



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Strojništvo  
Modul: Orodjarstvo

**INDUSTRIALIZACIJA – KLJUČNI PROCESI  
IZDELAVE IZDELKA V PODJETJU  
OMEGA AIR**

Mentor: mag. Slavko Božič  
Lektor/ica: Maja Špes, mag. prof. slov. j. in knj.

Kandidat: Rajko Špehar Vrtin

Ljubljana, julij 2022

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju, mag. Slavku Božiču, za vso pomoč, nasvete in ažurnost.

Zahvaljujem se tudi lektorici, Maji Špes, mag. prof. slov. j. in knj. (UN), ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Posebej se zahvaljujem ženi Ani, ki mi je pri celotnem študiju stala ob strani in me podpirala ter spodbujala pri učenju in študiju.

## IZJAVA

Študent Rajko Špehar Vrtin izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Slavka Božiča.

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

Dne: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

Vsako podjetje, ne glede na njegovo dejavnost, mora imeti nekakšno zaporedje dejavnosti, ki jih opravlja. To si mora slediti smiselno po procesih, ki se med seboj dopolnjujejo. Za te procese je potrebno pripraviti orodje, kot tudi same stroje in seveda tudi ljudi, ki delajo na njih. Zato je pomembno sodelovanje vseh prisotnih pri delu. Medsebojna komunikacija je ključ do dobrega in kvalitetnega dela ter na koncu zadovoljstva vseh sodelujočih. Vsak delavec mora točno vedeti, kaj je njegova naloga, kako jo izvede in zakaj je pomembna za končni izdelek – vsak sodelujoči naj se počuti kot del celote. Kvaliteta izdelka pa je pogojena tudi od spremljanja izdelka med in po delu. Kakovost je odvisna tudi od opreme, ki jo imamo na voljo, zavednega merjenja in nadzora samih procesov. Vse, kar se dogaja v podjetju od začetka do konca, pa naj vedno spremljajo določeni papirji za kasnejši vpogled ali morebitne spremembe. Vsako podjetje, ki se hoče razvijati, mora strmeti k vsakdanjemu izboljšanju in inovacijam.

### **KLJUČNE BESEDE:**

- smiselno zaporedje procesov,
- priprava strojev in orodij,
- sodelovanje vseh prisotnih,
- nenehne izboljšave.

### **ABSTRACT:**

Every company, no matter what it does, must have some kind of sequence of activities that it works. The processes must follow sense ably and supplementally. For these processes, the tool, machines and of course the workers must be prepared properly. That is why corporation of everyone at work is important. Communication is the key to a good and quality work and at the end everyone that corporates is happy. Every worker must know exactly what is his job, how he does it and know why is his operation important for finally product – every person must feel like being a part of product. Quality of product deepens of measuring between and at the end of process. Quality also deepens of equipment for measuring that we have, conscious measurement and measurement control. Everything that happens in between, must be recorded on paper, so we can always check and look what we did and we can do certain changes. Company, that wants to develop, must have constant improvements and innovations.

### **KEYWORDS:**

- sequence of activities,
- properly prepared machines and tools,
- corporation of all people,
- constant improvements.

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge .....	1
1.3	Predstavitev okolja .....	2
1.4	Predpostavke in omejitve .....	2
1.5	Metode dela .....	3
2	PROCESI PRI IZDELAVI IZDELKOV .....	3
2.1	Izbira materiala za določen proizvod .....	4
2.2	Priprava materiala za nadaljnjo obdelavo .....	8
2.3	Izdelava priprav za pomoč pri rezanju in obdelavi .....	16
2.4	Obdelava pred spajanjem .....	21
2.5	Spajanje polizdelkov in izdelkov .....	24
2.6	Končna obdelava zvarjenca .....	29
2.7	Merjenje obdelovancev .....	30
3	DOKUMENTI, KI SPREMLJAJO IZDELEK OD ZAČETKA DO KONCA .....	33
3.1	Konstruiranje izdelka.....	34
3.2	Naročilo materiala .....	35
3.3	Izdelava risb in načrtov izdelka.....	36
3.4	Pisanje programov in določanje postopkov za stroje .....	36
3.5	Kontrolne karte.....	42
4	ZAKLJUČEK .....	44
5	LITERATURA IN VIRI .....	45

## KAZALO SLIK

Slika 1 : Logotipi podjetja.....	2
Slika 2 : Diagram procesov.....	4
Slika 3: Vhod pred skladiščem .....	5
Slika 4: Obstoječi regal.....	7
Slika 5: Tračna žaga Pegas.....	9
Slika 6: Pištola za ročno rezanje s plazmo, naprava za vrtenje cevi .....	10
Slika7 : Orbitalna priprava .....	11
Slika 8 : Kotne brusilke in različni nastavki za obdelavo .....	12
Slika 9 : Stružnica .....	13
Slika 10: Obdelovalna miza na stroju brez in s podaljškom .....	14
Slika 11: Stezna glava za okrogle obdelovance in centrirni čep.....	17
Slika 12 : Preprosti pripravi za vpenjanje cevi.....	18
Slika13 : Vrtljiva miza za obdelavo in rezanje ter dodatni nastavek za cevi .....	19
Slika 14: Obdelovalni steber .....	20
Slika 15: Različni vrtalni stroj.....	22
Slika 16: Različni pripomočki za strojno in ročno pobiranje robov.....	24
Slika 17 : Varjenje pod praškom .....	26
Slika 18 : Varjenje z roboti.....	27
Slika 19 : Kotna brusilka z različnimi nastavki in žična krtača za ročno brušenje ....	29
Slika 20: Izdelki podjetja Omega air .....	30
Slika 21: Ročna kotomera .....	31
Slika 22 : Pomična merila .....	31
Slika 23: Šolski primer konstruiranja izdelka.....	35
Slika 24: Univerzalna naročilnica.....	36
Slika 25: Izrez nosilec.....	41

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Analiza rezanja po različnih postopkih.....	15
Tabela 2: Analiza varjenja po različnih postopkih. ....	28
Tabela 3: M kode za manipulacijo s strojem .....	39
Tabela4 : Kontrolna karta .....	43

# 1 UVOD

Vsako podjetje, ki želi poslovati in delati dobro, se mora držati zahtev kupcev, standardov ter delati kot dober gospodar. Za kvaliteto in kvantiteto naj bi skrbeli vsi zaposleni, tako delavci, kakor tudi nadrejeni. Za doseganje najboljših rezultatov je potrebno sprotno spremljanje materiala, polizdelkov in izdelkov. To vključuje pravilno planiranje in pripravo proizvodnje, izbiro pravih postopkov obdelave ter merjenje z ustreznimi merili in s postopki. Vsak postopek pri izdelavi mora biti pravilno izveden in načrtovan, če želimo doseči brezhibnost izdelka. Pri kakršnikoli izdelavi je pomembno, da si faze proizvodnje sledijo po pravilnem zaporedju in se med seboj dopolnjujejo, kar mora spremljati tudi za to določena dokumentacija.

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Pri procesih izdelave in obdelave lahko naletimo na težave. Med najbolj pogostimi, s katerimi se srečujemo v podjetju, je izbira pravega postopka obdelave za določen polizdelek. Na voljo imamo določene stroje in opremo, od nas pa je odvisno, za katerega se bomo odločili, da bo izdelek hitro ter dobro narejen. Dokumentacija, ki spremlja izdelek, najpogosteje služi samo kot nekakšen osnutek, brez točne obrazložitve, kako izvesti določen postopek. Ugotavljamo, da nam primanjkuje določene opreme in orodij pri delu ter jasnejših navodil. Zadolžitve pogosto niso točno določene, kar pogosto privede do nejasnosti, kdo naredi kateri postopek. Ker ne uporabljamo kontrolnih kart, tudi ni razvidno, kje so in kdaj so določene težave nastale. Pri celotnem procesu se med seboj dogovorimo in pogovorimo o samem delu, kar bi bilo potrebno tudi sproti zapisovati za lažje delo ter procese v prihodnosti.

## 1.2 CILJI NALOGE

Primerjali bomo postopke obdelave med seboj in ugotovili, kateri so najbolj primerni za boljšo produktivnost oziroma kako bi naredili isti izdelek z najboljšim načinom. Skozi celoten proces bomo spremljali določen polizdelek, analizirali postopke in dokumentacijo, s katero delamo. Te postopke in dokumentacijo bomo dopolnili ter po potrebi spremenili, da bodo ti vključevali čim manj dodatnih stroškov, hkrati pa bodo bolj uporabni in boljši. Te ugotovitve bomo predstavili vodstvu in s tem olajšali delo delavcem, podjetju pa povečali proizvodnjo določenih procesov.

### 1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Podjetje Omega air se ukvarja z izdelavo filtrov, vložkov in opremo za stisnjen zrak, z ločevalniki kondenzata, ločevalniki olje/voda, s sušilniki stisnjenega zraka, z generatorji kisika ter dušika, z načrtovanjem in izdelava mobilnih kompresorskih postaj. Proizvodnja obsega tlačno brizganje plastike, strojno obdelavo, varjenje, orodjarno, filtracijo in tlačno litje aluminijevih zlitin ter lakirnica. Ima tudi lasten servis in trgovino. Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1988, s sedežem v Ljubljani. Leta 2018 so ustanovili novo varilnico v Logatcu. Podjetje ima danes tristo zaposlenih in se še vedno širi. Omega air ima pridobljenih tudi več certifikatov, in sicer: ISO 9001:2000 (vodenje sistema kakovosti), certifikat za izdelavo tlačnih posod – PED direktiva, imajo tudi znak ASME U ter UM (omogoča izdelavo za ameriški in azijski trg), TRCU (certifikat za kakovost filtrov vložkov, separatorjev in odvjalcev ter ohišij filtrov). Zunanja in notranja presoja pa izvaja redni nadzor nad delovanjem podjetja (Omega-air, 2022).



Slika 1 : Logotipi podjetja.  
(Omega air, 2022)

Na zgornji sliki vidimo logotipe, ki so se skozi leta spreminjali in razvijali skupaj s podjetjem.

### 1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Predpostavljamo, da bomo s svojim delom prišli do boljših rezultatov proizvodnje. To pomeni, da želimo s hitrejšimi in z lažjimi postopki priti do boljše, bolj natančne ter z manjšimi stroški proizvodnje določenih izdelkov. Določene izboljšave nam bodo tako pripomogle pri vsakodnevnem delu.

Pri delu se bomo srečali z omejitvami podatkov, saj celotnega procesa zaradi omejitev v podjetju ne moremo opisati in analizirati. Omejeni bomo tudi na varilnico in na podružnični obrat podjetja, ki se nahaja v Logatcu, kjer je zaposlenih približno sto delavcev. To posledično pomeni, da lahko za podjetje in delavce, ki se nahajajo v Ljubljani, samo posplošimo našo analizo ter izboljšave.



## 1.5 METODE DELA

Pri raziskovanju bomo uporabili opisno metodo, opisali bomo trenutno stanje in ga analizirali ter kasneje uporabili pri delu kot osnovo za boljše končne rezultate. Uporabili bomo tudi induktivno-deduktivno metodo, saj bomo vzeli pod drobnogled določen proizvod in sklepali, da je enako stanje pri ostalih polizdelkih ter izdelkih.

## 2 PROCESI PRI IZDELAVI IZDELKOV

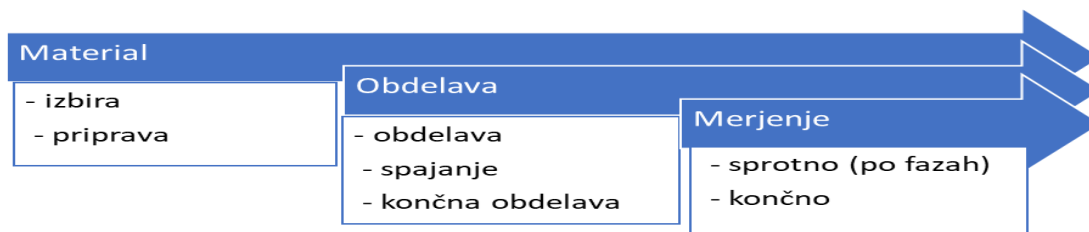
Na splošno lahko rečemo, da si morajo procesi pri izdelavi slediti smotrno. To v praksi pomeni, da material, ki smo si ga izbrali za nadaljnjo predelavo ali izdelavo, najprej smiselno izberemo, nato ga predobdelamo ali pripravimo, ga obdelamo na željene mere in tolerance, šele potem spajamo. Polizdelke lahko tudi prej spojimo in jih obdelujemo kasneje, seveda je to odvisno od našega dela ter izdelka. Kaj bomo delali prej in kaj pozneje, je odvisno tudi od naših zmožnosti, ki jih imamo v podjetju. Na samem začetku je potrebno izbrati stroje, ki bodo najboljši približek našim potrebam pri procesu in bodo uporabni za čim več postopkov. Materiali, ki jih na začetku izberemo, naj bodo takšni, da jih lahko obdelujemo, hkrati pa morajo imeti vse mehanske lastnosti, da ustrezajo zahtevam končnega izdelka. Seveda pa tudi cenovno dostopni, saj je cena končnega produkta še kako pomembna. Vse, kar se dogaja od začetka do konca proizvodnje, naj bi bilo skrbno načrtovano in zabeleženo, da se ob popravkih doseže optimalizacija stroškov ter časa.

Kakor je pomembna pravilna izbira materiala in strojev, je tudi pomembna ustrezna izbira ter izobraževanje kadra, ki je zaposlen v podjetju. Znanje ljudi je še kako важно, saj vsak posameznik veliko pripomore vsaki fazi, ki jo opravlja. Zmotno bi razmišljali, če bi trdili, da delavcu pri delu ni potrebno razmišljati. Kot podjetje se moramo truditi, da se ljudje sami želijo dodatno izobraževati in jim to tudi omogočiti. Vse naštetu pripomore k boljši kvaliteti in kvantiteti, saj si vsi želimo čim boljših rezultatov. Da pa vse to dosežemo, se moramo držati nekih pravil in zaporedij pri samem delu, poznati ter vedeti, kakšne so zmožnosti strojev in ljudi.

Procesi so lahko posamični, ali pa se dopolnjujejo med seboj. Vsak proces se nadzoruje sproti, mora biti načrtovan vnaprej in se po potrebi nadgrajuje. Pri vsakem začetku se naredi prototip, na katerem sledi preverjanje ustreznosti in kvalitete. Kadar je ta že vpeljan v podjetju, je delo lažje, to pa ne pomeni, da ga ni potrebno nadgrajevati in dopolnjevati. Vedno se določeni postopki dajo narediti hitreje in bolje. Mogoče je včasih potrebna tudi zamenjava tehnologije ali postopka.

Procese pri izdelavi izdelka bi lahko primerjali z reko, ki ima svoje pritoke vode skozi svojo pot. Brez teh pritokov nima takšne veličine in se sčasoma izgubi – del je manjka. Čeprav se nam mogoče zdi skoraj nepomemben postopek, še kako pripomore h kvaliteti in k celotnemu proizvodu (na primer: če ni pravilno zavarjen, ne bo na koncu tesnil, tako kot mi želimo). Več je torej teh procesov, ki se dogajajo pri

proizvodnji, več je soodvisnosti med seboj. Zato je tudi pomembno, da določimo pravilno zaporedje vseh faz izdelave in spremljamo vsak proces posebej ter ga sproti po potrebi spremenimo ali dodelamo.



Slika 2 : Diagram procesov.  
(Lastni vir)

## 2.1 IZBIRA MATERIALA ZA DOLOČEN PROIZVOD

Da bi izbrali material, ki bo imel dobre mehanske lastnosti za nadaljnjo obdelavo, moramo najprej vedeti, kakšne sile bo prenašal, kako bo obdelovan, ali ga bo mogoče variti, če bo to potrebno. Dimenzije nikoli ne smejo biti prevelike, saj pride do prevelikega odpada in posledično večjih stroškov. Pri dimenzijah je potrebno upoštevati tudi dodatke za obdelavo in rezanje – material mora biti vedno izbran tako, da je odpadek minimalen, hkrati pa ima dovolj dodatka za nadaljnjo preoblikovanje. Ker se v podjetju srečujemo z izdelki s tlačnimi napetostmi (50 barov ali več, odvisno od želje kupca), je pomembna tudi debelina materiala, da zdrži potrebne pritiske. Največja tlačna posoda ima 5360 kilogramov teže, to pomeni, da moramo za vse nosilce izbrati prave mere in material, da bi zdržali potrebno posodo skupaj z opremo. Kadar imamo posebne želje kupcev, se morajo vsi izračuni ponovno opraviti, da bi vsak element zdržal in da ne pride do neželene porušitve. Tudi pri transportu je pomembno, da ves material ustrezno zaščitimo. Kadar je ta material večjih dimenzij, kar je pogosto, lahko pride do upoginitve le-tega. Pri nadaljnji obdelavi pa nastane problem, saj ga je nemogoče zravnati, ne da bi pri tem spremenili njegovo obliko, posledično pa tudi strukturo. Zato je potrebno vsak kos materiala posebej pri prevozu zaščititi. Tukaj so v veliko pomoč različne palete z vmesniki, ki jih po potrebi predstavljamo. Tudi karton in vmesna folija ščitita pri transportu ter prestavljanju. Velikokrat je potrebno pri tem improvizirati, saj je material različnih oblik in dimenzij. Tudi pri iztovarjanju je previdnost zelo dobrodošla, saj se največ poškodb zgodi pri njej. Vsaka praska ali vdolbina pomeni posledično slabši material in nadaljnjo obdelavo.

Ker je podjetje v Logatcu še vedno delno v gradnji in dodelavi, vozijo na viličarjih material po neravnem terenu približno 50 metrov (kadar je daljši ter večji) do skladišča, kjer čaka na obdelavo. Transportno vozilo sicer vzvratno pride do

skladišča, kjer je tudi nadstrešek, vendar potem ni prostora za zlaganje. Viličar torej pripelje do vhoda, nakar mu preozka vrata onemogočajo, da bi ga takoj postavil na mesto, kjer bo skladiščen. Tako si pomagamo z ročnimi vozički in mostnim dvigalom, da ga postavimo skozi vrata na željeno mesto. Rešitev bi bila, da se mostno dvigalo podaljša tudi pod nadstrešek. Tako bi lahko prišlo transportno vozilo pod nadstrešek, z mostnim dvigalom bi ga dvignili direktno iz kesona in postavili v skladišče. Isto dvigalo bi torej lahko uporabili za zlaganje materiala, kot tudi za nadaljnji premik na razrez. Tudi pri nalaganju končnih izdelkov bi bilo priročno, saj se srečujemo s podobnimi problemi – pomankanje prostora. Pri večočkovnem dvigovanju večjega in težjega materiala je manjša možnost nihanja ter poškodb (tudi upogibanja), saj lažje opravljamo z njim. To pa je, sploh pri nalaganju končnih izdelkov, zelo pomembno.

Na Sliki 3 vidimo vhod pred skladiščem, kjer se dogaja nalaganje za nadaljnji transport, možna rešitev za prostorsko stisko bi bila, da se mostno dvigalo podaljša pred sam vhod v skladišče. S tem bi olajšali tako težave z zlaganjem, kot tudi nalaganjem izdelkov in materiala. Hkrati pa bi povečali varnost izdelkov in samih udeležencev pri transportu. Tudi število ljudi bi se zmanjšalo, saj je sedaj pri večjih kosih potrebno, da sta prisotna vsaj dva ali trije delavci zaradi samega transporta. Izdelki pa bi se manj poškodovali.



*Slika 3: Vhod pred skladiščem  
(Lastni vir)*

Ko pride vhodni material ali polizdelek, ga zložimo v za to pripravljene regale. Samo zlaganje ne zahteva posebnih naporov, kadar pa želimo material vzeti v proizvodnjo, takrat nastane problem. Ta je sicer lepo zložen, vendar je drug na drugem, kar otežuje premik in dostopnost spodnjih kosov. Potreben je premik zgornjih, za odvzem spodnjih, kar predstavlja časovno in varnostno oviro, material pa se pri tem lahko zopet poškoduje pri premikanju. Odvzemanje materiala z viličarjem je nemogoče, ker ni transportnega prostora. Regal za zlaganje pa ima še nekaj prostora za premik navzven. Rešitev bi torej bila, da se najprej naredi dvojni regal, na katerega bo možen pristop z obeh strani. Ali pa se samo še eden doda na drugo stran. Skladišče ima tudi, kot smo že prej omenili, mostno dvigalo, s katerim prelagamo material. Dvigalo ostane na mestu, ker ima dovolj prostora za dvigovanje z obeh strani. Na kavelj, ki ga dvigalo že ima, se pričvrstijo vilice za dvig tovora, podobno kot jih v ta namen za premikanje uporablja viličar. Te bi omogočale dostop do vsakega kosa materiala posebej. Pred tem bi bilo potrebno med material vstaviti distančnike, ki bi omogočali lahek dostop med posamezne kose. Tako bi sicer morali premakniti samo nekaj kosov, namesto vseh. Prostor, ki ga zgubimo z distančniki, pa bi nadomestili z drugo stranjo regala, ki smo ga dodali. Lahko bi se tudi, glede na prostor, ki je na voljo, dodalo še manjšega, saj se pogosto zgodi, da so že predhodno odrezani kosi vmes med velikim materialom, kar povzroča tudi nevarnost prevrnitve zaradi nepravilnega zlaganja. Namesto vilic pa bi lahko uporabili tudi transportni pas, ki bi ga pritrdili na obe strani materiala, kadar je ta krajši.

Na sliki 4 vidimo regal, ki bi se dal dodelati tako, da bi bilo lažje premikati in nalagati vhodni material za izdelke.



*Slika 4: Obstoječi regal  
(Lastni vir)*

Tudi vlaga vpliva na material, kadar ta stoji predolgo. Kovine tako oksidirajo in dobimo neželen sloj na materialih ali izdelku. Otežuje barvanje izdelkov in podaljša proces izdelave, saj je potrebno vso neželeno rjo predhodno odstraniti, v nasprotnem primeru nam bo nanescena barva odstopila od materiala ter odpadla. Pri dolgotrajnejši izpostavljenosti pa železov trioksid razžre železo, posledično je to neuporabno.

Torej, če hočemo, da bo izdelek dober, je potrebno poskrbeti za ustrezen transport in skladiščenje. Material naj gre čimprej v obdelavo, saj tako predstavlja manjše tveganje za nastanek oksidov, tudi stroški skladiščenja se zmanjšajo. Hkrati pa je smotno imeti minimalne zaloge, ki omogočajo premoščanje časa pri morebitnih težavah transporta in dobave.

## 2.2 PRIPRAVA MATERIALA ZA NADALJNJO OBDELAVO

Sedaj imamo material v skladišču. Za vsako obdelavo, ki jo želimo izvesti, pa sledi priprava. Najprej je potreben razrez posameznih kosov cevi na željeno dolžino. Pod drobnogled bomo vzeli več različnih postopkov rezanja in na koncu določili, kateri bi bil najbolj primeren za odrezovanje preprostih cevi, ki služijo kasneje kot priključki na tlačni posodi.

### - Tračna žaga

Razrez pomeni postopek, pri katerem s pomočjo žage ali drugega pripomočka material razdvojimo oziroma odstranimo. Za to imamo v podjetju na voljo tračno žago. Na njej lahko režemo zelo dolge kose (tudi do 15 metrov ali več). Širina rezanega materiala je lahko do 730 mm, višina pa 323 mm.

Ima pa tudi pomožne valjčke, po katerih lažje premikamo težji material, da ga nastavimo na točno željeno dolžino. Kot smo že omenili, je potrebno vsaki dolžini dodati še dodatek, ki je potreben za določeno obdelavo, da ima končni izdelek dimenzije, ki jih želimo dobiti. Pri samem rezanju je potrebno paziti tudi na parametre, s katerimi režemo, saj lahko v nasprotnem primeru pride do poškodb žage (žaga počí) ali pa kos ni ravno odrezan (kadar prehitro režemo se to rado zgodi). Parametri rezanja so odvisni predvsem od trdote materiala. Tudi pri nepravilnem vpetju lahko pride do poškodb, žaga ima ročno vpenjanje, zato je sila važna, da med samim žaganjem ne pride do premikov. Na desni strani naprave je tudi distančnik, ki nam je pri rezanju več zaporednih enakih kosov v veliko pomoč, saj nam ni potrebno za vsak premik posebej meriti razdalje. Seveda obstajajo tudi žage s samodejnim premikom in z računalniško nastavitvijo dolžine, vendar po navadi serijske proizvodnje nimamo ter bi bila takšna naprava preveč zamudna za nastavitvev posamičnih kosov.

Na Sliki 5 vidimo žago za razrez češkega proizvajalca Pegas, ki jo uporabljamo v podjetju. Za premik žage v prvotni položaj je potrebna ročna sila – ročni premik. Ima pa tudi nastavitvev za premik stroja za rezanje kosov pod koti do 60 stopinj. Na desni strani naprave so distančniki za lažje hitro nastavljanje dolžine. Panel za upravljanje z napravo pa je premičen za lažje operiranje.





Slika 5: Tračna žaga Pegas  
(Lastni vir)

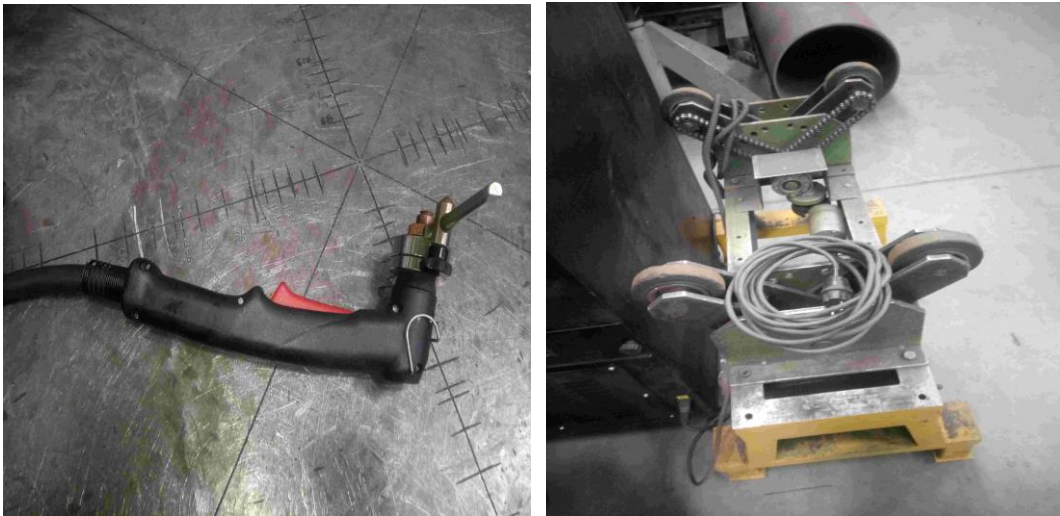
- Rezanje s pomočjo plazme

To je postopek ločevanja materiala s pomočjo plina argona (lahko pa tudi dušika ali vodika), ki je pomešan s stisnjenim zrakom. Material se zaradi visokih temperatur segreje – stali in tako lahko režemo željene kose. (Kraut 2017).

Plazma je zelo priročna za uporabo, saj lahko z njo režemo aluminij, baker, legirana in nelegirana jekla ter druge zlitine. S plazmo lahko natančno in hitro režemo (tudi do 8 metrov/minuto).

Tukaj nam je v pomoč priprava za vrtenje okroglih kosov na kolesih, ki nam omogoča bolj natančno (ravno) rezanje cevi. Prednost takšnega rezanja je, da ni potrebno posebnih priprav in delo poteka dokaj hitro. Slabost pa je, da je plin drag in za delo s plazmo se je potrebno ustrezno opremiti (osebna varovalna oprema: zaščitna očala, rokavice ter predpasnik), pri delu pa nam je vroče, saj to delo opravljamo z ročno pištolo za rezanje.

Na Sliki 6 spodaj vidimo pištolo za ročno rezanje z omejevalom, s katerim se lahko režejo okrogle luknje ali pa se uporablja kot omejevalo za rezanje ravnine. Na sredini je naprava za vrtenje okroglih cevi, da lažje režemo v ravnini. Desno pa vidimo izrezani kos cevi, ki ima tudi že pripravno luknjo za nadaljnjo obdelavo ob strani. Pri rezanju se lahko uporablja tudi posebno stojalo, na katerega fiksiramo pištolo, da miruje pri rezanju, ko se ta vrti. Za rezanje daljših cevi pa se uporabljata dve pripravi, ki jih je potrebno predhodno postaviti v enako višino in ravnino, kar predstavlja dodaten čas priprave.



Slika 6: Pištola za ročno rezanje s plazmo, naprava za vrtenje cevi  
(Lastni vir)

Tako kot pri vsakem razrezu je tudi tukaj potrebno upoštevati dodatke materiala za nadaljnjo obdelavo. Potrebna pa je tudi usposobljenost operaterja za samo delo, ker je to bolj nevarno, kot delo z žago.

- Rezanje z orbitalno napravo

Na voljo za razrez imamo tudi orbitalno napravo, s katero po samem razrezu tudi poberemo robove okroglega materiala za nadaljnjo proizvodnjo (varjenje).

Priprava je zelo priročna, saj se obdelovanec vrti okrog svoje osi sam. Predhodna nastavitve pa je daljša, saj moramo vse parametre (širino, hitrost rezanja in debelino) vpisati. Ni pa primeren za debelino rezanja, večjo od 10 milimetrov, saj ima dokaj slab motor, ki poganja žagico za rezanje.

Na desni strani ima priprava valjčke, ki omogočajo vrtenje cevi okrog osi pri obdelavi. Problem se pojavi na levi strani, ko režemo dolge kose. Ti odpadejo ob končanem rezu na tla in obstaja nevarnost poškodovanja materiala. Čiščenje je potrebno po vsakem rezanju, saj drugače pride do zatikanja.

Ima pa tudi ročni pogon v primeru okvare (ročka, ki jo vidimo na sredini slike nad cevjo).





*Slika 7 : Orbitalna priprava  
(Lastni vir)*

- Ročna kotna brusilka

Za rezanje lahko uporabimo tudi ročno kotno brusilko. Ta nam je vedno v pomoč, tako za manjša popravila, kot tudi večje kose, ki jih ne moremo obdelati na stroju, saj lahko z njo tako režemo in tudi brusimo. Rokovanje z njo je preprosto, zaščitna oprema pa poceni (očala). Lahko jo kombiniramo z vrtljivimi valjčki ali drugimi stroji, da lažje premikamo kos, namesto samo brusilke. Pomanjkljivost je, da je nikoli ne držimo pod istim kotom, kar v praksi pomeni, da kot brušenja ali globina rezanja nista nikoli enaka.

Na Sliki 8 vidimo primer kotnih brusilk in nastavke za rezanje. Rokovanje z njimi je zelo preprosto, hitro se tudi zamenja orodje za željeno obdelavo. Za menjavo rezalnega kolesa se uporabi poseben ključ, ki ustreza vsem kotnim brusilkam. Na zadnji strani pa je gumb za blokiranje obračanja glave za lažje odvijanje. Kot vidimo na sliki, te kotne brusilke nimajo zaščitnega ščita na zgornji strani, kar je lahko pri uporabi zelo nevarno. Smiselno bi bilo na to opozoriti tudi delavce.



Slika 8 : Kotne brusilke in različni nastavki za obdelavo  
(Lastni vir)

- Rezanje s pomočjo stružnice

Režemo pa lahko tudi s pomočjo stružnice. V Logatcu imamo na voljo dve stružnici, ki poleg posamičnih proizvodov za struženje služita hkrati za rezanje cevi. Rezanje s stružnimi noži je natančno. Pojavijo pa se problemi, ko je cev daljša, kot je sam delovni razpon stružnice oziroma kadar je cev daljša od dveh metrov, je ni mogoče rezati. Na eni strani se tako cev vstavi v stezno tri- ali štiritočkovno glavo, na drugi strani pa se vstavi prirejena priprava, ki jo konjiček stružnice ob pritisku razširi in tako je trdno pripeta. Ko pride rezalni nož skozi material in se ta loči od ostalega, pa je potrebno biti previden. Ločeni material gre pogosto svojo pot in takšno rezanje lahko postane nevarno. Zato se poslužujemo delnega rezanja in naknadnega dokončnega izreza na primer s kotno brusilko. Nato ponovno damo odrezan kos nazaj, da poravnamo in da pobereмо dokončen material. Natančnost je vsekakor večja, samo delo pa je nekoliko daljše zaradi daljše obdelave.

Na Sliki 9 vidimo primer stružnice Potisje, takšno uporabljamo tudi v podjetju. Je zelo priročna, saj ima več funkcij (vrtanje, vrezovanje notranjih in zunanjih navojev, struženje, mi pa najbolj uporabljamo odrezovanje). Na desni strani vidimo konjička, ki nam služi tako za dodatno vpetje pri odrezovanju, kot tudi za vrtanje ali centriranje. Imamo več ročk, s katerimi lahko premikamo samo orodje po z ali x osi.



*Slika 9 : Stružnica  
(Lastni vir)*

Po x osi uravnavamo vzdolžno gibanje po materialu, po z osi pa globino same obdelave. Na levi strani imamo glavno stikalo za vklop in izklop, gumb za vklop hladilne tekočine. Poleg pa nastavljive ročke za smer in hitrost vrtenja ter pomika. Desno spodaj pa vidimo glavno ročko za vklop med samim delom.

Pri delu je potrebno nositi osebno varovalno opremo (zaščitna obleka, očala in čevlji z zaščitno kapico, proti vrezne rokavice). Pri delu je potrebno, da operater ves čas opazuje potek dela in pot odrezkov ter odrezanega materiala, ki pri tem nastajajo. Pogosto se zgodi, da se ti naberejo in lahko kadarkoli odletijo. Zaradi svoje finosti so zelo ostri in nevarni. Za odstranjevanje le-teh imamo po navadi kovinsko tanko palico s kavljem.

Ker je glava za stegovanje mehanska, je potrebno paziti in vedno tudi preveriti ustreznost zatega. Važno je tudi, da ima operater pri svojem opravljanju dela dovolj prostora tako za morebiten odmik pri izpadu materiala iz čeljusti, kot tudi za nemoteno opravljanje dela. Opažamo tudi, da pri delu operater pogosto uporablja širok zgornji del obleke, kar ni priporočljivo, saj lahko hitro pride do neželenega stika obleke z vretenom in poškodb, ki so lahko zelo hude. Osveščanje operaterjev o mogočih poškodbah bolj pogosto bi bilo smiselno in dobrodošlo.

Delo je v primerjavi z ostalimi odrezovanji bolj zahtevno, saj zahteva več znanja delavca. Pri takšnem odrezovanju je potrebnega več znanja, več priprave in več pozornosti. Natančnost pa omogoča, da je nadaljnje rokovanje s cevmi, ki so odrezane na takšen način, lažje.



- Odrezovanje z rezkanjem

Ta postopek lahko primerjamo s postopkom, ki smo ga opisovali pred tem. Je zelo podoben rezanju s stružnico, je lahko enako ali celo bolj natančen, vendar imamo pri tem tudi omejitve.

Na voljo imamo dve vrtljivi obdelovalni mizi, na katerih lahko poleg običajnega čelnega rezkanja, vrtanja, vrezovanja navojev in rezkanja pod koti, tudi odrezujemo kose, saj nam je vodoravno na voljo vseh 360 stopinj obdelave. Vanj lahko damo kose za obdelovanje do višine 1100 milimetrov in premera do 600 milimetrov. Ima magacin, v katerem ima 60 gnezd za orodje. Orodja imamo tako vedno na voljo za obdelavo brez dodatnih vpenjanj. Kadar ga potrebujemo, ga pokličemo programsko v vreteno in ga uporabljamo. Najbolj uporabno orodje za odrezovanje je grobi rezkar, premera 25 milimetrov, saj gre po večini za obdelavo pred varjenjem in je tako še boljša oprijemljivost vara, ko rezkamo z grobim rezkarjem. Rezkar pa je dovolj močan, da prenese sile odrezovanja. Omejitev pa predstavlja njegova dolžina in pa širina samega vretena, saj obstaja možnost, da to pri delu trči ob mizo, kadar gre pregloboko ali prenizko. Njegova maksimalna rezalna dolžina je 120 milimetrov. Miza pa se lahko tudi obrača, zato to ne predstavlja problemov. Material pa mora biti zaradi rezalne širine dosti daljši (25 milimetrov oziroma širina rezkarja), to pa predstavlja velik dodatek pri materialu. Je sicer natančno odrezan, ima pa veliko odpadka. Tudi pri takšnem odrezovanju materiala ne moremo odrezati do konca, ker se bo zgornji del naslonil na spodnjega in bo prišlo do samega stiska orodja ali celo do zloma.



*Slika 10: Obdelovalna miza na stroju brez in s podaljškom  
(Lastni vir)*

Kot vidimo zgoraj na sliki, smo dodali "podaljšek mize" za lažje odrezovanje. Tako imamo lažji dostop do samega kosa za odrezovanje, hkrati pa nam zmanjša možnost odrezovanja višjih kosov.

Imamo na izbiro postopke odrezovanja s tračno žago, plazemsko rezanje, kotno brusilko, stružnico in obdelovalni center (rezkanje). Po navadi ni predpisanega postopka za samo rezanje, zato jih bomo primerjali med seboj in skušali ugotoviti, ki bi bil najboljši za naše rezanje. Vzeli bomo primer enega priključka, ki je nekako standardne višine in širine za naše potrebe (najbolj pogosto uporabljenega) ter na podlagi naših ugotovitev skušali predpisati najhitrejši in najboljši postopek odrezovanja za naše najbolj pogoste potrebe.

Postopke bomo ocenjevali od številke 1 do 5. Številka 1 naj bo najslabša, 5 pa najboljša. Končna ocena bo povprečje štirih ocen. Ocenjevali bomo čas priprave (povprečen) za rezanje, čas priučitve operaterja, za katerega predvidevamo, da je malo oziroma sploh ni operiral na takšnem odrezovanju. Ocenili bomo tudi natančnost končnega reza in možnost ponavljanja enakega postopka oziroma delanja serije izdelkov enako natančno.

<b>POSTOPEK:</b>	<b>ČAS PRIPRAVE ZA REZANJE:</b>	<b>ČAS PRIUČITVE NAČINA REZANJA:</b>	<b>NATANČNOST REZANJA:</b>	<b>MOŽNOST PONAVLJANJA (SERIJE):</b>	<b>ŠT. TOČK (pov.)</b>
Tračna žaga	4	3	3	2	<b>3</b>
Plazemsko rezanje	3	3	2	1	<b>2,25</b>
Kotna brusilka	4	5	1	1	<b>2,75</b>
Stružnica	3	2	5	3	<b>3,25</b>
Odrezovanje z rezkanjem	3	2	5	5	<b>3,75</b>

Tabela 1: Analiza rezanja po različnih postopkih  
(Lastni vir)

Pri analizi zgornje tabele lahko vidimo, da sta največ točk dobila rezkanje in stružnica. To se je zgodilo zaradi tega, kot vidimo, imata ta dva postopka zelo veliko možnost ponavljanja serijskih (več kosov) proizvodov. Tudi natančnost je visoka, saj je kos odrezanega materiala dosti bolj togo vpet. Tudi rezilno orodje miruje. Vendar je priprava daljša kot na primer pri kotni brusilki (rezalki) ali tračni žagi. Plazemsko rezanje je nekje na dnu točkovanja, kar pa ne pomeni, da je najslabše, saj pogosto režemo debelejšje materiale in nam je tukaj v veliko pomoč.

Kaj oziroma kateri postopek torej izbrati za optimalno hitrost in natančnost rezanja? Lahko izberemo kombinacijo dveh in dobimo najboljše rezultate. Prej smo na primer že omenili, da s tračno žago in kotno brusilko nimamo omejitev, kar se tiče dolžine

rezanja. Torej lahko sklepamo, da bi bilo najprej priporočeno odrezati kose na dolžino, ki jo lahko vstavimo v rezkalni stroj ali stružnico, nato pa jih bolj natančno dokončno razrežemo s temi postopki. Tukaj moramo upoštevati tudi dolžino odrezanega materiala, da bo dodan dodatek za nadaljnje odrezovanje. Odvisno je torej predvsem od tega, kakšen mora biti naš končni polizdelek za nadaljnjo obdelavo. Tudi v kakšnem obsegu bomo rezali (posamično ali serijsko). V našem primeru pa bi bilo najbolje, da vzamemo začetni prerez (grobi) s tračno žago, nakar bi dodelali na stružnici ali rezkalnem centru.

Pri posamičnih kosih pa je seveda nesmiselno takšno delo, ker bi prej naredili s plazmo ali kotnim rezilnikom. To bi bilo potrebno zapisati tudi v listinah, ki spremljajo kose, da bi točno vedeli, kaj in kako rezati.

## 2.3 IZDELAVA PRIPRAV ZA POMOČ PRI REZANJU IN OBDELAVI

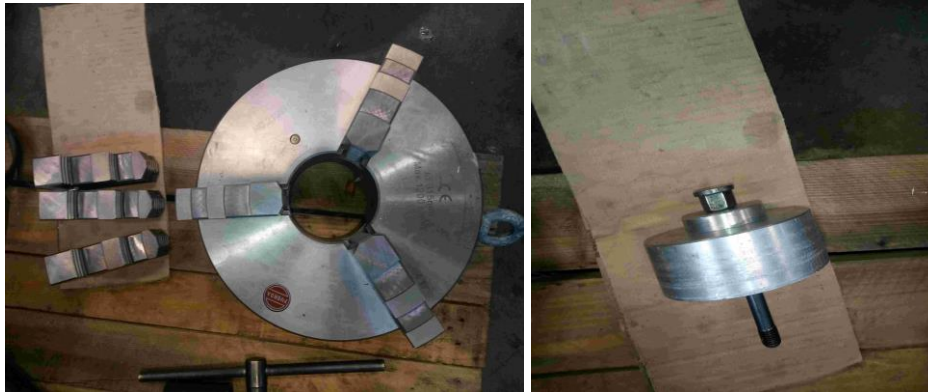
Material je pripravljen (razrezan) za nadaljnjo obdelavo, imamo tudi stroje, ki so namenjeni temu. Sedaj je potrebno narediti priprave za samo vpenjanje. Sicer so na voljo vpenjala, ki se jih da serijsko oziroma univerzalno uporabiti, lahko pa so to maloserijski proizvodi, ki še vedno zahtevajo enako trdno vpenjanje pred obdelavo. V podjetju imamo orodjarno, a pogosto se pojavi takšen produkt, ki ga nimamo časa pošiljati orodjarjem, saj so ti v Ljubljani. Takrat sami naredimo nekakšno pripravo, pogosto tudi improviziramo, saj je pomembno, da se določeno delo opravi v določenem roku. Priprava za vpenjanje je nemalokrat tudi samo kakšen vijak, ki ga vpneemo skupaj s kosom direktno v stroj ali pa je skupek več komponent, ki se med seboj povežejo.

Ker v podjetju uporabljamo več različnih priprav, jih bomo kar našteali in opisali.

- Stezna glava za okrogle obdelovance – »amerikaner« je priprava za fiksiranje okroglih obdelovancev. Lahko ima tritočkovno ali štiritočkovno vpenjanje z notranje ali zunanje strani. Čeljusti za vpenjanje lahko po potrebi tudi predelamo ali obdelamo za željene dimenzije s struženjem ali z rezkanjem. V pomoč nam je lahko tako pri vrtanju, struženju ali rezkanju, hitro se vpne v željen stroj, okrogli obdelovanci pa so vpeti togo. To omogoča nemoteno obdelavo in nepoškodovane obdelane kose. Material se zateguje mehansko s posebnim štirikotnim ključem. Po navadi ima stezna glava omogočeno zategovanje s treh strani, kar nam dodatno olajša delo, kadar imamo pri vpetju malo prostora. Pozorni moramo biti pri vstavljanju čeljusti v glavo, saj ima vsaka svoje mesto. Po navadi so označene s številkami.

Vijak za pritrjevanje s ključem zavrtimo na mesto vstopa, vstavimo željeno čeljust, nato nadaljujemo z naslednjo. Postopek ponovimo in tako vse vstavimo na mesto, kamor spadajo. Ta postopek je pomemben zato, da vsaka stisne enakomerno in z enako oziroma isto silo.

Za naše potrebe lahko isto glavo uporabimo tako za rezanje s struženjem kot tudi s frezanjem. Glava je univerzalna, ima predpisane maksimalne obrate (na stružnici) in je uporabna za naše dimenzije rezanja do 800 milimetrov dolžine. Lahko pa je uporabljena tudi v kombinaciji z dodatnim fiksiranjem na sredini.



Slika 11: Stezna glava za okrogle obdelovance in centrirni čep  
(Lastni vir)

Na sliki je stezna glava. Namenjena je večjim obdelovancem, saj lahko z njo pritrdimo zunanji ali notranji premer do 315 milimetrov. Kot vidimo, ima poleg čeljusti za notranje vpetje tudi zunanje, ki se po potrebi hitro zamenjajo. Lahko jih po potrebi stružimo ali rezkamo. Glavo lahko uporabimo tako na stružnici kot na rezkalnem stroju. Na sredini imamo luknjo, v katero vstavimo centrirni čep (slika desno). Ta se na eni strani vstavi v centrirno luknjo v pritrdilnem stebru ali drugi vpenjalni pripravi, celotna glava pa se pritrdi vsaj na dveh ali treh straneh, odvisno, kakšen je obdelovanec in kakšne velikosti je glava. Notranji čep je torej zaradi samega centriranja in hkrati onemogoča premikanje. Zunanja pritrditev mora biti takšna, da ne ovira našega pritegovanja in hkrati fiksna, da pri obdelavi ni neželenih vibracij. Pomembno je tudi, da po vsakem odstranjevanju obdelovanca očistimo čeljusti, da pri ponovnem vpetju ne pride do odtisov in poškodovanja naslednjega kosa. Kadar vpenjamo na primer obdelovance iz aluminija, ki so mehkejši, je potrebno zategovati manj in z občutkom, saj lahko tudi tukaj zelo hitro pride do poškodb.

- Priprave za fiksiranje cevi pri rezanju z rezkanjem

Velikokrat se nam zgodi, da imamo manjše serije polizdelkov, za katere je potrebno hitro narediti pripravo. Tukaj nam je v veliko pomoč sama miza na obdelovalnem centru, saj ima na sredini centrirno izvrtino, okrog pa so vijaki za pritrditev različnih dimenzij obdelovancev. Tako najprej izmerimo notranji premer obdelovanca. Ko imamo mere, naredimo nekakšen centrirni čep na spodnji strani, da se ta vstavi v sredino mize. Ko je ta na mestu, na zgornji del

postavimo cev. Tudi na zgornjem delu mora biti nekakšen »pokrov«. V sredini smo izvrtali luknjo, skozi katero potisnemo navojno palico M16 skozi oba čepa in ga privijemo na mizo stroja. Na zgornjem delu pa samo dodamo matico in podložko ter dobro privijemo, da cev stoji fiksno in se ob delu ne premika. Takšne priprave so hitro gotove, saj je potrebno samo postružiti kos okroglega materiala na željeno dimenzijo, kar je hitro narejeno. Da je obdelovanec nepoškodovan pri vijachenju, se najpogosteje uporabljajo aluminijasti čepi. Pomanjkljivost pa je, da moramo za vsako različno dimenzijo po premeru narediti drugo pripravo. Tudi iztikanje je zamudno, saj je potrebno za vsak kos odviti vijak do konca, da ga lažje vzamemo iz stroja. Slaba stran je tudi, da se priprava po določenem številu kosov obrabi, takrat cev ni več točno nacentrirana na stroju in lahko pride do zamika. Paziti je potrebno torej na obrabo, ustreznost in da so čepi nepoškodovani. Spodaj na sliki vidimo priprave, katerim smo po potrebi zaradi dokaj grobe obdelave dodali še dve navojni palici. Te smo povezali s preprostim kosom izvrtanega u-profila za dodatno fiksiranje same cevi, ker je bila višina le-te 800 milimetrov in je prihajalo do večjih tresljajev. Dodatno pritrdjevanje smo dodali tudi zaradi možnosti loma orodja pri obdelavi.



*Slika 12 : Preprosti pripravi za vpenjanje cevi  
(Lastni vir)*

- Obdelovalna miza na stroju

Je najbolj pogosto in najbolj široko uporabna za različne vrste izdelkov ali obdelovancev. Nanjo lahko pritrdimo tako okrogle kot tudi štirikotne obdelovance ali druge oblike. Nahajata se v stroju (sta dve), lahko se vrtita okrog svoje osi za 360



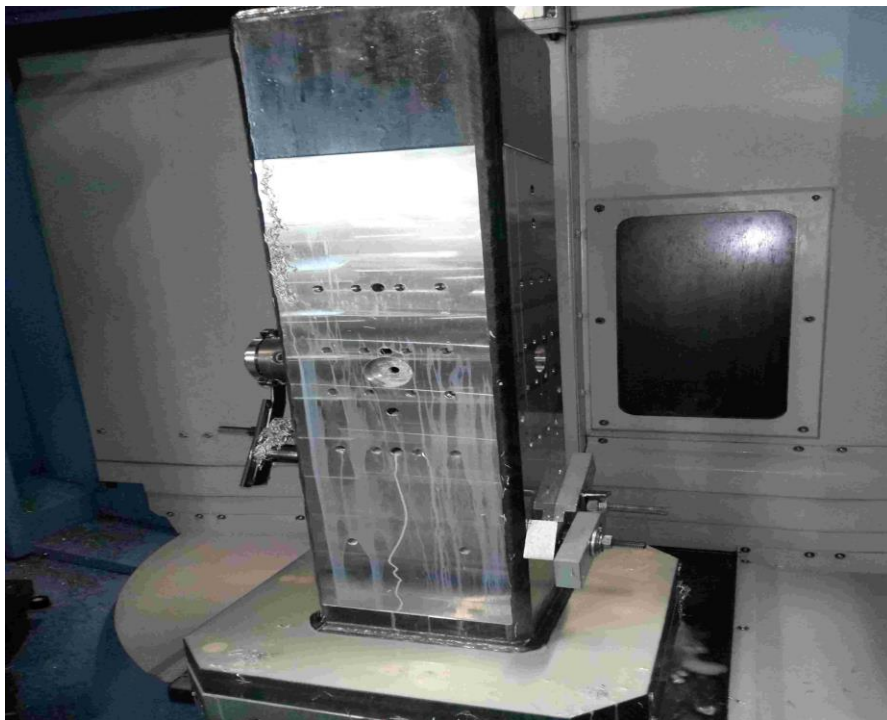
stopinj, kar nam omogoča široko uporabo za obdelovanje z več strani. Kadar delamo serijsko, nam ena služi za vpenjanje, dokler na drugi strani sam stroj obdeluje kos. To omogoča hitrejše delo. Lahko imamo različne kose – na vsaki strani drugačne. Mizo lahko obračamo tako ročno kot tudi programsko. Nam sta v veliko pomoč, saj lahko nanju, kot vidimo na spodnji mizi, vpenjamo različne priprave, kot so primeži, razni nastavki ali stebri, ki so nam v pomoč pri vpenjanju. Ima več navojev in centrirni čep na sredini, ki nam omogoča natančnejša vpenjanja na sredino. Potrebno je paziti, da se med delovanjem večkrat očisti spodnja stran, zaradi samega nasedanja pri premikanju. Kot vidimo na sliki, pa ima tudi omejevala na dveh straneh, ki hkrati omogočata lažje centriranje obdelovancev in tudi preprečujeta, da bi vpeli kose preko same mize. Ta se namreč pri menjavi miz zavrti v smeri urinega kazalca in če bi material presegal mizo, bi prišlo do poškodbe samega stroja. Pred vsakim vstavljanjem priprave ali kosa je potrebno mizo temeljito očistiti, da se navoj pri vijačenju ne poškoduje. Prav tako lahko pride do odtisov ali poškodb na mizi. Dodatni nastavek pa smo naredili za rezanje manjših (krajših cevi). Kadar ga ni na mizi, z orodjem ne moremo doseči do mize. Ta miza nam torej omogoča lažji dostop do same površine rezanja.



*Slika13 : Vrtljiva miza za obdelavo in rezanje ter dodatni nastavek za cevi  
(Lastni vir)*

- Obdelovalni steber nam omogoča, da nanj vpenjamo različne dimenzije, oblike priprav in kosov. Tega smo zavarili v obliki škatle, spodaj pa dodali ploščo in vanjo luknje za pritrditev na šestnajstih vijakih M16 na mizo, da je steber trdno privit na mizo. Nakar smo ga poravnali s strojem na štirih straneh, da smo dobili točne dimenzije in ravnino za boljše ter lažje pritrjevanje dodatnih priprav ali kosov. Tudi navoje smo razporedili po celotnem stebru, da lahko nanje privijemo željeno. Na stebru sta na vsaki strani po ena centrirna luknja, premera 50, za vstavitev in

centriranje stezne glave ter dva čepa, ki služita za več drugih priprav (premer 10 milimetrov). To nam na primer omogoča, da v stroju pri montaži stezne glave ni potrebno vsakokratno lociranje ničel po X in Y osi, saj točno vemo, kje se ta nahaja. Steber nam omogoča tudi obdelovanje več različnih ali istih kosov, saj jih lahko vpenemo na vse štiri strani. V praksi to pomeni, da stroj porabi manj časa za samo vpenjanje, kot če bi imeli na njem samo en kos (ni nepotrebna obraba oziroma menjave miz). Steber nam omogoča dobro oporo in hkrati tudi horizontalno rezkanje ter obdelavo materiala pod koti. Ti se lahko programsko nastavijo po želji, pri vpenjanju moramo paziti, da je kos vpet tako togo, kot tudi navpično pod 90 stopinjami.



*Slika 14: Obdelovalni steber  
(Lastni vir)*

Kot vidimo na Sliki 14, se lahko nanj vpenjo različni kosi na različne strani stebra. Paziti je potrebno, kadar se steber odvijachi in odstrani, da ne poškodujemo same mize. Pri ponovni namestitvi pa je potrebno steber poravnati z magnetno urico, saj v nasprotnem primeru pri sami obdelavi prihaja do neravne površine. Po potrebi površino ponovno poravnamo na vseh straneh. Po navadi ga z urico lahko centriramo do 0,05 milimetra, za bolj natančno obdelavo pa je potrebno posneti vse strani. Ker ima stroj dve mizi, steber puščamo na eni strani kar v njem, da ni nepotrebna centriranja. Mizo lahko vrtimo ročno ali programsko, kar nam omogoča vpenjanje materiala na vseh štirih straneh. Je zelo priročen za uporabo

skupaj s primežem, stezno glavo, za direktno pripenjanje materiala ali drugih namenskih priprav.

Katero pripravo za rezanje ali obdelovanje bomo izbrali, je predvsem odvisno od dolžine obdelovanca. Ta se lahko nasloni in fiksira na obdelovalni steber, vpne direktno na mizo, se ga da v stezno glavo ali kako drugače. Pomembno je, da je obdelovanec vpet togo. Paziti je potrebno tudi, da se pri razdvojitvi materiala oziroma rezanju s pomočjo rezkanja ne prereže do konca (razen pri nižjih kosih), saj lahko pride do stisnjenja orodja in s tem do poškodb.

## 2.4 OBDELAVA PRED SPAJANJEM

Pred samim spajanjem je potrebna in pomembna priprava materiala. Pogosto imajo priključki za vnaprejšnje spajanje izvrtine. Vanje vstavimo, kot imenujemo v podjetju, manjše priključke za nadaljnje prikllope ali vijakov ali cevi – »mufe«. Za te »mufe« je potrebno narediti izvrtine. Za to se poslužujemo več načinov vrtanja.

Vrtanje je postopek ločevanja materiala, pri katerem material po navadi odstranjujemo v obliki lukenj in za to uporabljamo orodje, ki ga imenujemo sveder. (Gogić 2021)

Vrtamo lahko ročno ali strojno. Za ročno vrtanje uporabimo ročni vrtalni stroj. Ta je lahko baterijski (kot vidimo na sliki levo), ali pa ga priključimo v električno omrežje. Baterijski je priročen, kadar v bližini nimamo vtičnice (delamo na primer zunaj ali na višini ali pa ga prenašamo). Je zelo enostaven za uporabo. Z njim lahko vrtamo s svedri maksimalnega premera 14 milimetrov. Kot vidimo, ima ta tudi priročno zaponko, tako da ga lahko zatakne in je pri delu vedno priročen. Slabost ima, da se v določenem času baterija obrabi in se ne napolni več do konca. Vrtanje pa ni natančno, saj ga moramo pred vrtanjem vedno nastaviti pravokotno na vrtani material, kar je pogosto težko, saj se nam naprava vedno malo premika, obstaja pa tudi nevarnost, da se nam obrne pri vrtanju, kar lahko povzroči poškodbe na rokah. Na sredini pa vidimo napravo, ki je bolj fiksna, saj ima za svojo stabilnost na spodnji strani elektromagnet. Napravo pritrdimo na sam obdelovanec, vstavimo sveder v konus, ki je v glavi za vrtanje. Za pomik svedra v obdelovanec pa imamo na voljo tri ročice ob strani. Tako lahko vrtamo s svedri do premera 35 milimetrov. Pri delu je potrebno paziti, da je naprava vedno dobro nameščena. Slabost ima v tem, da mora biti površina zaradi fiksiranja kovinska, da ima magnet dobro oprijemljivost, pa tudi premikanje je nekoliko težje zaradi same teže. Obe napravi imata nastavljivo hitrost vrtanja.

Na desni pa je stabilni ročni vrtalnik za vrtanje ali vrezovanje navojev. Ima vrtljivo nastavno mizo, ki se lahko hkrati pomika vertikalno navzgor ali navzdol. Vse to mu omogoča, da lahko hitro in enostavno nastavimo pozicijo

željene izvrtine. Na mizo lahko pritrdimo tudi primež, stezno glavo. Ima več stopenj hitrosti, pomik je lahko ročni ali avtomatski, odvisno od obdelave in in želje. Tudi dovajanje emulzije za hlajenje je avtomatsko.



Slika 15: Različni vrtalni stroj  
(Lastni vir)

Pred vsakim vrtanjem je dobro centrirati s središčnim svedrom, da dobimo nekakšno vodilo za konico svedra. To omogoča ravno vrtanje, sveder nam ne spodrsuje, ker ima že začrtano svojo pot. To lahko naredimo tudi ročno, z zato namensko špico in s kladivom. Pogovorno temu rečemo tudi »kernanje«. Lahko pa tudi predvrtamo z manjšim svedrom, ki s tem olajša delo večjemu, ki reže na željeno mero.

Za vrtanje lahko uporabljamo različna orodja. Največkrat so to svedri HSS – *high speed steel*. To so svedri iz tako imenovanega hitroreznega jekla ali pa orodnega jekla. Zadostujejo za vrtanje v normalnih pogojih in mejah. Kadar pa želimo vrtati z višjo hitrostjo, takrat uporabimo trdo kovinske svedre, ki imajo hlajenje skozi celotno orodje. To omogoča boljše rezalne pogoje. Na splošno pa poznamo vijačne svedre s konusom (po navadi večje dimenzije) ali svedre z valjastim držajem.

Pri vrtanju moramo upoštevati hitrost vrtanja, kot tudi podajalno hitrost orodja. Hitrost vrtanja lahko izračunamo po naslednji formuli:

$$V_c = (\pi \times d \times n) / 1000 = \text{_____} \text{ mm/min,}$$

$V_c$  – podajalna hitrost,  $\pi$  – Pi (3,14),

$d$  – premer svedra (mm),

$n$  – število vrtljajev (min<sup>-1</sup>)

Podajalna hitrost:  $V_f = f \times n$  (mm/ min),

$f$  – podajanje na vrtljaj.

Pri vrtanju je pomemben tudi kot konice na vijačnem svedru. Ta naj bi bil pri jeklu 118 stopinj, pri bakru ali bronu in aluminiju 140, pri magnezijevih zlitinah pa 100 stopinj (Gogić 2021).

Poleg vrtnja se pri obdelavi pogosto uporablja tudi grezenje. Za grezenje lahko rečemo, da je nekakšno pobiranje robov na luknjah. Ko je izvrtina narejena, na vrhu ostane oster rob, tega lahko pobere ročno s posnemovalcem robov, ali pa strojno z grezilom. To delamo tudi zaradi varov, da lažje »zalijemo« material pri spajanju. Grezila so lahko pod različnim kotom (90 ali 60 stopinj). Lahko jih tudi uporabljamo na ročnem vrtalnem stroju. Kot vijaki svedri lahko imajo konusno ali valjasto držalo. Pri grezenju vedno uporabimo manjše obrate.

Pri našem delu torej prav pridejo vse vrtalne priprave in naprave, saj je potrebno izvrtine narediti med, pred ter po obdelavi. Vsako pozicijo lahko določimo ročno ali strojno, kadar imamo več enakih kosov.

Vrtanje pa je priročno tudi pri odrezovanju, saj nam omogoča lažji vstop rezkala v material. Najprej torej izvrtamo luknjo in rezkalo vstopi v material, nato pa ga reže po željeni obliki. Pri odrezovanju s struženjem pa je nepotrebno, saj pride do dodatnih neželenih vibracij. Pri rezanju s plazmo in z žago je zadeva zelo podobna, saj pri takšnih postopkih nima smisla delati dodatnih lukenj, čas priprave se z vrtnjem podaljša.

### Pobiranje robov

Je lahko ročno ali strojno. Za to imamo na voljo tudi stružnico in rezkalni stroj ali orbitalno napravo. Robove je vedno smiselno pobrati čim bolj ravno in simetrično, saj s tem skrajšamo delo pri spajanju. Delo varilcev je tako hitrejše, izdelki pa boljši in kvalitetnejši. Saj vedno rečemo, da je priprava polovica dela.

Pri samem rezanju lahko na stružnico na koncu dodamo še nož za 45-stopinjsko obdelavo in nastavimo ter pobere željeni rob do mere, ki bo zadostovala za var.

Orbitalni napravi, kot vidimo na Sliki 7, lahko dodamo nastavek in enako kot po stružnem rezu, posnamemo robove. Najbolj pogosto se v podjetju uporablja pobiranje robov s pomočjo kotne brusilke, saj so varilni robovi mnogokrat nedostopni, razen kadar imamo opravka z ravnimi cevmi.

V rezkalnem stroju imamo različne nastavke za fino in grobo obdelavo robov. Spodaj na sliki vidimo enega med njimi. Sama priprava je zopet daljša, saj je potrebno pisati program in se čas priprave zopet podaljša, natančnost pa je večja (enako kot pri razrezu).

V veliko pomoč pa so tudi razni »nožki« za pobiranje robov (na sliki spodaj desno), pile (na sliki zgoraj) in ostali pripomočki za hitro pripravo, kadar natančnost ni tako pomembna. Na sredini vidimo nastavka za grezenje.





*Slika 16: Različni pripomočki za strojno in ročno pobiranje robov.  
Stružni nož za 45-stopinjsko pobiranje robov  
(Lastni vir; wd-tehnik, 2022)*

Na sliki vidimo tudi nož za pobiranje robov pod 45 stopinjami. Je sicer brez ploščic, kar pomeni, da ga moramo po določenem času uporabe brusiti, za kar je potrebno znanje operaterja. Sama stružnica pa ima tudi nastavljivo držalo za orodje, tako da lahko po potrebi tudi druge nože obrnemo pod željenim kotom. Ni torej nujno, da ima sam nož željene stopinje.

## 2.5 SPAJANJE POLIZDELKOV IN IZDELKOV

Poznamo razstavljivo in nerazstavljivo (trajne zveze) spajanje določenih izdelkov ali polizdelkov. Tako ene kot tudi druge uporabljamo v našem podjetju, mnogo več pa je nerazstavljivih (varov).

Razstavljivi so spoji, ki se lahko kadarkoli razstavijo in ponovno sestavijo brez dodatnega poškodovanja materiala. To so zveze, ki jih spajajo različni vijaki. Tudi mi jih uporabljamo za lažje razstavljanje in sestavljanje pri tlačnih poizkusih, so tudi zelo dobrodošli za lažji transport.

Tlačne posode pa morajo biti odporne na visoke tlake in pritisk, teoretično jih je nemogoče drugače sestaviti kot z varjenjem. Tlačne posode so sestavljene iz dna in pokrova (zgornjega dela) ter različnih priključkov za dovod in odvod zraka. Vsaka posoda mora biti tesnjena, kar pomeni, da morajo biti tudi razstavljive zveze tesnjene. Spodnji in zgornji del (pokrov ter dno) dobimo od podjetij, s katerimi sodelujemo. Ti se izdelujejo z globokim vlekrom. Kosi pridejo k nam, mi pa jih pripravimo in obdelamo (narežemo, izvrtamo, rezkamo ter postružimo) pred samim spajanjem. Vse priključke naredimo sami. Ko so pripravljeni, jih je potrebno zvariti v končno obliko.

Varjenje je spajanje dveh materialov s pomočjo visoke temperature, ki stali dva materiala do tališča, tako da se spojijo. Za to imamo različne postopke, ki jih uporabljamo v podjetju. Najprej se izdelek na pripravi sestavi in se naredijo samo delni zvari, ki jih je mogoče še vedno razrezati ob nepravilni sestavi. Ko se preverijo dimenzije in pripravljeni izdelki, se lahko začne varjenje. Za to imamo na voljo več različnih procesov:

- ročno obločno varjenje (varjenje z elektrodami) je zelo uporabno, saj je prenos aparata za varjenje lažji in je takšen postopek dobrodošel na nedostopnih predelih obdelovanca. Varjenje s tem postopkom je lažje, tako da lahko tudi varilci začetniki varijo. Pri zamenjavi materiala pa se zamenjajo samo elektrode – aparat pa ostane isti (varimo lahko skoraj vse materiale). Ta je sestavljen iz držala elektrod (posebnih klešč, v katere vpnemo elektrode) in maso, ki se pripne na material za varjenje ter vir varilnega toka (aparat);
- obločno varjenje pod praškom uporabljamo za varjenje tlačnih posod po samem upogibanju (po dolžini) in za debelejšo pločevino, saj je za ta postopek značilno, da je lahko zvar neprekinjen, zaščita le-tega je dobra ter varjenje je avtomatizirano. Pred varjenjem je potrebno natresti varilni prašek, ki kasneje zakrije oblok, nastaviti hitrost pomika in že zvito pločevino nastaviti na valjčke, ki vrtijo samo posodo okrog osi za var. Lahko pa po celi dolžini, odvisno od željenega vara.

Na Sliki 17 vidimo stroj med varjenjem. Na vrhu je posoda, v kateri je dozirni prašek. Ta prekriva žico in var, naredi se zaščitni oblok, ki ga z lahkoto odstranimo. Ves pesek, ki je ostal pri varjenju, se posesa in ponovno uporabi. Pri takšnem postopku ni potrebno nositi zaščitnih očal ali maske, saj se varjenje dogaja pod zaščitnim kremenčevim peskom. Kot vidimo, smo zaradi boljšega izteka in zaradi boljše trdnosti izdelka predhodno navarili ploščico na obeh straneh. Postopek je sicer bolj uporaben za debelejšo pločevino;

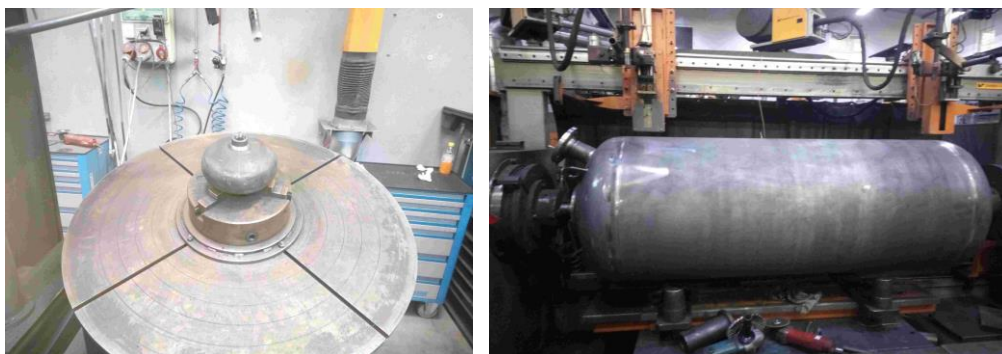


*Slika 17 : Varjenje pod praškom  
(Lastni vir)*

- plamensko varjenje sicer uporabljamo malo manj, več za samo rezanje kot varjenje. Večkrat pa pri samem ravnanju pločevine za hitro segrevanje. Postopek je uporaben od samega začetka 20. stoletja. Za svoje delovanje uporablja zmes acetilena in kisika. Ker za takšno rezanje in varjenje ni potrebno električne energije, je zelo priročno za uporabo tudi na prostem. Ni pa postopek primeren za serijsko proizvodnjo;
- TIG postopek je postopek varjenja z elektrodo, ki se ne obrablja. Ta je iz volframa. Je primeren za trše kovine, saj ima temperaturo varjenja do 6000 stopinj Celzija. V postopku varjenja se ročno dodaja žica kot dodajni material. Brušenje po varjenju skoraj ni potrebno, saj ne nastaja nepotrebna žindra, kot na primer pri varjenju z ročnim obločnim varjenjem ali MAG postopkom. Sama varilna pištola je hlajena z vodo, da ne pride do pregrevanja, elektroda se po potrebi ročno naostri, za zaščitni plin pa se uporablja argon. To posledično pomeni, da je sta postopek in aparat za delo malo dražja. Samo gibanje roke pa je »cik-cak« ali levo-desno, za kar se mora operater pripraviti in vedeti, kako pristopiti k delu. Var je po tem postopku boljši, globlji, v podjetju ga uporabljamo tako za popravila, kot tudi za dopolnitev varov na nedostopnih mestih in spajanje manjših cevi;
- MIG in MAG postopek – to je varjenje s pomočjo zaščitnega plina (ogljikov dioksid ali argon) in varilne žice. Prednost pri tem postopku je, da je samo varjenje dokaj nezahtevno, žice med samim postopkom ni potrebno menjati



(dokler je ne zmanjka na kolutu). Varilna šoba je lahko pri varjenju z višjim tokom hlajena vodno. Tudi odstranjevanje žindre je enostavno. V podjetju imamo tudi več varilnih avtomatov, ki varijo po tem postopku. Priročni so takrat, ko imamo več enakih kosov in lahko po nastavitvi delamo serijsko. Vari so pri enakih gibih stroja enakomerni, kar je teoretično nemogoče doseči z roko.



Slika 18 : Varjenje z roboti  
(Lastni vir)

Kot je prikazano na sliki, kos pred delom toga vpnemo v stezno glavo. Kadar je ta večji, se to naredi na obeh straneh. Miza na levi je prilagodljiva tudi pod kotom. Na desni pa vidimo, da lahko varimo na dve strani hkrati oziroma celotno ohišje. Priprava je daljša, saj je potrebno nastaviti ravnino kosa, ko pa je stroj nastavljen, ni potrebna prisotnost operaterja. Delo je tudi bolj čisto, saj ni direktnega vdihavanja po varjenju, tudi sesalec zraka naredi svoje.

Tako kot za rezanje, tudi pri samem spajanju nimamo točno določenega postopka. Zato bomo naredili primerjavo in določili najboljši način za varjenje cevi. Število ena	Čas priprave	Čas priučitve:	Natančnost varjenja:	Možnost ponavljanja:	Število točk (povprečje):

(1) bo ocena najslabše možnosti, pet (5) pa največje oziroma najboljše variante za določeno ocenitev. Ocenjevali bomo za varjenje preproste cevi oziroma priključka. <b>POSTOPEK:</b>					
Ročno obločno	4	5	3	1	<b>3,25</b>
Pod praškom	2	2	5	3	<b>3</b>
Plamensko	5	2	3	1	<b>2,75</b>
TIG	3	1	4	2	<b>2,5</b>
MIG ročno	4	4	4	4	<b>4</b>
MIG robot	2	4	4	5	<b>3,75</b>

Tabela 2: Analiza varjenja po različnih postopkih.  
(Lastni vir)

Kot vidimo, je najbolj primeren postopek za varjenje ročno po postopku MIG, je tudi najcenejši postopek, operaterji se ga hitro naučijo, ker je dokaj preprost za uporabo. Na drugem mestu je enak postopek, vendar z robotom. Je dosti bolj primeren zaradi možnosti ponavljanja več izdelkov, gre pa za daljše pripravljanje samega stroja. Predhodno pa je potrebno cev pritrditi z delnim privarjenjem, kar predstavlja dodatno delo. Je pa bolj natančen in enakomeren postopek. Ocenjevali smo postopke na podlagi izkušenj in opazovanj pri delu.

Plamensko varjenje, kot smo že omenili, je primerno za delo, kjer nimamo elektrike. Priučitev traja malo dlje, saj je potrebno opazovati in nastaviti pravilen plamen oziroma temperaturo. Priprava je sicer minimalna, saj imamo jeklenke na priročnem vozičku.

Pod praškom varimo večje in debelejšše kose, za naše manjše ter tanjše priključke pa je bolj pomembna hitrost in dostopnost.

TIG postopek je dokaj zahteven in tehniko obvlada malo ljudi v podjetju. Je pa dražji zaradi argona, ki ga uporabljamo in namenjen za bolj fino varjenje.

Pri vsakem varjenju pa je potrebna zaščitna varovalna oprema. Poleg varilnih čevljev in rokavic mora varilec imeti pred delom na glavi še zaščitno masko za zatemnitev ter zaščito oči, sistem za filtriranje zraka čez varilno čelado, podkapo in predpasnik za preprečevanje opeklin pri delu. (Gogić 2021)

## 2.6 KONČNA OBDELAVA ZVARJENCA

Po končanem spajanju se vsi vari najprej brusijo. Po navadi to naredimo s kotno brusilko ali ročno z žično krtačo. Vsi vari morajo od delavca v nadaljnjo obdelavo brezhibni.



*Slika 19 : Kotna brusilka z različnimi nastavki in žična krtača za ročno brušenje  
(Lastni vir)*

(Vir: Bolha, 2022)

Ko se celotni proces varjenja, spajanja, brušenja, struženja in rezkanja temeljito preveri dimenzijsko ter ustrezno zaključi, se gotovi izdelek ponovno razstavi. Postavimo ga na palete in ustrezno zaščitimo, da ne pride do poškodb pri transportu. Sedaj je na vrsti zaščita vseh kovinskih delov z barvanjem. Razstavljenе izdelke pričvrstimo na palete in jih pošljemo v Ljubljano, kjer imamo tako prašno kot tudi mokro barvanje. Izdelki se najprej očistijo, da kasneje nanešena barva ne odpade. To naredimo s sredstvom za čiščenje (z razredčilom). Izdelki se na fino skrtačijo, kadar so sledi oksida tudi dodatno brusijo. Nakar se s stisnjenim zrakom odstrani ves prah. Po temeljitem brisanju pride na vrsto temeljna barva. Ta se nanaša predvsem zaradi dodatne korozijske zaščite. Po navadi je sive barve. Ko se ta barva posuši, se celoten izdelek ponovno na fino zbrusi. Ko je izdelek brezhiben, sledi ponoven nanos barve – tokrat zaključne oziroma lepotne. Ta je bolj gladka in svetleča ter lepša na videz, omogoča pa tudi dvojno zaščito. Nato ponovno zložimo vse komponente skupaj in gotovi izdelki se odpeljejo k električarjem, ki dodajo še svoj del. Tam s pomočjo usposobljenih delavcev za montažo sestavijo in povežejo vse, kar je potrebno za delovanje kompresorja. Elektro omare sicer kupimo od

podjetja, s katerim sodelujemo, sami pa jih po potrebi prilagodimo (izvrtamo ali rezkamo) za različne modele in potrebe. Sodelovanje med procesi je zelo pomembno, saj lahko že najmanjši nesporazum privede do nezaželenih napak, ki jih odkrijemo na koncu. Takrat so stroški popravila mnogo večji, saj je potrebno več postopkov ponoviti, kot če jih odpravimo sproti pri samem delu. Gotov sestavljen izdelek se pripravi za ponoven transport, tokrat do samega kupca ali pa čaka na prodajo v posebnem skladišču, ki je tudi na lokaciji v Logatcu.



Slika 20: Izdelki podjetja Omega air  
(Omega air, 2022)

Končni izdelki v podjetju so zelo raznoliki, zgoraj vidimo generator dušika, primer tlačne posode, ki se je izdelala posebej za potrebo kupca, in absorpcijski sušilnik zraka.

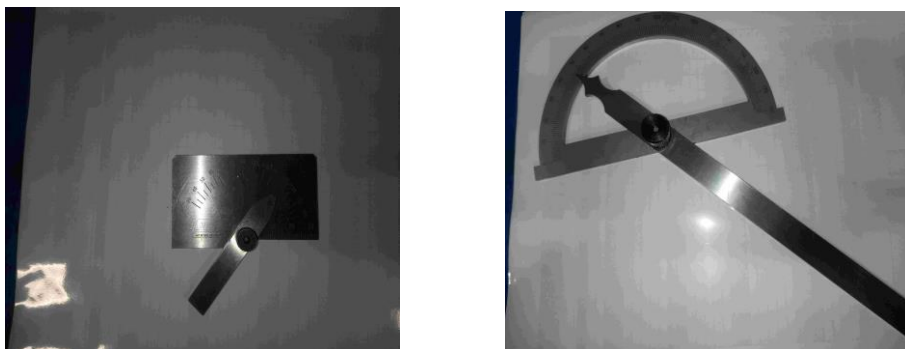
## 2.7 MERJENJE OBDELOVANČEV

Vsako naše delo in obdelavo spremlja merjenje. Od samega začetka procesa do končnega izdelka so potrebne meritve za spremljanje ustreznosti izdelka. Najprej se material razreže. Pri razrezu se za grobo merjenje uporablja tesarski meter, saj se ves material reže približno in vedno na večjo mero, z dodatkom, zaradi kasnejših obdelav. Vsako nadaljnje merjenje pa je natančnejše in je nemogoče meriti s takšnim postopkom. Napisali in opisali bomo vse postopke meritev, ki jih uporabljamo, njihove pomanjkljivosti ter prednosti.

### - Merjenje kotov

Poznamo več vrst priprav za merjenje kotov po izdelavi le-teh. Že v osnovni šoli se srečamo s kotomerom, ki mu pravimo geotrikotnik ali triso. Doma ima verjetno vsaka delavnica vodno tehtnico, ki je tudi nekakšen grobi kotomer. V strojništvu pa je potrebno pri izdelavi kotov uporabljati bolj natančna merila ali celo merilne stroje, da izdelamo natančne mere. Med bolj natančnimi in priročnimi so digitalni kotomeri, s katerimi hitro ter enostavno odčitamo določene kote. (Zupančič 2022)

Za našo proizvodnjo pa je dovolj, da pri vsakodnevnem delu uporabimo ročne kotomere, kot jih vidimo na Sliki 23. Predvsem, kadar varimo ali rezkamo. Rezkalni stroj pa ima tudi mizo, s katero se da do stopinje natančno izmeriti kot obdelovanca.



Slika 21: Ročna kotomera  
(Lastni vir)

Zgornji del kotomera naslonimo na en del površine obdelovanca, premični del pa na kot, ki ga želimo izmeriti. Nato na skali zgoraj odčitamo stopinje. Potrebno je upoštevati, da takšni kotomeri niso precizni, kadar jih »pretegujemo«, zato jih je potrebno na obdelovanec nasloniti z občutkom.

- Pomična kljunasta merila

Vsak delavec v podjetju ga ima vedno pri roki. Je zelo priročen za merjenje notranjih, zunanjih mer ali globin. Obstajajo manjši, s katerimi lahko merimo do 150 milimetrov, do večjih, s katerimi celo 1500 milimetrov ali več. Lahko so digitalni ali analogni, s katerih odčitamo dobljeno mero s skale, ki je na pripravi. Z njimi lahko merimo do stotinke natančno. So zelo praktični, saj so dokaj poceni, zaradi mobilnosti jih lahko imamo konstantno pri roki. Hitro se jih nauči uporabljati, so vsestranska. Opažamo pa, da se jih po uporabi ustrezno ne shrani in se tako uničujejo, na kar bi bilo smiselno delavce večkrat opozoriti. Njihova slabost pa je, da se zlahka pretegnejo. To v praksi pomeni, da delavec ne izmeri pravilne velikosti. Tudi, kadar se zmočijo, ne delujejo pravilno. Zato bi bilo smiselno razmisliti, ali so digitalna pomična merila uporabna povsod. Spodaj na sredini vidimo tudi pomično merilo za utore.



Slika 22 : Pomična merila  
(Vir: wd-tehnik, 2022)

- Namenska merila

To so merila za merjenje navojev, tako zunanjih kot notranjih, ali ostala namenska merila. Po navadi imajo dve strani za preverjanje, ena stran je narejena na spodnjo mero, druga pa na zgornjo. Preverimo jih tako, da privijemo tisti del, ki ima spodnjo mero, zgornja pa ne sme v samo izvrtino oziroma na navoj. Tako vemo, da je navoj v tolerancah in bo ustrezal za nadaljnje vijačenje. Velikokrat pa si sami izdelamo nekakšna merila po principu »gre, ne gre«. To naredimo tako, da postružimo material na zgornjo ali spodnjo mejo, tako merimo z nekakšnimi posebnimi merilnimi čepki. Sicer za tolerance obstajajo tudi takšni standardni čepki, vendar gre pri našem delu pogosto za nestandardne mere. Izdelki za varjenje pa niso tako natančni, saj nadaljnji postopek zaradi segrevanja spremeni strukturo materiala in delno tudi dimenzije. Tako se posvetujemo med seboj in na podlagi izkušenj naredimo nekakšna improvizirana merila. Ker pa pogosto dobimo določene priključke, ki so že narejeni, pogosto nestandardnih ali celo različnih mer, pa smo primorani narediti same izreze za vsak produkt posebej.

- Različne merilne urice

Pri našem delu pa je med najbolj pogosto uporabnimi tudi merilna urica. To lahko uporabimo kot merilec opleta pri struženju in nastavljanju različnih okroglih obdelovancev. Pri takšnem nastavljanju se uporablja magnetni nastavek z držalom, ki ga hitro pritrdimo na katerokoli kovinsko podlago. Lahko jo uporabljamo tudi za merjenje ravnine. Nastavek pa lahko zamenjamo z držalom za merjenje notranjih ali zunanjih premerov. Z njimi lahko merimo do mikrometra natančno (odvisno od natančnosti urice in nastavka). V obdelovalnem centru imamo 3D urico, ki jo hkrati uporabljamo za nastavitev ničel stroja, kakor tudi za merjenje obdelovancev. Nima pa sam stroj avtomatiziranega merjenja in je samo merjenje dokaj počasno. Tudi merilnih uric, opažamo, da primanjkuje. Bilo bi smiselno, da so dostopne na več mestih, saj dve urici nista dovolj za vsa delovna mesta. Ko si jih med seboj podajamo, pa ne vemo, kje točno se nahajajo.

- Tlačni preizkus

Ko je določena posoda zavarjena, se ta odpelje v poseben prostor, v katerem se naredi tlačni preizkus posode. To se naredi tako, da posodo najprej neprodušno zapremo, vanjo nalijemo tekočo vodo, na vrh posode pa privijemo manometer. Ko je posoda polna vode in zatesnjena, nanjo priključimo napravo, ki pod pritiskom do željenih barov dodatno napolni posodo. To pustimo zaprto do 45 minut. Če v tem času ne pride do puščanja, je posoda dobro zavarjena. Pri samem preizkusu je potrebno biti posebno pazljiv, da so vsi priključki dobro zaprti s pomočjo vijakov in zategnjeni. V nasprotnem primeru lahko pride do izleta le-teh in celo do poškodb delavca. Prostor za testiranje ima sicer svoje mesto, vendar je v bližini prehoda

ostalnih delavcev. Zaradi varnosti vseh bi bilo smiselno ta prostor premakniti ali pa zaščititi s pregradami, ki bi vsaj omilile morebitne nevarne izlete vijakov ali ostalih pritrilnih čepov. Tudi obleka delavca, ki preizkuša, je dokaj neprimerna, saj le-ta na sebi nima drugega, kakor običajno delavsko opremo. Vijake, čepke in vso tesnilno opremo pa bi bilo dobro menjati za vsako testiranje, saj je po večkratnem privijanju lahko poškodovana ter nima več takšnega oprijema. Moramo vedeti, da gre pogosto za zelo visoke pritiske v posodah, tudi 90 barov ali več. Po samem testiranju pa sledi pregled cele posode vizualno in označba vsakega produkta posebej na posebno tablico ali gravura.

- Preizkus z rentgenom in ultrazvokom

Ta preizkus se uporablja po samem pregledu tlačnega preizkusa, zato v podjetje pridejo za to usposobljeni zunanji certificirani delavci. Ker je pomembna struktura celotnega materiala, je potrebno tega pregledati tako s penetranti, takoj po samem delu, vizualna kontrola mora biti prisotna skozi celoten proces. Na koncu, pred samim barvanjem pa v popoldanskem času, ko ni prisotnih delavcev, pridejo in preverijo s pripravami za ultrazvok ter z rentgenom. Ob ustreznosti kosov to pomeni zeleno luč in kosi lahko gredo naprej v proces.

Pri kateremkoli preizkušanju ali merjenju pa naj bi veljalo pravilo, da se določena meritev ponovi ali podaljša, da bi dobili bolj natančne rezultate. Pri vsakem merjenju so možne napake, ki nastanejo zaradi človeškega faktorja ali zaradi napak merilnih priprav. Zato je, če je le mogoče, treba meritve ponoviti in vzeti nekakšno povprečje meritev, da bi dobili čim boljši približek prave mere na obdelovancu. Merilna orodja pa je potrebno tudi umeriti po določenem času uporabe, da vidimo, ali so ta verodostojna. Kadar se ugotovi, da niso primerna za točno uporabo, se lahko uporabljajo za »slabše« merjenje oziroma merjenje manj natančnih kosov. Bolj natančne kose vedno merimo z merili, ki imajo skalo eno stopnjo višje (to v praksi pomeni, da s pomičnim merilom, ki ima sposobnost merjenja do 0,01 milimetra, lahko merimo natančnost do 0,1 milimetra).

### **3 DOKUMENTI, KI SPREMLJAJO IZDELEK OD ZAČETKA DO KONCA**

Če hočemo dobro preglednost nad našim tekočim, preteklim in bodočim delom, moramo imeti za to določene dokumente, ki spremljajo naše delo. Tako bomo lažje in bolj tekoče spremljali ter spreminjali, kar potrebujemo, kar smo in bomo naredili tako, da bo boljše ter s čim manj napak. Nadzor nad samim potekom dela je pomemben tudi, da prihaja do čim manj kasnejših popravkov. Vsak popravek kateregakoli dokumenta pa mora biti predstavljen vsem, ki tega uporabljajo in jasno označen za hitrejši pregled. Nekatere listine tako spremljajo izdelek skozi celoten proces, druge pa se uporabljajo kot interno gradivo, samo za določeno fazo



izdelave. Vse pa mora biti ustrezno shranjeno, da lahko kasneje pri odkritih napakah primerjamo in ugotovimo, kaj smo delali narobe, ali zakaj je prišlo do neprijetnosti.

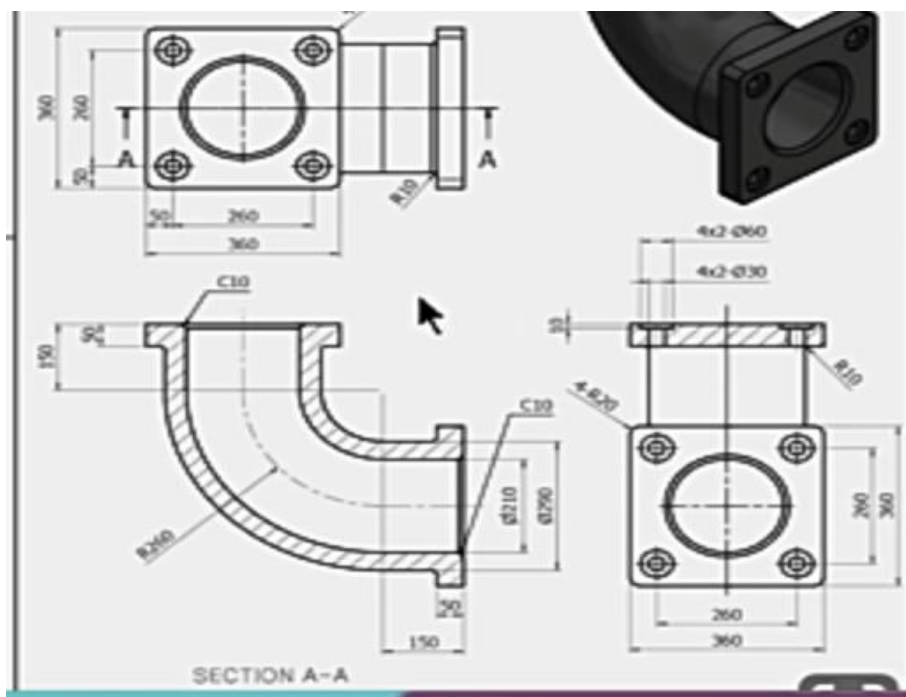
### 3.1 KONSTRUIRANJE IZDELKA

Najprej mora obstajati začetna ideja. To pomeni, da si nekako zamislimo, kakšen bo ta naš izdelek po izgledu, funkciji, kako bo deloval in čemu ali komu bo namenjeno njegovo delovanje. To želimo nekako spraviti v oprijemljivo stanje, nekakšno skico, načrt ali risbo. To v podjetju delajo konstruktorji. Ko to storimo, se posvetujemo z ostalimi v podjetju, ki imajo na voljo takšno ali drugačno tehnično znanje in izkušnje. Pri tem je treba upoštevati naše tehnične zmožnosti (na primer zmožnosti strojev, ki so nam na voljo). V podjetju imamo že vpeljane izdelke, vendar so vedno prisotne nadgradnje. Tako po posvetu konstruiramo določen polizdelek, po navadi se to naredi v programu Solidwork. Tako dobimo 3D predstavo, kakšen naj bi bil izdelek, pri kasnejšem zlaganju vseh komponent v programu pa tudi delno vidimo morebitne nepotrebne napake. S pomočjo tega programa pa kasneje naredimo tudi risbe, na katerih se vidijo vse mere in postopki obdelave.

Material se določi na podlagi izkušenj in zahtevkov ter dostopnosti. Vsaka faza v procesu proizvodnje pa dobi svojo delavniško risbo in ostalo dokumentacijo posebej, na njej je tudi celoten model, tako da si kasneje lažje predstavljamo, čemu ustreza kaj. Pri konstruiranju izdelka se torej določijo dimenzije vsakega posameznega polizdelka in tudi kvaliteta materiala. Na podlagi modela se kasneje tudi predpiše tehnologija obdelave in programi za obdelavo na CNC strojih. Potrebno je tudi preračunati ustreznost zvarov oziroma kakšen postopek varjenja bomo uporabili za določen material. Vse razstavljive zveze in nosilce moramo preračunati, da ne pride do kasnejših porušitev.

Na začetku konstruiranja se določi tudi, kdo bo preverjal končni izdelek, da bo ta ustrezen in takšen, kot želimo. Za konstruktorja je tako dobrodošlo, da ve, kakšne so zmogljivosti v podjetju, zna preračunati nosilnost določenih materialov in določiti sam postopek ter faze obdelave.





Slika 23: Šolski primer konstruiranja izdelka  
(Vir: posnetek zaslona, 2022)

Na sliki vidimo primer konstruiranega izdelka, ki vsebuje 3D model, naris, tloris in stranski ris. Na dnu pa morajo biti še podatki o materialu, merilo, s katerim je narisano, podpis odgovornega (kdo je narisal). Slika je sicer zajem zaslona s posnetka na kanalu Youtube, na takšen način pa naj bi se delale vse risbe.

### 3.2 NAROČILO MATERIALA

Sedaj vemo, na podlagi konstruiranja, kakšen material potrebujemo za izdelavo določenega izdelka. Naročanje materiala poteka po postopku, da najprej pošljemo izbranemu dobavitelju povpraševanje za določen material. Ta nam pošlje ponudbo, ki vsebuje ceno, kvaliteto in pogoje. Na splošno lahko rečemo, da je to nekakšna sorazmernost med ponudbo in povpraševanjem. Ko je le-ta naročen, se po dogovoru dostavi v naše podjetje (predhodno se dogovori tudi, kako je s prevozom in stroški ter z odgovornostjo, ki je povezana s transportom).

Izda se naročilnica, na podlagi katere se v dogovorjenem času znesek vrednosti materiala poravna. Po navadi je ta termin do 30 dni ali več, odvisno od dogovora. Spodaj vidimo primer naročilnice, ki je univerzalna in jo lahko kupimo v vsaki knjigarni. Uporabna je za kakšne malenkosti, kadar nimamo pri sebi računalnika za tiskanje. Po navadi pa se ta naredi po meri vsakega podjetja posebej in ima vsako podjetje narejeno predlogo, ki jo ob dogovoru samo izpolni, nato jo odgovorna oseba podpiše. Ob prevzemu naročenega materiala, se preveri, ali je ves material, ki smo ga naročili pripeljan in nepoškodovan. Podpiše se prevzem materiala in ta

gre lahko v skladišče ali proizvodnjo. Listine se seveda shranijo za kakršnokoli poznejše preverjanje.

The image shows a blank, pink-colored universal order form titled "NAROČILNICA št.". The form is divided into several sections:

- Top Section:** Includes fields for "ID št. za DDV:", "Davčni zavezanec:" (with sub-fields "DA" and "NE"), "datum izdaje:", and "kraj:". There is also a "Dobavitelj:" field.
- Customer Information:** A section for "Odpremite naslov:" with fields for "Številka:", "Količina:", "Mg:", "Vrsta blaga - oznaka:", and "Odpredelava - oznaka:".
- Table:** A table with multiple rows and columns, likely for listing items, though it is currently empty.
- Bottom Section:** Contains signature lines for "Odpredelava:" and "Naročnik:" (with sub-fields "Ime in priimek:"), each with "Datum:" and "Zig:" fields.
- Footer:** A small box at the bottom left contains the text "Obz.: 3400".

Slika 24: Univerzalna naročilnica  
(Vir: Univerzalna naročilnica, 2022)

### 3.3 IZDELAVA RISB IN NAČRTOV IZDELKA

Kot smo že prej omenili, lahko vse risbe in načrte pridobimo že na začetku konstruiranja izdelka, saj novodobni programi omogočajo, da iz 3D konstruiranja samo z določenimi orodji hitro pridobimo risbe. Načrte uporabljajo na koncu v montaži izdelka. Ročnega risanja je v proizvodnji čedalje manj, vseeno pa je dobro vedeti, kaj pomeni katera oznaka, znak v risbi in kako mora izdelek izgledati. V podjetju se pogosto srečujemo z napakami na risbah, saj so te univerzalne in niso namenjene za točno določen postopek obdelave. Največkrat je torej risba, ki jo dobi rezalec ali strugar, enaka tisti, ki jo dobi varilec. Sicer so ročno popravljene, vendar, kadar obstaja več kopij, niso vse popravljene ali so celo različne. Za rezalca so pomembne določene stvari in označbe bolj kot varilca ter obratno. Smiselno bi bilo, da se torej za vsako fazo izdelka posebej. Sicer naj bi bile na risbi označene vse mere, ki so podane v milimetrih, vse tolerance in ujemi, hrapavost površine ter dodatki za nadaljnjo obdelavo. Tudi postopki za varjenje pogosto niso označeni. Varilcem se zdi, da niso potrebni, ker pogosto improviziramo pri novih proizvodih. Kadar pa hočemo preveriti za nazaj, kako smo določeno proceduro izvedli, nastane problem. Tudi za nove delavce je nekoliko težje vpeljevanje v delo. Smiselno bi torej bilo dopolniti in po potrebi narediti nove risbe, popravke starih ali nadgradnjo dopisati, da ne prihaja do nevspečnosti ter nerazumevanja pri vsakodnevnem delu.

### 3.4 PISANJE PROGRAMOV IN DOLOČANJE POSTOPKOV ZA STROJE

V podjetju imamo na voljo različne stroje za obdelavo. Za ročne ni potrebno posebnih priprav, le zaščitna oprema. Pri CNC obdelavi pa je priprava nekoliko daljša, sama obdelava pa krajša. Seveda je treba najprej določiti in poznati stroje

(kaj lahko stružimo, rezkamo ali obdelujemo na katerem stroju), pri tem je potrebno tudi upoštevati, kje ter kako naredimo hitreje s čim manjšo obrabo orodja. Najprej določimo stroj za obdelavo. Nato je potrebno napisati program, da bo stroj vedel, kaj sploh želimo, da naredi. To lahko naredimo s parametričnim načinom programiranja, z vnosom G-kod direktno v stroj ali pa s pomočjo raznih programov. V podjetju se poslužujemo programa Mastercam za izdelavo programov, ki jih uporabljamo v serijski proizvodnji. Je pa mnogokrat priročen pri izdelavi bolj zahtevnih oblik in obdelav, saj bi bilo morebitno prepisovanje dolgo, lahko bi se hitro zgodile napake stroja zaradi nepravilnega vpisa.

V veliko pomoč nam je tudi orodna karta, ki se lahko izdelava pred samim pisanjem. Ta nam pomaga, da pri delu ni potrebno razmišljanje, kje kakšno orodje stoji v magacinu. Pogosto se pozicije razlikujejo od stroja do stroja. Zato je smiselno, da se pred začetkom pisanja programa vzame čas za popis, kje, kakšne so zmogljivosti stroja in kje stoji kakšno orodje. Imamo pa tudi več različnih krmilj na strojih. Pri nas se sicer uporablja Fanuc, obstajajo pa tudi Siemens, Heidenein in drugi. Tako je potrebno upoštevati tudi, kakšno krmilje imamo, saj se lahko ista komanda zapiše z drugo kodo. Lahko pa je tudi isto krmilje, stroj pa ima malenkost drugačen način vpisovanja. Vse to moramo vedeti, preden se lotimo dela in programiranja na določenem stroju.

Mastercam programiranje – to je programiranje s pomočjo že narejenega 3D modela. Te naredijo konstruktorji na začetnem konstruiranju. Ta model se prenese v naš program in programiranje se lahko začne. Za vsak stroj je potrebno najprej vedeti, kakšne možnosti ima, da lahko od njega zahtevamo določeno obdelavo. Tudi postavitev si moramo predstavljati, kako bo potekala v stroju oziroma kako bo kos materiala pred izdelavo vpet. Tako lahko določimo pozicijo ničelne točke. Upoštevati moramo tudi naše omejitve glede orodja (dolžina, širina in teža posameznega orodja).

Parametre sicer imamo avtomatsko vstavljene v programu, vseeno pa jih je dobro preveriti (hitrost in globina rezanja). S pomočjo različnih postopkov v programu tako določimo obdelavo, ki bo ustrezala našim potrebam. Vendar mora programer vedeti, kateri postopek gre pred katerim v uporabo – vrstni red obdelave (na primer: naprej centrirni sveder, nato sveder za izvrtine in na koncu sveder za vrezovanje navojev ali najprej groba, nato fina obdelava). Ko smo parametre, orodje in postopek določili, lahko začnemo s funkcijo, ki nam jo program ponuja za predogled obdelave. Pri tem lahko vidimo tudi določene trke orodja ob nepravilnem vstavljanju parametrov ali orodja. Vsako nepravilnost je potrebno ustrezno odstraniti. Program se nato pošlje na stroj ali se shrani na USB ključ in prenese na stroj.

Vnos programov s pomočjo G-kod – tega načina se pogosto poslužujemo v Logatcu, saj nimamo na voljo programiranja z Mastercamom. Pošiljanje programov po interni pošti (USB ključa) pa je zamudno. Tudi izdelki so bolj preprosti in krajši ter je hitreje, kadar jih ročno vpišemo direktno v stroj. Uporabljamo pa tudi nekakšno

kombinacijo združevanja že napisanih programov. To je kombinacija združevanja vseh različnih programov, tistega, kar potrebujemo, da ni nepotrebna vnašanja korak po korak. Za to pa je zelo pomembno, da zna delavec prebrati celoten program. Uporabljamo lahko torej varianto kopiraj/prilepi, seveda ob poznavanju, kaj je v določenem delu programa in predpisanega zaporedja. Pogledali si bomo nekaj osnovnih komand za premikanje in rokovanje s strojem, na koncu pa obrazložili, katere se lahko uporabljajo z roko v roki ter katere mogoče niso toliko uporabne ali združljive z drugimi pri vsakdanjem delu.

1. G-kode – so kode, s katerimi dajemo stroju določene ukaze za premik. Razlikujejo se glede na stroj (znamko, model). (journal 2022)

Vseeno pa obstajajo nekatere »univerzalne« kode, ki jih prebere vsak stroj za svoje premike – delo:

G54	Ničelne točke obdelovanca lahko imamo več ničel (G55, G56, G57 ...), odvisno od obdelave. Ničle poberemo na začetku, da stroj ve, kje se nahaja material za obdelavo. Pri tem je potrebno paziti, kako je sam program napisan, kje ima program napisane ničle (od kod izhaja).
G00	Hitri premiki stroja (orodja), uporabljajo se za odmike in začetne premike do obdelovanca, da cikel ne traja predolgo.
G01	Delovni premik (gib) orodja, uporabljamo ga za samo delo in primik orodja do delovne površine, da ne pride do nehotenega trčenja.
M3	Vrtenje orodja v smeri urinega kazalca.
M4	Vrtenje orodja obratno smeri urinega kazalca (levo).
T ____	Priklic orodja na določeni poziciji v magacinu.
M6	Komanda za menjavo (zamenjavo) orodja.
F ____	Hitrost podajanja orodja.
S ____	Število vrtljajev glavnega vretena.
X , Y, Z	Željena os premikanja (smer), po navadi je X os vodoravna, Y navpična, Z pa globina pomika v obdelovanec, vse osi seveda gledamo z vidika orodja (odvisno od stroja).
M 08	Vklop hlajenja mimo orodja.
M07	Vklop hlajenja skozi orodje (pri tem pazimo, da ima orodje narejene skozi luknje za hlajenje skozi celotno površino).
M09	Preklic vseh načinov hlajenja.
D__	Premer orodja, ki ga vpišemo v program »orodjarno«, ta funkcija nam pogosto pomaga pri različnih krožnih manipulacijah, kadar delamo tolerance ali popravke.
I in J	Pomožni koordinatni sistem za rezkanje radijev.
G81	Cikel za vrtanje.
G83	Cikel za vrtanje z odmikom – lomljenjem odrezkov.
G41	Premik (obdelava brez upoštevanja polmera orodja).

G42	Upoštevanje polmera orodja, orodje vedno na desni strani materiala.
G43	Upoštevanje dolžine umerjenega orodja.
G90	Ta koda pove, da se mora stroj postaviti v določene nule na kosu.
G91	S to kodo povemo stroju, da so trenutne mere relativne in da se mora postaviti v strojne nule.
G30	Premakni orodje stran od ničelne točke na materialu.
G28	Pove stroju, da gre v referenčno točko po Z smeri (odmik).
G2	Ta koda pove stroju, da naredi določen lok (v smeri urinega kazalca).
G3	Ta koda pove stroju, da naredi določen lok (v kontra smeri urinega kazalca – levo).
G1	Določen premik z upoštevanjem orodja (dolžine, širine).
B__	Obračanje delovne mize na določene stopinje.
M60	Obrat (zamenjava) miz na stroju.
M30	Preklic vseh komand in zaustavitev programa.
M00	Zaustavitev programa in stroja med delovanjem.

*Tabela 3: M kode za manipulacijo s strojem  
(Vir: Infracore, 2018)*

Tukaj je opisanih samo nekaj G-kod, ki so nam v pomoč za vsakodnevno delo. Seveda pa jih obstaja še mnogo več.

Parametrično vstavljane programa – ta način vnašanja programa v stroj je mogoče lažji za začetnike. V podjetju ga sicer ne uporabljamo, je pa pogosto prisoten na Siemens krmilnikih za hitro programiranje. Je nekakšen skupek programa, na katerem lahko vizualno vidimo ob kliku na določeno ikono, kaj bo stroj ob uporabi le-te naredil. Lahko se tudi pretvori v G-kode, če je to seveda potrebno. Poznavanje procesa je vsekakor potrebno pri kakršnemkoli programiranju.

Ko imamo program napisan, orodje umerjeno in ničelne točke zapisane, se lahko obdelava začne.

Potrebno je paziti, da se ob morebitnih napakah v programu ne zaletimo v obdelovanec, saj bi pri tem poškodovali orodje, obdelovanec ali celo sebe. Vedno moramo pri prvem kosu spustiti način »*single block*« oziroma korak po korak. To pomeni, da bo stroj naredil samo tisti stavek, ki je v eni vrstici programa, za vsak naslednji pa bo čakal našo potrditev. Tudi same pomike v in iz obdelovanca je potrebno delati počasi. Obstaja pravilo, ki je zapisano v vseh priročnikih in pravi, da moramo imeti pri prvem spuščanju programa vedno obe roki na komandni plošči. Ena roka naj bo na prekinitvenem gumbu »RESET«, ta namreč ustavi tako pomike kot tudi obrate v stroju in prekine program. Druga roka pa naj bi bila na potenciometru, kar omogoča reguliranje samega pomika ali obratov za boljšo obdelavo, da ne pride do zloma orodja. Pri obdelovalnem stroju, ki ga imamo v Logatcu, smo imeli nekaj dodatnih težav, ki smo jih pozneje rešili na podlagi

predhodnih izkušenj. Pri vrezovanju navojev v kose se nam je stroj vedno ustavil v tistem trenutku, ko je naredil cikel do konca. Pri večkratnem poizkušanju smo prišli do zaključka, da ima stroj programsko vgrajene minimalne obrate, pri katerih lahko vrezuje navoje nemoteno. Tudi obračanje mize je nekoliko drugačno kot na drugih strojih, ki jih imamo v podjetju v Ljubljani. Tako je potrebno programu na začetku in na koncu dodati ukaz za menjavo (M60). Pred vsakim delom je potrebno poznati, kakšne zmogljivosti ima stroj, kako mu vpišemo določene stvari in podobno. Kadar začnemo z delom serijsko, pa je potrebno večkratno opazovanje obrabe orodja in delovanja. Za nemoteno delo stroja je potrebno tudi mesečno preveriti in doliti olje za mazanje vretena, tedensko preveriti nivo hladilne tekočine za delovanje (5 % mešanica vode ter namenskega olja), vsakodnevno pa očistiti notranjost stroja, da ne pride do zatikanja pri premikanju določenih delov. Vsaj enkrat letno pa naj bi se očistil bazen in zamenjala vsa hladilna tekočina (emulzija), odvisno od tega, koliko delovnih ur ima stroj na teden, dan, kaj se dela na njem ter podobno. Imamo primer programa za obdelavo izrezov na nosilnih nogah za prilagoditev glede na var, program bomo na kratko opisali in obrazložili.

<b>(PROGRAM ZA VAR)</b>	(Ime programa, po katerem ga prepoznamo.)
<b>M60</b>	(Obrne delovno mizo.)
<b>G0 B90</b>	(Obrat mize za 90 stopinj na delovno območje.)
<b>T6M6</b>	(Menjava orodja in vstavljanje v vreteno – orodje 6.)
<b>G0 G54 G90 G17 G40 G80 S600 M3</b>	(Premik ničelnih točk in zagon vretena.)
<b>X-21.893 Y392.286 F100</b>	(Pomik na pozicijo levo – mimo samega kosa.)
<b>G43 H6 Z50. M8</b>	(Primik orodja 50 mm pred kos z upoštevanjem dolžine orodja H in vklop hladilne tekočine.)
<b>G1 Z-80. F1000.</b>	(Orodje gre v delovno pozicijo mimo kosa s pomikom 1000mm/min.)
<b>X-14.066 Y392.286 F100.</b>	(Približanje orodja do kosa.)
<b>X7.78 Y397.284</b>	(Začetek rezkanja.)
<b>G2 X-7.5 Y397.5 I7.78 J-9.784</b>	(Začetek rezkanja radija.)
<b>G1 Y402.5</b>	(Rezkanje do polovice radija.)
<b>G2 X-8.291 Y403.145 I7.5 J10</b>	(Rezkanje druge polovice radija.)
<b>G1 X-13.714 Y407.951</b>	(Iztek radija.)
<b>X-21.198 Y414.584</b>	(Konec rezkanja, dokončen umik izven materiala.)
<b>G0 Z50</b>	(Hitri premik iz materiala ven, 50mm.)
<b>M9</b>	(Izklop hlajenja.)
<b>G91 G30 Z0</b>	(Postavitev orodja v referenco po Z osi.)
<b>G28 B0.</b>	(Postavitev mize v pozicijo za obračanje.)
<b>M60</b>	(Obrne delovno mizo.)
<b>M30</b>	(Konec programa, preklic vseh komand.)
<b>%</b>	(Konec branja programa.)

Podobno imamo zapisano tudi rezanje s pomočjo frezanja, samo da je na sredini programa namesto radija vpisan ravni vodoravni delovni rez (G1 X\_\_\_ F100) – torej namesto radija ravno naredi rez do polovice, nato obrne delovno mizo in ponovi enako operacijo. Paziti je potrebno, da ne pride do stiska orodja pri rezanju.

Kot vidimo, je pisanje programa dokaj zamudna stvar, saj je potrebno paziti na vsako pozicijo, da jo pravilno vpisujemo. V nasprotnem primeru pride do napak ali zloma orodja že pri narobe zapisani številki ali pozabljenem predznaku. Paziti je tudi potrebno, da se v stroj namesto vejice pišejo pike, ker drugače stroj zapisa ne zazna. Tudi presledki so važni in šumniki. Zato bi bilo bolje, če bi imeli tudi v podružnici v Logatcu program za pisanje, saj bi s tem prihranili ogromno časa in s tem tudi stroškov.

Pri pisanju in kasnejšem delu, sploh pri spuščanju prvih kosov, je potrebno biti pazljiv, delati na minimalni hitrosti ter sprotno brati, kam bo stroj naredil naslednji korak.

Na sliki vidimo že gotov izrez s pomočjo zgoraj napisanega programa. Ta služi kot utor za naslon na varjeno površino na tlačni posodi.

Paziti je treba tudi na velikost orodja, ničelne točke na kosu in da je kos togo vpet v primež, ki stoji na pravi strani, ker se v programu zasuka za 90 stopinj. Kadar nimamo na risbi označeno, kje vzamemo ničle, najprej vedno preberemo program. Zato je važno, da znamo prebrati jezik stroja – G-kode.



*Slika 25: Izrez nosilec  
(Lastni vir)*

### 3.5 KONTROLNE KARTE

Kontrolne karte so zelo priročne v podjetju za nadzor in spremljanje izdelkov. Najprej je potrebno postaviti meje željenih toleranc pri proizvodnji in točno določiti mere glede na standarde ter potrebe. So zelo uporaben vir informacij, to pomeni, da vemo, koliko izdelkov je točno in natančno izdelanih, s tem bi lažje pokazali kupcem, da delamo dobro ter kolikšen del proizvodnje odstopa od željenih mer.

So odlično orodje nadzora, kar pomeni, da vidimo, koliko je potrebnega oziroma nepotrebnega popravila določenih kosov. To nam omogoča, da imamo pregled nad samim delom in kvaliteto ter dobimo informacije, kako bi določene procese izboljšali, da ne bi prihajalo do popravil ali napak. Tudi obrabo orodja in stroja lažje nadziramo. Pomagajo pa nam tudi pri odločitvah, ali je možno delati določene izdelke na nekem stroju – ali je sploh smiselno delati nekaj na njem ali bi mogoče izbrali kakšen drug proces. Omogočajo pa tudi dobro analizo samega potekanja procesov. To pomeni tako časovno kot tudi kvalitativno. Časovno pomeni, da se odločimo, ali delamo nek postopek pravilno ali bi bilo bolje delati po drugem, boljšem postopku, da pridemo do istih rezultatov na hitrejši način. Kvaliteta pa se lahko razlikuje od same zmožnosti strojev (na primer: največje hitrosti obratov na stroju, od katerih je odvisna kvaliteta obdelave). (Božič 2022)

V podjetju bi bilo priporočljivo, da se uvedejo kontrolne karte za boljši nadzor, saj se pri vsakdanjem delu srečujemo z različnimi težavami, ki so povezane tako z orodjem kot tudi materialom in merjenjem samih obdelovancev. Tako bi lažje imeli interni pregled nad težavami in bi jih lažje sproti odpravljali. Posledično pa tudi nadzor nad narejenimi kosi, ki se sedaj vpišejo samo na koncu. Vsekakor so potrebne predpriprave, kar pomeni, da bi morali posodobiti najprej risbe, ki spremljajo izdelke, pa tudi napisati in določiti kontrolne karte za določen izdelek. Tudi merilno orodje bi bilo potrebno posodobiti ali pa ustvariti nekakšno bazo za orodje. Tam bi na primer vsak vzel potrebno orodje, ga zadolžil in po uporabi prinesel nazaj. To bi omogočalo pregled nad orodjem in točno bi vedeli, kje je.

Tudi nakup določenih merilnih priprav bi bil dobrodošel. Mogoče bi bilo smiselno tudi dodatno izobraževanje za vse delavce, ki bi to želeli ali potrebovali, saj velikokrat ugotavljamo, da so merilne priprave narobe uporabljene in slabo shranjene po uporabi. To pa jim dodatno skrajša natančnost in uporabnost. Uvedba kontrolnih kart bi bila dobra novost za vse, od podjetja do delavca. S pravilno uporabo le-teh in merilnih orodij bi dvignili kvaliteto.

Primer preproste kontrolne karte, ki bi nam omogočila lažje delo in boljši pregled. Lahko bi spremljala izdelek od začetka do konca in tako bi sproti ugotavljali, kje, zakaj ter kako je nastala napaka.



Tip izdelka: Priključek A		material: 123			številka risbe: 123		
Operacija:	Opravila oseba:	Merjenje (vizualno ali z merili):	Merilo sredstvo:	Tolerance:	Številka merilnega sredstva/ priprave:	Stroj:	Naslednja operacija:
vizualni pregled materiala:							
rezanje 1: rezanje 2: rezanje 3:							
brušenje robov :							
varjenje 1: varjenje 2: varjenje 3:							
brušenje po varjenju:							
tlačni pregled: vizualni pregled:							
ultrazvok/ rentgen:							
barvanje:							
končno spajanje:							
končna kontrola:							
<b>Končni pregled kontrolne karte:</b>				<b>Datum:</b>	<b>Podpis:</b>		
Dodatni pregledi:							

Tabela 4 : Kontrolna karta  
(Lastni vir)

## 4 ZAKLJUČEK

Na začetku smo si zadali, da bomo naredili analizo priprave in materiala ter obdelave. Tako smo ugotovili, da že na samem začetku pri vhodnem transportu naletimo na težave zlaganja.

Za to smo naredili predloge, da bi bilo dobro zadeve preurediti. Podaljšati dvigalo in dograditi regale za zlaganje ter narediti nekakšno pripravo za mostno dvigalo za lažje prenašanje in zlaganje.

Pri sami pripravi materiala smo ugotovili, da nimamo primerne žage za rezanje debelejšega materiala, zato režemo in pripravljamo določen material s plazmo. Za ta postopek je potrebno malenkost več priprav, včasih pa je potrebno tudi serijsko rezanje, česar nam tako trenutna žaga kot tudi plazma ne omogočata. Smiselno bi bilo v prihodnosti razmisliti o večjem stroju za rezanje.

Priprave delamo večinoma sami in sproti, kar je zamudno, smiselno bi bilo, da se predstavijo vsi obdelovanci orodjarjem v Ljubljani, oni pa bi naredili priprave, kar bi nam omogočalo nemoteno delo brez priprav. Tudi za obdelavo bi bilo imeti smiselno vsaj eno CNC stružnico na razpolago za delo serije.

Orodja smo nekaj že naročili, popis bi bil dobrodošel in dodatna sprotna naročila tudi (pred uporabo). Večji rezkalni stroj bi nadomestil določene operacije in zmanjšal ozka grla v proizvodnji.

Za samo pisanje CNC programov pa smo se v tem mesecu dogovorili, da bodo dostavili računalnik in program za pisanje le-teh, kar lahko v prihodnosti pomeni tako hitrejšo delo, kot tudi možnost dodatnih strojev, saj se podjetje širi ter razvija. Pri dokumentih smo ugotovili, da bo treba začeti na začetku – pri samih risbah, jih nadgraditi v smislu, da bodo uporabne in prirejene za vsako delovno mesto posebej. To bo olajšalo pregled pri delu in skrajšalo delo. Nato pa dodati še kontrolne karte, ki bodo služile za pregled tako kvalitete kot tudi kvantitete.

Ker se, kot smo že omenili, podjetje še razvija, bi bilo v prihodnosti smiselno pogledati za morebitne izboljšave tudi v sektorju, kjer zlagajo in delajo manjše polizdelke. Potrebno bi bilo brez dodatnih stroškov preurediti in dograditi malenkosti, ki na koncu prinesejo velike rezultate.

Vedno pa je dobro prisluhniti delavcem, ki so v okolju vedno prisotni in najbolj vedo, kaj pogrešajo pri svojem delu.

## 5 LITERATURA IN VIRI

Bingimages. (b.l.). *Univerzalna naročilnica*. Pridobljeno 11. 6. 2022 z naslova <http://www.bingimages-narocilnica.com>.

Bolha. (b.l.). Pridobljeno 10. 6. 2022 z naslova <https://www.bolha.com/>.

Božič, S. (2022). Zapiski predavanj: *Kakovost in zanesljivost*.

Gogić, D. (2021). Zapiski predavanj: *Materiali*.

Infracore (2018). Interno gradivo Omega air: *Infracore manual*.

Journal. (b.l.). *Kaj so G kode?*. Pridobljeno 10. 6. 2022 z naslova <http://www.journalmural.com/>.

Kraut, B. (2017). *Krautov strojniški priročnik*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo.

Omega air. (b.l.). *Sušilniki-stisnjenega-zraka*. Pridobljeno 10. 6. 2022 z naslova <http://www.omegair.si/>.

WD-TEHNIK. (b.l.). *Stružni, izstružni noži*. Pridobljeno 9. 6. 2022 z naslova <https://www.wd-tehnik.si/oprema/rezalno-orodje/struzni-izstruzni-nozi>.

WD-TEHNIK. (b.l.). *Pomična merila*. Pridobljeno 9. 6. 2022 z naslova <http://www.wdtehnikipomicnamerila.si>.

Youtube. (b.l.). *Posnetek zaslona*. Pridobljeno 8. 6. 2022 z naslova <http://www.youtube.com>.

Zupančič, M. (2022). Zapiski predavanj: *Tehnologija*.