

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR

TRANSPORTER ZA DODAJANJE PALIC

Kandidat : Jan Marguč

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: dr. Darko Friščić, univ. dipl. gosp. inž.

Mentor v podjetju: Urban Polegek, dipl. inž. str.

Lektor: dr. Klemen Jelinčič Boeta

Maribor, 2023

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Jan Marguč sem avtor diplomskega dela z naslovom Transporter za dodajanje palic, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Darka Friščića, univ. dipl. gosp. inž.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

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

Loče, september 2023

Podpis študenta:

ZAHVALA

Pri izdelavi diplomskega dela bi se želel zahvaliti mentorju predavatelju dr. Darku Friščiću za strokovno svetovanje in pomoč pri nastajanju diplomskega dela. Prav tako bi se zahvalil mentorju in sodelavcu v podjetju Urbanu Polegeku, dipl. inž. str., ki mi je omogočil pomoč pri zbiranju potrebnih podatkov.

Zahvalil bi se staršem, ki so mi stali ob strani tekom študija.

POVZETEK

V diplomski nalogi smo se osredotočili na delovanje in učinkovitosti transporterja za dodajanje palic na stroju Truninger 400T. Izbrali smo to temo, ker smo želeli pridobiti praktične izkušnje o tem, kako poteka razvoj naprave v realnem okolju. Z uvedbo novega načina delovanja mize pričakujemo zmanjšanje števila zastojev in poškodb na materialu. Novi način delovanja cikla omogoča tudi zmanjšanje obremenitve delavnega procesa zaposlenega ter povečanje produktivnosti.

V raziskavi smo se osredotočili na vse vidike delovanja in uporabnosti transporterja ter preverili njegovo ustreznost in zmogljivost v proizvodnji. Ta celovit pristop k raziskavi nam omogoča, da ocenimo vse ključne elemente, ki vplivajo na delovanje in uporabnost mize v proizvodnem okolju.

Pri preverjanju ustreznosti mize smo upoštevali specifikacije, tehnične zahteve ter druge merljive parametre, da bi se prepričali, ali miza izpolnjuje potrebne standarde in pričakovanja. To vključuje oceno njene zanesljivosti, stabilnosti, varnosti in skladnosti z regulativnimi zahtevami. Na ta način lahko zagotovimo, da je miza primerna za uporabo v proizvodnem okolju in izpolnjuje potrebe podjetja.

Prav tako smo preverili zmogljivost mize v proizvodnji, kar vključuje oceno njenega vpliva na produktivnost, kakovost izdelkov ter učinkovitost proizvodnih procesov. S primerjavo časovnih in učinkovitostih meritev pred in po uvedbi transporterja smo lahko ocenili, kako se je transporter izkazal pri izboljšanju produktivnosti in učinkovitosti proizvodnega procesa. Prav tako smo analizirali morebitne izboljšave v kakovosti izdelkov.

S tem projektom smo pridobili dragocene izkušnje in znanja o razvoju in izdelavi naprav v realnem okolju. Uvedba novega načina delovanja cikla transporterja bo verjetno izboljšala delovne procese, zmanjšala stroške zastojev in poškodb na materialu ter povečala produktivnost delovnega procesa. Naša diplomska naloga je tako prispevala k razumevanju in uporabi sodobnih pristopov in metod pri razvoju in izdelavi naprav v industrijskem okolju. Prav tako smo se naučili, kako usklajevati delovne procese in časovne roke za uspešno izvedbo takšnih projektov.

Ključne besede: izdelava, aluminij, poškodbe, nova metoda, manjša obremenitev, produktivnost, zanesljivost, kakovost izdelka, uporabnost, transporter za dodajanje palic

ABSTRACT

Transporter for adding rods

In the thesis, we focused on the operation and efficiency of the conveyor for adding bars on the Truninger 400T machine. We chose this topic because we wanted to gain practical experience on how device development takes place in a real environment. With the introduction of a new way of working the table, we expect a reduction in the number of jams and damage to the material. The new mode of operation of the cycle also makes it possible to reduce the workload of the employee's work process and increase productivity.

In the research, we focused on all aspects of the operation and usability of the conveyor and checked its adequacy and performance in production. This comprehensive approach to research allows us to assess all the key elements that affect the performance and usability of a desk in a production environment.

When checking the suitability of the table, we took into account the specifications, technical requirements and other measurable parameters to make sure that the table meets the necessary standards and expectations. This includes assessing its reliability, stability, security and compliance with regulatory requirements. In this way, we can ensure that the table is suitable for use in a production environment and meets the needs of the company.

We also checked the performance of the table in production, which includes an assessment of its impact on productivity, product quality and the efficiency of production processes. By comparing time and efficiency measurements before and after the introduction of the conveyor, we were able to assess how the conveyor proved to improve the productivity and efficiency of the production process. We also analyzed potential improvements in product quality.

With this project, we gained valuable experience and knowledge about the development and production of devices in a real environment. The introduction of a new mode of operation of the conveyor cycle is likely to improve work processes, reduce the cost of downtime and damage to the material, and increase the productivity of the work process. Our thesis thus contributed to the understanding and application of modern approaches and methods in the development and manufacture of devices in an industrial environment. We also learned how to coordinate work processes and timelines to successfully complete such projects.

Keywords: *manufacturing, aluminum, damage, new method, less load, productivity, reliability, product quality, usability, conveyor for adding rods*

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	10
1.0	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	10
1.1	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	10
1.2	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	12
1.3	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	12
2	OPIS PODJETJA IMPOL D.O.O	13
3	POSTOPEK IZDELAVE ALUMINJASTIH PALIC IN PROFILOV	15
3.1	STRUŽNI CENTER	25
3.2	ORODJARNA	26
3.2.1	Vrsta orodij.....	26
3.3	STISKALNICA	26
3.3.1	Istosmerno iztiskanje.....	26
3.3.2	Protismerno iztiskanje	27
3.4	VLEČNA LINIJA	28
3.5	PAKIRNA LINIJA	28
4	OPIS STISKALNICE	31
4.1	OBRAZLOŽITEV OSNOVNIH DELOV STISKALNICE 20MN.....	31
4.1.1	Stiskalni bat za cevi.....	31
4.1.2	Stiskalni bat za palice/profile.....	31
4.1.3	Prebijalni člen	32
4.1.4	Recipient	32
4.1.5	Depaletizer.....	33
4.1.6	Indukcijska peč	34
4.1.7	Potiskač.....	35
4.1.8	Držalec.....	35
4.1.9	Stiskalna matrica	35
4.1.10	Stiskalni konus	36
4.1.11	Prebijalni trn	36
4.1.12	Kalilna cev.....	37
4.1.13	Cev za vroče stiskanje.....	38
4.1.14	Krožna žaga za razrez.....	39
4.1.15	Fiksna stiskalna predplošča za palice	39
4.1.16	Predplošča za cevi	40
4.1.17	Aluminijasta okroglica.....	41

4.1.18	Navijalec	41
4.1.19	Cona za kontrolo temperature okroglice	42
4.1.20	Bornitridni dozator	42
4.1.21	Prečni transporter.....	42
4.1.22	Podajalec	43
4.1.23	Stružnica Puma	43
4.1.24	Nakladalna rampa	43
4.1.25	Ščetkalna naprava.....	44
4.1.26	Žaga za razrez drogov	44
4.1.27	Naprava za označevanje okroglic	44
4.1.28	Kad za Ultrazvočni pregled	45
4.1.29	Paletizer	45
4.2	PEČ ZA OGREVANJE TRUPCEV IN DEPALETIZER PRI 55MN STISKALNICI	45
4.2.1	Naprava za razlaganje okroglic stiskalnica 55MN.....	46
4.2.2	Peč za ogrevanje trupcev.....	47
4.3	ZALAGANJE ORODIJ	48
4.3.1	Peč za ogrevanje orodij.....	48
4.4	NATEZNO RAVNANJE	49
4.5	ŽAGA	50
5	TRANSPORTER ZA DODAJANJE PALIC NA STROJU TRUNINGER 400T	52
5.1	POSTOPEK DELOVANJA PRED IZBOLJŠAVO	52
5.2	POSTOPEK DELOVANJA Z IZBOLJŠAVO	53
5.3	ANALIZA TVEGANJA	55
5.4	IZRAČUN PRODUKTIVNOSTI TRANSPORTERJA	58
5.5	PRIMERJAVA ČASOV PROIZVODNJE PREJ IN PO UVEDBI TRANSPORTERJA	59
6	KONČNA ANALIZA	61
6.1	UČINKOVITOST IN ZANESLJIVOST	61
6.2	KVALITETA IN ZANESLJIVOST.....	62
6.3	VARNOST	63
6.4	KORISTI ZA POSLOVANJE.....	64
6.5	UPORABNIŠKE IZKUŠNJE	65
7.	SKLEP	66
8	VIRI IN LITERATURA	69

KAZALO SLIK

SLIKA 1: ZAKLADANJE 3T INDUKCIJSKE PEČI (E.ROŠER, 2006)	17
SLIKA 2: PRELITJE V ODSTOJNO PEČ (E.ROŠER, 2006)	17
SLIKA 3: PREPIHOVANJE Z ARGONOM (E.ROŠER, 2006).....	18
SLIKA 4: POSNEMANJE ŽLINDRE V ODSTOJNI PEČI (E.ROŠER, 2006)	18
SLIKA 5: SHEMA TERMOMEHANSKE OBDELAVE - STANJE T4 (E.ROŠER, 2006).....	24
SLIKA 6: SHEMA TERMOMEHANSKE OBDELAVE - STANJE T3 (E.ROŠER, 2006).....	25
SLIKA 7: SHEMA STRUŽNEGA CENTRA	25
SLIKA 8: SHEMA ISTOSMERNEGA IZTISKANJA (GRACEJ, 2015)	27
SLIKA 9: PROTISMERNO IZTISKANJE (GRACEJ, 2015).....	28
SLIKA 10: POSTAVITEV PAKIRNE LINIJE (LEVA, 2023).....	30
SLIKA 11: STISKALNI BAT ZA CEVI (JANŽIČ, 2019)	31
SLIKA 12: STISKALNI BAT ZA PALICE/PROFILE (JANŽIČ, 2019)	32
SLIKA 13: PREBIJALNI ČLEN (JANŽIČ, 2019).....	32
SLIKA 14: RECIPIENT (JANŽIČ, 2019).....	33
SLIKA 15: DEPALETIZER (JANŽIČ, 2019).....	34
SLIKA 16: INDUKCIJSKA PEČ (JANŽIČ, 2019)	34
SLIKA 17: STISKALNA MATRICA (JANŽIČ, 2019).....	35
SLIKA 18: STISKALNI KONUS (JANŽIČ, 2019).....	36
SLIKA 19: PREBIJALNI TRN (JANŽIČ, 2019).....	37
SLIKA 20: KALILNA CEV (JANŽIČ, 2019).....	38
SLIKA 21: CEV ZA VROČE STISKANJE (JANŽIČ, 2019)	38
SLIKA 22: FIKSNA STISKALNA PREDPLOŠČA ZA PALICE (JANŽIČ, 2019).....	39
SLIKA 23: STISKALNA PREDPLOŠČA ZA BREZŠIVNE CEVI (JANŽIČ, 2019).....	40
SLIKA 24: ALUMINIJASTA OKROGLICA (JANŽIČ, 2019).....	41
SLIKA 25: NAVIJALEC (JANŽIČ, 2019)	42
SLIKA 26: SHEMA DEPALETIZERJA (JANŽIČ, 2019)	47
SLIKA 27: PEČ ZA OGREVANJE PEČI (JANŽIČ, 2019).....	48
SLIKA 28: RAVNALNI STROJ TRUNINGER 400T	49
SLIKA 29: PRIKAZ ŽAGE HERTWICH	50
SLIKA 30: VIZUALNI POGLED ŽAGE HERTWICH	51
SLIKA 31: PRIKAZ PRED IZBOLJŠAVO CIKLA	53
SLIKA 32: PRIKAZ STIKAL NA TRUNINGER 400T	54
SLIKA 33: PRIKAZ IZBOLJŠAVE CIKLA	55
SLIKA 34: PRIMERJALNI ČAS PRED IZVEDBO TRANSPORTERJA.....	59
SLIKA 35: PRIMERJALNI ČAS PO IZVEDBI TRANSPORTERJA	60

KAZALO TABEL

TABELA 1: POSTOPEK IZDELAVE ALUMINIJASTIH PALIC IN PROFILOV (E.ROŠER, 2006).....	15
TABELA 2: SESTAVA VLOŽKA ZA PREISKOVANE ZLITINE (E.ROŠER, 2006)	16
TABELA 3: KEMIČNA SESTAVA ZLITIN D60, D61, D80 (E.ROŠER, 2006)	19
TABELA 4: POGOJI ULIVANJA (E.ROŠER, 2006).....	20
TABELA 5: POGOJI HOMOGENIZACIJSKEGA ŽARJENJA (E.ROŠER, 2006).....	21
TABELA 6: VPLIVNI PARAMETRI IZTISKOVANJA (E.ROŠER, 2006).....	23
TABELA 7: OCENA TVEGANJA	57

1 UVOD

V današnjem času je ključnega pomena izboljšati delovne procese, saj to prinaša številne pozitivne učinke, med katerimi sta kakovost in dobavni roki najpomembnejša. Pri tem pa moramo upoštevati tudi druge dejavnike, kot so stroški, ustrezna oprema in zadovoljstvo strank. Za zagotavljanje najvišje možne kakovosti in upoštevanje dobavnih rokov moramo nenehno spremljati in izboljševati proizvodni proces. Na ta način lahko dosežemo najvišjo možno raven kakovosti ob najnižjih stroških za podjetje.

Če podjetje ne sledi novim trendom in ne vlaga v izboljšave, lahko sčasoma ne izpolni standardov kakovosti in ima druge nepotrebne stroške. Zato je pomembno nadaljevati s tem trendom in investirati nazaj v podjetje, da lahko dosežemo uspeh v prihodnosti. Cilj vsakega podjetja je zagotoviti nemoteno dostavo izdelkov strankam in s tem doseči najvišjo kakovost. To dosežemo s sposobnostjo hitrega prilagajanja podjetja, na primer z iskanjem možnih izboljšav v ravnalnem procesu, ki bodo pripomogle k zmanjšanju poškodb in neustreznosti materiala. Cilj izboljšav pa je tudi povečanje produktivnosti stroja in zmanjšanje obremenitve delovnega procesa za zaposlenega na stroju.

1.0 Opis področja in opredelitev problema

Za uspešno konkuriranje na trgu je zelo pomembna kakovost in hitra izdelava naprav ali orodij, kar je še posebej pomembno v dobaviteljski verigi avtomobilske industrije. Zahteve kupca so vedno bolj osredotočene na kakovost izdelave in snovanje naprav ali orodij, porabo materiala, čas izdelave in ekonomičnost. Trg kovinske industrije je zelo velik, prav tako tudi konkurenca, zato mora biti celotna ekipa zelo fleksibilna, pri njenih projektih pa mora prevladovati kakovost, točnost in rentabilnost. Med samim konstruiranjem prihaja večkrat do sprememb, zaradi česar se je treba naročniku vedno znova prilagoditi.

1.1 Namen, cilji in osnovne trditve

V diplomskem delu bomo predstavili delovanje in učinkovitosti transporterja na stroju Truninger 400t. Obravnavan bo razvoj transporterja, opisano pa bo delovanje in izdelava metodnega plana te naprave.

Cilji diplomske naloge vključujejo naslednje:

1. zmanjšanje števila zastojev na stroju,
2. zmanjšanje stroškov, povezanih z nekovostjo,
3. povečanje kakovosti izdelka in
4. povečanje produktivnosti na stroju.

Glavni cilji diplomske naloge so usmerjeni v izboljšanje učinkovitosti delovanja, zmanjšanje stroškov in povečanje kakovosti proizvodnje na stroju.

Zastavljene hipoteze ob začetku projekta so naslednje:

- H1. Izboljšanje varnosti na delovnem mestu.
- H2. Predvideno izboljšanje kakovosti izdelka za 5 %.
- H3. Zmanjšanje števila zastojev v proizvodnem procesu.
- H4. Zmanjšanje poškodb na materialu s pomočjo nove metode delovanja cikla.
- H5. Transportna miza bo dosegla manjšo obremenitev delovnega procesa zaposlenega.
- H6. Povečanje produktivnosti delovnega procesa.

Začetne hipoteze projekta zajemajo različna področja, kot so varnost, kakovost izdelka, učinkovitost proizvodnje in zmanjšanje poškodb na materialu. Cilj je preveriti in potrditi, ali uvajanje nove metode delovanja cikla in uporaba transportne mize prispevata k izpolnjevanju teh hipotez ter izboljšanju splošne učinkovitosti in kakovosti proizvodnega procesa.

1.2 Predpostavke in omejitve

Proizvodni proces sledi natančno določenemu postopku, v katerem se izvajajo koraki zaporedoma. Kljub temu se nekatere vidike obravnava teoretično, ob predpostavki, da delujejo brezhibno, vendar pa se pri tem pojavljajo omejitve glede njihove uporabe. Te omejitve se lahko nanašajo na investicijske stroške ali pa na oteženo delovanje v praksi.

1.3 Uporabljene raziskovalne metode

V diplomski nalogi bomo uporabili v naslednje metode:

- metoda klasifikacije (primerjanje pojmov);
- metoda deskripcije (vpisovanje teoretičnih konceptov);
- metoda kompilacije (prevzemanje in spoznavanje stališč drugih avtorjev) in
- metoda računalniškega modeliranja.

Podatke bomo dobili iz:

- strokovne literature (učbeniki, knjige);
- zbirke strokovnih revij, ki pokrivajo obravnavano območje;
- internega gradiva podjetja in
- internetnih virov.

2 OPIS PODJETJA IMPOL D.O.O

Zgodovina podjetja seže v leto 1825, kar pomeni, da podjetje Impol slovi po izjemni poslovni tradiciji. Sprva so se ukvarjali s predelavo bakra in medenine, nato pa so se od leta 1950 osredotočili predvsem na predelavo aluminija.

Impol predeluje aluminij v različne oblike, med drugim v valjane, stiskane, vlečene in kovane izdelke. Njihova ponudba izdelkov zagotavlja kupcem najvišjo kakovost po konkurenčnih cenah. Impol se ponaša z izjemnimi dosežki v Sloveniji - v letu 2014 je bil peti največji izvoznik. Zaradi svojih usmeritev v kakovost, prilagodljivost, hitrost, zaupanje, zanesljivost, pripadnost, stalno izobraževanje in timsko delo, je Impol poznan kot podjetje, ki si zastavlja in tudi izpolnjuje svoje cilje. Z integriranim sistemom vodenja podjetja izpolnjuje pričakovanja in cilje svojih poslovnih partnerjev. Impol je leta 2003 nadgradil svoj standard ISO 9001:2000, kar je bilo nujno za pridobitev standarda kakovosti za avtomobilsko industrijo ISO TS 16964. Podjetje se zaveda svojega vpliva na okolje, zato s sistemom okoljskega standarda ISO 14001 preprečuje škodljive učinke na okolje, ki bi jih lahko povzročile emisije, s certifikatom OHSAS 18001 pa zagotavlja visoko raven varnosti in zaščite pri delu.

Impolova proizvodnja je naročniška, vendar pa podjetje zagotavlja prilagodljivost svojim kupcem in izdelke, ki so prilagojeni določenim nišam. Impol svoje izdelke trži po vsem svetu, zato so tudi njihovi prodajni trgi razpršeni (Gracej, 2015).

Pomembnejše skupine izdelkov:

- trakovi in pločevine,
- izsekovane rondele,
- folija,
- iztiskani profili,
- vlečene ter iztiskane cevi in palice.

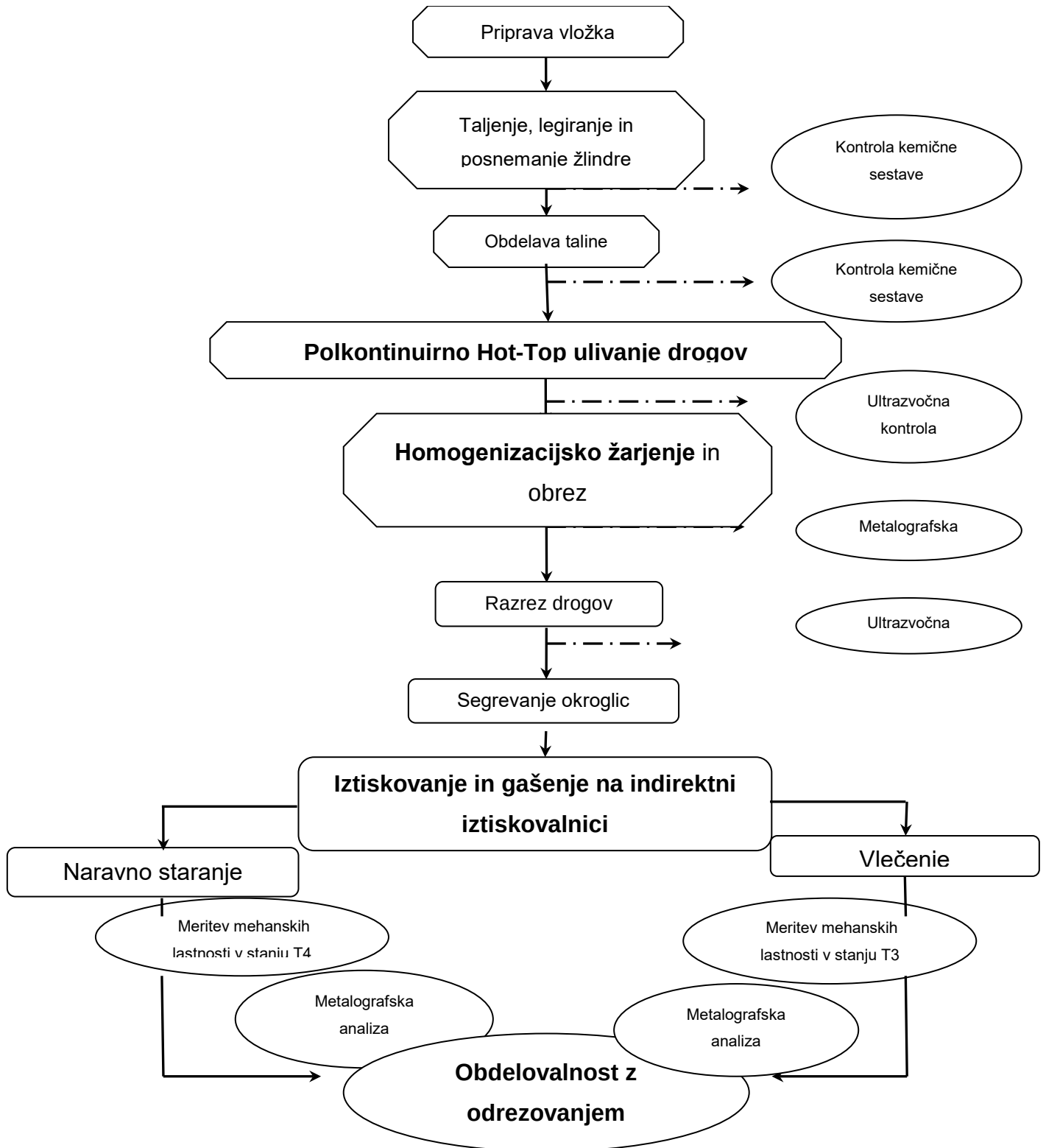
Impol je specializiran za predelavo aluminija in aluminijevih zlitin s pomočjo različnih postopkov, kot so litje, iztiskanje, valjanje in vlečenje. Podjetje ima svojo livarno, ki zagotavlja zadostne količine surovin v vseh standardnih kvalitetah ali kvalitetah po zahtevi kupca. Vsi drogovci so 100 % ultrazvočno pregledani po homogenizaciji, kar zagotavlja visoko kakovost izdelkov. Ti izdelki so primerni tudi za najzahtevnejše kupce, kot sta avtomobilska in letalska industrija, ter kovanje.

Impol proizvaja tudi iztiskane izdelke, kot so profili, cevi in palice iz aluminija in aluminijevih zlitin, ki so polizdelki določenih dimenzij in oblik. Aluminij je znan po svoji korozijski obstojnosti, lahki teži, dobri varljivosti in preoblikovanju ter lepem lesku.

Impol je srednje velik evropski proizvajalec s konkurenčnimi proizvodnimi kapacitetami. Podjetje se ponaša z izvozom večine svojih proizvodov v tujino, kar je dokaz njihove konkurenčnosti na trgu, saj se večina večjih konkurentov osredotoča na domača tržišča (Gracej, 2015).

3 POSTOPEK IZDELAVE ALUMINJASTIH PALIC IN PROFILOV

Tabela 1: postopek izdelave aluminijastih palic in profilov (E.Rošer, 2006)



3.0.1 Priprava vložka

V Tabeli 1 je prikazano, da je vložek sestavljen iz primarnega aluminija, ki predstavlja večino sestavnega materiala, in sekundarnega aluminija, ki vključuje različne vrste odpadkov in ostankov iz proizvodnje. Sekundarni aluminij je lahko internega izvora, kar pomeni, da gre za odpadke iz lastne proizvodnje, kot so livarniški, stiskalniški in valjarniški odpadki, lahko pa je tudi eksterne izvora, kar vključuje nove odpadke, ki nastanejo pri proizvodnji aluminijevih polizdelkov, ter stare odpadke, ki nastanejo iz proizvodov po uporabi. Pri pripravi vložka je pomembno določiti primerne količine zlitinskih elementov, ki se dodajo v čisti obliki ali v obliki predzlitin po končnem zakladanju kosovnega aluminija v talilno peč (E.Rošer, 2006).

Tabela 2: Sestava vložka za preiskovane zlitine (E.Rošer, 2006)

Kvalitetni razred vložka	Zlitina		
	D60	D61	D80
	Sestava [%]		
primarni aluminij	0,0	5,3	19,6
sekundarni interni aluminij (KR 0-5)	78,0	61,7	40,8
sekundarni eksterni aluminij (KR 6-8)	20,0	29,8	35,0
zlitinski elementi	ostalo		

Vir: (E.Rošer, 2006).

3.0.2 Zakladanje peči in taljenje

Elektroindukcijske peči so namenjene za taljenje in litje visoko legiranih zlitin. Šaržiranje materiala v peči je potekalo deloma ročno s pomočjo žerjava, deloma pa s šaržirno napravo za dodajanje drobnejšega materiala. Na dno peči so najprej založili ingote, T-ingote in okoli njih drobni material. Skupaj z vložkom so dodali tudi kovinski baker, silicij, cink, bizmut, kositer ter svinec, medtem ko so magnezij in predzlitine železa in mangana dodali v talino po posnetju žlindre. V indukcijskih pečeh je bilo intenzivno mešanje taline omogočeno s pomočjo

električnega toka, kar je prispevalo k enakomerni homogeni sestavi taline. Za vse zlitine je bila temperatura taline v temperaturnem območju $750 \pm 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (E.Rošer, 2006).



Slika 1: Zakladanje 3t indukcijske peči

Vir: (E.Rošer, 2006).

3.0.3 Obdelava taline

Po končanem tehnološkem procesu v talilni peči se je talina prelila v odstožno peč ob istočasnem dviganju vseh talilnih peči, kar je tudi prikazano na Sliki 2.



Slika 2: Prelitje v odstožno peč

Vir: (E.Rošer, 2006).

Flotacija plina je učinkovita metoda za čiščenje taline, saj mehurčki plina s sabo odnesejo oksidne delce in druge nečistoče, ki se nahajajo na površini taline. Pri tem procesu se uporabljajo inertni plini, kot je argon, ki ne vplivajo na kemično sestavo taline. Poleg tega je

pretok plina natančno nadzorovan, da se doseže optimalna učinkovitost čiščenja. V našem primeru smo uporabili pretok argona v višini 20 Nm³/h, kar je bilo ustrezno za dosego želene čistosti taline. Po procesu čiščenja se talina nato pripravi za nadaljnje obdelave, kot je litje v kalup. Flotacija plina je učinkovita metoda za čiščenje taline, saj mehurčki plina s sabo odnesejo oksidne delce in druge nečistoče, ki se nahajajo na površini taline. Pri tem procesu se uporabljajo inertni plini, kot je argon, ki ne vplivajo na kemično sestavo taline. Poleg tega je pretok plina natančno nadzorovan, da se doseže optimalna učinkovitost čiščenja. V našem primeru smo uporabili pretok argona v višini 20 Nm³/h, kar je bilo ustrezno za dosego želene čistosti taline. Po procesu čiščenja se talina nato pripravi za nadaljnje obdelave, kot je litje v kalup (E.Rošer, 2006).



Slika 3: Prepihanje z argonom

Vir: (E.Rošer, 2006).

Po čiščenju taline smo izvedli mehansko posnemanje posnemkov-žlindre (Slika 4), vzorčenje sestave in izvršili dodatno legiranje za dosego ustrezne kemične sestave.



Slika 4: Posnemanje žlindre v odстойni peči

Vir: (E.Rošer, 2006).

Končna sestava preiskovalnih zlitin je podana v tabeli 3. (E.Rošer, 2006).

Tabela 3: Kemična sestava zlitin D60, D61, D80

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Pb	Bi	Sn
	[mas. %]								
AA 2030- D60									
Šarža 85091	0,37	0,40	3,76	0,64	0,75	0,13	0,915	0,168	0,062
AA 2030r - D61									
Šarža 85292	0,37	0,54	3,31	0,61	0,68	0,12	0,364	0,503	0,016
AA 2030i - D80									
Šarža 84626	0,16	0,39	4,02	0,62	0,76	0,04	0,010	0,323	1,073

Vir: (E.Rošer, 2006).

3.0.3 Ulivanje drogov z *Air Slip* - *Hot Top* sistemom

Proizvodnja drogov je potekala na posodobljeni livni napravi za polkontinuirno ulivanje, ki jo je izdelal proizvajalec Wagstaff. Za sistem litja z vročimi glavami se uporablja grafitna kokila, ki vključuje izolacijski obroč in sistem *Air Slip Hot Top*. Za zagotavljanje kontinuirnega mazanja grafitnega obroča se v kokilo dovaja mešanica olja in plina pod pritiskom. Livni sistem poleg naprav sestavljajo:

- naprava za dodajanje Al-Ti-B žice,
- *In-line* sistem za čiščenje in obdelavo taline ter
- sistem za čiščenje taline s keramičnim filtrom.

Po napravi za dodajanje žice, ki je prva v stiku s talino iz aluminija, je sledil *In-line* sistem za čiščenje taline. Ta sistem je omogočil razplinjevanje in odstranjevanje kovinskih ter nekovinskih vključkov iz taline. Za dokončno čiščenje taline se je uporabilo filtracijo. Za odstranjevanje kovinskih in oksidnih vključkov iz taline tik pred ulivanjem v livno napravo se uporabljajo keramični filtri med *In-line* filtrom in livno napravo.

Glavni tehnološki parametri ulivanja so podani v Tabeli 4. (E.Rošer, 2006).

Tabela 4: Pogoji ulivanja (E.Rošer, 2006)

Parametri litja		D60	D61	D80
T _{taline} v talilni peči	°C	725	740	740
T _{taline} v odstajni peči		720	725	720
Temperatura Alpur		725	725	720
Temperatura razdelilnega žlebu		690	690	685
Temperatura hladilne vode		25		
Pretok vode	m ³ /h	160		150
Poraba AlTi5B1	mm/min	165		180
Hitrost litja	mm/min	65		
Keramični filter		12x12x30 ppi		

Vir: (E.Rošer, 2006).

3.0.4 Homogenizacijsko žarjenje

Glavni parametri homogenizacijskega žarjenja, ki mora potekati 20-50 °C pod solidus temperaturo so bili:

- hitrost ogrevanja na temperaturo homogenizacije,
- čas in temperatura žarjenja ter
- hitrost in čas ohlajenja materiala do temperature okolice, ki lahko poteka počasi v komori ali hitro z ventilatorji oziroma vodno prho.

V Tabeli 5 podajam pogoje homogenizacijskega žarjenja za preiskovane zlitine (E.Rošer, 2006).

Tabela 5: Pogoji homogenizacijskega žarjenja (E.Rošer, 2006)

Parametri homogenizacije	D60, D61, D80
Temperatura homogenizacije	490°C
Čas homogenizacije	8h
Hitrost ohlajevanja	~ 200°C/h
Čas ohlajevanja	2h

Vit: (E.Rošer, 2006).

3.0.5 Priprava surovcev

Po končani homogenizaciji in ohlajanju se je aluminijast drog razrezal na surovce v obliki okroglic, ki so namenjene za iztiskovanje. Za odstranitev površinskih napak, kot so obratni blokovni izseki, hladni zvari, raztrganine in druge površinske nepravilnosti, ki bi lahko vplivale na končne lastnosti produkta pri iztiskovanju na 35MN indirektni stiskalnici, se okroglice stružijo. Po struženju se okroglice preveri še z ultrazvokom, da se zagotovi, da so ustrezno čiste (E.Rošer, 2006).

3.0.6 Iztiskovanje in gašenje na indirektni iztiskovalnici

Optimalne lastnosti polizdelkov so odvisne tudi od ponovnega ogrevanja homogeniziranih drogov na temperaturo iztiskovanja. Med ogrevanjem na predpisano temperaturo se spreminjajo velikost in gostota izločkov, ki so nastali med počasnim ohlajanjem po homogenizaciji (200 °C/h). Veliki izločki se med ogrevanjem delno raztopijo in postajajo vse manjši. Ogrevanje okroglic se izvede v plinski peči za predgrevanje, nato pa v induktivno ogrevani peči za intenzivno ogrevanje na temperaturo predelave. Po ogrevanju se postopek iztiskovanja izvede na 35MN indirektni iztiskovalnici, pri čemer se okroglica delno ali povsem iztisne skozi predvideno odprtino v matrici. Iztiskovanje je premočrtno tlačno preoblikovanje kovin in njihovih zlitin, kjer se material iztisne skozi oblikovano odprtino s pomočjo stiskalnega bata, pri čemer se prečni prerez materiala zmanjšuje in prevzema želeno obliko in dimenzijo v enem neprekinjenem potisnem gibu. Iztiskovanje je kompleksen proces, pri katerem je treba upoštevati medsebojne odvisnosti med številnimi parametri, ki se spreminjajo med procesom (glej Tabelo 5). Za protismerno oziroma indirektno iztiskovanje je značilno, da material teče proti smeri delovanja sile (E.Rošer, 2006).

Toplotno utrjevanje je postopek, ki se uporablja za izboljšanje mehanskih in tehnoloških lastnosti kovinskih polizdelkov. Postopek sestoji iz treh glavnih tehnoloških postopkov: raztopnega žarjenja, gašenja in staranja. Med postopkom gašenja se polizdelki ohlajajo z zelo hitro hitrostjo, kar omogoča, da se kemična sestava materiala spremeni, kar vodi do izboljšanja njegovih lastnosti. Za uspešno izvedbo postopka je potrebna natančna kontrola večjega števila tehnoloških parametrov, kot so hitrost ohlajanja, način ogrevanja, hitrost iztiskovanja, dimenzije polizdelkov, temperatura palic na izhodu in čas, ki poteče med iztiskovanjem in gašenjem na iztiskovalnici. Vsi našeti parametri imajo pomemben vpliv na proces toplotnega utrjevanja in na končne mehanske in tehnološke lastnosti polizdelkov. Vplivni procesni parametri in veličine so podani v Tabeli 6 (E.Rošer, 2006).

Tabela 6: Vplivni parametri iztiskovanja (E.Rošer, 2006)

Parametri iztiskovanja			D60	D61	D80
Dimenzija okroglic			Φ 275 x 1500mm		
Zahtevane dimenzije			Φ 27 x 4000 mm		
Dimenzije orodja			Φ 27,40 $\pm$ 0,19/ 5 žil		
Temperatura v peči	plinska	T _{GBE}	300 °C	298 °C	302 °C
	indukcijska	T _{IBE}	323 °C	322 °C	350 °C
Čas ležanja		s	5	4	43
Hitrost pomika bata [V _b]		mm/s	846	843	1388
Hitrost izvlačilnika [V _{pull}]		m/min	68	68	116
Čas iztiskovanja		s	189	189	117
Iztiskovalno razmerje [B/A]			2118	2102	2081

Vir: (E.Rošer, 2006).

3.0.7 Termomehanska obdelava za tehnološko stanje T4

Palice smo po iztiskovanju, raztopnem žarjenju in gašenju zravnali na natezno-ravnalnem stroju in jih nato razrezali na zahtevane dimenzije. Po tem koraku smo jih naravno starali pri temperaturi okolice 5-6 dni. To obdobje staranja je verjetno bilo izbrano na podlagi prejšnjih

izkušenj ali študij, ki so določili optimalno trajanje staranja za naš specifičen material. Potek termomehanske obdelave prikazuje Slika 5 (E.Rošer, 2006).



Slika 5: Shema termomehanske obdelave - stanje T4

Vir: (E.Rošer, 2006).

3.0.8 Termomehanska obdelava za tehnološko stanje T3

Hladno preoblikovanje palic na kombinirani liniji za kontinuirno vlečenje je bilo izvedeno s ciljem izboljšanja obdelovalnosti, povečanja trdnosti, doseganja pravilne geometrijske oblike in ozkih dimenzijskih toleranc, oplemenitenja površine ter nastanka drobnih enakomernih zrn. Postopek vključuje več korakov, kot so vlečenje, ravnanje, razrez in ultrazvočni pregled izdelkov ter posnemanje robov. Celotni postopki termomehanske obdelave za dosego tehnološkega stanja T3 so prikazani na Sliki 6 (E.Rošer, 2006).

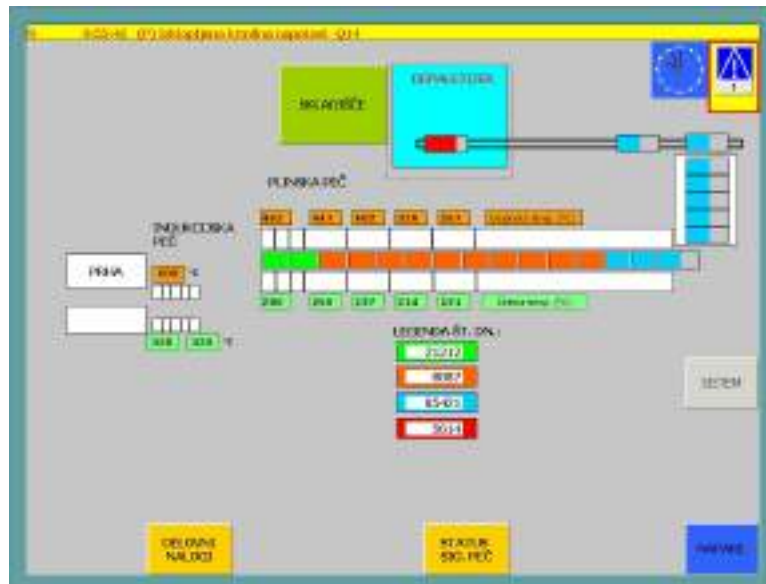


Slika 6: Shema termomehanske obdelave - stanje T3

Vir: (E.Rošer, 2006).

3.1 Stružni center

Stružni center Cometal je namenjen za transport drogov iz Al in Al zlitin premera do 285 mm, dolžine 400 – 1600 mm od linije cometal do stiskalnice. Oskrbuje oziroma posluhuje jo žarilec.



Slika 7: Shema stružnega centra

Vir: Lastni vir.

3.2 Orodjarna

Dejavnost oddelka orodjarna v sklopu PP cevarna je naročanje, prevzem, lansiranje, vzdrževanje, korigiranje, skladiščenje in vodenje evidenc orodij za potrebe proizvodnega procesa v PP cevarna.

3.2.1 Vrsta orodij

V orodjarni poznamo več vrst orodij kot so:

- orodja za iztiskovanje (matrice in trni),
- orodja za vlečenje (votlice in trni),
- nosilna orodja (klade, vmesne klade, konusi, ojačevalci in ohišja),
- rezalna orodja,
- drsna orodja,
- uvajalna kolesa in uvodnice,
- kalibri za ravnanje palic profilnih oblik in
- vlečne čeljusti.

Pri tem je za naročanje in vzdrževanje odgovoren vodja orodjarne.

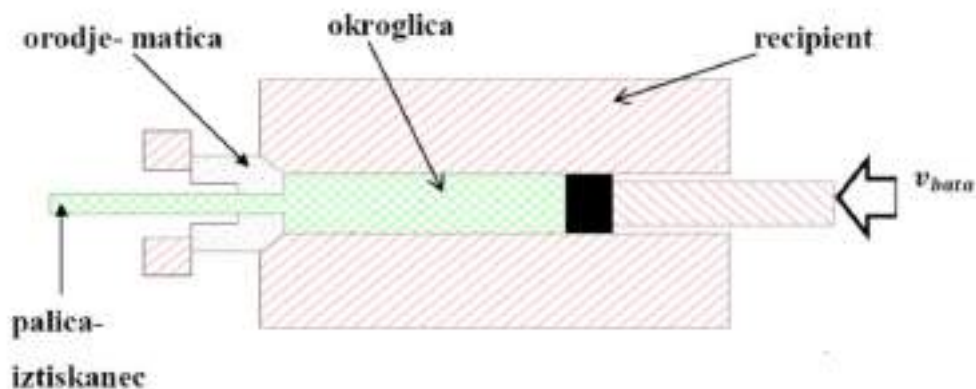
3.3 Stiskalnica

V podjetju Impol PCP v proizvodnem procesu cevarna so v rabi tri iztiskovalnice (20 MN, 35 MN in 55MN), na katerih je pomemben sestavni del dodajalnik okroglic. Poznamo dve vrsti iztiskovanja in sicer istosmerno in protismerno iztiskovanje. Značilnosti enega in drugega načina iztiskanja so pojasnjene v nadaljevanju.

3.3.1 Istosmerno iztiskanje

Postopek istosmernega iztiskanja, ki je prikazan na spodnji sliki, je enostavnejši postopek v primerjavi s protismernim iztiskanjem, saj ne zahteva visoke stopnje avtomatizacije strojne opreme. Uporablja se predvsem pri preoblikovanju mehkognetnih aluminijevih zlitin, kjer na

začetku iztiskanja ni potrebno uporabljati visokih tlakov. To omogoča lažjo in manj kompleksno izvedbo postopka, kar vpliva na nižje stroške proizvodnje in višjo produktivnost. Pri istosmernem iztiskanju se premika samo stiskalni bat, medtem ko orodje (matrica) in recipient ostajata mirujoča. To pomeni, da se med postopkom pojavlja veliko trenja med materialom (okroglico) in recipientom, recipientom in stiskalnim batom ter okroglico in orodjem. Približno 35 % celotne sile preoblikovanja se porabi za premagovanje trenja. Prednost istosmernega iztiskanja je, da običajno ni potrebno predhodno mehansko obdelovati (stružiti) okroglic, ker se manj ugoden del (zunanji del) materiala zaradi toka materiala v iztiskalniški ostanek samodejno odstrani. Produktivnost postopka istosmernega iztiskanja je visoka, saj so mrtvi časi (čas, ko stiskalnica prevzame novo okroglico) zelo kratki (Gracej, 2015).



Slika 8: Shema istosmernega iztiskanja

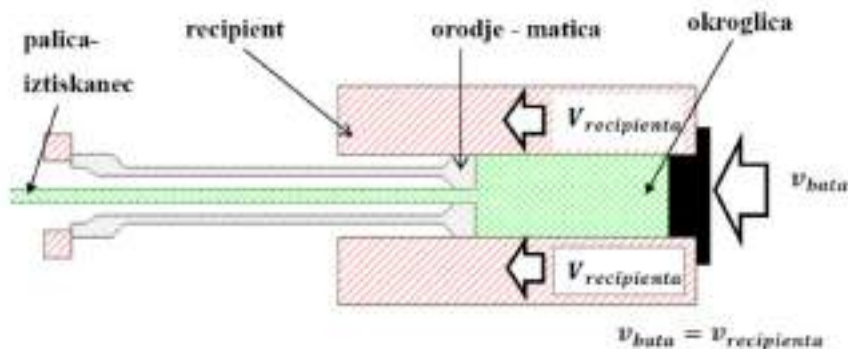
Vir: (Gracej, 2015).

3.3.2 Protismerno iztiskanje

Je podoben postopek kot istosmerno iztiskanje, vendar se razlikuje v načinu premikanja bata in recipienta. Pri protismernem iztiskanju se oba premikata sočasno v smeri iztiskanja, kar zmanjšuje trenje med materialom in orodjem ter omogoča uporabo manjše sile za iztiskanje. To je še posebej koristno pri težko gnetljivih materialih, kot so nekatere aluminijeve zlitine.

Vendar pa protismerno iztiskanje zahteva večjo strojno opremo, saj je potrebno upravljati premike recipienta in čiščenje orodja po vsakem ciklu. Prav tako so mrtvi časi daljši, ker se premika tudi recipient, kar lahko vpliva na produktivnost postopka. Kljub temu pa je protismerno iztiskanje primernejše za materiale, ki zahtevajo manjše sile in imajo težke obdelovalne lastnosti.

Oba postopka, tako istosmerno iztiskanje kot protismerno iztiskanje, imata svoje prednosti in slabosti ter se uporabljata glede na specifične zahteve materiala, oblike izdelka, produktivnosti ter razpoložljive opreme in avtomatizacije. Pravilna izbira med tema dvema postopkoma je odvisna od konkretnih potreb proizvodnje in obdelave materiala (Gracej, 2015).



Slika 9: Protismerno iztiskanje

Vir: (Gracej, 2015).

3.4 Vlečna linija

Linija OCN je namenjena za vlečenje, ravnanje in obrezovanje palic cevi in profilov iz Al in Al zlitin od 22 do 80 mm.

Sestavljena je iz treh osnovnih sklopov - con:

- vlečna linija s predravnalcem, potisno napravo, žago, dvižno mizo ter transportnimi napravami. Posluhuje oziroma oskrbuje jo upravljalec tegalnika in metalurg 2;
- valjčni ravnalni stroj. Posluhuje ga metalurg 1;
- žaga s posnemalcem robov. Posluhuje jo metalurg 2.

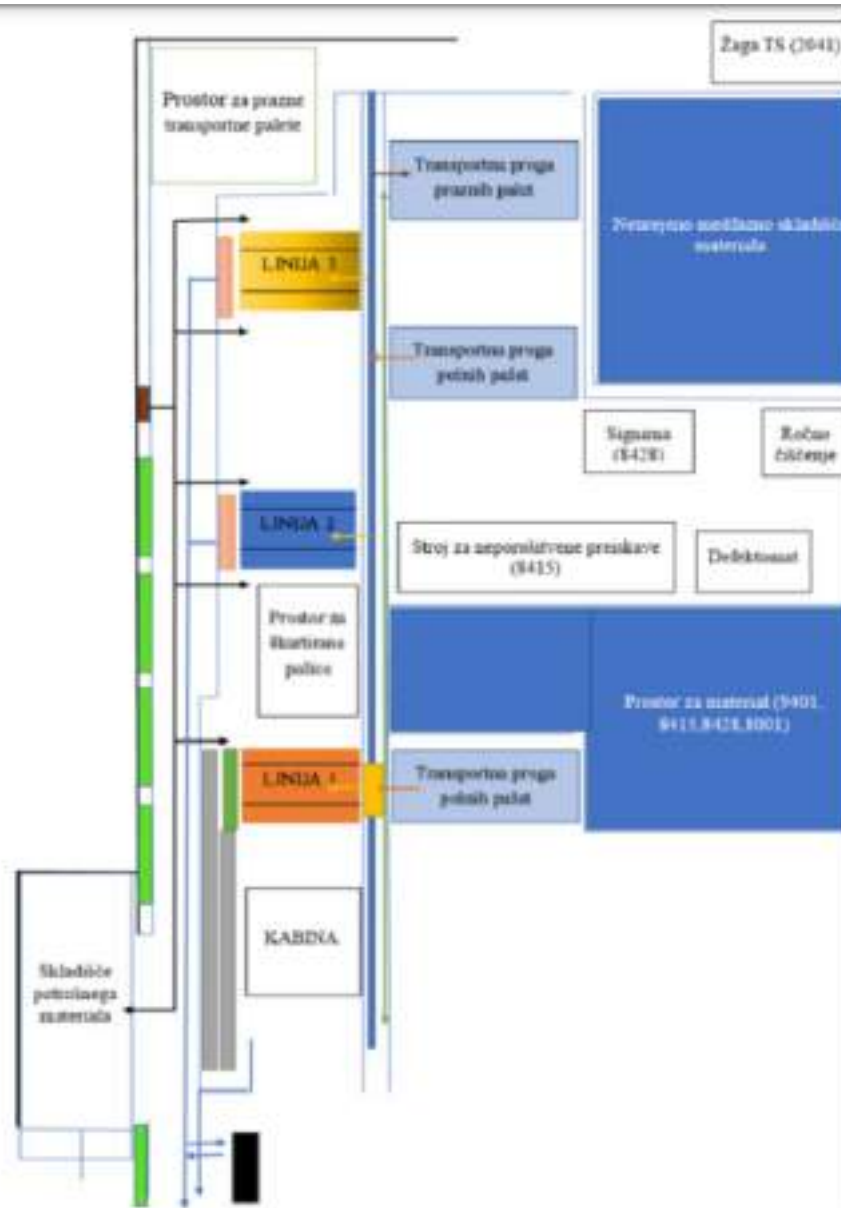
Celo linijo posluhujejo štirje delavci, trije ali dva, če je v pogonu samo posamezni sklop, pa toliko, kot je potreba tistega sklopa. V primeru manjšega števila delavcev od optimalnega en delavec posluhuje več sklopov v odvisnosti od usposobljenosti tako, da določen čas posluhuje en sklop, nato pa drugega. Samo vlečno linijo lahko posluhujeta dva ali en delavec.

3.5 Pakirna linija

Pakirna linija je sestavljena iz več komponent, vključno z nakladalnimi rampami, transportnim vozom, tehnico s kontrolno mizo, dvižno mizo ter linijo za transport pakirnega materiala in oblikovnih palet. Na tej liniji delajo različni delavci, vključno z upravljalcem pakiranja,

kontrolorjem analitikom in metalurškim delavcem. Postopek se začne s kontrolorjem analitikom, ki na podlagi podatkov PIS-a (Proizvodno informacijski sistem) sestavi vrstni red pakiranja. MD (žerjavist) nato pripelje material, ki je na transportnih paletah, na dozirne rampe. Kontrolor analitik s transportnim vozičkom zapelje paletu z materialom na ustrezno linijo, kjer preveri skladnost materiala s kupčevimi zahtevami glede dimenzij, ravnosti, površine in drugih parametrov po DN (delovni nalog) in pogodbi. Po potrebi kontrolira tudi ravnost in površino materiala na rampah ter sproži odvoz prazne palete na dešaržirne rampe, kjer jih MD (žerjavist) odloži na deponijo. Kontrolor analitik nato preda DN (delovni nalog) z etiketo upravljalcu pakiranja, ki na podlagi zahtev iz pogodbe izda navodila za način pakiranja. Palice se naložijo

v pakete, ki se nato stehtajo in zapeljejo na vezanje. Upravljelec pakiranja izpiše etiketo, s katero se označi paket, nato pa MD (viličarist) odpelje paket na začasno deponijo (Leva, 2023).



Slika 10: Postavitev pakirne linije

Vir: (Leva, 2023).

4 OPIS STISKALNICE

4.1 *Obrazložitev osnovnih delov stiskalnice 20MN*

4.1.1 Stiskalni bat za cevi

Stiskalni bat je pritrjen na konec hidravličnega bata na stiskalnici, ima pa tudi dodatne funkcije. Med procesom stiskanja se vertikalno premika levo in desno v recipientu, kar omogoča enakomerno stiskanje aluminija. Celotna dolžina dela je votla, kar omogoča, da prebijalni člen in prebijalni trn gresta skozi del. Na koncu je oblikovan konus, na katerega je pritrjen pritrdilni prstan, kar je vidno na desni strani slike. Ta pritrdilni prstan ima funkcijo centriranja in pritrditve stiskalnega bata na stiskalnico. Na drugem koncu bata se med procesom stiskanja nahaja stiskalna predplošča za stiskanje brezšivnih cevi. Ta predplošča ima vlogo tesnjenja, saj preprečuje, da bi se aluminij zalil nazaj proti batu med stiskanjem. Tako zagotavlja, da se brezšivne cevi stisnejo brez dodatnih napak ali puščanja materiala (Janžič, 2019).



Slika 11: Stiskalni bat za cevi

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.2 Stiskalni bat za palice/profile

Gre za del stiskalnice, ki je pritrjen na konec hidravličnega bata na stiskalnici. Ta del je poln po celotni dolžini in ima na koncu pritrjen sistem za pritrditev fiksne stiskalne predplošče. Namen tega sistema je preprečiti zalivanje materiala nazaj proti batu med stiskanjem

aluminijaste okroglice. Na sliki na desni strani je jasno viden ta sistem za pritrditev fiksne stiskalne predplošče (Janžič, 2019).



Slika 12: Stiskalni bat za palice/profile

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.3 Prebijalni člen

Gre za del stiskalnice, ki je pritrjen na konec drugega hidravličnega bata na stiskalnici in se nahaja v sredini hidravličnega bata, ki služi za pomik stiskalnega bata. Ima zunanji navoj na enem koncu za pritrditev prebijalnega trna, kar je vidno na levi strani slike, ter navojno izvrtino na drugem koncu za pritrditev prebijalnega trna, kar pa je vidno na desni strani slike. Celoten prebijalni člen je dolg 1800 mm in tehta približno 200 kg. Montira se ga s pomočjo jeklene pletenice in mostnega dvigala. Na koncu ima ravne ploskve, ki se uporabljajo s posebnim ključem za privijanje ali odvijanje (Janžič, 2019).



Slika 13: Prebijalni člen

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.4 Recipient

Gre za del stiskalnice, ki je montiran na stiskalnici in omogoča prečni pomik levo in desno s pomočjo dveh hidravličnih batov. Ti bati se premikajo vertikalno levo in desno s pomočjo štirih 8-metrskih vijakov in prstana. V ta del se vstavi aluminijasta okroglica, ki se nato s premikom

stiskalnega bata stiska skozi stiskalno matrico. Na levi strani slike je izdelan konus, ki se ujema s konusom orodja, da se recipient ustrezno centrira in tesni ter preprečuje uhajanje materiala med stiskanjem. Recipient ima tudi vgrajene grelce v notranjosti, ki ohranjajo temperaturo okroglice, ter omejuje material, ko se stiska. Montaža in demontaža tega dela se izvajata s pomočjo jeklene pletenice in mostnega dvigala, privija ali odvija pa se s posebnim ključem na ravni ploskvi na koncu prebijalnega člena (Janžič, 2019).



Slika 14: Recipient

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.5 Depaletizer

Depaletizer je naprava, ki je del stiskalne linije za aluminijaste drogove in je odgovorna za nalaganje in razlaganje okroglic na palete. Sestavljen je iz vodil in klešč za prijemanje okroglic ter dozirnega traka, ki omogoča enostavno prenašanje okroglic med paletami. Na sliki, ki je spodaj, je prikazan depaletizer, ki je nameščen spodaj in razlaga okroglice s palete na progo, po kateri se nato dozirajo v indukcijsko peč. Depaletizer deluje tako, da klešče za prijemanje okroglic dvignejo okroglice s palete ter jih premaknejo na dozirni trak. Dozirni trak omogoča enakomerno prenašanje okroglic naprej po liniji, medtem ko druga paleta že čaka na razlaganje. Klešče lahko dvignejo okroglice dolžine do 1000 mm in najkrajše do 280 mm, kar omogoča prilagodljivost glede velikosti okroglic (Janžič, 2019).



Slika 15: Depaletizer

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.6 Indukcijska peč

Indukcijska peč je naprava za segrevanje aluminijastih okroglic na potrebno temperaturo materiala, odvisno od zlitine in tehnologije. Ta peč je nameščena takoj za depaletizerjem v sklopu stiskalne linije 20MN. Zahvaljujoč inovativni indukcijski tehnologiji, segrevanje okroglic poteka zelo hitro, lahko vse do 3 minute, kar je prednost v primerjavi s plinskimi in električnimi pečmi, ki zasedajo več prostora in imajo daljši čas segrevanja, lahko tudi do 30 minut ali več. Ta indukcijska peč omogoča segrevanje aluminijastih okroglic dolžine do 1000 mm. Segrevanje na potrebno temperaturo je ključno za pripravo okroglic na stiskanje v stiskalnici, saj omogoča ustrezno oblikovanje materiala glede na želeni končni izdelek in proces oblikovanja (Janžič, 2019).



Slika 16: Indukcijska peč

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.7 Potiskač

Potiskač je del indukcijske peči, ki se uporablja za potiskanje aluminijaste okroglice v peč ter nato tudi za potiskanje okroglice iz peči. Ima tudi funkcijo merjenja temperature noge okroglice med segrevanjem, saj je opremljen z dvema merilnima konicama na koncu (Janžič, 2019).

4.1.8 Držalec

Držalec je del indukcijske peči, ki se nahaja za pečjo in ima več funkcij. Prva funkcija držalca je, da v peči drži okroglico v stabilnem položaju med segrevanjem, dokler ne doseže zahtevane temperature glede na tehnološke predpise. Druga funkcija držalca je, da meri temperaturo glave okroglice med segrevanjem, kar je pomembno za nadzor procesa segrevanja. Ko so izpolnjeni vsi pogoji, se držalec umakne nazaj in v stran, aluminijast blok pa potisne potiskač z indukcijske peči na progo, od koder se okroglice transportirajo nazaj po tekočem traku. Držalec je torej ključni del v procesu segrevanja aluminijastih okroglic v indukcijski peči, ki omogoča natančen nadzor temperature in premikanje okroglic v skladu s tehnološkimi zahtevami (Janžič, 2019).

4.1.9 Stiskalna matrica

Stiskalna matrica je ključni del orodja pri stiskalnici. Nahaja se v sredini stiskalnega konusa in je odgovorna za oblikovanje aluminijaste okroglice v želeno obliko. Zunanja dimenzija izdelka, ki se stiska, je odvisna od oblike in dimenzij stiskalne matrice. Za nastavitve dimenzije se uporablja jeklena pločevina, ki je široka 50 mm in je različnih debelin, običajno med 0,1 mm in 0,3 mm. S pravilno izbiro debeline pločevine se doseže želena zunanja dimenzija izdelka, ki se stiska skozi stiskalno matrico (Janžič, 2019).



Slika 17: Stiskalna matrica

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.10 Stiskalni konus

Je del orodja, ki se uporablja za stiskanje materiala. Nanj se nasloni recipient, ki ima prav tako konus, da tesni in omogoča hlajenje z uporabo tekočega dušika skozi hladilne kanale. Stiskalni konus je oblikovan glede na dimenzijo izvrtine v sredini, kar omogoča stiskanje različnih premerov cevi, ki se uporabljajo v postopku. Izvrtine na stiskalnih konusih se lahko gibljejo med premeri Ø 85 mm pa do Ø 110 mm, odvisno od zahtev izdelave (Janžič, 2019).



Slika 18: Stiskalni konus

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.11 Prebijalni trn

Prebijalni trn je del orodja, ki se uporablja za prebijanje luknje skozi material in oblikovanje notranje dimenzije cevi. Na levi strani ima konus in ravni konec, ki se vstavi v luknjo matrice, da se zagotovi ustrezna zračnost med matrico in ravnim koncem, kar določa debelino stene brezšivne cevi. Material se ob stiskanju stiskalnega bata oblikuje okoli prediralnega trna v brezšivno cev. Na desni strani prediralnega trna je navoj, s katerim se pritrdi na prebijalni člen. Obstajajo različne dimenzije prediralnih trnov, odvisno od zahtevane notranje dimenzije cevi. Premer levega konca prediralnega trna vpliva na notranji premer cevi, medtem ko zunanji premer cevi določa dimenzijo stiskalne matrice. Na voljo so različni premeri prediralnih trnov,

kot so Ø75 mm in Ø65 mm, pri čemer se večji premeri uporabljajo za cevi z manjšo debelino sten in obratno (Janžič, 2019).



Slika 19: Prebijalni trn

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.12 Kalilna cev

Kalilna cev je podaljšek stiskalnice, ki se nahaja med stiskalno progo in koncem stiskalnice. Njena glavna funkcija je kaljenje iztisnjenih izdelkov takoj po iztiskanju ter ohlajanje na ustrezno temperaturo, kar omogoča operaterju na stroju delo z materialom. Kalilna cev je povezana s sistemom za dovajanje kalilne vode, ki je običajno v zaprtem krogu. Voda se črpa iz zbiralnika s kapaciteto 50 litrov in se hladi v hladilnem bloku, ki je nameščen zunaj proizvodnih prostorov. Montaža in demontaža kalilne cevi se običajno izvaja s pomočjo mostnega dvigala in jeklene vrvi (Janžič, 2019).



Slika 20: Kalilna cev

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.13 Cev za vroče stiskanje

Cev za vroče stiskanje se uporablja za stiskanje vročih izdelkov, ki se nato ohlajajo z zrakom iz ventilatorja. Ti izdelki niso kaljeni na stiskalnici in imajo nekoliko drugačne mehanske lastnosti kot kaljeni izdelki. Cev za vroče stiskanje se montira s pomočjo mostnega dvigala in prenašalnih tekstilnih pasov. Uporablja se predvsem za izdelavo brezšivnih cevi s tanjšo steno, da se zmanjša pojav ovalnosti cevi (Janžič, 2019).



Slika 21: Cev za vroče stiskanje

4.1.14 Krožna žaga za razrez

Krožna žaga za razrez je pomemben del iztočne stiskalne linije, ki omogoča razrez aluminijastih izdelkov na željeno dolžino glede na zahteve kupca. Žaga je nameščena na vodila, ki omogočajo nastavitev dolžine reza, odvisno od zahtevane dolžine izdelka. Elektro krmilje upravlja pomik žage, medtem ko odsesavna naprava poskrbi za sesanje opilkov aluminija, ki nastanejo med rezanjem. Posluževalec na stroju uporablja dvoročni vklop za varnostne namene, s čimer aktivira žago. Nato dve nogi pritisneta obdelovanec, da ga držita na mestu, in izvede se rez. To omogoča natančen in učinkovit razrez aluminijastih izdelkov na zahtevano dolžino (Janžič, 2019).

4.1.15 Fiksna stiskalna predplošča za palice

Fiksna stiskalna predplošča je ključen del postopka stiskanja palic. Je pritrjena na stiskalni bat za palice in služi kot tesnilo med batom in pušo v recipientu, medtem ko se bat premika vertikalno po recipientu proti orodju in stiska aluminijasto okroglico. Predplošča je gladka in brez utorov, da se enostavno odlepi od stiskalniškega ostanka. Dimenzionirana je na način, da se nekoliko skrči ob premiku nazaj, kar omogoča lažje vračanje skozi pušo recipienta. Uporaba fiksne stiskalne predplošče omogoča posluževalcu stroja, da ni potrebno opraviti naloge odreza stiskalniškega ostanka, kar pripomore k večji učinkovitosti in varnosti postopka stiskanja palic (Janžič, 2019).



Slika 22: Fiksna stiskalna predplošča za palice

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.16 Predplošča za cevi

Predplošča za cevi se uporablja pri postopku stiskanja brezšivnih cevi in je prilagojena glede na premer prediralnega trna, ki se uporablja pri stiskanju različnih dimenzij cevi. Obstajata dve različni predplošči, ena z luknjo premera Ø75 mm in druga z luknjo premera Ø65 mm, in sicer glede na potreben premer prediralnega trna. Luknja v predplošči je izdelana na toleranco H7, kar omogoča čim boljše tesnjenje med predploščo in prediralnim trnom med postopkom stiskanja. Ta predplošča omogoča natančno stiskanje brezšivnih cevi glede na njihove dimenzije in zahtevane tolerančne zahteve (Janžič, 2019).



Slika 23: Stiskalna predplošča za brezšivne cevi

Vir: (Janžič, 2019).

Vsaka od dveh predplošč za stiskanje brezšivnih cevi ima narejena na spodnji strani dva utora. Ta dva utora sta narejena z namenom, da se aluminijski stiskalni ostanek drži na predplošči, dokler posebne hidravlične škarje na stroju ne odrežejo in ločijo ostanka ter ga pošljejo v poseben zaboj za taljenje. Predplošča se nato vrne nazaj na stiskalnico za nov cikel stiskanja (Janžič, 2019).

4.1.17 Aluminijasta okroglica

Okroglica je surovec, ki ga uporabljamo pri obeh postopkih stiskanja. Dolžine okroglic pri stiskanju palic se gibljejo od 400 mm do največ 700 mm, pri čemer je dolžina odvisna od zlitine, ki jo stiskamo. Pri stiskanju brezšivnih cevi je največja dolžina okroglice 360 mm, kar je posledica omejitev vertikalnega pomika predirnega člena in dolžine trna, najmanjša dolžina pa je 280 mm. Po novi pridobitvi stružnice se okroglice stružijo tudi pri posebnih zlitinah, kar omogoča doseganje boljše kakovosti površine izdelka. Stružijo se iz premera Ø 218 mm na premer Ø 215 mm (Janžič, 2019).



Slika 24: Aluminijasta okroglica

Vir:(Janžič, 2019).

Za potrebe ostalih stiskalnic v podjetju Impol v livarni po naročilu izdelujejo tudi drogeve večjih premerov do Ø 380mm in tudi manjših od Ø 180mm naprej (Janžič, 2019).

4.1.18 Navijalec

Naprava za navijanje palic/profilov v kolobarje zahteva prisotnost dveh posluževalcev. Na začetku postopka stiskanja palic posluževalca pripeljeta palice do navijalnih bobnov in jih priključita na navijalec, ko so palice dovolj dolge. Po koncu stiskanja se na stiskalnici izvede odrez stiskalniškega ostanka, nato pa se palice navijejo na navijalne bobne na navijalcu. Posluževalca nato snameta kolobarje navitih palic iz bobnov in jih odložita na posebno paleto za kolobarje (Janžič, 2019).



Slika 25: Navijalec

Vir: (Janžič, 2019).

4.1.19 Cona za kontrolo temperature okroglice

Cona za kontrolo temperature okroglice se nahaja med transportnim trakom iz peči in prečnim transporterjem. Ta cona je odgovorna za nadzor temperature okroglic na treh različnih lokacijah pred stiskanjem. Ta del stiskalnice je bil dodan s posodobitvijo, da bi dosegel zahteve standarda za avtomobilsko industrijo. Merilno območje te cone je od 0 °C do 500 °C (Janžič, 2019).

4.1.20 Bornitridni dozator

Naprava je sestavljena iz črpalke za bornitridni prah, šobe, plastičnega omejevala in odsesovalnega sistema. Namenjena je mazanju vročih aluminijastih okroglic pred stiskanjem. Bornitridno mazanje se uporablja le pri procesu stiskanja palic in profilov s fiksno stiskalno predploščo zaradi težave, ki se je pojavila brez mazanja, kjer se stiskalniški ostanek zlepi s fiksno stiskalno predploščo, kar pa ni zaželeno v tem procesu (Janžič, 2019).

4.1.21 Prečni transporter

Prečni transporter je naprava, namenjena prečnemu transportu aluminijastih okroglic iz tekočega traka, ki pripelje okroglico iz peči do podajalca. Pri stiskanju palic ali profilov je

programiran tako, da se za sekundo ustavi pred bornitridnim dozatorjem. Pri stiskanju cevi gladko prečno prestavi okroglico iz tekočega traka do podajalca (Janžič, 2019).

4.1.22 Podajalec

Podajalec je naprava, ki okroglico pripelje med stiskalni bat in recipient. Nato se izvede gib stiskalnega bata proti recipientu, da aluminijasto okroglico potisne v recipient do orodja. Po tem se podajalec umakne in prične se proces stiskanja (Janžič, 2019).

4.1.23 Stružnica Puma

Stružnica Puma je del 20MN stiskalne linije in se uporablja za pripravo aluminijastih okroglic. Postopek se začne s transportom naročene zlitine materiala iz avtomatskega skladišča drogov v obratu Livarna. Drogovi se nato s pomočjo bočnega viličarja pripeljejo na nakladalno rampo, od koder se naprej po tekočem traku dozirajo na razrez. Po razrezu okroglice po potrebi postružijo, kar izboljša kvaliteto površine končnega izdelka, saj odstrani oksidne vključke v obrobni coni okroglice. Po struženju sledi ultrazvočni pregled celotne dolžine okroglice, kjer se preveri kakovost izdelka. Okroglice, ki ne prestanejo ultrazvočnega pregleda, se zavržejo in pošljejo nazaj v pretaljevanje. Po pregledu sledi transport do depaletizerja, ki aluminijaste okroglice zloži iz tekočega traka na paleto. Na tem mestu se proces priprave okroglic zaključi (Janžič, 2019).

4.1.24 Nakladalna rampa

Nakladalna rampa je del stroja Puma, ki je namenjen nalaganju drogov na dvojico verižnega sistema. Ta sistem omogoča prečni transport drogov na dozirni trak žage. Prejšnji sistem nakladalne rampe je deloval gravitacijsko, kjer so se drogi kotalili po klancu in ob trku med seboj povzročali veliko hrupa. Nedavno je bil sistem posodobljen in sedaj deluje na način, da dvojica verig direktno pomakne droge na dozirni trak ob vklopu pomika. S tem novim sistemom se je hrup zmanjšal za 80 %, saj ni več trkov drogov med seboj. Popolna avtomatizacija linije omogoča, da ni potrebno ročno prestavljati težkih drogov, saj so drogi težki do 2 tone. To

omogoča bolj učinkovit in zanesljiv proces priprave aluminijastih okroglic za nadaljnjo obdelavo (Janžič, 2019).

4.1.25 Ščetkalna naprava

Ščetkalna naprava je sestavni del stroja Puma, ki se uporablja za ščetkanje drogov med transportom na žago. Omogoča ščetkanje drogov z različnimi premeri, od Ø 180 mm do Ø 380 mm, kar prispeva k izboljšanju površine končnega izdelka. Ščetkalna naprava se lahko premakne na mesto pred žago ali pa se odmakne, in sicer glede na potrebe procesa na stroju. S tem omogoča prilagajanje ščetkanja glede na zahteve proizvodnje in vrsto drogov, ki se obdelujejo na stroju Puma (Janžič, 2019).

4.1.26 Žaga za razrez drogov

Žaga za razrez drogov je ključna naprava v stroju Puma, saj omogoča natančen in avtomatiziran razrez aluminijastih drogov na ustrezne dimenzije. Žaga je opremljena z vrtečim se krožnim listom premera 1000 mm, ki ima na koncu zob ploščice iz karbidne trdine, kar omogoča učinkovito rezanje aluminijastih drogov brez hitrega obrabljanja lista.

Žaga lahko razreže drogove z različnimi premeri, in sicer od Ø 180 mm pa do Ø 380 mm, ter dolžinami od 50 mm pa do 1650 mm. Naprava je popolnoma avtomatizirana in je opremljena s protihrupno zaščito, odsesovalnim sistemom za ostružke ter sistemom za izmet glave in noge droga, ki se morata zavreči. Glava in noga drogov se nato odpeljeta nazaj v livarno za ponovno pretaljevanje, medtem ko ostali deli droga nadaljujejo z nadaljnjimi koraki obdelave, kot je struženje okroglic (Janžič, 2019).

4.1.27 Naprava za označevanje okroglic

Naprava za označevanje okroglic je del stroja Puma, kjer se po razrezu okroglic izvede postopek označevanja. Ta postopek poteka z uporabo vibracij igle, ki jo stroj vodi preko računalniškega sistema glede na zahteve za izpis. Označevanje se izvaja na čelni strani okroglic, kar omogoča označevanje zelenih informacij, kot so serijske številke, logotipi ali druge identifikacijske oznake na površini okroglic. Ta postopek omogoča sledljivost in identifikacijo posameznih

okroglic v nadaljnjem procesu proizvodnje. Po označevanju sledi nadaljnji transport okroglic do končnega koraka priprave okroglic za transport s palete (Janžič, 2019).

4.1.28 Kad za ultrazvočni pregled

V kadi za ultrazvočni pregled se okroglice potopijo v vodo, nato pa se izvaja ultrazvočni pregled okroglic po celotni dolžini. Ultrazvočno tipalo z izbranimi nastavitvami pregleda drog vzdolžno in prečno ter preveri, ali izpolnjuje zahtevane standarde in kriterije kakovosti. Po uspešno prestanem preizkusu se drog pošlje naprej v nadaljnji proizvodni postopek. V primeru neuspešno prestanega preizkusa se drog izloči iz proizvodnega postopka, ker ne izpolnjuje zahtevanih standardov ali ima napake, ki bi lahko vplivale na kakovost končnega izdelka. Ta postopek omogoča, da se izločijo morebitne okroglice, ki niso ustrezne za nadaljnjo obdelavo ali uporabo (Janžič, 2019).

4.1.29 Paletizer

Paletizer je zadnji del stroja, ki skrbi za zlaganje okroglic na paleto po uspešno opravljenem ultrazvočnem pregledu. Uporablja posebej narejene klešče, s katerimi okroglice previdno zloži na paleto. Na paleti se lahko zloži od 1 do 28 aluminijastih okroglic, odvisno od zahtevane konfiguracije. Ko je paleta polna, se sproži alarm za napolnjenost in številka palete, šarža zlitine in aluminijasta zlitina, iz katere so okroglice, se zabeležijo v sistem. Nato se prazna paleta na vozičku zamenja s polno paletjo, ki se lahko z viličarjem odpelje v skladišče. Polne palete se zložijo v skladišče in nato uporabijo na depaletizerju na stiskalnici za nadaljnjo obdelavo (Janžič, 2019).

4.2 Peč za ogrevanje trupcev in depaletizer pri 55MN stiskalnici

Depaletizer je naprava, ki se uporablja za prelaganje trupcev s transportnih palet na transportni sistem peči. To omogoča nemoten pretok trupcev skozi proizvodno linijo. Depaletizer je običajno upravljalec stiskalnice ali zalagalec peči, ki upravlja s to napravo.

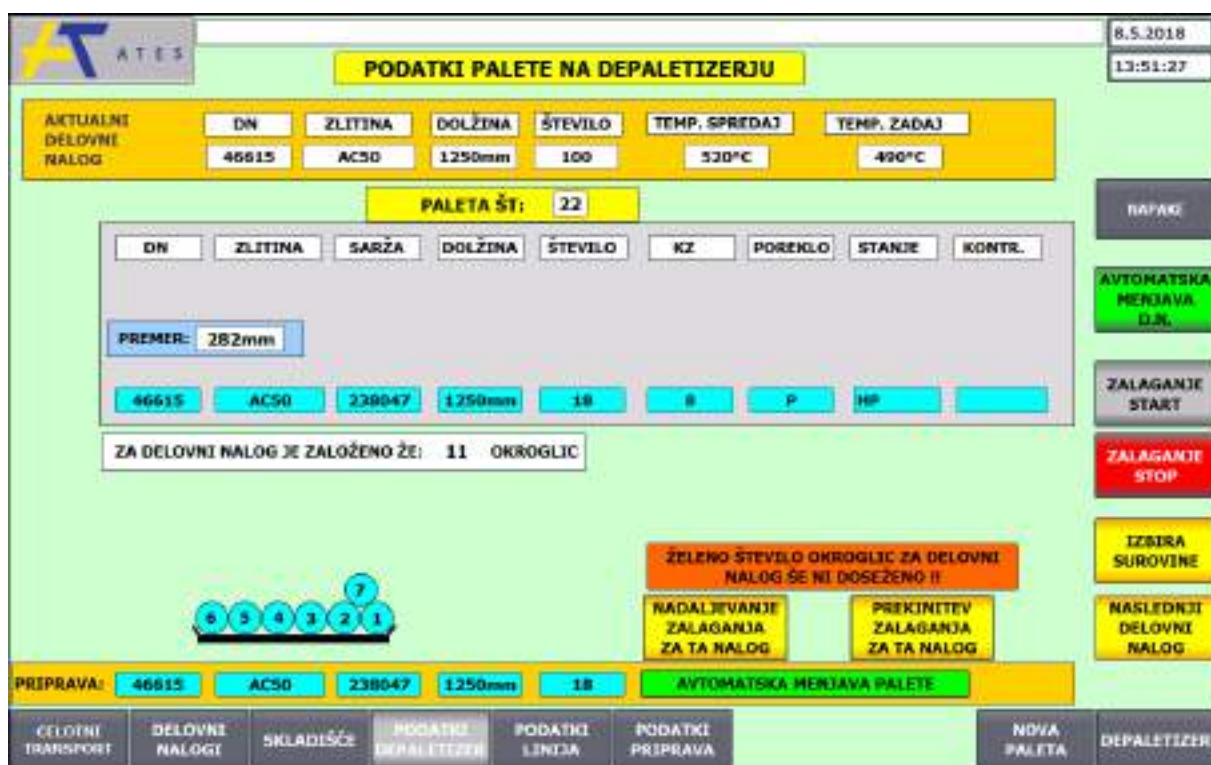
Predgrevena in ogrevena plinska peč sta del linije za ogrevanje trupcev iz aluminija in aluminijevih zlitin. Plinska peč je zasnovana za ogrevanje trupcev premera Ø282 mm in dolžine do 1600 mm na temperaturo do 540 °C z možnostjo ogrevanja v klin do 100 °C. Predgrevena

peč je del te linije in služi za predhodno ogrevanje trupcev pred vstopom v glavno ogrevno peč, kar omogoča enakomerno ogrevanje trupcev in preprečuje nenadne temperaturne spremembe, ki lahko vplivajo na kakovost končnih izdelkov.

Skupaj s depaletizerjem, predgreveno in ogrevno plinsko pečjo tvorijo celotno linijo za ogrevanje trupcev iz aluminija in aluminijevih zlitin, ki je del proizvodnega procesa za izdelavo končnih izdelkov. To omogoča ustrezno ogrevanje trupcev na potrebno temperaturo, kar je pomembno za nadaljnje korake v proizvodnem postopku (Janžič, 2019).

4.2.1 Naprava za razlaganje okroglic stiskalnica 55MN

Naprava, imenovana »depaletizer«, je zasnovana za avtomatsko razlaganje aluminijastih okroglic s standardnih palet na sistem za zalaganje peči ELHAUS na 55MN stiskalnici za stiskanje palic. Upravljanje naprave poteka iz krmilne omare, ki je nameščena ob depaletizerju. Naprava je povezana s krmilom peči, kar omogoča usklajevanje operacij med obema napravama in prenos potrebnih podatkov. Poleg tega je krmilje povezano tudi s krmilom stiskalnice, od koder prejema podatke o delovnih nalogih, ki jih je treba založiti. Prav tako je povezano s krmilom skladišča okroglic, od koder pridobiva podatke o okroglicah, zloženih na posamezni paleti. Krmilje omogoča iskanje palete, na kateri je ustrezna surovina za posamezen delovni nalog. Delavec samo izbere paleto, na katero bo odložil okroglice, podatki o surovini pa se samodejno prenesejo na krmilje peči (Janžič, 2019).

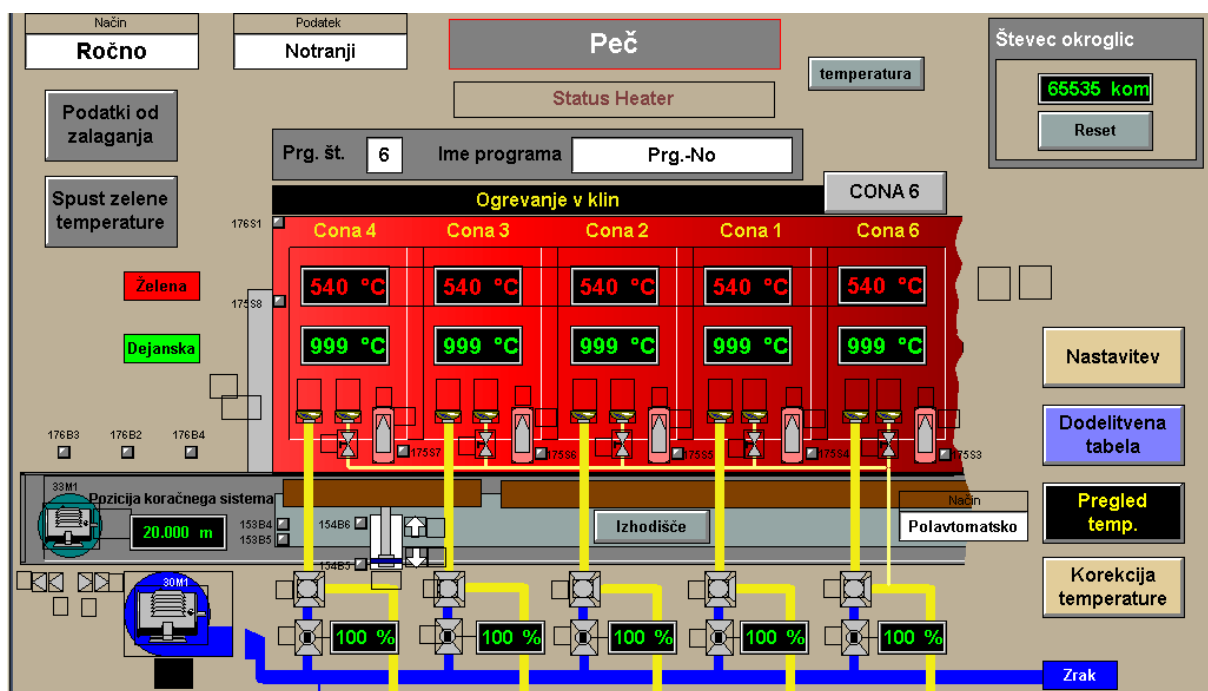


Slika 26: Shema depaletizerja

Vir: (Janžič, 2019).

4.2.2 Peč za ogrevanje trupcev

Plinska peč je namenjena za ogrevanje trupcev iz aluminija in aluminijevih zlitin, ki imajo premer 282 mm in dolžino do 1600 mm, na temperaturo do 540 °C. Poleg tega omogoča tudi ogrevanje v klin do temperature 100 °C. Pred začetkom procesa ogrevanja se najprej avtomatsko izpihne peč, kar traja toliko časa, dokler zelena luč na tipki za vklop ogrevanja ne začne utripati. Ko svetilka začne trajno svetiti, se prične proces ogrevanja trupcev (Janžič, 2019).



Slika 27: Peč za ogrevanje peči

Vir: (Janžič, 2019).

4.3 Zalaganje orodij

Vsi deli stiskalniških orodij, kot so matrice, trni, klade in ohišje, se sestavijo in ogrejejo pred uporabo, da dosežejo stabilnost, vzdržljivost in čim manjšo obrabo. To delo običajno opravi dežurni orodjar, stiskalec ali upravljalca stiskalnice, odvisno od postopka (Janžič, 2019).

4.3.1 Peč za ogrevanje orodij

Peč je posebej namenjena za ogrevanje stiskalniških orodij v zaščitni atmosferi in je sestavljena iz treh samostojnih komor. Vsaka komora vsebuje podstavke, na katere se orodje (konus) odloži v vertikalnem položaju, ter vložek, ki preprečuje, da bi orodje v peči padlo. Maksimalni dovoljeni premer orodja, ki se lahko uporabi v peči, je 650 mm, maksimalna skupna teža vložka v eni komori pa je 1940 kg. Maksimalna temperatura ogrevanja, ki jo peč doseže, je 550 °C (Janžič, 2019).

4.4 Natezno ravnanje

Stroj Truninger 400T za natezno ravnanje je sestavljen iz para klešč, ki imajo vgrajene ustrezne čeljusti za prijemanje različnih oblik palic in profilov. V fazi ravnanja se gibljive klešče premikajo s pomočjo hidravličnega valja, ki jih vpne konzolno na nosilec z valjem. Te klešče omogočajo tudi rotacijo za morebitno dodatno ravnanje profilov. Proti-klešče so fiksno vpete na vodilno progo s pomočjo pritrdilnih krakov na zadnji strani in se uporabljajo pri ravnanju profilov. V aksialni smeri stroja se klešče premikajo za prilagoditev skupne dolžine palic. Stroj omogoča ravnanje palic v premeru od Ø25 mm do Ø180 mm, pri čemer je mogoče obdelati palice dolžine od 3 m do 9,5 m. Za upravljanje stroja sta potrebna upravljelec stroja in metalurg.

Prejšnji cikel delovanja na stroju Truninger 400T so bile stolice, ki so vidne in označene na spodnji sliki. Postopek proizvodnje je vključeval uporabo mostnega dvigala za odložitev palic na že obstoječe stolice, nato pa so bile palice ročno kotaljene do transportne verige stroja. Ta način proizvodnje je bil pretežno odvisen od ročnega dela zaposlenega, kar je povzročalo precejšen napor in obremenitev v procesu dela ter posledično zaradi tega pogoste zastoje na stroju. V petem poglavju mojega diplomskega dela bom opisal novo metodo cikla delovanja na stroju, ki bo pripomogla k izboljšanju učinkovitosti, produktivnosti in varnosti pri delu na tem stroju.

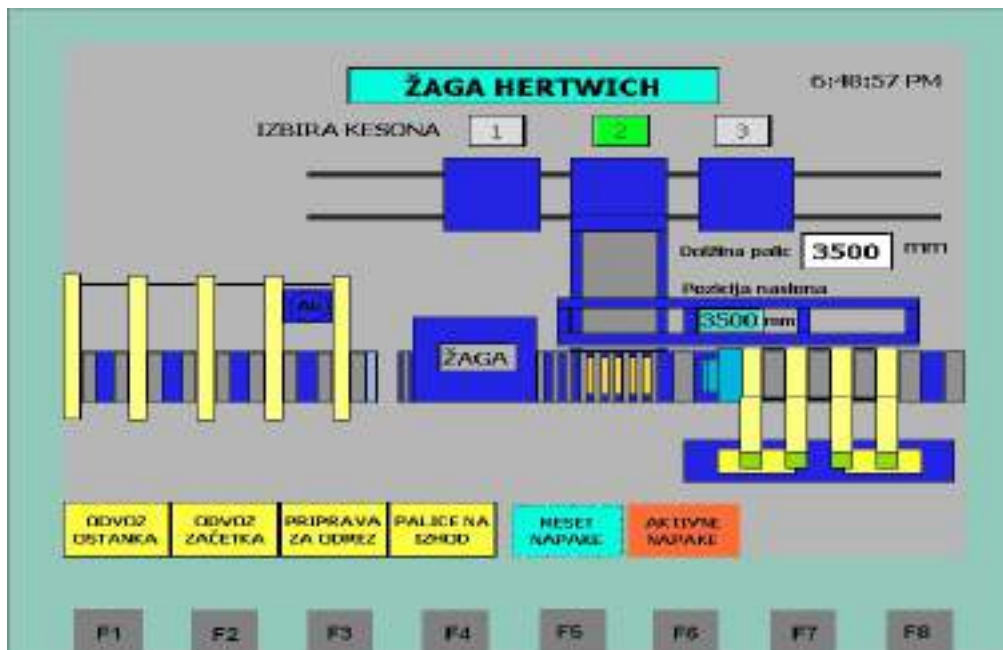


Slika 28: Ravnalni stroj Truninger 400T

Vir: Lastni vir.

4.5 Žaga

Ta žaga je primerna za odrezovanje in razrezovanje palic, cevi in profilov iz aluminija in aluminijevih zlitin, s premerom od Ø8 do Ø200 mm, vhodno dolžino med 2000 do 12000 mm in končno dolžino od 1000 do 6000 mm. Če je potrebno odrezati vzorec brez zahteve po natančni dolžini, se lahko odreže v dolžini 100 mm brez dolžinskega naslona. Za upravljanje žage sta potrebna metalurg 1 in metalurški delavec. Sestavljena je iz žage s pogonom, sistema za odsesavanje ostruškov, valjčne mize na vstopni in izstopni strani ter dvižne mize.



Slika 29: Prikaz žage Hertwich

Vir: Lastni vir.



Slika 30: Vizualni pogled žage Hertwich

Vir: Lastni vir.

5 TRANSPORTER ZA DODAJANJE PALIC NA STROJU TRUNINGER 400T

5.1 Postopek delovanja pred izboljšavo

Postopek proizvodnje na stroju Truninger 400T je zasnovan tako, da je bila potrebna velika mera ročnega dela zaposlenih. To je privedlo do preobremenitve in zmanjšane produktivnosti, poleg tega pa je bilo tudi manj varno za zaposlene, saj so se lahko pojavile poškodbe pri delu z materialom. Vendar pa obstajajo tudi drugi vidiki, ki jih je treba upoštevati pri razmišljanju o tem problemu.

Na primer, morda bi bilo smiselno preučiti, kako bi se postopek proizvodnje lahko avtomatiziral, da bi se zmanjšala potreba po ročnem delu. To bi lahko vključevalo uporabo robotskega sistema, ki bi lahko opravljal določene naloge, ki so trenutno opravljene ročno. Avtomatizacija bi lahko prav tako povečala produktivnost in zmanjšala čas proizvodnje, kar bi vplivalo na celotno delovno učinkovitost in konkurenčnost podjetja.

Poleg tega bi se lahko razmislilo o drugih vidikih varnosti, ki bi lahko izboljšali pogoje dela na stroju Truninger 400T. Na primer, lahko bi se razmišljalo o uporabi naprav za zaščito prstov in drugih delov telesa, ki bi zmanjšale tveganje poškodb. To bi lahko zmanjšalo stroške za podjetje, povezane s poškodbami pri delu, in povečalo varnost zaposlenih.

Vendar pa bi bilo treba pri upoštevanju teh možnosti upoštevati tudi stroške in druge dejavnike, ki bi lahko vplivali na odločitve podjetja. Na primer, avtomatizacija postopka proizvodnje bi lahko zahtevala pomembno naložbo v opremo in izobraževanje zaposlenih, kar bi lahko zvišalo

stroške. Poleg tega bi bilo treba upoštevati tudi morebitne težave pri prilagajanju avtomatiziranega sistema trenutni opremi in proizvodnji.

V skladu s tem bi bilo treba preučiti različne možnosti in pristope, ki bi lahko izboljšali postopek.



Slika 31: Prikaz pred izboljšavo cikla

Vir: Lastni vir.

5.2 Postopek delovanja z izboljšavo

V skladu s potrebami za izboljšanje varnosti in produktivnosti proizvodnega procesa na stroju Truninger 400T so bile uvedene spremembe v postopku proizvodnje. Namesto ročnega prenosa palic je bila nameščena nova transportna enota. Ta rešitev je bistveno izboljšala produktivnost, učinkovitost in zmanjšala naporno ročno delo zaposlenih. Nova transportna enota je opremljena s posebnim sistemom s stikali, kar prikazuje spodnja slika (označeno s črno črto), ki zagotavlja učinkovit in varen prenos palic na stroj. Ta sistem preprečuje stiskanje prstov in poškodbe

materiala med prenosom, kar zmanjšuje možnosti za napake in izboljšuje kakovost izdelka vsaj za 5 %. Poleg tega se zmanjšuje tudi tveganje za poškodbe zaposlenih med delom.



Slika 32: Prikaz stikal na Truninger-ju 400T

Vir: Lastni vir.

Sprememba postopka proizvodnje je prinesla številne pozitivne učinke. Produktivnost proizvodnje se je povečala, saj je stroj sedaj sposoben obravnavati večji obseg proizvodnje. Poleg tega so zaposleni sedaj manj obremenjeni z ročnim delom, kar izboljšuje njihovo udobje in zmanjšuje možnosti za poškodbe pri delu. Skupaj z večjo varnostjo in kakovostjo izdelka so te spremembe pomembno prispevale k izboljšanju celotnega proizvodnega procesa na stroju Truninger 400T.



Slika 33: Prikaz izboljšave cikla

Vir: Lastni vir.

5.3 *Analiza tveganja*

Pri izvedbi analize tveganja transporterja bi se osredotočili na potencialna tveganja, ki bi lahko vplivala na njeno konstruiranje, izdelavo, delovanje ali varnost. Tu je nekaj možnih tveganj, ki jih lahko vključite v analizo:

Tehnična tveganja: Lahko vključujejo napake pri konstruiranju mize, napačno izvedbo metodnega plana, slabo izbiro materialov ali komponent, kar lahko privede do pomanjkljive funkcionalnosti ali slabše kakovosti končnega izdelka.

Proizvodna tveganja: Tveganja v proizvodnem procesu vključujejo zamude pri dobavi materialov, napake pri izvajanju postopkov obdelave, napake pri montaži ali slabo usklajenost med različnimi fazami proizvodnje, kar lahko privede do podaljšanja časa izdelave ali pomanjkljive kakovosti izdelka.

Logistična tveganja: Lahko vključujejo težave pri transporterju, kot so poškodbe med prevozom, izguba ali zamuda pri dostavi ter slaba prilagodljivost za različne načine transporta, kar lahko vpliva na dobavne roke ali celo povzroči izgubo izdelka.

Varnostna tveganja: Tveganja v zvezi z varnostjo lahko vključujejo neustrezno varovanje delovnih procesov, nepravilno uporabo opreme, možnost poškodb pri delu ali neupoštevanje varnostnih predpisov, kar lahko povzroči poškodbe ali nesreče.

Finančna tveganja: Vključujejo tveganja povezana z neustrezno oceno stroškov projekta, prekoračitvijo proračuna, nestabilnimi cenami surovin ali nihanjem tečaja valute, kar lahko vpliva na donosnost projekta ali povzroči finančne težave.

Pri analizi tveganj je pomembno prepoznati in oceniti verjetnost in resnost vsakega tveganja ter identificirati ustrezne ukrepe za obvladovanje in zmanjševanje teh tveganj. To lahko vključuje uporabo preventivnih ukrepov, vzpostavitev nadzornih mehanizmov, izvajanje testiranja in preverjanja kakovosti ter zagotavljanje ustrezne dokumentacije in usposabljanja zaposlenih.

Tabela 7: Ocena tveganja

OCENA TVEGANJA po možnih nevarnostih EN ISO 12100:2010			tip stroja :	Transporter za dodajanje palic	ocenitev opravil :	Jan Marguč					
			tov. št. :		datum :	feb.23					
tveganje			ukrep / opis rešitve		upoštevan standard	ocenitev tveganja					komentar
skupina	izvor nevarnosti	posledice				R	V1	V2	V3	T	
1. Mehanske nevarnosti											
1.1.	pospeševanje, zmanjševanje hitrosti	biti povožen, vržen	ustavitev roke, napačni	ISO 13857 : 2019	7	2	1	1	28		
1.2.	približevanje gibljivih delov k nepomičnim	zmečkanje, prepletanje, ujetje zdrobitev	nastavitev parametrov stroja, omejene z končnimi stikali	ISO 13854 : 2017	9	2	1	1	36		
1.3.	padajoči predmeti	zmečkanje, zdrobitev	ukrep je opisan v navodilih	ISO 14120 : 2016	7	2	1	1	28		
1.4.	gibljivi elementi	zmečkanje, zdrobitev	oddajenost od gibljivih delov	ISO 14120 : 2016	7	2	1	1	28		
1.5.	vrteči elementi	ujetje, zmečkanje	zaščiten del z varovalno	ISO 14120 : 2016	7	2	1	1	28		
2. Električne nevarnosti											
2.3.	elektrostatični pojavi	električni udar	vgrajene zaščite	EN 60204-1:2018 ISO 13850 : 2015	9	1	1	1	27		
2.4.	deli pod napetostjo	električni udar, opekline	upoštevati navodila		9	1	1	1	27		
2.6.	preobremenitev	opekline, padec	zaščita proti preobremenitvi		4	1	3	1	20		
2.7.	deli, ki so pod napetostjo zaradi napake	električni udar, opekline	v primeru napake ni zagona stroja		9	1	1	1	27		
2.8.	kratak stik	električni udar	ustavitev stroja		9	1	1	1	27		
2.9.	toplotno sevanje	opekline	obvezna uporaba rokavic		7	1	1	1	21		
5. Nevarnost zaradi vibracij											
5.1.	– neujemanje gibljivih delov	nelagodje, poškodbe	nujna ustavitev in pregled stroja		2	2	1	1	8		
5.4.	– neuravnoteženi vrteči deli	nelagodje, poškodbe	nujna ustavitev in pregled stroja		2	2	1	1	8		
5.6.	– obrabljeni deli	nelagodje poškodbe	nujna ustavitev in menjava delov		2	2	1	1	8		
7. Nevarne snovi											
7.3.	prah	poškodba, preobčutljivost	upoštevati navodila za čiščenje						0	ni	
7.7.	tekočine	korozija, bolezen	upoštevati navodila za tekočine						0	nevarnost	
8. Ergonomske nevarnosti											
8.1.	dostop	neugodje	dostop urejen po navodilih	ISO 6385:2016	1	2	3	1	6		
8.2.	načrtovanje ali lokacija kazalnikov in vizualnih prikazovalnikov	neugodje	načrtovanje in lokacija narjena v skladu s standardom	ISO 6385:2016	1	2	5	1	8		
8.3.	načrtovanje, umeščanje ali identifikacija krmilnih naprav,	neugodje	načrtovanje in lokacija narjena v skladu s standardom	ISO 6385:2016	1	2	5	1	8		
8.5.	utripanja, bleščanje, senca, stroboskopski učinek	zaslepitev	upoštevati navodila za pravilno osvetlitev okrog stroja						0	III nevarnost	
8.6.	lokalna razsvetljava	utrujenost	čim več dnevne svetlobe		1	2	3	1	6		
8.8.	drža	mišično kostne bolezni	navodila za delo, preproga		3	2	5	1	24		
8.9.	ponavljajoči se gibi	mišično kostne bolezni	navodila za delo		3	2	5	1	24		
8.10.	vidljivost	druge nevarnosti	upoštevati navodila za vidljivost		3	2	5	1	24		
9. Nevarnosti povezane z okoljem v katerem stroj deluje											
9.1.	prah in megla	padci, zdrsi	upoštevati navodila za čiščenje		4	2	1	1	16		
9.2.	elektromagnetne motnje	druge nevarnosti	deli so zaščiteni	EN 61000-6-3 : 2021	2	1	1	1	6		

Vir: Lastni vir.

5.4 Izračun produktivnosti transporterja

Izračuni produktivnosti transporterja temeljijo na merjenju učinkovitosti in izkoristka mize v proizvodnem procesu. Tu je nekaj ključnih kazalnikov produktivnosti, ki se jih da izračunati:

Obratovalni čas: Izračuni skupnega obratovalnega časa mize v določenem časovnem obdobju. To je čas, ko je miza dejansko v uporabi za nalaganje in prevoz predmetov.

Skupni obratovalni čas v tednu = 24 ur/dan x 5 dni = 120 ur.

To pomeni, da je transporter na voljo, da deluje skupno 120 ur v enem tednu.

Proizvodna zmogljivost: Izračuni skupnega števila predmetov, ki jih je miza sposobna transportirati v določenem časovnem obdobju. Ta kazalnik meri količino dela, ki ga miza lahko opravi v določenem času.

Transporter po podatkih s Slike 35 transportira 30 palic v približno 2 urah.

Približno število transportiranih palic v 7,5 urah = $(30 \text{ palic} / 2 \text{ ur}) \times 7,5 \text{ ur} = 112,5 \text{ palic}$.

$*(30 \text{ palic} / 2 \text{ ur})^* =$ podatki s Slike 35.

Na podlagi teh ocenjenih vrednosti lahko zaključimo, da bo transporter v približno 7,5 urah transportiral okoli **113 palic**.

Vendar je treba opozoriti, da so to ocene in da dejansko število transportiranih palic lahko variira glede na dejanske pogoje delovanja, učinkovitost in zmogljivost mize. Prav tako je pomembno upoštevati morebitne spremembe v učinkovitosti sistema, ki lahko vplivajo na dejansko število transportiranih palic.

Čas cikla: Izračuni povprečnega časa, ki ga miza porabi za dokončanje enega cikla nalaganja in transporta.

Glede na podatke s Slike 35, da transporter za eno palico porabi **2 minuti**, lahko sklepamo, da v tem času miza izvede transport palice na natezni stroj in jo stroj poravna.

Pomembno je upoštevati, da se lahko dejanski čas za obdelavo posamezne palice razlikuje glede na različne dejavnike, kot so debelina, dolžina in trdnost palic.

Stroški dela: Izračuni stroškov dela, ki so povezani z uporabo transporterja. To vključuje stroške plač zaposlenih, ki upravljajo mizo, ter morebitne dodatne stroške za usposabljanje ali vzdrževanje.

Pred izvedbo mize sta na stroju delovala dva zaposlena. Z izvedbo mize pa je omogočeno, da lahko stroj posluhuje le en zaposlen. Ta sprememba je odvisna od ukrivljenosti palic pred ravnalnim ciklom. V primeru, ko so palice manj ukrivljene, je možno delovanje stroja in posluhujevanje izvajati samo z enim zaposlenim. Vendar pa, e so palice zelo ukrivljene, lahko zahtevajo veo prisotnost in sodelovanje dveh zaposlenih pri posluhujevanju stroja. Zato teh izraunov ne moremo izvesti.

5.5 Primerjava asov proizvodnje prej in po uvedbi transporterja

Da bi primerjali as proizvodnje pred in po uvedbi transporterja, je treba zbrati ustrezne podatke pred in po uvedbi mize ter izvesti primerjalno analizo. V spodnjih dveh slikah je prikazan primerjalni as prej in po uvedbi mize. Menjave so po vsaki 6 poravnani palici.

DelovniNa	LetoDN	TRE	Sarza	Zlitina	Stanje	Izdelek	IzdelekOpi	StProfila	Dosezeno	Dim.Znotr	Datum	Podrobnosti		
69320	2021	8866	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 02:11	Podrobnosti	zaetek	
69320	2021	8865	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 NE	DA		6.12.2021 02:15	Podrobnosti	2	
69320	2021	8865	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 02:18	Podrobnosti	3	
69320	2021	8865	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 02:11	Podrobnosti	4	
69320	2021	8865	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 02:14	Podrobnosti	5	
69320	2021	8861	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 NE	DA		6.12.2021 02:17	Podrobnosti	menjava	22
69320	2021	8861	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 02:39	Podrobnosti	zaetek	
69320	2021	8861	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 02:43	Podrobnosti	2	
69320	2021	8861	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 02:46	Podrobnosti	3	
69320	2021	8860	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 NE	DA		6.12.2021 02:49	Podrobnosti	4	
69320	2021	8860	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 02:52	Podrobnosti	5	
69320	2021	8860	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 02:55	Podrobnosti	menjava	15
69320	2021	8860	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:10	Podrobnosti	zaetek	
69320	2021	8860	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:14	Podrobnosti	2	
69320	2021	8859	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:17	Podrobnosti	3	
69320	2021	8859	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:20	Podrobnosti	4	
69320	2021	8859	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:23	Podrobnosti	5	
69320	2021	8859	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:27	Podrobnosti	menjava	17
69320	2021	8857	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:44	Podrobnosti	zaetek	
69320	2021	8857	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:48	Podrobnosti	2	
69320	2021	8857	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:51	Podrobnosti	3	
69320	2021	8857	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 03:54	Podrobnosti	4	
69320	2021	8855	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 NE	DA		6.12.2021 03:57	Podrobnosti	5	
69320	2021	8855	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 04:00	Podrobnosti	menjava	21
69320	2021	8855	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 04:21	Podrobnosti	zaetek	
69320	2021	8856	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 04:25	Podrobnosti	2	
69320	2021	8856	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 04:28	Podrobnosti	3	
69320	2021	8856	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 04:31	Podrobnosti	4	
69320	2021	8856	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 04:34	Podrobnosti	5	
69320	2021	8856	315068	AC50	T1	64	Kovana pa	0 DA	DA		6.12.2021 04:37	Podrobnosti	konec	

Slika 34: Primerjalni as pred izvedbo transporterja

Vir: Lastni vir.

DelovniNa	LetoDN	TRE	Sarza	Zlitina	Stanje	Izdelek	IzdelekOpi	StProfila	DosezenoI	Dim.Znotr	Datum	Podrobnosti		
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 08:42	Podrobnosti	začetek	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 08:45	Podrobnosti	2	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 08:47	Podrobnosti	3	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 08:49	Podrobnosti	4	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 08:51	Podrobnosti	5	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 08:53	Podrobnosti	menjava	19
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:12	Podrobnosti	začetek	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:15	Podrobnosti	2	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:17	Podrobnosti	3	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:19	Podrobnosti	4	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:21	Podrobnosti	5	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:23	Podrobnosti	menjava	13
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:36	Podrobnosti	začetek	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:39	Podrobnosti	2	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:41	Podrobnosti	3	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:43	Podrobnosti	4	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:45	Podrobnosti	5	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 09:47	Podrobnosti	menjava	16
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:03	Podrobnosti	začetek	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:06	Podrobnosti	2	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:08	Podrobnosti	3	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 11:10	Podrobnosti	4	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:12	Podrobnosti	5	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:14	Podrobnosti	menjava	16
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:30	Podrobnosti	začetek	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:33	Podrobnosti	2	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:35	Podrobnosti	3	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:36	Podrobnosti	4	
53337	2023	2009	343011	AC50	T1	64	Kovana pa	0	DA	DA	12.05.2023 10:39	Podrobnosti	5	
53337	2023	1985	342289	AC50	T1	64	Kovana pa	0	NE	DA	12.05.2023 11:41	Podrobnosti	konec	

Slika 35: Primerjalni čas po izvedbi transporterja

Vir: Lastni vir.

Podatki s Slike 34 prikazujejo, da je čas delovnega cikla pred izvedbo transporterja trajal **2:26 ur**. Podatki s Slike 35 prikazujejo, da je čas delovnega cikla po izvedbi transporterja trajal **1:59 ur**. Po uvedbi transporterja je prišlo do zmanjšanja časa delovnega cikla. Pred uvedbo transporterja je čas delovnega cikla trajal 2 uri in 26 minut, medtem ko je po uvedbi transporterja čas delovnega cikla znašal 1 uro in 59 minut. To pomeni, da je bil čas izvedbe delovnega cikla skrajšan za **27 minut**.

Zmanjšanje časa delovnega cikla je pomemben pokazatelj izboljšane produktivnosti in učinkovitosti proizvodnega procesa. Krajši čas delovnega cikla omogoča večjo hitrost proizvodnje, kar lahko vodi do večje proizvodnje na enoto časa. To pa lahko privede do povečanja izdelkov. Zmanjšanje časa delovnega cikla lahko prinese tudi druge koristi, kot so zmanjšanje stroškov dela, izboljšana prilagodljivost proizvodnega procesa ter zmanjšanje potencialnih časovnih zamud in zastojev v proizvodnji.

Podatki kažejo na pozitivne rezultate uvedbe transporterja, saj je bil dosežen krajši čas delovnega cikla. To potrjuje uspešnost mize pri izboljšanju produktivnosti in učinkovitosti proizvodnega procesa ter kaže na korist, ki jih prinaša v podjetje.

6 KONČNA ANALIZA

Končna analiza transporterja zajema celovito oceno njenega delovanja, uspešnosti in učinkovitosti v proizvodnem okolju. V nadaljevanju bom opredelil ključne vidike, ki so vključeni v končno analizo.

6.1 Učinkovitost in zanesljivost

Zaradi načina delovanja transporterja sta se učinkovitost in produktivnost bistveno povečali na samem stroju. To sta ključna dejavnika za izboljšanje poslovnih rezultatov in konkurenčnosti podjetja. S povečanjem učinkovitosti transportirane mize se lahko prihrani čas, saj omogoča hitrejša nalaganje in transportiranje predmetov. To lahko vodi do zmanjšanja časa proizvodnje, povečanja kapacitete in izboljšanja časovnih rokov dostave izdelkov.

Povečanje produktivnosti pa pomeni, da je miza sposobna opraviti več dela v istem časovnem obdobju. To lahko dosežejo različni dejavniki, kot so optimizacija postopkov, zmanjšanje izgubnega časa, avtomatizacija procesov ali izboljšanje ergonomije mize, kar omogoča boljše izkoriščanje časa in virov.

Povečanje učinkovitosti in produktivnosti transporterja na stroju lahko prinese številne koristi, kot so:

Povečanje proizvodne zmogljivosti: Z večjo učinkovitostjo mize lahko povečate število predmetov, ki jih lahko stroj transportira v določenem časovnem obdobju, kar omogoča večjo proizvodno zmogljivost.

Rezultat:

Pred izvedbo je transporter transportiral **90 palic**.

Po izvedbi se je število povečalo na **113 palic**.

Zmanjšanje časa cikla: Hitrejša nalaganje in transportiranje predmetov z mizo omogoča zmanjšanje časa cikla, kar vodi v večjo učinkovitost in hitrejšo proizvodnjo.

Zmanjšanje napak: Transporter lahko pomaga zmanjšati napake pri nalaganju in transportu predmetov, kar vodi do boljše kakovosti izdelkov in zmanjšanje stroškov popravil ali zavrnitev.

Povečanje fleksibilnosti: Z učinkovitostjo transporterja je mogoče lažje prilagoditi proizvodne procese in se hitreje odzvati na spremembe v povpraševanju ali zahtevah strank.

Izboljšanje varnosti: Transporter je zasnovan z varnostnimi vidiki, kar pripomore k zmanjšanju tveganja za poškodbe ali nesreče pri nalaganju in transportu predmetov.

6.2 Kvaliteta in zanesljivost

Povečanje kakovosti in zanesljivosti sta ključna dejavnika za zagotavljanje visokega standarda izdelkov ter zaupanja in zadovoljstva strank.

Povečanje kakovosti pomeni, da so izdelki, ki so obdelani s pomočjo transporterja, bolj natančni, enakomerni in brez napak. Transporter lahko prispeva k zmanjšanju poškodb materiala, neustreznosti ali napak pri obdelavi ter zagotavlja bolj dosledne rezultate. To lahko vodi do izboljšane kakovosti izdelkov, manj reklamacij in večje zadovoljstvo strank.

Povečanje zanesljivosti pa pomeni, da je transporter zanesljiv in stabilen v svojem delovanju. To vključuje zanesljivo delovanje v različnih pogojih, odpornost na okvare, dolgo življenjsko dobo ter nizko stopnjo izpadov ali nedelovanja. Zanesljiv transporter prispeva k nemotenemu delovanju proizvodnega procesa, zmanjšanju zastojev in izgube časa ter večji produktivnosti.

Povečanje kakovosti in zanesljivosti transporterja na stroju prinaša številne koristi, kot so:

Izboljšana kakovost izdelkov: Transporter omogoča bolj natančno in zanesljivo obdelavo materiala, kar vodi v visoko kakovostne izdelke in manj napak.

Zmanjšanje odpadkov: S povečano kakovostjo transporterja se zmanjša število napak in neustreznih izdelkov, kar zmanjšuje količino odpadkov in stroške zavržene proizvodnje.

Zvišanje zaupanja strank: Zanesljivost transporterja vodi k večji zanesljivosti izdelkov, kar krepi zaupanje strank v kakovost vaših izdelkov in povečuje zadovoljstvo strank.

Daljša življenjska doba opreme: Transporter, ki je zanesljiv in kakovosten, ima običajno daljšo življenjsko dobo, kar zmanjšuje potrebo po pogostem vzdrževanju ali zamenjavi opreme.

Izboljšanje ugleda podjetja: Visoka kakovost in zanesljivost na stroju, dosežena s transportirano mizo, krepi ugled podjetja v industriji ter privablja nove stranke in poslovne priložnosti.

Povečanje kakovosti in zanesljivosti transporterja na stroju ima lahko dolgoročne pozitivne učinke na poslovanje podjetja, saj krepi konkurenčnost, povečuje zadovoljstvo strank in prispeva k dolgoročnemu uspehu podjetja.

6.3 Varnost

Ko analiziramo varnost transporterja, je ključno prepoznati potencialna tveganja in izvajati ustrezne ukrepe za zagotovitev varnega delovnega okolja. Tu je nekaj pomembnih vidikov, ki jih je treba vključiti v analizo varnosti transportirane mize:

Identifikacija nevarnosti: Preučite transporterja in identificirajte morebitne nevarnosti, povezane z njenim delovanjem. To lahko vključuje tveganja za poškodbe pri nalaganju ali razkladanju predmetov, morebitne nevarne gibe mize, izpostavljenost nevarnim snovem ali nevarnosti z električnimi komponentami.

Ocena tveganj: Izvedite oceno tveganj za ugotovljene nevarnosti. Ta postopek vključuje oceno verjetnosti, da se nevarnost zgodi, in resnosti morebitnih posledic. Na podlagi teh ocen lahko določimo prioritete za izvajanje ukrepov za zmanjšanje tveganj.

Izvajanje varnostnih ukrepov: Na podlagi ocene tveganj izvedimo potrebne varnostne ukrepe. To lahko vključuje namestitev zaščitnih ograj, uporabo varnostnih stikal ali senzorjev za zaznavanje nevarnih situacij, izobraževanje in usposabljanje zaposlenih glede varne uporabe mize ter zagotavljanje ustrezne osebne varovalne opreme.

Skladnost s standardi: Preverimo, ali transporter izpolnjuje vse varnostne standarde in predpise, ki veljajo v vašem področju. To vključuje ustrezno označevanje, dokumentacijo in potrdila, ki potrjujejo skladnost z varnostnimi zahtevami.

Redno vzdrževanje: Zagotovimo redno vzdrževanje transporterja in preglede, da se prepreči morebitne okvare ali napake, ki bi lahko ogrozile varnost. Prav tako je pomembno, da redno preverjamo in vzdržujemo varnostne naprave, kot so zavorne naprave ali zaščitne ograje.

Izobraževanje in ozaveščanje: Izvedimo ustrezna usposabljanja in izobraževanja za zaposlene, ki bodo uporabljali transporterja. Osvestite jih glede potencialnih tveganj, pravilne uporabe mize in postopkov ravnanja v primeru nevarnih situacij. S tem povečamo njihovo zavedanje o varnosti in zmanjšamo možnosti nesreč.

Pomembno je, da varnost transporterja ostane osrednji vidik pri delovanju podjetja. Redno preverjajte in ocenjujte varnostne ukrepe ter izboljšujte postopke, če je potrebno. S tem bomo zagotovili varno delovno okolje za zaposlene in zmanjšali tveganja za poškodbe ali nezgode.

6.4 Koristi za poslovanje

Uvedba transporterja prinaša številne koristi za poslovanje podjetja. Nekatere pomembne koristi vključujejo:

Povečana produktivnost: Transporter omogoča učinkovitejšo obdelavo materialov in prenos predmetov na stroju. To lahko vodi do povečanja produktivnosti proizvodnega procesa, saj se zmanjša čas, potreben za nalaganje in razkladanje. S tem smo povečali produktivnost za **25 %**. Kako smo prišli do tega rezultata, bom izračunal s križnim izračunom v nadaljevanju.

Pred izvedbo se je lahko naredilo 90 palic.

Po izvedbi bi se lahko naredilo 113.

90 palic.....100 %

113 palic.....? %

=125 %

Izboljšana kakovost izdelkov: Transporter omogoča natančno in zanesljivo obdelavo materialov, kar vodi v boljše rezultate in višjo kakovost končnih izdelkov. To prispeva k zadovoljstvu strank in krepi ugled podjetja.

Zmanjšanje stroškov: Uvedba transporterja lahko prinese zmanjšanje stroškov proizvodnje. Učinkovitejše ravnanje z materiali, zmanjšanje napak in zavrženih izdelkov ter večja produktivnost lahko vodijo do zmanjšanja stroškov dela in materiala.

Optimizacija delovnega procesa: Transporter omogoča boljšo organizacijo in pretok materialov na stroju. To omogoča optimizacijo delovnega procesa, zmanjšanje časa prekinitve in večjo učinkovitost proizvodnje.

Večja fleksibilnost: Transporter omogoča enostavno prilagajanje postavitve in prilagajanje različnim proizvodnim potrebam. To omogoča večjo fleksibilnost in prilagodljivost proizvodnega procesa ter hitrejšo prilagoditev na spremembe na trgu.

Povečanje varnosti: Transporter lahko prispeva k izboljšanju varnosti na delovnem mestu. Zanesljivo premikanje materialov in boljša zaščita pred morebitnimi nevarnostmi zmanjšujeta tveganje za poškodbe in nesreče ter izboljšujeta delovno okolje.

Konkurenčna prednost: Uvedba transporterja lahko podjetju zagotovi konkurenčno prednost na trgu. S povečano produktivnostjo, izboljšano kakovostjo izdelkov in nižjimi stroški podjetje pridobiva konkurenčno prednost pred drugimi podjetji v panogi.

Vse te koristi prispevajo k bolj učinkovitemu in uspešnemu poslovanju podjetja ter povečujejo možnosti za rast in razvoj na trgu.

6.5 Uporabniške izkušnje

Uvedba transporterja lahko pomembno vpliva tudi na uporabniško izkušnjo zaposlenih in drugih vpletenih oseb. Nekatere koristi za uporabniško izkušnjo vključujejo:

Enostavna uporaba: Transporter je oblikovan tako, da omogoča enostavno uporabo in upravljanje. Sistematična postavitev kontrol in uporabniku prijazni vmesniki omogočajo zaposlenim, da hitro in učinkovito obvladujejo delovanje mize brez zapletov.

Zmanjšanje fizičnega napora: Transporter olajša premikanje in prenašanje težkih predmetov z dodanimi vmesniki. To zmanjšuje fizično obremenitev zaposlenih in zmanjšuje tveganje za poškodbe mišično-skeletnega sistema.

Večja varnost: Transporter je opremljen z varnostnimi mehanizmi in zaščitnimi napravami, ki zmanjšujejo tveganje za poškodbe pri uporabi. To zagotavlja večjo varnost zaposlenih in zmanjšuje možnost nesreč.

Izboljšana ergonomija: Transporter je oblikovan z mislijo na ergonomijo, kar pripomore k udobju in pravilnemu delovnemu položaju uporabnikov. Pravilna višina, dostopnost kontrol in ergonomsko oblikovani ročaji omogočajo boljše delovne pogoje in zmanjšujejo utrujenost.

Hitrejši in bolj zanesljiv proces dela: Izvedba transporterja omogoča bolj tekoče in učinkovitejše delo. Zmanjšanje časa nalaganja in razkladanja ter boljša organizacija procesa prispevata k hitrejšemu izvajanju nalog in povečani produktivnosti. V mojem primeru se je za enak cikel pred in po izvedbi mize časovno skrajšal za **27 minut**.

Boljša sledljivost in nadzor: Transporter lahko omogoča sledenje premikov in stanja predmetov med proizvodnim procesom. To omogoča boljši nadzor nad delovnim tokom, optimizacijo proizvodnje in izboljšanje sledljivosti v primeru morebitnih težav ali napak.

7. SKLEP

V diplomski nalogi z naslovom Transporter za dodajanje palic na Truninger 400T smo najprej opredelili problem, na podlagi katerega smo si zastavili cilje, predpostavke in omejitve, s katerimi smo se srečali. Predstavili smo podjetje Impol in znotraj podjetja, kakšen je postopek izdelave aluminijastih palic in postopek stiskalništva.

V nadaljevanju smo se posvetili analizi učinkov transporterja na procese v podjetju. Preučili smo vpliv mize na produktivnost delovnega procesa ter analizirali izboljšanje kakovosti izdelkov z uporabo mize. Prav tako smo preverili varnostno učinkovitost mize in identificirali morebitne varnostne izboljšave.

Poleg tega smo ocenili tudi ekonomske učinke uvedbe transporterja. Analizirali smo donosnost investicije ter pričakovane prihranke. Tako smo pridobili vpogled v ekonomsko plat uvedbe mize in ugotovili, ali je ta finančno upravičena ter dolgoročno koristna za podjetje.

Celoten proces raziskave, razvoja in analize v naši diplomski nalogi je prispeval k pridobivanju znanja o transporterja, njegovem vplivu na procese, kakovost, varnost ter ekonomsko plat. Hkrati pa smo razširili tudi razumevanje delovanja podjetja Impol in postopkov, ki se izvajajo v diviziji.

Cilj diplomskega dela je bil zagotoviti celovit transporter, opisati njegovo delovanje, predstaviti izboljšave, ki jih prinaša, ter oceniti njegov vpliv na varnost, kakovost, procese in uspešnost podjetja. S tem je delo prispevalo k strokovnemu znanju na področju industrijskega inženiringa ter predstavilo praktične primere izboljšav in njihovih učinkov v realnem podjetju.

Predhodno zastavljene cilje smo dosegli delno v celoti, kar kaže na uspešno izvedbo raziskave ter analize.

H1: Transporter za dodajanje palic bo izboljšal varnost na delovnem mestu.

Transporter za dodajanje palic na Truninger 400T prispeva k izboljšanju varnosti na delovnem mestu zaradi novega načina delovanja procesa, ki vključuje stikala na konzoli stroja. S tem se zagotavlja večja kontrola in varnost pri uporabi mize. Na konzoli stroja so nameščena stikala, ki omogočajo enostavno upravljanje in nadzor nad delovanjem transportne mize. Zaposleni lahko preprosto uporabljajo ta stikala za vklop in izklop mize ter upravljanje njene premičnosti in funkcij. To omogoča boljšo nadzorljivost nad procesom nalaganja ter zmanjšuje možnost neželenih dogodkov ali poškodb. Z namestitvijo stikal lahko potrdimo hipotezo, ker je to omogočilo večjo varnost na delovnem mestu.

H2: Zaradi transporterja se predvideva izboljšanje kakovosti izdelka za 5 %.

Uvedba transporterja za dodajanje palic na Truninger 400T v proizvodni proces je predvidevala izboljšanje kakovosti izdelka za 5 %. To izboljšanje je posledica več dejavnikov, ki jih miza omogoča v proizvodnem procesu. Ena od ključnih prednosti transportne mize je natančnost in doslednost pri premikanju in manipulaciji izdelkov. Miza zagotavlja stabilno in ravno površino ter natančno pozicioniranje izdelkov med procesom nalaganja. To bi lahko zmanjšala možnost premikov, zdrsov ali nepravilnih pozicij izdelkov, kar bi lahko posledično vodilo v boljšo kakovost končnega izdelka. Vendar ob upoštevanju predhodnih operacij trenutno ne moremo zagotoviti spremembe kakovosti na izdelku, zato lahko ovržemo to hipotezo.

H3: Zaradi načina delovanja mize se bo zmanjšalo število zastojev.

Uvedba transporterja za dodajanje palic na Truninger 400T je prispevala k zmanjšanju števila zastojev v proizvodnem procesu. Način delovanja mize omogoča bolj tekoč in nemoten prehod proizvodnega cikla, kar zmanjšuje verjetnost zastojev ali zadržkov v proizvodnem toku. Transporter omogoča enostavno in zanesljivo premikanje izdelkov na sami mizi. Zaradi svoje oblikovane površine, mehanizmov za pritrditev in natančnih premikov lahko miza zagotavlja gladko in neprekinjeno gibanje izdelkov skozi proizvodni proces. Zato lahko to hipotezo potrdimo.

H4: Zaradi načina delovanja mize se bodo zmanjšale poškodbe na materialu.

Uvedba transporterja za dodajanje palic na stroju Truninger 400T bi lahko zagotovila zmanjšanje poškodb na materialu v proizvodnem procesu. Način delovanja mize je zasnovan tako, da zagotavlja varno in nežno ravnanje z izdelki med manipulacijo, kar zmanjšuje tveganje

za poškodbe materiala. Transportna miza je oblikovana tako, da zagotavlja stabilno in ravno površino za premikanje in polaganje izdelkov. To omogoča enakomerno porazdelitev obremenitve in zmanjšuje možnost deformacij, prask ali drugih poškodb materiala med premikanjem. Vendar zaradi predhodnih operacij ne moremo zagotoviti, da se bodo z novim načinom delovanja mize zmanjšale poškodbe na materialu.

H5: Z novo metodo delovanja cikla bo transporter dosegal manjšo obremenitev delovnega procesa zaposlenega in večjo produktivnost delovnega procesa.

Uvedba nove metode delovanja cikla s transportno mizo na stroju Truninger 400T je pripomogla k zmanjšanju obremenitev delovnega procesa zaposlenega in povečanju produktivnosti celotnega delovnega procesa za **25 %**. Z novo metodo delovanja lahko potrdimo to hipotezo. Transportna miza omogoča optimizacijo in avtomatizacijo delovnih korakov, ki jih je prej izvajal zaposleni. Namesto da bi zaposleni ročno prenašal in premikal izdelke med različnimi fazami proizvodnje, transportna miza opravlja ta opravila s stikali. To zmanjšuje fizično obremenitev zaposlenega, saj večino težkega premikanja izdelkov prevzame miza.

8 VIRI IN LITERATURA

- E.Rošer. (2006). *lastnosti aluminjevih avtomatih zlitin s kositrom*. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta.
- Gracej, T. (2015). *rekonstrukcija dodajalnih okroglih surovcev na 28MN stiskalnici za namene zmanjšanja mrtvega časa med cikli*. Maribor: Fakulteta za strojništvo.
- Janžič, M. (2019). *optimizacija postopka menjave na 20MN stiskalni liniji*. Maribor: academia.
- Leva, M. (2023). *optimizacija pakirne linije v podjetju X*. Maribor: academia.
- Podjetje Impol* (julij, 2023). Pridobljeno s <https://www.impol.si/podjetje-impol>.
- Podjetje Impol, zgodovina* (julij, 2023). Pridobljeno s <https://www.impol.si/podjetje-impol/zgodovina>.
- Podjetje Impol, stiskani izdelki* (julij, 2023). Pridobljeno s <http://www.impol.si/izdelki/stiskani-izdelki>.
- Podjetje Impol, palice in cevi* (julij, 2023). Pridobljeno s <http://www.impol.si/izdelki/stiskani-izdelki/palice-in-cevi>.
- Podjetje Impol, profili* (julij, 2023). Pridobljeno s <http://www.impol.si/izdelki/stiskani-izdelki/profili>.