

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,
MARIBOR**

DIPLOMSKO DELO

PRIMERJAVA RAZREZA PLOČEVINE NA VISOKO PRODUKTIVNEM PREBIJALNIKU

Kandidat: Peter Pleteršek

Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190040013

Program: STROJNIŠTVO

Mentor: mag. Jože Ravničan

Mentor v podjetju: dipl. ing. str. Franc Kirbiš

Maribor, december 2012

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Peter Pleteršek, številka indeksa 111090040013, izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: Primerjava razreza pločevine na visoko produktivnem prebijalniku, ki sem jo izdelal pod mentorstvom mag. Jožeta Ravničana.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, za moje lastne, kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (UL št. 16/2007, v nadaljevanju ZASP), prekršek, podleže pa tudi ukrepom VSŠ Academia skladno z njenimi pravili,
- Skladno z 32. členom ZASP dovoljujem VSŠ Academia objavo diplomske naloge na spletnem portalu šole.

Maribor,

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Jožetu Ravničanu za strokovno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem gospodu Francu Kirbišu dipl. ing. str., mentorju v podjetju Systemair d.o.o, za vse nasvete in pomoč pri ustvarjanju naloge.

Zahvaljujem se tudi podjetju Systemair, d.o.o, ki mi je pomagalo pri študiju.

Zahvaljujem se tudi družini in prijateljem, ki so mi stali ob strani in me spodbujali pri študiju in pisanju diplomske naloge.

POVZETEK

Rezanje je postopek, s katerim en del materiala ločimo od drugega zaradi priprave materiala za nadaljnje preoblikovanje ali pa zato, da dobimo končno obliko.

Prebijanje oz. luknanje je popolna ločitev materiala po celotni dolžini oboda poljubnih oblik.

Lasersko rezanje je uveljavljen postopek za natančne reze po konturni ravnini, poznamo pa tudi 3D-rezanje ter rezanje cevi in profilov.

V prvem delu diplomske naloge sem opisal in raziskal postopka rezanja pločevine z laserjem in rezanja pločevine s prebijanjem ter primerjal staro in novo tehnologijo razreza ventilatorskih elementov.

V drugem delu diplomske naloge sem raziskal in analiziral ekonomičnost posameznega postopka razreza pločevine ter ekonomski vidik nakupa stroja, hkrati pa izbiro postopka rezanja in izbiro stroja glede na potrebe proizvodnje.

Ključne besede: rezanje, prebijanje, prebijalnik, laser, obdelovanec, lastna cena.

ABSTRACT

The comparison of sheet metal cut up on the high quality puncher

Cutting is a process where one part of a material is separated from another in order to prepare the material for further reshaping or to get the final shape. Punching is a complete separation of material where various shapes can be created. Laser cutting is a process where cutting is extremely precise. Moreover, one may also be familiar with 3D cutting and cutting tubes and pipes.

The first part of diploma paper describes cutting of sheetmetal with laser and punching, furthermore, it compares the old and the modern technology of ventilator elements cutting.

The second part of diploma paper analyzes 3 different components: the economy of each process, the economy of the purchase of the machine, the selection of the procedure and the machine considering the production objectives.

Key words: cutting, punching, puncher, laser, workpiece, cost price.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	10
1.1 Opredelitev obravnavane zadeve, ki je predmet raziskave.....	10
1.2 Namen, cilj in osnovne trditve diplomskega dela	10
1.3 Predpostavke in omejitve	11
1.4 Predvidene metode raziskovanja	11
2. POSTOPKI REZANJA PLOČEVINE.....	12
2.1 Rezanje z laserjem.....	12
2.1.1 Način delovanja laserja.....	12
2.1.2 Vrste laserskega žarka	14
2.1.3 Absorpcija laserskega žarka	16
2.1.4 Rezanje z laserjem	17
2.2 Rezanje s prebijanjem.....	21
2.2.1 Prikaz prebijanja oz. luknjanja	21
2.2.2 Skrčenje	22
2.2.3 Določitev zračnosti med rezili	23
3. IZBIRA POSTOPKA REZANJA IN STROJA.....	25
3.1 Izbira postopka rezanja.....	25
3.2 Izbira stroja	25
4. VISOKO PRODUKTIVNI PREBIJALNIK.....	27
4.1 Prebijalnik TruPunch.....	28
4.2 Prebijalnik Amada	30
4.2.1 Orodja	33
4.2.2 Podajalni sistem Antil.....	35
5. PRIMERJAVA TEHNOLOGIJ	37

5.1 Stara tehnologija izdelave plašča ventilatorja (laser)	37
5.1.1 Izdelava zgornjega okvirja podstavka (laser)	38
5.2 Nova tehnologija izdelave plašča ventilatorja (prebijalnik)	39
5.2.1 Izdelava zgornjega okvirja podstavka (prebijalnik)	40
6. EKONOMIČNOST POSTOPKOV REZANJA	10
6.1 Čas rezanja.....	41
6.2 Število kosov	43
6.3 Cena izdelka	43
6.4 Pridobitev in razlika	45
7. ZAKLJUČEK	48
8. UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI	50
9. PRILOGE.....	51

KAZALO SLIK

Slika 1: Princip rezanja z laserski žarkom.....	12
Slika 2: Naprava za obdelavo z laserskim žarkom.....	14
Slika 3: Shematičen prikaz odboja in absorpcije žarka.....	16
Slika 4: Stopnja absorpcije žarka	16
Slika 5: CNC lasersko rezanj.....	17
Slika 6: Rezanjske hitrosti v odvisnosti od debeline obdelovanca.....	18
Slika 7: Princip rezanja s prebijanjem.....	22
Slika 8: Premer prebijala in matrice.....	23
Slika 9: Prebijalni stroj.....	27
Slika 10: Prebijalni stroj TruPunch.....	28
Slika 11: Avtomatska odstranitev izrezane plošče.....	29
Slika 12: Prebijalni stroj Amada.....	30
Slika 13: Revolverska glava.....	33
Slika 14: Sestava prebijalnega orodja.....	34
Slika 15: Podajalni sistem Antil.....	35
Slika 16: Plašč ventilatorja povezan z veznim trakom.....	37
Slika 17: Okvir podstavka s kotnikom in privarjeno matico.....	38
Slika 18: Plašč ventilatorja deformacijo.....	39
Slika 19: Okvir podstavka z vtisno matico.....	40
Slika 20: Del plašča ventilatorja z upogibom.....	45
Slika 21: Plašč pritrjen z veznim trakom.....	45
Slika 22: Okvir podstavka z vtisno matico.....	46
Slika 23: Okvir podstavka z veznim kotnikom.....	47
Slika 24: Merljivost posameznih prednosti.....	48

KAZALO TABEL

Tabela 1: Laserji v kovinsko-predelovalni industriji.....	15
Tabela 2: Vrednosti velikosti zraka (z)	24
Tabela 3: Tipi in velikosti orodij.....	34
Tabela 4: Plašč ventilatorja – Amada.....	41
Tabela 5: Plašč ventilatorja – laser	41
Tabela 6 Zgornji okvir podstavka - Amada	41
Tabela 7: Zgornji okvir podstavka – laser.....	41
Tabela 8: Lastna cena	44

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Primerjava Amada – laser (plašči).....	46
Graf 2: Primerjava Amada – laser (okvir podstavka).....	47

1 UVOD

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve, ki je predmet raziskave

Rezanje je postopek, s katerim en del materiala ločimo od drugega zaradi priprave materiala za nadaljnje preoblikovanje ali pa zato, da dobimo končno obliko.

Prebijanje oz. luknjanje je popolna ločitev materiala po celotni dolžini oboda poljubnih oblik. To naredimo z vsemi vrstami rezilnih orodij. V serijski proizvodnji se prebijanje izvaja pretežno s CNC krmiljenimi stroji za prebijanje pločevine.

Lasersko rezanje je uveljavljen postopek za natančne reze po konturni ravnini, poznamo pa tudi 3D-rezanje ter rezanje cevi in profilov. Z laserjem lahko poleg kovin učinkovito režemo polimere, keramiko, les, usnje, tekstil in druge materiale.

V nalogi primerjam tehnološke postopke razreza elementov ventilatorja staro tehnologijo (razrez pločevine z laserjem) in novo tehnologijo (razrez pločevine s prebijanjem na visoko produktivnem prebijalniku z avtomatskim podajanjem).

Pri izbiri postopka rezanja in stroja moramo upoštevati več dejavnikov, kot so: prostor, osebje, vzdrževanje in servis stroja, garancija, izmet, produktivnost in kvaliteta produkta.

1.2 Namen, cilj in osnovne trditve diplomskega dela

Namen moje diplomske naloge je raziskati in opisati postopka rezanja pločevine z laserjem in rezanja pločevine s prebijanjem ter primerjati star in nov tehnološki postopek razreza ventilatorskih elementov.

V diplomski nalogi bom raziskal in analiziral ekonomičnost posameznega postopka razreza pločevine ter ekonomski vidik nakupa stroja ter izbiro postopka in stroja glede na potrebe proizvodnje.

Cilj diplomske naloge:

- Raziskati postopke rezanja pločevine (rezanje z laserjem in rezanje pločevine s prebijanjem)
- Primerjava stare in nove tehnologije razreza ventilatorskih elementov
- Raziskati ekonomičnost posameznih postopkov razreza
- Ekonomski vidik nakupa stroja (prednosti in slabosti)
- Analizirati izbiro postopka in stroja glede na potrebe proizvodnje.

1.3 Predpostavke in omejitve

Predpostavke:

Predpostavke so predvsem razpoložljivost domače in tuje strokovne literature razpoložljivost in točnost podatkov v podjetju.

Omejitve:

V diplomski nalogi se bom omejil na opis razreza pločevine z laserjem in rezanja pločevine s prebijanjem na visoko produktivnem prebijalniku ter na primerjavo stare in nove tehnologije za razrez ventilatorskih sklopov. Na omejitve sem naletel tudi pri izboru razpoložljive literature in internetnih virov v podjetju. Oviro predstavljajo seveda tudi zaupni podatki v podjetju.

1.4 Predvidene metode raziskovanja

V diplomski nalogi bom uporabljal naslednje metode raziskovanja:

- metoda opisovanja,
- metoda spraševanja,
- metoda primerjanja.

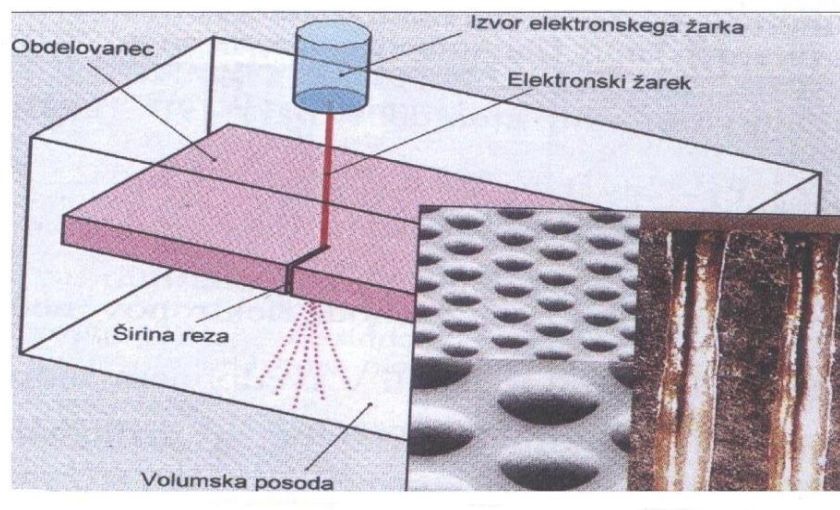
2 POSTOPKI REZANJA PLOČEVINE

2.1 Rezanje z laserjem

Lasersko rezanje je uveljavljen postopek za natančne reze po konturni ravnini, poznamo pa tudi 3D-rezanje ter rezanje cevi in profilov. Z laserjem lahko poleg kovin učinkovito režemo polimere, keramiko, les, usnje, tekstil in druge materiale.

2.1.1 Način delovanja laserja

Največje koncentracije energije je pri današnjem razvoju tehnike mogoče doseči z elektronskimi žarki (do 100000 kW/mm²). Takšnim koncentracijam se ne more upirati noben znani material, zato so elektronski in laserski žarki uporabni za rezanje in vrtanje vseh, tudi najtrših materialov. (Čuš, 2009,315)



Slika 1: Princip rezanja z laserskim žarkom

Vir: Čuš, 2009, 315

Laser je naprava, ki emitira ozek snop svetlobe strogo določene valovne dolžine. Laserska svetloba ima naslednje značilnosti:

- Laserska svetloba je monokromatska, kar pomeni, da ima točno določeno valovno dolžino. Barva svetlobe je enovita. Valovna dolžina je določena s količino sproščene energije pri prehodu atoma iz vzbujenega v primarno stanje.
- Laserska svetloba je koherentna – vsak foton se giblje vzporedno z drugim; to povzroča skladno valovanje laserske svetlobe.
- Laserska svetloba je zelo usmerjena. Laserski žarek je zelo ozek, zelo koncentriran in zelo intenziven.

Moč laserjev, ki delujejo kontinuirano segajo, od manj kot 1 mW do približno 20 kW pri komercialnih in več kot 1 MW pri posebnih vojaških laserjih. (Čuš, 2009, 315)

Atomi oz. elektroni se lahko nahajajo v različnih energijskih nivojih. Iz enega v drugi energijski nivo lahko prehajajo na tri načine:

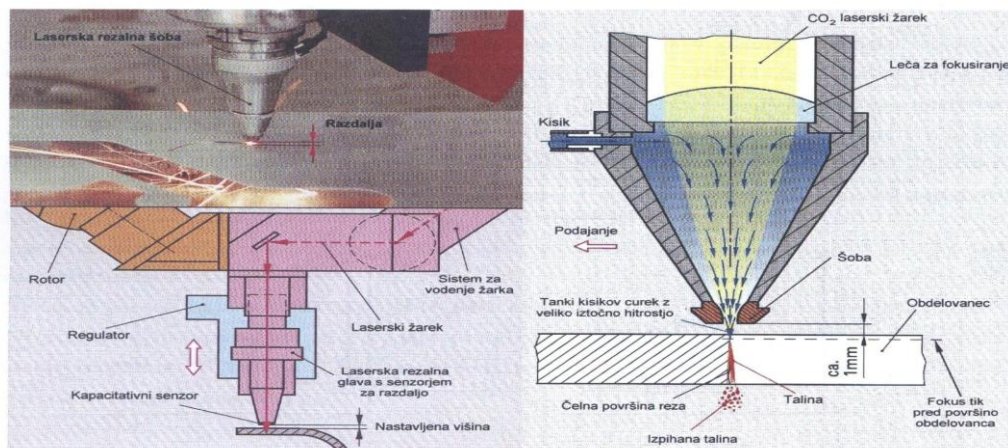
- **z absorpcijo**, atom preide v višje stanje tako, da absorbira foton,
- **s spontano emisijo svetlobe**, atom sam od sebe preide iz višjega energijskega stanja v nižje in pri tem odda foton,
- **s stimulirano emisijo svetlobe**, atom zadene foton, ki povzroči, da atom preide v nižjo energetska stanje in pri tem odda foton. (Čuš, 2009, 316)

V laserski napravi je aktivna snov (snov katere atomarni sistemi morajo biti sposobni oddajati koherentno svetlobo) med dvema planparalelnima, fino brušenima zrcaloma, od katerih je eno prosojno, da lahko skozenj izstopa laserski žarek. Fotoni, ki se pod vplivom svetlobe sproščajo v smeri pravokotno na zrcalo, se od njega odbijejo in lahko generirajo nove fotone (svetlobna resonanca). Vsi ti fotoni potujejo v isti smeri in so v isti fazi. V tako generiranem svetlobnem toku pa ima valovanje popolnoma določeno fazno zakonitost, zato je tudi valovna dolžina zelo ostro določena.

Sprememba valovne dolžine Δv je komaj $\Delta v = 10^{-14} \cdot v$, zato takšni svetlobi pravimo **koherentna svetloba**. Ker so fotoni v fazi, se med seboj krepijo in nastala svetloba je zelo močna. (Čuš, 2009, 317)

2.1.2 Vrste laserskega žarka

Princip proizvodnje žarka temelji na aktivnem mediju, ki na osnovi vzbujanja preide v aktivno stanje (slika 2).



Slika 2: Naprava za obdelavo z laserskim žarkom

Vir: Čuš, 2009,318

Glede na vrsto medija ločimo več vrst laserjev:

- Laserji na trdno snov, pri katerih je laserska substanca v trdem stanju.
- Excimer laserji, pri tej vrsti laserjev uporabljamo kemično reaktivne pline (klor in fluor), pomešane z žlahtnimi plini (argon, kripton ali ksenon). Ti laserji ustvarjajo svetlobo v ultravijoličnem delu spektra.
- Plinasti laserji, najbolj znana sta He-Ne in CO₂ laserja z močjo do 40000W.
- Barvni laserji, pri teh uporabljamo kot lasersko substanco tekoče raztopine ali zmesi kompleksnih organskih barvil (rodamin 60). Njihova valovna dolžina je nastavljiva v širokem delu vidnega spektra.
- Polprevodniški laserji oz. diodni laserji, ki so običajno zelo majhni in uporabljajo majhne moči. Uporabljajo se v laserskih tiskalnikih, CD-predvajalnikih in na blagajnah kot čitalci črtnih kod. (Čuš, 2009,318,319)

V kovinsko-predelovalni industriji se uporabljajo naslednji laserji (Tabela 1):

Vrsta laserja	Medij	Valovna dolžina [μm]	Moč [W/cm^2]	Sevanje
CO₂	plin	10,6	$10^0 \dots 10^3$	CW, impulzno
Nd:YAG	trden	1,06	$10^2 \dots 10^4$	CW, impulzno
Excimer	plin	0,16...0,35	$10^4 \dots 10^6$	CW, impulzno
Diodni	trden	0,6...1,6		CW, impulzno

CW – kontinuiran način delovanja

Tabela1: Laserji v kovinsko-predelovalni industriji

Vir: Čuš,2009,319

CO₂ laser ima široko področje uporabe in predstavlja najpomembnejšo vrsto laserja za kovinsko-predelovalno industrijo. Deluje v področju infrardečih žarkov, je zelo učinkovit in lahko emitira velike moči.

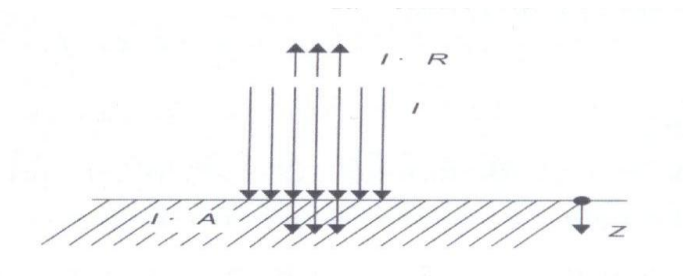
Nd: YAG-laser je optično črpan laser, katerega glavni element je ion neodima, ki je vključen v kristal ali steklo. Imenujemo ga tudi YAG (yttrium aluminium grant). YAG-laser uporabljajo za zelo precizno rezanje zelo odsevnih materialov.

Excimer laser deluje kot pulzni laser in dosega zelo velike pulzne moči (nekaj MW)

Diodni laser deluje na fizikalno-kemijskem principu. Kristali polprevodnika so sestavljeni iz velike količine periodičnih atomov. (Čuš, 2009,320)

2.1.3 Absorpcija laserskega žarka

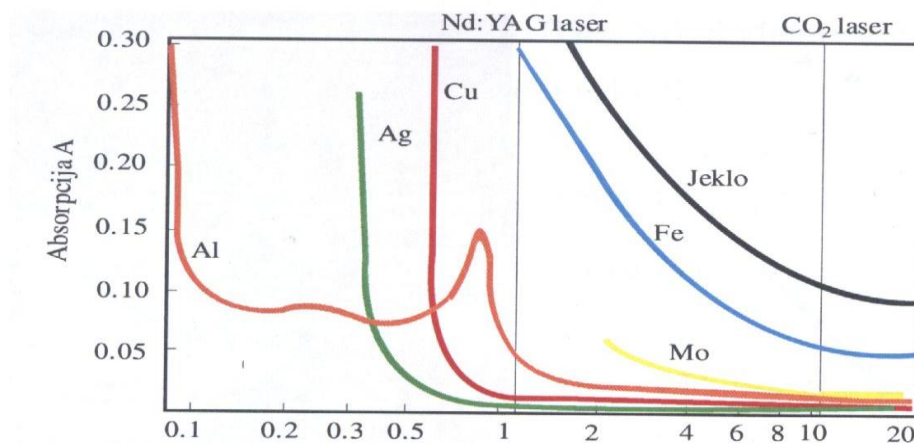
Rezanje z laserjem temelji na termičnem učinku, ki nastane s spreminjanjem energije laserskega žarka v svetlobo. Učinkovitost obdelave z laserjem je odvisna od stopnje vezave energije.



Slika 3: Shematičen prikaz odboja in absorpcije laserskega žarka

Vir: Čuš, 2009, 325

Slika prikazuje primer navpičnega laserskega žarka z jakostjo I na gladko površino, kjer se del $I \cdot R$ odbije in vpliva na obdelavo. Del $I \cdot A$ material absorbira. Pri tem je R stopnja odboja, A stopnja absorpcije. Oba parametra sta odvisna od valovne dolžine laserskega žarka. Za obdelavo materiala je zaželena visoka stopnja absorpcije, ki je pogoj za učinkovitost obdelave. (Čuš, 2009, 325)



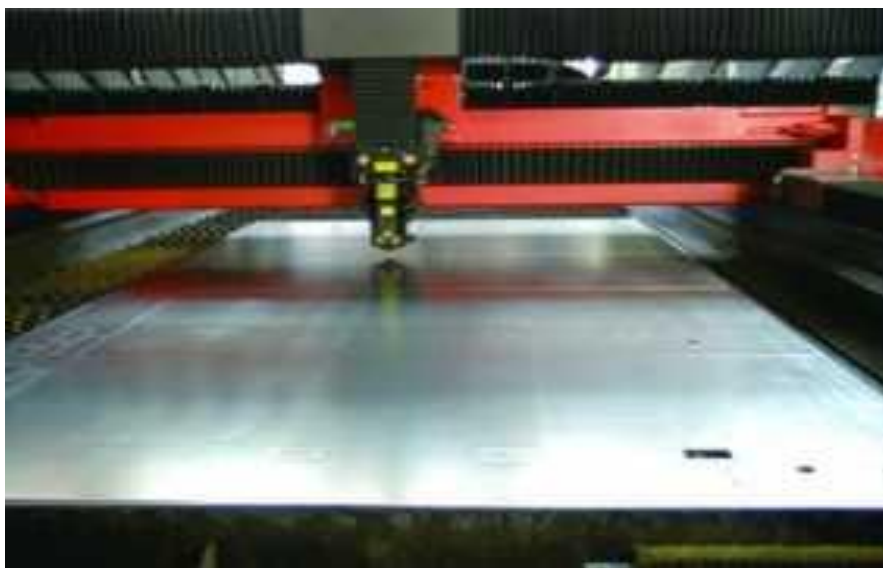
Slika 4: Stopnja absorpcije žarka v odvisnosti od vrste materiala

Vir: Čuš, 2009, 326

Pri običajni uporabi laserja žarek ne pade na površino pod teoretičnim kotom 90° in prihaja do določenih odstopanj. Stopnja absorpcije A je odvisna od vpadnega kota in od polarizacije žarka. Splošno velja, da stopnja absorpcije raste sorazmerno z vpadnim kotom. V praksi se pogosto dovaja žarek na mesto obdelave pod določenim kotom. Prav tako se absorpcija poveča na račun efekta večkratnega odboja. (Čuš, 2009, 326)

2.1.4 Rezanje z laserjem

Fokusiran laserski žarek usmerjen na ozek pas obdelovanca, povzroči termično delovanje (obdelovanec se tali ter delno ali v celoti izpari). Naprava za fokusiranje je lahko postavljena malo nad obdelovanec ali direktno nanj. Plin, ki se dovaja na mesto obdelave pod visokim pritiskom, odstrani staljen oz. uparjen material in ščiti rezalno glavo pred vplivom taline ali pare. (Čuš, 2009, 327)



Slika 5: CNC lasersko rezanje

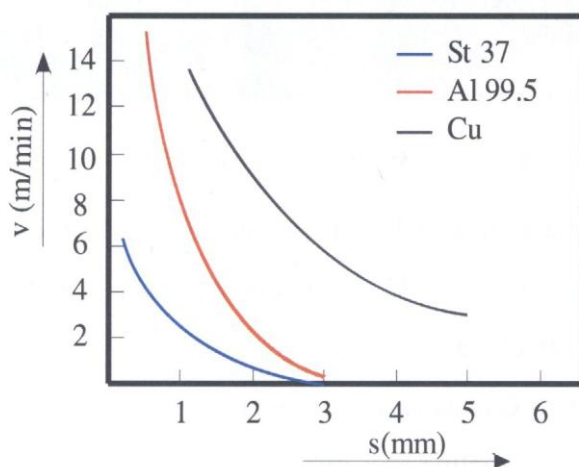
Vir: <http://www.metrel-mehanika.si/139>, 2.5.2012

Načini rezanja materiala:

- sublimacijsko rezanje: material se upari in tako odstrani z mesta reza. Plini, ki jih dovajamo (dušik, argon, helij), imajo nalogo, da ščitijo področje delovanja žarka na obdelovani material (prepreči se oksidacija na obdelovalnih ploskvah). Zaradi navedenega in čistega reza, ki je rezultat tega postopka, se uporablja za rezanje tankih kovinskih materialov (debeline do 1 mm).
- talilno rezanje: raztaljeni material se odvaja z mesta reza s pomočjo plina (dušik, argon) pod visokim pritiskom (cca. 6 barov), ki talino enostavno odpihne.
- izgorevalno rezanje: talina reagira eksotermno s plinom (kisik), kar privede do povečanja dovedene energije in posledično do višje hitrosti rezanja. Posledica je oksidacija na obdelovalnih ploskvah. (Čuš, 2009, 329)

Na proces rezanja z laserjem vpliva mnogo faktorjev. Hitrost rezanja je odvisna od debeline materiala, moči laserja in tlaka plina. Laser je uporaben pri rezanju materiala naslednjih debelin:

- gradbeno železo do 25 mm,
- legirano jeklo do 10 mm,
- aluminij do 6 mm.



Slika 6: Rezalne hitrosti v odvisnosti od debeline obdelovanca

Vir: Čuš, 2009, 328

Pomembno pa je tudi rezanje nekovinskih materialov, kot so keramika in umetne mase. Pri rezanju umetnih mas z laserjem je odločilnega pomena toksičnost materiala med obdelavo.

Širina reza in kvaliteta površine reza (DIN 2310) je odvisna od stabilnosti laserskega žarka. Kvaliteta površine reza se vrednoti na osnovi velikosti brade pri rezu, hrapavosti površine, točnosti mer, oblike rezanega roba, vpliva toplote na mestu rezanja in stopnje oksidacije. Sistem za zagotavljanje oddaljenosti med rezalno glavo in mestom reza skrbi, da kljub morebitni ukrivljeni površini obdelovanca ostane le-ta konstantna in s tem ostanejo enaki tudi pogoji rezanja. Velik vpliv na postopek rezanja ima oblika rezalne glave (šobe). V uporabi sta dva tipa: pri prvem se tlak plina ustvari v sami šobi in izstopi skupaj z žarkom, pri drugem se plin dovaja zunaj šobe.

Ob močnem CO₂ laserju se pri rezanju uporablja tudi Nd: YAG laser. Predvsem v elektrotehniki in finomehaniki so natančni rezi zelo zaželeni; te omogoča Nd: YAG laser, s katerim je mogoče doseči zelo ozke reze (<20μm). Širina reza je močno odvisna od debeline materiala.

Vodenje žarka s sistemom optičnih vlaken pri postopku obdelave je na komercialnem področju vse bolj v uporabi, še posebej tam kjer delo opravljajo roboti. (Čuš,2009,329)

Prednosti rezanja z laserjem:

- rezati lahko začnemo kjerkoli na obdelovancu,
- v nasprotju z navadnim (kovinskim) orodjem se laserski žarek ne obrabi,
- minimalna izguba materiala,
- minimalna priprava obdelovanca,
- ni obrabe in zamenjave orodij,
- zelo kvalitetni robovi tudi pri visokih rezalnih hitrostih,
- celotna temperaturna obremenitev obdelovanca je majhna,
- ni stika orodja z obdelovancem,
- minimalne količine odpadkov,
- možne so zapletene oblike rezanja,
- možno je rezati predhodno utrjene materiale,
- ozek in zelo precizen rez.

Slabosti rezanja z laserjem:

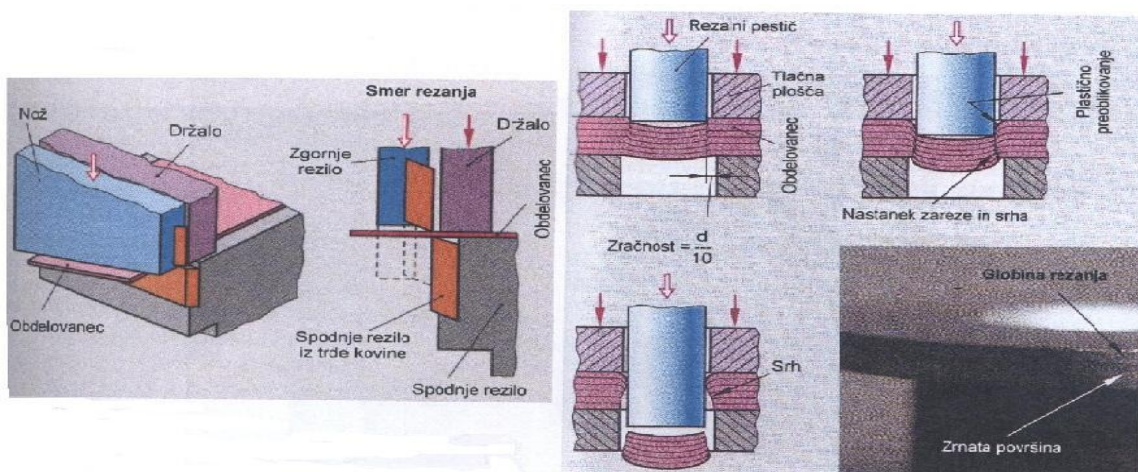
- visok vložek kapitala,
- robovi po rezanju so koničasti in žagasti – nazobčani, če je debelina materiala večja,
- stroški plina so visoki,
- omejitev glede debeline reza.

2.2 Rezanje s prebijanjem

Prebijanje štejemo med posebne postopke odrezavanja, saj poteka rezanje z neposrednim dovajanjem mehanske sile. Prebijanje oz. luknjanje je popolna ločitev materiala po celotni dolžini oboda poljubnih oblik. To naredimo z vsemi vrstami rezilnih orodij. V serijski proizvodnji se prebijanje izvaja pretežno s CNC krmiljenimi stroji za prebijanje pločevine. Pri maloserijskem in obrtniškem načinu prebijanja pa so nadvse uporabni stroji za prebijanje, ker lahko z enostavnimi in hitrimi prilagoditvami ter menjavanjem orodij obdelujemo večje število izdelkov.

2.2.1 Prikaz prebijanja oz. luknjanja

Zgornje rezilo orodja nasede s celotno ploskvijo rezilne oblike na pločevino, namenjeno za luknjanje. Zgornje rezilo se pomika s pritiskom stiskalnice v debelino pločevine, kar privede do izbočenja pločevine v obliko rezilnega roba rezilne plošče. Teoretično bi sedaj morala nastati prekinitev materialnih vlaken, v resnici pa se material še vedno stiska. Zaradi tega nastopijo v strukturi materiala napetosti, kar se kaže kot pojav majhne izbokline v pločevini ob celotnem obodu rezilnega roba zgornjega rezila. Pah še naprej potiska rezilo dalje v material, s čemer dosežemo popolno prekinitev vlaken in izrezani kos visi prosto v pločevini. Pri tem je bila dosežena maksimalna velikost sile rezanja, ki pri nadaljnjem delovanju skokovito pada. S prekinitvijo vlaken nastali iztrgi povzročajo pri nadaljnjem iztiskanju kosa povečanje napetosti. Ta napetost pa bo tem večja, čim večji je zrak med rezili in čim bolj so rezila obrabljena. Rezilo se pomika dalje v rezilno ploščo, s tem se popolnoma izrine izrezani kos, ki je pri prebijanju odpadek. Po končanem odrezu se rezilo vrača navzgor v prvotno lego in z njim pločevina, ki se sname ob vodilni plošči ali pa v ta namen izdelanem snemalu. (Kosmač, 2010, 8, 9,10)



Slika 7: Princip rezanja s prebijanjem

Vir: Čuš, 2009, 293

2.2.2 Skrčenje

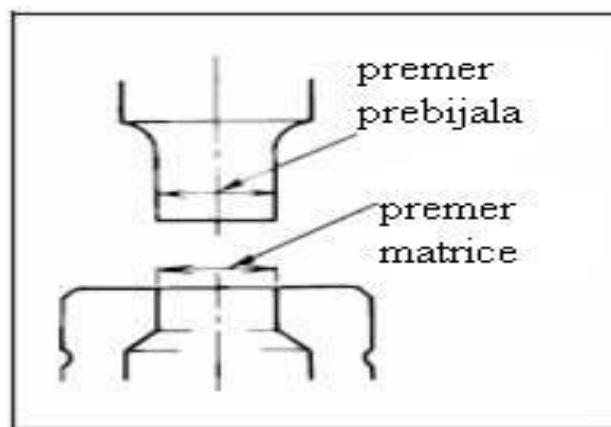
Pri prebijanju zgornjega rezila skozi pločevino nastopijo zaradi stiskanja materiala v strukturi napetosti, ki se kažejo kot pojav izbokline v pločevini ob celotnem obodu rezilnega roba zgornjega rezila. To povzroči majhno zmanjšanje premera prebite luknje, ki nastopi po snemanju pločevine iz zgornjega rezila. Skrčenje za jeklo znaša $0,03 \cdot S$, za nekovinski material pa $0,05 \cdot S$.

Pri določanju toleranc rezil vedno navedemo maksimalno dopustno odstopanje izdelka, saj se različni materiali lahko krčijo drugače, kot smo predvidevali, kar lahko privede do drugačnega premera izseka, kot ga želimo. V primeru, da je izrez prevelik, lahko korigiramo zgornje rezilo. V nasprotnem primeru in dejstvu, da smo upoštevali maksimalno dopustno odstopanje v risbi izdelka, bo izrez še vedno v območju zahtevane točnosti. (Kosmač, 2010, 11)

2.2.3 Določitev zračnosti med rezili

Da lahko izrežemo čim več obdelovancev in pri tem minimalno obrabimo orodje, je potrebno med zgornjim in spodnjim rezilom izvesti pravilno zračnost. Ta pa je odvisna od debeline pločevine (S), strižne trdnosti in vrste materiala, ki ga obdelujemo, ter oblike izdelka.

Pri luknjanju moramo upoštevati že omenjeno krčenje materiala. Zgornje rezilo obdrži nazivno mero izdelka, povečano za dodatek skrčenja, rezilno ploščo pa povečamo za velikost skrčenja in zrak (z). (Kosmač, 2010, 12)



Slika 8: Premer prebijala in matrice

Vir: Interni vir podjetja, Priročnik za operaterje

Debelina materiala	Zrak (z) med spodnjim ter zgornjim rezilom			
	medenina mehko jeklo	srednje trdo valj. jeklo	trdo valjano jeklo	aluminij
0,25	0,01	0,015	0,02	0,02
0,5	0,025	0,03	0,035	0,05
0,75	0,04	0,045	0,05	0,07
1	0,05	0,06	0,07	0,10
1,25	0,06	0,075	0,09	0,12
1,5	0,075	0,09	0,10	0,15
1,75	0,09	0,1	0,12	0,17
2	0,10	0,12	0,14	0,20
2,25	0,11	0,14	0,16	0,22
2,50	0,13	0,15	0,18	0,25
2,85	0,14	0,17	0,20	0,28
3	0,15	0,18	0,21	0,30
3,3	0,17	0,20	0,23	0,33
3,5	0,18	0,21	0,25	0,35
3,8	0,19	0,23	0,27	0,38
4	0,20	0,24	0,28	0,40
4,3	0,22	0,26	0,30	0,43
4,5	0,23	0,27	0,32	0,45
4,8	0,24	0,29	0,34	0,48
5	0,25	0,30	0,36	0,50

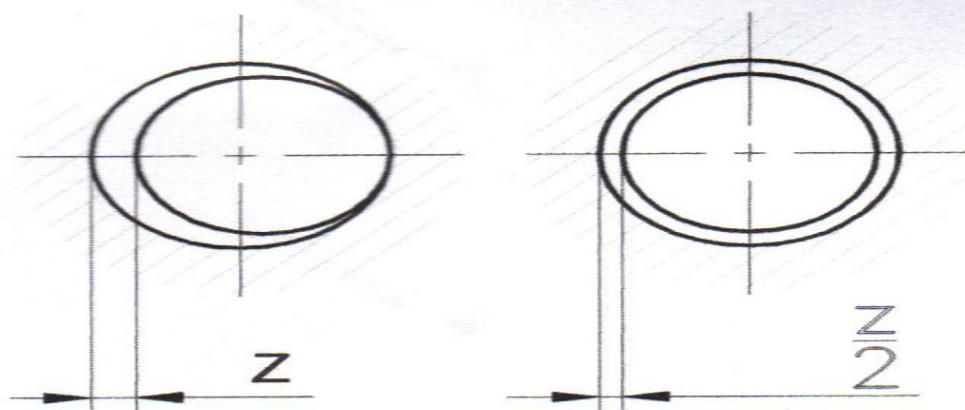


Tabela 2: Vrednosti velikosti zraka (z)

Vir: Kosmač, 2010, 12

3 IZBIRA POSTOPKA REZANJA IN STROJA

3.1 Izbira postopka rezanja

Po temeljiti razčlenitvi proizvodov, ki jih želimo obdelovati po novem tehnološkem postopku ter z novim strojem, sledi najpomembnejše dejanje, in sicer kako izbrati primeren stroj in tehnologijo, da bodo ekonomski pokazatelji čim večji. Zato je dobro poznati dejavnike, ki vplivajo na izbiro postopka rezanja, kot so:

- debelina in vrsta materiala,
- kvaliteta reza,
- število obdelovancev v seriji,
- zasedenost stroja,
- oblika obdelovancev,
- čas zagotovljene proizvodnje,
- prostorska omejitev,
- zahteve trga,
- zakonske zahteve do okolja.

3.2 Izbira stroja

Ko smo izbrali ustrezen postopek rezanja materialov, preidemo k izbiri ustreznega stroja. Danes gre razvoj z veliko hitrostjo naprej, tako da se to čuti tudi v obdelovalnih tehnologijah. Razvoj računalniške tehnologije je omogočil neprecenljive možnosti novih postopkov, ki ne le da so znižali stroške in težavnost posameznih postopkov, ampak omogočajo nove alternative izdelovalnih postopkov, ki so konkurenčni na trgu.

Kadar se odločamo za nabavo novega stroja, je potrebno dobro poznati karakteristike oz. zmožnosti posameznega stroja. Vsak stroj ima prednosti in slabosti. Pri nakupu stroja se osredotočimo na naše zmožnosti oz. potrebe.

Dejavniki, ki vplivajo na izbiro stroja:

- debelina in vrsta materiala,
- število obdelovancev,
- velikost in teža obdelovancev,
- oblikovna zahtevnost obdelovanca,
- zasedenost stroja,
- čas zagotovljene proizvodnje,
- razpoložljiv prostor,
- zakonske zahteve do okolja.

Preden se odločimo za nakup posameznega stroja za rezanje, moramo vedeti, da noben stroj ne zadosti vsem potrebam. Izbira stroja je odvisna od individualnih potreb posameznega podjetja. Na trgu je veliko število najrazličnejših strojev, ki so dandanes razviti do tolikšne mere, da so možne različne kombinacije oz. opcije posameznih strojev. Nakup rezalnika pomeni veliko investicijo, še zlasti takrat, ko kupimo dodatne opcije, ki jih pravzaprav ne potrebujemo.

Ko se odločimo za določen rezalnik, je potrebno izbrati nekoliko boljši rezalnik, kot so naše potrebe. Cena posameznih strojev je predvsem povezana z močjo in njihovo toleranco. Večje moči in tolerance rezanja pomenijo večjo ceno rezalnega sistema.

Pri rezanju različnih debelin posameznih materialov z laserjem oz. prebijalnikom je potreben tehten razmislek o močeh rezalnika. V nasprotnem primeru, ko režemo samo eno debelino npr. 5 mm ali manj pa je bolje investirati v nakup rezalnika z visoko toleranco rezanja, kot pa v večjo moč stroja. (Dvorjak, 2010, 58)

4 VISOKO PRODUKTIVNI PREBIJALNIK

Prednosti:

- visoka produktivnost,
- natančnost,
- kratek čas prebijanja,
- markiranje, formiranje, upogibanje pločevine,
- manjša porabe električne energije,
- enostavno programiranje,
- preprosta menjava orodja,
- majhna obraba orodja,
- enostavno vzdrževanje stroja.

Slabosti:

- možnost loma orodja,
- cena orodij,
- stik orodja z materialom,
- možnost poškodb pločevine.



Slika 9: Prebijalni stroj

Vir: http://www.mastroj.si/za_prebijanje.php, 7.12.2012

4.1 Prebijalnik *TruPunch*

TruPunch 2020 nudi visoko produktivnost pri obdelavi malih in srednjih serij. Visoko produktivno prebijanje, prirezovanje in preoblikovanje v kompaktni obliki:

- povečana produktivnost,
- fleksibilnost v proizvodnji,
- ekonomična izdelava serij in enostavno rokovanje malih šarž,
- avtomatizacija na najmanjšem prostoru,
- varnost procesa pri avtomatizirani proizvodnji.



Slika 10: Prebijalni stroj TruPunch

Vir: <http://www.metalforte.com/english/punzado.html>, 9.12.2012

Za ta stroj je značilno, da je zelo hiter, je kompaktnih dimenzij, dobro avtomatiziran, ter vsebuje inteligentno tehnologijo nadzora prebijanja.

Tehnični podatki

Delovno območje	2500 mm x 1250 mm
Maks. debelina pločevine	6,4 mm
Maks. moč izsekovalne sile	80 kN
Maks. št. gibov (prebijanje)	900 1/min
Maks. št. gibov (označevanje)	2200 1/min
Št. orodij	19
Čas menjave orodja	0,9s
Prostorske zahteve	cca. 6448 mm x 7440 mm



Slika 11: Avtomatska odstranitev izrezane plošče

Vir: http://www.mastroj.si/za_prebijanje.php, 9. 12.2012

4.2 Prebijalnik Amada

Amada EMZ3610 NT je visoko produktivni CNC prebijalni stroj istoimenskega japonskega proizvajalca. Sestavljen je iz mehanskega dela, električnega dela, krmilja z vmesnikom RS 232C in podajalnega sistema Antil. Namenjen je predvsem maloserijski izdelavi različnih polizdelkov. V revolverski glavi se nahaja 45 postaj sedmih tipov orodij (A, B, C, D, E, G, H), od tega so štiri postaje rotirajoče okoli svoje osi (Autoindex postaje). Stroj omogoča izdelavo polizdelkov z univerzalnimi orodji, kar pomeni, da ne potrebujemo prevelikega števila specialnih orodij za bolj komplicirane oblike. Omogoča nam hitro in enostavno menjavanje orodij. S strojem je možno izdelovati tudi enostavnejše izdelke večjih serij, vendar to zaradi ekonomskih razlogov glede cene in specialnosti takšnega sistema ni opravičljivo. Takšni obdelovalni sistemi predstavljajo nov korak v tehnologiji obdelave materiala s prebijanjem, istočasno pa omogočajo določene obdelovalne postopke, ki jih v preteklosti ni bilo možno izdelati na enem stroju (prebijanje, graviranje, rezanje navojev, nibliranje, markiranje, formiranje, upogibanje,...).



Slika 12: Prebijalni stroj Amada

Vir: Lasten

Specifikacija stroja:

- Model štanice EMZ3610NT
- Zmogljivost štanice 200 kN (20 metricnih ton ali 22 U.S. ton)
- Prostor za orodja 45 ali 58 pozicij
- Maks. velikost plošče 1270 × 5000 mm (50 × 196,85")
- Maks. debelina plošče 3.2 mm (0,126")
- Maks. masa plošče 50 kg (110 lb) pri F1, 150 kg (330 lb) pri F4. (F1 je najvišja hitrost, ki zagotavlja visoko produktivnost, F4 pa je najnižja hitrost, ki blaži hrup pri štancanju)
- Hod osi Y: 1270 mm (50")
- Hod osi X: 2500 mm (98,43")
- Natančnost štancanja ± 0.1 mm (0,004")*, ± 0.07 mm (0,003")**
- Udarci na minuto korak 1mm (udarec 5 mm) : 780 min-1 (hpm)
korak 25,4 mm (korak 5 mm, os X): 500 min-1 (hpm)
korak 25,4 mm (udarec 5 mm, os Y): 330 min-1 (hpm)
- Maks. dolžina udarca: 37 mm (1,456")
- Maks. hitrost dovajanja: (os X) 100 m/min (328 ft/min)
- Maks. hitrost dovajanja: (os Y) 80 m/min (262 ft/min)
- Hitrost rev. glave: 30 min-1 (rpm)
- Napajanje: 22 kVA
- Dovod zraka: 250 litrov/min (8,8 ft³/min)
- Delovni zračni tlak: 0,5 MPa (5,0 kgf/cm² ali 72 psi)
- Dolžina: 5526.6 mm (218")
- Širina: 5120 mm (202")
- Višina: 2318 mm (92"), 3163 mm (125") z ogledalom
- Masa: 18,0 metricnih ton (20 U.S. ton)

*Pri prebijanju kvadratne plošče 914 mm *

Pri obdelavi mehkega jekla

Specifikacija NC:

Model: NC AMNC-F (FANUC 180i-PB)

Krmiljene osi: 4 osi (X, Y, T, C) + os A (štanca)

Programska koda: ISO ali EIA

Format programa, naslov in podatki:

Min. dimenzija: 0,01 mm (0,001"), 0,01°

Kapaciteta pomnilnika: 125 KB (1 program), 10 MB (skupno)

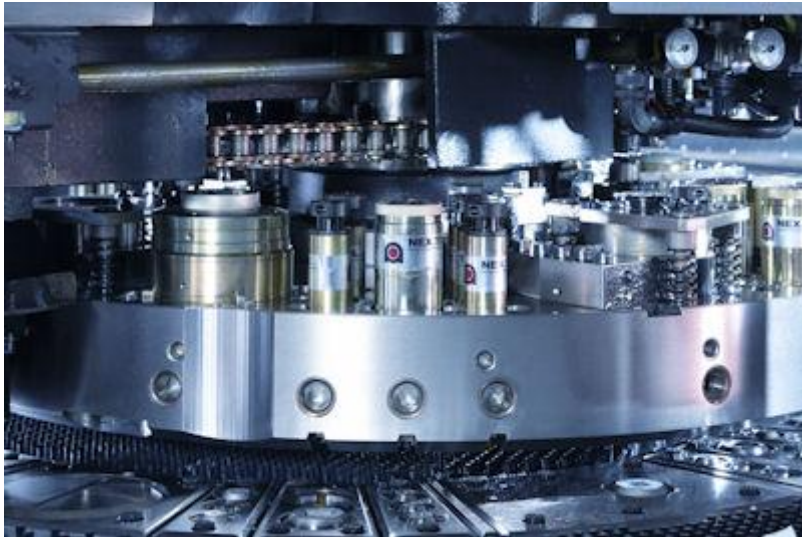
Vir: Interni vir podjetja, Priročnik za operaterje

Lastnosti stroja:

- visoka hitrost za prebijanje in na novo zasnovani AC servo twin pogon izboljšujeta udarni sistem,
- boljši proces prebijanja,
- krajši čas prebijanja,
- graviranje, rezanje navojev, nibliranje, markiranje, formiranje, upogibanje,
- večja natančnost,
- manjša poraba električne energije (do 60 % v primerjavi z običajnimi stroji),
- višja hitrost pozicioniranja izboljšuje produktivnost,
- krtačna miza omogoča obdelavo pločevine brez prask ter zmanjšuje hrup med proizvodnim procesom,
- enostavno programiranje,
- enostavna menjava orodja,
- nezahtevno vzdrževanje stroja.

4.2.1 Orodja

V revolverski glavi stroja se nahaja 45 postaj sedmih tipov orodij (A, B, C, D, E, G, H). Autoindex je del v obdelovalnem bobnu, ki prebivalnemu nožu omogoča izsekavanje pod določenim kotom, ki ga izbere operater stroja s programom, določenim za posamezni izdelek.



Slika 13: Revolverska glava

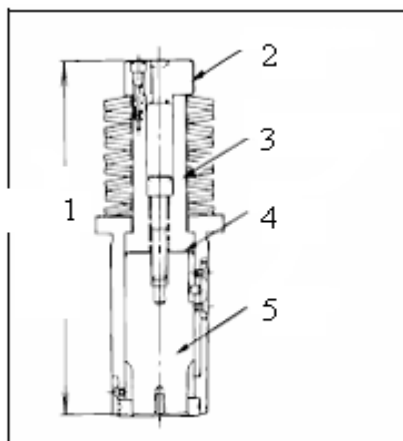
Vir.: <http://www.amada.it>, 2.5.2012

tip orodja	nazivna velikost orodja	standardna velikost prebijala	št. pozicij
A	1/2"	prem.1.6 – 12.7 mm (prem.0.063" – 0.5")	24 (16)
B	1-1/4"	prem.12.8 – 31.7 mm (prem.0.501" – 1.25")	12 (12)
C	2"	prem.31.8 – 50.8 mm (prem.1.251" – 2")	2 (2)
D	3-1/2"	prem.50.9 – 88.9 mm (prem.2.001" – 3.5")	1 (1)
E	4-1/2"	prem.89.0-114.3 mm (3.501" – 4.5")	2 (2)
G	1-1/4"	prem.12.8 – 31.7 mm (prem.0.501" – 1.25")	2 (2)
H	2"	prem.31.8 – 50.8 mm (prem.1.251" – 2")	2 (2)

Tabela 3: Tipi in velikosti orodij

Številke v oklepajih pomenijo število pozicij, kamor je mogoče namestiti oblikovana orodja. G, H: pozicija s samodejnim indeksiranjem

Vir: Interni vir podjetja, Priročnik za operaterje



Slika14: Sestava prebijalnega orodja

1. dolžina prebijala, 2. glava prebijala, 3. gonilnik prebijala, 4. klin, 5. konica prebijala

Vir: Interni vir podjetja, Priročnik za operaterje

4.2.2 Podajalni sistem Antil

Podajalni sistem skrbi za avtomatizirano nalaganje in razlaganje plošč in izsekanih izdelkov. Sistem je sposoben z vakuumskimi prijemali prenašati različne materiale, kot so jeklo, aluminij, nerjaveča pločevina in razni umetni materiali. Pločevino, ki jo želimo obdelovati, naložimo na strežne palete, od koder jih podajalni sistem dvigne z vakuumskimi prijemali. Merilne klešče preverijo, ali vakuumski prijemala držijo samo eno ploščo. Podajalni sistem nato pločevino transportira do mesta obdelave. Tam pločevino pridrži vpenjalne klešče prebijalnega stroja. Medtem ko se transporter vrača v osnovni položaj, procesor pošlje signal v krmilni sistem prebijalnega stroja, da lahko prične z obdelavo. Ko se obdelava konča, transporter obdelano ploščo ponovno prestavi iz delovnega območja stroja na paletni prostor za gotove izdelke. Med tem procesom je podajalni sistem že vzel novo ploščo, jo preveril in pripravil za transport do obdelovalne mize. Sistem funkcije ponavlja v številu ciklov, ki je predhodno programsko določeno, ali dokler ne zmanjka plošč.



Slika 15: Podajalni sistem Antil

Vir: Lasten

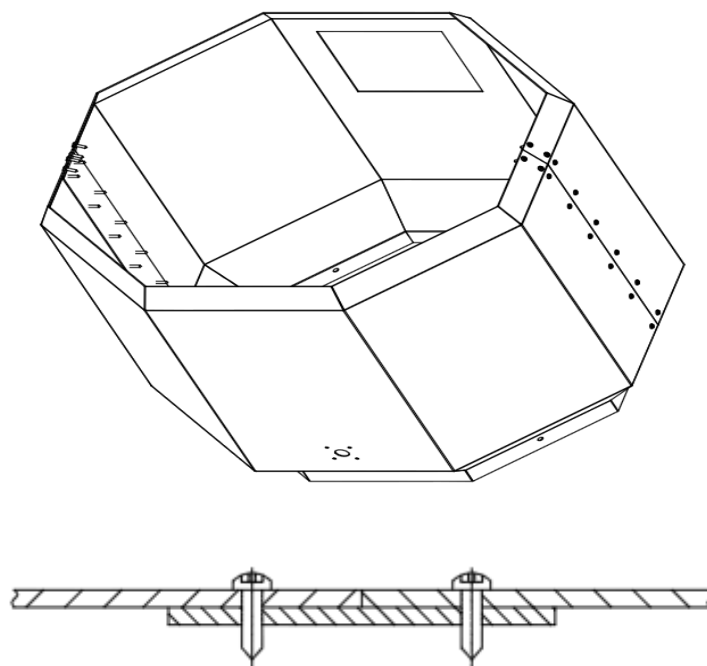
Z uvedbo stroja AMADA v proizvodnjo, smo dosegli predvsem spremembo tehnologije proizvodnje, ki pa prinese določene posledice, kot so:

- pocenitev izdelka,
- ponovljivost polizdelka oz. izdelka,
- hitrejši čas izdelave serije,
- večje serije glede na čas,
- razbremenitev dela,
- ročna dela v večini odpadejo,
- manjši stroški vzdrževanja.

5 PRIMERJAVA TEHNOLOGIJ

5.1 Stara tehnologija izdelave plašča ventilatorja (laser)

- Nastaviti stroj in orodje,
- izrezati polovici plašča,
- kontrolirati,
- ločiti dele,
- čistiti dele,
- upogniti,
- variti,
- kontrolirati,
- izrezati vezni trak,
- upogniti vezni trak,
- pritrditi vezni trak na polovici plašča.

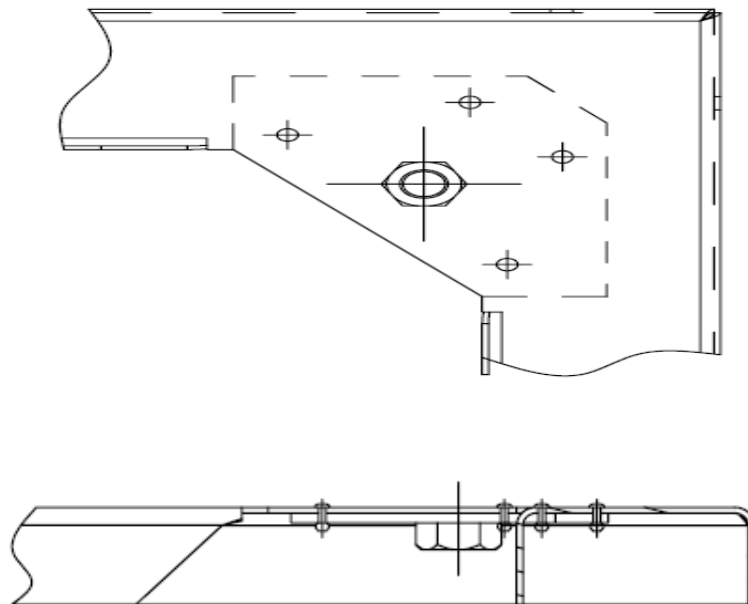


Slika 16: Plašč ventilatorja povezan z veznim trakom

Vir: Interni vir podjetja

5.1.1 Izdelava zgornjega okvirja podstavka (laser)

- Nastaviti stroj in orodje,
- izrezati dele okvirja,
- kontrolirati,
- ločiti dele okvirja,
- čistiti,
- upogniti,
- kontrolirati,
- privariti matico na kotnik,
- barvati kotnik,
- sestaviti okvir podstavka.

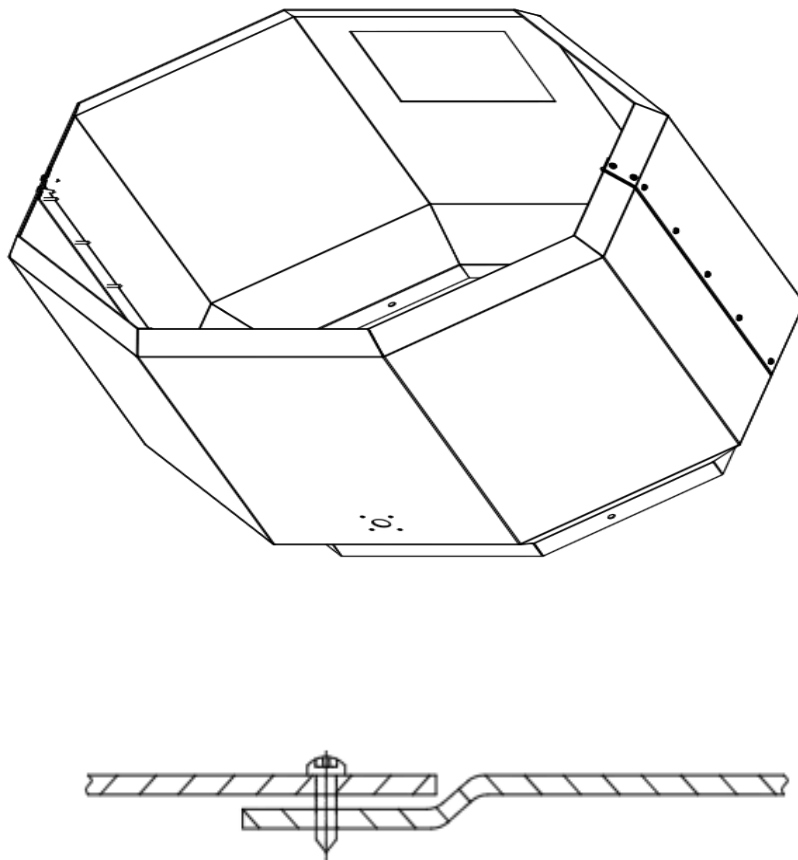


Slika 17: Okvir podstavka s kotnikom in privarjeno matico

Vir: Interni vir podjetja

5.2 Nova tehnologija izdelave plašča ventilatorja (prebijalnik)

- Nastaviti stroj in orodje,
- izrezati polovici plašča,
- ločiti dele,
- upogniti,
- variti,
- povezati polovici plašča.

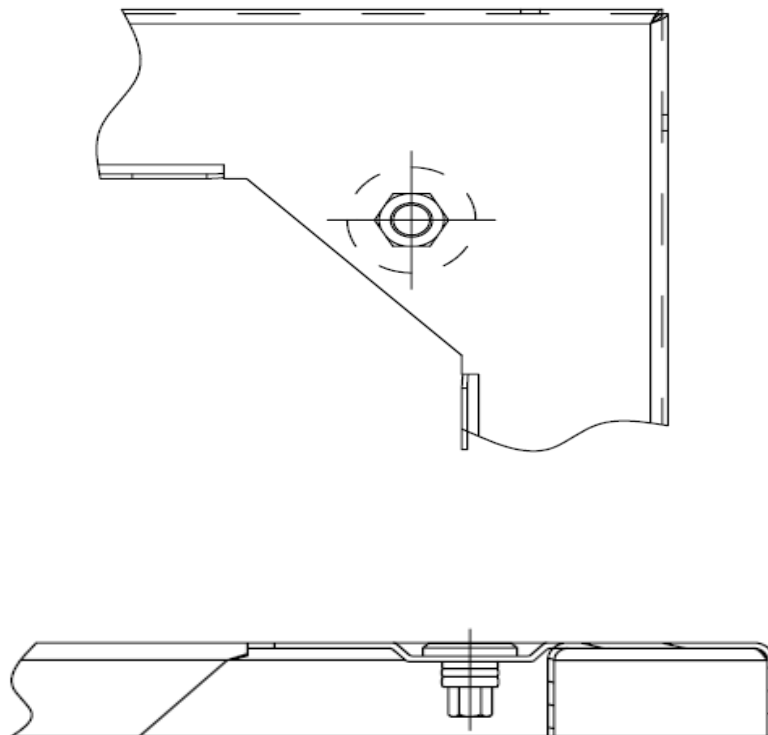


Slika 18: Plašč ventilatorja povezan s pomočjo deformacije materiala

Vir: Interni vir podjetja

5.2.1 Izdelava zgornjega okvirja podstavka (prebijalnik)

- Nastaviti stroj in orodje,
- izrezati okvir,
- ločiti okvir,
- upogniti,
- pritrditi vtisno matico.



Slika 19: Okvir podstavka z vtisno matico

Vir: Interni vir podjetja

6 EKONOMIČNOST POSTOPKOV REZANJA

6.1 Čas rezanja

Čas je edina stvar v podjetju, ki ga ne moremo nadomestiti, kar pomeni, da je vsaka izguba dokončna. Čas v proizvodnji ni namenjen samo določanju plač za opravljeno delo, ampak ga uporabljamo na področju planiranja celotnega procesa in pri vodenju podjetja. S pomočjo časa planiramo in vodimo naslednja področja:

- proizvodnjo,
- določimo potrebne kapacitete,
- določimo število strojev, naprav in opreme,
- določimo število delavcev,
- planiramo operativne načrte na vseh področjih podjetja,
- izračunamo plače vsem zaposlenim,
- obvladujemo stroške.

Časovna postavka določenega proizvodnega procesa je merilo, s katerim določimo čas izdelave ter stroške. Tako imenovanim normam je potrebno posvetiti ogromno pozornosti, saj nam omogočajo racionalno proizvodnjo, ter uspešno poslovanje in delovanje podjetja.

Postopek	Amada (€/h)	Čas Amada (h)	Skupaj v €
Rezanje	48	4,02	192,96
Ročna dela	24	2,85	68,4
Upogibanje	31	2,55	79,05
Varjenje	26	15,97	415,22
Skupaj		25,39	755,63

Tabela 4: Plašč ventilatorja - Amada (25 kosov)

Vir: Lasten

Postopek	Laser (€/h)	Čas laser (h)	Skupaj v €
Rezanje	60	4,64	278,4
Ročna dela	24	5,7	136,8
Upogibanje	31	2,55	79,05
Varjenje	26	15,97	415,22
Skupaj		28,86	909,47

Tabela 5: Plašč ventilatorja - laser (25 kosov)

Vir: Lasten

Postopek	Amada (€/h)	Čas Amada (h)	Skupaj v €
Rezanje	48	2,74	131,52
Ročna dela	24	3,14	75,36
Upogibanje	31	6,37	197,47
Skupaj		12,25	404,35

Tabela 6: Zgornji okvir podstavka - Amada (96 kosov)

Vir: Lasten

Postopek	Laser (€/h)	Čas laser (h)	Skupaj v €
Rezanje	60	5,71	342,6
Ročna dela	24	6,37	152,88
Upogibanje	31	4,73	146,63
Skupaj		16,81	642,11

Tabela 7: Zgornji okvir podstavka – laser (96 kosov)

Vir: Lasten

V tabelah so predstavljeni in definirani postopki izdelave plašča ventilatorja in zgornjega okvirja podstavka, čas in cena rezanja z laserjem ter s prebijalnikom Amada, čas in cena ročnih del, ki sledijo določenemu postopku rezanja, čas in cena upogibanja in varjenja plašča ventilatorja ter zgornjega okvirja ventilatorja.

6.2 Število kosov

V enem letu se v podjetju izdela približno 5000 podstavkov ventilatorja in okoli 1500 ventilatorjev.

6.3 Cena izdelka

Cena nam pove, koliko denarja prejme prodajalec ali proizvajalec ob prodaji nekega izdelka. Cena ni izračunan podatek, ampak ocenjena vrednost izdelka ob prodaji.

Izdelek nasplošno je stvar, ki jo lahko primemo, otipamo in nastane pri procesu izdelave. Za storitev pa je značilno, da je ne moremo prijeto oz. otipati.

Lastno ceno izdelka dobimo, ko seštejemo vse stroške, ki so nastali do trenutka, ko je izdelek pripravljen za prodajo.

Izračun lastne cene izdelka:

1. Neposredni materialni stroški (predmeti dela- izdelavni materiali)
 2. Neposredni stroški dela (osebni dohodki delavcev)
 3. Neposredna amortizacija
- = SKUPNI NEPOSREDNI STROŠKI +
4. Posredni stroški izdelave (obratna režija)
 5. Posredni stroški nabave, uprave in prodaje
- = LASTNA CENA

Vir: www.file.si/pthumbs/small/236767/OsnoveKalkulacij.pdf , 2.12.2012

OPIS	Lastna cena v €
osnovni material	52,694
potrošni material	1,702
manipulacijski stroški materiala	0,015
priprava stroja	0,229
produkcijski čas stroja	9,407
priprava delavca	0,248
produktivni čas delavca	16,209
stroški operacije	0,9
stroški proizvodnje	6,572
tuje storitve	0
SKUPAJ	87,976

Tabela 8: Lastna cena za 25 kosov plaščev ventilatorja

Vir: Lasten

6.4 Pridobitev in razlika

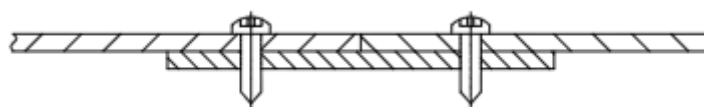
Z nakupom prebijalnega stroja Amada smo dosegli spremembo v tehnologiji ter znižali čas izdelave proizvoda. Zmanjšali smo tudi obseg ročnih del, saj le-ta v večini odpadejo. V krajšem času lahko naredimo večje serije določenih polizdelkov oz. izdelkov. Največja pridobitev za podjetje je, da materiala samo ne režemo, ampak ga še markiramo, formiramo in upogibamo.



Slika 20: Del plašča ventilatorja z upogibom

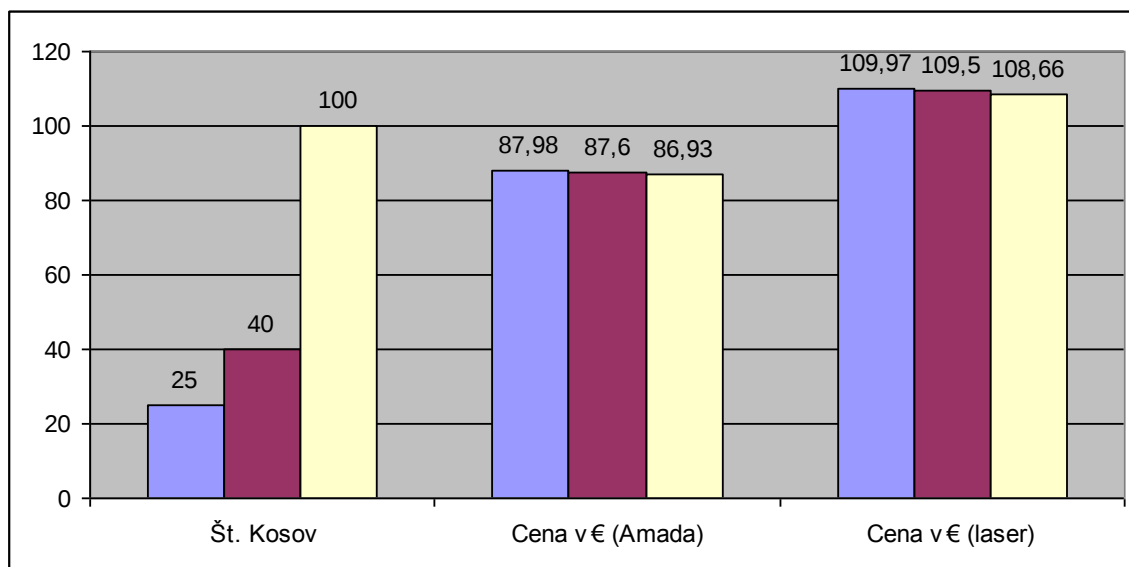
Vir: Interni vir podjetja

Zgornja slika prikazuje spoj dveh plaščev ventilatorja s formacijo. Plašč ventilatorja je izrezan na prebijalniku Amada, na katerem smo s pomočjo specialnega orodja naredili upogib oz. zamik na materialu. To pomeni, da nam odpadejo ročna dela za rezanje, upogibanje in pritrjevanje veznega traku na plašč (slika 19), ki smo ga izrezali z laserjem. Zmanjšali smo čas spajanja dveh polovic plašča ventilatorja.



Slika 21: Plašč pritrjen z veznim trakom

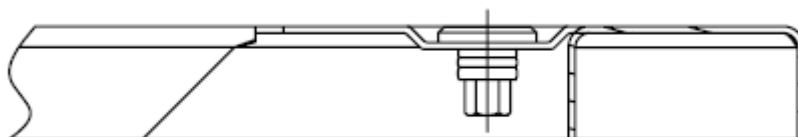
Vir: Interni vir podjetja



Graf 1: Primerjava Amada – laser glede na število plaščev ventilatorja in ceno rezanja po določenem postopku.

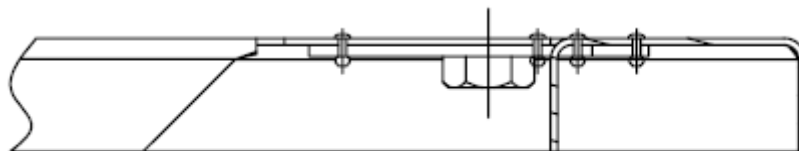
Vir: Lasten

Na spodnji sliki 22 je prikazan zgornji okvir podstavka z vtisno matico. Okvir je izdelan iz enega kosa pločevine, na katerem je tudi formacija ali vdolbina za vtisno matico, ki smo jo naredili s specialnim orodjem, s čimer smo prihranili ogromno časa.



Slika 22: Okvir podstavka z vtisno matico

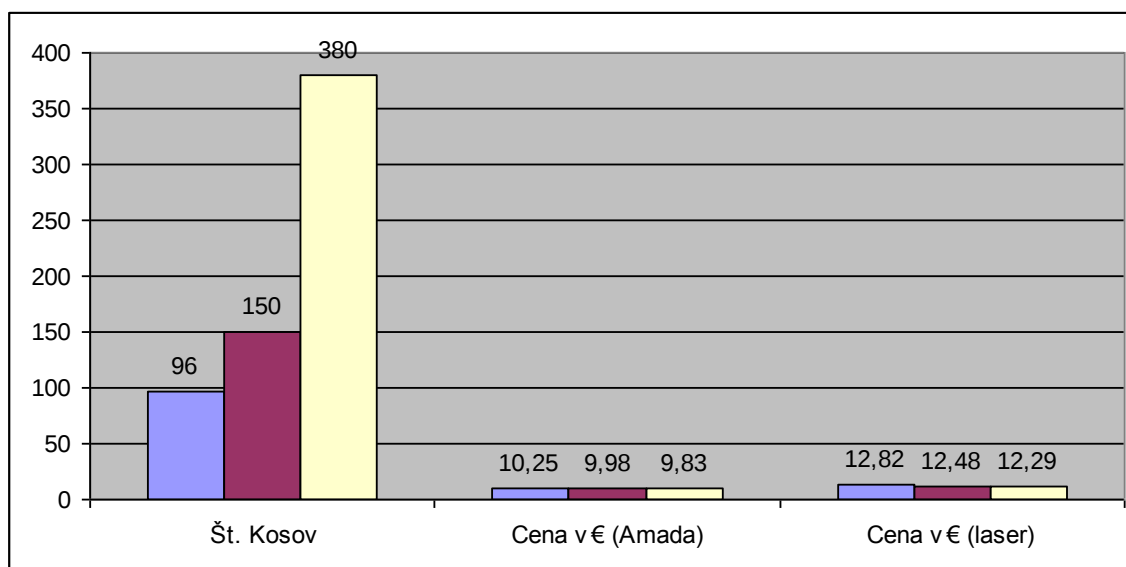
Vir: Interni vir podjetja



Slika 23: Okvir podstavka z veznim kotnikom in privarjeno matico

Vir: Interni vir podjetja

Na sliki 23 je okvir podstavka z veznim kotnikom, na katerega je privarjena matica. Okvir podstavka je izdelan iz štirih delov pločevine izrezanih z laserjem, ki so med seboj spojeni z veznim kotnikom. Izdelava okvirja po tem tehnološkem postopku je zelo dolgotrajna, saj moramo izrezati kose okvirja, izrezati vezni kotnik, privariti matico na kotnik, pobarvati kotnik ter ga s kovicami pritrditi na okvir.

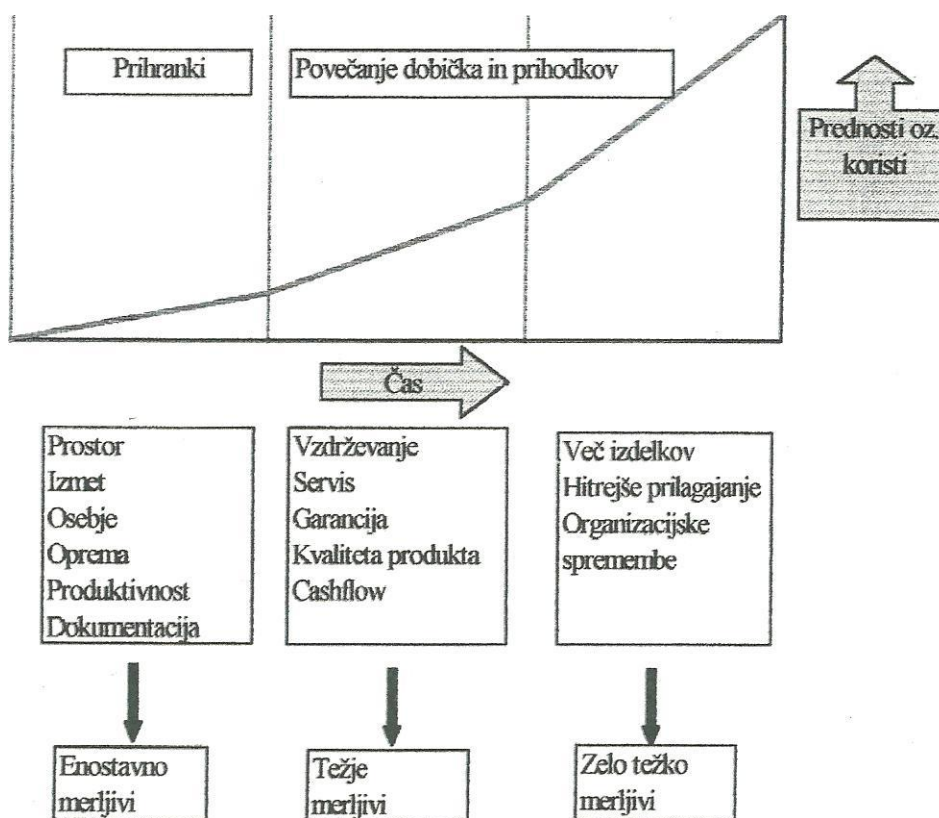


Graf 2: Primerjava Amada – laser glede na število zgornjih okvirjev podstavka in ceno rezanja po določenem postopku

Vir: Lasten

7 ZAKLJUČEK

Pri odločanju za nakup novega CNC stroja za razrez pločevine je ekonomičnost investicije posebna kategorija, ki jo je potrebno skrbno pripraviti. Z zbiranjem okvirnih ponudb pri posameznih proizvajalcih dobimo okvirne cene. Seveda nam najnižja cena ne more biti vodilo za takojšnjo odločitev. Zavedati se je potrebno, da prednosti oz. koristi niso vedno lahko izmerljive.



Slika 24: Merljivost posameznih prednosti oz. koristi (prirejeno po IIC Consulting iz Griffiths,1998)

Vir: Interni vir podjetja

Slika je prirejena, nam kaže pa, da lahko ravno pri najtežje izmerljivih prednostih pričakujemo največje koristi. Tako merljive prednosti novega CNC stroja bomo finančno težje prikazali, kot na primer povečanje produktivnosti, zmanjšanje izmeta in podobno.

Za oceno teh prednosti pa so potrebne precejšnje izkušnje, dobro poznavanje trenutnega stanja in popolni tehnološki parametri izbranega stroja.

Z nakupom prebijalnega stroja AMADA smo v najvišji meri dosegli spremembe v tehnologiji proizvodnje. Največja pridobitev je, da lahko na prebijalniku razen rezanja material tudi markiramo, formiramo in upogibamo. Pri izdelavi plaščev ventilatorjev smo z izdelavo upogiba pridobili ogromno časa. Pri spajanju dveh polovic plašča smo prihranili od petdeset do šestdeset procentov časa, kot če bi plašč izdelali na laserju. Za sestavo plašča po starem tehnološkem postopku, ki vsebuje izrez in ukrivitev veznega traku, vrtanje lukenj za pritrditev veznega traku, čiščenje srha, ki je nastal pri vrtanju, pritrditev traka na obe polovici plašča, spojitev obeh polovic plašča ventilatorja, smo porabili osem do deset minut. Po novem tehnološkem postopku samo spojimo polovici plašča ventilatorja in za to porabimo od tri do pet minut.

Izdelava zgornjega okvirja podstavka pa je bila po starem tehnološkem postopku nekoliko bolj zapletena, izrezati in upogniti dele okvirja, izrezati vezni kotnik in nanj privariti varilno matico, pobarvati kotnik, sestaviti okvir podstavka. Po novem tehnološkem postopku pa okvir samo upognemo in pritrdimo vtisno matico, kar nam prihrani ogromno časa in denarja.

8 UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI

8.1 Literatura

1. Musafija, B.: *Obrada metala plastičnom deformacijom*, »Svjetlost«, OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, 1988.
2. Čuš, F.: *Postopki odrezavanja*, Fakulteta za strojništvo Maribor, Maribor, 2009.
3. Muren, H.: *Odrezavanje*, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1976.
4. *Strojnotehnološki priročnik*, Sedma, predelana in razširjena izdaja, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana 1998.
5. Kosmač, I., *Skripta orodja*, Snovanje in konstruiranje orodij, Maribor, 2010.
6. Dvorjak, J.: *Določitev optimalnih posebnih postopkov za razrez materialov*, Diplomsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor 2010.

8.2 Viri podjetja

1. Interni viri podjetja Systemair.
2. Priročnik za operaterje: CNC rotacijska štanca, AMADA CO., LTD, 2003.

8.3 Internetni viri

1. <http://www.vm-spenko.si/nasa-dejavnost/laserski-razrez.aspx>, dne 28.4.2012
2. http://sl.wikipedia.org/wiki/Lasersko_rezanje, dne 28.4.2012
3. <http://www.metrel-mehanika.si/139>, dne 2.5.2012
4. <http://www.file.si/pthumbs/small/236767/OsnoveKalkulacij>, dne 2.12.2012
5. http://www.mastroj.si/za_prebijanje.php, dne 9.12.2012
6. <http://www.amada.it>, dne 2.5.2012
7. <http://www.metalforte.com/english/punzado.html>, dne 9.12.2012

9 PRILOGE

Delovni nalog



DELOVNI NALOG

Datum 12-12-10 Str 1 / 1

Št del nal Št naro Prior Dat za
1112993 5 121130
Št artikla
940259
Naziv artikla
Plascv V 8k 1350-1230
Št risbe

Dat zak 121205
Št del nal

112993
Št artikla

940259

Naro kol EM
20 Pcs

Posebnost

Opomba
831000517

POZ	Šifra mat	Oznaka mat		Rezerv kol	Dat rez
Op	Del op	Oznaka operac	Koliina Izmet%	as izdelave	Dat za
5	930791	Plac Al-Mg3 1,5x1500x3000 H22	0	372,00 kg	121130
5	1SEKA	Rezati s kose		2,28	121130
10	1RDEL	Loiti dele		2,60	121130
15	1UPOG	Upogniti		2,62	121130
17	1RDEL	Pomo-2 delavca		4,88	121203
20	1VARJ	Variti na obeh koncih		17,13	121203

Nalog izdal:	Uravnovesil:	Izdelal-sestavil-kontroliral:
Preizkusil-kontroliral:	Uskladiščil:	Vknjižil: