

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Matej JANEŽIČ

**ANALIZA NEKATERIH TEHNOLOŠKO-
TEHNIČNIH IN SOCIOLOŠKIH PARAMETROV
ZAMENJAVE LINIJE ZA PROTOTIPNE IZDELKE**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Matej JANEŽIČ

**ANALIZA NEKATERIH TEHNOLOŠKO-TEHNIČNIH IN
SOCIOLOŠKIH PARAMETROV ZAMENJAVE LINIJE ZA
PROTOTIPNE IZDELKE**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**SOME TECHNOLOGICALLY-TECHNICAL AND SOCIAL
PARAMETERS ANALYSIS OF REPLACEMENT OF A LINE FOR
PROTOTYPED PRODUCTS**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija lesarstva na Katedri za management in ekonomiko lesnih podjetij ter razvoj izdelkov Oddelka za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Analiza je bila opravljena v podjetju Plastoform d.o.o., Tovarni plastičnih elementov Šmarjeta.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval prof. dr. Leona Oblaka, za recenzenta pa doc. dr. Jožeta Kropivška.

Mentor: prof. dr. Leon OBLAK

Recenzent: doc. dr. Jože KROPIVŠEK

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisan se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Matej Janežič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 65.001.4:674
KG	CNC-stroji/organizacija proizvodnje/linija
AV	JANEŽIČ, Matej
SA	OBLAK, Leon (mentor)/KROPIVŠEK, Jože (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
LI	2010
IN	ANALIZA NEKATERIH TEHNOLOŠKO-TEHNIČNIH IN SOCIOLOŠKIH PARAMETROV ZAMENJAVE LINIJE ZA PROTOTIPNE IZDELKE
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	XII, 49 str., 16 pregl., 36 sl., 8 graf., 2 pril., 19 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Zaradi hitrega razvoja sodobnega trga in vse večje konkurence na trgu, s katero se soočajo podjetja v zadnjem obdobju, so se v podjetju Plastoform d.o.o. odločili za posodobitev linije za prototipne izdelke. Opisali in analizirali smo staro linijo, ki je vključevala zunanje izvajalce – modelarje – in novo linijo z novo postavitvijo in novim CNC-strojem Poseidon. Ugotovili smo, da nova linija in nova tehnologija prinašata predvsem pozitivne spremembe za podjetje. Izdelovalni časi izdelkov so krajši, torej je boljši časovni izkoristek izdelave prototipnih izdelkov. Izdelava orodij je postala praktično serijska proizvodnja, ki jo je mogoče zelo natančno časovno načrtovati. Natančnost obdelave se je povečala, izdelava zahtevnih izdelkov glede kakovosti, ki prej ni bila možna zaradi zastarele in neprimerne tehnologije, je sedaj možna. Podjetje Plastoform d.o.o. pa je postalo neodvisno od zunanjih izvajalcev glede prototipnih izdelkov. Iz tega lahko sklepamo, da je s posodobitvijo linije podjetje Plastoform d.o.o. znatno bolj konkurenčno na poslovnem trgu.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 65.001.4:674
CX CNC-machines/work organization/line
AU JANEŽIČ, Matej
AA OBLAK, Leon (supervisor)/KROPIVŠEK, Jože (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY 2009
TI SOME TECHNOLOGICALLY-TECHNICAL AND SOCIAL PARAMETERS ANALYSIS OF REPLACEMENT OF A LINE FOR PROTOTYPED PRODUCTS
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO XII, 49 p., 16 tab., 36 fig., 8 diag., 2 ann., 19 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Recently, the Plastoform Company has been faced with rapid development and increasing competition on the market. The company management has decided to update the line for prototype products. We decided to examine the old line, which included outsourcing – modelers – and the new line with a new layout and newly purchased Poseidon CNC-machine. We have ascertained that the new line and new technology brings especially positive changes for the company. Time efficiency production of prototyped products has improved. Tools making has become practically a mass production, which can be very precisely timed. Processing precision has increased; it is now possible to make quality complex products, which was not possible in the old line due to outdated and inadequate technology. And finally the company has become independent from external actors regarding the prototyped products. We can conclude that using the new technology the Plastoform Company is now significantly more competitive on the market.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO GRAFIKONOV	X
KAZALO PRILOG	XI
KRATICE IN OKRAJŠAVE.....	XII
 1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA.....	1
1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA.....	1
1.2 CILJI NALOGE	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE.....	2
2 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV	3
3 PREDSTAVITEV PODJETJA	4
3.1 PLASTOFORM IN EKONOMSKI VIDIK SKOZI ZGODOVINO PODJETJA	5
4 MATERIALI IN METODE	6
4.1 METODE.....	6
4.2 MATERIALI.....	6
4.2.1 Mediapan plošče	6
4.2.2 Aluminij	7
4.2.2.1 Splošne lastnosti	7
4.2.2.2 Pomen lastnosti aluminija za podjetje Plastoform.....	7
5 OPIS STARE IN NOVE TEHNOLOGIJE	8
5.1 OPIS IN PROBLEMI STARE TEHNOLOGIJE.....	8
5.2 OPIS NOVE TEHNOLOGIJE	10
5.2.1 Opis lastnosti nove tehnologije.....	10
5.2.2 Opis CNC-stroja Poseidon	17
6 REZULTATI.....	23
6.1 REZULTATI TEHNOLOŠKO-TEHNIČNIH ANALIZ STARE IN NOVE TEHNOLOGIJE	23
6.1.1 Analiza izdelovalnih časov.....	23
6.1.2 Analiza porabe materiala MDF plošč	29
6.1.3 Analiza postavitve nove in stare linije za prototipne izdelke	31
6.2 REZULTATI SOCIOLOŠKE ANALIZE UPRAVIČENOSTI OBRAVNAVANEGA NAKUPA	34
7 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	41
7.1 RAZPRAVA	41

7.2 SKLEPI.....	46
8 POVZETEK	47
9 VIRI.....	49

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pomembnejše lastnosti mediapan plošč (Lesni center Novak, 2008).....	6
Preglednica 2: Nekateri lastnosti kemijskega elementa aluminij (Aluminij, 2010)	7
Preglednica 3: Faze obdelave in izdelave za model obloga v kolesarnici	25
Preglednica 4: Faze obdelave in izdelave za model obloga prtljažnih vrat	26
Preglednica 5: Faze obdelave in izdelave za model vrata sprednja omara	27
Preglednica 6: Faze obdelave in izdelave za model ojačitev vrat sprednja omara	28
Preglednica 7: Analiza izdelovalnih časov vseh izdelkov	29
Preglednica 8: Poraba materiala za model obloga v kolesarnici	29
Preglednica 9: Poraba materiala za model obloga prtljažnih vrat	29
Preglednica 10: Poraba materiala za model vrata sprednja omara	30
Preglednica 11: Poraba materiala za model ojačitev vrat sprednja omara	30
Preglednica 12: Analiza porabe materiala za vse modele	30
Preglednica 13: Legenda za slike 35 in 36.....	33
Preglednica 14: Pozitivne in negativne lastnosti nove linije za prototipne izdelke.....	37
Preglednica 15: Mnenje posameznega anketiranca o časovnem doprinosu nove linije	39
Preglednica 16: Prednosti, slabosti, priložnosti in tveganja uvajanja nove linije za prototipne izdelke	45

KAZALO SLIK

Slika 1: Pogled na podjetje Plastoform d.o.o., Tovarno plastičnih izdelkov Šmarjeta (Plastoform, 2002).....	4
Slika 2: Premazovanje modela	9
Slika 3: Premazna barva	9
Slika 4: Mizni krožni žagalni stroj SCM.....	11
Slika 5: Lepilo za montažna lepljenja	11
Slika 6: Hidravlična stiskalnica Langzauner Typ LZT 90-S.....	12
Slika 7: Pritrjen blok na mizo CNC stroja.....	12
Slika 8: Ročna postavitev agregata stroja z rezkarjem v izhodiščno točko	12
Slika 9: Groba strojna obdelava.....	13
Slika 10: Fina strojna obdelava	13
Slika 11: Oblika lesenega modela po grobi obdelavi.....	14
Slika 12: Ročna obdelava lesenega modela	14
Slika 13: Ročna obdelava tehnološkega robu.....	14
Slika 14: Neobdelan tehnološki rob	15
Slika 15: Obdelan tehnološki rob	15
Slika 16: Premazan leseni model	16
Slika 17: ALU model	16
Slika 18: CNC-stroj Poseidon: stranski ris (levo) in naris (desno) (Poseidon, 2006)	17
Slika 19: CNC-stroj Poseidon: tloris (Poseidon, 2006)	18
Slika 20: Delovna mesta pri CNC-stroju Poseidon (Poseidon, 2006)	18
Slika 21: Avtomatska menjava orodja pri CNC-stroju Poseidon	19
Slika 22: Nevarna območja segrevanja orodja in pogonski motorji CNC-stroja Poseidon (Poseidon, 2006)	19
Slika 23: Komandna plošča z računalnikom	20
Slika 24: Shematski prikaz možnih premikov obdelovalnega centra	20
Slika 25: Prikaz in razlaga delov mobilne tipkovnice (Poseidon, 2006)	20
Slika 26: Prikaz vstopnega ventila komprimiranega zraka (Poseidon, 2006)	21
Slika 27: Obdelovalni center CNC-stroja Poseidon	21
Slika 28: Graf za določitev RMVH (Poseidon, 2006)	22
Slika 29: Model obloge v kolesarnici v programu Thinkfree	23
Slika 30: Model obloge prtljažnih vrat v programu Thinkfree.....	24
Slika 31: Model vrata sprednja omara v programu Thinkfree	24
Slika 32: Model ojačitev vrat sprednja omara v programu Thinkfree	24
Slika 33: Prikaz lesenega modela obloge v kolesarnici	25
Slika 34: Prikaz aluminijastega modela obloge v kolesarnici	26
Slika 35: Skica postavitve strojev v stari liniji za prototipne izdelke	31

Slika 36: Skica postavitve strojev v novi liniji za prototipne izdelke.....	32
---	----

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Mnenje anketirancev o upravičenosti CNC-stroja Poseidon.....	35
Grafikon 2: Mnenje o pravočasnosti nakupa CNC-stroja Poseidon.....	35
Grafikon 3: Mnenja o konkurenčnosti Plastoforma d.o.o. tudi brez nakupa CNC stroja Poseidon	36
Grafikon 4: Mnenja o izkoriščenosti CNC-stoja Poseidon v Plastoformu d.o.o.....	36
Grafikon 5: Poznavanje stare linije za prototipne izdelke in navedba pozitivnih in negativnih lastnosti nove.....	37
Grafikon 6: Razlike v izdelanem modelu po stari in novi liniji	38
Grafikon 7: Pomen modela modelnega mizarja za izdelovanje ALU modela	39
Grafikon 8: Grafični prikaz odgovorov iz preglednice 15	40

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Anketa	52
Priloga 2: Izdelovalni časi CNC-stroja Poseidon za model obloga v kolesarnici (izpis je v obliki neskončnega traku)	54

KRATICE IN OKRAJŠAVE

ABS: Akrilonitril – Butadien – Stiren

CNC-obdelovalni stroj: stroj, ki je ga računalniško numerično krmiljeni stroj (CNC = Computer Numerical Control)

EU: Evropska Unija

IMV: Industija Motornih Vozil

MDF plošča: vlaknena plošča – plošča iz stisnjenih lesnih vlaken

MKŽS: mizni krožni žagalni stoj

PS: Polistiren

PMMA: Polimetilmetakrilat

RMVH: realna maksimalna vrtilna hitrost

TMVH: teoretična maksimalna vrtilna hitrost

1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA

Finančna kriza je povečala problem globalne konkurenčnosti (Piskar, 2010). Poleg tega pa sodobni trg narekuje hitrejši tempo izdelave izdelkov. Konkurenca na domačem in tujih trgih je neizprosna, zato je modernizacija in stalno posodabljanje obstoječih delovnih procesov oz. tehnologije v proizvodnji eden izmed načinov, če želi podjetje tudi v prihodnosti obstajati in ustvarjati želen dobiček (Fatur, 2006). Če želijo biti podjetja konkurenčna in uspeti v dandanašnjem času morajo poleg drugega vlagati tudi v razvoj opreme.

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Podjetje Plastoform je eno izmed podjetij, ki ima vizijo slediti trgu in se mu prilagajati. Gre za benchmarking. To je izraz, ki se v poslovnem svetu uporablja za primerjanje podjetja z drugimi podjetji z namenom izboljšanja svoje konkurenčnosti. Benchmarking je ena izmed najbolj pogosto uporabljenih metod za neprestano izboljševanje konkurenčnosti podjetja. Večina podjetij namreč nenehno spremlja dogajanje na trgu in dejavnosti svojih konkurentov ter nato tudi sami uvajajo novosti, ki se jim zdijo smiselne. Pri tem se pogosto niti ne zavedajo, da se pravzaprav poslužujejo benchmarkinga (Benchmarking, 2010).

Z namenom globalne konkurenčnosti je bil v podjetju izveden projekt posodobitve linije za prototipne izdelke, s katero naj bi doseli hitrejše izdelovalne čase in s tem večjo konkurenčnost na trgu.

Nova tehnologija je bila nujno potrebna, da bi podjetje lahko proizvedlo kakovosten izdelek, ki bi ga bilo moč uspešno tržiti. Izdelek mora biti inovativen in zahteven, saj bo le kot tak dosegal visoko vrednost na trgu. Pri tem mora biti podjetje učinkovito glede izdelovalnih časov in kvalitete izdelka. Tak izdelek lahko doseže z učinkovitimi in modernimi stroji ter primerno postavitvijo strojev. Problemi v Plastoformu d.o.o. pri stari liniji za prototipne izdelke so se začeli kazati v predolгих časih izdelave izdelkov ter v nezmožnosti izdelave zahtevnejših in kakovostnejših izdelkov. Z novo tehnologijo so začeli in bodo tudi v prihodnje dosegali to, kar je na trgu pomembno: narediti izdelek na najvišji možni ravni kvalitete s čim nižjimi izdelovalnimi časi.

1.2 CILJI NALOGE

Cilj naloge je ugotoviti razlike med tehnologijo pred in po posodobitvi. Analizirali bomo nekatere tehnološko – tehnične in sociološke parametre zamenjave stare linije za prototipne izdelke z novo v Plastoformu d.o.o. V diplomski nalogi bomo prikazali in

analizirali izdelovalne čase določenega izdelka, število operacij, porabo materiala za izdelavo lesenih blokov za rezkanje prototipnih izdelkov, postavitev strojev v stari in novi liniji glede na tehnologijo pred in po posodobitvi. Pripravili smo tudi anonimno anketo o primernosti nakupa novega stroja in postavitvi nove linije, ki jo je izpolnil strokovni tehnični kader v obravnavanem podjetju.

Cilj naloge je dokazati večjo konkurenčnost tega podjetja na slovenskem in svetovnem trgu zaradi uvajanja nove tehnologije oziroma novega prototipnega izdelka v linijo.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Predvidevamo, da bo podjetje pridobilo predvsem na kvalitativni ravni in tako bo lahko uspešneje delovalo na konkurenčnem trgu. Posodobljena tehnologija bo odpravila ozko grlo v proizvodnji prototipnih izdelkov. Izdelek bo kvalitetnejši. Predvidevamo, da bo z vidika analiziranih tehnološko – tehničnih kriterijev proizvodnja izdelka kvalitetnejša in hitrejša v primerjavi s staro tehnologijo. Tako je uvedba nove linije smotrna.

Oblikovali smo naslednje hipoteze:

- Izdelovalni časi izdelkov bodo krajši, torej boljši časovni izkoristek izdelave prototipnih izdelkov.
- Poraba materiala za lesene modele bo večja.
- Natančnost obdelave bo večja.
- Izdelava zahtevnih izdelkov bo bolj kvalitetna.
- Podjetje Plastoform d.o.o. bo postalo neodvisno od zunanjih izvajalcev glede prototipnih izdelkov.
- Postavitev strojev v novi liniji je bolj uporabna.
- Podjetje Plastoform d.o.o. bo postalo bolj konkurenčno na poslovnem trgu.

2 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV

Dosedanjih raziskav o postavitvi oziroma uvajanju nove linije za izdelovanje določenega izdelka v podjetju je ogromno, poleg tega je tudi veliko število raziskav o CNC strojih. Omejili smo se na štiri: na diplomsko nalogo Erika Faturja o upravičenosti nakupa nove tehnologije, diplomsko nalogo Francija Mlakarja o načrtovanju nove linije, magistrsko delo Alena Renčljaja ter na knjigo *Secrets of 5-Axis Machining* avtorja Karla Aproja.

Fatur (2006) je analiziral upravičenost nakupa nove tehnologije v podjetju Javor Pivka d.d., PC Pohišstvo. Pravi, da se podjetja soočajo z veliko konkurenco, ki vlada na tržišču. Zato so v podjetju Javor Pivka d.d., PC Pohišstvo kupili nove sodobne CNC-lesnoobdelovalne stroje. Da bi dokazali upravičenost nakupa, so izvedli analizo časov izdelave stolov, potrebnega števila operacij za izdelavo določenega stola, časov nastavitvev strojev ter količine izmeta in izkoristka. Vzeli so parametre starih in novih tehnoloških postopkov v strojnem oddelku tovarne ter jih medsebojno primerjali. Opisali so staro tehnologijo in z njo povezane probleme ter novo s CNC-stroji in njenimi prednostmi v proizvodnji. Rezultati analize so bili pričakovani in nakup je bil upravičen.

Mlakar (2003) je raziskoval načrtovanje nove linije v Plastoformu d.o.o. in sicer novo linijo za izdelovanje oken za počitniške prikolice. Razvoj sodobnega trga zahteva vedno večje povpraševanje in kakovost izdelkov na trgu. Zaradi teh zahtev so se v podjetju Plastoform d.o.o. odločili, da posodobijo tehnologijo in postavijo novo linijo za proizvodnjo oken za karavan industrijo. Opisan je potek dosedanje linije; velik poudarek je na postavitvi nove linije. S to linijo so dobili v podjetju večjo kakovost in sledljivost okna od začetne do končne faze.

Renčelj (2004) se je v magistrskem delu Organizacija razvojno raziskovalnih dejavnosti osredotočil na podjetje. Opisal je razvoj kot podsistem v podjetju ter s kakšnimi spremembami se podjetja soočajo v samem okolju in poslovanju podjetij. Zanimalo ga je nastajanje novih izdelkov in način razvojnega dela, sam tehnični razvoj izdelka ter uveljavitev glede na funkcionalnost in kakovost. Opisal je organizacijske rešitve in celovit pristop k ustvarjanju izdelkov. Predstavil je konkretne organizacijske sisteme.

Apro (2008) je preučeval 5-osne stroje in na poljuden in zelo nazoren način njihovo delovanje. Povedal je nekaj o zgodovini 5-osnih strojev. To je pregled nad večsornimi stroji in nad pogostimi metodami dela. Avtor nas vodi skozi celotno področje od osnovnih do kompleksnih konceptov in nudi informacije, ki nam pomagajo izbrati pravilna orodja (vključno s strojem), delovno metodo, CAD/CAM sistem. Nudi nam simulacijo izbranega stroja, ki najbolj ustreza specifični situaciji podjetja.

3 PREDSTAVITEV PODJETJA

Podjetje pod imenom Plastoform d.o.o., Tovarna plastičnih izdelkov Šmarjeta (v nadaljevanju Plastoform) se nahaja v majhni vasi Šmarjeta na Dolenjskem (slika 1). Obstaja od leta 1991, sicer pa štejemo za začetek poslovanja leto 1976 pod imenom IMV Šmarjeta. V podjetju je trenutno zaposlenih preko 200 oseb, večina moških. Je pretežni izvoznik, saj 54% izdelkov dobavlja v države EU, 46% izdelkov pa kupi njihov največji kupec Adria Mobil.



Slika 1: Pogled na podjetje Plastoform d.o.o., Tovarno plastičnih izdelkov Šmarjeta (Plastoform, 2002)

Podjetje ima instalirane strojne kapacitete ter usposobljene kadre za izdelavo sestavnih delov iz plastike za karavan industrijo, avtomobilsko industrijo, komponent za hladilno tehniko, reklamnih napisov in drobne galanterije iz pleksistekla. Obvladujejo naslednje načine predelave termoplastov: ekstruzijo ABS, PS, PMMA plošč, vakuumsko preoblikovanje plošč, mehansko preoblikovanje: termo – formiranje, CNC in ročne razreze ter consko krivljenje. Gre za tehnologijo, ki je zelo učinkovita pri proizvodnji srednje velikih in manjših serij izdelkov. Tehnologija predelave termoplastov po zgoraj omenjenih postopkih, predvsem termo-formiranje, nima negativnih posledic za ljudi, ki sodelujejo v proizvodnem procesu in ne škodi okolju, v katerem se dejavnost odvija. Vsi materiali in proizvodi se lahko reciklirajo. Opisana tehnologija v veliki meri nadomešča tehnologijo proizvodnje poliestra, ki je z vidika recikliranja in procesiranja vprašljiva in zdravju škodljiva.

Osnovni slogan podjetja je : »OD IDEJE DO KONČNEGA PRODUKTA«. Za tem sloganom se skriva informacija, da je podjetje kadrovsko usposobljeno za razvoj vsakega novega produkta iz omenjenega nabora. Tehnološka opremljenost, znanje in kakovostni kadri podjetju zagotavljajo trdnost in konkurenčnost v evropskem prostoru. Podjetje Plastoform je prejelo za leto 1998 priznanje Gospodarske zbornice za najboljše podjetje po kriteriju rasti števila zaposlenih na področju Dolenjske. Načrti za bližnjo prihodnost so

predvsem razvojno usmerjeni. V letu 2005 so investirali v novo opremo in predvsem povečanje prostorskih kapacitet.

3.1 PLASTOFORM IN EKONOMSKI VIDIK SKOZI ZGODOVINO PODJETJA

Plastoform že vrsto let posluje uspešno. Tako se je od leta 2000 naprej letna realizacija povečevala z indeksom, ki je večji od 1,2 na letni ravni. Izjema je bilo leto 2005, ko so se prihodki v primerjavi z letom prej zmanjšali in je indeks znašal 0,87. Prav tako se je tudi čisti dobiček v omenjenih obdobjih povečeval še z večjim indeksom, razen v letu 2005, ko se je le-ta zmanjšal v primerjavi z letom prej. Zmanjšanje leta 2005 je bila posledica predvsem velikih vlaganj v razvoj in sprememb zakonodaje v državah njihovih kupcev. Po letu 2005 se je trend rasti prihodkov zaznal. Stroški vlaganj v razvoj se bodo kmalu povrnili. Konec leta 2008 je globalna finančna kriza zadela tudi podjetje Plastoform – tako se je po dveh letih okrnjenega delovanja leta 2010 podjetje znova začelo poslovati uspešneje. Podjetje želi vstopiti na trg avtomobilske industrije in se s svojimi produkti in kvaliteto izdelave želi izkazati tudi na tem področju.

4 MATERIALI IN METODE

4.1 METODE

Izdelali bomo časovno študijo izdelave in obdelave določenih prototipnih izdelkov od računalniške/ročne obdelave podatkov do izdelanega lesenega modela pred in po uvedbi nove tehnologije. Ocenili bomo kvaliteto izdelka, narejenega po obeh tehnologijah. Naredili bomo študijo porabe materiala glede na staro in novo linijo z računanjem volumnov po metodi seštevka volumnov pravih teles. To bomo podprli z analizo anonimne ankete, ki je bila poslana zaposlenim v podjetju Plastoform d.o.o. na višjih hierarhičnih ravneh in tako prikazali sociološki vidik primernosti uvedbe nove linije. Anketa bo zajemala predvsem kombinirane tipe vprašanj (priloga 1). Musek in Pečjak (1996) opredelita anketo kot standardizirani pogovor na podlagi že vnaprej določene sheme vprašanj. Vprašanja odprtega tipa omogočajo anketirancem, da napišejo poljuben odgovor. Zaprti tip vprašanj ponudi anketirancu določene odgovore, med katerimi izbira. Kombinirani tip vprašanj je sestavljen iz obeh možnosti. Prednost odprtih vprašanj je, da vnaprej ne omejimo možnosti za odgovarjanje. Tako lahko dobimo informacije, ki jih z zaprtim tipom vprašanj ne bi mogli. Pomagali si bomo tudi s študijem teoretične literature.

4.2 MATERIALI

4.2.1 Mediapan plošče

Material, ki se uporablja za izdelavo lesenih modelov, je vlaknena plošča oziroma tako imenovana MDF ali mediapan plošča. To je srednje gosta vlaknena plošča, izdelana pretežno iz lesa bukve, smreke in/ali jelke z dodatkom smole. Je visoko kvalitetna plošča, homogena in stabilna. Plošča ima zelo enakomeren profil gostote po celi debelini, zato je mogoče robove obdelovati in globinsko rezkati (Lesni center Novak, 2008). Ta lastnost je izredno pomembna glede na izbiro obdelovalnega materiala, saj je pri tovrstni obdelavi modelov in pri novi tehnologiji za rezkanje ta material preverjeno najbolj primeren.

Preglednica 1: Pomembnejše lastnosti mediapan plošč (Lesni center Novak, 2008)

Uporabljane dimenzije:	2600 x 2130 mm
	2650 x 2130 mm
	2650 x 2070 mm
	2800 x 2070 mm
Možne debeline:	8, 10, 12, 16, 18, 19, 22, 25, 28 mm
Ustrezna standardom:	EN 323, EN 324, EN 322, EN 317, EN 310, EN 310, EN 319, ISO 3340, EN 382-1, EN 120 Class E1, EN 320
Gostota:	720 - 880 kg/m ³
Debelinska odstopanja	+/- 0,2 mm

Človeku prijazna plošča ne vsebuje formaldehida. Slaba lastnost vlaknenih plošč je v tem, da imajo zaradi homogene sestave in s tem posledično večje gostote tudi večjo težo, kar pomeni, da so narejeni modeli zelo težki in težko prestavljivi. Pomembnejše lastnosti mediapan plošč so prikazane v preglednici 1.

4.2.2 Aluminij

4.2.2.1 Splošne lastnosti

Wikipedija (Aluminij, 2010) navaja, da je aluminij lahka kovina srebrno bele barve. V naravi ga najdemo v njegovi čisti kovinski obliki, čeprav je tretji najpogostejši element in sestavlja kar 8% zemeljske skorje. Zaradi izrednih lastnosti, ki odlikujejo aluminij, le-ta vedno bolj izpodriva in nadomešča substrate, kot so les, papir, plastika, jeklo in baker. Čisti aluminij (99,5%) je odporen na korozijo in večino kislin, zato skoraj ni področja, v katerem ga ne bi bilo mogoče uporabiti.

Preglednica 2: Nekatere lastnosti kemijskega elementa aluminij (Aluminij, 2010)

Gostota	2700 kg/m³,
T tališča	933,47 K
T vrelišča	2792 K
Toplotna prevodnost	237 W/mK (pri 300 K)
Električna prevodnost	37,7 10 ⁶ / m·ohm (cm/gcm)
Specifična toplotna kapaciteta	900 J/kgK (pri 300 K)
Ionizacijska energija	577,5 kJ/mol
Talilna toplota	10,79 kJ/mol

4.2.2.2 Pomen lastnosti aluminija za podjetje Plastoform

Ima nizko specifično težo, kar pomeni za Plastoform varčevanje z gorivom pri premikanju in prevozu ALU modela. Odlikuje se z lastnostjo odpornosti na atmosferske vplive, zato modeli iz aluminija ob prisotnosti vode pri termo-oblikovanju ne rjavijo in s tem zmanjšujejo stroške obnove. Ima specifične mehanske lastnosti (preglednica 2), kar za preučevano podjetje pomeni relativno dobro sposobnost oblikovanja in preoblikovanja. Značilna je zdravstvena neoporečnost, kar je ključnega pomena pri serijski proizvodnji in mnogokratnem stiku delavca z modelom. Obstaja možnost ponovne uporabe, kar pomeni, da je po končani izdelavi določenega serijskega izdelka moč model iz aluminija pretopiti in uporabiti za drug novejši izdelek. Odlikuje se z dolgo življenjsko dobo, kar je ključnega pomena pri serijski proizvodnji.

5 OPIS STARE IN NOVE TEHNOLOGIJE

5.1 OPIS IN PROBLEMI STARE TEHNOLOGIJE

Stara tehnologija je temeljila predvsem na ročnem delu. Dosežena natančnost pri izdelavi izdelka ni bila zadovoljiva. S staro tehnologijo je bila zahtevana natančnost težko dosegljiva, kar posledično pomeni manjšo natančnost izdelanih izdelkov in podaljšane izdelovalne roke. Poleg tega je bilo potrebno pripraviti več dokumentacije oziroma načrtov za izdelavo lesenega modela za termo-oblikovanje.

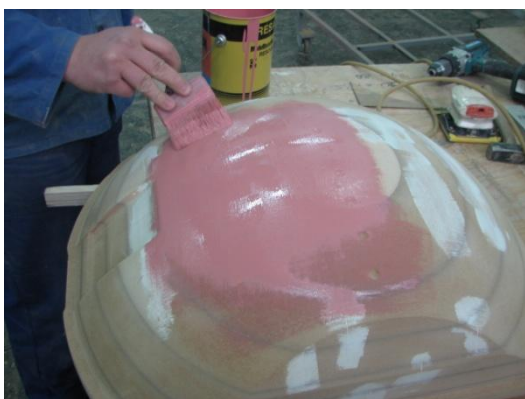
Pred pripravo tehnične dokumentacije za izdelavo prototipnega izdelka oddelek za komercialno v celoti pripravi komercialno dokumentacijo. Tako urejena je dostavljena v tehnični sektor, kjer zaposleni najprej izdelajo predvideno kalkulacijo za delo, ki ga je potrebno vložiti v model izdelka. Po opravljeni tehnični kalkulaciji in potrditvi investitorja vsa dokumentacija prenesejo v razvojni sektor, kjer tehnologi pripravijo vse potrebne načrte za izdelavo lesenega modela za prototipni izdelek. Nekateri investitorji tehnično dokumentacijo dostavijo sami, kar pomeni, da jo komercialni sektor le pošlje v razvojni sektor. Razvojni tehnolog pregleda dokumentacijo in se z investitorjem dogovori o zmožnostih, ki so še sprejemljive v obstoječi tehnologiji. S potrjeno tehnično dokumentacijo tehnološki sektor sproži proizvodni proces za izdelavo modela. Vse več pa je investitorjev, ki pošljejo kar vso potrebno dokumentacijo za izdelavo izdelka.

V obravnavanem podjetju odkrijemo *prvo težavo*: na trgu so vsi programi prirejeni za CNC-stroje in v taki obliki investitorji pošljejo dokumentacijo v podjetje. Ker pri stari tehnologiji lesene modele izdeluje modelar in je to večinoma ročno delo, morajo tehnologi vse načrte pretvoriti v program A-Cad oziroma v programe namenjene 2D oblikovanju. Tako pretvorjene načrte modelar lahko preuči. Načrti zasnujejo tako, da temeljijo predvsem na prerezih in sicer na mestih, kjer je površina modela najbolj zahtevna. Za pripravo takih načrtov tehnologi potrebujejo veliko znanja in predvsem dobro prostorsko predstavo. Po izdelanih načrtih podjetje izda delovni nalog za izdelavo modela za modelarja. *Drugo težavo* vidimo v tem, da podjetje nima svojega modelarja. Dodatno delo za zaposlene predstavlja vzpostavitev sodelovanja z zunanjimi sodelavci – modelarji.

Bistvo izdelave modela, ki ga je izdeloval modelar, je temeljilo na lepljenju segmentov. To je izredno pozitivna lastnost stare linije, saj podjetje prihrani veliko materiala. Model je bil namreč votel. In vendar je modelar lahko porabil tudi zelo veliko materiala zaradi zahtevane visoke natančnosti modela – *tretja težava*. Določeni deli oz. segmenti na modelu so težjih oblik. Težja oblika segmenta za modelarjevo delo pomeni, da je moral narediti več podobnih segmentov določenega dela, da je dobil najbolj optimalno obliko modela in

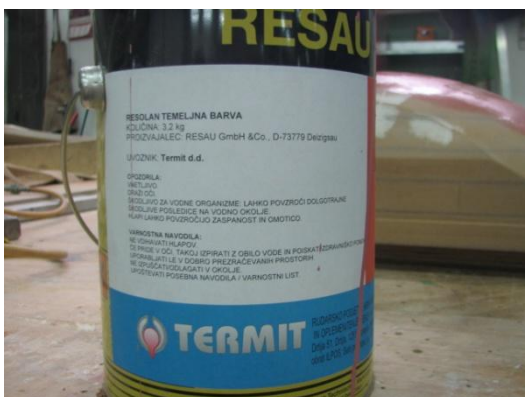
tako je porabil več materiala. Zahtevana natančnost takega modela je zelo velika, saj je od njega odvisna natančnost prvega - prototipnega izdelka, s katerim se podjetje predstavi kupcu in se stranki pogovorita še o določenih spremembah. Modelar je to natančnost težko dosegel, zato je četrta težava ena najpomembnejših v naši raziskavi.

Problematična je točnost izdelave lesenega modela, saj mora modelar izdelati površino z upoštevanjem krčenja lesa in s tem ALU modela. To predstavlja peto težavo. Procent krčenja je sicer upoštevan že v načrtih, vendar kot smo že omenili, je modelar to natančnost težko dosegel. Modela na koncu tudi ni mogel preveriti z načrtom.



Slika 2: Premazovanje modela

Tako narejen model je modelar poslal v podjetje. Tam so ga morali delavci še dodatno obdelati- popraviti nepravilnosti z na primer metodo brušenja površin. Pomembni za kupca so bili tudi popravki, ki so bili potrebni predvsem na mestih, kjer modelar ni dobro obdelal lesenega modela. Na koncu so ga še v celoti pobrusili in premazali s temeljno barvo (sliki 2 in 3). Premaz so morali nanesti večkrat z vmesnim brušenjem, da so zagotovili dovolj veliko gladkost in zapolnili morebitne pore v kompozitnem materialu. Ta premaz ne sme razpokati in mora biti odporen na temperaturo, ki se doseže pri termo-oblikovanju.



Slika 3: Premazna barva

V nadaljevanju postavijo model na tako imenovano osnovno ploščo. To je plošča največkrat iz lesene vezane plošče debeline 20 mm in služi za postavitev modela na mizo vakuumirnega stroja. Lesen model je pripravljen za poizkusno serijo. Količina je odvisna od naročnika, običajno je število izdelkov v poizkusni seriji nizko. Nekaj jih ostane v podjetju, da se v primeru sprememb lažje orientirajo po starem izdelku in se tako lažje dogovarjajo o spremembah. V poizkusni serijo lahko izdelamo le okoli 10 – 15 izdelkov, saj se nato začne material utrujati in lahko model razpade, kar posledično pomeni dimenzijsko spremembo izdelka.

Če kupec izdelek iz poizkusne serije potrdi, obravnavano podjetje izda delovni nalog za izdelavo ALU modela, ki je primeren za serijsko proizvodnjo. Pri tem lahko vidimo prednost stare linije: model je bil votel, kar je livarju pomenilo lažje premikanje in s tem lažje vlivanje aluminija v kalupe.

5.2 OPIS NOVE TEHNOLOGIJE

5.2.1 Opis lastnosti nove tehnologije

Bistvo nove tehnologije je nakup novega 5-osnega CNC-stroja. Ta naj bi zmanjšal dolge izdelovalne čase modelov za prototipne izdelke in izboljšal predvsem kvaliteto izdelane površine modela. Bistvena razlika je boljša postavitev strojev v celotni liniji izdelave modela, ki jo je v veliki meri narekoval novi CNC stroj kot ključni faktor nove tehnologije. Zato so pri novi liniji tudi bistveno bolj izrabljeni nekateri stroji, ki jih v podjetju do postavitve nove linije niso dovolj izkoriščali.

Izdelava tehnične dokumentacije pri novi tehnologiji je enaka kot pri stari tehnologiji in je v prejšnjem podpoglavju že opisana. Nekateri investitorji tehnično dokumentacijo dostavijo sami, kar pomeni, da jo komercialni sektor dostavi direktno v razvojni sektor. Razvojni tehnolog dokumentacijo pregleda in se z investitorjem dogovori o morebitnih nejasnih detajlih. S potrjeno tehnično dokumentacijo sprožijo v podjetju proizvodni proces za izdelavo modela. Vse več investitorjev se odloči, da sami pošljejo vso potrebno dokumentacijo za izdelavo izdelka. To pomeni manj in lažje delo za tehnologe v podjetju. Nova tehnologija je namreč pridobila tudi na tem področju, saj CAD model lahko obdelujemo v 3D verziji v programu THINKFREE, ki ga je podjetje moralo pridobiti v sklopu nove tehnologije. Bistvo te obdelave je dodajanje tehnoloških robov in upoštevanje skrčka (1,5%). Ta velja tudi za kasnejši ALU model, saj se termo-oblikovani plastični izdelek vedno nekoliko skrči. Tako obdelan model nato prenesejo v program stroja HYPER MILL. Pred zagonom stroja omenjeni program preračuna vse koordinate in obvesti o morebitnih nepravilnostih. Računalniška obdelava je odvisna od velikosti izdelka

in od predhodno nastavljene tolerance obdelave. Za manjše izdelke, kot so na primer analizirani leseni modeli v naši raziskavi, traja obdelava od 20 minut do 3 ure. Za večje izdelke pa lahko znaša računalniška obdelava tudi do 8 ur. V tem času tehnolog izda delovni nalog z vsemi potrebnimi načrti za izdelavo bloka iz MDF plošče. Blok mora biti narejen s točno določeno nadmero, ki jo poda tehnolog v načrtu.



Slika 4: Mizni krožni žagalni stroj SCM

Po načrtu razrežejo MDF plošče na miznem krožnem žagalnem stroju SCM (slika 4). Upoštevati in uporabljati je potrebno različne debeline plošč, da dobijo dimenzijo, ki jo je predvidel tehnolog. Razžagane elemente zlepijo v blok z lepilom EXPRESS 25 PLUS (slika 5). To je PVAc lepilo, namenjeno predvsem za montažna lepljenja in sicer za močne dinamične obremenitve. Te so prisotne pri našem lesenem modelu med obdelavo bloka.



Slika 5: Lepilo za montažna lepljenja

Blok nato stisnejo v hidravlični stiskalnici Langzauner Typ LZT 90-S (slika 6). Za novo tehnologijo je značilno, da izdelan blok ni votel. To pomeni, da porabijo več materiala pri novi tehnologiji kot pri stari, posledično pa je sam model tudi težji glede na blok, narejen po stari tehnologiji. Koliko znašajo te razlike, bomo ugotavljali v naši raziskavi. To je negativna lastnost nove tehnologije in nove linije za prototipne izdelke.



Slika 6: Hidravlična stiskalnica Langzauner Typ LZT 90-S

Blok je narejen in pripravljen za obdelavo, ga pritrdijo na mizo CNC stroja (slika 7) in sicer na dogovorjeno mesto, ki ga določi tehnolog v delovnem nalogu. Mesto je pomembno zaradi nične oziroma izhodiščne točke rezkalne glave. Blok postavijo na nosilne letve, ki so namazane z lepilom. Te privijačijo na delovno mizo stroja. Lepilo je isto kot pri debelinskem lepljenju bloka za obdelavo.

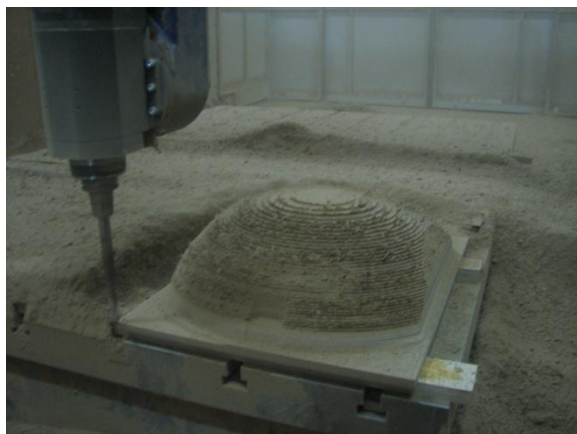


Slika 7: Pritrjen blok na mizo CNC stroja



Slika 8: Ročna postavitev agregata stroja z rezkarjem v izhodiščno točko

Bistvo načina pritrditve bloka z nosilnimi letvami in lepilom je v tem, da je model dvignjen nad nosilno mizo in brez vijačnih vezi, ki bi lahko ob morebitnih težavah uničile rezkalno glavo med samo obdelavo. Po pripravi delavec obvesti tehnologa, ki nato ročno postavi agregat stroja z rezkarjem v izhodiščno točko (slika 8) in požene stroj.



Slika 9: Groba strojna obdelava

Tehnologija strojne obdelave omogoča dve vrsti obdelave in sicer grobo (slika 9) in fino (slika 10). Pri grobi obdelavi gre za hitro rezkanje, saj hočemo v čim krajšem času priti do želene oblike obdelovanca (slika 11), kjer so že nekoliko so vidne površine končnega izdelka.



Slika 10: Fina strojna obdelava

Zatem se prične fina obdelava, ki traja približno trikrat dalj časa kot groba. Hitrost gibanja obdelovalnega centra pri fini obdelavi je omejena na okoli 2 m/min. Čas izdelave izdelka je odvisen tako od velikosti obdelovanca kot tudi do hitrosti gibanja agregata. Za večje modele lahko izdelava traja tudi do 8 ur.



Slika 11: Oblika lesenega modela po grobi obdelavi

Ko je model strojno obdelan, so potrebna le še ročna popravila in obdelava modela. Delavec nato model iz stroja odstrani mehansko s pomočjo viličarja in vzvoda. Prestavi ga na delovno območje ročne obdelave.



Slika 12: Ročna obdelava lesenega modela

Ročna obdelava modela (slika 12), ki je izdelan strojno, je nekoliko bolj zahtevna in dolgotrajna kot ročna obdelava pri stari tehnologiji.



Slika 13: Ročna obdelava tehnološkega robu

Tehniko tovrstne strojne obdelave lahko vidimo v obliki izbočenih polkrogov zaradi konice rezkarjev, ki rezkajo v polkrožni obliki. Tak način je pomemben zaradi obdelave samega modela, ki je najrazličnejših oblik, predvsem zaobljenih. Stroj pa z omenjenimi rezili ne more izdelati tako imenovanega tehnološkega robu (slika 13).



Slika 14: Neobdelan tehnološki rob

Tu nastopi težava, saj mora biti tehnološki rob največkrat pod pravim kotom. Te robove je posledično potrebno ročno obdelati (sliki 14 in 15).



Slika 15: Obdelan tehnološki rob

Površina obdelovanca je tako bistveno bolj obdelana, kot je bila pri stari tehnologiji pri modelnem mizarju. To pomeni manj popravkov na sami površini. Največkrat morajo na površini obdelovanca le pokitati morebitne razpoke med sloji plošč. Kit, ki ga pri tem uporabljajo, je dvokomponentni hitro sušeči kit DINITROL SUPERSOFT 6010. Nadalje površino obrusijo do mere zahtevane gladkosti pred nanašanjem premaza. Model premažejo kot pri stari liniji s temeljno barvo RESOLAN (slika 16), namenjeno MDF ploščam za zapolnitev por v ploščah. Barvo nanašajo v več slojih z vmesnim brušenjem do stopnje gladkosti, katero zahteva odgovorni tehnolog. Po zadnjem premazu in osušitvi do končne otrdelosti model postavijo na osnovno ploščo. Tudi ta plošča je določena z

delovnim nalogom in je odvisna od velikosti samega modela in od reducirne plošče stroja, na katerem izvajajo poizkusno serijo. Reducirna plošča je kovinska plošča, ki jo postavijo na delovno odprtino vakuumirnega stroja. Na reducirno ploščo postavijo ploščo plastike, ki je v tem primeru obdelovanec. Skozi odprtino omenjene plošče plastike pošljejo orodje oziroma model, ki nato definira izdelek. Izbira plošče z ustreznim izrezom je pomembna, saj mora model nemoteno potovati skozi izrez. Model je pripravljen za poizkusno serijo izdelkov. Ta serijo izdelajo na enak način in z enakimi zahtevami kot pri stari liniji.



Slika 16: Premazan leseni model

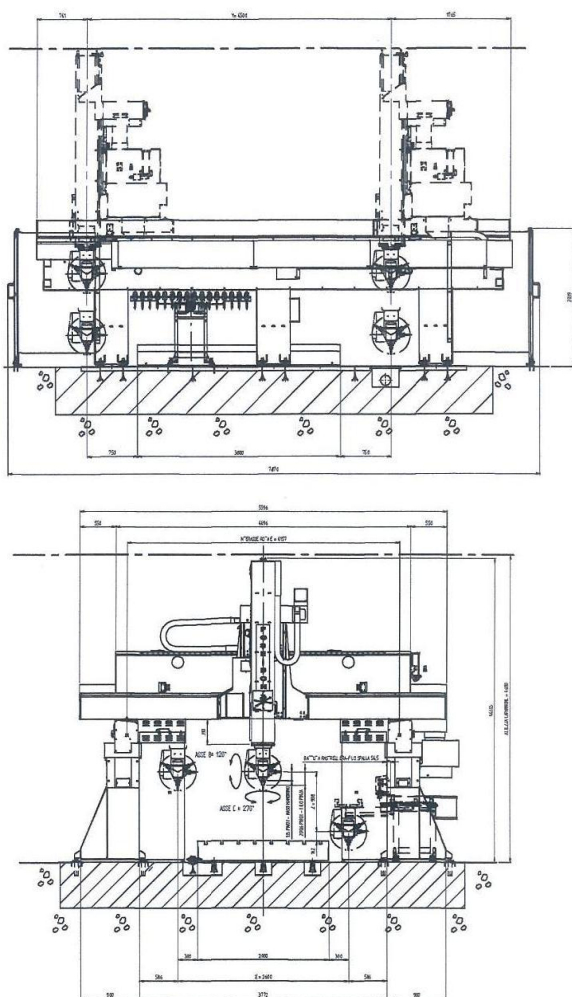
Termo-oblikovane izdelke po izdanem nalogu in izdelanih načrtih izreže za to usposobljen delavec. Pregleda jih odgovorni tehnolog in odgovorna oseba za kakovost. Izpolnijo obrazec za vzorce in ga nalepijo na izdelek. Končno izdelke pošljejo na mesto odpreme materiala in jih v najkrajšem možnem času pošljejo naročniku.



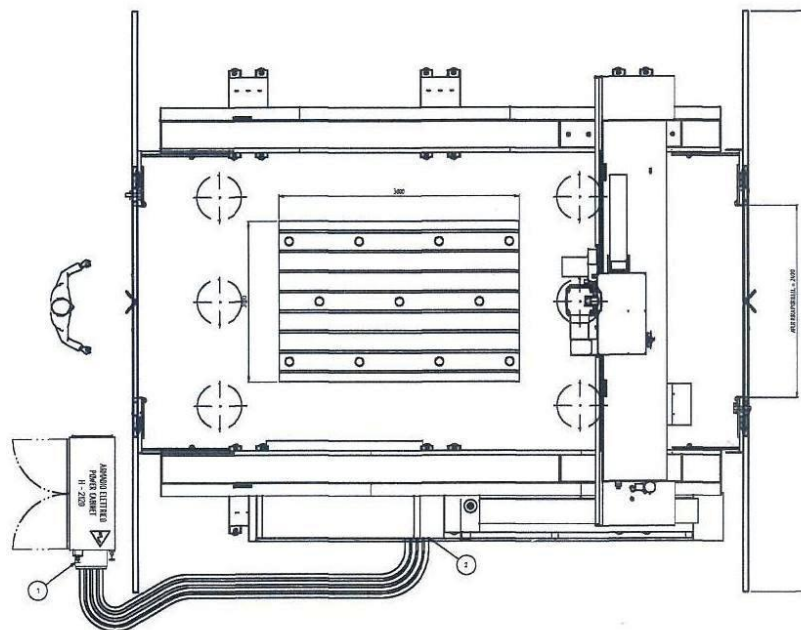
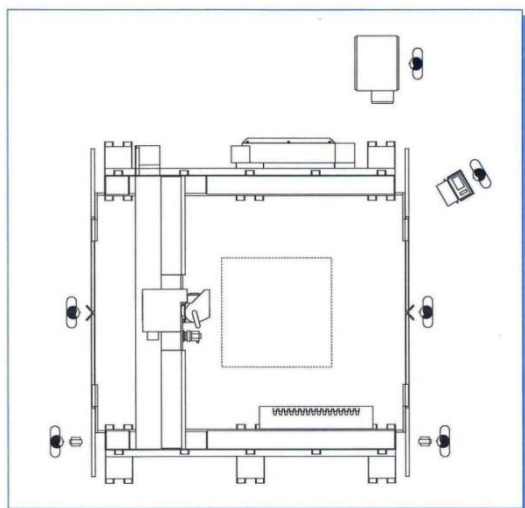
Slika 17: ALU model

Če kupec izdelek potrdi, v podjetju Plastoform izdajo za tak izdelek delovni nalog za izdelavo ALU modela (slika 17). To nato postane prototipni izdelek za serijsko proizvodnjo. Model, narejen po novi tehnologiji, ni votel in zato je vlivanje aluminija v ALU modele težje pri novi kot pri stari tehnologiji z modelarjem. Pomembnejše pozitivne in negativne lastnosti nove linije so zapisane v preglednici 16.

CNC-obdelovalni stroj je računalniško numerično krmljeni stroj (Computer Numerical Control – CNC). Numerično krmljenje je za krmljenje podajalnega gibanja suporta orodja za obdelavo ali za nastavitev (pozicioniranje) dela stroja (Lesarski terminološki slovar, 2008). V podjetju Plastoform d.o.o. imajo različico CNC-obdelovalnega stroja Poseidon, ki je računalniško numerično vodeni stroj s petimi osmi gibanja (sliki 18 in 19). To je le eden od dveh takih strojev, narejenih do sedaj.



Slika 18: CNC-stroj Poseidon: stranski ris (levo) in naris (desno) (Poseidon, 2006)



Slika 19: CNC-stroj Poseidon: tloris (Poseidon, 2006)

Pet osi omogoča 3D oblikovanje. Stroj vsebuje naslednje komponente: elektro-omarica z računalnikom, delovni agregat z rezilom, set orodij, delovna miza. Prostor, ki mora biti na voljo, je dimenzij $d \times š \times v$ [mm]: 7870 x 7220 x 4650 (brez temeljev) (Priročnik za inštalacijo ..., 2006).



Proizvajalec omenjenega stroja predpisuje točno določena delovna mesta (slika 20), kjer mora upravljevec biti prisoten ob delovanju stroja za konstantno kontrolo ključnih delov stroja. Njegova naloga je tudi skrb za nemoteno delovanje stroja. Upravljevec po potrebi odpravlja manjše

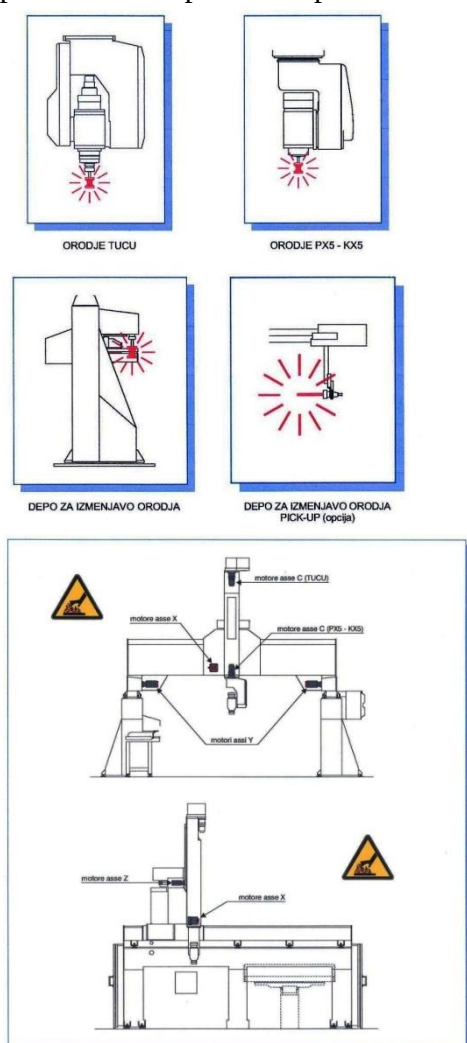
napake; v kolikor se pojavijo večje napake, za popravila katerih ni pristojen, poroča o napaki pristojnemu tehnologu.

Slika 20: Delovna mesta pri CNC-stroju Poseidon (Poseidon, 2006)

Med samo obdelavo se nekateri ključni deli stroja, predvsem rezkalni noži (slika 21), zelo segrejejo. Potrebna je velika previdnost ob morebitni ročni menjavi orodja. Mesto, kjer je pritrjeno čakajoče orodje (slika 22), oziroma mesto, na katerem stroj med obdelavo sam menja orodja, mora biti v največji možni meri očiščeno, da ne pride do samovžiga.

Slika 21: Avtomatska menjava orodja pri CNC-stroju Poseidon

Na spodnji sliki desno (slika 22) so prikazani pogonski motorji, ki omogočajo premikanje agregata v vseh petih oseh. Ti morejo delovati sinhrono in brez kakršnih koli tresljajev, ki bi se posledično prenesli na vodila. Gre za obdelavo, ki mora biti zelo natančna. Tu govorimo tudi o milimetrskih detajlih na površini obdelovanca. Tudi elektromotorji se pri normalnem obratovanju obdelovalnega centra zelo segrejejo, vendar so nameščeni na zaščitnih in nedostopnih mestih. V primeru izrednega vzdrževanja je potrebno paziti, da ni dotikov zunanosti motorjev; v kolikor bi bilo potrebno, mora biti v podjetju poskrbljeno za uporabo potrebne in primerne zaščitne opreme. Nevarnosti, kar se tiče orodja, so štiri: odpenjanje orodja, požarna nevarnost, curki komprimiranega zraka in uporaba ob prisotnosti eksplozivnih plinov.



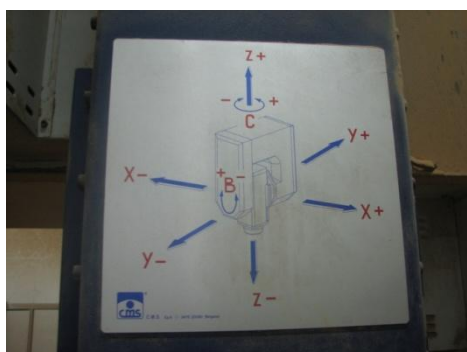
Slika 22: Nevarna območja segrevanja orodja in pogonski motorji CNC-stroja Poseidon (Poseidon, 2006)

Za upravljanje stroja so štirje ključni elementi:

- komandna plošča z računalnikom (slika 23),
- mobilna tipkovnica (slika 25),
- komande na samem obdelovalnem centru (slika 24) in
- vstopni ventil inštalacije komprimiranega zraka (slika 26).



Slika 23: Komandna plošča z računalnikom



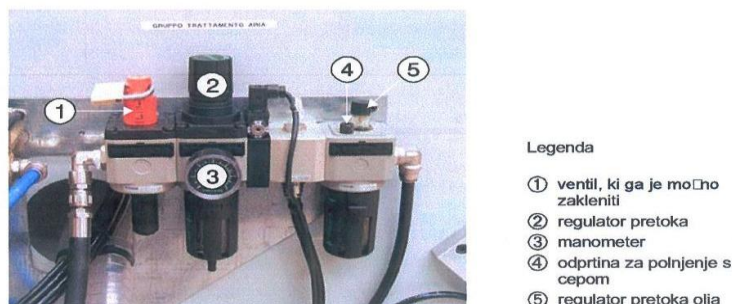
Slika 24: Shematski prikaz možnih premikov obdelovalnega centra



Slika 25: Prikaz in razlaga delov mobilne tipkovnice (Poseidon, 2006)

Komandna plošča z računalnikom (slika 23) in mobilna tipkovnica (slika 25) služita predvsem za določitev izhodišča pred začetkom izvajanja programa oziroma rezkanja (sliki 8 in 10). Bistvenega pomena za brezhibno delovanje stroja je tudi vstopni ventil (slika 26) inštalacije komprimiranega zraka. Preko njega zagotavljamo pomemben pritisk zraka, ki je potreben za blokado in deblokado orodja. Poleg nosilne funkcije orodja ima komprimiran

zrak tudi varnostno funkcijo, ki se kaže v blokadi in deblokadi zavor. Blokada zavor ob izklopu stroja in deblokada zavor ob vklopu stroja sta samodejni.



Slika 26: Prikaz vstopnega ventila komprimiranega zraka (Poseidon, 2006)

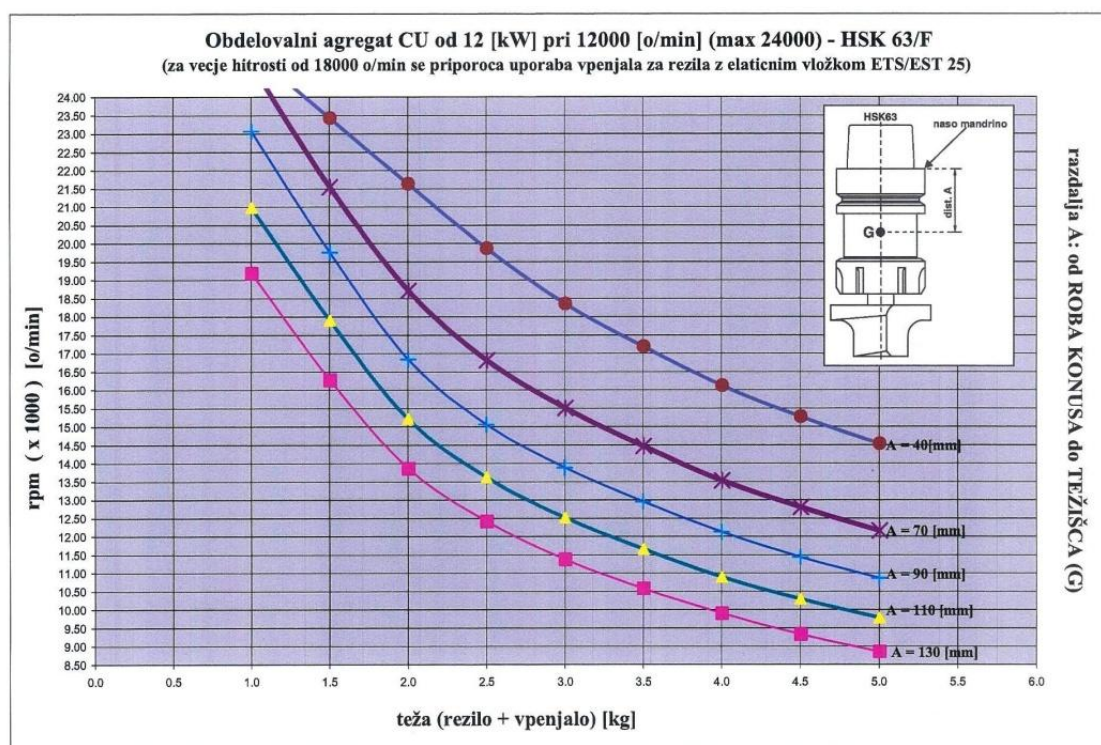
CNC-obdelovalni center (slika 27) je vključen pri CNC-večstopenjskih obdelovanih strojih in opravi več tehnoloških operacij (rezkanje, vrtanje, žaganje, ...) pri eni pritrditvi obdelovanca v stroj; krmiljeno je podajalno gibanje po koordinatnih oseh, menjava rezkalnega orodja, ipd (Lesni terminološki slovar, 2009). Priporočeno je, da stroj izvaja hitre gibe za fino obdelavo, vendar je potrebno hitrost pomika rezila ob dotiku z obdelovancem omejiti na 2 m/min. V primeru grobe obdelave so hitrosti nekoliko večje. V primeru večjih izvrtin ali izdolbin je priporočljivo, da je vstop rezila v material pod kotom 20 stopinj.

Slika 27: Obdelovalni center CNC-stroja Poseidon

Vrtilna hitrost orodja je število obratov orodja. Poda jo proizvajalec orodja in jo je potrebno upoštevati. Omenjena hitrost, ki jo poda proizvajalec orodja, je teoretična maksimalna vrtilna hitrost (TMVH). To je maksimalna hitrost, ki je predvidena za rezilo glede na njegovo obliko in vgradne materiale v rezilu, da je obdelava še varna. TMVH ima le orientacijski pomen. V praksi se srečujemo z realno maksimalno vrtilno hitrostjo (RMVH), ki je seveda manjša od TMVH. Torej je RMVH odvisna od samih karakteristik rezila, poleg tega je odvisna tudi od vrste obdelovalnega agregata, teže rezila, vrste uporabljenega vpenjala in razdalje od roba vpenjala do težišča rezil.



Slednji je najpomembnejši dejavnik pri upoštevanju realne maksimalne vrtilne hitrosti. Seveda v prvi vrsti ugotavljamo vrsto obdelovalnega agregata, saj brez upoštevanja samega tipa obdelovalnega agregata še ne moremo govoriti o RMVH. S tem namenom je prikazan spodnji diagram (slika 28) za določitev RMVH v odvisnosti od načinov uporabe.



Slika 28: Graf za določitev RMVH (Poseidon, 2006)

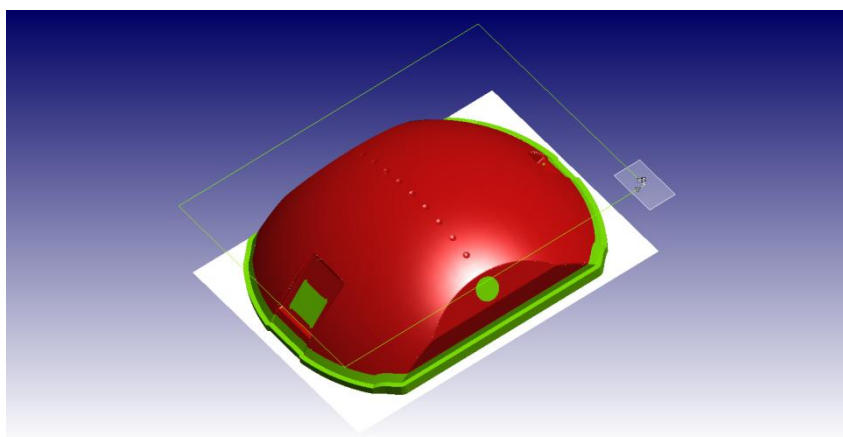
6 REZULTATI

Rezultati so sestavljeni iz dveh delov in sicer iz rezultatov tehnološko-tehničnih analiz stare in nove tehnologije in iz rezultatov sociološke analize upravičenosti obravnavanega nakupa. V prvem delu bomo predstavili nekaj izdelkov, narejenih po stari in novi tehnologiji, drugi del bo namenjen predstavitvi rezultatov anonimne ankete, ki smo jo izvedli v podjetju Plastoform d.o.o. Anketirance smo povprašali o njihovih mnenjih o nakupu CNC-stroja Poseidon.

6.1 REZULTATI TEHNOLOŠKO-TEHNIČNIH ANALIZ STARE IN NOVE TEHNOLOGIJE

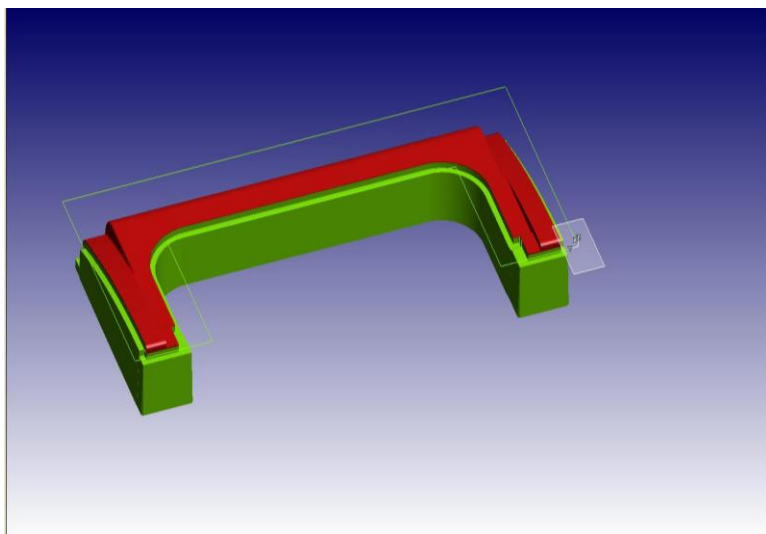
6.1.1 Analiza izdelovalnih časov

Resnik (2000) navaja, da je tehnološki postopek popis ali bolje predpis delovnih, transportnih in manipulativnih operacij, ki zagotovijo izdelavo nekega polizdelka ali izdelka ob zahtevani količini in kakovosti ter ob najnižjih končnih stroških. V naši raziskavi smo ugotovili, da so čase izdelave prototipnih izdelkov v podjetju sicer zmanjšali, vendar ne bistveno. Izdelovalni časi preučevanih prototipnih izdelkov so bili v podjetju lahko tudi precej večji glede na to, ali je imel modelni mizar kot zunanji izvajalec takoj možnost narediti prototipni izdelek ali pa smo čakali na prosti termin modelarja, ki je lahko podaljšal izdelovalne čase tudi za dva tedna. Razpoložljivosti modelarja v naši raziskavi nismo dodali, zato je to razlika, ki je bila na nivoju podjetja zelo opazna, na nivoju naše raziskave jo je potrebno posebej omeniti.

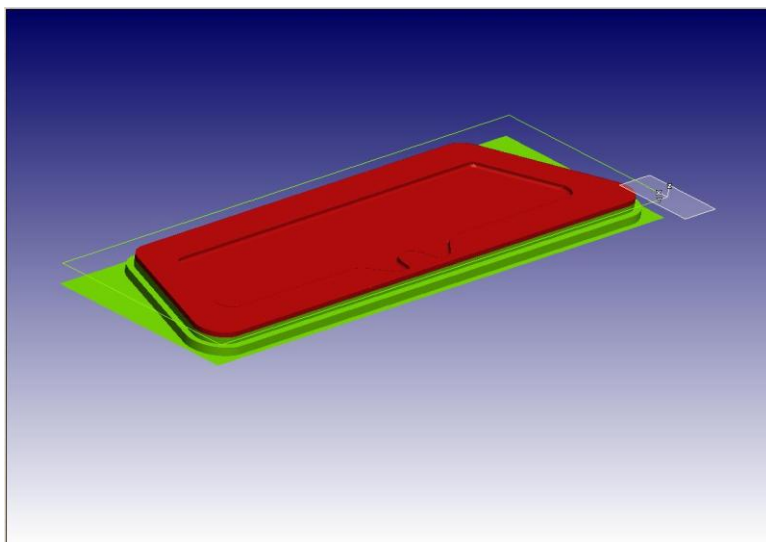


Slika 29: Model obloge v kolesarnici v programu Thinkfree

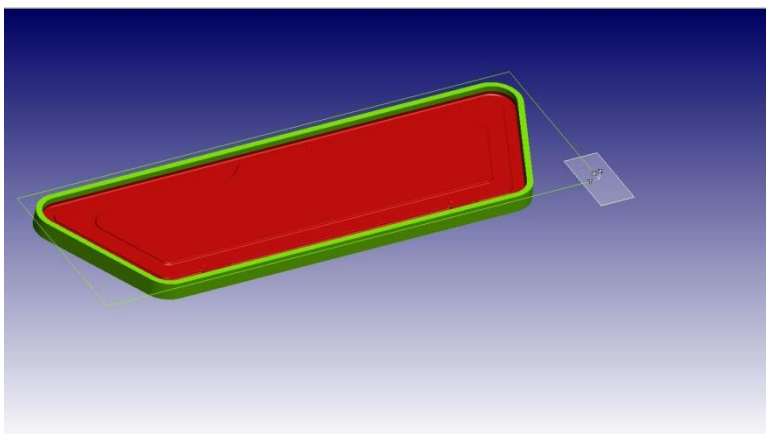
V podjetju Plastoform d.o.o. smo analizirali izdelavo štirih prototipnih izdelkov in sicer za model obloge v kolesarnici (slika 29), model obloge prtljažnih vrat (slika 30), model vrat sprednje omare (slika 31) in model ojačitev vrat sprednje omare (slika 32).



Slika 30: Model obloge prtljažnih vrat v programu Thinkfree



Slika 31: Model vrata sprednja omara v programu Thinkfree



Slika 32: Model ojačitev vrat sprednja omara v programu Thinkfree

Analiza prvega modela obloge v kolesarnici je pokazala, da podjetje prihrani pri izdelavi prototipnega izdelka v neposredni proizvodnji 42 min (preglednica 3). Število faz se sicer poveča iz 8 faz pri stari liniji na 14 pri novi liniji. Skupno traja obdelava in izdelava manj časa pri novi tehnologiji kot pri stari.

Preglednica 3: Faze obdelave in izdelave za model obloga v kolesarnici

Faze obdelave in izdelave za model: OBLOGA V KOLESARNICI	Čas postopka [min]	
	Stara linija	Nova linija
Izdelava 2D načrtov/3D oblikovanje	150	70
Programiranje	/	20
Nastavitev stroja	/	15
Lepljenje bloka s sušenjem lepila in stiskanjem	/	35
Montaža bloka v stroj s sušenjem montažnega lepila	/	45
Modelni mizar/CNC stroj Poseidon	170	63
Demontaža modela iz stroja	/	10
Sekanje in rezkanje tehnološkega robu	/	40
Kitanje in brušenje površine	50	30
Premazovanje modela z vmesnim brušenjem in sušenjem	165	165
Postavitev modela na osnovno ploščo	20	20
Montaža modela v vakuumirni stroj Villa in izdelava vakuumirancev	105	105
Ročni obrez vakuumirancev	50	50
Priprava lesenega modela za livarja	10	10
Skupni čas izdelave izdelka	720	678
Razlika v časih	42	

Po končanem lesenem modelu (slika 33) sledi izdelava aluminijastega (slika 34). S tem



Slika 33: Prikaz lesenega modela obloge v kolesarnici

modelom se zaključi prototipna izdelava in se prične masovna serijska izdelava. Fazo izdelave aluminijastega modela pri časovni analizi nismo upoštevali, saj se ta časovno ne razlikuje glede na novo in staro linijo. Omenili smo, da je aluminijasti model pri novi liniji težji, kar pomeni, da mora modelni mizar vložiti več moči za premike, časovno pa ni pomembnih razlik.



Slika 34: Prikaz aluminijastega modela obloge v kolesarnici

Preglednica 4: Faze obdelave in izdelave za model obloga prtljažnih vrat

Faze obdelave in izdelave za model: OBLOGA PRTLJAŽNIH VRAT	Čas postopka [min]	
	Stara linija	Nova linija
Izdelava 2D načrtov/3D oblikovanje	170	55
Programiranje	/	15
Nastavitev stroja	/	10
Lepljenje bloka s sušenjem lepila in stiskanjem	/	20
Montaža bloka v stroj s sušenjem montažnega lepila	/	45
Modelni mizar/CNC stroj Poseidon	190	60
Demontaža modela iz stroja	/	10
Sekanje in rezkanje tehnološkega robu	/	30
Kitanje in brušenje površine	45	30
Premazovanje modela z vmesnim brušenjem in sušenjem	155	155
Postavitev modela na osnovno ploščo	20	20
Montaža modela v vakuumirni stroj Villa in izdelava vakuumirancev	135	135
Ročni obrez vakuumirancev	55	55
Priprava lesenega modela za livarja	10	10
Skupni čas izdelave izdelka	780	650
Razlika v časih	130	

Glede faz obdelave in izdelave je enako kot pri prvem analiziranem modelu – pri stari liniji jih je 8, pri novi liniji pa 14. To velja za vse prototipne izdelke po stari in novi liniji. Pri novi liniji lahko vidimo torej nekaj novih faz: programiranje, nastavitev stroja, lepljenje bloka s sušenjem lepila in stiskanjem, montaža bloka v stroj s sušenjem montažnega lepila, demontaža lepila iz stroja ter sekanje in rezkanje tehnološkega robu.

Pri modelu obloge prtljažnih vrat smo ugotovili večjo časovno razliko kot pri prvem analiziranem modelu, in sicer 130 minut (preglednica 4). Pri obeh analiziranih modelih opazimo največji prihranek ravno pri izdelavi glede na modelnega mizarja in CNC-stroj Poseidon. Ta lastnost je manj opazna tudi pri tretjem modelu (preglednica 5). Najmanjša časovna razlika glede na naše analizirane modela je opazna ravno pri modelu za vrata sprednje omare. To lahko razložimo s tem, da je imel modelni mizar pri površinsko bolj enostavnih modelih manj dela kot pri površinsko bolj zapletenih – zaobljenih modelih. Tako je modelni mizar delal manj časa in s tem tudi približal čas izdelave glede na CNC-stroj Poseidon.

Preglednica 5: Faze obdelave in izdelave za model vrata sprednja omara

Faze obdelave in izdelave za model: VRATA SPREDNJA OMARA	Čas postopka [min]	
	Stara linija	Nova linija
Izdelava 2D načrtov/3D oblikovanje	100	35
Programiranje	/	15
Nastavitev stroja	/	10
Lepljenje bloka s sušenjem lepila in stiskanjem	/	25
Montaža bloka v stroj s sušenjem montažnega lepila	/	40
Modelni mizar/CNC stroj Poseidon	350	285
Demontaža modela iz stroja	/	10
Sekanje in rezkanje tehnološkega robu	/	25
Kitanje in brušenje površine	45	30
Premazovanje modela z vmesnim brušenjem in sušenjem	180	180
Postavitev modela na osnovno ploščo	20	20
Montaža modela v vakuumirni stroj Villa in izdelava vakuumirancev	140	140
Ročni obrez vakuumirancev	40	40
Priprava lesenega modela za livarja	10	10
Skupni čas izdelave izdelka	885	865
Razlika v časih	20	

Prav tako značilnost lahko opazimo tudi pri zadnjem analiziranem modelu za ojačitev vrat sprednja omara (preglednica 6). Tudi pri analizi zadnjega modela je časovna razlika izdelave majhna. To razliko lahko zopet pojasnimo z enostavno površinsko obdelavo modela, ki ga naredi modelni mizar. Vidimo tudi, da se glede začetnih faz (2D načrti in 3D obdelava) bistveno razlikuje časovna obdelava podatkov. Pri vseh modelih lahko vidimo zmanjšanje obdelovalnih časov glede na novo linijo. Pojavijo se tudi druge značilnosti sodobnih tehnoloških procesov v izdelovalni industriji. Na tem mestu moramo poudariti, da so glede na izjave starejših in izkušenejših tehnologov v podjetju Plastoform d.o.o.

morali povprečno čakati na izdelek od modelnega mizarja okoli 3 dni, nemalokrat se je zgodilo, da so morali čakati tudi do 10 delovnih dni, kar bi močno vplivalo na našo analizo in jo prikazalo v prid nove linije. Tu je prisotna tudi dodatna logistika, ki še dodatno vpliva na analizo modelov pri staro linijo – tako časovno kot tudi glede neposrednih stroškov prevoza. Za te konkretne modele nimamo podatka o tem, koliko časa je bilo potrebno čakati na modelnega mizarja.

Preglednica 6: Faze obdelave in izdelave za model ojačitev vrat sprednja omara

Faze obdelave in izdelave za model: OJAČITEV VRAT SPREDNJA OMARA	Čas postopka [min]	
	Stara linija	Nova linija
Izdelava 2D načrtov/3D oblikovanje	120	55
Programiranje	/	20
Nastavitev stroja	/	15
Lepljenje bloka s sušenjem lepila in stiskanjem	/	25
Montaža bloka v stroj s sušenjem montažnega lepila	/	30
Modelni mizar/CNC stroj Poseidon	400	317
Demontaža modela iz stroja	/	10
Sekanje in rezkanje tehnološkega robu	/	40
Kitanje in brušenje površine	40	25
Premazovanje modela z vmesnim brušenjem in sušenjem	180	180
Postavitev modela na osnovno ploščo	20	20
Montaža modela v vakuumirni stroj Villa in izdelava vakuumirancev	135	135
Ročni obrez vakuumirancev	35	35
Priprava lesenega modela za livarja	10	10
Skupni čas izdelave izdelka	940	917
Razlika v časih	23	

Naredili smo torej časovno analizo štirih modelov in v preglednici 7 lahko opazimo, da so izdelovalni in obdelovalni časi vedno v prid nove linije. To lastnost najbolj opazimo pri modelu obloge prtljažnih vrat, kjer je časovna razlika največja (17% v prid novi liniji). Najmanjša je ta razlika (2% v prid novi liniji) pri vratih sprednje omare in ojačitvi vrat sprednje omare. V Plastoformu d.o.o. naredijo od 5 do 8 modelov za prototipne izdelke na teden. Če izračunamo za 8 modelov in vzamemo 7% povprečno zmanjšanje izdelovalnih časov pri novi liniji ter povprečje izdelovalnih časov vseh štirih analiziranih modelov po stari liniji (831 min), bi glede na te podatke v enem tednu prihranili samo pri izdelavi prototipnih modelov 431 min, kar je okoli 31 ur mesečno.

Preglednica 7: Analiza izdelovalnih časov vseh izdelkov

Vrsta modela	Stara linija	Nova linija	Razlika časov v min	Razlika časov v %
OBLOGA V KOLESARNICI	720	678	42	6
OBLOGA PRTLJAŽNIH VRAT	780	650	130	17
VRATA SPREDNJA OMARA	885	865	20	2
OJAČITEV VRAT SPREDNJA OMARA	940	917	23	2
Povprečna razlika v časih [min]	215			
Povprečna razlika v časih [%]	6,90%			

6.1.2 Analiza porabe materiala MDF plošč

Nadalje nas je zanimala poraba materiala glede na analizirane modele za prototipne izdelke. Porabo materiala smo izračunali na osnovi volumnov pravih teles. V kolikor so bile površine nepravilnih oblik, smo jih navidezno razdelili v čim bolj pravilne oblike in naredili seštevke volumnov pravih teles. V CNC-stroj Poseidon so vstavljena pravilna telesa, bodisi je to kocka bodisi kvader. Oblike teles, s katerimi rokuje modelni mizar so predvsem nepravilna telesa – segmenti različnih oblik. Preglednica 8 kaže večjo porabo materiala pri novi liniji za model obloga v kolesarnici.

Preglednica 8: Poraba materiala za model obloga v kolesarnici

Model: OBLOGA V KOLESARNICI	Poraba materiala MDF plošč [m³]
Stara linija	0,045
Nova linija	0,069
Razlika porabe materiala [m³]	0,024
Razlika porabe materiala [%]	35

Poraba materiala za model obloga prtljažnih vrat (preglednica 9) je bila pri novi liniji še večja in sicer za 38%. Pri omenjenem modelu je razlika porabe materiala glede na staro linijo največja izmed analiziranih modelov. Tako velika je zaradi c-izvedbe izdelka in začetnega modela v obliki kocke. Modelar je kot v prejšnjem primeru delal po segmentih, katerih seštevke volumnov je bil seveda manjši kot volumen kocke za celotni model pri novi liniji.

Preglednica 9: Poraba materiala za model obloga prtljažnih vrat

Model: OBLOGA PRTLJAŽNIH VRAT	Poraba materiala MDF plošč [m³]
Stara linija	0,018
Nova linija	0,029
Razlika porabe materiala [m³]	0,011
Razlika porabe materiala [%]	38

Za model vrat srednje omare (preglednica 10) je bila poraba materiala glede na staro linijo zopet višja, vendar tokrat odstotek ni bil tako visok kakor v prejšnjih dveh analiziranih primerih. Glede na to, da je modelar delal po segmentih, CNC-stroj Poseidon pa iz pravilnega telesa v obliki kvadra, je poraba materiala bolj primerljiva zaradi enostavnosti in primernosti oblike samega modela.

Preglednica 10: Poraba materiala za model vrata sprednja omara

Model: VRATA SPREDNJA OMARA	Poraba materiala MDF plošč [m³]
Stara linija	0,018
Nova linija	0,021
Razlika porabe materiala [m³]	0,004
Razlika porabe materiala [%]	14

Preglednica 11 nam prikazuje podobno porabo materiala MDF plošč za model ojačitve vrat sprednje omare kot pri prejšnjem analiziranem modelu. Zanj velja tudi zgoraj opisana utemeljitev.

Preglednica 11: Poraba materiala za model ojačitev vrat sprednja omara

Model: OJAČITEV VRAT SPREDNJA OMARA	Poraba materiala MDF plošč [m³]
Stara linija	0,019
Nova linija	0,024
Razlika porabe materiala [m³]	0,005
Razlika porabe materiala [%]	21

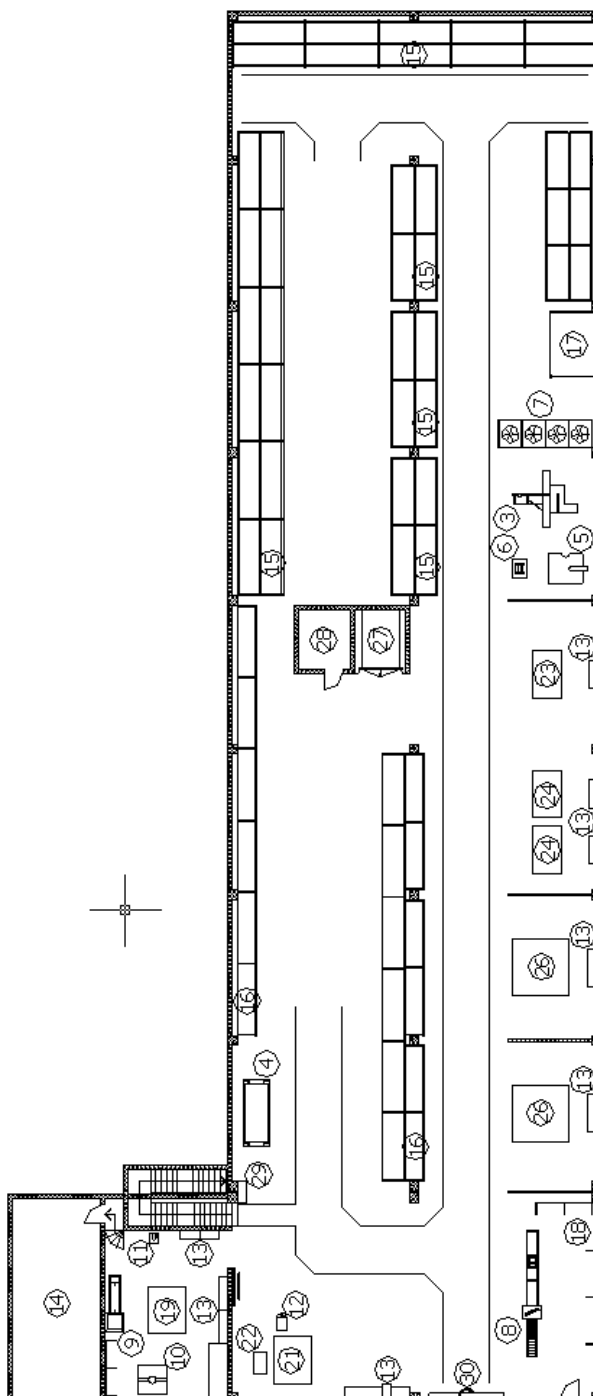
Analiza porabe materiala MDF plošč pri vseh analiziranih modelih je vidna v preglednici 12. Povprečna razlika porabe materiala MDF plošč med izdelavo modelov na stari in novi liniji je 30%. Povečanje beležimo pri novi liniji zaradi CNC-stroja, ki ne dela po principu segmentov, ampak je potreben celoten blok različnih oblik, iz katerega CNC-stroj Poseidon izreže model.

Preglednica 12: Analiza porabe materiala za vse modele

Vrsta modela	Stara linija	Nova linija
OBLOGA V KOLESARNICI	0,045	0,069
OBLOGA PRTLJAŽNIH VRAT	0,018	0,029
VRATA SPREDNJA OMARA	0,018	0,021
OJAČITEV VRAT SPREDNJA OMARA	0,019	0,024
Povprečna razlika porabe MDF plošč [m³]	0,043	
Povprečna razlika porabe MDF plošč [%]	30	

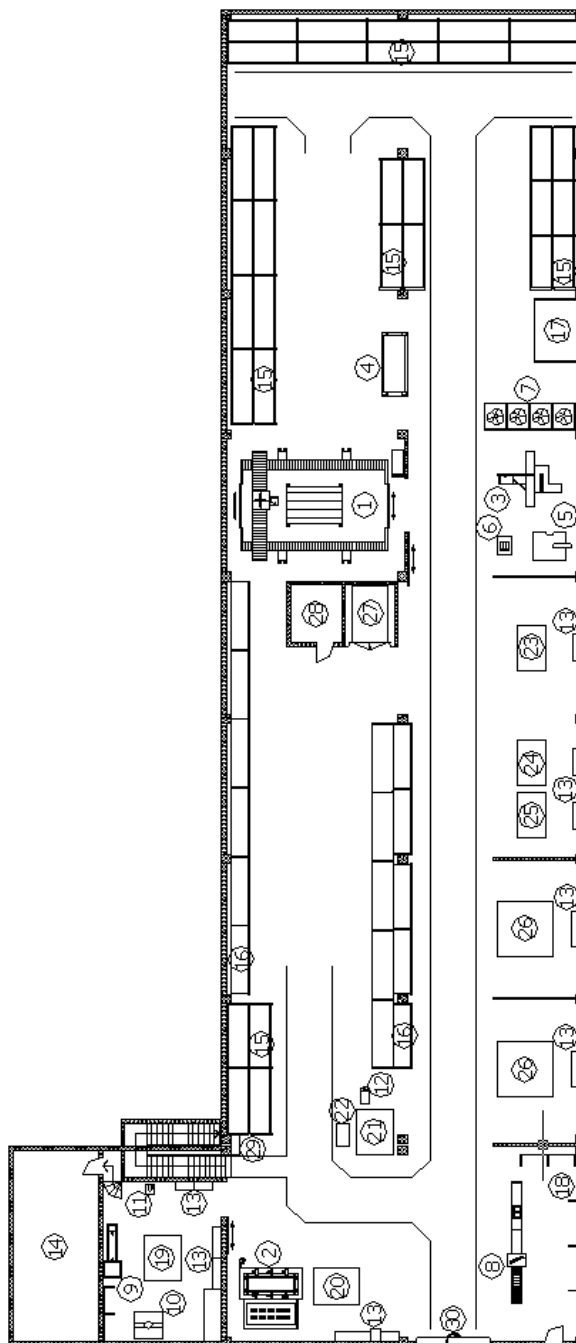
6.1.3 Analiza postavitve nove in stare linije za prototipne izdelke

Analizirali smo tudi obe postavitvi strojev, ki sta pomembni tako za staro kot tudi za novo linijo za prototipne izdelke. V nadaljevanju sta prikazani dve skici (sliki 35 in 36), ki ponazarjata spremembo postavitve strojev.



Slika 35: Skica postavitve strojev v stari liniji za prototipne izdelke

Bistvena sprememba nove linije leži v CNC-stroju Poseidon (1), ki je nov v podjetju. Nadalje so spremenili pozicijo hidravlični stiskalnici (4), čeprav je bila ta že prisotna v stari liniji. Vakuumirnem stroju (2) so spremenili pozicijo v liniji. Ta stroj je bil prisoten že v stari liniji, vendar ne v istem prostoru. Pozicija miznega krožnega žagalnega stroja (3) je bila in ostala v liniji nespremenjena. To so bistvene spremembe, čeprav so jim sledile tudi manjše, v smislu spremenjenega števila miz za ročno obdelavo in ostalih podobnih sprememb. Legenda je prikazana v preglednici 13.



Slika 36: Skica postavitve strojev v novi liniji za prototipne izdelke

Preglednica 13: Legenda za slike 35 in 36

ŠTEVILKA NA SKICI	USTREZNO POSTAVLJENI STROJ, MIZA OZIROMA DRUGA NAPRAVA
1	CNC-stroj Poseidon
2	Vakuumirni stroj Villa BR/3 1510
3	Mizni krožni žagalni stroj SCM
4	Hidravlična stiskalnica Langzauner
5	Tračna žaga
6	Brusilni stroj
7	Odsesovalna naprava
8	Žaga za razrez kovin
9	Stružnica
10	Mizni rezkar
11	Vertikalni vrtni stroj
12	Varilni aparat na CO ₂
13	Omara z orodjem
14	Skladišče elementov za vzdrževanje
15	Regal za ALU orodje
16	Regal orodij za CNC obrez
17	Regal za lesne plošče
18	Regal za kovino
19	Delovna miza – ALU šablone
20	Delovna miza – obrez vzorcev
21	Delovna miza za vzdrževanje
22	Premični delovni voziček namenjen vzdrževanju
23	Delovna miza – izdelava delovnih orodij za CNC obrez
24	Delovna miza – obdelava leseni model
25	Delovna miza – priprava blokov za izdelavo leseni model
26	Delovna miza – obdelava ALU orodij
27	Dvigalo nosilnost 3t
28	Prostor za vzdrževanje dvigala
29	Elektro-omara
30	Dvižna rolo vrata

6.2 REZULTATI SOCIOLOŠKE ANALIZE UPRAVIČENOSTI OBRAVNAVANEGA NAKUPA

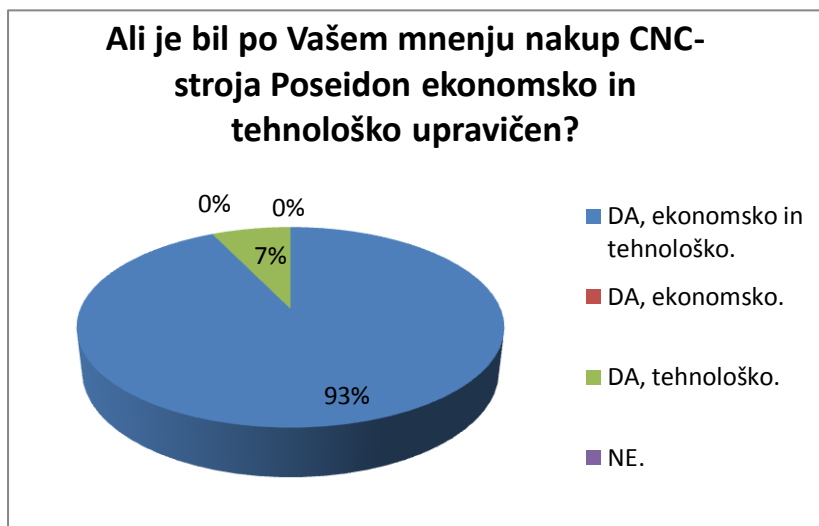
Zanimalo nas je mnenje zaposlenih v Plastoformu; predvsem tistih, ki so zaposleni na višjih položajih – torej imajo tudi višjo izobrazbo in so jim bili znani razlogi za nakup stroja. Nekateri od teh so imeli vlogo pri soodločanju in nakupu stroja. Sestavili smo anketo, na katero so zaposleni odgovarjali anonimno. Anketa je bila sestavljena predvsem iz zaprtih in kombiniranih tipov vprašanj, le zadnje vprašanje je bilo odprtega tipa (priloga 1). Vprašanj je bilo 10. Posredovana je bila 17 zaposlenim v Plastoformu, in sicer tehnologom, vodstvu, komercialistom, zaposlenim za kvaliteto izdelkov in predelavcem. Na anketo je odgovorilo 14 zaposlenih, kar predstavlja 82% zaposlenih na višjih položajih.

Vprašanja so bila sledeča:

1. vprašanje: Ali je bil po Vašem mnenju nakup CNC-stroja Poseidon ekonomsko in tehnološko upravičen?
2. vprašanje: Ali sta bila po Vašem mnenju nakup CNC-stroja Poseidon in postavitve nove tehnologije v časovnem smislu prepozna?
3. vprašanje: Ali bi bili po Vašem mnenju še konkurenčni na trgu brez nakupa CNC – stroja Poseidon?
4. vprašanje: Koliko ljudi v Vašem podjetju je usposobljenih za delo na CNC-stroju Poseidon?
5. vprašanje: Ali ste Vi eden izmed usposobljenih za delo na CNC-stroju Poseidon? Če ste, bi Vas prosili, da navedete tudi izobrazbo.
6. vprašanje: Ali menite, da je bil CNC-stroj Poseidon v obdobju dosedanjega obratovanja v Vašem podjetju dovolj izkoriščen?
7. vprašanje: Ali ste poznali staro linijo za prototipne izdelke, ki je vključevala modelne mizarje? Če DA, kakšne so po Vašem mnenju pozitivne in negativne lastnosti nove linije za prototipne izdelke?
8. vprašanje: Kakšne so razlike v izdelanem modelu po stari in novi liniji?
9. vprašanje: Model modelnega mizarja je bil votel, model CNC-stroja Poseidon pa je poln. Kaj pomeni to za izdelovanje ALU modela?
10. vprašanje: Kaj je po Vašem mnenju prinesla nova linija v smislu časovnega okvirja izdelave prototipnega izdelka?

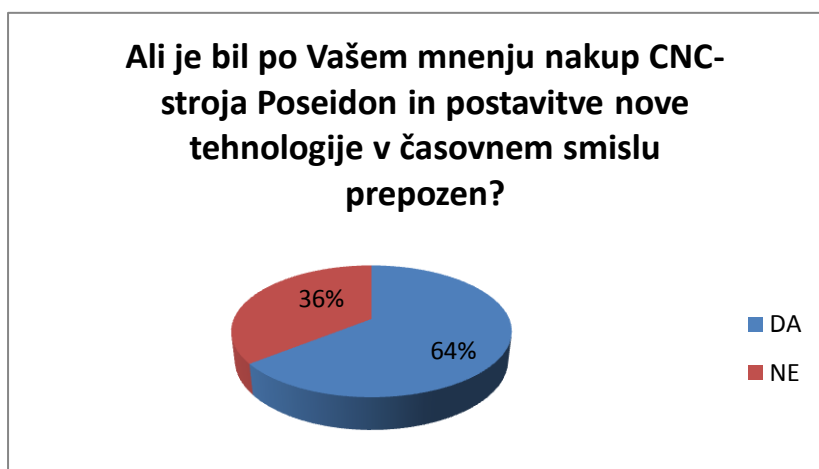
Na vsa vprašanja so anketiranci odgovorili. Na prvo vprašanje je 13 anketirancev od 17-ih odgovorilo, da je bil nakup CNC-stroja Poseidon v podjetju Plastoform d.o.o. ekonomsko in tehnološko upravičen. Analiza odgovorov prvega vprašanja je prikazana na grafikonu 1. Vprašanje je bilo zaprtega tipa, vendar so lahko anketiranci po želji napisali utemeljitev

svojega odgovora. Odgovor na to vprašanje je le en vprašani utemeljil z odgovorom: Predvsem zaradi konkurenčnosti in celovite storitve na enem mestu



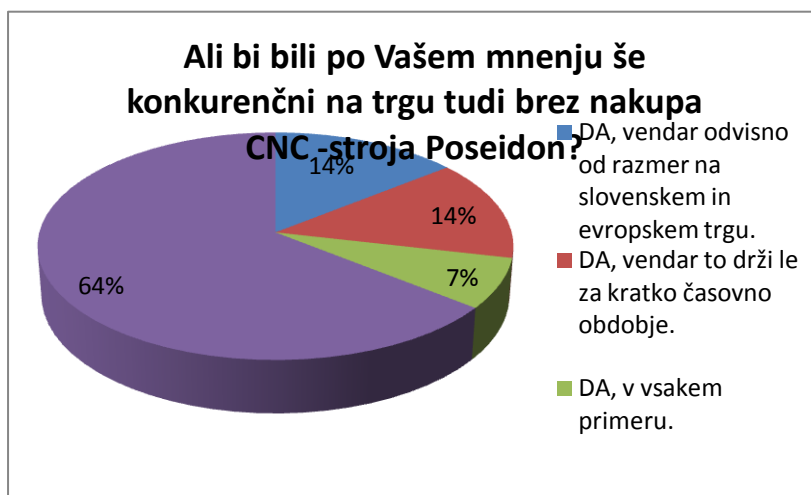
Grafikon 1: Mnenje anketirancev o upravičenosti CNC-stroja Poseidon

Večina anketirancev je kot odgovor na drugo vprašanje zapisala, da je bil nakup CNC-stroja Poseidon v Plastoformu d.o.o. v časovnem smislu prepozen oziroma zelo pozen (grafikon 2). Zasledimo neenotnost v mnenjih zaposlenih, saj jih nekaj več kot polovica (64%) meni, da je bil nakup CNC-stroja Poseidon prepozen, nekaj manj kot polovica pa (36), da ni bil prepozen. To kaže na to, da je bil po mnenju zaposlenih verjetno ravno pravi čas za nakup omenjenega stroja in tudi za postavitev nove linije za prototipne izdelke. Dva anketiranca sta napisala utemeljitev. Prvi je napisal, da je bil nakup izveden zadnji čas, drugi pa je svoj odgovor utemeljil z mislijo, da v kolikor bi bil nakup opravljen že prej, bi bil napredek hitrejši.



Grafikon 2: Mnenje o pravočasnosti nakupa CNC-stroja Poseidon

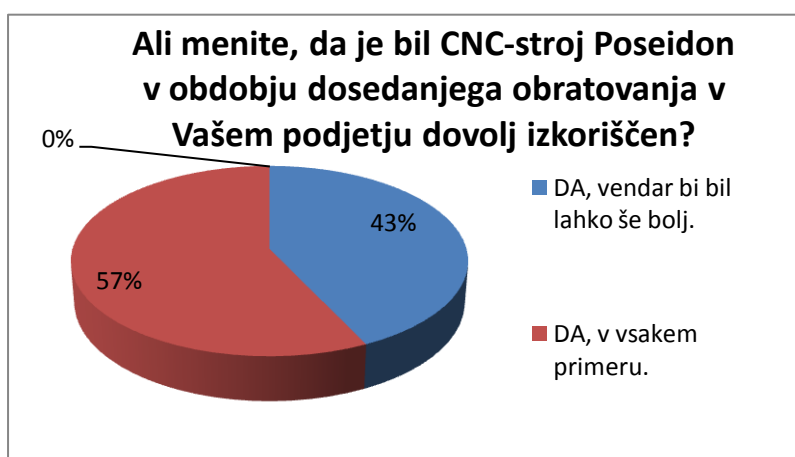
Analiza vprašanja o konkurenčnosti Plastoforma d.o.o. na trgu tudi brez nakupa CNC-stroja Poseidon je pokazala dokaj neenotne rezultate, čeprav je večina anketirancev odgovorila negativno (grafikon 3). Napisana je bila le ena utemeljitev: To je osnova za nadaljnji razvoj.



Grafikon 3: Mnenja o konkurenčnosti Plastoforma d.o.o. tudi brez nakupa CNC stroja Poseidon

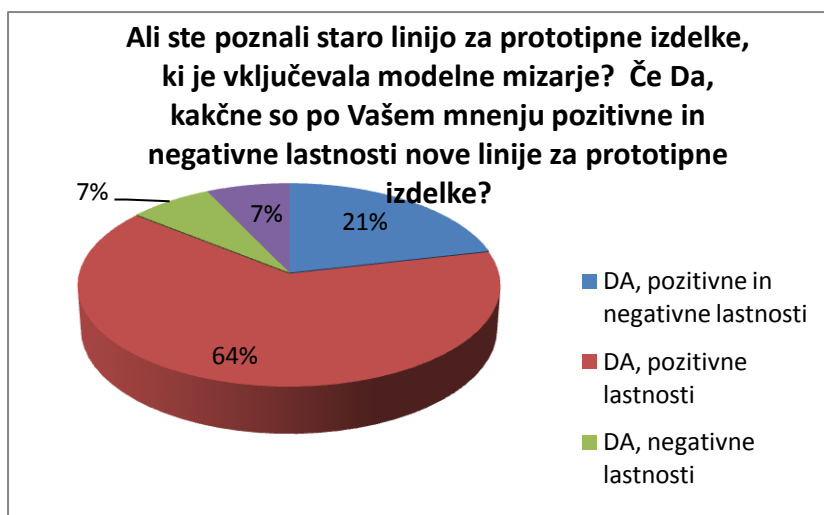
Iz odgovorov naslednjega vprašanja smo izvedeli, da sta le dva zaposlena v Plastoformu d.o.o. usposobljena za delo na CNC-stroju Poseidon. Oba sta diplomirana inženirja strojništva, eden je navedel tudi smer konstrukterstvo.

Glede izkoriščenosti CNC-stroja Poseidon vsi anketiranci menijo, da je v podjetju dovolj izkoriščen. Mnenja o tem, ali bi bil lahko še bolj izkoriščen, se dokaj enakomerno razhajajo, in sicer jih 57% meni, da bi bil lahko še bolj, ostali pa menijo, da je stroj v vsakem primeru dovolj izkoriščen (grafikon 4).



Grafikon 4: Mnenja o izkoriščenosti CNC-stroja Poseidon v Plastoformu d.o.o.

Zanimalo nas je tudi, ali so anketiranci poznali staro linijo za prototipne izdelke. Prosili smo jih, da naj navedejo pozitivne in negativne lastnosti nove linije za prototipne izdelke, v kolikor so poznali staro linijo,. 7% anketirancev ni poznalo stare linije. Tisti, ki so jo poznali, so nekateri navajali pozitivne in negativne (21%), nekateri le pozitivne (64%), drugi pa le negativne lastnosti (7%) (grafikon 5). Pozitivne in negativne lastnosti nove linije za prototipne izdelke so navedene v preglednici 14.



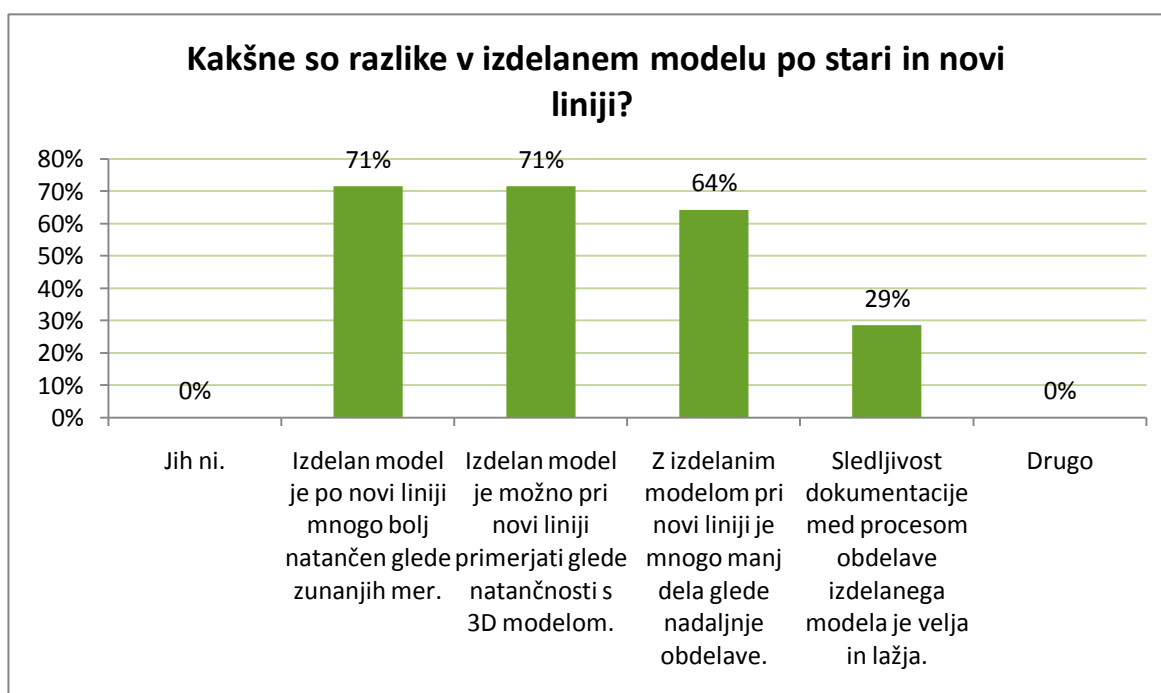
Grafikon 5: Poznavanje stare linije za prototipne izdelke in navedba pozitivnih in negativnih lastnosti nove linije za prototipne izdelke

Preglednica 14: Pozitivne in negativne lastnosti nove linije za prototipne izdelke

Pozitivne lastnosti nove linije za prototipne izdelke	Negativne lastnosti nove linije za prototipne izdelke
Hitrost, natančnost, hitrejši in natančnejši razvoj, krajši čas izdelave in natančnejša izdelava modela, hitro izdelana orodja, 100% natančna orodja	Modelni mizar je izdelal stenski model in debelina stene modela je definirala debelino stene odlitka, kar nova linija ne omogoča
Direktno kopiranje 3D modelov, orodje se izdelava v skladu s 3D modelom	Težji predmodeli zaradi izdelave predmodelov iz blok materialov in posledično težje delo za livarja
Fleksibilnost	Obvezno risanje CAD modelov, ni možnosti improvizacije
V skladu s partnerjevimi zahtevami že prvič. Manj zahtev po modifikacijah	
Boljša kvaliteta (dimenzijska točnost), višja produktivnost, boljša ekonomičnost	
Večja kreativnost pri delu	

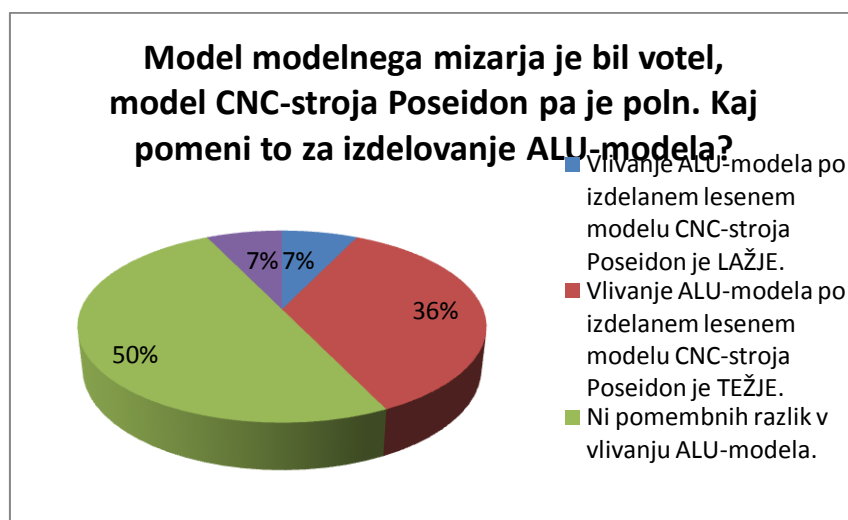
Predvidevali smo, da so razlike v izdelanem modelu glede na staro in novo linijo zagotovo obstajale. Torej so nas pri anketirancih zanimala mnenja tudi o omenjenih razlikah. Anketiranci so lahko obkrožili več odgovorov, lahko pa so napisali tudi svoje opažene razlike. Odgovarjali so različno. 21% jih je obkrožilo le eno možnost, prav tako 21% jih je obkrožilo dve. Večina anketirancev (58%) pa je obkrožila tri možnosti.

Nihče od anketiranih ni menil, da razlik sploh ni in nihče ni navedel svoje možnosti (grafikon 6). Največ jih je menilo, da je izdelan model po novi liniji mnogo bolj natančen glede zunanjih mer in da je izdelan model možno pri novi liniji primerjati glede natančnosti s 3D modelom. Nekaj manj jih je menilo, da je z izdelanim modelom pri novi liniji mnogo manj dela glede nadaljnje obdelave, najmanj, čeprav še vedno veliko, pa jih je menilo, da je sledljivost dokumentacije med procesom obdelave izdelanega modela lažja.



Grafikon 6: Razlike v izdelanem modelu po stari in novi liniji

Model modelnega mizarja je bil votel, model CNC-stroja Poseidon pa je poln. Zanimalo nas je, kakšen je pomen polnega modela. Anketiranci so menili različno (grafikon 7). Polovica jih je menila, da ni pomembnih razlik v vlivanju ALU modela. Ostali (razen dveh) so menili, da je vlivanje ALU modela po izdelanem lesenem modelu težje. Eden je menil, da je vlivanje ALU modela z novo tehnologijo lažje, eden pa odgovora sploh ni podal.



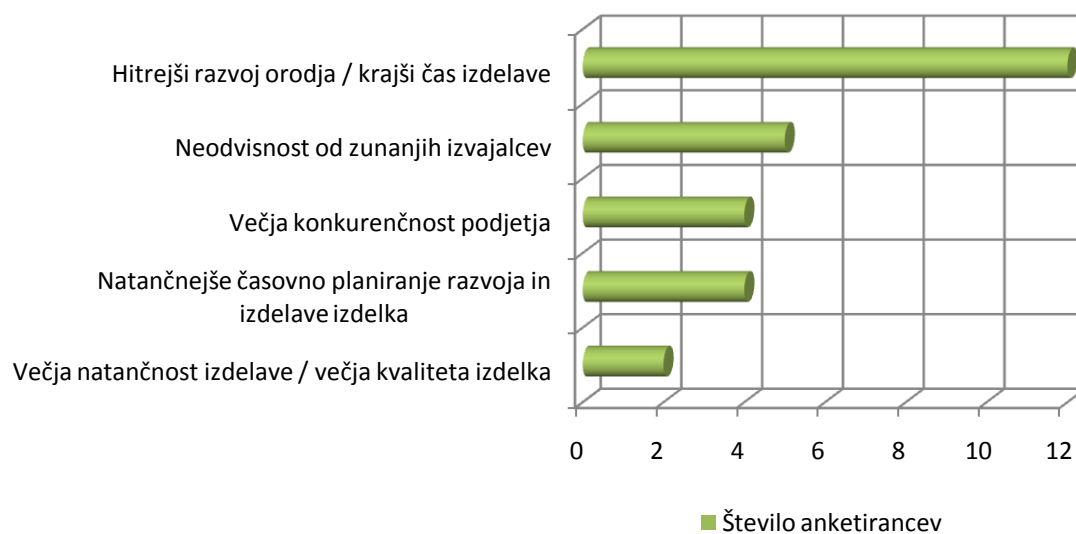
Grafikon 7: Pomen modela modelnega mizarja za izdelovanje ALU modela

Nazadnje smo jih povprašali tudi po mnenju, kaj je prinesla nova linija v smislu časovnega okvira izdelave prototipnega izdelka. To je bil edini odprti tip vprašanja v naši anketi in odgovor so podali vsi anketiranci (preglednica 15).

Preglednica 15: Mnenje posameznega anketiranca o časovnem doprinosu nove linije

Mnenje posameznega anketiranca o doprinosu nove linije v smislu časovnega okvira izdelave prototipnega izdelka
Hitrejši razvoj.
Hitrejša izdelava in natančna izdelava modelov.
Izdelava predmodelov v zelo kratkem časovnem obdobju.
Izdelava je neprimerno hitrejša.
Konkurenčnost na trgu, velika hitrost pri izdelavi modelov, natančna izdelava orodja v bistveno krajšem času.
Slogan podjetja "od ideje do končnega izdelka" je z novo investicijo dobil zaokroženo celoto. Tako je realizacija modela za oblikovanje in modela za litje dobila temelje za delegirano planiranje razvoja po različnih kriterijih (rok, pomembnost kupca, ..). Menim, da je bila smer, da podjetju izdelamo osnove za končni proizvod, pravilna.
Hitrejša izdelava, vse lahko naredimo sami.
Iz komercialnega vidika smo 2-4 tedne hitrejši z dobavo prototipov, vse je odvisno od velikosti izdelka.
Izdelovalni časi so se skrajšali. Izdelava orodij je postala praktično serijska proizvodnja, ki jo je mogoče zelo natančno časovno načrtovati.
Več prototipnih izdelkov, vse se lahko izdelava v "domači" delavnici, ni odvečnih poti okoli izvajalcev.
Hitrejši razvoj orodja.
Krajši čas izdelave, neodvisnost od zunanjih izvajalcev, manj transporta.
Pravočasna dobava kupcu-stranki.
Dodana vrednost in napredek v podjetju v smislu izkoristka časa.

Grafični prikaz odgovorov iz preglednice 15



Grafikon 8: Grafični prikaz odgovorov iz preglednice 15

7 RAZPRAVA IN SKLEPI

7.1 RAZPRAVA

Skozi potek raziskav smo ugotovili, da je nakup novega stroja in postavitvev nekaterih že obstoječih strojev na optimalna mesta v liniji bistveno spremenil potek dela oziroma izdelave prototipnih izdelkov v primerjavi s staro linijo. Podjetje je s tako tehniko izdelave lahko konkurenčno na trgu karavan industrije. Izdelovalni časi so krajši, kvaliteta pa višja. Morda bi bilo podjetje z novo tehnologijo lahko konkurenčno tudi v avtomobilski industriji.

Prva velika pridobitev, ki jo je uvedla nova linija, je računalniška obdelava v 3D obliki. To pomeni da je oblikovanje bistveno lažje in hitrejše in brez spreminjanja načrtov v 2D obliko ki so jih potrebovali modelni mizarji. V časovni analizi smo ugotovili, da se pojavljajo glavne časovne razlike v stari in novi liniji za prototipne izdelke predvsem na omenjenih dveh ozkih grlih: računalniška obdelava in čas modelnega mizarja (predvsem pri nekaterih modelih, ki so bili za modelnega mizarja obsežni in zahtevni). Podobno smo ugotovili pri analizi anonimne ankete. Anketiranci so mnenja, da je izdelek pridobil predvsem v kvalitativnem smislu in da je pomembna prednost računalniška obdelava v 3D obliki. Anketiranci so pravilno ugotavljali, da prinaša novejša in sodobnejša tehnologija hitrejši razvoj podjetja in izdelkov, kar pomeni tudi večjo konkurenčnost podjetja na slovenskem in svetovnem trgu.

V zadnjem času večina kupcev oziroma naročnikov izdelkov, ki jih proizvaja Plastoform d.o.o., pošlje načrte v 3D obliki. Z novim programom za računalniško 3D oblikovanje (nova linija) takemu izdelku dodamo tehnološke robove in popravimo morebitne manjše nepravilnosti na površini. Model povečamo za 1,5%, kar predstavlja skrček plastike pri termo-formiranju izdelkov. 2D načrti v prerezi, ki jih je potreboval modelar, so postali predmet preteklosti. Prednost nove tehnologije je enostavna primerjava izdelanega modela z načrtom modela – izdelka, ki ga je poslal naročnik: Taka primerjava prej ni bila možna. Enostavno je tudi določanje potrebnega skrčka na vseh, tudi najzahtevnejših detajlih. Modelar je s svojo natančnostjo dela težko dosegel take dimenzije izdelka – dodatni material zaradi skrčka tudi ni bil po celotni površini enak; program za oblikovanje na CNC-stroju Poseidon pa omogoča enakomerno oblikovan material in potrebno natančnost dimenzij z enim samim ukazom.

Za podjetje pomeni pridobitev stroja za izdelavo modelov tudi krajše izdelovalne čase. Časovna analiza je pokazala, da bi znašal časovni prihranek glede na obe liniji povprečno za okoli 7% v prid novi liniji. Pomembno je poudariti, da je bil modelni mizar zunanji

izvajalec, sedaj pa delo modelnega mizarja v večini opravi CNC-stroj Poseidon. Tako je bilo podjetje časovno odvisno od razpoložljivosti modelnega mizarja in tudi dodatni čas za logistiko med podjetjem in modelnim mizarjem je bil potreben. Slabost stare linije je bila tudi v tem, da je bilo velikokrat naročenih več izdelkov naenkrat, zato je bilo potrebno najti več modelnih mizarjev za časovno usklajenost.

Velika prednost tehnike izdelave modelov modelnih mizarjev je v porabi materiala in v teži samega narejenega modela. To je pokazala analiza potrebnega materiala za štiri modele, izdelane v stari in v novi liniji. Ugotovili smo, da je bilo bistveno manj porabljenega materiala za modele v stari liniji. Naša analiza je pokazala povprečno 30% manjšo porabo pri izdelavi modelov modelnih mizarjev. Bistvo izdelave modelov modelnih mizarjev je v lepljenju segmentov, da se približamo želeni končni površini. Tako izdelan model je bil votel. Segmenti so bili minimalne debeline, da so jih modelarji lažje prilagajali. To pa pomeni manjšo lastno težo modela in posledično manjšo porabo materiala. Nov način izdelave modela je namreč debelinsko lepljen blok, ki je običajno pravokotne oblike in volumsko poln. Zato je večja poraba materiala pri novi liniji. Težko in zamudno bi bilo namreč določiti optimalno obliko bloka, ki bi ga stroj obdeloval, tako, da bi bila poraba materiala čim manjša. Tudi v naši analizi porabe materiala se je izkazala ravno obratna značilnost kot pri časovni analizi. Poraba materiala je pri novi liniji večja. Pri modelu za oblogo v kolesarnici na primer (preglednica 8) smo pri novi liniji ugotovili 35% porast porabe materiala. Začetna oblika modela v obliki kocke ali kvadra nam narekuje porabo materiala. Stroj nato odstrani odvečni material in počasi oblikuje leseni model, modelar pa je sestavljal model iz segmentov, kar pomeni manjšo porabo v materialnem smislu. S težo samega modela je povezana tudi tehnika vlivljanja končnega ALU modela, saj je votel model po izdelavi modelnega mizarja lažji in ga je lažje predstavljati in operirati z njim. Debelina stene lesenega modela je enaka steni ALU modela. Pri novi liniji je leseni model volumsko poln, zato je oteženo delo livarja, saj mora namesto odlitka o obeh strani spodnjega določiti s posebni pripomočkom.

Prednost izdelovanja modela s CNC-strojem Poseidon je tudi v manjši porabi časa pri kitanju zaradi nastalih nepravilnosti po končani strojni obdelavi. Stroj ne uspe povsem izdelati tehnološkega robu zaradi oblike rezkarjev (ki so izbrani z namenom doseči čim lepšo in natančnejšo površino izdelka in so običajno polkrožnih oblik). Tehnološki rob je zato okrogle oblike in ga je potrebno ročno obdelati v oglate oblike s pomočjo dlet in ročnih rezkarjev. Tu lahko vidimo slabost nove linije, saj je modelni mizar lahko naredil oglate robove kar sproti (čeprav je imel več nastalih nepravilnosti na modelu), po strojni obdelavi pa je bila potrebna še dodatna ročna obdelava dotičnih robov. Sama površina strojno izdelanega modela se seveda ne more primerjati s površino izdelka modelnega

mizarja, saj je strojna obdelava bistveno kvalitetnejša in natančnejša. To smo potrdili preko analize anonimne ankete.

Prednost nove linije je nadalje v izkoriščenosti in postavitvi strojev na mesta, ki so najprimernejša za nemoteno in optimalno obratovanje nove linije. V poglavju »Rezultati« smo prikazali in analizirali postavitev nove linije in stare linije. Nova postavitev je bolj uporabna in optimalna glede na izdelovalne čase. Če bi postavitev strojev ostala enaka kljub nakupu novega CNC-stroja Poseidon, bi verjetno bili izdelovalni časi glede na staro postavitev daljši. Nekateri stroji večinoma niso bili dovolj izkoriščeni in so bili le redko uporabljeni, ker so lesene modele izdelovali modelni mizarji. Z uvedbo nove linije, ki zajema lastno izdelavo modelov za prototipne izdelke, so stroji dobili nov pomen in so postali pomemben člen v verigi stojne izdelave modelov za prototipne izdelke. Pomembna postane izkoriščenost strojev, na kar so nas opozorili anketiranci v anonimnih anketah.

Glede na izjave strokovnjakov v anketi ugotavljamo, da je CNC-stroj Poseidon v Plastoformu dobro uporabljen in je prinesel določene novosti in prednosti v časovnem smislu, predvsem na daljši časovni rok. To pomeni, da je povečal podjetju konkurenčnost na domačem in svetovnem trgu s prihrankom izdelovalnih časov in večjo kvaliteto prototipnih izdelkov. Prinesel je tudi določene slabosti na področju ekološkega onesnaževanja in tudi določenih fizioloških posledic za delavca – operaterja, ki ne bi uporabljal obvezne osebne zaščitne opreme.

Izkoriščenost CNC-stroja Poseidon je torej postala optimalna. Zgodilo se je tudi, so nekateri manj pomembni projekti morali čakati dalj časa, ker je bil stroj celo prezaseden. V primeru, da se izdelava prototipnih izdelkov zmanjša, imajo v podjetju Plastoform alternativno rešitev, da bi poleg izdelovanja lesenih modelov izvajali tudi obreze končnih prototipnih izdelkov, ki se trenutno obrezujejo ročno. Obratovalni čas stroja za vakuumiranje Villa je odvisen predvsem od izkoriščenosti CNC-stroja Poseidon in izdelave lesenih modelov na njem. Torej lahko rečemo, da če je dovolj izkoriščen CNC-stroj Poseidon, je potemtakem dovolj izkoriščen tudi stroj Villa.

V podjetje prihajajo tudi projekti, ki zajemajo izdelke večjega formata. Ti presegajo velikostne limite vakuumirnega stroja Villa (Villa, 2005). V tem primeru se poizkusni izdelki prototipnega modela naredijo v proizvodnji, na ustrezno velikem stroju. V liniji za prototipne izdelke je stroj Villa namenjen taki velikosti izdelkov, ki ustreza večini izdelkov v podjetju. V primeru izdelkov večjega formata stroj na liniji za prototipne izdelke ne bi obratoval. V podjetju Plastoform d.o.o. so to težavo rešili tako, da se med tem časom, ko se izdelujejo poizkusni izdelki v proizvodnji, na stroju za prototipne izdelke izvajajo serije

izdelkov namenjene izdelavi v proizvodnji. Na isti način bi reševali tudi morebitne težave ob upadu izdelave prototipnih izdelkov.

Pravo uporabnost je mizna krožna žaga v podjetju Plastoform d.o.o. dobila šele z uvedbo nove linije. Preden tem so se na tem stroju izvajali le razrezi različnih materialov, ki so se uporabljali za izdelavo najrazličnejših šablon za montažo polizdelkov v končne izdelke. Nova linija je pripomogla k maksimalni izkoriščenosti stroja, saj se sedaj na njem izvajajo razrezi plošč za sestavo blokov zaradi izdelave lesenih modelov na CNC-stroju Poseidon. Vizualna analiza obeh postavitvev nam je prikazala, da lahko v novi liniji opravi vse delovne operacije določenega postopka le en delavec, kar v stari liniji ne bi bilo mogoče, saj so bili stoji v preveliki medsebojni razdalji, da bi lahko obvladoval celotni delovni proces. Torej je razporeditev strojev v novi liniji glede na dane razmere boljša kot v stari liniji.

Ob zmanjšanju izdelave prototipnih izdelkov bi se težko našlo nadomestno delo v velikem obsegu v tem podjetju. Poleg občasnih razrezov plošč bi še vedno izvajali razreze tako kot pred uvedbo nove linije, torej razrez materialov za izdelavo šablon. V skrajni sili bi lahko razrezovali tudi plošče za termo-formiranje. Sedaj jih v podjetje dobijo že narezane oziroma jih razrežejo na drugem stroju v proizvodnji. Slednji je pogosto tudi prezaseden.

Podobno velja tudi za hidravlično stiskalnico. Pred uvedbo nove linije je bila premalo izkoriščena. Na njej so se izvajala le določena dela pri izdelavi šablon. Po uvedbi nove linije je hidravlična stiskalnica postala bolj uporabna in izkoriščena. V prihodnosti bi moral biti še dodaten poudarek na izkoriščenosti tega stroja, saj je v podjetju še vedno premalo izkoriščen. V podjetju razmišljajo, da bi začeli izvajati dela na hidravlični stiskalnici za druga podjetja. Količino naročil bi lahko uskladili glede na zasedenost stroja za lastne potrebe.

Časovna analiza je pokazala, da smo zmanjšali izdelovalne čase prototipnih izdelkov. Analiza postavitvev strojev stare in nove linije je pokazala boljšo izkoriščenost ključnih strojev, ki prej niso bili dovolj izkoriščeni. Analiza porabe materiala je prikazala kar precej višjo porabo materiala pri novi liniji. Prek analize anonimne ankete pa smo dobili vpogled v mnenja zaposlenih na pomembnejših delovnih mestih, ki se navezujejo na CNC-stroj Poseidon in obe liniji – staro in novo.

V nadaljevanju so v preglednici 16 prikazane prednosti, slabosti, priložnosti in tveganja uvajanje nove linije v podjetju Plastoform d.o.o. Tako lahko razpravo zaključimo, da je nova linija z novo tehnologijo podjetju prinesla večjo konkurenčnost na trgu plastičnih izdelkov.

Preglednica 16: Prednosti, slabosti, priložnosti in tveganja uvajanja nove linije za prototipne izdelke

PREDNOSTI	SLABOSTI
Računalniška obdelava bistveno lažja in hitrejša	Poraba materiala za leseni model je višja za 30% zaradi dejstva, da leseni model ni votel kot pri stari liniji, ampak je volumsko poln
Računalniška obdelava v 3D obliki	Tehnološki rob je potrebno po strojni obdelavi še ročno obdelati
Možna enostavna primerjava izdelanega lesenega modela z njegovim načrtom in enostavno postane določanje potrebnega skrčka – skrček je tudi natančno dodan na lesenem modelu	Izdelava lesenih modelov za prototipne izdelke je omejena s tehničnimi lastnostmi CNC-stroja Poseidon: odmik obdelovalnega centra od vpenjalne mize po višini (Z os) definira višino lesenega modela: težavno obdelovanje višjih lesenih modelov
Večja kvaliteta končnega izdelka prototipne linije	
Podjetje postane neodvisno od modelnih mizarjev, ki so bili zunanji izvajalci	
Izdelovalni časi izdelkov prototipne linije postanejo krajši za povprečno 6,90%	
V novi postavitvi so stroji bolj izkoriščeni in za njihovo upravljanje je potreben le en delavec	
PRILOŽNOSTI	TVEGANJA
Na CNC-stroju Poseidon je možno obrezovati tudi plastične izdelke	Ob morebitni okvari stroja se celotna linija ustavi, saj modelni mizarji kot zunanji izvajalci niso več primerni za časovne in kakovostne zahteve v podjetju
Možno je tudi obrezovanje aluminija s posebno izbranimi rezili in temu primernimi nastavitvami stroja	Za pravilno delovanje CNC-stroja Poseidon sta usposobljena le dva tehnologa. V primeru odsotnosti obeh za pravilno delovanje stroja ne zna poskrbeti nihče.
Možna je nadgradnja stroja – povečanje mize za morebitno obdelavo večjih izdelkov (X in Y os)	Možna so zmanjšanja števila prototipnih izdelkov, torej razvoja izdelkov v določenem časovnem obdobju ni
	Možno je, da serijska proizvodnja v določenem časovnem obdobju zelo zaostaja, zato je potrebno uporabiti CNC-stroj Poseidon za serijsko proizvodnjo

7.2 SKLEPI

Po pregledu vseh analiz smo ugotovili, da podjetje pridobiva tako na kvalitativni kot tudi na kvantitativni ravni. Torej je z vidika analiziranih kriterijev (tehnološko in tehnično) proizvodnja prototipnega izdelka učinkovitejša v primerjavi s staro tehnologijo. Tako je tudi uvajanje nove linije smotrno. Morda lahko v tej točki poudarimo negativno lastnost nove linije – poraba materiala za lesene modele je večja. Vendar pa je računalniška obdelava bistveno lažja in hitrejša, večja je kvaliteta končnega izdelka prototipne linije, izdelovalni časi izdelkov omenjene linije so krajši, v novi liniji so stroji bolj izkoriščeni – za njihovo upravljanje je potreben samo en delavec, podjetje postane neodvisno od modelnih mizarjev. Te pozitivne lastnosti odlikujejo novo linijo in menimo, da so močnejše kot zgoraj omenjena negativna.

Naslednje hipoteze lahko glede na naše analize potrdimo:

- Izdelovalni časi izdelkov so krajši za povprečno okoli 7%, torej je boljši časovni izkoristek izdelave prototipnih izdelkov.
- Poraba materiala za lesene modele je večja, in sicer za povprečno okoli 30%.
- Natančnost obdelave je večja.
- Postavitev strojev v novi liniji je bolj uporabna, saj lahko celoten delovni proces obvladuje le en delavec.
- Podjetje Plastoform d.o.o. je postalo bolj konkurenčno na poslovnem trgu.

Naslednjo hipotezo pa lahko le delno potrdimo:

- Podjetje Plastoform je postalo neodvisno od zunanjih izvajalcev – modelni mizarjev za lesene modele, zunanji izvajalci pa še vedno izdelujejo ALU modele.

8 POVZETEK

Konkurenčnost na domačem in svetovnem trgu je postala izredno pomembna v zadnjih letih. Zato so tudi v podjetju Plastoform d.o.o. začeli razmišljati o novih poslovnih procesih, da bi izboljšali poslovni izid podjetja. Odločili so se za nakup novega CNC-stroja Poseidon. Opazili so, da nastaja pri stari liniji za prototipne izdelke v podjetju ozko grlo. Brez hitrega razvoja prototipnih izdelkov ni hitrega reagiranja na zahteve naročnikov, ne glede na to, kako hitra je serijska proizvodnja. V diplomski nalogi smo hoteli raziskati, ali je bilo ozko grlo res na tem mestu: zanimala nas je, ali je nova tehnologija v podjetju sprejemljiva glede na časovne prihranke in ali je delo v novi liniji časovno bolj učinkovito kot v stari.

Stara linija ni bila učinkovita za optimalno delo zaradi same postavitve strojev, saj so se nekateri stroji nahajali celo v drugi hali kot je bila večina strojev v stari liniji. V podjetju so bili odvisni od zunanjih izvajalcev, tako modelnih mizarjev, ki so naredili lesen model, kot tudi od livarjev, ki so po lesenem modelu naredili ALU model. Kupili so CNC-stroj Poseidon in naredili novo postavitve linije za prototipne izdelke. Tako so postali neodvisni od zunanjih izvajalcev – modelnih mizarjev.

Najprej smo naredili časovno analizo obdelave in izdelave štirih modelov za prototipne izdelke, in sicer model za oblogo v kolesarnici, model za oblogo prtljažnih vrat, model za vrata sprednje omare in model za ojačitev vrat sprednje omare. Ugotovili smo, da se za povprečno 7% izboljšajo izdelovalni časi modelov prototipnih izdelkov pri novi liniji in sicer v intervalu od 2 do 17%. Nato smo naredili analizo postavitve stare in nove linije. V kolikor bi postavili CNC-stroj Poseidon v staro linijo, bi bili ostali stroji linije za prototipne izdelke v takšni medsebojni razdalji, da en delavec ne bi mogel obvladovati celotnega delovnega procesa prototipnih izdelkov. V novi postavitvi je to možno. Nadalje smo analizirali porabo materiala MDF plošč za lesene modele in ugotovili, da se povprečno poveča poraba materiala MDF plošč pri novi liniji za 30% v intervalu od 14 do 38%. Nazadnje smo izvedli tudi analizo anonimne ankete zaposlenih v podjetju Plastoform d.o.o.: Anketirani so zaposleni na višjih položajih in poznajo problematiko linije prototipnih izdelkov in nakupa CNC-stroja Poseidon. Večina jih je menila, da je bil nakup tega stroja nujen v časovnem in ekonomskem smislu. Prav tako je bila večina mnenj v prid nakupu CNC-stroja Poseidon zaradi višje kvalitete prototipnih izdelkov. To povezujejo z višjo konkurenčnostjo podjetja v poslovnem svetu. Anketiranci so tudi povezali CNC-stroj Poseidon in hitrejši razvoj tako v smislu podjetja kot v smislu hitrejšega razvoja prototipnih izdelkov.

Glede na analizirano ugotavljamo, da je negativna lastnost nove linije s CNC-strojem Poseidon le večja poraba materiala za lesene modele. Tako lahko zaključimo, da je delo v novi liniji glede na staro linijo boljše organizirano in tako tudi bolj časovno učinkovito. Nakup CNC-stroja Poseidon prav tako je tehnološko in tehnično upravičen. Zato lahko povzamemo, da je celotna nova linija za prototipne izdelke tehnološko in tehnično upravičena, podjetje pa bolj konkurenčno na trgu plastičnih izdelkov.

9 VIRI

Aluminij, Wikipedija. 2010.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Aluminij> (30. jun. 2010)

Apro K. 2009. Secrets of 5-axis macining. New York, Industrial Press cop.: 172 str.

Benchmarking, Wikipedija. 2010.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Ben%C4%8Dmarking> (5. feb. 2010)

Fatur E. 2006. Analiza upravičenosti nakupa nove tehnologije v podjetju Javor Pivka d.d., PC Pohišstvo: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 52 str.

Geršak M., Prošek M., Grošelj A. 1999. Stroji in naprave v lesarstvu. 1. natis. Ljubljana, Zveza lesarjev Slovenije, Lesarska založba: 309 str.

Villa. 2005. Instruction handbook and tehncial specifications – Villa macihne type BR/3 1510. Lozza (Villa), 481 str.

Lesarski terminološki slovar. 2008. Česen A., Kočar S., Pogorevc B. (ur.). Ljubljana, Zveza lesarjev Slovenije, Lesarska založba: 121 str.

Lesni center Novak. 2008.

<http://www.lc-novak.si/?page=podstran&sub=10&id=32> (9. feb. 2010)

Mlakar F. 2003. Načrtovanje nove linije za izdelavo oken za počitniške prikolice. Diplomsko delo. Ljubljana, Fakulteta za strojništvo: 50 str.

Musek J., Pečjak V. 1996. Psihologija. 1. izd. Ljubljana, EDUCY: 280 str.

Navodila za varno uporabo – hidravlična stiskalnica. 2010.

<http://varnost-solstva.com/nav11.html> (21. mar. 2010)

Navodila za varno uporabo – žagalni stroj. 2010.

<http://varnost-solstva.com/nav17.html> (21. mar. 2010)

Navodnik J., Kopčič M. 1995. Plastik – orodjar: priročnik. 2. dopolnjena izdaja. Velenje, Navodnik – kemijski inženiring: 574 str.

Pažek S. 2006. Uvedba nove proizvodne linije v podjetje CNC Pušnik. Diplomsko delo. Maribor, Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta: 62 str.

Pisk S., Globalna konkurenčnost. 2010.
<http://www.globalna-konkurencnost.si/> (7. feb. 2010)

Plastoform. 2002.
<http://www.plastoform.si/si/> (28. sept. 2010)

Poseidon. 2006. Priročnik za inštalacijo, uporabo in vzdrževanje – CMS Poseidon. Zogno (Poseidon): 456 str.

Renčelj A. 2004. Organizacija razvojno raziskovalnih dejavnosti. Mmagistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta: 95 str.

Resnik J. 2000. Tehnološko – tehnično projektiranje proizvodnih procesov v lesarstvu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 209 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Leonu Oblaku in recenzentu doc. dr. Jožetu Kropivšku za pomoč pri nastajanju diplomskega dela.

Neizmerno se zahvaljujem tudi vsem zaposlenim v podjetju Plastoform d.o.o., ker so mi omogočili nastajanje te diplomske naloge, še posebno Franciju Mlakarju, Pavlu Zupančiču, vsem ostalim tehnologom, Bojanu Janežiču, Metodu Redku in vsem ostalim, ki so mi kakorkoli pomagali glede diplomskega dela.

Zahvaljujem se svojim staršem Bojanu in Branki ter sestri Aleksandri za podporo in pomoč pri študiju, še posebej pa se zahvaljujem svoji ženi Katji in hčerki Gaji.

PRILOGE

Priloga 1: Anketa

Pozdravljeni!

Sem **Matej Janežič**, absolvent Biotehniške fakultete, Oddelek za lesarstvo. Sedaj pišem diplomsko nalogo z naslovom Analiza upravičenosti uvajanja nove linije za prototipne izdelke v podjetju Plastoform d.o.o., Tovarni plastičnih elementov Šmarjeta. Prosil bi Vas za pomoč. Želel bi, da v **ANONIMNI ANKETI** odgovorite na nekaj sledečih vprašanj, ki se nanašajo na novo in staro linijo za prototipne izdelke v Vašem podjetju. **Izbrani odgovor označite z drugo barvo.** Že vnaprej se Vam najlepše zahvaljujem. **Datum izpolnjevanja:**_____

1. vprašanje: Ali je bil po Vašem mnenju nakup CNC-stroja Poseidon ekonomsko in tehnološko upravičen?
DA, ekonomsko in tehnološko.
DA, ekonomsko.
DA, tehnološko.
NE.
Če želite, lahko napišete utemeljitev:

2. vprašanje: Ali sta bila po Vašem mnenju nakup CNC-stroja Poseidon in postavitev nove tehnologije v časovnem smislu prepozna?
DA
NE
Če želite, lahko napišete utemeljitev:

3. vprašanje: Ali bi bili po Vašem mnenju še konkurenčni na trgu tudi brez nakupa CNC –stroja Poseidon?
DA, vendar odvisno od razmer na slovenskem in evropskem trgu.
DA, vendar to drži le za kratko časovno obdobje.
DA, v vsakem primeru.
NE.
Če želite, lahko napišete utemeljitev:

4. vprašanje: Koliko ljudi v Vašem podjetju je usposobljenih za delo na CNC-stroju Poseidon?
 - a. 2
 - b. 4
 - c. 6
 - d. več, koliko:_____
5. vprašanje: Ali ste Vi eden izmed usposobljenih za delo na CNC-stroju Poseidon? Če ste, bi Vas prosil, da navedete tudi izobrazbo.
DA, izobrazba: _____
NE.

6. vprašanje: Ali menite, da je bil CNC-stroj Poseidon v obdobju dosedanjega obratovanja v Vašem podjetju dovolj izkoriščen?

DA, vendar bi bil lahko še bolj.

DA, v vsakem primeru.

NE, lahko bi ga dodatno izkoristili za nove tehnološke projekte, katere:

NE.

Če želite, lahko napišete utemeljitev:

-
7. vprašanje: Ali ste poznali staro linijo za prototipne izdelke, ki je vključevala modelne mizarje? Če DA, kakšne so po Vašem mnenju pozitivne in negativne lastnosti nove linije za prototipne izdelke?

DA, pozitivne lastnosti:

DA, negativne lastnosti:

NE.

Če želite, lahko napišete utemeljitev:

-
8. vprašanje: Kakšne so razlike v izdelanem modelu po stari in novi liniji? (Možnih je več odgovorov!)

- a) Jih ni.
- b) Izdelan model je po novi liniji mnogo bolj natančen glede zunanjih mer.
- c) Izdelan model je možno pri novi liniji primerjati glede natančnosti s 3D modelom.
- d) Z izdelanim modelom pri novi liniji je mnogo manj dela glede nadaljnje obdelave.
- e) Sledljivost dokumentacije med procesom obdelave izdelanega modela je velja in lažja.
- f) Drugo:

-
9. vprašanje: Model modelnega mizarja je bil votel, model CNC-stroja Poseidon pa je poln. Kaj pomeni to za izdelovanje ALU modela?

- a) Vlivanje ALU modela po izdelanem lesenem modelu CNC-stroja Poseidon je LAŽJE.
- b) Vlivanje ALU modela po izdelanem lesenem modelu CNC-stroja Poseidon je TEŽJE.
- c) Ni pomembnih razlik v vlivanju ALU modela.

Če želite, lahko napišete utemeljitev:

-
10. vprašanje: Kaj je po Vašem mnenju prinesla nova linija v smislu časovnega okvirja izdelave prototipnega izdelka?

Priloga 2: Izdelovalni časi CNC-stroja Poseidon za model obloga v kolesarnici (izpis je v obliki neskončnega traku)

ohisje_3_1_5

Joblist Report

Machine:

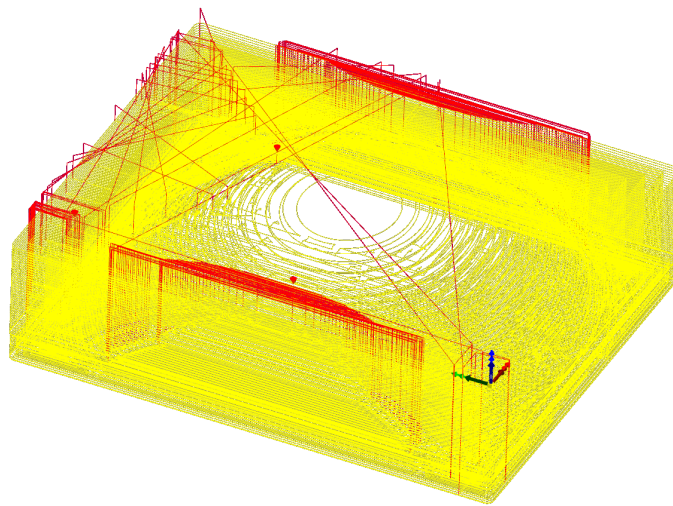
poseidon 3

Postprocessor:

S:\TRP\POSTPROCESOR\fanuc_18.oma

NC file:

C:\Documents and Settings\mlakar\Desktop\ORODJA\ohisje_3_1_5



Job **1** of 3: **1: T4 3D Z-Level Roughing**

Remarks OPERATION 1Endmill

POF c:/program files/open mind/hypermill/v9.7/pof/ohisje_3_1_5_1.POF

Tool **4 (End Mill)**

Diameter 22.0

Corner radius

Reference tip

Feedrates FX=70000 FZ=7000

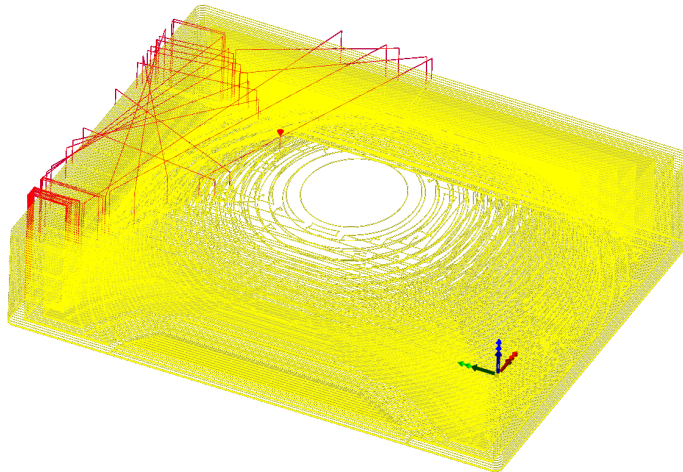
Spindle RPM 21000

Length / Time 670.11 / 00:10:45

Clearance plane 22.000

Clearance distance 5.000

Surface / Depth 0.000 / -150.000
Infeed XY / Z 18.700 / 4.000
Allowance 1.000



Job 2 of 3: **2: T1 3D Z-Level Roughing**

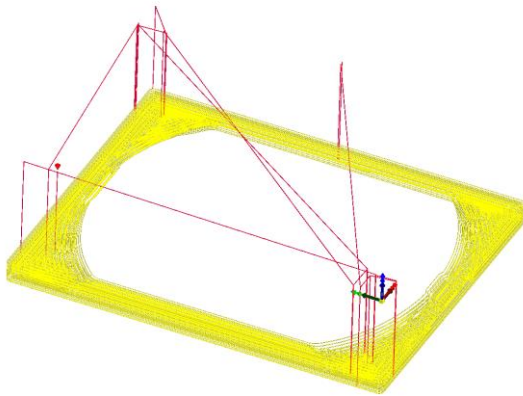
Remarks OPERATION 2Ballmill
POF c:/program files/open mind/hypermill/v9.7/pof/ohisje_3_1_5_2.POF

Tool **1 (Ball Mill)**
Diameter 20.0
Corner radius 10.0
Reference tip

Feedrates FX=60000 FZ=45000
Spindle RPM 21000

Length / Time 178.24 / 00:03:15

Clearance plane 22.000
Clearance distance 5.000
Surface / Depth -150.000 / -190.000
Infeed XY / Z 8.000 / 4.000
Allowance 1.000



Job 3 of 3: **3: T1 3D Z-Level Finishing**

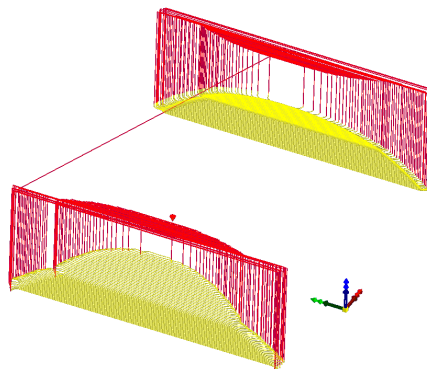
Remarks OPERATION 3Ballmill
 POF c:/program files/open mind/hypermill/v9.7/pof/ohisje_3_1_5_3.POF

Tool **1 (Ball Mill)**
 Diameter 20.0
 Corner radius 10.0
 Reference tip

Feedrates FX=60000 FZ=45000
 Spindle RPM 21000

Length / Time 106.58 / 00:04:02

Clearance plane 22.000
 Clearance distance 5.000
 Surface / Depth 0.000 / -190.000
 Infeed XY / Z / 2.000
 Allowance 0.000



Machine:

POSEIDON 5

Postprocessor:

S:\TRP\POSTPROCESOR\CMS_FANUC18i_VIII_04_06_07\CMS_FANUC18i_VIII.oma

NC file:

C:\Documents and Settings\mlakar\Desktop\ORODJA\ohisje_3_1_5_3

Job 1 of 2: 1: T10 3D Profile Finishing

Remarks OPERATION 1Ballmill

POF c:/program files/open mind/hypermill/v9.7/pof/ohisje_3_1_5_3_1.POF

Tool **10 (Ball Mill)**

Diameter 8.0

Corner radius 4.0

Reference tip

Feedrates FX=20000 FZ=2000

Spindle RPM 24000

Length / Time 23.58 / 00:01:11

Clearance plane 22.000

Clearance distance 5.000

Surface / Depth /

Infeed XY / Z 0.300 /

Allowance 0.000

Job 2 of 2: 2: T10 3D Profile Finishing

Remarks OPERATION 2Ballmill

POF c:/program files/open mind/hypermill/v9.7/pof/ohisje_3_1_5_3_2.POF

Tool **10 (Ball Mill)**

Diameter 8.0

Corner radius 4.0

Reference tip

Feedrates FX=20000 FZ=2000

Spindle RPM 24000

Length / Time 62.71 / 00:03:08

Clearance plane 500.000

Clearance distance 5.000

Surface / Depth 494.975 / 347.283

Infeed XY / Z 0.300 / 1000.000

Allowance 0.000

Machine:

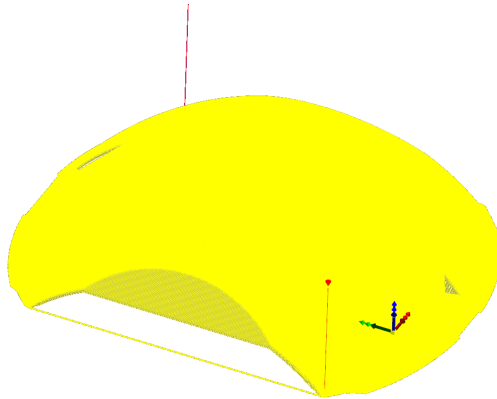
poseidon 3

Postprocessor:

S:\TRP\POSTPROCESSOR\fanuc_18.oma

NC file:

C:\Documents and Settings\mlakar\Desktop\ORODJA\ohisje_3_1_5_2



Job **1** of 1: **1: T5 3D Profile Finishing**

Remarks OPERATION 1Ballmill

POF c:/program files/open mind/hypermill/v9.7/pof/ohisje_3_1_5_2_1.POF

Tool **5 (Ball Mill)**

Diameter 16.0

Corner radius 8.0

Reference tip

Feedrates FX=70000 FZ=40000

Spindle RPM 23000

Length / Time 736.11 / 00:10:33

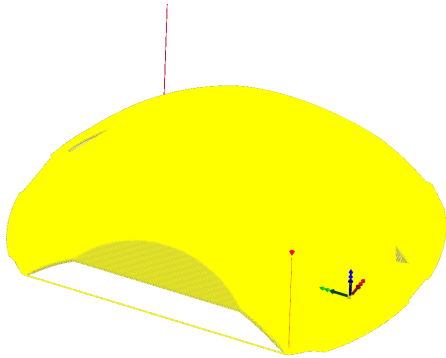
Clearance plane 22.000

Clearance distance 5.000

Surface / Depth /

Infeed XY / Z 0.500 /

Allowance 0.000



Machine: **poseidon 3**

Rapid feedrate

Type of tool change

Tool change time

Postprocessor S:\TRP\POSTPROCESSOR\fanuc_18.oma

	Type of movement	Path length[mm]	Time
3 jobs			
	G0	90417.30	00:04:31
	G1	745240.00	00:11:45
	G2/3	119272.00	00:01:46
	G4	0	00:00:00
	Tool changes	2	00:00:00
	Sum	954929.00	00:18:02

Job	Type of movement	Path length[mm]	Time
1 (1: T4 3D Z-Level Roughing) / T4 (D22.0) / FX70000 FZ7000			
	G0	14448.60	00:00:43
	G1	564628.00	00:08:43
	G2/3	91032.80	00:01:18
	G4	-	00:00:00
		670110.00	00:10:45

2 (2: T1 3D Z-Level Roughing) / T1 (D20.0) / FX60000 FZ45000

G0	8292.07	00:00:25
G1	141710.00	00:02:22
G2/3	28239.10	00:00:28

G4	-	00:00:00
----	---	----------

	178241.00	00:03:15
--	------------------	-----------------

3 (3: T1 3D Z-Level Finishing) / T1 (D20.0) / FX60000 FZ45000

G0	67676.60	00:03:23
G1	38901.80	00:00:39
G2/3	0.00	00:00:00
G4	-	00:00:00

	106578.00	00:04:02
--	------------------	-----------------

Tool	Jobs	Path length[mm]	Time
1 (Ball Mill, D20.0)	2	284819.00	00:07:17
4 (End Mill, D22.0)	1	670110.00	00:10:45

Machine: poseidon 3

Rapid feedrate

Type of tool change

Tool change time

Postprocessor S:\TRP\POSTPROCESOR\fanuc_18.oma

1 jobs	Type of movement	Path length[mm]	Time
	G0	355.70	00:00:01
	G1	735752.00	00:10:32
	G2/3	0.00	00:00:00
	G4	0	00:00:00
	Tool changes	1	00:00:00
	Sum	736108.00	00:10:33

Job	Type of movement	Path length[mm]	Time
1 (1: T5 3D Profile Finishing) / T5 (D16.0) / FX70000 FZ40000			
	G0	355.70	00:00:01
	G1	735752.00	00:10:32
	G2/3	0.00	00:00:00
	G4	-	00:00:00
		736108.00	00:10:33

Tool	Jobs	Path length[mm]	Time
5 (Ball Mill, D16.0)	1	736108.00	00:10:33

Machine: POSEIDON 5

Rapid feedrate

Type of tool change

Tool change time

Postprocessor

..... S:\TRP\POSTPROCESOR\CMS_FANUC18i_VIII_04_06_07\CMS_FANUC18i_VIII.oma

	Type of movement	Path length[mm]	Time
2 jobs			
	G0	923.48	00:00:03
	G1	85365.80	00:04:17
	G2/3	0.00	00:00:00
	G4	0	00:00:00
	Tool changes	1	00:00:00
	Sum	86289.30	00:04:19

Job	Type of movement	Path length[mm]	Time
1 (1: T10 3D Profile Finishing) / T10 (D8.0) / FX20000 FZ2000			
	G0	637.99	00:00:02
	G1	22939.00	00:01:09
	G2/3	0.00	00:00:00
	G4	-	00:00:00
		23577.00	00:01:11

2 (2: T10 3D Profile Finishing) / T10 (D8.0) / FX20000 FZ2000

	G0	285.50	00:00:01
	G1	62426.80	00:03:07
	G2/3	0.00	00:00:00
	G4	-	00:00:00
		62712.30	00:03:08

Tool	Jobs	Path length[mm]	Time
10 (Ball Mill, D8.0)	2	86289.30	00:04:19