvisen od oblike izdelka. Za odlitke znaša v povprečju med 2 min in 25 min na izdelek.
- Število delavcev: V procesu izdelave kalupa v povprečju sodeluje 7 delavcev, v procesu izdelave odlitka pa 10 delavcev.
- Kakovost izdelkov: Pri izdelavi kalupov so dimenzijsko kontrolirali izdelane kalupe. Pri izdelavi odlitkov pa so kontrolirali naključne vzorce in tako spremljali potek parametrov procesa izdelave.

4.2 5S

Metoda 5S je metoda organizacije in urejenosti delovnega okolja, ki izhaja iz japonske proizvodne filozofije. Sestavlja jo pet točk, temelji pa na ideji, da čist in organiziran prostor pripomore k izboljšanju učinkovitosti dela, varnosti, kakovosti in splošnemu zadovoljstvu ter produktivnosti zaposlenih. Točke metode 5S so naslednje:

- SORTIRANJE (Seiri) se nanaša na odstranjevanje nepotrebnih predmetov iz delovnega okolja. V tej fazi pregledamo in razvrstimo vse predmete glede na njihovo uporabnost in pomembnost. Vse, kar ni potrebno ali se ne uporablja, je treba odstraniti ali premakniti na drugo ustrezno mesto. Namen tega je zmanjšati nered, povečati preglednost in olajšati iskanje ter dostop do potrebnih predmetov. V našem primeru smo pospravili in sortirali stvari po celotni strojni delavnici, najboljši primer pa je sortiranje orodij, prijemal in ostalih pripomočkov. Orodja, ki jih ne bomo prvenstveno uporabljali, smo označili z rdečimi listki in jih postavili v ločene regale v skladišče (slika 12).

OZNAČENA ORODJA Z RDEČIMI LISTI, KI SE NE BODO
PRVENSTVENO UPORABLJALA IN SE LOČENO SKLADIŠČIJO

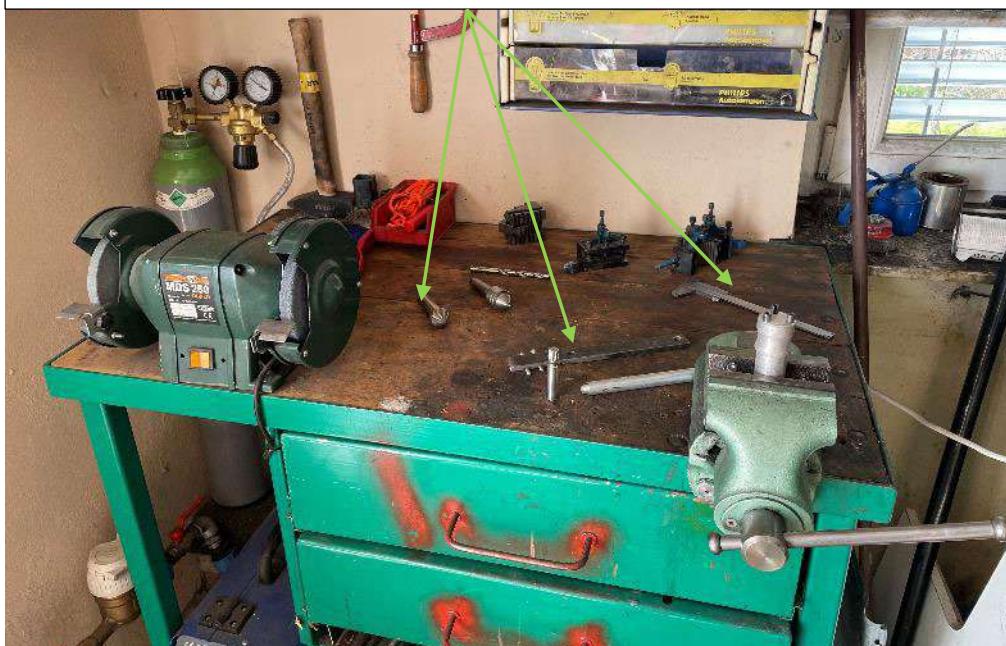


Slika 12: Sortiranje orodij

Vir: (lastni vir)

- ORGANIZIRANJE (Seiton) se nanaša na organizacijo predmetov in delovnega prostora. Predmete se razporedi na primerna mesta, tako da so na dosegu roke, ko so potrebni. Predmete je treba označiti tako, da je njihova lokacija jasno razvidna. To pripomore k izboljšanju preglednosti, preprečuje nesporazume in zmanjšuje izgubo časa pri iskanju. Namen te točke je, da že z enim pogledom ocenimo stabilnost 5S aktivnosti. V našem primeru smo organizirali ročno delovno mizo. Stanje pred organizacijo nam prikazuje slika 13, po organizaciji pa slika 14.

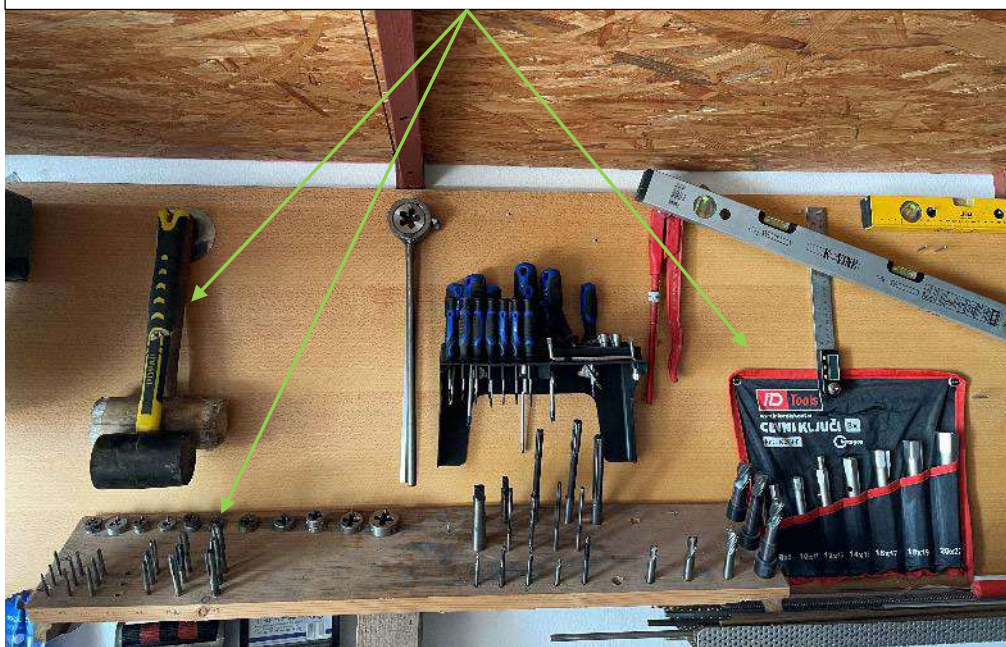
TEŽKO SLEDENJE STANJU ORODIJ NA RAZLIČNIH POVRŠINAH –
NE ORGANIZIRANOST



Slika 13: Stanje pred organizacijo

Vir: (lastni vir)

PREPOZNAVA ORODJA NA PREDVIDENIH LOKACIJAH -
ORGANIZIRANOST



Slika 14: Stanje po organizaciji

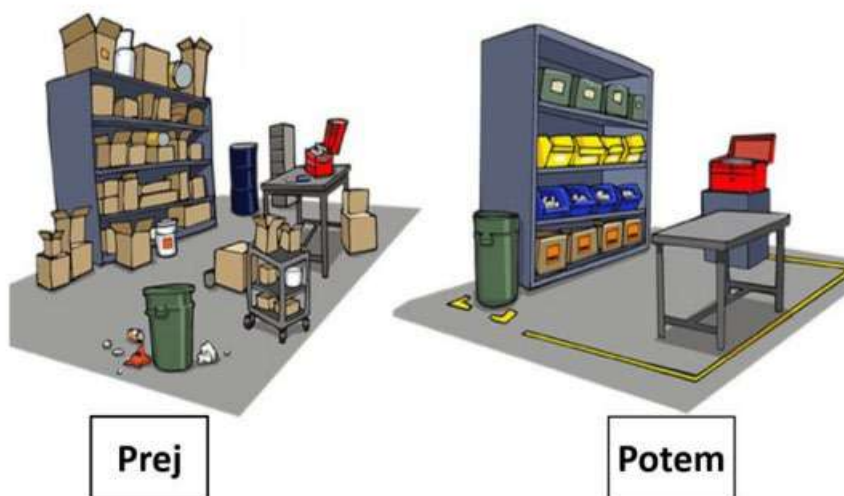
Vir: (lastni vir)

- ČIŠČENJE (Seiso) se nanaša na urejanje delovnega prostora. Ta faza je namenjena ohranjanju čistega in urejenega okolja. To vključuje redno čiščenje, odstranjevanje umazanije, prahu in odpadkov ter vzdrževanje tehničnih naprav. Redno čiščenje izboljšuje higieno, hkrati pa preprečuje okvare opreme in odkrivanje morebitnih nepravilnosti, kot so neskladni in nekakovostni kosi ali storitve. V našem primeru smo predpisali redno vzdrževanje in čiščenje strojev po koncu vsake uporabe. Uvedli smo tudi kontrolne karte, s katerimi smo preverjali doslednost izvajanja operacij (slika 15). Primer čiščenja delovnega prostora je shematsko prikazan na sliki 16.

		Tedenske naloge čiščenja					
Oddelek	CNC operator						
Preveril							
Datum							
Območje/predmet	Opis nalog	1.teden	2.teden	3.teden	4.teden	5.teden	Komentar
Mize	očiti/uredi						
Omare	očisti						
Police	očisti/uredi						
Stroj	očisti						
Čistilni pripomočki	preveri						
Tla	očisti						
Smetje	sprazni koš						

Slika 15: Kontrolna karta čiščenja

Vir: (interno gradivo podjetja)



Slika 16: Urejanje delovnega prostora

Vir: (Račnik, 2022)

- VZDRŽEVANJE (Seiketsu) se nanaša na vzpostavitev standardov in postopkov za vzdrževanje reda in čistoče. To pomeni, da so enake metode in pravila uporabljena na vseh delovnih mestih, kar pomaga ohranjati dosežene rezultate. Vzdrževanje omogoča ponovljivost, motiviranje zaposlenih, lažje usposabljanje novih zaposlenih in boljše sledenje doseženim standardom. V našem primeru smo pripravili navodila in jih pripeli v bližino vsakega stroja, da zaposleni, še posebej novi, lahko vidijo, po kakšnem postopku je potrebno čistiti posamezne stroje.

Za primer navajamo točke vzdrževanja CNC stružnice:

1. Čiščenje in mazanje
 2. Redno preverjajte sornike in vijake v različnih delih, da zagotovite njihovo tesnost.
 3. Preverite električno opremo
 4. Preverite, ali je gumijasto tesnilo CNC stružnice normalno.
 5. Preverite hidravlični sistem
 6. Preverite hladilni sistem
- SAMODISCIPLINA (Shitsuke) se nanaša na dosledno spoštovanje vseh prejšnjih točk ter ohranjanje kontinuiranih izboljšav. Gre za vključitev 5S metode kot stalnega delovnega načina, ki ga izvajajo vsi zaposleni, začeni z vodstvom podjetja, ki mora biti zgled zaposlenim. To zahteva disciplino, odgovornost in stalno zavedanje o pomenu urejenosti, čistosti in organizacije.

Metoda 5S je celosten pristop k organizaciji in urejenosti delovnega okolja, ki omogoča izboljšanje učinkovitosti in kakovosti dela, povečanje varnosti ter zagotavljanje zadovoljstva zaposlenih. S tem omogoča podjetju optimizirano delovanje in konkurenčno prednost na trgu. Da lahko učinkovitost metode uspešno spremljamo, uporabljamo razne kontrolne karte, ki vsebujejo podrobne točke pregleda okolja v podjetju: od pisarn, proizvodnje, do okolice podjetja.

Nekateri viri metodo 5S razširjajo na 6S, pri čemer se šesti S razlikuje od vira do vira. V nekaterih primerih predstavlja navado, v nekaterih pa varnost. V vsakem primeru pa velja, da bosta tako varnost kot navada prišli sami od sebe, če bomo le dosledno upoštevali prej navedene točke (McCormick, 2007).

V obravnavanem podjetju uporabljajo kar nekaj načel metode 5S. Pri izdelavi kalupov so največ pozornosti namenili urejanju delovnih mest okoli strojev in preglednem razporejanju orodij za

obdelavo okoli njih. Zato so si ustvarili posebna stojala za orodja, rezkarje in stružne nože, da so pregledno razporejeni. Tako je omogočeno zelo enostavno in hitro dostopanje do potrebnih orodij, ki jih imamo vedno na dosegu roke. S tem so tudi pomembno skrajšali čas iskanja potrebnih orodij za stroje in dosegli večjo produktivnost.

V podjetju imajo tudi vzpostavljen sistem rednega čiščenja in pregledovanja opreme. Tako mora vsak delavec ob koncu izmene očistiti stroj, ki ga je uporabljal. Prav tako mora očistiti okolico delovnega mesta. Ob tem pregleda še vse vitalne dele stroja in nadrejenim sporoči morebitne okvare na strojih. Delavcu je v pomoč kontrolni seznam, ki ga prikazuje slika 17. Z njegovo pomočjo preverja doseganje ciljev metode 5S.

KONTROLNI SEZNAM (aktivnosti metode 5S)				
Oddelek	CNC operator			
Preveril				
Datum				
				
		OPRAVLJENO		
St.	Aktivnosti	DA	NE	Komentar
1	S1 (sortiranje)			
2	Nikjer ni odvečnih predmetov/opreme			
3	Na mizi so samo najbolj nujne stvari			
	Poti so prehodne			
1	S2 (organiziranje)			
2	Predmeti so vidni na svoji lokaciji			
3	Vsako mesto za shranjevanje je označeno			
	Orodja so lahko dostopna			
1	S3 (čiščenje)			
2	Tedensko čiščenje je opravljeno			
3	Na tleh ni umazanije			
4	Pripomocki za čiščenje so na voljo			
	Vsi sodelujejo pri čiščenju			
1	S4 (standardiziranje)			
2	Pravila so postavljena			
3	Standardni operativni postopki so izdelani			
	Urnik čiščenja in odgovornosti je izdelan			

Slika 17: Kontrolni seznam 5S

Vir: (interno gradivo podjetja)

Čiščenje pa se ne izvaja samo znotraj podjetja, temveč tudi zunaj njegovih sten. Zaposleni imajo poseben seznam, po katerem so delavci razporejeni v več skupin, ki skozi leto skrbijo za dobro urejenost okolice podjetja s košnjo trave, pometanjem, čiščenjem jaškov in urejanjem rastlin.

Da je stanje v skladu s pričakovanji, smo v podjetju uvedli stalne interne revizije, s katerimi preverjamo doseganje ciljev. Primer kontrolne karte za poročilo je prikazan na sliki 18.

Revizijsko poročilo						
Oddelek		CNC operator				
Preveril		_____				
Datum		_____				
						
Št.	Aktivnosti	Ocena				
		Zelo dobro	Dobro	Zadostno	Slabo	Zelo slabo
		5	4	3	2	1
	S1 (sortiranje)					
1	Nikjer ni odvečnih predmetov/opreme					
2	Na mizi so samo najbolj nujne stvari					
2	Poti so prehodne					
	Skupno št. točk					
	S2 (organiziranje)					
1	Predmeti so vidni na svoji lokaciji					
2	Vsako mesto za shranjevanje je označeno					
3	Orodja so lahko dostopna					
	Skupno št. točk					
	S3 (ciscenje)					
1	Tedensko ciscenje je opravljeno					
2	Na tleh ni umazanije					
3	Pripomocki za čiščenje so na voljo					
4	Vsi sodelujejo pri čiščenju					
	Skupno št. točk					

Slika 18: Kontrolna karta interne revizije

Vir: (interno gradivo podjetja)

4.3 Načrtovanje toka vrednosti

Načrtovanje toka vrednosti je metoda za identifikacijo, analizo in izboljšanje pretoka materiala in informacij v proizvodnem procesu. Cilj je odprava nepotrebnih korakov, zalog in časa ter povečanje učinkovitosti in kakovosti proizvodnje (Jus, 2018).

Postopek načrtovanja toka vrednosti v proizvodnji poteka po naslednjih korakih (Rother & Shook, 2003):

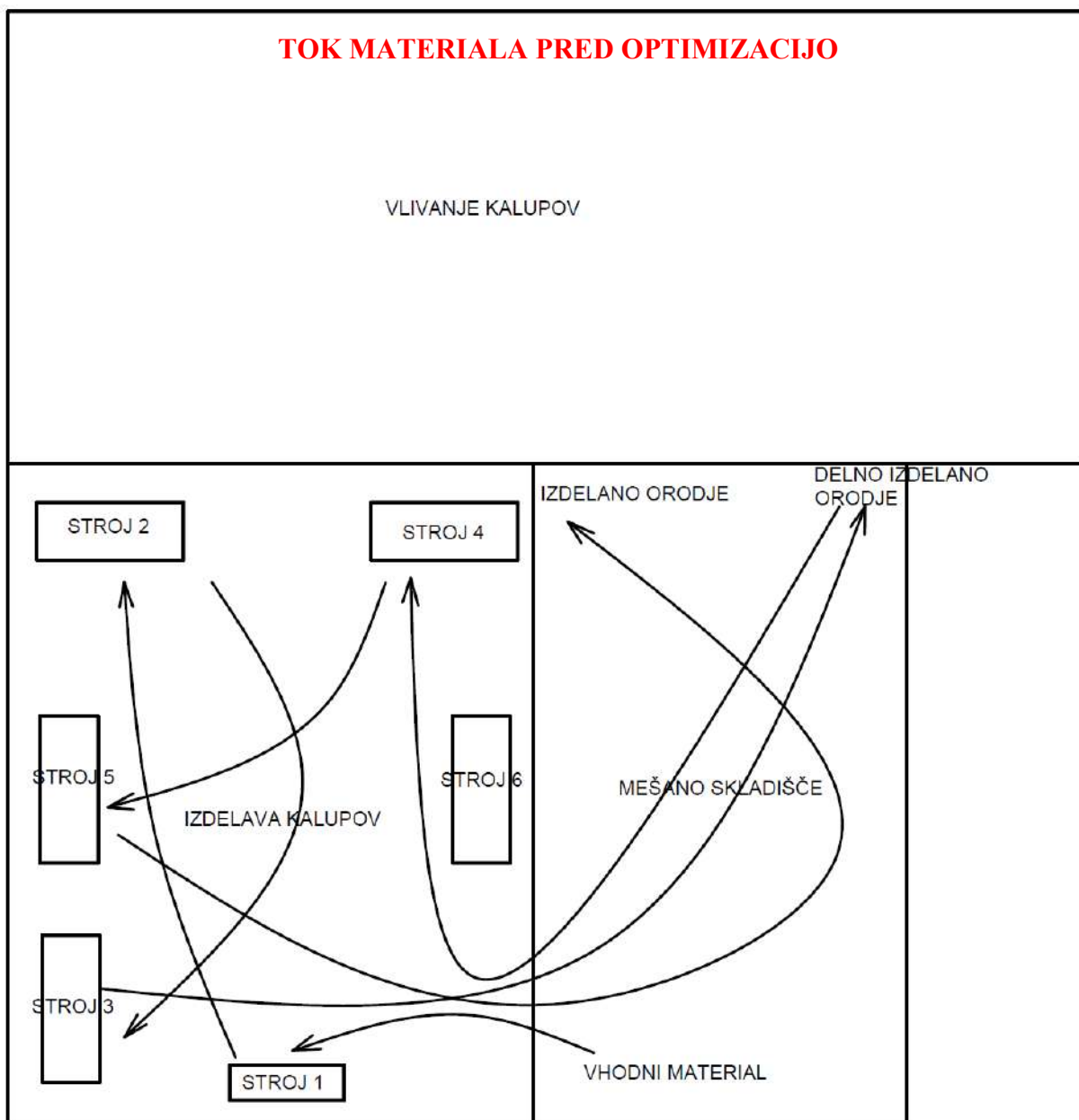
- **IDENTIFIKACIJA PROIZVODNEGA TOKA:** V tem koraku poteka določitev toka materiala in informacij od surovin do končnih izdelkov. To vključuje identifikacijo vseh korakov, operacij, strojev, oddelkov in delovnih mest, skozi katere izdelek potuje.
- **KARTIRANJE OBSTOJEČEGA STANJA:** Sledi izdelava kartice toka vrednosti, ki prikazuje vse korake in informacije o obstoječem stanju proizvodnega toka. Ta kartica vizualizira celoten proces in omogoča prepoznavanje nastanka izmeta, nepotrebnih korakov, zastojev in drugih težav
- **ANALIZA IN IDENTIFIKACIJA IZBOLJŠAV:** Analiziramo kartico toka vrednosti in identificiramo ključne težave ter priložnosti za izboljšave. To vključuje iskanje potencialnega izmeta, zastojev, prekinitev, časovnih zamud in neusklajenosti informacij.
- **NAČRTOVANJE PRIHODNJEGA STANJA:** Nato se osredotočimo na načrtovanje prihodnjega stanja proizvodnega toka vrednosti. To vključuje odpravo izmeta, poenostavitev procesov, optimizacijo pretoka materiala in informacij ter določitev ciljnega stanja.
- **IMPLEMENTACIJA IZBOLJŠAV:** Zadnji korak je implementacija izboljšav za doseg ciljnega stanja. To lahko vključuje preureditev delovnega prostora, spremembe delovnih postopkov, uvajanje novih tehnologij, usposabljanje zaposlenih in uvajanje sistemov za nadzor kakovosti v proces.

Ti koraki sami po sebi niso dovolj; pomembno je tudi redno spremljanje in ocenjevanje izboljšav ter ponovno kartiranje toka vrednosti za nadaljnje izboljšave in optimizacijo proizvodnega procesa.

Za obstoječi proces v podjetju je tok materiala izgledal tako:

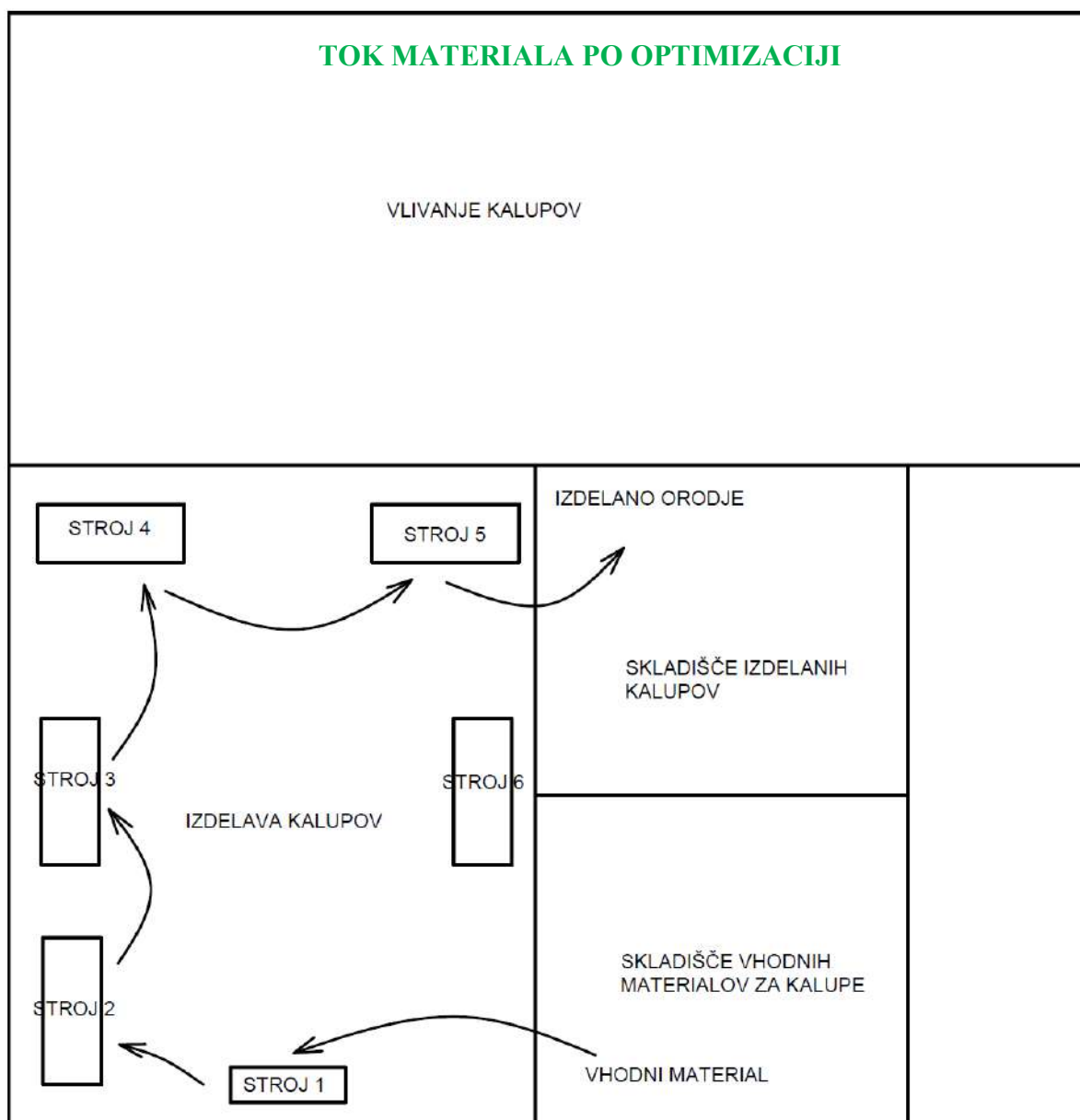
Vhodne surovine za orodja in odlitke so skladiščili v mešanem skladišču, v katerem so bili tudi končni izdelki in orodja. Nato je vhodni material šel do vmesne postaje pri stroju, kjer je ostal do obdelave. Obdelan kalup je nato potoval na končno obdelavo, kjer so ga zbrusili do zelene hrapavosti. Sledil je premik na merjenje, kjer so podrobno preverili vse dimenzije in oblike, ki so bile zahtevane na kalupu. Nato je sledila poskusna serija kosov, kjer so testirali, kakšni izdelki pridejo iz orodja. Nato je orodje šlo nazaj v mešano skladišče, dokler ni prišel čas za

njegovo uporabo. Po uporabi gre orodje ponovno v mešano skladišče. Potovanje materiala za izdelavo kalupov nam prikazujeta naslednji sliki. Prva prikazuje stanje pred optimizacijo, druga pa po njej.



Slika 19: Obdelava kalupa pred optimizacijo

Vir: (lastni vir)



Slika 20: Obdelava kalupa po optimizaciji

Vir: (lastni vir)

Materialni tok za gumo je sledeč: guma in ostale surovine, potrebne za izdelavo odlitkov, se nahajajo v mešanem skladišču. Ko nastopi čas za izdelavo serije, delavci pripravijo mešanico gume in ostalih stvari, naredijo odlitke in jih nato shranijo v mešanem skladišču do odpreme.

Tok informacij v grobem poteka tako: podatki o tem, kje se določen material v mešanem skladišču nahaja, so v Excelovi datoteki. Tam je tudi seznam izdelanih kalupov. Za vsak kalup so napisane še opombe, ki opozarjajo na posebnosti posameznega kalupa. Informacije o količini narejenih odlitkov se prav tako beležijo v Excelovih datotekah. Merilnica ima svoje protokole

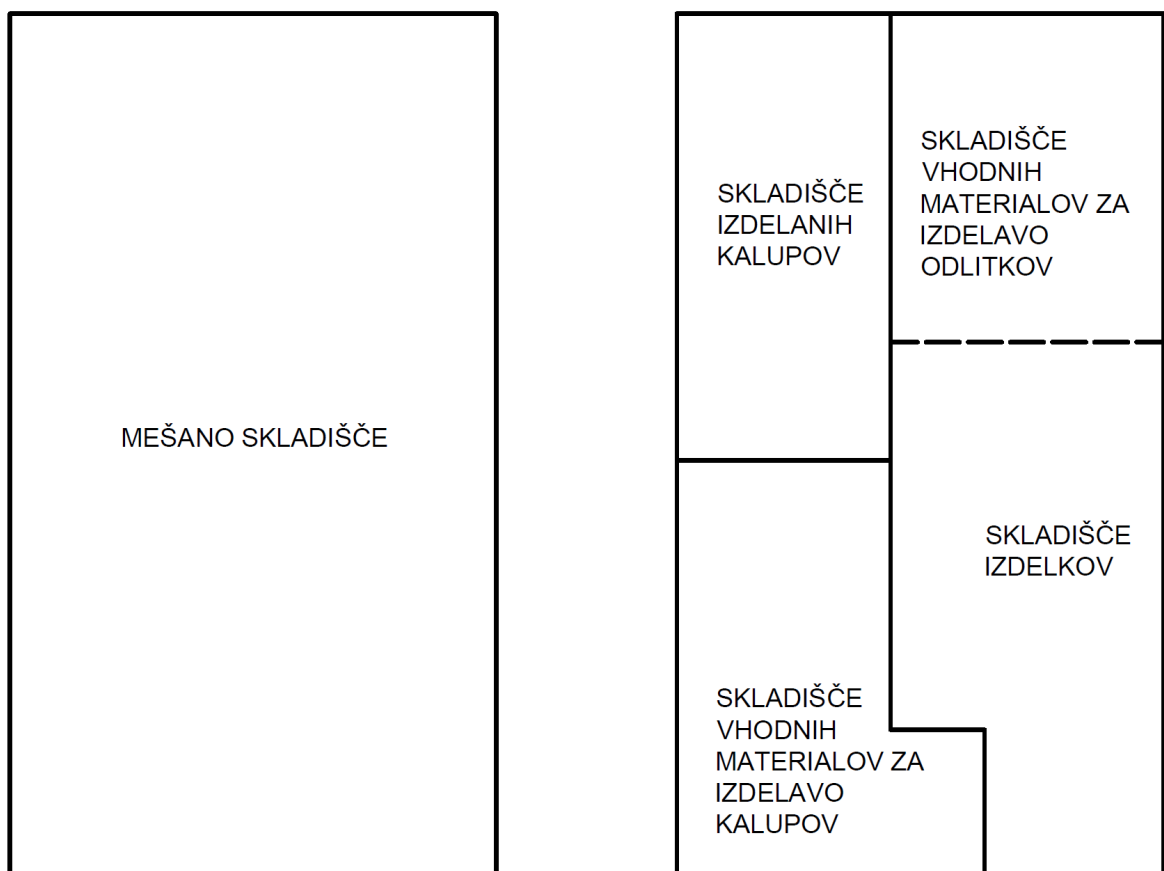
in svoje kontrolne karte, po katerih preverjajo kakovost izdelkov glede na posamezne teste. Komunikacija med posameznimi oddelki ter zaposlenimi poteka klasično, torej od ust do ust.

Nato smo proces podrobneje pogledali in začeli iskati največje težave, ki se v njem pojavijo. Med ključnimi težavami so bile naslednje:

- neučinkovita logistika v mešanem skladišču, saj so delavci porabili ogromno časa z iskanjem potrebnih materialov, orodij ali izdelkov;
- postavitve strojev v delavnici, ki ne omogoča optimalnih poti materiala;
- slaba preglednost podatkov v Excel datotekah in težko sledenje izdelkom ter naročilom.

Glede na predstavljene težave smo se odločili za izvedbo korektivnih ukrepov in naslednje izboljšave procesa:

1. Preureditev mešanega skladišča v več ločenih skladišč, ki so bolj organizirana: skladišče vhodnih materialov za izdelavo orodij, skladišče vhodnih materialov za izdelavo odlitkov, skladišče orodij in skladišče izdelkov. Razliko v stanju pred in po ureditvi nam prikazuje slika 21.



Slika 21: Stanje pred (levo) in po ureditvi skladišča (desno)

2. Uvajanje koncepta JIT v proizvodnjo orodij: odprava vmesnih postaj, kjer je material dlje časa stal in čakal na obdelavo. En primer optimizacije je prikazan na sliki 20.
3. Prestavitev strojev v delavnici, da so omogočali boljši tok materiala: stroji so bili postavljeni po zaporedju izvajanja operacij na orodjih in brizganju izdelkov. Tako so se zmanjšali nepotrebni premiki materiala po delavnici, kar je privedlo v večjo učinkovitost. Tudi to lahko vidimo na sliki 20.
4. Uvedba novega informacijskega sistema, ki bo omogočal celovito povezovanje vseh informacij. Tako bo omogočeno lažje sledenje naročilom, razpisovanje delovnih nalogov, sledenje dejanski izdelavi in količini izmeta ter kje se ta pojavi. Sistem bo omogočil tudi precej boljšo logistiko skladišča, saj bo na pregleden način prikazoval, kje se posamezni material nahaja, koliko ga še imamo in kdaj ga bomo uporabili za izdelavo.

4.4 Taktni čas

Taktni čas ali čas cikla je izraz, ki se uporablja za opisovanje časa, potrebnega za dokončanje enega cikla nekega postopka ali operacije. Ta čas vključuje vse korake ali aktivnosti, ki so potrebne za dokončanje tega določenega procesa. Je ključni element, s katerim ocenjujemo učinkovitost in produktivnost svoje proizvodnje. Uporabljamo ga za načrtovanje in optimizacijo proizvodnih procesov.

V našem primeru je bil taktni čas močno odvisen od oblike izdelka. Pri izdelavi kalupov niti ne moremo govoriti o taktne času kot takem, saj se je vedno izdeloval le po en kalup. Pojem taktne časa pride v poštev pri drugem delu procesa in sicer odlivanju kosov iz gume.

Tukaj se je taktni čas gibal v intervalu:

- 2 min do 20 min, odvisno od kompleksnosti izdelka. Ker so vedno izdelovali le po en izdelek naenkrat, je taktni čas približno enak povprečnem času izdelave enega končnega izdelka.

4.5 Potrate

Potrate ali izgube v proizvodnji se lahko pojavijo iz več razlogov. Nekateri možni vzroki so naslednji:

- **TEHNIČNE NAPAKE:** Napake v proizvodnem procesu ali napake na strojih lahko povzročijo izgubo v proizvodnji. Na primer, okvara stroja lahko povzroči zastoj proizvodne linije in s tem neproduktivnost ter izgubo prihodka.
- **SLABO UPRAVLJANJE ZALOG:** Preveč ali premalo zalog lahko povzroči izgubo v proizvodnji. Preveč zalog pomeni, da se je denar vezal v nepotrebnih zalogah, medtem ko premalo zalog pomeni, da ni dovolj materialov za proizvodnjo, kar lahko povzroči zamude pri izdelavi izdelkov in posledično slabšo produktivnost ter izkoriščenost strojev.
- **NEPRIMERNA KAKOVOST IZDELKOV:** Če so izdelki slabe kakovosti ali se ne ujemajo z zahtevami kupcev, se lahko pojavijo vračila ali reklamacije, kar vodi v nepotrebne stroške, padec ugleda podjetja in posledično upad proizvodnje.
- **NEPRAVILNO VZDRŽEVANJE OPREME:** Nepričakovana okvara opreme zaradi neustreznega vzdrževanja lahko povzroči poškodbe na izdelkih ali, še huje, strojih in na ta način povzroči primanjkljaj dobrih izdelkov. Če je napaka tako huda, da moramo zaradi nje ustaviti celotno linijo, pa pride še do rušenja terminskih planov proizvodnje in nedoseganja predvidenih količin izdelkov.

Za zmanjšanje potrat v proizvodnji je pomembno, da podjetje izvaja učinkovito načrtovanje proizvodnje, skrbno upravlja zaloge, uvaja in zagotavlja kakovost izdelkov ter izvaja redno in pravilno vzdrževanje opreme. Poleg tega je pomembno tudi stalno spremljanje in analiziranje procesov proizvodnje ter iskanje načinov za izboljšanje učinkovitosti in zmanjšanje izgub (Jus, 2018).

V našem primeru so se največje izgube pojavile pri:

1. **MENJAVA KALUPOV**, saj je to trajalo precej dolgo. Zato je bila pogosta praksa v podjetju takšna, da so naredili več izdelkov, kot je bilo naročil in si na ta način ustvarili zaloge. To je sicer pomagalo pri prihodnjih naročilih in močno skrajšalo dobavne roke, vendar so nekateri izdelki v skladišču ostali tudi dlje časa.
2. **SLABI IZKORIŠČENOSTI STROJEV**, saj so lahko naenkrat izdelovali le en izdelek, kar je vodilo v slab taktni čas izdelka.

4.6 Aktivnosti izdelka

Pod tem pojmom razumemo vse, kar je potrebno z izdelkom narediti, da bo prišel do kupca takšen, kot si ga je ta zaželel. Aktivnosti izdelka zato vključujejo (Cooper, 1988):

- NAČRTOVANJE PROIZVODNJE: V tej fazi se določi, kako bo izdelek proizveden, vključno s postopki, materiali, opremo in ostalimi sredstvi, ki jih bo treba uporabiti.
- NABAVA MATERIALOV: Potrebni materiali za proizvodnjo izdelka se naročijo in dostavijo v proizvodno enoto.
- SKLADIŠČENJE IN UPRAVLJANJE ZALOG: Materiali se shranijo v skladišču, da so na voljo za proizvodnjo, ko so potrebni. Voditi moramo skrbno evidenco zalog ter jih dobro načrtovati, da se izognemo izgubam v proizvodnji.
- PROIZVODNJA: V tej fazi se izdelki dejansko proizvedejo, pri čemer se uporabljajo vnaprej predpisani postopki in oprema.
- KONTROLA KAKOVOSTI: Izdelki se preverjajo in preizkušajo, da se zagotovi njihova kakovost in skladnost z zahtevami.
- PAKIRANJE: Končni izdelki se pakirajo in pripravljajo za dostavo ali distribucijo.
- DOSTAVA: Izdelki se pošljejo kupcem ali se dostavijo na prodajna mesta.
- POPRODAJNA PODPORA: Proizvajalec zagotavlja poprodajno podporo, kar vključuje servisiranje izdelkov, izpolnjevanje garancij in zagotavljanje rezervnih delov.
- OBDELAVA REKLAMACIJ: V primeru reklamacij se izdelki prevzamejo nazaj, pregledajo in popravijo ali zamenjajo.
- VZDRŽEVANJE OPREME: V proizvodnem procesu je potrebno vzdrževati opremo, da zagotovimo optimalno delovanje in preprečimo okvare.
- PREUČEVANJE MOŽNOSTI ZA IZBOLJŠAVE: Tekom življenjske dobe izdelka je potrebno spremljati okvare na proizvodnem procesu ter samih izdelkih na podlagi odziva kupcev. Treba je najti vzroke za te okvare in jih odpraviti. Nenehno izboljševanje procesa in izdelkov bo vodilo v kakovostnejše izdelke, optimalen proces proizvodnje in večje dobičke.

V našem primeru so bile faze za obstoječe stanje naslednje:

- NAČRTOVANJE PROIZVODNJE: Kalupe smo izdelovali na CNC stružnici. Poleg same stružnice so potrebni še ustrezni noži za obdelavo surovcev. Surovci so narejeni iz orodnega jekla, ki s svojimi lastnostmi omogoča, da so kalupi dovolj trdni, odporni proti obrabi in koroziji, imajo dobro toplotno prevodnost in dobro obdelovalnost. Primer izdelanega kalupa lahko vidimo na sliki 22. Za gumijaste izdelke pa potrebujejo stroj za brizganje. Materiali za izdelke so različne gume, odvisno od naročnikovih zahtev. Najpogostejše uporabljeni materiali so NR, SBR, EPDM, NBR in VMQ.



Slika 22: Izdelan kalup

Vir: (lastni vir)

- **NABAVA MATERIALOV:** Material za izdelavo kalupov je priskrbel dobavitelj, ki mu zaupajo že vrsto let, prav tako za gume. Če njihovi dobavitelji slučajno nimajo ustreznega materiala na zalogi, ga poiščejo pri katerem od zaupanja vrednih dobaviteljev.
- **SKLADIŠČENJE IN UPRAVLJANJE ZALOG:** Vhodne materiale podjetje skladišči v posebnem skladišču, kjer imajo surovce za izdelavo kalupov ter vhodne surovine za izdelavo gume. V skladišču vzdržujejo pogoje, da materiali med skladiščenjem ne izgubljajo na svoji kakovosti. Podjetje posluje z optimalnimi zalogami, saj so si tekom let nabrali ogromno izkušenj z ravno primerno količino izdelkov, ki jih je potrebno imeti na zalogi, da lahko uspešno in hitro zadovoljijo vse potrebe svojih kupcev.
- **PROIZVODNJA:** V tej fazi podjetje najprej naredi kalup, nato pa z njegovo pomočjo še izdelke. Izdelava kalupa poleg same izdelave vključuje še montažo vseh komponent ter vse kontrolne postopke, da je orodje v skladu z zahtevami.

- KONTROLA KAKOVOSTI: Kakovost se kontrolira z laboratorijsko stiskalnico. Najprej izdelek položimo na stiskalnico (slika 23). Odlitek se stiska do določene obremenitve. Izdelek pod obremenitvijo prikazuje slika 24. Nato se preveri, ali se je odlitek deformiral. Ta postopek se ponavlja, dokler se na izdelku ne pojavi trajna deformacija. Pri tesnilih pa se testira razteg in odpornost na določene medije, ki bodo v stiku s tesnili.

-



Slika 23: Izdelek na stiskalnici

Vir: (lastni vir)



Slika 24: Stisnjen izdelek

Vir: (lastni vir)

- PAKIRANJE: Podjetje izdelke pakira v kartonske škatle, plastične vrečke z zadrgo, plastične bokse, na lesene palete in na lesene palete z IPPC certifikatom.

Postopek je sestavljen iz naslednjih faz:

1. Sestavljanje škatle (slika 25)



Slika 25: Sestavljanje škatle

Vir: (lastni vir)

2. Polnjenje izdelkov (slika 26)



Slika 26: Polnjenje izdelkov

Vir: (lastni vir)

3. Zapiranje in lepljenje škatle (slika 27)



Slika 27: Zapakirana škatla

Vir: (lastni vir)

- **DOSTAVA:** Za manjše količine podjetje posluje preko pošte, večje pa dostavijo s tovornjakom.
- **POPRODAJNA PODPORA:** Podjetje po nakupu garantira, da bo izdelek zdržal predvideno življenjsko dobo, če se bo uporabljal v skladu z navodili in priporočili. Ponujajo tudi možnost servisa za razne sklope, ki se obrabijo in jih je potrebno obnoviti.
- **OBDELAVA REKLAMACIJ:** V primeru reklamacije podjetje razišče okoliščine, zaradi katerih je izdelek odpovedal. V primeru upravičene reklamacije podjetje izdelek zamenja z novim. Če kdaj pride do več reklamacij istega izdelka, se opravi interna revizija, da se odkrije vzrok napake. Pri tem v pregled vzamejo vse, od vhodnih materialov do končnih izdelkov. Ko odkrijejo vzrok napake, jo odpravijo in poskrbijo, da se v prihodnosti ne more več ponoviti. Po potrebi tudi odpokličejo šaržo in jo zamenjajo z ustrezno.
- **VZDRŽEVANJE OPREME:** Podjetje skrbi, da je vsa oprema v dobrem stanju. Tako po uporabi ustrezno zaščitijo, premažejo in skladiščijo orodja, ki jih nekaj časa ne bodo uporabljali. Izvajajo tudi redne dnevne, tedenske, mesečne in letne preglede strojev, orodij in opreme, v skladu z načrtom vzdrževanja.

Za primer navajamo točke vzdrževanja CNC stružnice:

1. Čiščenje in mazanje
2. Redno preverjajte sornike in vijake v različnih delih, da zagotovite njihovo tesnost.
3. Preverite električno opremo
4. Preverite, ali je gumijasto tesnilo CNC stružnice normalno.
5. Preverite hidravlični sistem
6. Preverite hladilni sistem

4.7 Simulacija proizvodnje, 2. krog

V drugem krogu simulacije v model vnesemo izboljšave, ki smo jih predlagali v prvem krogu.

Simulacija proizvodnje v prvem in drugem krogu se razlikuje glede na več dejavnikov:

- CILJ: V prvem krogu je cilj simulacije po navadi identificirati in odpraviti morebitne napake in pomanjkljivosti ter optimizirati proizvodne procese pred dejansko uvedbo proizvodnje. V drugem krogu je cilj simulacije preveriti izboljšave, ki so bile vpeljane na podlagi prve simulacije, in nadalje optimizirati procese pred dejanskim začetkom proizvodnje.
- PODATKI: V prvem krogu se v simulacijo vnašajo predpostavke in teoretični podatki o proizvodnih postopkih ter kapacitetah opreme. V drugem krogu pa se uporabljajo dejanski podatki, ki so bili pridobljeni med prvim krogom simulacije ali pa iz prejšnjega izvajanja proizvodnje.
- NATANČNOST: Prvi krog simulacije je običajno manj natančen, saj temelji na teoretičnih predpostavkah in ocenah, medtem ko je drugi krog bolj natančen, saj uporabljamo dejanske podatke in informacije, pridobljene med prvotno izvedbo proizvodnje.
- ČASOVNI OKVIR: Prvi krog simulacije se lahko izvede pred dejanskim začetkom proizvodnje, medtem ko se drugi krog običajno izvede med ali po izvedbi prvega cikla proizvodnje. Tako se lahko ugotovi, ali so bile izboljšave v prvem krogu uspešno vpeljane in kakšen je učinek teh izboljšav na proizvodne procese.
- PRIKAZ REZULTATOV: V prvem krogu simulacije se rezultati pogosto analizirajo in preverjajo v smislu morebitnih napak ali izboljšav. V drugem krogu se rezultati primerjajo s prvotnimi podatki in ocenijo, ali so bile izboljšave uspešno implementirane.

Skupni cilj obeh krogov simulacije proizvodnje je optimizacija proizvodnih procesov in priprava za uspešno izvedbo dejanske proizvodnje. Rezultat prvega kroga je izvedba izboljšav

in optimizacij, medtem ko je izkupiček drugega kroga potrditev uspešnosti vpeljanih izboljšav in priprava na dejansko proizvodnjo (Kuhn, 2006).

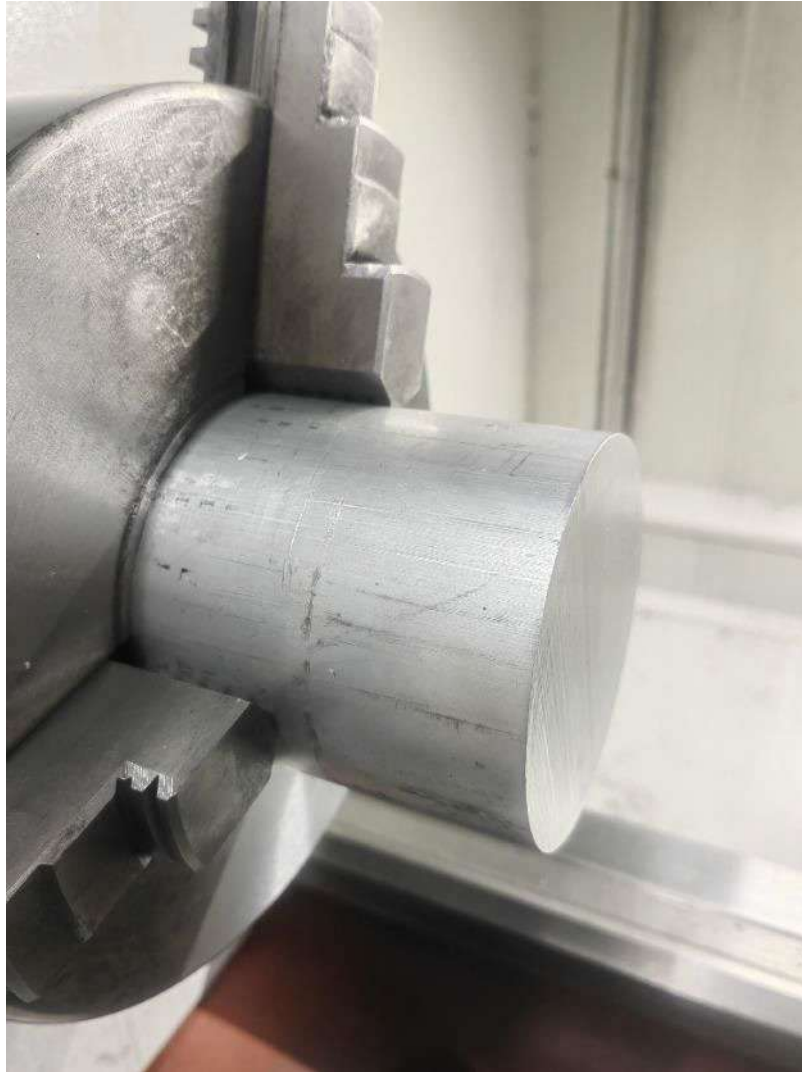
Rezultati simulacije drugega kroga so pokazali, da je bila večina izboljšav v prvem krogu uspešnih, saj smo zmanjšali pretočne čase pri obdelavi kalupov. Prav tako smo z boljšo razporeditvijo strojev v orodjarni pripomogli k večji pretočnosti materiala, manj je bilo tudi napak zaradi neustrezno izbranih kosov za obdelavo. Rezultati so prav tako pokazali, da je še nekaj možnosti za izboljšave, predvsem na področju digitalizacije in toka informacij.

4.8 Aktivnosti delavca

Aktivnosti delavca lahko v grobem razdelimo na dve skupini: aktivnosti za izdelavo kalupov in aktivnosti za izdelavo odlitkov.

Pri prvi izvajajo delavci v podjetju naslednje aktivnosti:

- **PRIPRAVA MATERIALOV:** Delavec pripravi ustrezne materiale in surovine za izdelavo kalupov. V našem primeru so to večinoma orodna jekla, lahko pa tudi druge kovine, kot konstrukcijsko jeklo, aluminij in ostali. Delavec poskrbi za dodatno kontrolo, da ima res pravi material, da je ta v ustreznem stanju in ustrezne velikosti. Primer surovca, ki je že vpet v obdelovalni stroj, prikazuje slika 28.

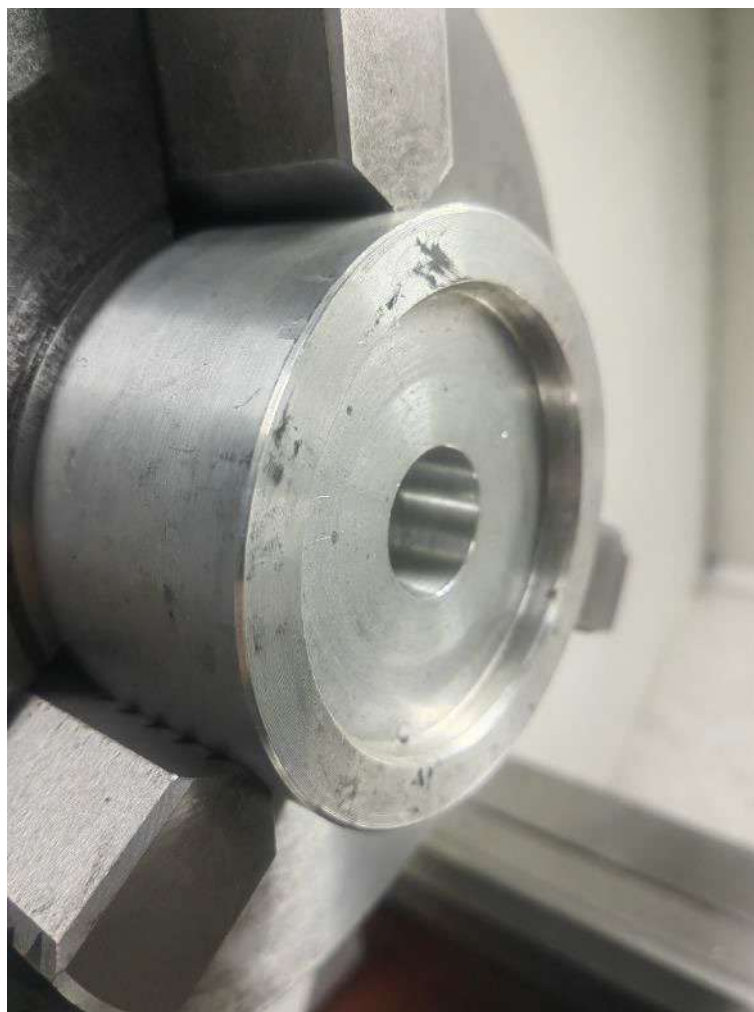


Slika 28: Surovec, vpet v čeljusti

Vir: (lastni vir)

- IZDELAVA MODELOV: Na podlagi načrtov, risb in CAD modelov izdelkov delavci izdelajo modele kalupov. Pri obstoječem stanju je nato sledila izdelava kalupov na stružnici, pri posodobitvi pa je sledila izdelava CNC programov na strojih za izdelavo kalupov.
- IZDELAVA KALUPOV: Delavec uporablja vnaprej pripravljene modele in programe za izdelavo kalupov. Postopek izdelave kalupa vključuje nanašanje in obdelavo materialov ter ustvarjanje potrebnih oblik s pomočjo strojev.

Izdelan kalup prikazuje slika 29.



Slika 29: Izdelan kalup 2

Vir: (lastni vir)

- **POPRAVILO KALUPOV:** V primeru poškodb, napak ali spremembe dizajna izdelka delavec popravi kalupe. To vključuje obnovo poškodovanih delov, izvajanje popravkov ali zamenjavo celotnih delov kalupa.
- **VZDRŽEVANJE KALUPOV:** Delavec skrbi za redno vzdrževanje kalupov, da se zagotovi njihova optimalna funkcionalnost. To vključuje čiščenje, mazanje, zamenjavo delov in popravila po potrebi. Vzdrževanje izvajamo, da zagotavljamo ustrezno kakovost in ponovljivost izdelkov.
- **PREVERJANJE KAKOVOSTI KALUPOV:** Delavec preveri kakovost izdelanih kalupov in opravi potrebne teste za zagotovitev, da so kalupi pravilno izdelani in izpolnjujejo zahtevane specifikacije.

Nekaj izdelanih kalupov prikazuje slika 30.



Slika 30: Kalupi, pripravljeni na vlivanje

Vir: (lastni vir)

- **SKLADIŠČENJE KALUPOV:** Delavec skrbi za to, da so kalupi, ki se nekaj časa ne uporabljajo, ustrezno skladiščeni. To vključuje pripravo kalupa na skladiščenje, nanašanje ustreznih prevlek, ki preprečujejo korozijo in obrabo, ter spremljanje stanja kalupov skozi čas.
- **SODELOVANJE Z DRUGIMI DELAVCI:** Delavec sodeluje z drugimi delavci v proizvodnji, kot so oblikovalci, inženirji ali drugi strokovnjaki. Sodeluje tudi z vodji projekta in drugimi člani ekipe za zagotavljanje ustreznega poteka dela in doseganje ciljev.
- **UPOŠTEVANJE VARNOSTNIH PREDPISOV:** Delavec spoštuje varnostne predpise in uporablja ustrezno varnostno opremo ter ravna varno pri uporabi orodij, strojev in materialov. Na ta način preprečimo poškodbe pri delu in zagotavljamo varno in zdravo delovno okolje, v katerem so višji tudi produktivnost, kakovost in zadovoljstvo pri delu.

Pri izdelavi odlitkov pa so aktivnosti delavca naslednje:

- **PRIPRAVA DELOVNEGA OKOLJA:** Delavec se mora prepričati, da je delovno okolje čisto in varno za opravljanje dela.

- **PRIPRAVA ORODJA IN MATERIALA:** Delavec mora pripraviti vsa potrebna orodja, stroje in materiale za izdelavo odlitkov. V našem primeru gre za gumo in stroje, opisane v poglavju 4.6. Primer pripravljenih polizdelkov prikazuje slika 31.



Slika 31: Polizdelki

Vir: (lastni vir)

- **PRIPRAVA KALUPOV:** Delavec mora pripraviti kalupe za izdelavo odlitkov. To vključuje mešanje in pripravo litine na stroju ter pripravo kalupov za vliv. Pred tem je seveda potrebno opraviti podroben ogled in po možnosti še meritve kalupa, da bo zagotavljal ustrezne izdelke. Kalup z že vstavljenimi polizdelki prikazuje slika 32:



Slika 32: Kalup

Vir: (lastni vir)

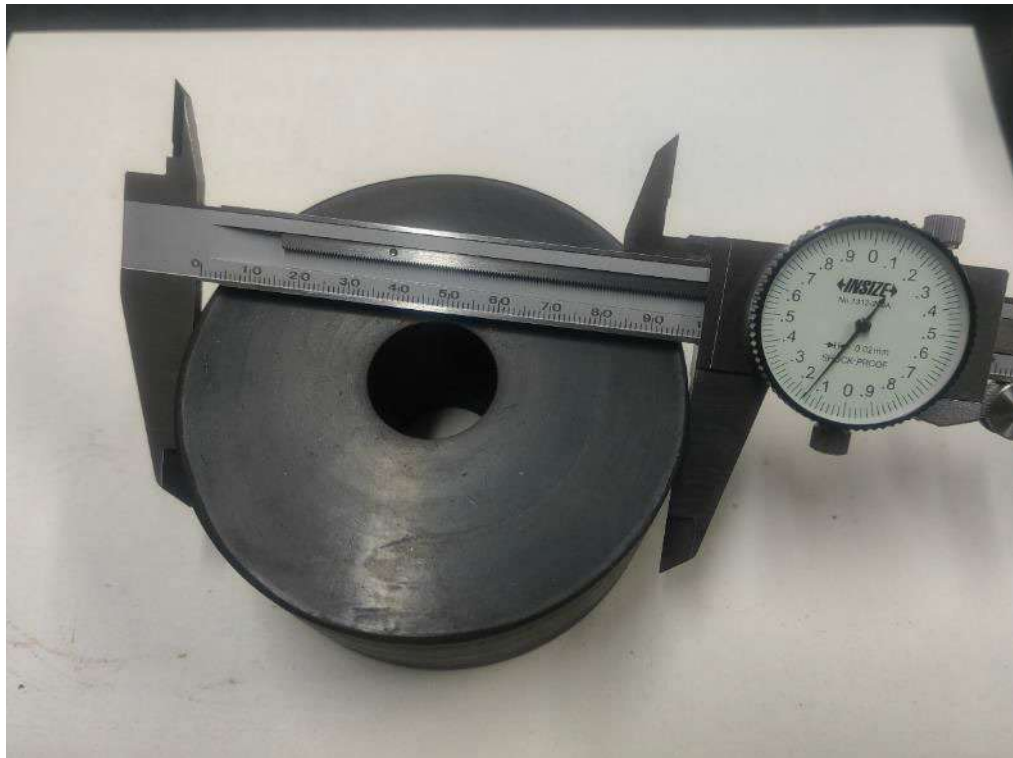
- **VLIV ODLITKOV:** Delavec vlije litino v pripravljen kalup in zagotovi, da se vlije pravilna količina in da je vliv pravilno usmerjen.
- Po končanem vlivanju sledi še **VULKANIZACIJA**. Pri tem kemikalije, ki smo jih prej zmešali z gumo, kemijsko reagirajo in tvorijo močne vezi. Gumo držimo na določeni temperaturi, da se v celoti segreje. Zelo pomemben dejavnik je čas vulkaniziranja, da dosežemo točno določene lastnosti gume.
- **ODSTRANJEVANJE KALUPOV:** Ko se odlitek strdi, delavec odstrani kalup in iz njega odstrani končni izdelek (slika 33)



Slika 33: Izdelek po odstranjenem kalupu

Vir: (lastni vir)

- **OPRAVLJANJE OBDELAV:** Delavec izvede dodatne obdelave na odlitku. V našem primeru to vključuje rezanje srha, ki morebiti nastane ob uhajanju litine v špranje med dele orodja. Prav tako je treba odrezati dele, ki ostanejo kot posledica dotoka litine v orodje (angl. Runner, Sprue).
- **KONTROLA KAKOVOSTI:** Delavec preveri, ali je odlitek ustrezne kakovosti. To vključuje preverjanje dimenzij (slika 34), hrapavosti površine in geometrijskih toleranc. Nato delavec izvede še test deformabilnosti, ki smo ga opisali v poglavju 4.6.



Slika 34: Preverjanje dimenzij

Vir: (lastni vir)

- **PAKIRANJE IN SKLADIŠČENJE:** Delavec končne izdelke ročno ali s pomočjo ustreznega stroja spakira in jih pripravi na odpremo. Če podjetje izdeluje izdelke na zalogo, pa poskrbi za ustrezno skladiščenje izdelkov, da ne izgubijo svoje kakovosti. Prav tako vodi evidenco zalog.
- **KOMUNIKACIJA Z OSTALIMI DELAVCI:** Delavec sporoči morebitne napake in odstopanja od pričakovanih vrednosti (dimenzije, kakovost). Nato se izvedejo ustrezne aktivnosti, s katerimi korigiramo materiale, kalupe, stroje ali procese, da dosežemo želeno kakovost izdelkov.

Seveda se nekatere opisane aktivnosti tudi prepletajo druga z drugo. Zato je še toliko pomembneje, da delavci sodelujejo drug z drugim, da ne prihaja do zapletov. Pomembno pa je tudi dobro načrtovanje proizvodnje, da vse poteka gladko in nemoteno.

4.9 Aktivnosti stroja

Tudi tukaj bomo razdelili aktivnosti glede na aktivnosti za izdelavo kalupa in aktivnosti za izdelavo odlitkov.

Za izdelavo kalupa morajo ustrezni stroji izvesti naslednje aktivnosti:

- **STRUŽENJE:** Ta postopek je bil glavni postopek obdelave pred posodobitvijo strojnega parka. S stružnico odstranjujemo presežke materiala in na ta način oblikujemo kalup za izdelavo odlitkov.
- **FREZANJE:** Ta postopek je bil dodan v proces izdelave kalupov z nakupom novih CNC strojev. S frezalnim strojem odstranjujemo presežke materiala v kalupu, obdelujemo površine kalupa in izdelujemo različne oblike in votline.
- **BRUŠENJE:** Uporabljamo brusilne stroje za dodelavo in glajenje površin kalupa, za doseganje želene površinske hrapavosti ter odstranjevanje nepravilnosti. Nekatere težko dostopne ali zahtevne površine na koncu še ročno pobrusimo.
- **VRTANJE:** S stroji za vrtanje izdelujemo luknje in odprtine v kalupu. Te odprtine se uporabljajo za dolivne kanale ali za odzračevanje kalupov.
- **POPRAVILO:** Kalupi se sčasoma obrabijo, treba jih je spremeniti ali pa se v njih pojavijo napake. Ker gre za širok spekter različnih postopkov obdelave, uporabljamo tudi različne stroje za odstranjevanje napak na kalupu, kot so razpoke ali obrabe površine. V nekaterih primerih uporabljamo tudi postopek navarjanja in nato brušenja površin.
- **OBDELAVA POVRŠIN:** Stroji za peskanje, kemično čiščenje ali prevleke se uporabljajo za končno obdelavo površin kalupa. Na ta način preprečimo prehitro obrabo kalupa.
- **MERJENJE IN PREGLED KAKOVOSTI:** Stroji za merjenje in pregledovanje se uporabljajo za zagotavljanje, da so končni kalupi skladni z zahtevanimi specifikacijami, ustreznih dimenzij in toleranc ter v skladu s standardi kakovosti.

Pri izdelavi odlitkov iz gume uporabljamo stroje za naslednje aktivnosti:

- **MEŠANJE GUME:** Stroj se uporablja za mešanje različnih surovin in aditivov, kot so gume, vulkanizacijska sredstva, polnila in barvila. Ta mešanica se nato uporabi za nadaljnjo obdelavo. Na stroju se lahko uporabljajo različne tehnike oblikovanja, kot so brizganje, stiskanje ali vakuumiranje gume v kalupu.
- **POLNJENJE KALUPOV:** Stroj se uporablja tudi za brizganje gume v kalupe. Ta postopek se imenuje polnjenje kalupov. Stroj lahko nadzoruje hitrost polnjenja, pritisk in temperaturo, da doseže ustrezno kakovost in obliko odlitka.
- **VULKANIZACIJA:** Po polnjenju se odlitki vulkanizirajo, da dosežejo želeno trdnost, elastičnost in obstojnost. Stroj se uporablja za nadzor temperature, časa in tlaka med vulkanizacijo. Ta proces omogoča, da se molekule gume prepletejo in tvorijo močne kemične vezi. Pomemben dejavnik je predvsem čas vulkanizacije.

- **ODSTRANJEVANJE ODLITKA:** Po končanem vulkanizacijskem procesu stroj uporabljamo za odstranjevanje odlitkov iz kalupov. To se običajno opravi ročno ali pa s pomočjo robotskih rok, avtomatiziranih naprav ali pa samih izmetačev, ki se nahajajo v orodju. V našem primeru se največ uporablja ročno odstranjevanje ali uporaba izmetačev.
- **OBREZOVANJE IN KONČNA OBDELAVA:** Stroj se lahko uporablja tudi za obrezovanje in končno obdelavo odlitkov. To vključuje odstranitev odvečne gume, popravila in dodelave površine odlitka.
- **KONTROLA KAKOVOSTI:** Stroj se lahko uporablja tudi za izvedbo različnih preizkusov, kot so merjenje trdnosti, elastičnosti, odpornosti proti obrabi in drugih lastnosti odlitka. S tem se zagotavlja, da so odlitki iz gume ustrezne kakovosti in izpolnjujejo specifikacije naročnika. V našem primeru se največkrat poslužijo postopka, ki smo ga opisali v poglavju 4.6.

4.10 Idealen tok vrednosti

Idealen tok vrednosti v proizvodnji je proces, pri katerem se minimizira izguba časa, zalog, energije in drugih virov ter maksimizira vrednost za stranko. To se doseže z odpravljanjem vseh nepotrebnih korakov, premikov in čakanja ter z optimizacijo celotnega proizvodnega procesa.

Nekateri ključni elementi idealnega toka vrednosti v proizvodnji vključujejo naslednje (Jus, 2018) (Rother & Shook, 2003):

1. Identifikacija vrednostnih korakov: prepoznati in razumeti, kaj stranka šteje za vrednostno in kaj ne. To vključuje identificiranje vseh korakov, ki ustvarjajo vrednost, in ločevanje od tistih, ki predstavljajo nepotrebnosti.
2. Odprava nepotrebnosti: odstranitev vseh nepotrebnih aktivnosti, ki ustvarjajo izgubo časa in energije. To vključuje zmanjšanje čakanja, nepotrebnih premikov, nepotrebnih korakov v procesu, nepotrebnih zalog in nepotrebnih preverjanj.
3. Optimizacija pretoka materiala in informacij: zagotavljanje, da se material in informacije brez težav premikajo skozi celoten proces proizvodnje. To vključuje doseganje enakomernega pretoka, odpravljanje zastojev in zagotavljanje pravočasnega pretoka informacij.
4. Sodelovanje in kontinuirano izboljševanje: poudarek na sodelovanju med zaposlenimi, deležniki in strankami ter stalno izboljševanje procesov. Uporaba orodij, kot so Kaizen, PDCA (Plan-Do-Check-Act) cikel, in LEAN načela za stalne izboljšave.

5. Poudarek na stranki: Usmerjanje procesov in odločitev v proizvodnji glede na strankine potrebe in zahteve. Zmanjšanje časa reakcije na spremembe in izboljšanje prilagodljivosti.

Idealen tok vrednosti v proizvodnji je koncept, ki se nenehno razvija in prilagaja glede na specifične potrebe vsakega podjetja. Cilj je doseči najvišjo možno stopnjo učinkovitosti in ustvarjati vrednost za stranko.

V našem primeru je podjetje opravilo podrobno analizo procesa in ugotovilo:

- kje so ozka grla,
- kje nastajajo nepotrebni zastoji in
- kje so še možnosti za izboljšave.

Tako so za vsak izdelek definirali korake, ki se jih morajo delavci držati, da bo proizvodnja izdelka kar najbolj tekoča. Na ta način so dosegli dobre pretočne čase in visoko učinkovitost. Tako so lahko več časa posvetili optimizaciji izdelkov in procesov, da se lahko nenehno izboljšujejo in tako dosegajo maksimalno dodano vrednost za stranko. Koraki za izdelavo sklopke med motorjem in eliso čolna so naslednji:

1. Tehnična risba
2. Razrez surovca
3. Struženje na mere
4. Kontrola mer
5. Peskanje kovinskih delov do mere, kjer se gumira.
6. Vulkanizacija izdelka na 150°C, 15 min.
7. Kontrola

4.11 Standardizirano delo

Standardizirano delo v proizvodnji se nanaša na proces, kjer se določene naloge ali koraki v proizvodnem postopku izvajajo na enak način, da se dosežejo želeni rezultati. Standardiziranje dela ima številne prednosti, med drugim naslednje (Halim, in drugi, 2015):

- **POVEČANJE KAKOVOSTI:** Ko se določeni koraki standardizirajo, se zmanjša verjetnost napak in izboljša končni izdelek.
- **POVEČANJE UČINKOVITOSTI:** Standardizacija omogoča hitrejši in boljši pretok dela, kar povečuje učinkovitost proizvodnje.

- ZMANJŠANJE STROŠKOV: S standardiziranim delom se zmanjšuje izmet, kar zmanjšuje stroške proizvodnje.
- POVEČANJE VARNOSTI: Standardizacija dela vključuje tudi varnostne smernice, ki zmanjšujejo tveganje za delavce in izboljšujejo varnostno okolje.
- LAŽJE USPOSABLJANJE NOVIH ZAPOSLENIH: Standardizacija dela omogoča enostavnejše usposabljanje novih zaposlenih, saj imajo jasno določene postopke in smernice za delo. V nekaterih podjetjih obstajajo tudi zbirke navodil in postopkov pri serijski proizvodnji v obliki brošur ali računalniških predstavitev, ki omogočajo novim delavcem, da se hitro in učinkovito seznani s postopki, stroji in procesi.

Standardizacija dela se lahko doseže z uporabo različnih orodij, kot so standardni delovni postopki, kontrolne liste, diagrami toka dela in druga orodja za sledenje in izvajanje korakov v proizvodnji.

V našem primeru ima podjetje standardiziran postopek izdelave kalupov za odlitke. Čeprav gre za precej različne izdelke, se podjetje trudi, da so glavne značilnosti orodij čim bolj enake, da so delovne operacije med posameznimi orodji podobne ter da uporabljajo enake standardne komponente, kot so vodila, puše in vijaki. Na ta način je možno tudi nova orodja narediti učinkovito in hitro. Prednost je v dostopnosti nadomestnih delov, saj jih imamo vedno na zalogi, prav tako pa nimamo preveč različnih delov, ki bi zavzemala prostor in oteževala skladiščenje ter logistiko. Tovrstna orodja precej olajšajo vzdrževanje, saj vzdrževalci dobro poznajo orodja, zato lahko učinkovito načrtujejo potek dela in tako precej zmanjšajo čas zastojev zaradi rednih vzdrževalnih del. V podjetju uporabljajo splošen postopek v obliki korakov, s katerimi definirajo izdelavo kalupov:

1. Idejna zasnova (izvede se glede na obliko novega izdelka ali izdelka na željo stranke).
2. Konstrukcija – pazi na obliko in standardne elemente!
3. Izdelava kalupa
4. Vgraditev standardnih elementov – glej kosovnico
5. Testiranje kalupa
6. Meritev prvih kosov
7. Plan vzdrževanja

4.12 Vitka proizvodnja in 6 Sigma

O vitki proizvodnji na splošno smo že veliko pisali v poglavjih 3.2 – 3.4. Na tem mestu bomo razložili, kje smo koncepte vitke proizvodnje uvedli v našem podjetju.

- **USTVARJANJE VREDNOSTI ZA STRANKO (Value):** Tukaj smo začeli s prepoznavanjem korakov, ki v proizvodnem procesu niso prinesli vrednosti za stranko. Pri izdelavi orodij je to predstavljala obdelava zunanjih površin orodja, ki niso v stiku z izdelkom. Podjetje je imelo zahtevo, da so vse zunanje ploskve natančno obdelane ter nato zbrušene do predpisane hrapavosti. Zaradi tega so orodja izgledala dobro, vendar ta zunanja obdelava ni ustvarjala dodane vrednosti za stranko. Zato smo proces spremenili tako, da zunanje ploskve obdelamo samo toliko, kot je nujno potrebno za naleganje orodja v stroj, ostale površine pa pustimo takšne, kot so.
- **IDENTIFICIRANJE VREDNOSTI S PERSPEKTIVE STRANKE (Value Stream):** Da je podjetje dobilo optimalni proces, so zaslužne dolgoletne izkušnje. Podjetje dobro pozna potrebe svojih strank, zato so lahko ustvarili optimalni tok procesa, ki vsebuje izključno korake, ki so potrebni za nastanek izdelka. Tako v procesu ni odvečnih korakov in vsak korak pripomore k ustvarjanju vrednosti za stranko.
- **NEPREKINJENO USTVARJANJE VREDNOSTI (Flow):** Na tem področju je podjetje največ pridobilo z novim CNC rezkalnim strojem, saj je možno naenkrat izdelati veliko več izdelkov, ti pa so lahko bolj kompleksnih oblik. Na ta način je podjetje zmanjšalo čakanje, ki je nastalo po odlivanju, saj je prej iz stroja prihajal le po en izdelek naenkrat. Tako so morali delavci na obdelavi za brizgalnim strojem kombinirati svoje delovne naloge z ostalimi, da so dosegli dovolj veliko produktivnost. Po uvedbi novega stroja je naenkrat nastalo veliko več izdelkov in obdelava po brizganju je lahko potekala neprekinjeno. Tako se je tudi en delavec lahko osredotočil le na eno stvar in na ta način delo opravil bolj kvalitetno.
- **PROIZVODNJA ‚JUST-IN-TIME‘ (JIT):** To smo dosegli z odpravo vmesnih postaj, kjer je material dlje časa stal in čakal na obdelavo. Tako je po novem prišel material do stroja takrat, ko smo ga dejansko začeli obdelovati in ni po nepotrebnem zavzemal prostora v delavnici. Tako smo tudi zmanjšali možnosti poškodbe orodja, ki je nastala, ko je kdo po pomoti poškodoval kalupe s stroji ali stvarmi, ki so padle na tla.
- **NENEHNO IZBOLJŠEVANJE (Kaizen):** Kaizen načelo smo uporabili ob pomoči novega informacijskega sistema, saj smo lahko bolj spremljali izdelke in njihovo kakovost. Konec meseca si vodstvo podjetja rezultate prikaže v grafični obliki in ugotavlja, kje je izvor napak, ki se pojavljajo pri izdelkih. Ker to delajo vsak mesec, lahko nenehno spremljajo, kaj se z izdelkom dogaja in tako tudi nenehno uvajajo izboljšave procesa.
- **STANDARDIZIRANJE OPERACIJ IN POSTOPKOV (Standardized Work):** To je podjetje doseglo z uvedbo standardiziranih postopkov izdelave orodij. To pomeni, da so vsa

orodja izdelana po podobnem postopku, čeprav gre za različne oblike odlitkov. V podjetju so se tudi veliko ukvarjali s sestavnimi deli kalupov in tako sestavili seznam delov, ki jih vedno vgrajujejo v orodja. Tako uporabljajo vedno enake tipe komponent, razlika je samo v velikosti (vodila, puše itd.). Na ta način imajo lahko vedno na zalogi rezervne dele, njihova menjava pa je hitra, saj vzdrževalci točno vedo, kako so orodja sestavljena, saj so vsa narejena na enak način.

- **UPORABA VIZUALNE KONTROLE (Visual Control):** V podjetju so zraven obstoječe oglasne deske postavili dodatni pano, kjer so prikazani dnevni, tedenski in mesečni rezultati proizvodnje in kakovost. Tako lahko vsi na pregleden način vidijo, kako je potekala proizvodnja, koliko je bilo zastojev, kaj so bili glavni vzroki zanje ter kakšno kakovost izdelkov je proizvodnja dosegala.
- **ZAPOSLENI SO KLJUČNI (Respect for People):** Za zaposlene je bilo v podjetju že prej dobro poskrbljeno, saj je med vodstvom in zaposlenimi prisotna veliko interakcije in dobri odnosi. Dodatno pa smo uvedli izvajanje druženj za zaposlene, da so ob petkih zadnjo uro v službi preživeli ob igranju namiznega tenisa, pikada ali pa so se samo pogovarjali.

Metoda 6 sigma je pristop k upravljanju kakovosti, ki temelji na cilju doseganja visoke stopnje natančnosti in zmanjšanja napak v procesu proizvodnje ali storitvah. Uporablja se v različnih industrijskih panogah.

Izraz ‚6 sigma‘ se nanaša na statistično merjenje variabilnosti procesa. Variabilnost je verjetnost, da se bo v procesu pojavila napaka ali odstopanje od standardnih zahtev. Sigma predstavlja standardni odklon, pri tej metodi pa je dovoljeno odstopanje 3 sigma v plus in 3 sigma v minus od želene vrednosti. Metoda 6 sigma stremi k zmanjšanju teh napak na zelo majhno raven. Z drugimi besedami: tudi izdelek, ki ima odstopanje 3 sigma, je še vedno znotraj toleranc in je še vedno sprejemljiv. To pomeni, da imamo zelo natančen proces, pri katerem večina vrednosti leži zelo blizu želene.

Cilj 6 sigma je doseči stopnjo napak manj kot 3,4 na milijon. Ta stopnja je običajno sprejeta kot merilo vrhunske kakovosti. Da bi dosegli ta cilj, se uporablja sistematičen pristop, angleško imenovan DMAIC, kar pomeni: definicija, merjenje, analiza, izboljšave in nadzor (Eckes, 2003).

Ti koraki so opredeljeni tako:

- **DEFINICIJA:** V tem koraku se določijo cilji projekta, ugotovi se, kaj je problem in kako ga meriti.
- **MERJENJE:** V tej fazi se zberejo podatki o obstoječem procesu in opravi se analiza podatkov za ugotavljanje vzrokov napak.
- **ANALIZA:** V tej fazi se analizirajo podatki in identificirajo glavni vzroki napak ter potencialne rešitve.
- **IZBOLJŠAVE:** V tem koraku se izberejo in izvajajo potrebne izboljšave v procesu, da se doseže ciljna stopnja kakovosti.
- **NADZOR:** V zadnjem koraku se uvedejo nadzorni mehanizmi in postopki za spremljanje procesa ter zagotavljanje, da dosežene izboljšave ostanejo trajne.

Pri uporabi metode 6 sigma se uporabljajo različna orodja in metode za analizo in reševanje težav. Med temi orodji so Paretova analiza, diagram toka vrednosti, kontrolni listi, histogrami in druga. Uporaba teh orodij omogoča popolnejšo razumevanje procesa, hitrejše ugotavljanje vzrokov za napake in določanje ustreznih ukrepov za izboljšanje (Pehan, 2013).

V podjetju, ki uporablja metodo 6 sigma, obstajajo naslednje značilne vloge:

- **IZVRŠNI VODJE**, ki so odgovorni za vzpostavitev metode Šest sigma in določanje ciljev. Prav tako podeljujejo pristojnosti drugim v hierarhiji, da imajo svobodo delovanja in odločanja, ter zagotavljajo vire za raziskovanje in uvedbo potrebnih sprememb.
- **ŠAMPIONI**, ki so izbrani med vodilnimi strokovnjaki v podjetju in so odgovorni za uvedbo metode Šest sigma v celotni organizaciji. So tudi mentorji črnih pasov.
- **MOJSTRI ČRNEGA PASU**, ki jih postavijo šampioni in delujejo kot trenerji za aktivnosti 6 sigma v podjetju. Njihova glavna naloga je izvajanje metode 6 sigma. Pomagajo šampionom in vodijo črne in zelene pasove ter neprestano iščejo nove možnosti uporabe metode v različnih delih podjetja.
- **ČRNI PASOVI**, ki sodelujejo z mojstri črnega pasu in uporabljajo metodologijo Šest sigma pri konkretnih projektih. Njihov delovni čas je v celoti namenjen pristopu Šest sigma.
- **ZELENI PASOVI**, ki opravljajo svoje redno delo v podjetju, vendar tudi sodelujejo pri izvajanju projekta 6 sigma, če jih to zadeva. Napotke za delo prejmejo od črnih pasov.

Prednosti metode 6 sigma so redukcija stroškov, izboljšanje kakovosti izdelka ali storitve, povečanje strankinega zadovoljstva, povečanje učinkovitosti procesa in tudi povečevanje ugleda podjetja. Metoda 6 sigma prav tako spodbuja sodelovanje med različnimi oddelki in zaposlenimi v organizaciji, kar vodi v ustvarjanje boljše delovne kulture in večjo zavezanost

kakovosti. Vendar pa metoda 6 sigma zahteva natančno načrtovanje, analizo podatkov in usposabljanje zaposlenih. Prav tako je pomembno zagotoviti podporo vodstva in določiti odgovorne osebe za izvajanje in nadzorovanje procesa. Metoda 6 sigma je lahko časovno in finančno zahtevna, vendar so rezultati zelo koristni za podjetje (Pehan, 2013).

V obravnavanem podjetju so se konceptom metode 6 sigma poskušali približati z:

- uporabo naprednih CNC strojev,
- natančnim merjenjem izdelkov,
- predpisovanjem ustreznih toleranc,
- spremljanjem kakovosti izdelkov ter
- nenehnim izboljševanjem procesov.

Rezultati so se pokazali v obliki manjšega izmeta, večje kakovosti izdelkov in manj reklamacij.

4.13 Simulacija proizvodnje, 3. krog

Simulacija proizvodnih procesov v tretjem krogu se osredotoča na napovedovanje in analizo proizvodnje v prihodnosti. Ta vrsta simulacije se uporablja za določanje učinkovitosti in produktivnosti proizvodnega sistema ter za načrtovanje sprememb ali izboljšav v procesu. Tretji krog simulacije je pomemben za sprejemanje odločitev vnaprej in opredelitev potreb po spremembah obstoječega stanja za doseganje ciljev proizvodnje.

Če torej ta krog primerjamo s prejšnjima dvema, je glavna razlika med simulacijo proizvodnih procesov v prvih dveh in tretjem krogu ta, da prva dva kroga simulirata predhodno oz. trenutno stanje in optimizirata obstoječ proces, medtem ko tretji krog uporablja simulacijo za napovedovanje prihodnjih stanj in odločitev za izboljšave v prihodnosti. Vsi trije krogi so pomembni za optimizacijo proizvodnih procesov, vendar se osredotočajo na različne vidike proizvodnje – tako časovne kot konceptne (Kuhn, 2006).

V našem primeru smo na podlagi rezultatov simulacij prejšnjih dveh krogov ugotovili, kje so še največje možnosti za izboljšave.

Z vidika produktivnosti bi bilo dobro:

1. **Nabaviti še večji rezkalni stroj**, ki bi omogočal izdelavo orodja z več gnezdi. To bi vodilo v še eno veliko naložbo, in sicer
2. **Nov brizgalni stroj** za proizvodnjo večje količine izdelkov.

3. **Nova orodja** bi lahko v kombinaciji z novim strojem zasnovali na način, da bi omogočali hiter izmet že izdelanih kosov z avtomatskimi izmetači.
4. **Uvesti brizgalni stroj v kombinaciji s krožno mizo z 2 orodjema**, pri katerem na eno orodje nalagamo polizdelke ročno ali avtomatsko, medtem ko brizgalni stroj v drugo orodje brizga izdelke.
5. **Uvedba celotnega proizvodnega programa v spletno trgovino**. Tako bi kupci dobili vpogled v vse izdelke, ki jih podjetje ponuja, podjetje pa bi na ta način precej lažje in bolj organizirano sprejemalo naročila, spremljalo in optimiziralo zaloge ter zagotavljalo hitre dobavne roke.
6. **Uvedba avtomatskih linij za tipe izdelkov, ki se pogosto proizvajajo**. Tako bi lahko delno ali v celoti avtomatizirali postopek izdelave izdelkov, od mešanja gume, brizganja in obdelave izdelkov do odstranjevanja srhov in končnega pakiranja.

4.14 Hitra menjava orodij

Hitra menjava orodij, angleško imenovana tudi SMED (Single-Minute Exchange of Die), je koncept, ki se uporablja v proizvodnji za zmanjšanje časa menjave orodij na strojih in s tem povečanje časa funkcionalnega obratovanja stroja. Na ta način lahko dosežemo večje razpoložljivosti strojev in posledično večjo produktivnost.

Glavni cilj koncepta SMED je zmanjšanje časa, ki je potreben za menjavo orodij. Menjava orodij je pogosto zelo časovno potratna in lahko povzroči dolgotrajne zastoje v proizvodnji. Z implementacijo koncepta SMED lahko podjetje doseže večjo prožnost, hitrejšo proizvodnjo in zmanjšanje stroškov (Kulkarni & Lahiri, 2014).

Koncept SMED vključuje naslednje korake:

- Identifikacija notranjih in zunanjih operacij: Notranje operacije vključujejo vse aktivnosti, ki se izvajajo med menjavo orodij (npr. odstranjevanje in nameščanje delov, regulacija, čiščenje, prilagajanje). Zunanje operacije pa so tiste, ki jih lahko izvajamo pred ali po menjavi orodij (npr. priprava orodij in delov, priprava materialov, transportiranje). Notranje operacije izvajamo takrat, ko stroj ne obratuje, zunanje pa lahko izvedemo tudi takrat, ko stroj še obratuje.
- Prehod notranjih operacij v zunanje operacije: Cilj tega koraka je prestaviti čim več notranjih operacij v zunanje operacije, da se s tem čas menjave orodij skrajša.

- Standardizacija postopkov: V tem koraku se definirajo najboljše prakse za menjavo orodij in se vzpostavi standardiziran postopek, ki mu lahko vsi operaterji sledijo. To pripomore k zmanjšanju časa menjave orodij.
- Izvajanje paralelnih operacij: Ta korak vključuje izvajanje določenih delov menjalnega postopka hkrati namesto zaporedno. Na primer, lahko se izvajajo priprave na menjavo orodij med delovanjem stroja, da se čas menjave orodij še dodatno skrajša. Prav tako lahko več delavcev hkrati opravlja potrebne naloge.

SMED je zelo učinkovit koncept za povečanje zmogljivosti proizvodnje, zmanjšanje stroškov in povečanje konkurenčnosti podjetja. Z ustrezno implementacijo koncepta SMED se lahko dosežejo hitrejšje menjave orodij in posledično večja produktivnost proizvodnje (Rešek, 2018).

V našem podjetju smo koncept SMED uporabili pri menjavi kalupov za vlivanje izdelkov. Obstoječi proces je v povprečju izgledal tako, kot je prikazano v tabeli 8:

Tabela 8: Parametri obstoječega procesa menjave orodja

	Operacija	Čas [min]	Vrsta operacije
1	Izpolnitev delovnega naloga menjave kalupa	1	Zunanja
2	Ustavitev brizgalnega stroja	0,5	Notranja
3	Premik viličarja iz skladišča	15	Zunanja
4	Izpenjanje kalupa	17	Notranja
5	Čiščenje stroja – praznjenje materiala prejšnje serije	25	Notranja
6	Premik kalupa v mešano skladišče	8	Zunanja
7	Iskanje novega kalupa v skladišču	15	Zunanja
8	Premik novega kalupa iz skladišča do stroja	8	Zunanja
9	Pregled kalupa	20	Zunanja
10	(Po potrebi) popravljanje kalupa	60	Zunanja
11	Vpenjanje novega kalupa	30	Notranja
12	Nastavitev parametrov brizganja	13	Notranja
13	Nastavitev parametrov gretja in hlajenja	8	Notranja

14	Izdelava prvih testnih kosov	20	Notranja
15	Meritve kosov	45	Notranja
Σ čas aktivnosti orodja (pred uvedbo »SMED« metode):		285,5 min	

Vir: (interno gradivo podjetja)

Skupni čas aktivnosti orodja pred uvedbo SMED metode je znašal 285,5 min, kar je skoraj 5 ur. To pomeni, da stroj več kot polovico izmene ne proizvaja izdelkov. Ugotovili smo, da je na procesu možno izvesti še mnogo izboljšav. Bistvo SMED metode je, da se izkoristijo mrtvi neefektivni časi za predpripravo orodja, da dosežemo čim manjši zagonski čas pri začetku produkcije. Zato smo proces optimizirali tako, da smo skladišče kalupov preselili iz mešanega v samostojnega, ki je blizu strojev za brizganje. Spremenili smo tudi postopek, in sicer tako, da orodjar pregleda orodje po končani seriji in ga že takrat po potrebi popravi tako, da je orodje za naslednjo uporabo dejansko že pripravljeno. Nato ga samo ustrezno pripravi za skladiščenje. Operacije smo tudi preuredili tako, da se nepotrebni premiki izvedejo po končani menjavi orodja in stroj lahko nemoteno deluje. Ko je na vrsti novo orodje, ga orodjar na začetku dneva pregleda in po potrebi popravi, da ne prihaja do kasnejših zastojev. Nov postopek menjave orodja je predstavljen v tabeli 9.

Tabela 9: Parametri izboljšane procesa menjave orodja

	Operacija	Čas [min]	Razlike v (-) ali (+)
1	Izpolnitev delovnega naloga menjave kalupa	1	0
2	Premik viličarja v skladišče kalupov	3	-12
3	Iskanje novega kalupa v skladišču	2	-13
4	Pregled novega kalupa	5	-15
6	Premik novega kalupa iz skladišča do stroja	2	-6
7	Ustavitev brizgalnega stroja	0,5	0
8	Izpenjanje kalupa	13	-4
9	Čiščenje stroja – praznjenje materiala prejšnje serije	25	0
10	Vpenjanje novega kalupa	30	0

11	Nastavitev parametrov brizganja	13	0
12	Nastavitev parametrov gretja in hlajenja	8	0
13	Izdelava prvih testnih kosov	20	0
14	Meritve kosov	45	0
Σ čas aktivnosti orodja (po uvedbi »SMED« metode):		166,5	

Vir: (interno gradivo podjetja)

Nov čas aktivnosti, povezanih z orodjem, je krajši od prejšnjega. Ta je pri prejšnjem primeru znašal 285,5 min, sedaj pa znaša 166,5 min, kar je slabe 3 ure. Tako smo čas aktivnosti, povezanih z orodjem, skrajšali skoraj za polovico, kar je občuten napredek.

Skrajšan čas aktivnosti, povezanih z orodjem, se je poznal tudi pri produktivnosti. Produktivnost (4.1) je določena kot količnik med količino proizvoda (Q) in časom, ki smo ga za to porabili (L):

$$Produktivnost = \frac{Q}{L} \quad (4.1)$$

Za primer bomo vzeli dan, ko na stroju menjamo orodje (kalup). Delavci delajo v dveh izmenah, tako da je skupen čas obratovanja brizgalnega stroja 16 ur ali 960 min. Če upoštevamo še razne zastoje na stroju in računamo s 95 % razpoložljivostjo stroja, je dnevni efektivni delovni čas stroja 912 min.

Pred uvedbo metode SMED je na dan menjave orodja stroj izdelke delal $L_1 = 912 - 285,5 = 626,5$ min. V tem času je ustvaril 1412 izdelkov. Po uvedbi SMED je stroj delal $L_2 = 912 - 166,5 = 745,5$ min, pri čemer je ustvaril 1677 izdelkov.

Tako je produktivnost pred metodo SMED znašala (4.2):

$$Produktivnost_{pred} = \frac{Q_1}{L} = \frac{1412}{912} = 1,55 \text{ kos/min} \quad (4.2)$$

Po uvedbi koncepta SMED pa je produktivnost znašala (4.3):

$$Produktivnost_{po} = \frac{Q_1}{L} = \frac{1677}{912} = 1,84 \text{ kos/min} \quad (4.3)$$

Kot lahko vidimo, smo z uvedbo koncepta SMED dnevno produktivnost dvignili za 20 %.

4.15 Vgrajena kakovost

Vgrajena kakovost je pojem, ki se nanaša na kakovost, ki je vgrajena v samo zasnovo in konstrukcijo izdelka, od začetne do končne faze. Principi vgrajene kakovosti se osredotočajo na zagotavljanje visoke ravni kakovosti v vseh fazah razvoja in proizvodnje izdelka. Za podjetja je predvsem pomembno, da se osredotočajo na kakovost med naslednjimi fazami v razvoju in proizvodnji izdelka (Lindqvist, 2013):

- **Zasnova:** Vgrajena kakovost se začne z zasnovo izdelka, kjer je ključno razviti izdelek, ki bo zadovoljil potrebe strank in bo hkrati tehnično zanesljiv ter enostaven za proizvodnjo. Tukaj predvsem pazimo, da izberemo prave materiale, postopke izdelave in obdelave ter zasnujemo izdelek na način, da dopušča čim manj možnosti napak.
- **Izdelava:** Proizvodni proces mora slediti strogim standardom kakovosti, da se zagotovi doslednost in skladnost izdelkov. To pomeni uporabo ustrezne opreme (stroji, orodja), izvajanje tehničnih kontrol in testiranj ter upoštevanje predpisanih postopkov.
- **Surovine:** Uporaba visokokakovostnih surovin je ključnega pomena za doseg vgrajene kakovosti. Izdelki morajo biti izdelani iz materialov, ki so trpežni, zanesljivi in skladni s predpisanimi standardi. Priporočljivo je, da na surovinah izvajamo vhodno kontrolo, da dodatno preverimo skladnost z dobavljenimi certifikati in internimi zahtevami.
- **Testiranje:** Izdelki morajo biti podvrženi strogim testiranjem, da se preveri njihova kakovost, zmogljivost in varnost. Testiranje lahko vključuje preizkušanje funkcionalnosti, vzdržljivosti, zanesljivosti ali celo testiranje v realnih pogojih.

Vgrajena kakovost je ključnega pomena za zadovoljstvo strank, zmanjšanje reklamacij in izgradnjo ugleda podjetja. Zasnova, proizvodni procesi, uporaba kakovostnih surovin in stroga testiranja so nekatere od najpomembnejših sestavin za doseg visoke ravni vgrajene kakovosti v izdelkih.

V primeru našega podjetja je kakovost v izdelke vgrajena že od samih začetnih faz, saj gre za podjetje z dolgo tradicijo, kjer so se veliko naučili iz preteklih izkušenj in povratnega odziva strank. Tako so že z načrtovanjem izdelkov, njihovo obliko ter materiali izločili veliko možnih napak, ki bi se lahko pojavile med izdelavo in kasneje uporabo izdelka. Na ta način se je izdelkom podaljšala doba uporabnosti, v proizvodnji pa je nastajalo manj izmeta. V podjetju veliko naredijo tudi za kakovostno izdelavo, saj skrbijo, da so obdelovalni stroji vseskozi v dobrem stanju in redno vzdrževani. Enako velja za uporabljena orodja.

Podjetje pridobiva surovine od zanesljivih dobaviteljev, s katerimi sodelujejo že vrsto let. Tako že dobavitelji izdelajo vhodne surovine po standardih in s kakovostjo, ki jo zahteva naše podjetje. Tako je manj potrebe po vmesnih kontrolah, kar zmanjšuje stroške in povečuje učinkovitost.

Podjetje veliko časa in sredstev nameni tudi testiranju izdelkov, čeprav gre za preverjene izdelke, ki so v proizvodnem programu že dlje časa. S tem se želijo prepričati, da kupci vedno dobijo izdelke enake kakovosti, ki jim lahko zaupajo.

4.16 Vpliv digitalizacije na rezultate procesa

Digitalizacija močno vpliva na proces proizvodnje v številnih vidikih. Spodaj je naštetih nekaj ključnih vplivov (Petrov, 2022):

- Povečana avtomatizacija: Digitalizacija omogoča večjo avtomatizacijo proizvodnje s pomočjo robotskih sistemov in avtomatiziranih strojev. To lahko povzroči večjo učinkovitost in produktivnost proizvodnega procesa, saj se lahko več dela opravi v krajšem času.
- Večja prilagodljivost: Digitalne tehnologije omogočajo bolj prilagodljivo proizvodnjo, ki se lahko hitro prilagodi spreminjajočim se zahtevam in potrebam trga. Sistem pametne proizvodnje omogoča enostavno prilagajanje proizvodnih procesov in hitro spreminjanje parametrov, kar omogoča hitrejšo izdelavo izdelkov in prilagoditev na spreminjajoče se trende.
- Izboljšana sledljivost in nadzor: Digitalizacija omogoča podrobno sledljivost in nadzor nad celotnim proizvodnim procesom. S pomočjo senzorjev, interneta stvari (angl. Internet Of Things – IoT) in napredne analitike je mogoče natančno spremljati in nadzorovati vsak korak v proizvodnem procesu. To omogoča boljše nadzorovanje kakovosti, sledenje napakam in iskanje potencialnih izboljšav.
- Boljša povezljivost in komunikacija: Digitalne tehnologije omogočajo boljše povezljivost med različnimi oddelki in procesi v podjetju ter z zunanjimi partnerji. To olajšuje usklajevanje proizvodnje, izmenjavo podatkov in informacij ter boljše komunikacijo med sodelavci. To lahko pripomore k zmanjšanju napak in izboljšanju učinkovitosti. Veliko vlogo pri tem imajo informacijski sistemi v podjetju.

Kot lahko vidimo, ima digitalizacija pomemben vpliv na izdelke, ki so rezultat procesa proizvodnje. V našem podjetju so ogromno pridobili z uvedbo novega informacijskega sistema,

ki je na enem mestu omogočil spremljanje zalog, pregled nad certifikati vhodnih materialov, razpisovanje delovnih nalogov, spremljanje kakovosti izdelkov skozi proizvodnjo in beleženje naročil. V podjetju tudi neprestano posodablja strojni park, da čim bolje sledijo tehnološkim zahtevam in potrebam kupcev ter dosegajo in presegajo njihova pričakovanja. Novejši strojni park ima poleg same zasnove še izboljšano kakovost izdelave, ponuja pa tudi povezljivost s celotnim sistemom, saj imajo nekateri stroji avtomatske števec, ki lahko v interno omrežje podjetja sporočajo podatke o številu izdelanih kosov in parametrih, ki so bili na stroju nastavljeni.

Podjetje ima tudi svojo spletno trgovino, kjer ponuja različne izdelke. Na ta način so zelo poenostavili naročila kupcev in izboljšali dobavljivost. Tako lahko podjetje dobro spremlja, kakšno je povpraševanje. Tekom let si je podjetje z beleženjem povpraševanja ustvarilo model, ki precej zanesljivo napoveduje gibanje povpraševanj v bližnji prihodnosti. Zato se lahko ustrezno pripravi, optimizira svoje zaloge in na ta način omogoči hitro in zanesljivo dobavljivost vseh svojih izdelkov.

5 REZULTATI

V tem poglavju si bomo pogledali, kako so se uveljavljene spremembe odrazile v delovanju podjetja. Primerjali bomo stanje pred uvedbo vitke proizvodnje s stanjem po njej.

Nekatere spremembe so bile vidne takoj, prav tako rezultati, ki so jih te spremembe povzročile. Druge spremembe so zahtevale večjo organiziranost in vpletenost vseh zaposlenih v podjetju.

V proizvodnji smo dosegli boljšo organiziranost z uporabo 5S metode. Tako je sedaj vsako delovno mesto pregledno, orodja in naprave, ki jih iščemo, so vedno na dosegu roke in organizirane tako, da jih takoj najdemo. Tudi okolica podjetja je zelo zgledno urejena.

V proizvodnji smo veliko boljši tok materiala dosegli s preureditvijo mešanega skladišča v več ločenih skladišč, ki so boljše organizirana (skladišče vhodnih materialov za izdelavo orodij, skladišče vhodnih materialov za izdelavo odlitkov, skladišče orodij ter skladišče končnih izdelkov). V pomoč je bilo tudi uvajanje koncepta JIT v proizvodnjo orodij, s čimer smo odpravili vmesne postaje, kjer je material dlje časa stal in čakal na obdelavo. K boljšemu toku je pripomogla tudi prestavitev strojev v delavnici. Stroji so sedaj postavljeni po zaporedju izvajanja operacij na orodjih in brizganju izdelkov. Tako so se zmanjšali nepotrebni premiki materiala po delavnici, kar je privedlo do večje učinkovitosti in zmanjševanja potrat.

V smislu toka informacij je največ prinesla uvedba novega informacijskega sistema, ki je poenotil in poenostavil naročila ter pregled zalog in izdelanih kosov, poleg tega pa prispeval k močnemu zmanjšanju napak zaradi neusklajene komunikacije.

Z uporabo načel vitke proizvodnje smo optimizirali precej procesov tako, da smo v posameznem ustvarili kar najvišjo vrednost za stranko, pri čemer smo predhodno podrobno analizirali, kaj stranke sploh želijo. K izboljšanju je ogromno pripomogel novi CNC stroj, s katerim se je močno dvignila produktivnost, prav tako pa je podjetje lahko začelo izdelovati kompleksnejše izdelke (slika 35). Predvsem pa je na ta način bilo možno izdelati več izdelkov naenkrat.



Slika 35: Kalup, izdelan na CNC rezkalnem stroju

Vir: (lastni vir)

Na področju standardizacije operacij je bilo veliko že postorjenega v preteklosti, dodatno pa smo to izboljšali z uporabo še dodatnih optimizacij orodij v smislu vgradnje enakih standardnih delov, s čimer smo tudi zmanjšali količino potrebnih rezervnih delov.

Zaradi uvedbe novega stroja v proizvodnjo smo se približali načelom metode 6 sigma, veliko pa smo dosegli tudi z natančnim merjenjem izdelkov, predpisovanjem ustreznih toleranc, spremljanjem kakovosti izdelkov in nenehnim izboljševanjem procesov. Rezultati so se pokazali v obliki manjšega izmeta, večje kakovosti izdelkov in manj reklamacij.

Glede na prejšnje stanje smo z uporabo SMED koncepta dosegli ogromne prihranke v proizvodnji. Na ta način smo zmanjšali čas nedelovanja strojev za ulivanje za 44 %.

Tudi na področju digitalizacije smo veliko naredili, vendar je tu še največ priložnosti za nadaljnje izboljšave.

Uvedba izboljšav je bila težaven in dolgotrajen proces (ki še ni končan), vendar smo veseli, da smo dosegli povečanje učinkovitosti proizvodnje, ki se kaže v večji produktivnosti in zmanjšanju stroškov proizvodnje. Vse to je vodilo v odlične poslovne rezultate podjetja, kar lahko izvemo iz objavljenih letnih poročil (AJ PES, 2024). S tem smo neposredno potrdili tudi hipotezo H1.

Zaradi vseh predstavljenih načel in metod je bilo potrebno spremeniti potek nekaterih procesov, da smo lahko dosegli boljšo učinkovitost. Potrebne so bile tudi nekatere organizacijske spremembe, predvsem pri menjavi orodij. Čeprav smo se na začetku spopadali z nekaterimi začetnimi težavami, kot je nestrinjanje zaposlenih pri spreminjanju vrstnega reda operacij, se je vztrajnost izplačala in prinesla večjo učinkovitost. S tem pa nismo samo prihranili na času, ampak smo tudi izboljšali kakovost izdelkov, saj je bilo veliko manj izmeta, v podjetju pa so že začeli opazati tudi upad reklamacij. S tem smo potrdili tudi hipotezi H2 in H3.

K navedenim izboljšavam je ogromno prinesel novi CNC rezkalni stroj, ki omogoča izdelovanje praktično katerih koli oblik in večje število gnezd. Poleg tega pa smo z uporabo digitalizacije dosegli večjo natančnost in kakovost izdelkov. S tem je bila potrjena še zadnja hipoteza H4.

6 SKLEP

Namen diplomskega dela je bil preučiti metode vitke proizvodnje in uvesti naslednje izboljšave kot so povečanje produktivnosti v proizvodnji, zmanjšanje stroškov proizvodnje, raziskovanje in pridobivanje sposobnosti za uporabo metod vitke proizvodnje.

Tako je bilo v prvem delu diplomskega dela predstavljeno naše izbrano podjetje, njegov strojni park in proizvodni program. V začetnem delu smo si tudi podrobno pogledali, kaj je vitka proizvodnja, katera načela in metode uporablja, kako se je razvijala skozi zgodovino in kaj nam prinaša.

Osrednji del diplomskega dela je namenjen pregledu implementacije vitke proizvodnje v proizvodni proces podjetja. Predstavljeni so bili posamezni koraki in analize, ki smo jih izvedli. Pri vsakem koraku smo si najprej pogledali kratko teoretično ozadje, nato pa smo predstavili postopek v primeru našega podjetja.

Obstoječe stanje procesa je pokazalo veliko odklonov s stališča dobre optimizacije prostora, materialnega toka in toka informacij. Ugotovili smo tudi, da so nekatere stvari zelo slabo organizirane in zaposleni preveč časa porabijo za nepotrebna dela (iskanje orodij, strojev, nepotrebni premiki materiala ipd.). V veljavi so bila predvsem stara načela proizvodnje, kjer se niso preveč ukvarjali z optimizacijo in ustvarjanjem dodane vrednosti za stranko, tudi če je ta izrecno ne zahteva. Nenazadnje pa tudi zadovoljstvo zaposlenih z vidika organiziranega dela ni bilo prioriteta. Zato so bili doseženi načrtni premiki predvsem na področjih večje organiziranosti, tako toka materiala in informacij kot same urejenosti delovnih mest, strojev in podjetja kot celote.

V zaključnem delu diplomskega dela so predstavljeni rezultati, ki se navezujejo na uporabo metod vitke proizvodnje, s čimer je doseženo zmanjšanje mrtvih časov stroja zaradi manipulacij in menjav orodij s prvotnih 285,5 min na 166,5 min, kar pomeni 58,3% izboljšanje. To se pozna tudi v produktivnosti, ki se je tako zvišala za 20%.

Kot smo lahko videli, je uvedba vitke proizvodnje v proces precej dolgotrajen in težaven postopek, še posebej, če želimo spremeniti dobro uveljavljene procese, ki se v podjetjih izvajajo leta ali celo desetletja. Vseeno menim, da nam je dobro uspelo. Nekateri rezultati so vidni takoj, drugi so se začeli kazati šele sčasoma, na tretje pa bo treba še počakati, saj zahtevajo disciplino in vztrajnost tako delavcev v proizvodnji kot tudi vodstva podjetja.

Zaključimo lahko, da smo dosegli vse cilje pričujočega diplomskega dela, saj smo dosegli povečanje učinkovitosti proizvodnje, ki se kaže v večji produktivnosti in zmanjšanju stroškov proizvodnje. To je dodatno potrdilo še mesečno finančno poročilo, ki kaže na izboljšanje glede na enako obdobje v predlanskem letu. Skozi pripravo naloge smo pridobili tudi ogromno znanja in izkušenj na področju vitke proizvodnje kot take ter njenega uvajanja v proizvodnjo. Tekom naloge smo potrdili vse 4 hipoteze:

H1: Uvedba vitke proizvodnje v organizaciji bo povečala produktivnost.

H2: Uvedba vitke proizvodnje bo zahtevala spremembe v organizacijski kulturi in procesih.

H3: Vitka proizvodnja bo izboljšala kakovost izdelkov in proces nastajanja izdelkov.

H4: Z implementacijo CNC rezkalnega stroja ob podpori digitalizacije bo omogočena izdelava orodij za poljubne oblike odtisov polimernih izdelkov oz. gume.

S predstavljenimi koncepti smo precej pripomogli k izboljšanju proizvodnje. Vendar pa se moramo zavedati, da izboljševanje proizvodnje ni enkratno dejanje, temveč proces, ki se mora nenehno izvajati. Samo tako lahko dosegamo vedno večjo učinkovitost in kljubovanje konkurenci. To je eden ključnih konceptov vitke proizvodnje, ki pa ga je v praksi navadno najtežje vzdrževati.

7 VIRI IN LITERATURA

AJPES. (2024). *Izkaz poslovnega izida*.

Barlow, C. J. (2014). *The world rubber industry*. New York: Routledge.

Bogdan, D. M. (2023). Research of dynamic phenomena in a model engine stand. *Open Engineering*. Pridobljeno iz <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0436>

Cameron. (12. 12 2023). *Double Block and Bleed Plug Valve*. Pridobljeno iz GENERAL VALVE® Twin Seal™: <https://alliedvalveinc.com/wp-content/uploads/2020/02/general-valve-twin-seal-iom.pdf>

Cooper, R. G. (1988). Predevelopment activities determine new product success. *Industrial marketing management*, 237-247.

Dave, P. Y. (2020). The history of lean manufacturing by the view of Toyota-Ford. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 1598-1602.

Domov. (13. 11 2023). Pridobljeno iz Mehanizacija vulkanizacija Koren: <https://gumakoren.com/>

Eckes, G. (2003). *Six Sigma for everyone*. John Wiley & Sons.

Flitney, R. K. (2011). *Seals and sealing handbook*. Elsevier.

GENÇ, M. O. (2020). An experimental approach to comparative thermal behavior of rubber and metallic clutch dampers. *International Journal of Automotive Engineering and Technologies*, 196-204.

Halim, N. H., Jaffar, A., Yusof, N., Jaafar, R., Adnan, A. N., Salleh, N. A., & Azira, N. N. (2015). Standardized work in TPS production line. *J Teknol*, 73-78.

Hatekar, H., Anthonyamy, B., Saishanker, V., Pavuluri, L., & Pahwa, G. S. (2017). *Silent block bush design and optimization for pick-up truck leaf spring*. SAE Technical Paper.

Izdelki. (16. 11 2023). Pridobljeno iz Mehanizacija Vulkanizacija Koren: <https://gumakoren.com/izdelki/>

Jus, G. (04. 01 2018). *Analiza toka vrednosti (Value Stream Mapping): pogledite na tok vrednosti, ki jo ustvarjate za kupca, od zgoraj*. Pridobljeno iz ECG: <https://ecg.si/clanki/analiza-toka-vrednosti-value-stream-mapping-poglejte-na-tok-vrednosti-ki-jo-ustvarjate-za-kupca-od-zgoraj/>

- Kuhn, W. (2006). Digital factory-simulation enhancing the product and production engineering process. *Proceedings of the 2006 winter simulation conference* (str. 1899-1906). IEEE.
- Kulkarni, P. C., & Lahiri, G. (2014). Improving productivity using SMED. *Journal of Manufacturing Engineering*, 253-258.
- Lindqvist, T. (2013). *A study of built-in quality and lean procurement in customized production*.
- Manufacturing.net. (14. 06 2016). *The Principles Of Lean Manufacturing*. Pridobljeno iz Manufacturing.net: <https://www.manufacturing.net/home/article/13193437/the-principles-of-lean-manufacturing>
- McCormick, A. (2007). *5S Approach to Organization, Cleanliness, Safety, and Standardization in the Workplace*.
- Mehanizacija Vulkanizacija Koren. (2023). Interni dokumenti podjetja.
- MODUS. (02. 12 2023). *Varnostne podloge iz gumi satovja*. Pridobljeno iz MODUS: <http://www.modus-svetovanje.si/32/varnostne-podloge-iz-gumi-satovja>
- Murray, M. (12. 09 2018). *The balance, small business*. Pridobljeno iz <https://www.thebalancesmb.com/origins-and-principles-of-lean-manufacturing->
- Pehan, S. (2013). *Sistemska projektiranje in konstruiranje*. Maribor: Fakulteta za strojništvo .
- Petrov, S. (11. 03 2022). *Digitalizacija vpliva na procese v proizvodnji in jih pogosto precej spremeni*. Pridobljeno iz Finance Tovarna: <https://tovarna.finance.si/novice/digitalizacija-vpliva-na-procese-v-proizvodnji-in-jih-pogosto-precej-spremeni/a/8988139>
- Račnik, M. (2022). *vodja.net*. Pridobljeno iz 5s metoda – preizkušen pristop za boljšo učinkovitost: <https://www.vodja.net/5s-metoda/>
- Rajšp, J. (2021). *Dvig produktivnosti z uporabo izbranih metod vitke proizvodnje*. Maribor: Academia.
- Rešek, D. (2018). *Vpliv analize toka vrednosti na simulacijo proizvodnih procesov*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean enterprise institute.
- Rusch, K., & Slessor, J. (1973). An Elastomeric Impact-Absorbing Bumper System. *Rubber Chemistry and Technology*, 862-876.

- Schroeder, R. G. (2007). *Operations Management: Contemporary Concepts and Cases*. McGraw-Hill/Irwin.
- Servis*. (22. 11 2023). Pridobljeno iz Mehanizacija Vulkanizacija Koren: <https://gumakoren.com/servis/>
- Yahya, M. S., Mohammad, M., Omar, B., & Ramly, E. F. (2016). A review on the selection of lean production tools and techniques. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 7721-7727.