

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

**OPTIMIZACIJA TEHNOLOGIJE IZDELAVE
VISOKOTLAČNEGA VENTILA**

Kandidat: Dušan Jovanović

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: strojništvo

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

Mentor v podjetju: Matevž Pisnik, dipl. inž. mehatr.

Lektorica: Anja Lipovšek, prof. slov.

Maribor, 2023

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Dušan Jovanović sem avtor diplomskega dela z naslovom Optimizacija tehnologije izdelave visokotlačnega ventila, ki sem ga napisal pod mentorstvom Dragana Gogića, mag. inž. metal. in mater.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

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

Maribor, februar 2024

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Draganu Gogiću, mag. inž. metal. in mater., za podporo in pomoč čez celotno diplomsko delo, in Matevžu Pisniku, dipl. inž. mehatr., mentorju v podjetju, za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi svojemu šefu, kolegu in vodji strojne obdelave Alenu Čiću. Zahvala prav tako velja podjetju Ecom Ruše, d. o. o., za vso podporo in dovoljenje za uporabo internega gradiva skozi celoten proces izdelave diplomskega dela.

POVZETEK

Na začetku samega diplomskega dela vas bom seznanil z izbrano temo oziroma diplomskim delom z naslovom „Optimizacija tehnologije izdelave ohišja visokotlačnega ventila“.

Diplomsko delo obravnava preiskavo, prezentacijo in značilnosti ventilov. V diplomskem delu poudarjamo optimizacijo tehnologije izdelave ohišja visokotlačnega ventila.

Na samem začetku bomo pojasnili, kaj so to ohišja ventila in kakšen je njihov namen. Ohišje je glavni del ventila, ki ima komponente za regulacijo fluida pod zvišanim tlakom. Visokotlačni ventil se uporablja predvsem v sektorjih velikih industrij, ki se ukvarajo s plini, nafto, energetiko, kemijsko industrijo, vodo idr.

Ko pride do varnega in kakovostnega izdelka, potrebujemo tudi nove tehnologije izdelave, kar pomeni, da obravnavamo tudi krovno temo „DIGITALIZACIJA“.

Skladno z omenjenim ima optimizacija tehnologije izdelave ohišja visokotlačnih ventilov za cilj prikazati nadgradnjo starih metod z novostmi zaradi izboljšanja kakovosti, učinkovitosti, časa izdelave in same cene izdelka – prihraniti čas; kako z uporabo CNC-stroja in spremembo materiala dosežemo izboljšane procese. Optimizacija lahko prav tako vsebuje uporabo sodobnih metod: dizajniranje, simulacijo, izbiro materiala in proces izdelave.

Z uspešno optimizacijo dosežemo izboljšane rezultate daljše dobe uporabnosti visokotlačnih ventilov in znižanje stroškov izdelave; s tem dosežemo posebno mesto na trgu in postanemo konkurenčni ali dobimo prednost podjetja, ki se ukvarja z izdelavo teh ventilov.

Skupno gledano bo to diplomsko delo ne samo prikazalo, temveč tudi pomagalo, da vsakemu od nas predstavi slikovit proces optimizacije enega izdelka; v našem primeru optimizacije tehnologije izdelave ohišja visokotlačnih ventilov. Rezultati same preiskave bodo lahko predstavljali širok pomen za industrijo in smernice za daljše raziskave in primere novih tehnologij za izdelavo več različnih izdelkov.

Ključne besede: *CNC-stroji, optimizacija, produktivnost, raziskava, učinkovitost*

ABSTRACT

„Optimisation of high-pressure valve manufacturing technology“

At the beginning of the thesis itself, I will introduce you to the chosen topic or thesis at the Academia higher professional school. The chosen topic is "Optimization of high-pressure valve manufacturing technology". My thesis pretty much has a key role in investigation, presentation and features. The focus of the thesis itself is on the optimization of the high-pressure valve housing manufacturing technology.

At the very beginning, we will tell you what valve housings are and what their purpose is. The housing is the main part of the valve, which has components for regulating the fluid under high pressure. The high-pressure valve is especially used in the sectors of large industries dealing with gas, oil, energy, chemical industry, water, etc. In order to achieve a safe and high-quality product, we also need new production technologies, which in my opinion also touch on the overarching theme of "DIGITALIZATION".

In accordance with the aforementioned, the optimization of high-pressure valve housing production technology aims to demonstrate the rewarding of old methods with new innovations due to the improvement of quality, efficiency, production time and the price of the product itself in terms of time saved. The same optimization includes the use of modern methods: design, simulation, material selection and manufacturing process.

With the successful application of optimization, we get immediately improved performance results of a longer service life of high-pressure valves, a reduction in production costs, thereby gaining a special place on the market and becoming a good competitor, or we gain an advantage over companies that are engaged in the production of these valves.

Overall, this thesis will show, but also help each of us to create a stylized process of optimizing one product. In our example, the optimization of the high-pressure valve housing production technology. The results of the investigation itself can be of great significance for the industry and can be used as guidelines for further research and the application of new technologies in the production of several different products.

Key words: *CNC machines, optimization, productivity, research, accuracy*

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD	10
1.1	Opis prostora in opredelitev problema	10
1.2	Namen, cilji in osnovne trditve	10
1.3	Osnovne trditve – hipoteze diplomskega dela	11
1.4	Predpostavke in omejitve.....	11
1.5	Uporabljene raziskovalne metode	12
2.	PREDSTAVITEV PODJETJA	13
2.1	Predstavitev podjetja ECOM Ruše d. o. o.....	13
2.2	Organizacija podjetja	15
2.3	Tehnologija strojne obdelave	16
	Strojni park	17
2.4		17
2.5	Opis programa	19
3.	PREDSTAVITEV IZDELKA.....	21
3.1	Smernice	22
3.1.1	Harmonizirani standardi:.....	22
3.1.2	Tehnični predpisi.....	23
3.1.3	Standardi.....	23
3.2	Specifikacija materiala	23
3.3	Dimenzioniranje varnostnih ventilov	27
4.	TEHNOLOGIJE OBDELAVE KOVIN PRI IZDELAVI VENTILOV	31
4.1	Vertikalno struženje.....	31
4.2	Rezkanje	33
4.3	Varjenje.....	36
4.3.1	Obločno varjenje	37

4.3.2	Mig/Mag varjenje.....	37
4.3.3	TIG varjenje	38
4.3.4	Zaščitno obločno varjenje (MMAW/MMA)	39
4.3.5	Obločno varjenje s polnjenjem	40
4.3.6	Varnost pri varjenju.....	41
4.4	Rezanje z laserjem	42
4.4.1	CO2 laserji	43
4.4.2	YAG laserji	44
4.4.3	Vlaknasti laserji.....	44
4.4.4	Prednosti laserskega rezanja	45
4.4.5	Slabosti laserskega rezanja.....	45
4.5	Upogib z valji	46
4.6	Kontrola kakovosti izdelave	49
4.6.1	Vmesna kontrola strojne obdelave.....	50
4.6.2	Kontrola s tekočimi penetranti (PT).....	52
4.7	Tlačni preizkus.....	54
5.	TEHNOLOGIJE PROCESA PRED IZBOLJŠAVO	57
5.1	Predvidena strojna obdelava izdelka	58
5.2	Strojna obdelava pred optimizacijo	61
5.3	Produktivnost.....	64
5.3.1	Normirano delo na izdelavi ohišja visokotlačnega ventila pred izboljšavo	64
6.	TEHNOLOGIJE PROCESA PO IZBOLJŠAVI.....	66
6.1	Nakup novega delovnega parka.....	67
6.1.1	Uporabljeno orodje pri optimizaciji.....	69
6.2	Produktivnost pri izboljšavi.....	71
6.3	Norma po izboljšavi procesa	72
7.	DIGITALIZACIJA.....	74

7.1 Outlook	74
8. SKLEP	77
9. VIRI IN LITERATURA	79

KAZALO SLIK

Slika 1: Logo ECOM Ruše d. o .o.	13
Slika 2: Reference paprine industrije	14
Slika 3: Reference predelava nerjave kov	14
Slika 4: Ref. farmacevtska industrija	15
Slika 5: Ref. toplotna tehnika	15
Slika 6: Organizacijska shema podjetja	16
Slika 7: Začetni zaslon Mastercam 2022	19
Slika 8: Ohišja visokotlačnega ventila	21
Slika 9: Varnostni ventil z ohišjem, ki ga izdelujemo	25
Slika 10: Varnostni ventil s pilotom.....	26
Slika 11: Preklopni ventil.....	26
Slika 12: Varnostni ventil.....	28
Slika 13: Preklopni ventil.....	28
Slika 14: Vertikalna stružnica TOS.....	33
Slika 15: Razlika med 3-osnimi in 5-osnimi rezkalnimi stroji	35
Slika 16: MIG/MAG varjenje	37
Slika 17: TIG varjenje	38
Slika 18: Obločno varjenje.....	39
Slika 19: Obločno varjenje s polnjenjem	40
Slika 20: Upogib s tremi valji	47
Slika 21: Vmesna kontrola z mikrometrom	50
Slika 22: Vmesna kontrola s paličnim mikrometrom za notranje premere	51
Slika 23: Kontrola z navojnim trnom za metrične navoje	52
Slika 24: Preizkus s penetranti 1	53
Slika 25: Preizkus s penetranti 2	53
Slika 26: Tlačni preizkus visokotlačnega ventila.....	55
Slika 27: Diagram prikaza seznama procesa izdelave	58

Slika 28: Deli risbe z označenimi dimenzijami za obdelavo	59
Slika 29: Deli risbe 2.....	59
Slika 30: Deli risbe 3.....	60
Slika 31: Deli risbe 4.....	60
Slika 32: Mehanični vrtalno/navojni stroj.....	61
Slika 33: Mehanična vertikalna stružnica	62
Slika 34: Vrtanje lukenj in navoja.....	63
Slika 35: Diagram CENA-ČAS-KAKOVOST	66
Slika 36: Rezkalni stroj KIHEUNG U900LT	67
Slika 37: Vpeto ohišje na mizo stroja pred obdelavo	68
Slika 38: Ohišje med obdelavo pri vertikalnem struženju	69
Slika 39: Sveder z obračalnimi ploščicami	69
Slika 40: Rezkar z namenom delovanja v Inox.....	70
Slika 41: Grezilo z obračalnim ploščicami	70
Slika 42: Vertikalna stružnica TOS 3.....	71
Slika 43: Logotip Outlook aplikacije	75

KAZALO TABEL

Tabela 1: Strojni park.....	17
Tabela 2: Zapisnik tlačnega preizkusa	56
Tabela 3: Tabela produktivnosti.....	65
Tabela 4: Tabela produktivnosti po optimizaciji	72

1. UVOD

1.1 Opis prostora in opredelitev problema

Izdelovanje nekega proizvoda je zaporedje več operacij ali več procesov, to so: nabava materiala, razrezovanje, varjenje, CNC-obdelava in kontrola končnega izdelka. V tem primeru imamo vedno procese, ki so bili uporabljeni v preteklosti; procese, ki jih trenutno uporabljamo in procese, ki jih bomo nadgrajevali in uporabljali kot izboljšane v prihodnosti. Mi se bomo lotili operacij ali procesov, ki so pomagali, da naša optimizacija pride do želene in izboljšane produktivnosti. Prav tako bomo opisali, kakšni so bili razvojni procesi in metode mehanske obdelave v preteklosti in predlagali svoje izboljšave.

Razvojni procesi in mehanska obdelava stremijo k temu, da z nabavo novih strojev lahko pridobimo natančnost in čas izdelave potrebne oprecije, ki je odvisna od mehanske obdelave. Pomembna je tudi razbremenitev delavca, saj lahko zaradi tega zmanjšamo napake, povzročene na osnovi človeških dejavnikov.

V diplomskem delu bomo prikazali optimizacijo in raziskavo, ki ju bomo namenili za našo proizvodnjo in samo dobavo. Najprej se bomo odločili za podoben material, ki ga dobimo v krajšem času in nižjo ceno, potem bomo mehansko obdelavo spremenili s povrtalnega stroja na CNC-rezkalni stroj, s katerim bomo skrajšali čas izdelave, izboljšali natančnost samega proizvoda in zmanjšali napake. S tem pa bomo dobili cenejše izdelke in izboljšali produktivnost.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomskega dela je raziskovanje in optimizacija tehnologije izdelave ohišja visokotlačnih ventilov zaradi zmanjšanja stroškov izdelave in izboljšanja samega procesa produktivnosti.

Glavni cilj tega raziskovanja je raziskati najugodnejše materiale za izdelavo ohišja visokotlačnih ventilov in metode same izdelave. S tem vključujemo različne tehnike obdelave, v našem primeru, kako smo z navadnimi stroji izdelovali na CNC-strojih. Z izbiro podobnega materiala ali spremembo dobavitelja materiala lahko korigiramo ceno izdelave zaradi hitrejša nabave materiala.

1.3 Osnovne trditve – hipoteze diplomskega dela

- H1: Uporaba varnostnih ventilov visokega pritiska in njihov namen
- H2: Obladovanje različnih tehnologij pri izdelavi izdelka
- H3: Čas procesa izdelave bo bistveno krajši kot pred optimizacijo izdelave (višji dobiček)
- H4: Amortizacija CNC-tehnologije in vpliv digitalizacije na proizvodnjo

Na koncu same optimizacije moramo imeti rezultate, ki se skladajo z izboljšanjem celotnega sistema proizvodnje, izboljšajo številko izdelave proizvoda na časovnem nivoju, zmanjšajo število napak, razbremenijo delavca in na koncu omogočijo nižje stroške izdelave.

1.4 Predpostavke in omejitve

Zaradi varnosti podatkov podjetja Ecom Ruše, d. o. o., ne bom navajal natančnih podatkov, ki so tesno povezani z naročnikom in podjetjem.

1.5 Uporabljene raziskovalne metode

- Metoda deskripcije (opisovanje določenih pojmov, dejstev in pojavov)
- Metoda kompilacije (uporaba izpiskov, citatov, navedb drugih avtorjev)
- Primerjalna metoda (primerjava enakih ali podobnih dejstev, ugotavljanje podobnosti in razlike med njimi)
- Metoda dedukcije (logično sklepanje na temelju splošnih zaznav)
- Metoda sinteze (oblikovanje zaključkov na osnovi lastnih spoznanj)

2. PREDSTAVITEV PODJETJA

2.1 Predstavitev podjetja ECOM Ruše d. o. o.



Slika 1: Logo ECOM Ruše d. o. o.

Vir: (ECOM Ruše d.o.o., 2022)

Ecom Ruše d. o. o. , katerega logotip prikazuje slika 1, je proizvodno podjetje, zasnovano leta 1991 s strani direktorja in ustanovitelja Darka Krčarja. Ukvarjamo se z izdelavo opreme, večinoma iz nerjavečega jekla in posebnih materialov, ki jih uporabljajo v kemični, farmacevtski, papirni in prehrambeni industriji. Podjetje se je specializiralo za izdelavo tlačnih in mešalnih posod, toplotnih izmenjevalcev in različnih rezervoarjev. Reference podjetja na različnih področjih nam prikazujejo slike od 2 do 5.

Z okoli 100 zaposlenimi in letno zmogljivostjo od preko 150 000 proizvodnih ur ima podjetje pomembno mesto na domačem in tujem trgu. Podjetje je internacionalno in imamo reference po celotni EU (D, CH, AUT, FIN, SLO).

Razpolagamo tudi z naslednjimi standardi:

- AD-HP0 in PED
- ASME
- EN ISO 9001:2015

- ISO14001:2015
- China national standards
- DIN EN ISO 3834 Part2:2021

Reference:

Papirna industrija:

ANDRITZ Graz		AUT
VOITH SL Pöthen		AUT
VOITH Heidenheim		D
VOITH Ravensburg		D
KUFFERATH		D
RINHAED		FIN
PALOMA Sladki vrh		SLO
KOLIČEVO Karlon		SLO
PAPIRNICA Vevče		SLO

Slika 2: Reference papirne industrije

Vir: (ECOM Ruše d.o.o., 2022)

Predelava nerjaveče pločevine:

MOTOMAN		D
VATECH HYDRO		AUT
FERACON		CH
AUTOMATIONSTECH.		AUT
ENCO		AUT
SIEMENS		AUT
TEAMTECHNIK		D
DÜRR		D
CMB		AUT

Slika 3: Reference predelava nerjave kov

Vir: (ECOM Ruše d.o.o., 2022)

Farmacevtska industrija:

SMB		AUT
LEK d.d.		SLO
NOVARTIS		CH
RÖSCHE		CH

Slika 4: Ref. farmacevtska industrija

Vir: (ECOM Ruše d.o.o., 2022)

Toplotna tehnika:

BUCO		D
MAG		AUT
HOFMANN		AUT
ALSTOM		CH

Slika 5: Ref. toplotna tehnika

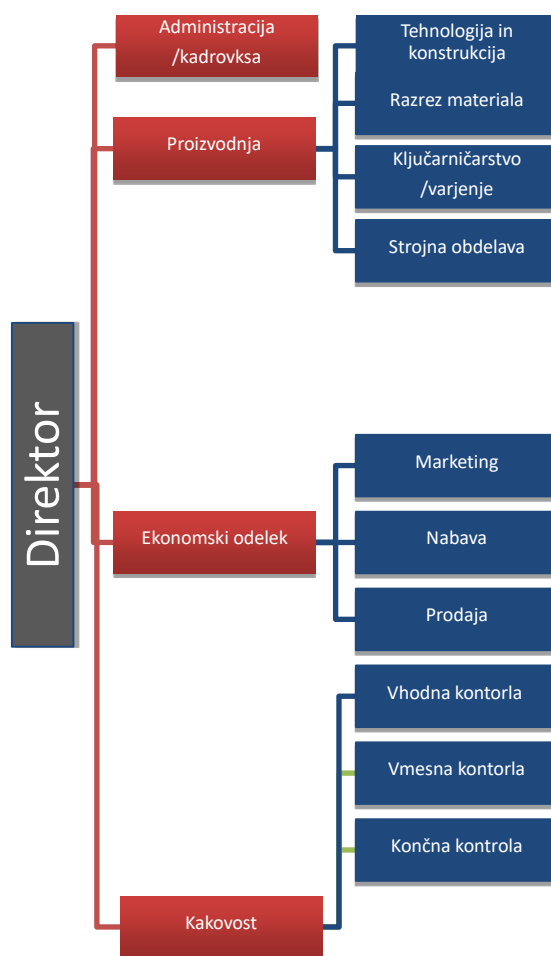
Vir: (ECOM Ruše d.o.o., 2022)

Proizvodne hale obsegajo več kot 6500 m² prostora, kjer se odvijajo različni proizvodni procesi. Proizvodnja zajema razrez materiala, upogib in krivljenje, prostor za ključavničarje, varilnice, mehansko obdelavo, skladišče materiala in prostore za peskanje, barvanje in kemično obdelavo površin. Tehnični del podjetja je ločen na konstrukcijo in tehnologijo, programerje in kontrolo.

Podjetje ima možnost izdelave večtonskih sklopov in izdelkov izvenserijskih dimenzij. Mehanska obdelava v podjetju zajema klasično in CNC-struženje, rezkanje manjših kosov in serij pa do izvenserijskih dimenzij obdelovanca. Tako lahko stružimo premere do 4000 mm in višine 2000 mm, rezkamo do 16000 mm dolžine in 3400 mm višine. V takšni proizvodnji je velika potreba za različno izboljševanje glede same proizvodnje in optimizacije tehnologije izdelave.

2.2 Organizacija podjetja

Organizacija v podjetju ECOM Ruše d. o. o. je razdeljena na štiri različna področja (slika 6). Imamo proizvodnjo, med katero se uvrščajo strojna obdelava in razrez materiala, ključavničavstvo/varjenje, tehnologija in konstrukcija. Kadrovska služba, ki vključuje pravni oddelek, osebje in opremo; tudi obračun plač ter ekonomski oddelek, ki zajema računovodstvo in finančno službo.



Slika 6: Organizacijska shema podjetja

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Kot je prikazano na organizacijski shemi podjetja, je razvidno, da je organizirana kot društvo z omejeno odgovornostjo. Na čelu z lastnikom in direktorjem lahko rečemo, da s skupnim sodelovanjem dosežemo želene cilje.

2.3 Tehnologija strojne obdelave

Strojna obdelava je ključni del proizvodnje, saj mora vse, kar gre skozi proizvodnjo in potrebuje kakšno dodelavo ali obdelavo, skozi strojno obdelavo. Potem lahko rečem, da je strojna obdelava najpomembnejši oddelek proizvodnje podjetja. S pomočjo širokega znanja naših vodilnih kadrov

je strojna obdelava vedno inovativna. Z inovativnostjo tudi narašča znanje vseh delavcev, ki lahko izdelajo zahtevne in raznolike izdelke. Kot podpora in korak s časom uporabljajo najnovejše programske računalniške pakete v CAD/CAM programih. Izdelava teh raznovrstnih izdelkov se vrši na različnih strojih za obdelavo kovin ter strojev za razrez in upogib materiala.

2.4 Strojni park

Kot je bilo omenjeno prej pri opisu podjetja glede možnosti obdelave podjetja, lahko rečemo, da je strojna obdelava velikega pomena v podjetju. Prav tako se v zadnjih desetih letih precej investira v strojno obdelavo in avtomatizacijo proizvodnje. Zasedbo strojnega parka z opremo nam prikazuje tabela 1.

Tabela 1: Strojni park

Obdelovani stroji	X os	Y os	Z os	Dimenzije mize / Premer struženja
CNC SOLARUCE	15550 mm	3600 mm	1500 mm	Vrtljiva miza 2500 x 3000 2 mizi 7000 x 2500
CNC MECOF	11000 mm	2000 mm	1000 mm	Vrtljiva miza 1200 x 1000 15000 x 1200
CNC TOS	2000 mm	2000 mm	1000 mm	Vrtljiva miza 1800 x 1600
CNC HURON	3000 mm	1000 mm	1000 mm	3000 x 1000
CNC PINNACLE	2000 mm	800 mm	750 mm	1700 x 850

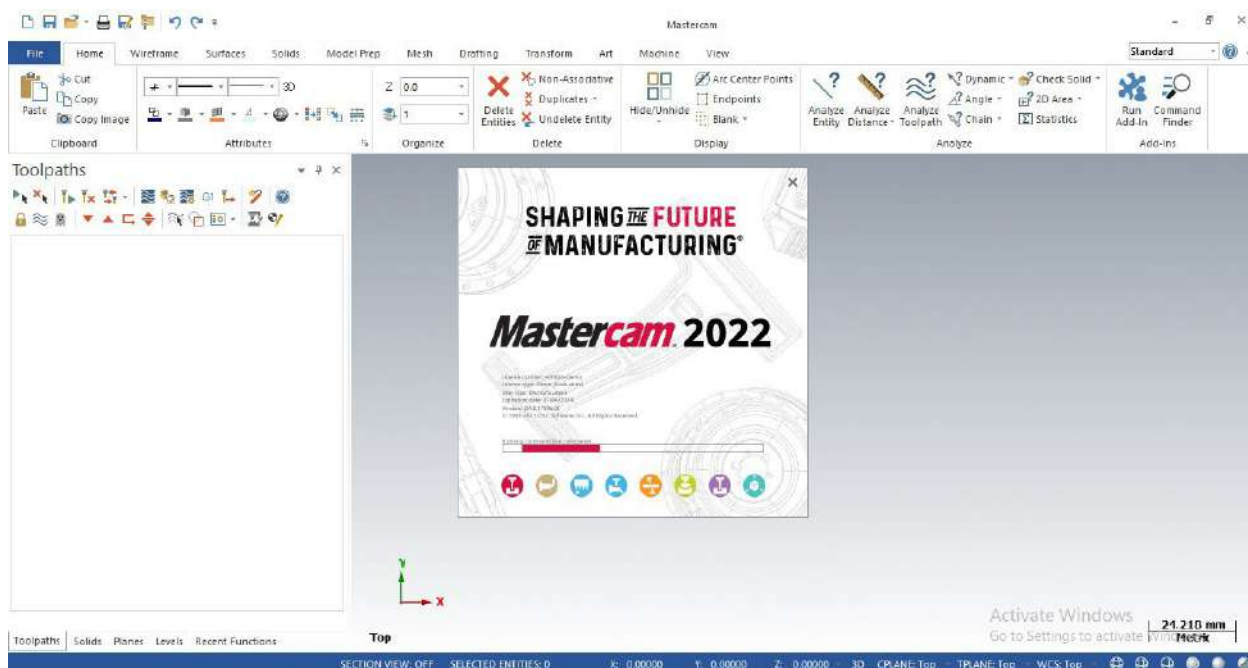
CNC KARUSEL 1			1900 mm	Ø2500
CNC KARUSEL 2			1200 mm	Ø1400
CNC KARUSEL TOS 3			700 mm	Ø1000
STRUZNICE UTK			Maksimalna dolžina obdelovanja 4000 mm	Do Ø450 nad supportom Max. premer surovca nad vodila Ø650
STRUŽNICA BOEHRINGER			Maximalna dolžina obdelevanja 6500 mm	Do Ø510 nad suportom
CNC STRUŽNICA			Maximalna dolžina obdelovanja 3500 m	Max. premer struženja do Ø460
KLASIČNI REZKALNI STROJI	800 mm	300 mm	300 mm	1150 x 350

Vir: (Ecom Ruše d.o.o., 2023)

2.5 Opis programa

V procesu same digitalizacije od samega začetka za risanje in modeliranje smo uporabljali AutoCAD, Autodesk Inventor in SolidWorks. Od začetka avtomatizacije in nakupa CNC-strojnega parka je samo programiranje v Mastercamu.

Uporaba CAD/CAM programiranja se začne z izdelavo 3D-modela (CADmodel). 3D-model izdelujemo v Autodesk Inventorju ali Solid Worksu. Po izdelanem 3D-modelu nastopi CAM programiranje. CAM programiranje je računalniško podprt postopek, ki preko ponujanih funkcij in programskih orodji izdela natančne poti orodja, ki obdelujejo surove kovine ali kakšen drug material. Program se dela na predhodnem izdelanem 3D-modelu. Zaradi napredovanja tehnologije lahko rečemo, da kompleksnih delov in malo bolj zahtevne obdelave surovcev ne moremo predstaviti brez podpore CAD/CAM programske opreme. Trenutno najbolj zastopani program za programiranje je Mastercam. Začetni pogled programa Mastercam (slika 7).



Slika 7: Začetni zaslon Mastercam 2022

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

»To je program, ki je trenutno eden najbolj poznanih v tej vrsti za namene CAM industrije. Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1983 in je eno od najstarejših CAD/CAM podjetij. Danes ponujajo vrhunsko rešitev in široko paleto možnosti obdelave; na podlagi 2-,3-,4- ali 5-osnega rezkanja, struženja in žične erozije.« (Camincam, 2023)

Poleg same poti orodja določujemo vrsto orodja in rezilne hitrosti z varnostno razdaljo tudi rotacije stroja, če so 4- ali 5-osne. Ampak to ni tako enostavno. Pri nakupu licence samega programa Mastercam lahko takoj dobimo podprocesorje za vse CNC-stroje, s katerimi delujemo v podjetju. S podprocsorji vse programe, ki jih naredimo, spremenimo v kodo, ki jo bere stroj za delo (Srečko, Maribor, 2021).

3. PREDSTAVITEV IZDELKA

V diplomskem delu bo predstavljena optimizacija izdelka ohišja visokotlačnega ventila (slika 8). Da bi lažje razumeli izvedeno optimizacijo, je vsekakor pomembno, da spoznamo izgled, namen in uporabne lastnosti ventila. V proizvodnem programu je prisotnih več vrst ventilov glede premera in pretoka fluida (DN400, DN350, DN300, DN250). Optimizacija, ki bo predstavljena v diplomskem delu, pa se bo nanašala na ventil DN300, ki ga prikazuje slika 9. Na samem začetku visokotlačni varnostni ventili LESER-jeve polnohodne prirobnične vzmetne kotne varnostne ventile uporabljamo vsepovsod, kjer potrebujemo varnostne ventile s hitrim odpiranjem (High Performance Safety Valve) in velike pretoke. Zaradi tega bom v priloženih slikah in načrtih prikazal postopek, ko je v kontroli več vrst ohišja; ohišja pa se izdelujejo na podoben način in celokupnim enakim postopkom.



Slika 8: Ohišja visokotlačnega ventila

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Najpogostejše primeri uporabe visokotlačnih ventilov:

- varnostni visokotlačni ventili (varovanje procesov z visokimi tlaki)
- varnostni ventil za tehnične pline (varovanje tlačnih posod s tehničnimi plini)
- varnostni ventil za kriogene medije
- varnostni ventil z nasičeno paro
- varnostni ventil za hlajenje medijev (varovanje procesov pri hlajenju)
- varnostni ventil za pregreto paro (varnostno delovanje pri obremenitvi parnega sistema)
- varnostni ventil za energetiko (varovanje procesov v energetiki pri zvišani vrednosti v sistemih)
- varnostni ventili za vročo vodo (varovanje procesov pri ogrevanju)

Leserjevi prirobnični varnostni ventili so bili vsi skladno označeni, odobreni in izdelani po smernicah, ki jih navajamo v nadaljevanju.

3.1 Smernice

- tlačne direktive 2014/68/ES
- atex direktive 2014/34/ES – brez lastnih virov vžiga

3.1.1 Harmonizirani standardi:

- EN ISO 4126-1,-4, -5, -7
- EN 12516-1,-2

- EN 12952-10
- EN 12953-8

3.1.2 Tehnični predpisi

- AD 2000-Merkblätter

3.1.3 Standardi

- ASME-Code Sec.II, API 527

3.2 Specifikacija materiala

Polnohodni varnostni ventili so narejeni iz nerjaveče litine 1.4571. Tlačne stopnje prirobnice glede materiala ohišja na varnostnih ventilih so PN16 (=10), PN25. Primeri spodnjega sedeža so v območju od 200 mm do 400 mm oziroma dovoda od DN200-DN400.

Uporabljamo jih na:

- kompresorijh
- nizko- in visokotlačni pari
- toplotnih prenosnikov
- destilacijskih kolonah

Namen varnostnega ventila:

Glavni namen varnostnega visokotlačnega ventila je varovanje okolja, lastnine in življenja. Varnostni ventil je namenjen razbremenitvi preseženega tlaka iz posod ali opreme. Pri vzpostavljanju normalnih pogojev se ponovno zapre in prepreči nadeljevanje sproščanja tekočine.

Varnostno obvestilo

Varnostni ventil je naprava za zaščito pred nadtlakom in jo je treba uporabljati s tem namenom. V večini primerov je zadnja obrambna linija kot ukrep pred kakšno prebremenitvijo sistema. Zelo je pomembno, da zagotovimo, da lahko deluje ves čas in v vseh okoliščinah. Prav tako pa se moramo zavedati, da varnostni ventil ni procesni ventil ali regulator tlaka in se ga kot takega ne sme uporabljati.

Obstaja več razlogov, zaradi katerih lahko tlak vnaprej preseže normalne vrednosti v posodi ali sistemu. V standardu API521/ISO 23251. Najpogostejši vzroki za preobremenitev sistema z nadtlakom so:

- primer požara oz. izpostavljenost zunanjemu ognju
- kemijska reakcija
- blokiran izpust
- poškodovane cevi izmenjevalnika toplote
- okvara sistema za hlajenje
- toplotno raztezanje

Dogodki, ki so zgoraj naštet, se lahko pojavijo kot skupna in verižna reakcija, lahko pa posamezno in ločeno od drugega. Lahko potekajo tudi sočasno. Vsak nadtlak lahko provzroča spremembo in drugačen prostorski ali masni pretok, ki bo izpuščen. Pri toplotnem raztezanju je npr. majhen masni pretok in velik za kemične reakcije. Zato je pomembno, da uporabnik določi najustreznejše naprave za razbremenitev tlaka, da se izogne najslabšemu možnemu scenariju.

Vrste varnostnih ventilov:

V primeru naprave za razbremenitev tlaka je pomembno razlikovati med napravami brez ponovnega zapiranja in med napravami za ponovno zapiranje. Varnostni ventil je naprava, ki je v vrsti ponovnega zapiranja in pomembno je, da se razlikujejo glede na njihov princip obremenitve oz. možnosti ročnega krmiljenja.

Pri izbiri samega ventila pa je mogoče izbrati samo funkcijo ventila. Podjetje LESER omogoča izbiro treh vrst ventilov. Razlikujemo med razbremenilnimi ventili, običajnimi varnostnimi ventili in proporcionalnimi varnostnimi razbremenilnimi ventili. Dobro bi jih bilo naštet, ampak žal se bomo v diplomskem delu lotili samo izdelave ohišja, ki spada v vrsto razbremenilnih ventilov.

Kako deluje varnostni ventil?

Sama zasnova in funkcija varnostnih ventilov se razlikujeta glede na princip obremenitve ali glavne vrste. Določen nabor ventilov je prikazan na slikah od 9 do 11.

Vzmetni varnostni ventili (spodnji del je ohišje, ki ga izdelujemo) – (slika 9).



Slika 9: Varnostni ventil z ohišjem, ki ga izdelujemo

Vir: <https://www.leser.com/>

Varnostni ventili, ki jih upravlja pilot (slika 10).



Slika 10: Varnostni ventil s pilotom

Vir: <https://www.leser.com/>

Preklopni ventili (slika 11)



Slika 11: Preklopni ventil

Vir: <https://www.leser.com/>

3.3 Dimenzioniranje varnostnih ventilov

Zaradi zagotavljanja najboljšega učinka varnostne naprave so zahteve in analize pogojev ter ustrezno dimenzioniranje varnostnega ventila ključnega pomena. Samo dimenzioniranje varnostnega ventila objema tudi izračun pretočnega prereza varnostnega ventila. Pri tem izračunu se upoštevajo številni parametri.

Primeri podatkov o snoveh:

- agregatno stanje in vrsta snovi
- standard oblikovanja (DIN, AD, ASME, API)

Ustreznost podatkov o določanju tipa za delovanje:

- nastavitve tlaka
- zahtevani masni/prostorni pretok (npr. 10.000 kg/h)
- temperatura in agregatno stanje snovi

Simboli varnostnega ventila

Obstajajo simboli za glavne vrste varnostnih ventilov. Za to ne obstaja en, ampak več simbolov za vsako vrsto varnostnega ventila. Pogosto so prikazani na embalaži ali na samem izdelku. Uporabljajo se v tehničnih risbah in shemah ter sistemskih skicah, v našem primeru kot opis DIN standardov.

Naslednji simboli so povezani z glavnimi tipi varnostnih ventilov:

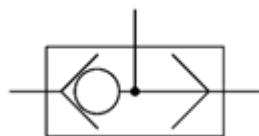
- Varnostni ventili z vzmetjo (slika 12) in varnostni ventili na pilotni pogon (slika 13).



Slika 12: Varnostni ventil

Vir: <https://www.leser.com/>

- Preklopni ventili



Slika 13: Preklopni ventil

Vir: <https://www.leser.com/>

Pogosta vprašanja

Za kaj se uporablja varnostni ventil?

Glavni namen varnostnega ventila je zaščita življenja, lastnine in okolja. Varnostni ventili so zasnovani za odpiranje in sprostitve presežnega tlaka iz posod ali opreme ter nato ponovno zapiranje.

Kako deluje varnostni ventil?

Funkcije varnostnih ventilov se razlikujejo glede na obremenitev ali glavni tip ventila. Glavne vrste varnostnih ventilov so vzmetni, obteženi in krmiljeni varnostni ventili.

Kakšen je nastavljeni tlak varnostnega ventila?

Varnostni ventili so ne glede na vrsto ali obremenitev nastavljeni na določen nastavljeni tlak, pri katerem se medij kontrolirano izpušča in s tem preprečuje nadtlak opreme. Odvisni so od več parametrov, kot je vsebovani medij, zato je nastavljeni tlak individualen za vsako varnostno aplikacijo.

Kaj so ohišja visokotlačnega ventila in zakaj so pomembna?

Ohišja visokotlačnega ventila so zasebne konstrukcije in se uporabljajo za izvajanje varstva v industrijskih obratih in zaščiti. Uporabljamo jih z nameni, kot so:

Zaščita pred eksplozijo

Ohišje viskotlačnega ventila se uporablja, da bi se izognili akumulaciji visokega pritiska znotraj sistema. Če tlak preseže varnostno mejo, se ventil odpira, da bi zmanjšal tlak v cevi in na ta način izogne poku ali kakšni nevarni eksploziji sistema. Ohišja visokotlačnega ventila zagotavljajo dodatno varnost in dodatno zaščito v primeru eksplozije.

Kontrola in nadzor

Ohišja visokotlačnega ventila omogočajo postavko in nadzor pritiska v sistemu. Pomoč zasebnih nadzornih sistemov se lahko avtomatsko nastavi s parametri na ohišju. V primeru preseganja normalnih parametrov se sistemi ustavijo in izognejo neželenim dogodkom (LESER GmbH & Co. KG, 2023).

Vzdrževanje

Ohišja visokotlačnega ventila omogočajo pristop in vzdrževanje ventila. Poznavanje notranjih komponent in mehanizma ventilov je pomembno za vzdrževanje in preverjanje brezhibnega delovanja ventila zaradi zagotavljanja varnosti. Ohišja so v glavnem izdelana iz čvrstega in odpornega materiala, ki lahko vzdrži visok pritisk in neugodne temperature. Lahko so različnih oblik in velikosti, odvisno od uporabe in velikosti ventila, ki ga varujejo. Ohišja visokotlačnega ventila in sami ventili imajo pomembno vlogo pri vzdrževanju varnosti na industrijskih področjih, kjer visoki pritiski predstavljajo tveganje za osebe in opremo.

4. TEHNOLOGIJE OBDELAVE KOVIN PRI IZDELAVI VENTILOV

Tehnologija obdelave kovin je sprememba oblike, svojstva in dimenzije materiala, da bi se prilagodila daljši uporabi. V današnjem času v 90 % spremembe oblike materiala potekajo strojno, obstajajo pa tudi ročne obdelave. Med obdelavo stroja in obdelevancem je orodje, ki je v neposrednem stiku med tema dvema in strojno obdelavo izvede v celoti (Bogovec Mina, WorldPress.com, 2020).

4.1 Vertikalno struženje

Stružnica se na splošno uporablja za oblikovanje vrtljivega kosa surove kovine, kompozita ali lesa različnih dimenzij. Ta postopek strojne obdelave ali struženje lahko vidimo v najpogostejšem primeru kot horizontalno struženje. Pogosto zaradi prostorskih in materialnih omejitev in včasih osebne želje zahtevajo uporabo vertikalne stružnice.

Najbolj slikovito opisano je vertikalna stružnica v bistvu horizontalna stružnica, obrnjena navzgor. Imenovana je tudi vrtalno orodje in je čisto enakih komponent kot horizontalna stružnica. Kot navedeno, je sama funkcija vertikalnih stružnic izvedba delovanja navzgor in navzdol namesto z leve na desno ali obratno kot pri horizontalni stružnici. Ta vertikalna stružnica omogoča učinkovitejšo obdelavo težkih, vangabaritnih premerov in visokih izdelkov kot pri horizontalni stružnici.

Vertikalne ali horizontalne stružnice so sestavljene iz enakih osnovnih delov: vzglavnika, vpenjalne glave in vretena. Vpenjalna glava pa dejansko obrača material. Opora za horizontalno stružnico je lahko tudi mreža ali pločevinasto korito, ki lovi ostružke. Vodilni vijak in podajalni

vijak na vozičku stružnice tudi prilagajata hitrost in razdaljo, prečni drsnik in naslon z možnostjo postavitve več orodij s standardnim nastavki.

Pri odpravljanju nihanja in vibracije je zaslužen zadnji steber nasprotnem koncu vretena stružnice, ki oklepa kopito in ga podpira. Zadnji steber in vzglavje sta lahko na spodnjem ali zgornjem koncu vertikalne stružnice, ali na levem ali desnem koncu horizontalne stružnice. Zadnji del je en konec, čelni del pa drugi.

Vertikalne stružnice so lahko vertikalne revolverске stružnice, kar omogoča malo izgubljenega časa za izmenjavo orodja med postopkom obdelave. Sam revolver vsebuje škatle z orodjem, pri katerem se nastavi višja številka orodja. Prav tako obstajajo vertikalne stružnice z računalniškim numeričnim krmiljenjem (CNC), pri katerih je računalniško voden celotni proces obdelave.

Na samem vrhu piramide so vertikalne CNC-revolverске stružnice, ki se najpogosteje uporabljajo za pretvorbo nerjavečega jekla v natančne dele za motorje, turbine ohišja menjalnika itd. CNC se lahko uporabljajo tudi za učinkovito struženje natančnih zobnikov in ležajev. Stroji so dragi za uporabo in nakup, ampak popolnoma primerni za nalogo, prihranek prostora, tudi zamenjavo opreme.

Vertikalna stružnica (slika 14) je primerna tudi za obdelavo lesa v domači delavnici, predvsem zaradi prihranjenega prostora. Osebe, ki se s tem ukvarjajo doma, v prostem času, za svoj hobi, pa jim olajša delo na vertikalnih stružnicah, če les obdelujejo od zgoraj navzdol namesto z leve na desno ali obratno. Vertikalna stružnica je na splošno zelo vsestransko orodje in zelo zmogljivo. V nadaljevanju prilagam sliko vertikalne stružnice, pri kateri smo obdelovali ohišje visokotlačnega ventila (Tallberg, 2023).



Slika 14: Vertikalna stružnica TOS

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

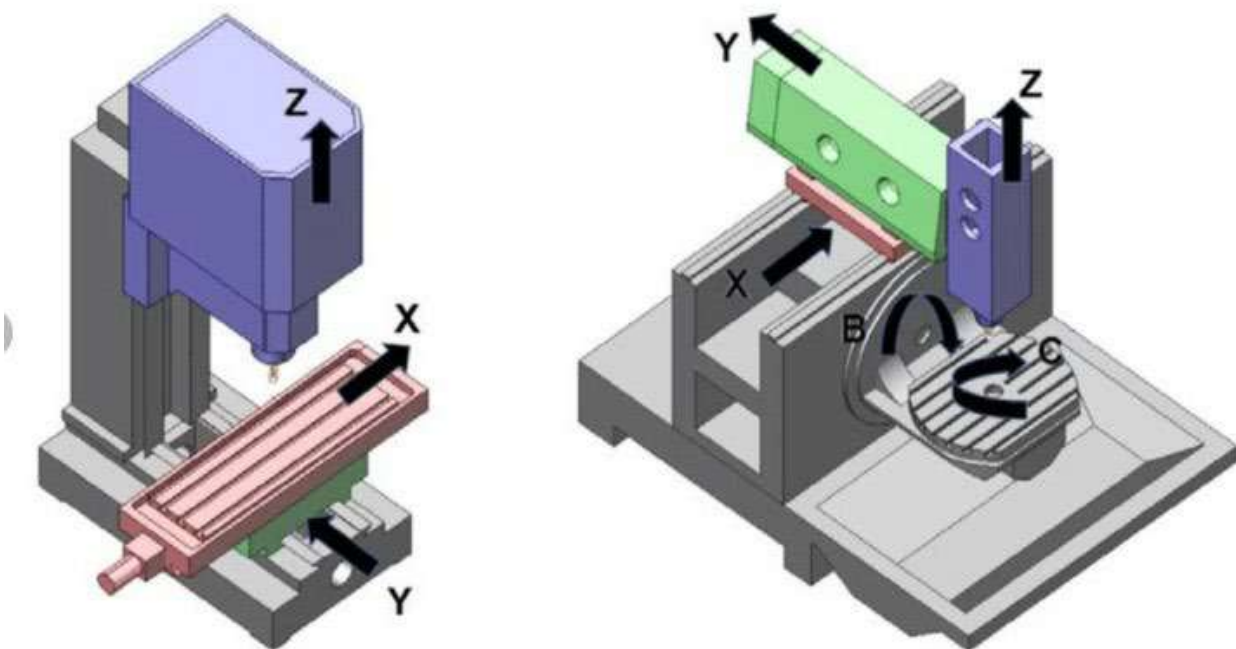
4.2 Rezkanje

Rezkanje kovin je v procesu obdelovanja kovin podkategorija, ki vključuje rezkanje, oblikovanje in prebijanje kovinskih delov v rezkalnem stroju. Pred uporabo samodejnih sistemov strojev je bilo v uporabi ročno krmiljenje za rezkanje kovin; najnovejša tehnologija, ki je zelo uporabna, se pogosto opira na postopke računalniškega numeričnega krmiljenja (CNC) za natančnejše izdelke in natančnejše oblikovanje kompleksnih komponent in delov. Tip stroja, ki je najpogostejši, je z vertikalnim vretenom najpogostejši primer v industriji, ki deluje podobno, je električni vrtalnik, ki vrta luknje, utore in lahko rezka zapletene oblike, kot so zobniki.

Ocenjevanje rezkanja kovin v sodobni industriji ni mogoče, saj ga je ogromno in težko opredeliti količinsko, ker tlačno vlitje ni dovolj natančno za gibljive strojne dele. V vseh podrobnostih pri večini gibljivih kovinskih delov je mogoče rezkati in oblikovati z različnimi vrstami rezkalne opreme. Do leta 1996 se ocenjuje, da je 49 % dodane vrednosti izdelkov v predelovalnih dejavnostih dajala kovinska industrija. Po vsem svetu je v istem letu predstavljala 11 % bruto domačega proizvoda.

Ena podskupina celotne kovinske industrije je rezkanje kovin in je ključna sestavina proizvodnje kovinskih izdelkov. Leta 1996 se je zaposlenost v kovinski industriji gibala okrog 70 milijonov ljudi. Vrednost izvoza v tem obdobju je bila za izvoz kovinskih izdelkov ocenjena na 2.2 bilijona ameriških dolarjev, pri čemer so bile vodilne države ZDA, Nemčija in Japonska.

Od standardnih rezkalnih strojev do vodoravnih strojev segajo vrste in nameni. Vodoravni rezkalni stroji so izdelani za podobno uporabo kot navadni, ampak se pogosto pogosteje uporabljajo pri težki industriji zaradi lažjega polaganja izdelkov na delovno mizo in prevoza po obdelavi. V večji meri se uporabljajo navadni rezkalni stroji, ki se delijo v več vrst. To so na primer 3-osni , 4-osni (obratni center 3 + 1) in 5-osni stroji. V prilogi slike prikažem očitne razlike 3-osnega in 5- osnega stroja. Razlike med posameznimi izvedbami rezkalnih strojev prikazuje slika 15.



Slika 15: Razlika med 3-osnimi in 5-osnimi rezkalnimi stroji

Vir: (Dorigotti, 2023)

Vrste rezkalnikov segajo od standardnih do tistih izdelanih po naročilu v posebnih orodjarnah, kot je naprimer Hofmanova skupina. Izdelani so za rezkanje oblik in lukenj. Obstaja več vrst rezkarjev; od končnih rezkarjev za rezanje žepov in rež v kovino. Tudi z več ali manj rezili za fino obdelavo in krogličnih končnih rezkarjev za rezanje kotov. Večina dela s stroji za rezkanje kovin vključuje ravne površine, ampak je mogoče nastaviti stroj tudi tako, da dela nepravilno, ali tridimenzionalne oblike. Sama zasnova vključuje rezilni sveder z več zobmi ali manj različnimi oblikami, ki se dovajajo v obdelovanec.

Rezkanje je drag proizvodni postopek. Tudi sami nastavki so zelo dragi, odvisni od premera in vrste kovine, ki se obdeluje. Rezanje trdih kovin, znano kot HSM obdelava z visoko hitrostjo je rezkanje utrjenega jekla, kobaltovih in titanovih zlitin, velja za najbolj dobičkonosen in zahteven sektor industrije za rezanje komponent letalskega programa.

4.3 Varjenje

Varjenje je postopek izdelave, ki z uporabo toplote zdrži dve ali več kovin, pritiska ali obojega, da se tvori trajna in močna vez. Materiali, ki se smatrajo za varljive, običajno vključujejo kovine in termoplaste, možno je varjenje tudi drugih materialov.

Leta 1800 je sir Humphry Davy z dvema ogljikovima elektrodama in baterijo sprožil električni oblok. Od takrat se je varjenje razvilo v zelo vsestranske oblike, ki utirajo pot njegovi uporabi v različnih aplikacijah, od obsežnih proizvodnih sklopov do majhnih projektov.

Različni varilni postopki so stalnica v več sektorjih industrije, zaradi tega bomo pogledali načela, na katerih temeljijo in kako delujejo.

Varjenje poteka na način

Varjenje je postopek z visoko temperature, ki tali osnovne materiale in primesi. To je tudi glavni dejavnik razlikovanja trdega spajkanja in spajkanja, ker ne pride do zlitja osnovnega materiala, ampak se stopi samo polnilni material. Varjenje poteka tako, da pri visokih temperaturah združimo dva ali več obdelovancev. Toplota provzroči krčenje talilnega materiala, ki se po ohlajanju tvori zvar in se strdi kot en kos. Zvar je lahko močnejši od osnovnih kovin.

Veliko različnih vrst varjenja obstaja, da se ustvarijo zvarjeni spoji; vsi vključujejo pritisk ali toploto za taljenje kovin. Vir tlaka ali toplote se lahko razlikuje glede uporabljenega materiala in uporabe. Kot najpogostejše varjeni material so kovine, saj imajo enostavna načela varjenja. Obstaja tudi varjenje plastike, ki je precej razširjeno, in varjenje lesa, ki je šele v začetni fazi.

Na postopek varjenja vpliva veliko dejavnikov, kot so potreba po posebnih dodatnih varilnih elektrodah, zaščitni plinih, dodajanjem materiala in dodatnih orodjih. Oglejmo si podrobneje nekaj najpogostejših načinov varjenja in skušajmo ugotoviti, zakaj je vsak edinstven in jih danes uporabljamo.

Čeprav je temeljni koncept varjenja precej preprost, lahko različne vrste varjenja kategoriziramo glede uporabljenega vira energije. Opisal bom načela delovanja neke najbolj razumljive metode varjenja (Srčić, 2018).

4.3.1 Obločno varjenje

Eno od najbolj znanih varilnih postopkov je obločno varjenje, ki vključuje tiste, na katere pomislimo, ko si predstavljamo varilni process na splošno. Pri teh postopkih električni oblok ustvarja toploto med kovino in elektrodo, ki jo je treba variti. Vir napajanja se lahko razlikuje od izmeničnega (AC) do enosmernega (DC), elektroda pa je lahko potrošna ali nepotrošna.

4.3.2 Mig/Mag varjenje



Slika 16: MIG/MAG varjenje

Vir: (Sild, 2022)

MIG/MAG varjenje (kovinski inertni plin/kovinski aktivni plin) ali plinsko obločno varjenje (slika 16), pri katerem električni oblok tali elektrodno žico, se nato zlije z osnovnimi kovinami v

zvarnem bazenu, uporablja neprekinjeno žično elektrodo. Da ustvari zaščitno plast pred atmosfersko kontaminacijo zaščitnega plina, se istočasno dovaja v območje zvara.

Pri industrijskem varjenju, gradbeništvu, proizvodnji in avtomobilskem sektorju je najpogostejše izbrano zaradi enostavnosti te varilne tehnike. MIG/MAG je v veliki meri nadomestil varjenje z atomskim vodikom, predvsem zaradi razpoložljivosti poceni inertnih plinov.

4.3.3 TIG varjenje

V nasprotju z MIG/MAG varjenjem je uporaba ločenega dodajalnega materiala pri varjenju TIG (slika 17) neobvezna, kar je odvisno od projekta. Varjenje z volframovim inertnim plinom: inertni zaščitni plin uporablja tudi neporabno volframovo elektrodo. V našem primeru je to vrsta varjenja, ki se uporablja pri varjenju ohišja visokotlačnega ventila.



Slika 17: TIG varjenje

Vir: (Sild, 2022)

Postopek plinsko volframovega obločnega varjenja je primeren za več področij, kot sta vesoljska in avtomobilska industrija, in sicer zaradi natančnega in visokokakovostnega zvara z globoko

prodornostjo. Medtem pa ima varjenje TIG strmejšo krivuljo učenja kot varjenje MIG/MAG, je zaradi številnih nastavljivih lastnosti in funkcije varilnega aparata TIG zelo vsestranski postopek.

4.3.4 Zaščitno obločno varjenje (MMAW/MMA)

Ročno obločno varjenje (MMAW/MMA), znano kot varjenje v oklopljenem kovinskem obliku ali znano samo kot palično varjenje, uporablja potrošno kovinsko elektrodo, prevlečeno s talilom za spajanje kovin (slika 18).



Slika 18: Obločno varjenje

Vir: (Sild, 2022)

Pri varjenju z elektrodo se ustvari oblok, ki stali materiale v zvarnem območju. To naredimo, ko pritrjene materiale udarimo z elektrodo. Pred kontaminacijo imamo na voljo zaščito spuščanja zaščitnega plina, ki sprošča talilo. Obloge žlindre se po ohlajevanju odstranijo z običajnimi trgovskimi pripomočki, kot sta dleto in žična krtača.

Palično varjenje je zanesljiv varilni postopek, ki pri varjenju različnih kovin in različnih pogojev ponuja vsestranskost. Prav tako je prenosen in lahek, brez potrebe po rezervarju za plin kot pri prej omenjenem TIG-u, MIG/MAG-u in drugim metodah varjenja. Varilna elektroda je na voljo kot varilna palica, zaradi česar je popolna za nerodne položaje in tesne prostore pri varjenju.

4.3.5 Obločno varjenje s polnjenjem

Obločno varjenje s talilom (slika 19) je polavtomatski ali avtomatski postopek, ki uporablja varilno elektrodo, vsebuje jedro s talilom, ki deluje kot zaščitno sredstvo. Dodatna zaščita pred onesnaževalci se imenuje FCAW (varjenje MAG s stržensko žico) z dvojnimi oklopom, skupaj z elektrodo se uporablja tudi zaščitni plin.



Slika 19: Obločno varjenje s polnjenjem

Vir: (Sild, 2022)

FCAW je zelo primeren za železne kovine in postopke, ki jih je treba zaradi varjenja očistiti. Najbolj se uporablja za zunanje in podvodno varjenje zaradi dobre zaščite pred vplivom zunanjih okoliščin. Uporabljajo se v ladjedelništvu in popravilih cevovodov.

Čeprav sta FCAW in GMAW dve ločeni vrsti varjenja, je večja razlika v zaščiti območja zvara z zaščitnimi plini in elektrodami.

4.3.6 Varnost pri varjenju

Varjenje je povezano tudi z določenimi tveganji, tako kot vsi proizvodni procesi. Pomembno je, da ima varilec ustrezno predznanje zaščite in se zaščiti skladno s potrebami varjenja. Pomembna sta tudi ustrezno znanje in oprema za varjenje. Ob upoštevanju varnostnih ukrepov in opremi za varjenje je zelo pomembna tudi zaščitna oprema, ki ustreza okolju varjenja, kot so varilna čelada, rokavice, kisik idr.

Sodobne tehnologije danes znatno izboljšajo varnost pri varjenju, kot ključna zadeva kot zaščita delavca pred nevarnostmi uvajajo povečano avtomatizacijo. Najboljši primer je uporaba šestosnih robotov za varjenje, ki so vodilni v panogi. Omogoča izvedbo tudi najzapletenejših zvarov in večjo učinkovitost kot sama kakovost zvara pri vsakemu ponavljanju.

Bistveni del varilnega procesa so nazadnje strokovnjaki. Preprosto jim ni več potrebno približati materiala in opreme, da bi opravili delo.

Prihodnost varjenja

Ena izmed glavnih gonilnih sil industrializacije tudi danes spreminja način izdelave. Postalo je nenadomestljiv postopek, ki ga uporabljajo ne le v industriji, temveč tudi ljubiteljsko.

Od bronaste dobe dalje do sedaj je varjenje zamenjalo zelo številne vrste in metode izdelave.

Nenehno se pojavljajo nove možnosti, ki nam omogočajo varjenje novih kombinacij materialov. Varjenje se namreč še naprej razvija. Enako se sčasoma izboljšujejo norme in njihovi standardi. Hkrati pa izboljšujemo in zagotavljamo trdnost zvara in varnost procesa.

4.4 Rezanje z laserjem

Rezanje z laserjem je tehnologija laserskega rezanja, ki uporablja laser za vrtnanje ali rezanje materiala. Pri proizvodnih aplikacijah lasersko rezanje pomaga v smislu visoke stopnje natančnosti rezanja. Postopek se lahko uporablja za rezanje različnih materialov, vključno s plastiko, lesom in kovino. Zelo pomaga pri izdelovanju zapletenih oblik v kovinskih delih, ki bi jih težko izdelali s tradicionalnimi metodami.

Kako deluje lasersko rezanje?

Kot vsaka vrsta obdelave se tudi postopek laserskega rezanja začne z vašo idejo. Ko jo razvijete, lahko za pripravo uporabite katere koli 2D programe za risanje, kot je na primer AutoCAD, in pošljete programe laserju. Laserski rezalnik ustvari visoko zmogljiv laserski žarek, z uporabo laserske glave usmerjen na material.

Laser običajno uporablja sistem za nadzor gibanja ali programski sistem, imenovan G-koda, za nadzore gibanja laserja. Kot je že bilo omenjeno, G-koda omogoča navodila za delovanje, na primer, kaj naj se premakne in koliko moči uporabiti, kar omogoča zelo natančno rezanje materiala. Postopek bi izvedel natančen in čisti rez brez opeklin ali ožganin. Brez potrebe po ponovni obdelavi materiala se končni izdelek odstrani iz stroja, ko se rezanje konča in material ohladi. Lasersko rezanje je natančna in večstranska metoda za rezanje materiala od manjših delov do kompleksnih komponent.

Uporaba laserskega rezanja

Kot izjemno uporabna tehnologija v sobodnem svetu se laserski rezalniki uporabljajo v več industrijah, v katerih predstavljajo najpomembnejši člen. V nadaljevanju navajamo osem primerov industrije, ki uporabljajo lasersko rezanje:

- Letalska in vesoljska proizvodnja (pogosta uporaba za izdelavo delov letal zaradi njihove učinkovitosti in natančnosti)

- Proizvodnja elektronike (laserski rezalniki izdelujejo vezja in druge elektronske komponente)
- Avtomobilska proizvodnja (pomaga pri izdelavi avtomobilskih delov in komponent z visoko natančnostjo)
- Medicinske naprave (uporablja se za izdelavo medicinske opreme od nerjavečega jekla, kot pogoni za sterilizacijo)
- Prehrambena industrija (v tej industriji se tudi pogosto uporabljajo pri izdelavi samega stroja za opravila, kot je rezanje na rezine in kocke)
- Obdelava lesa
- Rezanje stekla (pri tem je vse pogostejša uporaba laserja)
- Izdelava tekstila (pogosto se uporablja za ustvarjanje vzorcev in oblik obleke v tkanini)

Glavne kategorije laserjev

Na tem mestu bom opisal tri najbolj priljubljene tipe laserjev, ki so zdaj morda najbolj uporabni v različnih industrijskih panogah.

4.4.1 CO_2 laserji

- CO_2 laserji za izboljšanje učinkovitosti svetlobnih laserjev uporabljajo ogljikov dioksid in do neke mere dušik. Ti laserji uporabljajo žarek infrardeče svetlobe visoke moči. A do tega pride, ko cev s plinom v notranjosti z visoko električno energijo pritiska delce plina. Laserski žarek se odbija naprej in nazaj med ogledali znotraj laserskega stroja do šobe in nato konča do delovnega območja.
- Z določenim navodili preko računalnika ali krmilja samega laserja lahko ustvarimo gibanje naprej in nazaj na podlagi zelenih potreb. CO_2 laserji so uporabni za rezanje materialov, kot so: les, guma, usnje, plastika, papir in blago. Ti laserji ne morejo rezati drugih materialov, kot sta steklo in kamen, lahko pa nanje gravirajo.

4.4.2 YAG laserji

- Ti polprevodniški laserji kot aktivni mediji uporabljajo kristal itrijev aluminijev granat (YAG). Zunanji vir energije je električni tok. Proizvajajo lasersko svetlobo na ta način stimulirajo elektrone v kristalu. YAG vsebuje pretežno dve odbojni ogledali od 2 mm in 1 mm, pritrjeni na koncu.
- Za črpanje signalov skozi ogledala se uporablja kriptonska svetilka ali ksenonska bliskavica. Ko pride do energetskega prehoda, se ustvari fotonski žarek za lasersko rezanje. Vzpostavi se z vzbujanjem ksenonske bliskavice na ione iz vira energije, pritrjenega pod ogledalom na visoki energetske ravni.
- Od drugih vrst laserjev jih ločita visoka učinkovitost in stabilnost, odporni so na vročino, vlago in poškodbe, zaradi česar so idealni za industrijsko uporabo. Pri rezanju kovine so zelo uporabni pri vrtanju kovin.

4.4.3 Vlaknasti laserji

Fiber laserji se uporabljajo predvsem za projekte laserskega graviranja in ne za rezanje, vendar pa jih uporabljamo tudi za rezanje tankih kovin. Ti laserji so v več prehodih, s pomočjo aktivnih optičnih vlaken ustvarjajo žarke, ki se prenesejo na rezalno glavo. Lahko gravirajo aluminij in nerjaveče jeklo ter so znani po zelo nizkih obratovalnih stroških in odlični električni učinkovitosti.

4.4.4 Prednosti laserskega rezanja

Za izdelavo in ustvarjanje zapletenih dizajnov in oblik je priljubljena metoda lasersko rezanje. Sledi seznam prednosti laserskega rezanja:

- hitrost (zaradi njihove hitrosti prereza materiala so laserski sistemi idealni za visoko produktivna polja);
- čisti postopek (pri laserskem rezanju ustvarjajo nič ali malo odpadnega materiala, odvisno od načrtovanja rezilne površine, ampak lahko rečemo, da povzročijo manj odpadnega materiala kot pri rezkanju in struženju);
- stroškovna učinkovitost (uporabni so lahko v več projektih, laserski sistemi zahtevajo tudi malo vzdrževanja glede delovnih površin in delovne mize);
- visoka natančnost (zelo so zmogljivi glede rezanja, z lahkoto prerežejo materiale z visoko natančnostjo in hitrostjo);
- vsestranskost (lasersko rezanje, kot smo ga že omenjali, lahko reže več različnega materiala, kot so kovina, plastika, steklo itd.);
- računalniško vodeno (to pomeni, da lahko vzpostavimo stik s sistemi z zelo visoko natančnostjo in izdelavo kompleksnih izrezov).

4.4.5 Slabosti laserskega rezanja

Lasersko rezanje ima poleg prednosti tudi nekaj slabosti:

- Lahko je drago (začetni nakup samega stroja in tudi naložba sta draga, tudi pri rezanju debelejših materialov je prav tako mogoče zvišanje operativnih stroškov (kot poraba energije).
- Zahteva dokaj veliko vzdrževanja (vsakodnevno vzdrževanje, obvezno je tudi čiščenje ogledala in leč, tako kot njihova poravnost).
- Nevarnost požara (laserski rezalniki oddajajo svetlobo, ki lahko ustvari izjemno visoke temperature, ki lahko povzroča požar v vnetljivih materialih).

- Obvladanje traja nekaj časa (z izkušnjami in šolanjem operaterja in tudi programerja veliko časa potrebuje za pridobivanje dovolj znanja glede nastavitve programov in kako vplivajo na rez čez debelejša tanjša in druge materiale).
- Lahko je počasen proces (vsak material deluje sam in lahko rečemo, da lastnosti materiala omejujejo hitrost rezanja; tudi rezanje debelejših materiala lahko dolgo traja).
- Proizvaja nevarne hlape in prah (obvezno je varno odstranjevanje praha iz delovnega prostora z zaščitno opremo, prah povzroča hude poškodbe, tudi kronične bolezni, pljučnico in rak).

Pri vsaki investiciji moramo vedno upoštevati pomanjkljivosti pri laserskih rezalnikih. S pravilnim vzdrževanjem in nego lahko laserski rezalniki leta brezhibno delujejo. Prednosti so tolikšne, da pozabimo na njihove slabosti (Sild, 2022).

Natančno prerežite materiale

Kot smo preučili, je lasersko rezanje zelo zanimiva tehnologija in njena prihodnost bo prevzela še več pozornosti kot kdaj koli prej. S časom in napredovanjem tehnologije bo ta način rezanja še naprej postajal natančnejši in močnejši. Z laserskim rezanjem z lahkoto režemo natančne razreze pri različnih materialih. Postaja vse bolj priljubljen, povečuje se povpraševanje po kvalificiranih delavcih. Zaradi tega je po mojem odlična investicija za priložnost v prihodnosti (Ecom, 2022).

4.5 Upogib z valji

Kot nepogrešljivo tehniko za obdelavo kovin omenimo upogibanje v svetu kovinske industrije. To je postopek, ki nam omogoča, da iz kovinskih plošč, palic in cevi izdelamo želen uporabni izdelek. V nadaljevanju bom pojasnil, kaj je to upogibanje, katere vrste obstajajo, tudi prednosti in omejitve.

Valjčno upogibanje prikazujemo na sliki 20, imenuje se tudi kotno upogibanje. Upogibanje z valji je postopek obdelave kovin, ki uporablja niz valjev za upogibanje kovne v želeno krivuljo ali polmer. Za pridobitev zelene ukrivljenosti in oblikovanja materiala je kovina potisnjena skozi valje s postopnim pritiskom. Ta postopek se najpogosteje uporablja za izdelavo rezervoarjev, cevi in drugih cilindričnih oblik.



Slika 20: Upogib s tremi valji

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Odvisno od namena in materiala obstaja več vrst strojev za upogibanje valjev. Najpogostejše vrste so:

- Upogibanje s tremi valji: ta metoda uporablja tri valje, kot je prikazano na sliki 19; ta metoda uporablja tri valje, ki prozvroča upogibanje materiala z uvajanjem pritiska na kovine z valji. To je najpogostejša vrsta valjčnega krivljenja in je primerna za širok spekter uporabe.

- Upogibanje s štirimi valji: ta metoda uporablja štiri valje, edina razlika je, da je pri tej metodi večji nadzor nad postopkom upogibanja. Ker se uporablja za natančno delo, je zelo primerna za izdelavo zapletenih oblik in ozkih polmerov.
- Horizontalno valjčno upogibanje uporablja horizontalno poravnane valje. Najpogosteje se uporablja za upogib debelih materialov oziroma bolje povedano – idealen je za težke materiale. Pogosto se uporablja v panogah, kot sta gradbeništvo in ladjedelništvo.

Vsestranskost in natančnost upogibnih strojev se pogosto uporablja v različnih in najpogostejših situacijah

- Letalska industrija: V vesoljski in letalski industriji se z valjčnim upogibanem izdelujejo krila, deli trupa in drugi cilindrični sestavni deli.
- Avtomobilska industrija: Pri avtomobilski industriji sektorji za izdelavo izpušnih cevi, delov šasije in cevi za gorivo.
- Predelovalna industrija: Pri izdelavi skladiščnih rezervoarjev, tlačnih posod in velikih cevi.

Prednosti valjanja:

- Vsestranskost: Ogromen je spekter materiala, ki ga lahko obdelujemo, tudi debeline, zaradi katerih se z lahkoto uporabljajo za več različnih situacij.
- Učinkovitost: Postopek je zelo hiter v primerjavi z drugimi tehnikami oblikovanja kovin.
- Natančnost: lahko dosežemo izdelavo tesnih radijev in kompleksnih krivulj z visoko natančnostjo.
- Minimalna količina odpada: zaradi načina uporabe in samega postopka preobdelave materiala je količina odpadnega materiala minimalna.

Omejitve valjčnega upogibanja

- Začetna naložba: Sam nakup stroja je zelo velik korak in lahko je drag, zlasti za podjetja z omejenim proračunom ali mala podjetja.
- Omejitve materialov: Pri krhkih kovinah se lahko zgodi, da niso primerni za upogib zaradi pokanja in nevarnosti pri zlomu.

- Zahteva usposabljanje operaterjev: Enako kot nabava stroja in inštalacija je tudi samo usposabljanje obvezno pri samem zagonu stroja. Zahteva določeno raven znanja in izkušenj.

Izbira pravega stroja za upogibanje valjev

Najpomembnejše pri izbiri stroja je, katero vrsto materiala bomo upogibali, kateri premer in debelino materiala. Ko vse to izberemo, moramo ugotoviti, če stroj ustreza zahtevanemu polmeru. Na samem koncu stroja lahko izberemo, da izpolni vse potrebe in možnosti upogibanja, da ustreza našemu delovnemu procesu (Veriform, 2023).

4.6 Kontrola kakovosti izdelave

Kontrola je v podjetjih zelo pomembna, da zanesljivost in efikasnost ostaneta na visoki ravni. Sama kakovost proizvodov je pomembna za efikasnost proizvodnih procesov. Osnovni namen te zaključne ali vmesne naloge je, da obvesti ali opozori na doseganje kritičnih mer in izpelje ustrezen proizvod. V našem podjetju obstajajo tri vrste kontrole: vhodna, vmesna in končna kontrola. Cilj kontrole je vedno izboljšanje načrtovanja toplotnih načrtov in tehnoloških postopkov. Kot rezultat je doseganje čim več ustreznih in kakovostnih izdelkov v čim krajšem času.

V naši izdelavi ohišja visokotlačnega ventila imamo več vmesnih kontrol. Na koncu vsakega postopka izdelave imamo kontrolo. Kakor smo omenili, to velja za vse tehnologije obdelave, ki jih izvajamo pri izdelavi. Pri vsaki imamo po obdelavi kontrolo, od razreza materiala do strojne obdelave.

4.6.1 Vmesna kontrola strojne obdelave

Pri strojni obdelavi poznamo nekaj načinov kontroliranja izdelka. Najznačilnejše, ki jih omenjam, so preverjanje navoja s kontrolniki, preverjanje z merilnimi instrumenti, kontrola poroznosti po struženju in na koncu tlačni preizkus preverjanja tesnitve in ustreznosti strojne obdelave na 15 barov. Pred strojno obdelavo po varjenju tudi ohišju preverjamo poroznost s penetracijo in radiografskim snemanjem zvara (RT).

Kontrolniki in merski instrumenti so osnovna orodja za pridobivanje mer in preverjanje standardnih navojev. Kontrolo z instrumenti izvajajo operaterji v vmesnem času, na koncu obdelovanja pride tudi do kontrole in opravi se končna kontrola enakih obdelovalnih površin. Glede uporabe merskih instrumentov pri izdelavi ohišja visokotlačnega ventila so:

Uporabljamo mikrometer za premer zunanjega prečnika notranje prirobnice, kot prikazuje slika 21.



Slika 21: Vmesna kontrola z mikrometrom

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Drugo mersko orodje, s katerim izvajamo vmesno in končno kontrolo notranjih premerov spodnje prirobnice, je palični mikrometer za notranje mere, kar prikazuje slika 22.



Slika 22: Vmesna kontrola s paličnim mikrometrom za notranje premere

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Pri tretjem koraku kontrole navoja uporabljamo navojni trn za metrične navoje, v našem primeu je M20, kot je priloženo (slika 23).



Slika 23: Kontrola z navojnim trnom za metrične navoje

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

4.6.2 Kontrola s tekočimi penetranti (PT)

Po varjenju se štiriindvajset do osemindvajset ur počaka in opravi kontrola s tekočimi penetranti. Z njo odkrivamo porozne ali razpokane površine na samem zvaru. V našem primeru je del, ki se obdeluje na vertikalni stružnici, pred tem varjen s sterlitom. Ko se obdela na zahtevano toleranco, se lahko pokažejo luknje in razpoke v zvaru. Sam potek penetracije se začne s čiščenjem površine od nečistoč, potem se penetrant nanese z mazanjem ali s pršenjem. Počaka se okoli šestdeset minut, preden začnemo s preiskavo razpok. Na koncu po popravilu se še enkrat preveri; biti mora brez vijoličnih pikic penetranta, kot je prikazano na slikah 24 in 25.



Slika 24: Preizkus s penetranti 1

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)



Slika 25: Preizkus s penetranti 2

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Naloga kontrolorja, kot je omenjeno zgoraj za preizkus, je:

- potrebno pripravi vse površine od nečistoč,

- z nanosom ali pršenjem nanese tekoči penetrant,
- počaka trideset minut, potem na novo počisti vse površine od penetranta,
- ko se posuši, s pršenjem nanese Developer,
- po tridesetih minutah se na mestih, kjer so razpoke, luknje ali vključki, pojavijo pike v barvi penetranta,
- skladno z zahtevami in navodilili se opravi pregled,
- naredi se zapis o pogledu in pripravi ter
- označi mesta, ki jih je treba popraviti.

4.7 Tlačni preizkus

Tlačni poskus je postopek, s katerim se vršita kontrola in testiranje njegove propustnosti in čvrstosti na ventilih, sistemih za vodo in pline. Na ta način se izbrani izdelek priklopi na izbrano višino tlaka in se drži v nekem določenem obdobju zaradi preverjanja njegove sposobnosti držanja v podanih pogojih. Ta postopek najbolj pomaga pri odkrivanju puščanja ali kakšnih drugih slabostih. Sam tlačni poskus je zelo pomembna metoda kontrole kakovosti zaradi preverjanja proizvodov na več različnih tlakih.

Ko je kontrola nadzorovana, ohišje usmerimo na fluidni tlačni poskus. Tlačni poskus je narejen ob prisotnosti pooblaščenih oseb, v našem primeru TUV-inšpektorja in naših tehnologov. Test traja 30 minut pri tlaku 16 barov, kar je 40 % več od tlaka pri uporabi samega ohišja. Na priloženi sliki 26 prikazujemo tlačni preizkus.



Slika 26: Tlačni preizkus visokotlačnega ventila

Vir (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Potem ko je tlačni preizkus uspešen in pooblašcene osebe izdajo dovoljenje za odobritev proizvodnje, naši tehnologi izdajo zapisnik tlačnega preskusa, kot je priloženo v tabeli 2.

Tabela 2: Zapisnik tlačnega preizkusa

ECOM				Verz. št.: 2564-1/2		Ser. št.: 2564-1	
Zapisnik tlačnega preskusa Record of Pressure Test				Vr. št. / Identifikacijska št. (No. / Ident. number): NP 2564		Stran / str.: 1 / 1	
Kupnik / Customer: LEITER GmbH				Datum / Date: 20.12.2014		Petovar / Owner:	
Proizvajalec / Manufacturer: Ecksteine DN200				Material / Material: Petovar / Owner: Petovar Jernej			
Identifikacijska št. / Ident. No.: 107 2909/04 (Austrijske - 150lbs)				Material / Material: Material / Material: Material / Material			
				Material / Material: Material / Material: Material / Material			
No. / No.	Datum / Date	Aktivnosti / Activities	Material / Material	Material / Material	Material / Material	Material / Material	Material / Material
1	20.12.14 8:30	FILLING / POLNJEVANJE	OK	1	1	20	16
2	20.12.14 8:15	START OF TEST / PRICETEK PREIZKUSA	OK	16	30min	20	16
3	20.12.14 8:30	END OF TEST / KONEC PREIZKUSA	OK	16	1	20	16
Signature / Podpis: _____ Date / Datum: 20.12.2014 Signature / Podpis: _____ Date / Datum: 20.12.2014 Signature / Podpis: _____ Date / Datum: 20.12.2014							

Vir: (Ecom Ruše d.o.o., 2023)

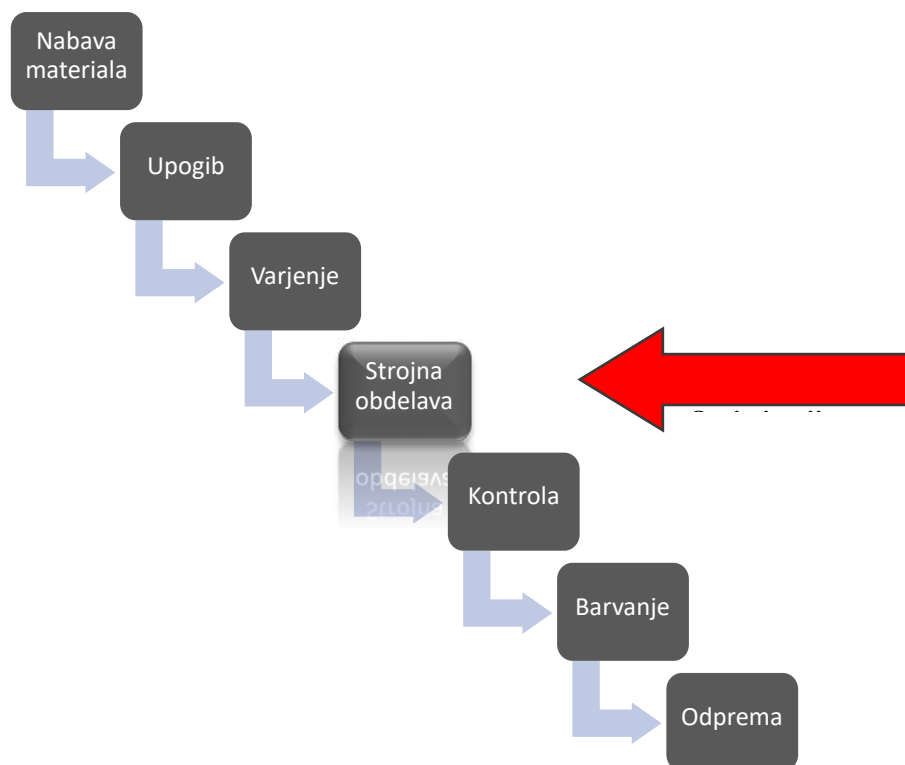
Z izpeljanim tlačnim preizkusom je ohišje visokotlačnega ventila, pripravljeno za pakiranje in odpremo.

5. TEHNOLOGIJE PROCESA PRED IZBOLJŠAVO

Ključni del vsakega razvoja je izboljšanje procesa nekega proizvoda, ki zajema izboljšanje kakovosti, hitrost izdelave in natančnosti, da bi pridobili želen in pričakovani dobiček. Ta proces zajema celotni proces izdelave izdelka od ideje do končne obdelave in odpreme. Razišče se celotni potek izdelave, nato se raziščejo vse možne izboljšave ter način, s katerim bi skrajšali čas izdelave proizvoda.

Pri kalkulaciji izboljšave izdelka smo prišli do prostora za optimizacijo v strojni obdelavi. Na samem začetku izdelave ohišja visokotlačnega ventila smo imeli manjša naročila po 16 kosov na mesec.

Naš potek izdelave izdelka začnemo z nabavo materiala. Potem gre material na razrez. Ko končamo s tem delom materiala, gre na predobdelavo in sestavljanje drugega na upogib. Po upogibu se gre za celotno sestavo in varjenje. Izdelki grejo potem na strojno obdelavo; po strojni obdelavi se izvede kontrola izdelka, ko se izvede kontrola notranjih mer in preverjanje poroznosti. Iz kontrolne sobe gre ohišje na CT-slikanje izdelka in preverjanje zvarov. Če so vsi zvari v redu, gre ohišje na tlačni preizkus in preverjanje držanja pritiska. Ko je vsa kontrola končana, se ohišje viskotlačnega ventila usmeri na peskanje in končno barvanje. Na koncu procesa izdelave sledita pakiranje in odprema z dokumentacijo o ustreznosti, kot je to prikazano na sliki 27.

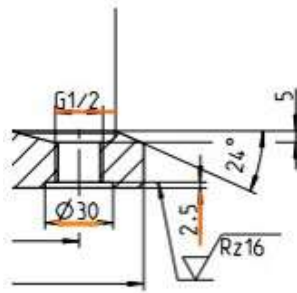


Slika 27: Diagram prikaza seznama procesa izdelave

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

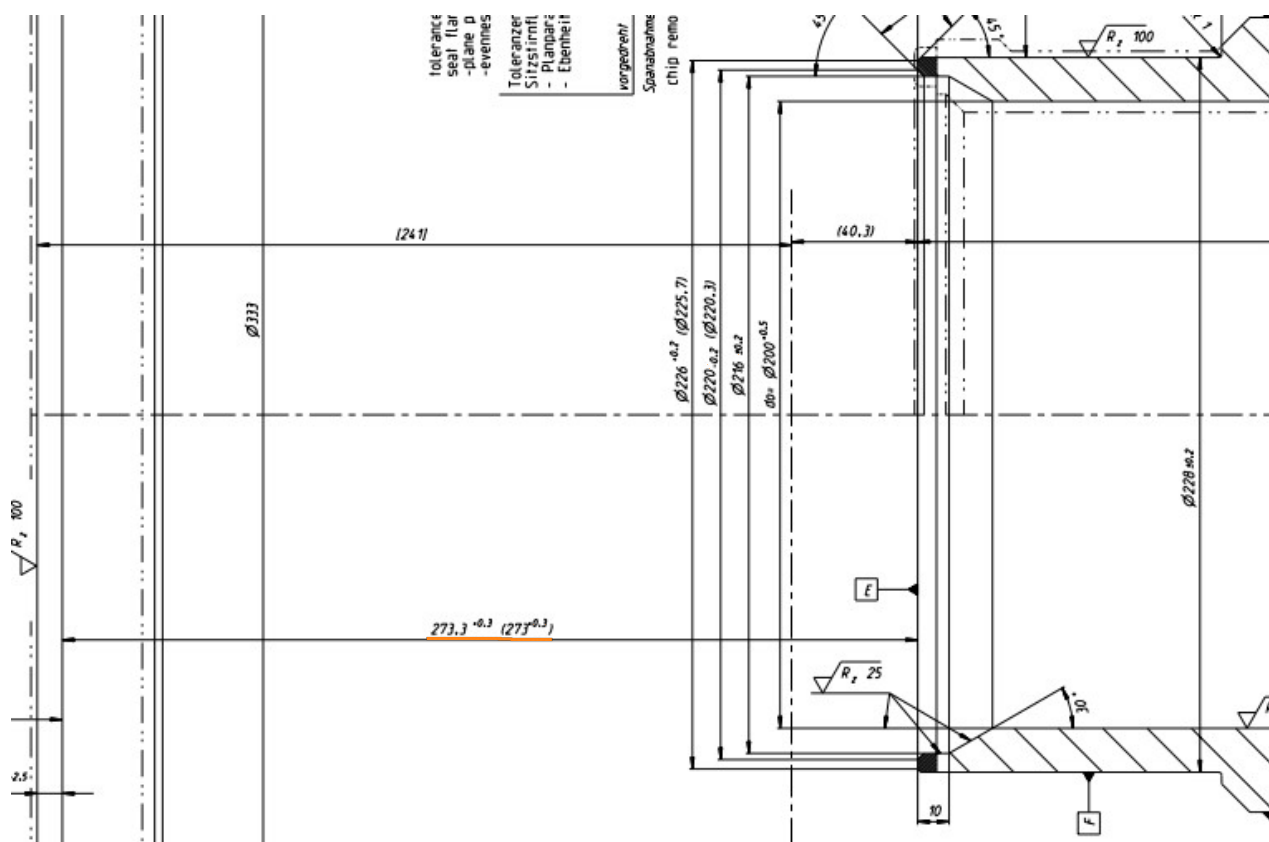
5.1 Predvidena strojna obdelava izdelka

Pri sami strojni obdelavi našega ohišja visokotlačnega ventila imamo nekaj zadev, s katerimi smo se ukvarjali tekom obdelave. Prva je višina samega izdelka, potem se izdelava zob in notranji del puše. Potem gre na vrtanje navoja M20, vrtanje luknje Ø18 na ušesih za montažo in vrtanje celotnega navoja G1/2. Na slikah 28 do 31 so označeni z oranžno barvo vsi pomembni deli obdelave, ki se morajo opraviti pri strojni obdelavi, od navoja do dolžinskih mer.



Slika 30: Deli risbe 3

Vir: (Ecom Ruše d.o.o., 2023)



Slika 31: Deli risbe 4

Vir: (Ecom Ruše d.o.o., 2023)

5.2 Strojna obdelava pred optimizacijo

Zaradi majhnega števila naročil pri obdelavi ohišja visokotlačnega ventila smo uporabljali navadne stroje za vrtanje in vertikalno struženje. CNC-stroj za rezkanje, ki ga uporabljamo, ima premajhne hode in ne more izdelati potrebnega dela, za vertikalno stružnico pa nismo imeli licence za sistem za programiranje in lažje delo. Imeli smo čas za dobavo materiala in dovolj natančne stroje, da smo izpeljali želeno količino izdelkov. Na samem začetku smo uporabljali navadni vrtalni stroj in klasično vertikalno stružnico (sliki 32 in 33).



Slika 32: Mehanični vrtalno/navojni stroj

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)



Slika 33: Mehanična vertikalna stružnica

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Obdelava poteka na ta način, da gre najprej ohišje na vertikalno stružnico Graffenstaden TV 1616, kjer se ohišje pritrdi s čeljustmi na mizo stružnice in izvede struženje želenih dimenzij, prikazanih na sliki 32.

Od orodja je uporabljenih več vrst stružnih nožev, med njimi tudi stružni nož z vpeto stružno ploščico.

Potem ko naredimo te mere in jih preverimo s penetracijo zaradi poroznosti, preidemo k naslednjemu postopku.

Naslednja postopka strojne obdelave sta vrtanje in rezanje navoja. Vrtanje in rezanje navoja smo izvajali s stebrnim vrtalnim strojem EASTAR RD-1600H (slika 34).



Slika 34: Vrtanje lukenj in navoja

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Delo poteka tako, da delavec namesti izdelek na delovno mizo vrtnega stroja in ga potem pritrdi z napenjalniki za mizo in začne z obdelavo. Za vrtanje v tej fazi imamo navoje M20, vrtanje lukenj Ø18 in izdelavo navoja G1/2, kot je prikazano na slikah 2 do 31.

Od orodja smo uporabili navadne svedre Ø17.5, Ø18, Ø19. Potem smo urabili navojne svedre M20 in G1/2.

Pri sami obdelavi sta jo izdelovala dva delavca in uspešno izpeljala postopek do konca. V enem tednu smo na začetku izdelovali 4 ohišja visokotlačnega ventila in ta vrsta obdelave je bila sprejemljiva in izpeljiva.

5.3 Produktivnost

Produktivnost je beseda, ki se pogosto sliši in uporablja v situacijah, ko se pogovarjamo o uspešnosti in doseganju višjih ciljev. To pa pomeni, da se lahko dosežejo dobri rezultati z obstoječo ekipo ali izboljšanjem določenega dela, procesa ali z izboljšanjem delovne opreme – avtomatizacije nekega procesa. Vsa moderna in napredna podjetja, ki so ciljno usmerjena k višjim dobičkom, se ukvarjajo s takimi zadevami.

Formula za izračun norme:

$$Produktivnost = \frac{Q}{L}$$

Q = količina proizvoda

L = porabljen časa

5.3.1 Normirano delo na izdelavi ohišja visokotlačnega ventila pred izboljšavo

Normo računamo tako, da najprej izračunamo povprečno delo kosov na uro v tednu, potem pa, koliko ur bomo potrebovali za to količino izdelka na ravni letnega povprečja. Delo smo računali na 8 ur na dan, ker podjetje dela 8 ur in pol zaradi organizirane malice in boljše učinkovitosti dela. Glede na načrtovano količino izdelkov na tedenskem nivoju (4 komadi) smo delili na obseg tedenskih ur (40 ur).

$$Pr = \frac{40 \text{ ur}}{4 \text{ kom}} = 4,00 \text{ ure /kom oziroma } \frac{4 \text{ kom}}{40 \text{ ur}} = 0,1 \text{ kom/ uro (Puhar \& Stropnik, 2013)}$$

S tem smo pridobili podatek, da ena ura odpade na produkcijo 0.1 izdelka.

$$\text{Normirani čas} = \frac{\text{predvidena letna količina}}{\text{predvidena norma na uro}} = \frac{192}{0,1} = 1.920 \text{ ur}$$

V tabeli 3 so povzeti podatki izdelovalnih količin in potrebnega časa.

Tabela 3: Tabela produktivnosti

	Normirano število izdelkov na teden [kom]	Normirana letna količina [kom]	Normirani čas izdelave [ur]
	4	192	1920

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

6. TEHNOLOGIJE PROCESA PO IZBOLJŠAVI

Za izvedeno optimizacijo samega procesa je bila odgovorna potreba naročnika. Naročnik je bil zelo zadovoljen z našim delom in časovno natančnostjo izročitev, zato je v nadaljevanju izrazil željo, da lahko dostavimo čim več končanih izdelkov, ker je v tistem trenutku potreboval čim več ohišja. Naši tehnologi so se osredotočili na izboljšavo procesa izdelave. Največ prostora za izboljšavo in napredovanje je v strojni obdelavi. Namesto z našimi navadnimi stroji izdelujemo s pomočjo CNC-strojev.

Enako pomembna stvar, ki bi jo izpostavil, je, da smo morali dobavo materiala spremeniti v primeru, ko smo za dobavo čakali 2 meseca. Našli smo boljšega dobavitelja s Češke, od katerega smo dobili material najkasneje v treh tednih. To je velika prednost zaradi pridobivanja časa, ki izhaja z magičnega trikotnika orodjarstva, ki vrednoti bistvene dejavnike cene, časa in kakovosti. (slika 35).



Slika 35: Diagram CENA-ČAS-KAKOVOST

Vir: (Gogić, 2022)

Uporabimo ga tudi za izboljšavo nekega procesa izdelave orodja tudi pri sami optimizaciji izdelka, v našem primeru ohišja visokotlačnega ventila.

6.1 Nakup novega delovnega parka

Zaradi povečanega obsega dela smo morali nakupiti nov stroj in operativni sistem za programiranje strojev. S kombinacijo novega sistema in novega stroja smo zdaj usposobljeni narediti hitreje in in učinkoviteje. V primeru nakupa licence za sistem MasterCam smo usposobili tudi eno vertikalno CNC-stružnico, ki je nismo mogli uporabljati za zapletena dela. Tako smo dobili več možnosti, kar se tiče obdelovanja. Nakup rezkalnega storja znamke KIHEUNG U900LT (slika 36) nam omogoča nam hitrejše delo in izdelavo ohišja ter tudi za izdelavo več drugih stvari od novih naročnikov, kar izboljša naš uspeh v industriji.



Slika 36: Rezkalni stroj KIHEUNG U900LT

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Nov rezkalni stroj je boljši v tem, da lahko shranimo programe in tudi orodja, ker obstaja skladišče, kamor lahko shranimo dvainštirideset orodij, za vsako vrsto ohišja posamezno in avtomatsko spremeni vsa orodja, ki jih potrebuje za izdelavo enega izdelka. Ko delamo katero koli ohišje, samo usrediščimo izdelek, določimo ničle, izberemo program in delamo. Seveda je pri obdelavi potrebno pogosto preverjanje orodja in ploščic. Na spodnji sliki je prikazano vpeto ohišje visokotlačnega ventila (slika 37).



Slika 37: Vpeto ohišje na mizo stroja pred obdelavo

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Enako je tudi za vertikalno CNC-stružnico, ki smo jo usposobili za delo. Zdaj obstaja program za vsako ohišje, zato jo je potrebno usrediščiti in določiti ničle. V nadaljevanju je potrebno pripraviti orodje, ki je predpisano v programu, in začeti z delom. Prilagamo tudi sliko za obdelovanje ohišja na vertikalni stružnici (slika 38).



Slika 38: Ohišje med obdelavo pri vertikalnem struženju

Vir: (Ecom Ruše d.o.o., 2023)

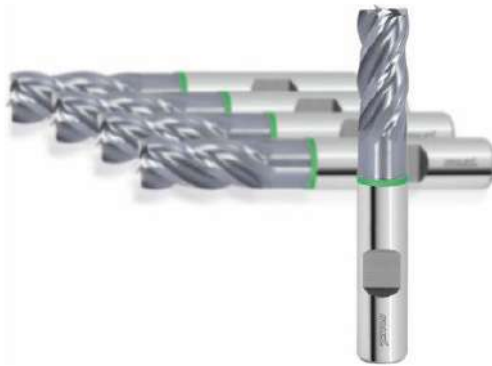
6.1.1 Uporabljeno orodje pri optimizaciji

Pri optimizaciji in delu na CNC-strojih smo opravili nekaj sprememb glede uporabe orodij namesto navadnih orodij, ki smo jih uporabljali pri navadnem vrtalnem stroju. Zdaj lahko uporabimo topovske svedre, ki jih definiramo z velikimi pomiki in visoko rezilno hitrostjo. Orodje, ki ga zdaj uporabljamo, prilagamo na slikah 39 do 41. Pridobili smo ne samo hitrost, temveč tudi učinkovitost in natančnost. S to spremembo dosežemo krajši cikel izdelave. Stroj vsebuje zalogovnik za orodje, ki lahko avtomatsko izbere orodje za naslednjo operacijo.



Slika 39: Sveder z obračalnimi ploščicami

Vir: (Hoffman-Group, 2024)



Slika 40: Rezkar z namenom delovanja v Inox

Vir: (Hoffman-Group, 2024)



Slika 41: Grezilo z obračalnimi ploščicami

Vir: (Hoffman-Group, 2024)

Vertikalna stružnica je malo posebna. Pri njej ne obstaja zalogovnik z večjo številko orodja, ampak lahko vstavimo največ štiri rezilne nože za struženje, v našem primeru pa uporabljamo samo dva.

Izboljšán je tudi proces glede klasične vertikalne stružnice, s katerim je bil vsak pomik ročno izpeljan, kar zelo vpliva na uporabljen čas pri izdelavi. Zdaj pa lahko celotni dodatek postruži brez ustavljanja. Spodaj prilagam vertikalno stružnico znamke TOS (slika 42).



Slika 42: Vertikalna stružnica TOS 3

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

6.2 Produktivnost pri izboljšavi

S spremembo same izdelave in optimizacije postopka smo skrajšali čas izdelave, saj bomo stroje usmerjali za več vrst obdelave. Zdaj lahko zadolžimo operaterje, da bodo sami naložili ohišje in ga usrediščili. Na sam proces izdelave ne vpliva tako hitrost delavca kot pri klasičnih strojih.

6.3 Norma po izboljšavi procesa

Naročnik LESER je zahteval okoli 300 ohišij na leto z okoli 2000 urami, kar je bilo skoraj za eno tretjino več od trenutnih procesov izdelave. S celokupno avtomatizacijo procesa s klasičnih strojev na CNC-stroje smo v enem tednu uspeli narediti sedem ohišij visokotlačnega ventila, kar je enkrat več od pričakovanih šest oziroma petinštirideset odstotkov več. Sledi, da smo po izboljšavi procesa lahko naredili 7 kosov na teden v 40 delovnih urah, kar pomeni, da smo za izdelavo enega kosa porabili 5,71 ure.

$$Pr = \frac{40 \text{ ur}}{7 \text{ kom}} = 5,71 \text{ ur /kom oziroma } \frac{7 \text{ kom}}{40 \text{ ur}} = 0,175 \text{ kom/ uro} \quad (\text{Puhar \& Stropnik, 2013})$$

$$\text{Normirani čas} = \frac{\text{predvidena letna količina}}{\text{predvideno ur na kos}} = \frac{300}{0,175} = 1.714 \text{ ur}$$

V tabeli 4 so povzeti podatki izdelovalnih količin in potrebnega časa po optimizaciji procesa.

Tabela 4: Tabela produktivnosti po optimizaciji

Produktivnost	Potrebna količina izdelkov na teden	Potrebna letna količina	Potrebni čas izdelave
	[kom]	[kom]	[ur]
	7	300	1.714

Vir: (Ecom Ruše d.o.o, 2022)

Po izračunu produktivnosti smo ugotovili, da smo zmanjšali čas izdelave za 206 ur in s tem zvišali proizvodnjo za 108 ohišij, kar predstavlja 45 % izboljšanja izdelave.

Indeks produktivnosti

$$\text{Normirani čas} = \frac{\text{predvidena letna količina}}{\text{predvidena norma na uro}} = \frac{300}{0.15} = 2000 \text{ ur}$$

$$\text{Dejanski čas} = \frac{\text{predvidena letna količina}}{\text{predvidena norma na uro}} = \frac{300}{0.175} = 1714 \text{ ur}$$

Spodaj bomo preračunali indeks produktivnosti delovnih ur, ki so bile normirane, nato pa dejansko uporabljen čas za to izdelavo.

Število normiranih kosov za izdelavo: 300 kom.

Letne normirane ure: 2000 ur

Dejansko porabljen čas: 1714 ur

$$\text{Indeks produktivnosti} = \frac{\text{dejansko porabljen čas}}{\text{predvidena letna norma}} = \frac{1.714}{2.000} = 0.85$$

Če povzamemo za enako količino kot prej, da delamo 192 kosov na leto, bi takrat ugotovili, da je razlika 144 ohišij, kar predstavlja skoraj 822 ur dela in s tem tudi izboljšavo procesa za skoraj 45 %.

7. DIGITALIZACIJA

Danes ni skrivnost, zato si priznamo, da slaba komunikacija in slaba organizacija v podjetju prinašata velike izgube in škodujeta podjetju. V študiji »The Poor Cost of Communications«, ki jih je izvedla organizacija Society of Human Resource Management (SHRM), je bilo anketiranih 100000 zaposlenih v 400 podjetjih. Ugotovili so, da je letna izguba 62,4 milijona ameriških dolarjev posledica neustrezne komunikacije med nadrejenimi in delavci.

Občasno se zgodi, da so delavci v podjetju organizirani na različnih področjih dela, prav tako izvajajo več različnih opravil. V teh trenutkih je pomembno, da ste v stiku z osebami, s katerimi sodelujete in od katerih prejimate informacije; ti naj bodo zaradi brežhibnega dela pravočasno obveščeni.

Ena od zadev, za katero mislim, da bi bila zelo učinkovita, je uporaba Outlooka v podjetju. Predvsem v podjetju Ecom Ruše d. o. o. je veliko težav glede komunikacije in slabe organizacije. S tem mislim, da bi sodelovanje spodbudila boljša komunikacija in organiziranost (Buhler & Worden, 2013).

7.1 Outlook

V 21. stoletju imamo možnost, da se izognemo dnevnim sestankom in vsakodnevnemu vznemirjanju ljudi, ki niso na tekočem, ko gre za delo. Tukaj imamo možnost uporabe takšnega programa.

Kot samostojana aplikacija ali program je Microsoft Outlook (na sliki 43) del zbirke Microsoft Office. Edina razlika tega programa, je da Outlook ponuja enostavnejšo in hitrejšo komunikacijo preko e-pošte. Ena od zadev, ki bi jo izločil, je, da se lahko ustvarijo skupine in podskupine.



Slika 43: Logotip Outlook aplikacije

Vir: (Microsoft, 2023)

Cilj te aplikacije je za vsakega zaposlenega narediti nalog. Danes nameč večina od nas uporablja vsaj eno pametno napravo. Prejemanje sporočil in informacij je preprosto in na ta način celotno proizvodnjo opredelite v skupine in podskupine. Proizvodnja, na primer, je kot skupina štirih podskupin tehnologije in konstrukcije, razreza materiala, strojne obdelave in ključavničarstva. Vsak izmed nadrejenih iz teh podskupin dobi sporočilo o nalogah za ta teden.

Ko so označeni kot skupine in podskupine, direktor z lahkoto pošlje obvestilo in izbere skupine in skupine, ki se lotijo dotične zadolžitve. Prav tako pošlje sporočilo na vidiku celotne družbe in ga uporabi kot oglasno desko. Za prihodnje dogodke, kolektivni dopust, skrajšani delovni čas, delovne sobote, regres in nekatere splošne informacije. Dodajam primer; če bi obstajala skupina vzdrževanja, bi bilo precej lažje glede kvarov in takojšnjega odgovoru vzdrževalca kot nasvet, kaj narediti kot ukrep. S tem se izognemo izgovorom »pozabil(a) sem« in »nisem slišal(a)«.

Odlična lastnost je, da aplikacija ni draga in da se z malo porabljenega časa v podjetju lahko vzpostavi red in nekaj discipline. Če si vsi prizadevamo za to, lažje in bolj organizirano delo. Mislim, da je ta zadeva zelo pomembna in da je z vzpostavitvijo takšnega odnosa med zaposlenimi in vodilnimi organi pomembna. Običajen delavec bi se neposredno obrnil na direktorja s prošnjo za pomoč ali rešitev kakšnega problema.

Glede aplikacije so možnosti ogromne: v vsakem segmentu proizvodnje je mogoče prejeti obvestilo, da nekdo potrebuje kako orodje ali da ga ni več v zalogovniku, podatke o dopustu, bolniški, kakšnem specialnem delu ali nalogi, ter sporočilo za nadaljevanje naslednje izmene, s katero takrat nimamo stika. S takšno komunikacijo zagotavljamo prihranek časa (Volvoikar, 2023).

8. SKLEP

Optimizacija nekega izdelka je sprememba veliko procesov, ki si sledijo po korakih. Kot smo ugotovili, smo vse dobro spremenili, zato na koncu pričakujemo želene rezultate. V mojem primeru je bila obravnavana optimizacija tehnologije izdelave visokotlačnega ventila. Za ta izdelek sem se odločil, ker se v našem podjetju izdeluje več kot 15 let, kar je skoraj polovica obstajanja samega podjetja. V obdobju od samega začetka je bil ta proizvod večkrat večkrat optimiziran. Poskusil sem prikazati te procese. Skozi diplomsko delo smo najbolj poudarjali strojno obdelavo, ker je to zadeva, ki se vsako leto nadgrajuje in vedno pride nekaj novega.

Na začetku sem predstavil Ecom Ruše d. o o. Na tem mestu sem opisal organizacijo podjetja in tehnologijo proizvodnje. S tehnologijo proizvodnje sem razložil, s katerim strojnim parkom razpolagamo tudi programsko podporo.

Sama izdelava ohišja visokotlačnega ventila je specifična in proces zapleten. Poskusil sem približati celotni proces izdelave. Pri sami izdelavi je največ varjenja pri samem ohišju, pomembna pa je tudi strojna obdelava.

Pri predstavitvi ohišja visokotlačnega ventila smo prikazali hipotezo **H1**: Uporaba varnostnih ventilov visokega tlaka.

Sam namen viskokotlačnega ventila je zelo pomemben pri veliko stvareh, ki lahko rešujejo življenje, tudi velike napake in visoke stroške. Ugotovitev, da razvijamo tako napredno zadevo, vzbudi tudi odgovornost, da mora biti ta izdelek ustrezne kakovosti in skladen s standardi.

Skozi to poglavje pridemo do predvidene tehnologije izdelave, ki se ujema s hipotezo **H2**; obladovanje različnih tehnologij pri izdelavi izdelka, kar smo pokazali skozi rezanje z laserjem, upogibanje, varjenje in strojno obdelavo, ki se izvaja na več strojih.

Proti koncu diplomskega dela preidemo k bistvu, do najpomembnejše stvari – to sta optimizacija in korigiranje same strojne obdelave. Sprememba strojnega parka z mehanskim in ročnim delom na CNC-strojih, ki bistveno zvišajo nivo izdelave glede kakovosti in tudi pospešijo hitrost. Poleg

tega sem tudi priložil način digitalizacije podjetja, v katerem primeru bo informacija hitrejša in s tem bi lahko vplivali na samo nabavo, razrez, strojno obdelavo idr., ker bi samo najava in organiziranost proizvodnje potekala hitreje in brezhibno. S tem zapisom potrjujem hipotezo **H4**. Ko združimo digitalizacijo in CNC-amortizacijo, dobimo rešitev, kako amortizacija CNC-obdelave in tudi digitalizacija vplivata na proizvodnjo.

Na samem koncu smo omenili tehnologije procesa po izboljšavi. Skozi to poglavje smo šli skozi amortizacijo strojnega parka – nakup stroja in usposabljanje vertikalne stružnice s programsko podporo, ki je bistveno olajšala delo ne le za podjetje, temveč tudi za operaterje, ki delajo na teh strojih. Skozi to poglavje smo šli skozi indeks produktivnosti, s katerim smo s primerjavo ugotovili, da se številka in uporabljeni čas bistveno zvišata, dobili pa smo tudi 45-odstotni boljši izkoristek proizvodnje. S to ugotovitvijo smo potrdili tudi hipotezo **H3**. Čas izdelovalnega procesa bo bistveno krajši kot pred optimizacijo izdelave. S samim skrajšanjem časa izdelave pa tudi pridobimo na korigiranju cene izdelka, kar je lahko do 45 % več dobička glede na staro ceno izdelave.

Med samo izdelavo diplomskega dela sem spoznal, da je pomembno vsak segment proizvodnje katerega koli izdelka. Na koncu mora biti vsak izdelek v celoti brezhiben in edinstven, zato je pomembno, da si operacije sledijo korak za korakom v zaporedju. Vsaka težava, ki se zgodi v podjetju z dobro komunikacijo, je prav tako razrešena dosti ceneje, kot bi bila v podjetju brez ustrezne komunikacije. Od samega načrtovanja, projektiranja, nabave, razreza do zapakiranega izdelka za odpremo sem ugotovil, da zahteva veliko različnih operacij, od katerih sta pomembna načrtovanje in upoštevanje dobavnega roka. Pomembno je, da smo samostojno podjetje, ki ne potrebuje drugih podjetnikov, da izvajajo zapleteno rezanje, upogib itd. Komunikacija med zaposlenimi znotraj podjetja in načrtovanje najbolj prispevata k temu, da z malo porabljenega časa dosežemo kompaktno proizvodnjo.

9. VIRI IN LITERATURA

- Buhler, P. M., & Worden, J. D. (2013). *The Cost of Poor Communication*. Retrieved from SHRM: <https://www.shrm.org/topics-tools/news/cost-poor-communications>
- Camincam. (2023, 7 1). *Mastercam*. Retrieved from CAMINCAM: <https://camincam.si/mastercam/>
- Dorigotti, D. (2023, 8 14). *3-Axis Vs. 5-Axis CNC Machining: What Is The Difference?* Retrieved from Dragonmetal: <https://www.dragonmetal.com.au/blog/3-axis-vs-5-axis-cnc-machining-what-is-the-difference/>
- Ecom Ruše d.o.o. (2022). *Interni viri*. Ruše , Slovenia: Ecom Ruše d.o.o. Retrieved from <https://www.ecom.si/>
- ECOM Ruše d.o.o. (2022, 9). Retrieved from Ecom.si: <https://www.ecom.si/>
- Ecom Ruše d.o.o. (2023). Dokumentacija, Slovenia, Ecom.si. *Ecom Ruše d.o.o.*
- Ecom, d. (2022). *Speifikaija varilnega postopka, Ruše, Slovenia*. Ruše, Slovenia.
- Gogić, D. m. (2022). *Izdelava in vzdrževanje orodij*. Retrieved from Academia.si: <https://student.academia.si/mod/folder/view.php?id=13599>
- Hoffman-Group. (2024). *Katalog artiklov- Obdelava izvrtin, Rezkanje* . Retrieved from Hoffman-Group: <https://www.hoffmann-group.com/SI/sl/hsi/odrezovanje/c/10-00-00-00-00?tlId=691>
- LESER GmbH & Co. KG. (2023). Retrieved from LESER The-Safety-Valve: <https://www.leser.com/en-us/the-company/?selected=Home>
- Microsoft. (2023). *Outlook*. Retrieved from Microsoft: <https://www.microsoft.com/sl-si/microsoft-365/p/outlook/cfq7ttc0h1kq>
- Puhar, J., & Stropnik, J. (2013). *Krautov strojniški priročnik 2003*. Retrieved from SCRIBD: <https://www.scribd.com/document/397928917/Strojniški-Priročnik-2003>
- Sild, S. (2022, 10 27). *Welding-12 Types Explained*. Retrieved from Fractory: <https://fractory.com/types-of-welding-processes/>

- Srčić, M. (2018, 9). *UGOTAVLJANJE IN ZGOTAVLJANJE KAKOVOSTI ZVARA V IZDELAVI GLAVNE ROKE KAMIONSKEGA ŽERJAVA*. Retrieved from Academia:
https://www.academia.si/wp-content/uploads/2020/09/Mario-Srčić__DD.pdf
- Srečko, Š. (Maribor, 2021). *UPORABA PROGRAMSKIH ORODIJ ZA NUMERIČNO KRMILJENJE PRI REZKANJU KOKILE*. Retrieved from Academia:
<https://www.academia.si/wp-content/uploads/2021/02/DD-Strucl.pdf>
- Tallberg, E. (2023, 12 15). *What is a vertical lathe?* Retrieved from About Mechanics:
<https://www.aboutmechanics.com/what-is-a-vertical-lathe.htm>
- Veriform, P. (2023, 4 5). *WHAT IS ROLL BENDING: A COMPREHENSIVE GUIDE TO TECHNIQUES, APPLICATIONS, AND COMPARISONS*. Retrieved from Veriform:
<https://veriform.ca/what-is-roll-bending-a-comprehensive-guide-to-techniques-applications-and-comparisons/>
- Volvoikar, P. (2023, 6 9). *Kaj je Outlook in za kaj se uporablja?* Retrieved from MSPowerUser:
<https://mspoweruser.com/sl/what-is-outlook/>