

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Erik FATUR

**ANALIZA UPRAVIČENOSTI NAKUPA NOVE
TEHNOLOGIJE V PODJETJU JAVOR PIVKA D.D.,
PC POHIŠTVO**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2006

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Erik FATUR

**ANALIZA UPRAVIČENOSTI NAKUPA NOVE TEHNOLOGIJE V
PODJETJU JAVOR PIVKA D.D., PC POHIŠTVO**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**ANALYSIS OF PURCHASE ENTITLEMENT OF A NEW
TECHNOLOGY IN JAVOR PIVKA D.D. COMPANY, PC POHIŠTVO**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Analiza je bila opravljena v podjetju Javor Pivka d.d., PC Pohištvo.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela določil
doc. dr. Leona OBLAKA, za recenzenta pa doc. dr. Jožeta KROPIVŠKA.

Mentor: doc. dr. Leon OBLAK

Recenzent: doc. dr. Jože KROPIVŠEK

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Erik Fatur

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 65.011.4:684.432
KG	organizacija proizvodnje/CNC-stroji/stabilizacija dela/časi izdelave/ časi nastavitvev
AV	FATUR, Erik
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	2006
IN	ANALIZA UPRAVIČENOSTI NAKUPA NOVE TEHNOLOGIJE V PODJETJU JAVOR PIVKA D.D., PC POHIŠTVO
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
OP	VIII, 41 str., 40 pregl., 18 sl., 9 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Podjetja se soočajo z veliko konkurenco, ki vlada na tržišču. Če hoče podjetje še naprej obstajati in ustvarjati zelen dobiček, mora proizvajati konkurenčne izdelke; da pa bi to zagotovilo, mora med drugim vlagati sredstva tudi v razvoj proizvodnje. Zato so v podjetju Javor Pivka d.d., PC Pohišstvo kupili nove sodobne CNC-lesnoobdelovalne stroje. Da bi dokazali upravičenost nakupa, smo izvedli analizo časov izdelave stolov, potrebnega števila operacij za izdelavo določenega stola, časov nastavitvev strojev ter količine izmeta in izkoristka. Vzeli smo parametre starih in novih tehnoloških postopkov v strojnem oddelku tovarne ter jih medsebojno primerjali. Vsi parametri so temeljili na 8 predstavnikih proizvodnega programa; te smo skrbno izbrali, saj večje število preučevanih stolov ne bi prispevalo k natančnejši analizi. Opisali smo staro tehnologijo in z njo povezane probleme ter novo s CNC-stroji in njenimi prednostmi v proizvodnji. Rezultati analize so pričakovani in lahko rečemo, da je bil nakup upravičen.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Vs
DC	UDC 65.011.4:684.432
CX	work organization/CNC machines/work stabilization/product times/ time settings
AU	FATUR, Erik
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	2006
TI	ANALYSIS OF PURCHASE ENTITLEMENT OF A NEW TECHNOLOGY IN JAVOR PIVKA D.D. COMPANY, PC POHIŠTVO
DT	Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO	VIII, 41 p., 40 tab., 18 fig., 9 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	Nowadays companies meet with a large competition that rules on the market. If a company wants to still exist and create a desired profit, it must produce competitive products. To ensure that, it must invest means in the development of the production. That is why 'Javor Pivka d.d., PC Pohištvo' have decided to purchase the newest, contemporary CNC machines, which can assure this. In 'PC Pohištvo', analysis of purchase entitlement was performed. Times of making chairs, numbers of operations necessary for working out a certain chair, time settings of machines, amount of scraps, and utilization rates were all analysed. Parameters of old and new technological procedures in the factory machine department were taken, compared and mutually studied. All parameters based on 8 representatives of the production programme, which was chosen carefully. Namely, a larger number of studied chairs would not contribute to a better final quality analysis. The old technology with all its problems was described also, so was the new technology using CNC machines with its advantages. Results of the analysis were expected; therefore, we can say that the purchase was entitled.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
1.1 OPIS PROBLEMA	1
1.2 CILJ NALOGE	1
1.3 HIPOTEZE	1
2 SPLOŠNI DEL	2
2.1 PODJETJE NEKOČ	2
2.2 PODJETJE DANES	2
3 MATERIALI IN METODE	3
3.1 OPIS STARE IN NOVE TEHNOLOGIJE	3
3.1.1 Opis in problemi stare tehnologije	3
3.1.2 Opis nove tehnologije	5
3.1.2.1 Opis CNC-petosnih obdelovalnih strojev	5
3.1.2.2 Opis dvostranskih CNC-kopirnih rezkalnih strojev z brušenjem	9
3.2 PREDSTAVNIKI PROIZVODNEGA PROGRAMA	13
3.3 PRODUKTIVNOST DELA	16
4 REZULTATI	17
4.1 REZULTATI TEHNOLOŠKO-TEHNIČNIH ANALIZ STARE IN NOVE TEHNOLOGIJE	17
4.1.1 Analiza izdelavnih časov	17
4.1.2 Analiza števila operacij pri posameznih stolih	26
4.1.3 Analiza časov nastavitve strojev za posamezne stole	31
4.1.4 Količina izmeta in izkoristka	35
4.2 REZULTATI SOCIOLOŠKE ANALIZE UPRAVIČENOSTI OBRAVNAVANEGA NAKUPA	35
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	38
6 POVZETEK	40
7 VIRI	41
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Delovno območje CNC-petosnega obdelovalnega stroja, model IDEA	6
Preglednica 2: Delovno območje CNC petosnega obdelovalnega stroja, model IDEA 2	7
Preglednica 3: Moč agregatov	9
Preglednica 4: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela M-500	18
Preglednica 5: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela M-500	18
Preglednica 6: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela LUI 1	18
Preglednica 7: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela LUI 1	19
Preglednica 8: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela ICE K	19
Preglednica 9: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela ICE K	19
Preglednica 10: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela MIA 3	20
Preglednica 11: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela MIA 3	20
Preglednica 12: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela STAR	21
Preglednica 13: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela STAR	21
Preglednica 14: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela CESAR	22
Preglednica 15: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela CESAR	22
Preglednica 16: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela 655	23
Preglednica 17: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela 655	23
Preglednica 18: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela 676X	24
Preglednica 19: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela 676X	24
Preglednica 20: Časovni prihranek pri obdelavi 12000 stolov	25
Preglednica 21: Potreben čas za obdelavo 12000 stolov pred in po nakupu tehnologije	25

Preglednica 22: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela M-500	26
Preglednica 23: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela LUI 1	27
Preglednica 24: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela ICE K	27
Preglednica 25: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela MIA 3	28
Preglednica 26: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela STAR	28
Preglednica 27: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela CESAR	29
Preglednica 28: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela 655	29
Preglednica 29: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela 676X	30
Preglednica 30: Skupni pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku	30
Preglednica 31: Razlika časov nastavitve pri stolu modela M-500	32
Preglednica 32: Razlika časov nastavitve pri stolu modela LUI 1	32
Preglednica 33: Razlika časov nastavitve pri stolu modela ICE K	32
Preglednica 34: Razlika časov nastavitve pri stolu modela MIA 3	32
Preglednica 35: Razlika časov nastavitve pri stolu modela STAR	33
Preglednica 36: Razlika časov nastavitve pri stolu modela CESAR	33
Preglednica 37: Razlika časov nastavitve pri stolu modela 655	33
Preglednica 38: Razlika časov nastavitve pri stolu modela 676X	33
Preglednica 39: Skupni pregled časovnega prihranka, vsote vseh časov in povprečja časov zaradi nastavitve strojev	34
Preglednica 40: Prikaz potrebnega časa za nastavitve strojev pred in po nakupu tehnologije	34

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Tloris strojnega oddelka pred posodobitvijo	4
Slika 2: CNC-petosni obdelovalni stroj, model IDEA	6
Slika 3: CNC-obdelovalna glava, modela IDEA	7
Slika 4: CNC-petosni obdelovalni stroj, model IDEA 2	8
Slika 5: Obdelovalni mizi na CNC-petosnem obdelovalnem stroju, modela IDEA 2	8
Slika 6: Dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj	10
Slika 7: Obdelovalne glave na dvostranskem CNC-kopirnem rezkalnem stroju	10
Slika 8: Dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj	11
Slika 9: Tloris posodobljenega strojnega oddelka	12
Slika 10: Stol M-500	14
Slika 11: Stol LUI 1	14
Slika 12: Stol ICE K	14
Slika 13: Stol MIA 3	14
Slika 14: Stol STAR	15
Slika 15: Stol CESAR	15
Slika 16: Stol 655	15
Slika 17: Stol 676X	15
Slika 18: Rezultati vprašalnika	36

1 UVOD

1.1 OPIS PROBLEMA

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 zelen dobiček. Strategija podjetja Javor Pivka d.d. je stalno razvijanje novih in zahtevnih izdelkov, saj le-ti dosegajo visoko vrednost na trgu. Te izdelke pa je mogoče učinkovito proizvesti le s sodobnimi tehnologijami.

Prav to je pestilo Javor Pivka d.d., PC Pohišstvo, saj ni imelo ustrezne in učinkovite sodobne tehnologije, za izdelavo visoko zahtevnih in sodobnih izdelkov. Podjetje na trgu ni bilo več kompetitivno, posledično je začelo izgubljati ugled in zahtevne tuje kupce.

Problemi so se začeli kazati v predolгих časih izdelave izdelkov ter v nezmožnosti izdelave zahtevnejših in kakovostnejših izdelkov.

1.2 CILJ NALOGE

Cilj naloge je ugotoviti razlike med tehnologijo pred posodobitvijo in tehnologijo po posodobitvi. Nova tehnologija je namreč že kupljena in obratuje. To pomeni, da je potrebno dokazati upravičenost nakupa s tehnološko-tehničnega vidika. Zato pa je potrebno analizirati izdelavne čase določenih izdelkov glede na različni tehnologiji in ugotoviti razliko v številu operacij, ki so posledica združevanja operacij, če do njih seveda prihaja. Ugotoviti je potrebno tudi razlike v časih nastavitve strojev med postopkoma in morebitno zmanjšanje porabe lesa kot posledico uvajanja nove tehnologije.

1.3 HIPOTEZE

Pričakujemo, da je posodobljena tehnologija določene probleme v proizvodnji odpravila in je z vidika analiziranih kriterijev učinkovitejša in uspešnejša v primerjavi s staro tehnologijo. Tako je bil s tehnološko-tehničnega vidika nakup upravičen in smotrni. S tem mislimo na skrajšanje izdelavnih časov izdelkov, povečanje proizvodnih zmogljivosti in nenazadnje povečanje natančnosti obdelave in izdelava zahtevnih izdelkov, ki jih prej zaradi zastarele in neprimerne tehnologije ni bilo moč izdelati.

2 SPLOŠNI DEL

2.1 PODJETJE NEKOČ

Podjetje Javor Pivka d.d. ima na Slovenskem dolgo in ugledno tradicijo. Leta 1954 se je sedaj poimenovanemu podjetju Javor Pivka d.d. priključil obrat z žago na Baču, leta 1956 pa so na Baču pričeli s proizvodnjo stolov iz masivnega lesa. Stoli so bili sprva namenjeni le takratnemu domačemu tržišču. S povečevanjem kakovosti in zmogljivosti, so se začeli izdelki uveljavljati tudi zunaj takratnih meja, na tujih trgih. Z vse večjim povpraševanjem po tovrstnih izdelkih se je povečal tudi obseg proizvodnje, kar je vodilo v posodabljanje tehnologije in v kontinuiran razvoj novih modelov stolov in garnitur. Posledično se je pojavila težnja po novih prostorskih kapacitetah. Leta 1967 in 1968 so v stolarni Bač, sedanjem PC Pohištvu, zgradili novo tovarno, ki obratuje še danes. V podjetju se je vedno proizvajala velika večina izdelkov iz masivnega lesa, nekaj izdelkov pa tudi iz lameliranega lesa; večina izdelkov iz lameliranega lesa se proizvaja na oddelku v Pivki. Proizvodnja izdelkov iz masivnega lesa ima daljšo tradicijo, kot izdelava stolov iz lameliranega lesa (Javor Pivka d.d. ... , 2006).

2.2 PODJETJE DANES

Zaradi enotnega nastopa na trgu, večje prepoznavnosti in izpostavljanja odlik Javorovega pohištva ter izkoriščanja vseh učinkov pri razvoju izdelkov in posodabljanju tehnologije se je proizvodnja pohištva iz masivnega in lameliranega lesa združila v profitni center Pohištvu, tj. PC Pohištvu, trži pa se pod skupno blagovno znamko Pohištvu Javor. Le-ta združuje štiri programe stolov in miz. Vsak program je drugače poimenovan ter zastavljen, in sicer program Ritual (garniture iz masivnega in lameliranega lesa, ki so primerne za opremo kuhinj in jedilnic), program Ritem (za opremo gostinskih lokalov, restavracij, pubov, bistrojev, barov ipd.), program Cotract (za opremo raznih objektov, kot so dvorane, bolnišnice, domovi za starejše, cerkve, šole, pisarniški prostori in vrtci) ter program Prestige (za opremo reprezentančnih prostorov in starejših objektov). Pomemben delež pa v obravnavanem podjetju predstavljajo še obdelani in neobdelani sedeži in nasloni ter ukrivljeni elementi iz vezanega lesa. Finalna proizvodnja je eden od nosilcev rasti in razvoja podjetja (Javor Pivka d.d. ... , 2006).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 OPIS STARE IN NOVE TEHNOLOGIJE

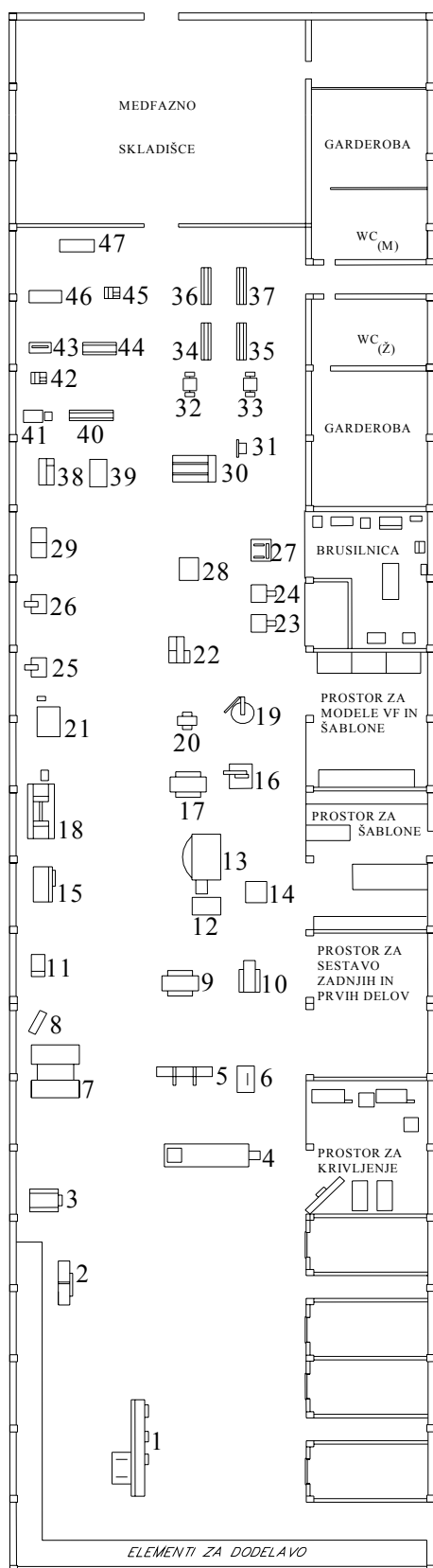
3.1.1 Opis in problemi stare tehnologije

Stara tehnologija v podjetju je bila zastarela in ni bila več primerna za izdelovanje sodobnih in vse bolj zahtevnih izdelkov za zadovoljevanje vse bolj zahtevnih kupcev. Postavitev in vrsta tehnologije je bila primerna za velikoserijsko proizvodnjo in posledično je bila nefleksibilna.

Zahtevana natančnost pri izdelavi izdelka ni bila zadovoljiva oz. se jo je s staro tehnologijo težko dosegalo, predvsem pri določeni vrsti stolov, ki so tehnološko zahtevni in sestavljeni iz velikega števila elementov; in ravno takšnih izdelkov je vedno več.

Pri stari tehnologiji je prihajalo do odstopanj med serijami v natančnosti izdelave. Pri tem nastane problem ponovljivosti serije; isti elementi istega stola namreč niso enaki ter jih ni mogoče uporabiti v naslednji seriji, ko se izdelava večje število elementov, kot pa je dejansko naročena velikost serije, saj mora biti določeno število stolov vedno na zalogi.

Količina različnih modelov stolov je začela naraščati, časi naročil so se začeli krajšati, tehnologija pa tega ni več prenesla, tudi zaradi predolгих časov izdelave in nastavitvev. To je prihajalo vse bolj do izraza ravno zato, ker se velikosti serije zmanjšujejo in je delež časa nastavitvev stroja zavzemal vedno večji časovni delež v celotnem izdelavnem času določenega izdelka. Iz tega sledi, da je začela proizvodna kapaciteta upadati tudi na račun nastavitvev strojev. Časi nastavitvev strojev so bili dolgi oz. neprimerni za maloserijska naročila, ki pa seveda vedno bolj predstavljajo glavnino naročil v podjetju. To je sedaj tudi globalni trend in se ne pojavlja samo v našem primeru. To pomeni, da je čas, ki so ga porabili delavci za nastavitvev stroja, menjavo orodja in preizkus, predolg. Problem pri nastavitvah strojev ni samo časovne narave, temveč gre tudi za vprašanje kakovosti nastavitvev stroja, kar je seveda odvisno od dejavnika, kot je človeški faktor, in nenazadnje tudi za samo kakovost in s tem povezano iztrošenost stroja.



Imena strojev po pozicijah:

1. Štiristranski skobeljni stroj
2. Poravnalni skobeljni stroj
3. Debelinski skobeljni stroj
4. Stiskalnica za globoki vlek
5. Formatni krožni žagalni stroj
6. Mizni krožni žagalni stroj
7. Stružilni stroj in brusilnik
8. Čelilni stroj
9. Kotni vrtalni stroj
10. Večvretenski oscilni stroj
11. Stroj za brušenje koncev nog
12. Brusilni agregat
13. Veliki kopirni rezkalni stroj
14. Mizni rezkalni stroj
15. Stroj za izdelavo čepov
16. Tračni žagalni stroj
17. Kotni vrtalni stroj
18. Dvostranski stroj za izdelavo čepov
19. Mali kopirni rezkalni stroj
20. Oscilni vrtalni stroj
21. Kombinirani rezkalni stroj
22. Mizni rezkalni stroj
23. Nadmizni rezkalni stroj
24. Nadmizni rezkalni stroj
25. Nadmizni rezkalni stroj
26. Nadmizni rezkalni stroj
27. Večvretenski vertikalni vrtalni stroj
28. Mizni rezkalni stroj
29. Dvojni mizni rezkalni stroj
30. Kontaktni brusilni stroj
31. Kolutni brusilni stroj
32. Krtačni brusilni stroj
33. Krtačni brusilni stroj
34. Tračni brusilni stroj
35. Tračni brusilni stroj
36. Tračni brusilni stroj
37. Tračni brusilni stroj
38. Pasni brusilni stroj
39. Brusilni stroj
40. Tračni brusilni stroj
41. Stroj za brušenje krivin
42. Stroj za brušenje okroglih profilov
43. Brusilni bobn
44. Orbitalni brusilni bobn
45. Orbitalni brusilni bobn
46. Vertikalni brusilni stroj
47. Vertikalni brusilni stroj

Slika 1: Tloris strojnega oddelka pred posodobitvijo

Na sliki 1 je prikazana razmestitev strojev pred posodobitvijo strojnega oddelka. Ugotovimo lahko, da nekateri stroji, ki so na sliki, niso več primerni za današnji čas, saj vidimo tehnologijo, ki je primerna za izdelovanje velikih serij. Podjetje, ki želi izdelovati konkurenčne izdelke mora, težiti k združevanju in poenostavljanju dela v proizvodnji. Tega pa stroji za izdelovanje velikih serij niso bili sposobni.

3.1.2 Opis nove tehnologije

V podjetju so se odločili za nakup dveh CNC-petosnih obdelovalnih strojev in dveh dvostranskih CNC-kopirnih rezkalnih strojev. Ti naj bi odpravili večino problemov, s katerimi se stara tehnologija ni mogla soočiti. Nova oz. posodobljena tehnologija ima skupne točke s staro tehnologijo. To pomeni vključevanje strojev iz prejšnje tehnologije tudi v sedanje tehnološke postopke, saj sama narava obdelave in izdelave izdelkov ne dopušča, da bi celotno proizvodnjo v strojnem oddelku preusmerili na nove stroje, in tudi vsi programi za CNC-obdelovalne stroje niso še izdelani. Programi za obdelavo se izdelujejo v CAD/CAM-računalniških programih.

3.1.2.1 Opis CNC-petosnih obdelovalnih strojev

CNC-petosna obdelovalna stroja (modela IDEA in IDEA 2; razlika med njima je le v dolžini obdelovalne mize, ki je v primeru modela IDEA 2 daljša) italijanskega proizvajalca Balestrini uporabljata za obdelavo elementov, kar štiri obdelovalna orodja. Obdelovalna enota je model LS 44 s štirimi neodvisnimi obdelovalnimi agregati (7,4 kW). Število vrtljajev je mogoče doseči do 18.000/min, z različnimi modifikacijami pa tudi do 24.000/min. Možnih variant uporabljenih orodij je veliko, kot tudi vrsta različnih obdelav (rezkanje, vrtanje, dolbenje ipd.). V enoto lahko vpenjamo različne vrtalne enote, dolžine do 110 mm, rezkalne glave ter tudi krožne žagne liste do premera 180 mm, glede na zahtevano vrsto in kakovost obdelave. Trdna konstrukcija stroja je sestavljena iz fiksnega mostu ter obdelovalne enote. Stroj ima dve obdelovalni mizi, kar omogoča neprekinjeno obdelavo elementov. Mizi sta vsaka zase nastavljivi v X- oz. U-smeri. Nad njima pa se prek mostu v Y- in Z-smeri pomika obdelovalna glava, sama glava pa je vodljiva še v A- in C- ravnini oz. osi. Iz tega sledi, da je obdelava na stroju mogoča v petih oseh. Gibanje obdelovalne enote se izvaja preko drsnih vodil, kjer se nahajajo tudi čistilne krtače. Hitrost pomika v določeni smeri je za X- in Z-os do 90 m/min, za smer Y pa do 65 m/min. Medtem ko se na aktivni mizi element obdeluje, se na mirujoči mizi pripravi obdelovanec za obdelavo. Tako imamo skoraj izključno samo efektivni čas obdelave, seveda če zanemarimo potreben potovalni čas, ki pa je le nekaj sekund (s). To je čas, ki ga miza potrebuje, da prepotuje razdaljo od mirujočega stanja k obdelovalnemu orodju.

Dimenzije modela stroja IDEA so $3300 \times 2550 \times 3200$ mm, pri stroju modela IDEA 2 pa $4150 \times 2550 \times 3200$ mm. Model IDEA 2 ima to prednost, da ima daljši mizi in s tem je omogočena obdelava daljših elementov (npr. obdelava nog za barske stole) kot pa na stroju

modela IDEA. Delovno območje stroja IDEA je prikazano v preglednici 1, delovno območje stroja IDEA 2 pa v preglednici 2.

Preglednica 1: Delovno območje CNC-petosnega obdelovalnega stroja, modela IDEA

smer osi	delovno območje
hod osi X in U	1500 mm
hod osi Y	1600 mm
hod osi Z	700 mm
hod osi A	neomejeno
hod osi C	400° (+/-200)



Slika 2: CNC-petosni obdelovalni stroj, model IDEA

Slika 2 prikazuje stroj model IDEA, kjer je razvidna dolžina mize, ki je krajša kot pri modelu IDEA 2. Na sliki je vidna tudi omarica z računalnikom, kjer se nastavlja vse potrebne parametre, ki zadevajo trenutno obdelavo na stroju. Na tem računalniku so izvedljivi tudi manjši popravki že predhodno izdelanega programa, kar je tudi prednost, saj se pogosto pojavljajo nepredvideni problemi.



Slika 3: CNC-obdelovalna glava, modela IDEA

Slika 3 prikazuje obdelovalno enoto z obdelovalnimi orodji, ki se lahko pomika v Y-, Z-, A- in C-ravnini. V X- oz. U-ravnini pa se pomika sama miza. Obdelovalna enota na sliki je trenutno v mirujočem stanju. Ker ima stroj dve mizi, označujemo levo mizo miza 1, ki se pomika po osi X, desno mizo pa označujemo miza 2 in se pomika v smeri U, kar pomeni isto kot os X.

Preglednica 2: Delovno območje CNC-petosnega obdelovalnega stroja, modela IDEA 2

smer osi	delovno območje
hod osi X in U	1800 mm
hod osi Y	1600 mm
hod osi Z	700 mm
hod osi A	neomejeno
hod osi C	400° (+/-200)

Iz preglednice 2 je razvidno delovno območje stroja modela IDEA 2, ki je večje, kot pri modelu IDEA. Dolžina je razvidna tudi iz slike 4, še boljšo primerjavo pa dobimo, če med seboj primerjamo sliko 2 in sliko 4, kjer sta prikazana oba stroja.



Slika 4: CNC-petosni obdelovalni stroj, model IDEA 2

Na sliki 4, kjer vidimo stroj model IDEA 2, vidimo dolžino mize, ki je daljša kot pa pri stroju model IDEA, ki je prikazan na sliki 2.



Slika 5: Obdelovalni mizi na CNC-petosnem obdelovalnem stroju, modela IDEA 2

Na sliki 5 vidimo stroj model IDEA 2, z dvema pomičnima mizama, na katerih sta nameščeni šabloni. Leva miza (miza 1) se med obdelavo pomika v X-smeri, desna miza

(miza 2) pa v U-(X)-smeri. Iz slike sta lepo razvidni pomični pregradi (rumene barve), ki se po vstopu miz v zaščitno ohišje stroja zapreta. Tako delavec med obdelavo ne more priti v stik z obdelujočim orodjem, s tem pa so odpravljene možnosti poškodb delavca.

3.1.2.2 Opis dvostranskih CNC-kopirnih rezkalnih strojev z brušenjem

Dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj (model FC-8/2500), italijanskega proizvajalca Bacci (na podjetju so se odločili za nakup dveh takšnih strojev), ima osem obdelovalnih glav. Štiri glave so rezkalne, štiri glave pa v naši situaciji izvajajo brušenje.

Stroj omogoča izredno hiter pomik mize z avtomatsko kontrolo pomika in zagotavlja popolno izdelavo željenega profila, maksimalen nivo končne obdelave ter neprimerljivo višje proizvodne kapacitete v primerjavi s klasičnimi kopirnimi rezkalnimi stroji. Stroj ima maksimalno delovno dolžino 2500 mm, maksimalno delovno širino z zaokroževanjem 500 mm, maksimalno delovno višino 180 mm, maksimalni pomik delovne mize 30 m/min, vračanje delovne mize s hitrostjo 100 m/min ter z obrati vreten do 8600/min. Moč agregatov je prikazana v preglednici 3 in velja za oba CNC-stroja enako.

Preglednica 3: Moč agregatov

tip agregata	moč agregatov [kW]
1 + 1 agregat za rezkanje	11 + 11
1 + 1 agregat za rezkanje	7,5 + 7,5
1 + 1 agregat za rezkanje ali brušenje	4,5/3,3 + 4,5/3,3
1 + 1 agregat za brušenje	3 + 3

Tako poznamo pri tem stroju grobo in fino obdelavo z brušenjem, kjer že po naravi tehnologije pridemo do ugotovitve, da se eliminira določeno število delovnih operacij v nadaljnji obdelavi.

K obdelovalnim orodjem elementi pripotujejo na obdelovalni mizi, kjer jih predhodno hidravlični pritiskači fiksirajo na šablono. Število obdelovanih elementov je odvisno predvsem od dolžine elementov in obdelovalnih sil pri obdelavi. To število se sicer giblje od dveh, v nekaterih primerih pa lahko tudi do osmih elementov.



Slika 6: Dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj

Na sliki 6 vidimo dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj, ki je na sliki 9 prikazan na poziciji 1. Na sliki vidimo pripravljene neobdelane elemente zadnje noge stola, ki so postavljeni na paleto pred strojem. Na desni stojki pred strojem pa so že obdelani elementi zadnje noge stola.



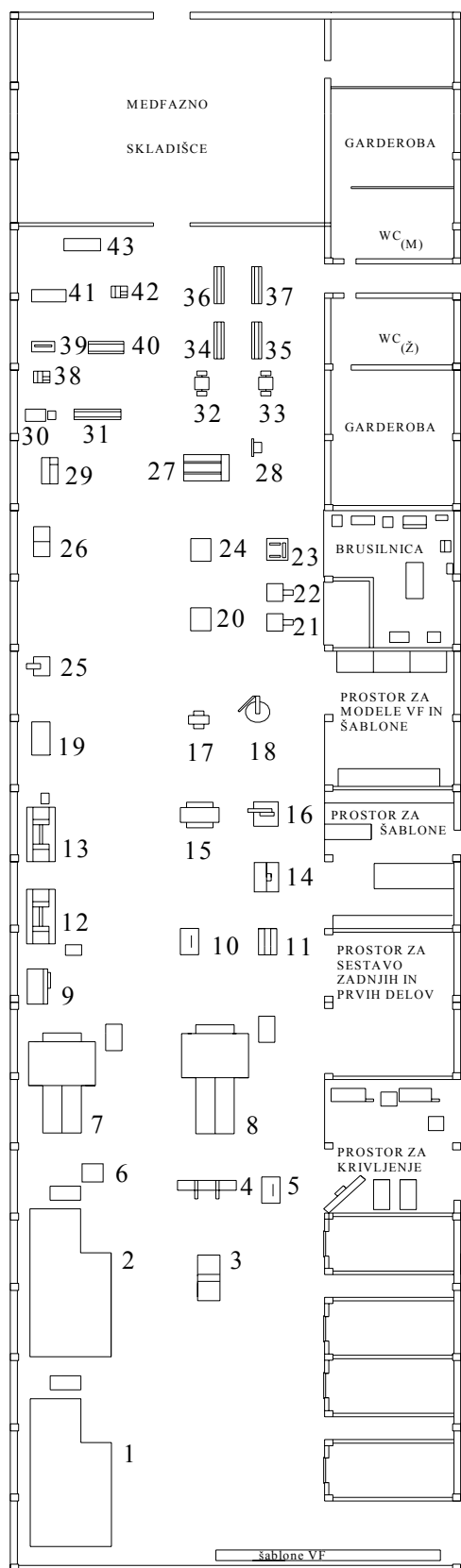
Slika 7: Obdelovalne glave na dvostranskem CNC-kopirnem rezkalnem stroju

Na sliki 7 vidimo osem obdelovalnih glav. Štiri glave so rezkalne, štiri pa brusilne. V ozadju je vidna pomična miza.



Slika 8: Dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj

Na sliki 8 vidimo dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj, ki je na sliki 9 prikazan na poziciji 2. Na levi paleti pred strojem vidimo še neobdelane elemente zadnje noge stola, na desni paleti pa že obdelane elemente zadnje noge stola. V odprtini ohišja stroja, ki je vidna, je pomična miza s šablono, na katero postavimo obdelovanec, hidravlični pritiskači pa obdelovanec fiksirajo na šablono. Nato se pomična pregrada zapre in pomična miza se pomakne k obdelovalnim orodjem (leva stran stroja). Delavec tako nima stika z obdelujočim orodjem.



Imena strojev po pozicijah:

1. Dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj
2. Dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj
3. Debelinski skobeljni stroj
4. Formatni krožni žagalni stroj
5. Krožni žagalni stroj
6. Stroj za poravnavanje robov stolov
7. CNC-petosni obdelovalni stroj
8. CNC-petosni obdelovalni stroj
9. Stroj za izdelavo čepov
10. Krožni žagalni stroj
11. Večvretenski vrtalni stroj
12. Stroj za izdelavo čepov
13. Stroj za izdelavo čepov
14. Mizni rezkalni stroj
15. Kotni vrtalni stroj
16. Tračni žagalni stroj
17. Horizontalni vrtalni stroj
18. Mali kopirni rezkalni stroj
19. Kombinirani mizarski stroj
20. Kombinirani lesnoobdelovalni stroj
21. Nadmizni rezkalni stroj
22. Nadmizni rezkalni stroj
23. Večvretenski vertikalni vrtalni stroj
24. Mizni rezkalni stroj
25. Nadmizni rezkalni stroj
26. Dvojni mizni rezkalni stroj
27. Kontaktni brusilni stroj
28. Kolutni brusilni stroj
29. Pasni brusilni stroj z dvema valjema
30. Brusilni bobn
31. Pasni brusilni stroj z enim valjem
32. Krtačni brusilni stroj
33. Krtačni brusilni stroj
34. Pasni brusilni stroj z enim valjem
35. Pasni brusilni stroj z enim valjem
36. Pasni brusilni stroj z enim valjem
37. Pasni brusilni stroj z enim valjem
38. Pokončni pasni brusilni stroj
39. Brusilni stroj za noge
40. Valjasti brusilni bobn
41. Horizontalni pasni brusilni stroj
42. Pokončni pasni brusilni stroj
43. Horizontalni pasni brusilni stroj

Slika 9: Tloris posodobljenega strojnega oddelka

Na sliki 9 je prikazana razmestitev strojev v posodobljenem strojnem oddelku. CNC-stroji, ki so nova pridobitev strojnega oddelka, so prikazani na pozicijah 1 (dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj, FC-8/2500), 2 (dvostranski CNC-kopirni rezkalni stroj, FC-8/2500), 7 (CNC-petosni obdelovalni stroj, IDEA) in 8 (CNC-petosni obdelovalni stroj, IDEA 2). Če primerjamo sliki 1 in 9, že na prvi pogled opazimo, da je sedanja proizvodnja mnogo preglednejša v primerjavi s staro proizvodnjo. Iz proizvodnje so izvzeti tudi nekateri stroji, ki ne spadajo v sodobno proizvodnjo, kot sta na primer veliki kopirni rezkar in stružilni stroj.

3.2 PREDSTAVNIKI PROIZVODNEGA PROGRAMA

Zaradi širokega proizvodnega programa, smo se odločili, da bodo vsi izračuni in prikazi v tej analizi temeljili na izbranih izdelkih, t.i. predstavnikih proizvodnega programa. Izračuni vseh izdelkov v podjetju bi bili težavni, časovno potratni in ne bi prispevali k večji natančnosti analize. Tako smo se odločili za osem predstavnikov proizvodnega programa. Za izbrane stole smo se odločili, ker v realnosti predstavljajo glavnino naročil, t.j. 40 do 50 % naročil na mesečni ali letni ravni. Izbrani stoli spadajo med novejši stole v podjetju in se jih v podjetju uporablja za razna planiranja. Med izbranimi stoli so takšni, za katere bi želeli, da bi se jih v podjetju proizvajalo vedno več. To sta predvsem stola 655 in 676X, zato težimo k razvoju le-teh.

Izdelki oz. stoli, ki smo jih izbrali:

1. Stol M-500.
2. Stol LUI 1.
3. Stol ICE K.
4. Stol MIA 3.
5. Stol STAR.
6. Stol CESAR.
7. Stol 655.
8. Stol 676X.

Med izbrane izdelke so zajeti stoli, ki so zahtevnejši za izdelavo, in tisti, katerih izdelava je preprostejša; stoli, ki so sestavljeni iz velikega števila elementov in tisti, ki so sestavljeni iz majhnega števila elementov. Med preprostejše stole spadata stol M-500 in stol LUI 1, med zahtevnejše stole za izdelavo pa stol 655 in stol 676X. Tako različne izdelke smo izbrali tudi zato, da bi dobili čim bolj stvaren rezultat.

Stoli, ki so predmet analize, so prikazani na slikah 10 do 17. Stoli na fotografijah niso popolni, ker se v nekaterih primerih ne proizvajajo vsi elementi stola. To je odvisno od naročila kupca.



Slika 10: Stol M-500



Slika 11: Stol LUI 1



Slika 12: Stol ICE K



Slika 13: Stol MIA 3



Slika 14: Stol STAR



Slika 15: Stol CESAR



Slika 16: Stol 655



Slika 17: Stol 676X

3.3 PRODUKTIVNOST DELA

Produktivnost dela je opredeljena kot razmerje med proizvedeno količino proizvodov ali storitev in zanje vloženim delovnim časom (Žnidaršič-Kranjc, 1995: str. 205):

$$P = Q/L \quad \dots (1)$$

Enačba 1 nam pove količino produkta, ki odpade na enoto delovnega časa v določenem obdobju. Če se razmerje poveča, se poveča produkt na enoto časa in s tem produktivnost dela (Žnidaršič-Kranjc, 1995).

Da pa bi ugotovili in dobili odgovor, ali je dosežena produktivnost zadovoljiva ali ne, moramo primerjati koeficiente produktivnosti. Tako primerjamo koeficient produktivnosti dela v tekočem razdobju s koeficientom v predhodnem razdobju, ki ga imenujemo bazno razdobje. Razmerje navedenih dveh koeficientov, pomnožimo s 100 in dobimo indeks produktivnosti dela (Žnidaršič-Kranjc, 1995):

$$IP = P_1/P_0 \times 100 \quad \dots (2)$$

Če je indeks 100 pomeni, da sta koeficienta produktivnosti v obeh razdobjih enaka. Indeks nad 100 pomeni, da je produktivnost dela v tekočem razdobju večja od produktivnosti dela v baznem razdobju. Indeks pod 100 pa pomeni, da je produktivnost v tekočem razdobju manjša od produktivnosti v baznem razdobju (Žnidaršič-Kranjc, 1995: str. 207).

Rezultati časov obdelav oz. izdelav stolov v strojnem oddelku bodo v pomoč pri izračunih produktivnosti dela. Tako bomo ugotovili ali se je produktivnost dela povečala, ostala ista, ali se je zmanjšala.

4 REZULTATI

4.1 REZULTATI TEHNOLOŠKO-TEHNIČNIH ANALIZ STARE IN NOVE TEHNOLOGIJE

4.1.1 Analiza izdelavnih časov

Tehnološki postopek je popis ali bolje predpis delovnih, transportnih in manipulativnih operacij, ki zagotovijo izdelavo nekega polizdelka ali izdelka ob zahtevani količini in kakovosti ter ob najnižjih stroških (Resnik, 2000: str. 120).

V podjetju ravno zaradi nakupa CNC-obdelovalnih strojev pričakujemo, da se bodo tehnološki postopki s časovnega vidika skrajšali, kar pomeni, da se čas skrajša od začetne do končne operacije in pri tem dobimo čim manj sprememb poti gibanja izdelka v proizvodnji, kar privede do pričakovanih koristi in poenostavljanja dela.

Ideja poenostavljanja dela je poiskati ustrezne načine, kako zmanjšati porabo dela in druge vire, ki se pri tem uporabljajo (Figurić, 1987, cit. po Kovač, 1989).

Nenazadnje poenostavljanje dela in združevanje dela na sodobnih CNC-strojih doprinese k večji varnosti v primerjavi s starimi konvencionalnimi stroji, saj način strojne obdelave temelji na drugačnih principih dela, to pa pomeni, da delavec ne prihaja v stik z obdelovancem, ko se le-ta obdeluje, zato je izključena potencialna možnost stika delavca z obdelujočim orodjem.

V izračunih smo zaradi preglednosti izključili čase parjenja in krivljenja ter čase raznih del pri posameznih elementih. Z vključitvijo teh časov ne bi pridobili verodostojnejše celotne slike teh izračunov, temveč bi z vključitvijo teh časov zameglili izračune. Te operacije ne vplivajo na ostale operacije pri strojno obdelavi elementov. Tako so v izračunih zajeti samo podatki strojne obdelave lesa v strojnem oddelku (slika 9), brez parjenja in krivljenja elementov ter raznih drugih del.

Značilnosti sodobnih tehnoloških procesov v lesni industriji so predvsem naslednje:

- vključevanje mikroprocesorjev in računalnikov v zaključene tehnologije ali njihove faze;
- načrtovanje, krmiljenje in nadziranje tehnoloških postopkov prevzemajo v vse večjem obsegu računalniki in mikroprocesorji;
- z veliko stopnjo mehanizacije je zelo zmanjšano težko in nevarno fizično delo;
- sodobne tehnološke metode poteka, organizacije in vodenja proizvodnje, zmanjšujejo vpliv subjektivnega dejavnika na proizvodni proces;
- dosežen je velik napredek v sredstvih dela in drugih tehničnih sredstvih proizvodnega procesa;
- velik napredek v kakovosti dela strojev;
- napredek v poznavanju in kontroli biološkega procesa;

- v proizvodnjo so uvedena številna novo razvita in visoko produktivana proizvodna sredstva (Resnik, 2000: str. 120).

Preglednica 4: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela M-500

element	postopek	
	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
	čas [min]	čas [min]
noge	13,04	9,70
spodnja vez	4,44	4,44
mostišče	2,00	2,00
sedež	9,00	9,00
skupni čas	28,48	25,14
razlika časov	3,34	

Iz preglednice 4 je razvidno časovno trajanje starega in novega tehnološkega postopka. Izračun je narejen za en stol modela M-500. Razlika je očitna, in sicer znaša 3,34 minute v prid novega tehnološkega postopka pri enem stolu. Do razlike pride samo pri izdelavi noge, ker se izvaja na dvostranskem CNC-kopirnem rezkarju, drugi elementi pa se še vedno izvajajo po starem tehnološkem postopku.

Preglednica 5: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela M-500

postopek	skupni čas za izdelavo 1500 stolov [h]	prihranek [h]
stari tehnološki postopek	$28,48 \times 1500/60 = 712,0$	83,5
novi tehnološki postopek	$25,14 \times 1500/60 = 628,5$	

Preglednica 5 nazorno prikaže, koliko je časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov. Prihranek znaša 83,5 ure, kar znaša 10,5 delovne izmene.

Preglednica 6: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela LUI 1

element	postopek	
	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
	čas [min]	čas [min]
zadnja noga	9,63	8,34
prednja noga	6,13	4,99
mostišče	2,73	2,73
naslon	8,62	9,35
skupni čas	27,11	25,41
razlika časov	1,70	

Preglednica 6 prikazuje čase izdelave posameznih elementov stola modela LUI 1 po starem in po novem tehnološkem postopku. Razvidno je, da se je čas izdelave celotnega stola skrajšal, ker se zadnji in prednji nogi stola LUI 1 obdelujeta na dvostranskem CNC-kopirnem rezkarju, mostišče pa še po starem tehnološkem postopku. Tudi naslon se po novem tehnološkem postopku obdeluje na CNC-stroju, vendar je prišlo do podaljšanja časa obdelave v korist kakovosti obdelave in števila operacij. Čas za izdelavo enega stola se je skrajšal za 1,7 minute. Stol je sestavljen iz majhnega števila elementov.

Preglednica 7: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela LUI 1

postopek	skupni čas za izdelavo 1500 stolov [h]	prihranek [h]
stari tehnološki postopek	$27,11 \times 1500/60 = 677,8$	42,5
novi tehnološki postopek	$25,41 \times 1500/60 = 635,3$	

Izračun v preglednici 7 nam pove, da imamo pri izdelavi 1500 stolov modela LUI 1 42,5 ure oz. 5,3 delovne izmene prihranka.

Preglednica 8: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela ICE K

	postopek	
	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
	čas [min]	čas [min]
element		
zadnja noga	11,31	8,68
prednja noga	5,76	5,76
prednja vez	1,48	1,48
mostišče	2,64	2,64
spodnja vez	4,48	4,48
naslon	13,1	9,6
skupni čas	38,77	32,64
razlika časov	6,13	

V preglednici 8 so predstavljeni časi izdelave posameznih elementov stola modela ICE K po starem in po novem tehnološkem postopku. Iz časov je takoj razvidno, da se je čas izdelave celotnega stola skrajšal. Pri tem stolu se zadnji nogi obdeluje na dvostranskem CNC-kopirnem rezkarju, prav tako naslon in sicer na CNC-petosnem obdelovalnem stroju. Ostali elementi se še obdelujejo po starem tehnološkem postopku. Čas za izdelavo enega stola se je skrajšal za 6,13 minute.

Preglednica 9: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela ICE K

postopek	skupni čas za izdelavo 1500 stolov [h]	prihranek [h]
stari tehnološki postopek	$38,77 \times 1500/60 = 969,3$	153,3
novi tehnološki postopek	$32,64 \times 1500/60 = 816,0$	

Iz preglednice 9 je razvidno, da časovni prihranek pri izdelavi 1500 stolov modela ICE K znaša kar 153,3 ure, kar pomeni 19,2 delovne izmene. Prihranek je velik in ravno pri tem stolu prihajajo do izraza prednosti CNC-strojov.

Preglednica 10: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela MIA 3

element	postopek	
	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
	čas [min]	čas [min]
zadnja noga	19,42	12,77
prednja noga	5,74	5,74
prednja vez	2,28	2,28
spodnja vez	3,29	3,29
mostišče	3,76	3,76
vez naslona	3,93	2,93
naslon	7,38	7,36
pokončna vez naslona	6,30	6,30
skupni čas	52,10	44,43
razlika časov	7,67	

Preglednica 10 prikazuje čase izdelave posameznih elementov stola modela MIA 3 po starem in po novem tehnološkem postopku. Iz preglednice so razvidni časi obdelav posameznih elementov. Vidimo lahko, pri katerih elementih je prišlo do skrajšanja obdelovalnih časov zaradi CNC-strojov. To so časi pri zadnji nogi, vezi naslona ter pri naslonu. Končni rezultat je skrajšanje časa obdelave pri enem stolu, in sicer za 7,67 minute.

Preglednica 11: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela MIA 3

postopek	skupni čas za izdelavo 1500 stolov [h]	prihranek [h]
stari tehnološki postopek	$52,10 \times 1500/60 = 1302,5$	191,7
novi tehnološki postopek	$44,43 \times 1500/60 = 1110,8$	

Iz preglednice 11 je razviden prihranek pri izdelavi 1500 stolov modela MIA 3, in sicer leta znaša 191,7 ure, oz. 24 delovnih izmen. Prihranek je velik in povečevanje prihranka časa se lahko samo še povečuje.

Preglednica 12: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela STAR

element	postopek	
	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
	čas [min]	čas [min]
zadnja noga	3,44	2,44
prednja noga	1,93	1,93
prednja vez	0,35	0,35
pokončna vez naslona	0,63	0,63
mostišče	1,96	1,96
spodnja vez	2,04	2,04
naslon	2,20	1,59
izvrtina naslona	2,36	2,06
zadnja vez	3,50	3,32
vez naslona	0,63	0,63
zadnji del	13,69	13,69
skupni čas	32,73	30,64
razlika časov	2,09	

Preglednica 12 prikazuje čase izdelave posameznih elementov stola modela STAR po starem in po novem tehnološkem postopku. Vidimo, da je prišlo do skrajšanja časov pri obdelavi zadnje noge, naslonu in izvrtini naslona. Do skrajšanja obdelovalnih časov je prišlo zaradi dela na CNC-strojih. Končni rezultat je skrajšanje časa obdelave pri enem stolu, in sicer za 2,09 minute.

Preglednica 13: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela STAR

postopek	skupni čas za izdelavo 1500 stolov [h]	prihranek [h]
stari tehnološki postopek	$32,73 \times 1500/60 = 818,3$	52,3
novi tehnološki postopek	$30,64 \times 1500/60 = 766,0$	

V preglednici 13 je prikazan časovni prihranek pri izdelavi 1500 stolov modela STAR, prihranek znaša 52,3 ure ali, oz. 6,5 delovne izmene. Z rezultatom nismo preveč zadovoljni, a je le odraz resničnega stanja izdelave tega stola. Stol ima še veliko elementov, ki bi se lahko obdelovali na CNC-strojih.

Preglednica 14: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela CESAR

element	postopek	
	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
	čas [min]	čas [min]
zadnja noga	4,55	4,84
prednja noga	3,77	3,67
mostišče	1,91	1,91
prednja vez	2,89	2,89
zadnja vez	2,40	2,40
naslon	6,01	2,55
vez naslona	3,11	2,91
opiralo	4,38	3,29
sedež	3,69	3,69
distančnik	0,96	0,96
skupni čas	33,67	29,11
razlika časov	4,56	

Iz preglednice 14 lahko razberemo, da je prišlo do skrajšanja časa pri obdelavi prednje noge, naslona, vezi naslona in opiralu. Največji delež prihranka pa se ustvari na račun obdelave naslona. Rezultat je skrajšanje časa obdelave pri enem stolu modela CESAR, in sicer za 4,56 minute.

Preglednica 15: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela CESAR

postopek	skupni čas za izdelavo 1500 stolov [h]	prihranek [h]
stari tehnološki postopek	$33,67 \times 1500/60 = 841,8$	114,0
novi tehnološki postopek	$29,11 \times 1500/60 = 727,8$	

Preglednica 15 prikazuje časovni prihranek, pri izdelavi 1500 stolov modela CESAR. Časovni prihranek je 114 ur oz. 14,3 delovne izmene. Prihranek je zadovoljiv, vendar ima še veliko elementov, ki bi se lahko obdelovali na CNC-strojih. Tako bo prihranek še veliko večji.

Preglednica 16: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela 655

element	postopek	
	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
	čas [min]	čas [min]
zadnja noga	19,56	11,24
prednja noga	13,37	9,95
naslon	3,48	3,31
vez naslona	3,30	2,27
mostišče	1,00	1,00
prednja vez	1,87	0,90
zadnja vez	1,00	1,00
opiralo zgornji del	1,69	1,69
opiralo srednji del	2,82	2,82
opiralo spodnji del	2,20	2,20
letvica naslona	0,50	0,50
sestavljeno opiralo	5,46	4,00
opiralo	17,16	16,74
stranska spodnja vez	0,72	0,72
skupni čas	74,13	58,34
razlika časov	15,79	

Preglednica 16 prikazuje čase izdelave posameznih elementov stola modela 655 po starem in novem tehnološkem postopku. Iz preglednice so razvidni časi obdelav posameznih elementov. Vidimo, pri katerih elementih je prišlo do skrajšanja obdelovalnih časov. To so zadnja noga, prednja noga, naslon, vez naslona, prednja vez, sestavljeno opiralo in opiralo. Prihranek znaša 15,79 minute pri izdelavi enega stola. Prihranek je velik, še bolj pa razveseljuje dejstvo, da je še nekaj elementov, kjer so časovne rezerve. To so elementi stola, ki se sedaj še ne proizvajajo na CNC-strojih.

Preglednica 17: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela 655

postopek	skupni čas za izdelavo 1500 stolov [h]	prihranek [h]
stari tehnološki postopek	$74,13 \times 1500/60 = 1853,3$	394,8
novi tehnološki postopek	$58,34 \times 1500/60 = 1458,5$	

V preglednici 17 vidimo, da časovni prihranek pri izdelavi 1500 stolov modela 655 znaša 394,8 ure oz. 49,4 delovne izmene. Ta rezultat je nad pričakovanji in smo z njim lahko zelo zadovoljni. Do takšnega rezultata prihaja predvsem zato, ker je stol model 655 zahtevnejši za izdelavo. Tako prihajajo prednosti CNC-strojev še bolj do izraza.

Preglednica 18: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi enega stola modela 676X

element	postopek	
	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
	čas [min]	čas [min]
zadnja noga	7,85	5,07
prednja noga	5,13	4,65
naslon	4,33	3,96
vez naslona	2,50	1,54
mostišče	1,14	1,14
prednja vez	0,35	0,35
zadnja vez	1,48	1,48
vložek naslona	4,00	4,00
zadnji del	8,63	5,79
skupni čas	35,41	27,98
razlika časov	7,43	

V preglednici 18 so prikazani časi izdelave posameznih elementov po starem in novem tehnološkem postopku. Iz preglednice so razvidni časi obdelav posameznih elementov in iz tega je razvidno, pri katerih elementih je prišlo do skrajšanja obdelovalnih časov. To so zadnja noga, prednja noga, naslon, vez naslona in obdelava zadnjega dela. Pri obdelavi zadnjega dela stola prihaja do velike razlike v času, ker je rezkanje utora zelo zahtevno in težko izvedljivo na nadmiznem rezkalnem stroju, CNC-petosni obdelovalni stroj pa to delo opravi z lahkoto. Končni rezultat je skrajšanje časa obdelave pri enem stolu, in sicer za 7,43 minute.

Preglednica 19: Prikaz časovnega prihranka pri izdelavi 1500 stolov modela 676X

postopek	skupni čas za izdelavo 1500 stolov [h]	prihranek [h]
stari tehnološki postopek	$35,41 \times 1500/60 = 885,3$	185,8
novi tehnološki postopek	$27,98 \times 1500/60 = 699,5$	

Iz preglednice 19 je razvidno, da časovni prihranek pri izdelavi 1500 stolov modela 676X znaša 185,8 ure oz. 23,2 delovne izmene.

Preglednica 20: Časovni prihranek pri obdelavi 12000 stolov

stol	prihranek časa [h]
M-500	83,5
LUI 1	42,5
ICE K	153,3
MIA 3	191,7
STAR	52,3
CESAR	114,0
655	394,8
676X	185,8
Σ	1218
povprečje/stol	152,25

Preglednica 20 prikazuje prihranek časa, za vsak posamezen stol, vsoto prihranka časa in povprečje prihranka pri obdelavi enega stola. Časovni prihranek pri mesečni izdelavi 12000 stolov znaša 1218 ur. Povprečni prihranek pri enem predstavniku pa znaša 152,25 ure.

Preglednica 21: Potreben čas za obdelavo 12000 stolov pred in po nakupu tehnologije

čas potreben za obdelavo pred nakupom tehnologije [h]	čas potreben za obdelavo po nakupu tehnologije [h]
8060	6842

V preglednici 21 vidimo seštevek časa potrebnega za obdelavo 12000 stolov v strojnem oddelku, pred in po nakupu nove tehnologije oz. CNC-strojev. Čas potreben za obdelavo 12000 stolov ter osmih predstavnikov proizvodnega programa pred nakupom tehnologije je bil 8060 ur. Čas potreben za obdelavo 12000 stolov in osmih predstavnikov proizvodnega programa po nakupu nove tehnologije pa je sedaj 6842 ur. Prihranek v času obdelave je 1218 ur, kot to prikazuje preglednica 20.

Da pa bi iz časov, ki so potrebni za izdelavo 12000 stolov pred in po nakupu tehnologije, ugotovili, za koliko se je povečala produktivnost dela bomo uporabili enačbi 1 in 2. Najprej bomo uporabili enačbo 1, da ugotovimo produktivnost za vsako razdobje posebej, nato pa bomo uporabili še enačbo 2, da ugotovimo indeks produktivnosti dela.

Produktivnost dela pred nakupom tehnologije po enačbi 1:

$$P = Q/L = 12000 \text{ stolov}/8060\text{h} = 1,489 \text{ stolov/h}$$

Produktivnost dela po nakupu tehnologije po enačbi 1:

$$P = Q/L = 12000 \text{ stolov}/6842 \text{ h} = 1,754 \text{ stolov/h}$$

Indeks produktivnosti dela po enačbi 2:

$$IP = P_1/P_0 \times 100 = 1,754 \text{ stolov/h}/1,489 \text{ stolov/h} = 117,8$$

Produkt na enoto časa pred nakupom tehnologije je znašal 1,489 stolov/h, produkt na enoto časa po nakupu tehnologije pa znaša 1,754 stolov/h. Ker se je produkt na enoto časa povečal, se je s tem povečala tudi produktivnost dela. To dokazuje tudi indeks produktivnosti dela, saj znaša 117,8. Ker je indeks nad 100 pomeni, da je produktivnost v tekočem obdobju večja od produktivnosti, kot v obdobju pred nakupom tehnologije.

4.1.2 Analiza števila operacij pri posameznih stolih

Pretočnost je v našem primeru močno odvisna od števila operacij, ki jih je potrebno izvesti za izdelavo določenega izdelka. Večja pretočnost pa pomeni boljšo preglednost proizvodnje, kar vodi do enostavnejšega planiranja in vodenja organizacije dela.

V pomoč pri takem planiranju so nam vodila, kot so:

- najkrajše poti med posameznimi tehnološkimi operacijami;
- najkrajši čas od začetne do končne tehnološke operacije;
- čim manj sprememb smeri poti gibanja obdelovanca;
- ustreznost razmerja površin med začetno in končno delovno operacijo;
- druge, specifične tehnološke zahteve (Resnik, 2000: str. 97).

Preglednica 22: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela M-500

element	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
noga	8	9
spodnja vez	5	5
mostišče	1	1
sedež	10	10
Σ	24	25
razlika		1

Iz preglednice 22 vidimo, da pri izdelavi stola M-500 ne prihaja do vidnejših razlik. Razlika je opazna le pri obdelavi zadnje noge, saj je to tudi edini element, ki se obdeluje na CNC-stroju. Izdelava stola je precej enostavna, zato niso potrebni bistveni posegi v izdelavo tega stola. Razlika je 1 operacija v korist novega tehnološkega postopka.

Preglednica 23: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela LUI 1

element	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
zadnja noga	10	9
prednja noga	9	8
mostišče	6	6
naslon	9	8
Σ	34	31
razlika		3

Iz preglednice 23 vidimo, da pri izdelavi stola modela LUI 1 ne prihaja do opaznejših razlik v številu operacij, kar je vzrok enostavnosti stola in majhnega števila elementov, iz katerih je stol sestavljen. Pri takem stolu CNC-stroji težko pridejo do izraza. Vidimo, da imamo nekaj prihranka pri obdelavi zadnje noge, prednje noge in naslona. Razlika so 3 operacije v korist novega tehnološkega postopka.

Preglednica 24: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela ICE K

element	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
zadnja noga	12	11
prednja noga	9	9
prednja vez	5	5
mostišče	8	8
spodnja vez	9	9
naslon	8	5
Σ	51	47
razlika		4

Iz preglednice 24 vidimo, da pri izdelavi stola modela ICE K prihaja do opaznejših razlik v številu operacij med obema postopkoma. Razlika znaša 4 operacije v korist novega tehnološkega postopka. Do skrajšanja števila operacij prihaja pri obdelavi zadnje noge in naslona.

Preglednica 25: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela MIA 3

element	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
zadnja noga	17	12
prednja noga	12	12
prednja vez	6	6
spodnja vez	5	5
mostišče	8	8
vez naslona	9	7
naslon	10	9
pokončna vez naslona	7	7
Σ	74	66
razlika		8

Iz preglednice 25 vidimo, da pri izdelavi stola modela MIA 3 prihaja do razlik v korist novega tehnološkega postopka, kot največje posledice obdelave zadnje noge in to pri tem elementu kar za 5 operacij. Skupna razlika znaša 8 operacij. Elementa, pri katerih prihaja do zmanjševanja števila operacij, sta še vez naslona in naslon.

Preglednica 26: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela STAR

element	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
zadnja noga	11	8
prednja noga	7	7
prednja vez	3	3
pokončna vez naslona	3	3
mostišče	5	5
spodnja vez	4	4
naslon	7	5
izvrtina naslona (krog)	2	2
zadnja vez	7	7
zadnji del stola	9	9
Σ	58	53
razlika		5

Iz preglednice 26 vidimo, da pri izdelavi stola modela STAR prihaja do razlik v korist novega tehnološkega postopka in sicer 5 operacij. Največ je k temu pripomogla obdelava zadnje noge s prihrankom 3 operacij. Element, ki je tudi doprinesel k zmanjšanju števila operacij, je naslon.

Preglednica 27: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela CESAR

element	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
zadnja noga	14	7
prednja noga	10	9
mostišče	6	6
prednja vez	8	8
zadnja vez	8	8
naslon	6	3
vez naslona	8	7
opiralo	12	7
sedež	5	5
distančnik	4	4
Σ	81	64
razlika	17	

Iz preglednice 27 vidimo, da pri izdelavi stola modela CESAR prihaja v številu operacij do razlike 17, kar je odličen rezultat. Pri tem stolu pravzaprav prihajamo do vidnejših rezultatov pri zmanjševanju števila operacij, ki so potrebne za izdelavo tega modela stola, saj je izdelava takšnega stola zahtevnejša in natančnejša. Stol, ki je sestavljen iz velikega števila elementov, kot je CESAR, zahteva natančnejšo obdelavo, saj je le-tu večja možnost, da pride do napak zaradi nenatančne obdelave.

Preglednica 28: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela 655

element	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
zadnja noga	14	7
prednja noga	14	7
naslon	5	4
vez naslona	9	7
mostišče	6	6
prednja vez	6	3
zadnja vez	6	6
opiralo zgornji del	3	3
opiralo srednji del	3	3
opiralo spodnji del	3	3
letvica naslona	1	1
sestavljeno opiralo	4	3
opiralo	7	5
stranska spodnja vez	2	2
Σ	83	60
razlika	23	

Iz preglednice 28 vidimo, da pri izdelavi stola modela 655 prihajamo do podobnih rezultatov kot pri stolu modela CESAR, saj je tudi ta stol zahtevnejši za izdelavo in

sestavljen iz velikega števila elementov. Pri tem modelu stola imamo kar 23 operacij prihranka. Največ je k temu pripomogla obdelava zadnje in prednje noge. Elementi, pri katerih je prišlo do zmanjševanja števila operacij, so še naslon, vez naslona, sestavljeno opiralo in opiralo.

Preglednica 29: Pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku, pri stolu modela 676X

element	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
zadnja noga	12	8
prednja noga	9	6
naslon	9	9
vez naslona	8	5
mostišče	3	3
prednja vez	3	3
spodnja vez	3	3
vložek naslona	5	5
zadnji del	5	5
Σ	57	47
razlika	10	

Iz preglednice 29 vidimo, da pri izdelavi stola modela 676X prihaja med starim in novim tehnološkim postopkom do razlike 10 operacij, predvsem na račun obdelave zadnje in prednje noge. Pri obdelavi naslona in zadnjega dela stola sicer ne prihaja do razlik v številu operacij, vendar pa pri obdelavi zadnjega dela stola pride do velike razlike v času obdelave, saj je obdelava zadnjega dela stola izredno zahtevna. Ta obdelava pa je na CNC-petosnem obdelovalnem stroju preprosta in hitra.

Preglednica 30: Skupni pregled števila operacij po starem in novem tehnološkem postopku

stol	stari tehnološki postopek	novi tehnološki postopek
M-500	25	24
LUI 1	34	31
ICE K	51	47
MIA 3	74	66
STAR	58	53
CESAR	81	64
655	83	60
676X	57	47
Σ	463	392
razlika	71	
povprečje/stol	8,88	

Iz preglednice 30 je razvidno število operacij po starem in novem tehnološkem postopku za vsak posamezen stol posebej, skupno število vseh operacij, razlika v številu operacij pri izdelavi predstavnikov proizvodnega programa ter povprečje zmanjšanja števila operacij pri obdelavi enega stola. Razlika v številu operacij, potrebnih za izdelavo izdelka po

starem in po novem tehnološkem postopku, je posledica združevanja dela, ker lahko na enem samem CNC- stroju opravljamo več operacij hkrati. Prihaja tudi do primerov, ko se število operacij ne zmanjša, čeprav določen element stola obdelujemo na CNC-stroju. Skrajšajo pa se časi obdelav, kot posledica dela na CNC-strojih.

Razlika med postopkoma pri izdelavi osmih stolov znaša skupno 71 operacij. Pri zahtevnejših stolih, kot so CESAR, 655 in 676X, prihaja do večjih razlik v številu operacij. Ta rezultat je tudi razumljiv in pričakovan, saj so zahtevnejši stoli sestavljeni iz večjega števila elementov, delo za izdelavo pa natančnejše.

V analizi števila operacij pri posameznih stolih je prikaz zmanjšanja števila operacij, potrebnih za izdelavo, na podlagi predstavnikov proizvodnega programa. V preglednicah od 20 do 27 je prikazano število operacij po starem in novem tehnološkem postopku. Podatki so prikazani za vsakega predstavnika proizvodnega programa posamezno, tako da je razvidno kolikšno število operacij, je potrebnih po starem in novem tehnološkem postopku. Hkrati pa je točno razvidno, pri katerem elementu določenega stola prihaja do zmanjševanja števila operacij kot posledice združevanja dela na CNC-strojih.

V našem primeru prihaja do skrajševanja števila operacij kot posledice združevanja dela na CNC-obdelovalnih strojih. Naprednejša tehnologija obdelave na CNC-strojih omogoča hkratno obdelavo elementa z različnimi orodji, z različno namembnostjo, pri enem obdelavalnem hodu mize, tudi brez prestavljanja in spreminjanja položaja obdelovanca. Tako v našem primeru prihaja do povečevanja pretočnosti ravno na račun združevanja dela. Tu lahko prihaja do zmanjševanja števila operacij pri enem samem obdelovancu, ki se obdeluje na CNC-obdelovalnem stroju, tudi do štirih operacij, lahko pa celo več.

4.1.3 Analiza časov nastavitve strojev za posamezne stole

Čas nastavitve stroja je čas, ki je potreben, da delavec pripravi delovno mesto in stroj za izvedbo zadolženega dela. Da to opravi, mora odstraniti šablono, ki je bila predhodno v uporabi, nastaviti na stroj drugo ustrezno šablono, na katero se fiksira obdelovanec, nastaviti obdelovalna orodja in jih umeriti ter opraviti poizkusni rez. Vse te naloge mora opraviti, da ugotovi, ali je stroj pravilno nastavljen in pripravljen za delo.

Nastavitve strojev trajajo različno. V nekaterih primerih zanemarljivo malo časa, to so predvsem klasični mizarski stroji, kot so npr: krožni žagalni stroj, tračni žagalni stroj ipd. Nastavitve pri nekaterih drugih strojih pa lahko trajajo tudi več ur. To je odvisno od kompleksnosti stroja in kompleksnosti izdelka. Pri nastavljanju stroja sta nenazadnje pomembni tudi spretnost in izkušnost delavca.

Časi nastavitve so predstavljali vedno večjo oviro in obremenitev proizvodnje v strojnem oddelku. Kot vemo, je trend velikosti ene serije v upadanju. Iz tega sledi, da se učinkoviti čas dela manjša, ravno na račun časa nastavitve strojev.

Preglednica 31: Razlika časov nastavitve pri stolu modela M-500

postopek	čas nastavitvev [min]
stari tehnološki postopek	180
novi tehnološki postopek	120
razlika	60

Iz preglednice 31 vidimo, da pri stolu modela M-500 prihaja do razlike 60 minut, ker nastavitve velikega kopirnega stroja traja 120 minut, dvostranskega CNC-kopirnega rezkarja pa le 60 minut.

Preglednica 32: Razlika časov nastavitve pri stolu modela LUI 1

postopek	čas nastavitvev [min]
stari tehnološki postopek	540
novi tehnološki postopek	180
razlika	360

Iz preglednice 32 vidimo, da je razlika pri stolu modela LUI 1 že večja. Posledica velike razlike je v večjem številu operacij, ki se sedaj izvajajo na CNC-strojih. Razlika je 360 minut.

Preglednica 33: Razlika časov nastavitve pri stolu modela ICE K

postopek	čas nastavitvev [min]
stari tehnološki postopek	360
novi tehnološki postopek	180
razlika	180

Iz preglednice 33 vidimo, da je razlika med postopkoma 180 minut, v korist novega tehnološkega postopka. Prihranek ni velik, je pa zadovoljiv.

Preglednica 34: Razlika časov nastavitve pri stolu modela MIA 3

postopek	čas nastavitvev [min]
stari tehnološki postopek	360
novi tehnološki postopek	300
razlika	60

Iz preglednice 34 vidimo, da je razlika pri stolu modela MIA 3 majhna. To je razvidno tudi iz časov obdelave in števila operacij. Vzrok temu je, da je število operacij, ki jih izvajajo CNC-stroji, majhno in pri tem stolu potem ne prihaja do bistvenih skrajševanj časov nastavitvev.

Preglednica 35: Razlika časov nastavitve pri stolu modela STAR

postopek	čas nastavitvev [min]
stari tehnološki postopek	300
novi tehnološki postopek	300
razlika	0

Iz preglednice 35 vidimo, da je rezultat pri stolu modela STAR zanimiv, vendar obrazložljiv. Večina operacij se je izvajala na majhnem kopirnem rezkarju, ki ima isti čas nastavitve kot dvostranski CNC- kopirni rezkar. Izdelava kroga na naslonu pa se je izvajala na nadmiznem rezkalnem stroju in ne na CNC-petosnem obdelovalnem stroju.

Preglednica 36: Razlika časov nastavitvev pri stolu modela CESAR

postopek	čas nastavitvev [min]
stari tehnološki postopek	900
novi tehnološki postopek	660
razlika	240

Iz preglednice 36 vidimo, da razlika pri stolu modela CESAR znaša 240 minut v korist novega tehnološkega postopka, kot posledica obdelave na CNC-strojih.

Preglednica 37: Razlika časov nastavitvev pri stolu modela 655

postopek	čas nastavitvev [min]
stari tehnološki postopek	1080
novi tehnološki postopek	600
razlika	480

Iz preglednice 37 vidimo, da je razlika časov pri stolu modela 655 velika in znaša 480 minut. Skrb zbujajoč podatek je, da je čas nastavitvev pri starem tehnološkem postopku trajal 1080 minut. To pa zaradi zahtevne obdelave stola modela 655.

Preglednica 38: Razlika časov nastavitvev pri stolu modela 676X

postopek	čas nastavitvev [min]
stari tehnološki postopek	420
novi tehnološki postopek	360
razlika	60

Iz preglednice 38 vidimo, da razlika pri stolu 676X znaša 60 minut, kar je precej manj kot pri stolu 655, vendar razumljivo, saj ima stol 655, več operacij, ki so se izvajale na velikem kopirnem rezkalnem stroju.

Preglednica 39: Skupni pregled časovnega prihranka, vsote vseh časov in povprečja časov zaradi nastavitve strojev

stol	časovni prihranek [min]
M-500	60
LUI 1	360
ICE K	180
MIA 3	60
STAR	0
CESAR	240
655	480
676X	60
Σ	1440
povprečje/stol	180

Iz preglednice 39 je razvidno, da vsota časovnih prihrankov znaša 1440 min/mesec, kar je enako 24 uram. Tako dobimo podatek, da so se časi skrajšali za 180 minut/izdelek oz. 3 ure/izdelek.

Analiza je pokazala, kolikšni so časi nastavitve pri stari tehnologiji in kolikšni so časi nastavitve strojev pri posodobljeni tehnologiji. Vendar je rezultat popolnoma legitimen samo v našem primeru, ker celotna analiza temelji na izdelavi osmih predstavnikov proizvodnega programa, v realni proizvodnji pa je različnih serij lahko več (v enem mesecu), tudi do 40. Iz prikazov smo dobili rezultate ob predpostavki, da izdelujemo 8 različnih modelov stolov, količine 12000, v enem mesecu.

Izračunali in prikazali smo čase nastavitve strojev samo za tiste stroje, za katere so daljši časi nastavitve in za katere se tudi vodi evidenca. Tako v izračune niso zajeti stroji, ki imajo zelo kratek čas nastavitve (za te stroje se ne vodi evidenca), vendar za naše izračune to ne igra bistvene vloge, saj nas zanima samo razlika med starim in novim tehnološkim postopkom, za tiste stroje, ki so jih CNC-stroji direktno nadomestili. Pomemben podatek je, da čas nastavitve malega kopirnega rezkalnega stroja znaša 60 minut, velikega kopirnega rezkalnega stroja 120 minut, dvostranskega CNC-kopirnega rezkalnega stroja 60 minut in CNC-petosega obdelovalnega stroja 60 minut.

Preglednica 40: Prikaz potrebnega časa za nastavitve strojev pred in po nakupu tehnologije

čas nastavitve strojev pred nakupom nove tehnologije [h]	čas nastavitve strojev po nakupu nove tehnologije [h]
69	45

V preglednici 40 je prikazan čas nastavitve strojev pred nakupom tehnologije, ki znaša 69 ur in čas nastavitve strojev po nakupu tehnologije, ki znaša 45 ur. Razlika je 24 ur (preglednica 39). V obeh primerih pri izdelavi osmih predstavnikov proizvodnega programa.

V naslednjem izračunu prikazujemo odstotkovni prihranek, ki ga dobimo zaradi zmanjšanja časa nastavitve strojev.

$$\begin{aligned} \text{Izračun: } & 69 \text{ h} \dots\dots\dots 100 \% \\ & 24 \text{ h} \dots\dots\dots x \% \\ & x = 34,8 \% \end{aligned}$$

Čas, ki je potreben za nastavitev strojev, pri izdelavi osmih predstavnikih proizvodnega programa, se je skrajšal za 24 ur oz. 34,8 %.

4.1.4 Količina izmeta in izkoristka

Količina izmeta in izkoristka lesa je v lesni industriji pomembna, saj vsak višji ali manjši odstotek izmeta in izkoristka predstavlja strošek ali prihranek sredstev pri materialu.

Zaradi posodobitve tehnologije ter s tem tehnologije obdelave ni prišlo do opaznih razlik in odstopanj pri izkoristku in se le ta giblje sedaj, prav tako kot v preteklosti, v celotni masi 45-50%. Pri izmetu je prav tako in se giblje odvisno od posameznega elementa. Pri raznih vezeh znaša od 3 do 5 %, pri nekaterih drugih elementih, kot so noge ali nasloni, pa je od 10 do 15 % izmeta. V primerjavi med staro in novo tehnologijo pri izmetu ne prihaja do razlik.

Izkoristek se v podjetju spremlja v decimrnem oddelku, izmet pa pri fazi krivljenja in medfaznem skladišču. Faza grobega razreza je tudi najbolj kritično mesto obdelave, kar se tiče izkoristka, faza krivljenja, pa je najbolj kritično mesto izmeta. Pri sami strojni obdelavi se izmet ni nikoli podrobneje spremljal, ker tako v preteklosti kot tudi sedaj ne prihaja do razlik.

V primeru, da prihaja do pojavljanja napak pri strojni obdelavi lesa, so te večinoma posledica napak v samem lesu, na kar pa tehnologija obdelave nima vpliva.

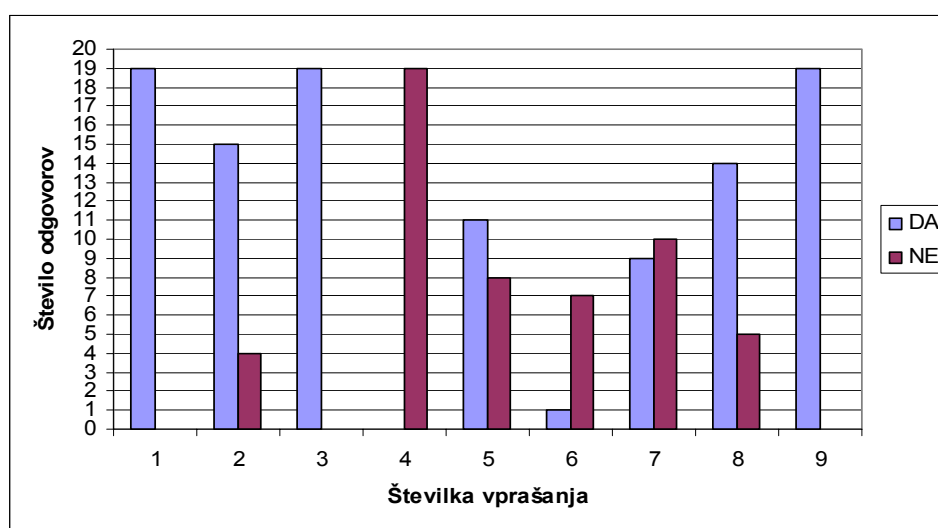
Količina izkoristka in izmeta je precej odvisna tudi od vremenskih vplivov oz. letnega časa ter kvalitete žaganega lesa.

4.2 REZULTATI SOCIOLOŠKE ANALIZE UPRAVIČENOSTI OBRAVNAVANEGA NAKUPA

Pri sociološki analizi upravičenosti nakupa smo ugotavljali tudi mnenje zaposlenih o nakupu CNC-strojev. Zaposleni delavci pri odločanju in nakupu seveda niso imeli vloge. Sestavili smo vprašalnik na katerega je odgovorilo devetnajst od devetintrideset zaposlenih v strojnem oddelku, kar predstavlja 48,7 % populacije v strojnem oddelku. Odgovorilo je deset delavcev in devet delavk.

Vprašalnik je bil sestavljen iz sledečih vprašanj:

1. Mislite, da je bil nakup CNC-strojov smiseln in upravičen?
2. Mislite, da je bil nakup CNC-strojov v časovnem smislu prepozen?
3. Ali so CNC-stroji pozitivna pridobitev v strojnem oddelku?
4. Mislite, da bi bili tudi brez nakupa konkurenčni?
5. Ste usposobljeni za delo na CNC-stroju?
6. Če NE: bi se bili pripravljene naučiti dela na CNC-stroju?
7. Mislite, da so CNC-stroji dovolj izkoriščeni v podjetju?
8. Ste seznanjeni s prednostmi CNC-strojov, pred klasičnimi mizarskimi stroji?
9. Mislite, da bi bilo potrebno v roku petih let dokupiti še kakšen CNC-stroj?



Slika 18: Rezultati vprašalnika

Na sliki 18 so odgovori na vprašalnik grafično prikazani. Mnenje delavcev je, da je bil obravnavan nakup smiseln in upravičen, da pa je bil nakup v časovnem smislu prepozen. Vsi vprašani delavci tudi menijo, da je nakup pozitivna pridobitev oddelka in da na trgu ne bi bili več konkurenčni. Od devetnajst vprašanih delavcev, jih je enajst odgovorilo, da so usposobljeni za delo na CNC-strojih, ostalih osem delavcev pa ne. Zanimiv pa je tudi podatek, da se tisti delavci, ki niso usposobljeni za delo na CNC-strojih, niso pripravljene naučiti dela na CNC-stroju, razen enega delavca. Deset od devetnajst delavcev meni, da CNC-stroji niso dovolj izkoriščeni. Večina jih tudi meni, da je seznanjena s prednostmi CNC-strojov. Vsi delavci pa so mnenja, da bi bilo potrebno dokupiti še kakšen CNC-stroj. Splošna ocena glede rezultatov ankete je, da je večina delavcev naklonjena nakupu CNC-strojov in pozitivno razmišlja v zvezi z njimi.

Nekatere odgovore iz vprašalnika lahko komentiramo sledeče. Z odgovorom, da je bil nakup prepozen se lahko strinjamo le delno. Pri tem lahko rečemo, da če bi imeli obravnavano tehnologijo na razpolago že pred časom, bi šel takšen razvoj, kot je sedaj, že prej v to smer. Zato lahko ugotovimo, da je bil nakup v zadnjem roku. Podatek, da je delež tistih, ki so se pripravljene naučiti dela na CNC-strojih zelo majhen lahko komentiramo

tako, da zaenkrat na tem področju ni problemov, saj obravnavanih strojev ni toliko, da bi potrebovali veliko število delavcev na teh strojih. Problem bi bil, če bi imeli večje število CNC-strojev, kot jih imamo sedaj. Odgovor, da obravnavani stroji niso dovolj izkoriščeni lahko komentiramo takole. Dvostranska CNC-kopirna rezkalna stroja sta prav gotovo dovolj izkoriščena. CNC-petosna obdelovalna stroja pa bi lahko bila boljše izkorščena, vendar je uporaba teh strojev za obdelavo enostavnih stolov vprašljiva. CNC-petosna obdelovalna stroja prihajata do izraza pri obdelavi zahtevnih stolov, ki pa jih je seveda vedno več. S tem pa se izkoriščenost tudi CNC-petosnih obdelovalnih strojev strojev večja. Pri odgovoru, da bi bilo potrebno dokupiti še kakšen CNC-stroj lahko rečemo, da sta dvostranska CNC-kopirna rezkalna stroja in CNC-petosna obdelovalna stroja v oddelku za trenutne razmere dovolj. Prav gotovo pa bi morale priti do nakupa kakšnega drugega stroja, ki pa ni nujno, da je CNC-stroj.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Podjetja na trgu bijejo boj za pridobitev in ohranjanje svojih strank oz. kupcev. Tako v današnjem času cilj in naloga podjetja ni le izdelati kvaliteten izdelek, temveč morajo biti podjetja med drugim tudi hitro odzivna. To pa je mogoče izvesti v proizvodnji med drugim tudi s CNC-stroji, ki hkrati izvajajo več operacij, posledično pa so tudi časi izdelave krajši. Zaradi tega je manj strojev, ki jih je potrebno nastavljanje in s tem izgubljanje dragocen čas, manj je zastojev, proizvodnja ima večjo pretočnost in dosega večjo učinkovitost. V sami proizvodnji je tudi manj do konca neobdelanih elementov, ki bi čakali na nadaljnjo obdelavo še na enem, dveh ali celo več strojih. Kakovost obdelave in natančnost obdelave se dvigneta. Naštete izboljšave so se dogodile tudi v našem primeru.

V nalogo smo skušali zajeti najpomembnejše parametre in iz njih pridobiti rezultate, ki direktno vplivajo na izdelavo izdelkov, v našem primeru stolov. Tako smo preučevali čase izdelav stolov, število operacij, ki jih je potrebno izvesti, da izdelamo stol, čase nastavitve strojev ter količino izmeta pri strojni obdelavi. Predhodno pa smo morali izbrati še osem predstavnikov proizvodnega programa, na katerih celotna analiza temelji. Da bi dobili pravilne ugotovitve, smo morali preučiti staro in novo tehnologijo v strojnem oddelku. Čeprav končni rezultati temeljijo samo na predstavnikih proizvodnega programa, je razvidno, da se rezultati ujemajo z dejansko proizvodnjo.

V analizi izdelavnih časov stolov v strojnem oddelku pridemo do podatka, da imamo zaradi nove tehnologije oz. CNC-strojev v mesečnem obdobju prihrank 1218 ur. Za izdelavo oz. obdelavo osmih predstavnikov proizvodnega programa, ob izdelani količini 12000 stolov smo pred nakupom CNC-strojev potrebovali 8060 ur, po nakupu CNC-strojev pa potrebujemo 6842 ur. Podatka 8060 ur in 6842 ur smo uporabili za izračunavanje produktivnosti dela v mesečnem obdobju. Ugotovili smo, da je znašal produkt na enoto časa pred nakupom CNC-strojev 1,489 stolov/h, po nakupu pa 1,754 stolov/h. Produkt na enoto časa se je povečal, zato se je povečala produktivnost. Nato smo dokazovali povečanje produktivnosti še z indeksom produktivnosti. Tako dobimo podatek, da znaša indeks produktivnosti 117,8. Ker je indeks večji od 100, pomeni, da je produktivnost po nakupu CNC-strojev večja kot produktivnost pred nakupom. Prihrank 1218 ur je predvsem posledica združevanja dela na CNC-strojih. CNC-stroji lahko opravijo več različnih operacij pri enem delovnem hoduh mize. Rezultati, ki smo jih dobili, niso še končni in se še izboljšujejo. Ko se bo na CNC-strojih obdelovalo še več elementov, bodo izdelavni časi stolov še krajši.

V analizi števila operacij pri posameznih stolih v strojnem oddelku pridemo do podatka, da imamo pri izdelavi osmih predstavnikov proizvodnega programa 71 operacij manj oz. povprečno 8,88 operacij manj za izdelavo enega predstavnika proizvodnega programa. Število operacij, ki jih je bilo potrebno izvesti pred obravnavanim nakupom, je znašalo 463, sedaj pa je potrebno izvesti 392 operacij. Ta rezultat je v celoti posledica združevanja dela na CNC-strojih. Z zmanjšanjem števila operacij se je v proizvodnji zmanjšalo število neobdelanih elementov, saj določenim elementom ni potrebno čakati še na kakšno morebitno obdelavo. Če pa je v proizvodnji manj elementov, je tudi manj stojk in s tem se je zmanjšala prostorska zasedenost strojnega oddelka. Prednost zmanjšanja števila operacij

je tudi v tem, da delo postane preglednejše pa tudi pretočnost se dvigne. To se je zgodilo tudi v našem primeru. Prav tako tudi tu rezultati še niso končni in se še izboljšujejo. Tako gre pričakovati, da bo v prihodnosti prihajalo do še boljših rezultatov v številu zmanjšanja operacij in s tem posledično do dviga prednosti, na katere to zmanjšanje vpliva.

V analizi časov nastavitev pridemo do podatka, da je bil čas potreben za nastavitev strojev, pred obravnavanim nakupom 69 ur, sedaj pa znaša 45 ur. Tako znaša časovni prihranek 1440 minut oz. 24 ur pri izdelavi osmih predstavnikov proizvodnega programa v enem mesecu. Povprečno to pomeni 180 minut oz. 3 ure prihranka na posameznega predstavnika proizvodnega programa. Prihranek 24 ur predstavlja skrajšanje časov nastavitev za 34,8 %.

Pri analizi izmeta in izkoristka so rezultati enaki, tako pri stari kot pri novi tehnologiji. Izmet pri strojni obdelavi znaša 3-5 % pri raznih vezeh ter 10-15 % pri elementih, kot so na primer noge. Tehnologija obdelave na sam izmet nima vpliva ali pa je ta vpliv zelo majhen. Količina izmeta in izkoristka je precej odvisna od letnega časa, vremenskih vplivov, zlasti pa od kvalitete žaganega lesa. Zato je vzrok morebitnega povečanja porabe lesa predvsem sama kvaliteta žaganega lesa.

Iz vprašalnika, ki je bil izveden v strojnem oddelku, nanj pa so odgovarjali zaposleni delavci, ki niso imeli vloge pri odločanju o nakupu nove tehnologije oz. CNC-strojev, lahko sklepamo, da se zaposleni strinjajo z nakupom in so naklonjeni tovrstnim tehnologijam. Vsi vprašani so tudi mnenja, da bi bili brez tovrstne posodobitve nekonkurenčni na trgu. Zanimiv pa je podatek, da je velika večina tistih, ki ne znajo delati na CNC-strojih, na vprašanje, ali so se pripravljene naučiti dela na CNC-stroju, odgovorila negativno. Trenutno ta podatek ni zaskrbljujoč, saj je delavcev, ki so usposobljeni za delo na CNC-strojih, dovolj. Ni pa tudi še potrebe, da bi dokupili kakšen CNC-stroj v strojnem oddelku.

Pomembno je tudi dejstvo, da se delavci na CNC-strojih počutijo varne pri delu in to dejansko tudi so, saj ni možno, da delavec med obdelavo pride v stik z obdelujočim orodjem. Med obdelavo so orodja v ohišju CNC-stroja, vse odprte pa zaprte s pomičnimi pregradami.

Splošna ugotovitev celotne analize je, da je ključnega pomena združevanje dela. Vsi prihranki, ki jih ugotavljamo, in prednosti imajo vedno skupni imenovalac. To je združevanje dela, ki je posledica združevanja dela na CNC-obdelovalnih strojih.

6 POVZETEK

Vsa podjetja se soočajo z domačimi in tujimi tekmeci na svojem področju. Da bi podjetje uspešno tržilo proizveden izdelek, mora podjetje izdelati kakovosten, inovativen in zahteven izdelek, saj takšni izdelki dosegajo visoko vrednost na trgu. Pri tem pa mora biti podjetje tudi učinkovito. Ena izmed izmed možnih rešitev je, da se takšne izdelke proizvede na CNC-strojih. CNC-stroji omogočajo tudi visoko natančnost obdelave, s tem pa je tudi kakovost obdelave visoka. V obravnavanem podjetju so se odločili za nakup nove tehnologije oz. dveh dvostranskih CNC-kopirnih rezkalnih strojev in dveh CNC-petosnih obdelovalnih strojev, zato da bi lahko izdelovali zahtevne, inovativne in s tem zahtevne izdelke. Tehnologija, ki je bila primerna za izdelovanje velikih serij v strojnem oddelku pred nakupom CNC-strojev, pa tega ni zmoгла.

V analizi smo ugotavljali razlike v izdelavnih časih, številu operacij za izdelavo stolov, času nastavitvev strojev, porabi lesa, na koncu pa smo izvedli še sociološko analizo upravičenosti obravnavanega nakupa in s tem dokazovali upravičenost nakupa obravnavane tehnologije. Zaradi CNC-strojev se je čas, ki je potreben za izdelavo osmih predstavnikov proizvodnega programa, ob izdelani količini 12000 stolov skrajšal z 8060 ur na 6842 ur, kar pomeni, da ustvarijo CNC-stroji 1218 ur mesečnega prihranka. Produkt na enoto časa se je tako povečal s 1,489 stolov/h na 1,754 stolov/h. Kot posledico združevanja dela na CNC-strojih dobimo pri izdelavi osmih predstavnikov proizvodnega programa zmanjšanje števila potrebnih operacij s 463 na 392 operacij. Razlika je 71 operacij oz. povprečno 8,88 operacij manj pri izdelavi enega predstavnika proizvodnega programa. Čas, potreben za nastavitvev strojev za izdelavo osmih predstavnikov proizvodnega programa, se je skrajšal z 69 ur na 45 ur. Tako imamo prihranka 24 ur. 24 ur pa predstavlja skrajšanje časa, ki je bil potreben za nastavitvev strojev, za 34,8 %. Pri morebitnem zmanjšanju porabe lesa oz. izmeta ni prišlo do zmanjšanja. Tehnologija obdelave ni prispevala k zmanjšanju porabe lesa. Izmet in s tem poraba lesa sta najbolj odvisna od same kvalitete žaganega lesa in vremenskih vplivov.

Iz vprašalnika, ki smo ga izvedli v strojnem oddelku, lahko sklepamo, da se zaposleni delavci strinjajo z nakupom CNC-strojev in so naklonjeni tovrstnim tehnologijam. Problem, ki ga je izpostavil vprašalnik, je ta, da se nekateri delavci niso pripravljene naučiti dela na CNC-strojih. To je potencialen problem, ki bi ga bilo potrebno reševati v primeru, če bi se podjetje odločilo za nakup še kakšnega CNC-stroja. Trenutno pa ta podatek ne predstavlja problema.

V analizi smo ugotovili izboljšanje vseh primerjanih parametrov med staro in novo tehnologijo v korist nove tehnologije. Izmet pa je ostal na isti ravni. Rezultati v analizi še niso dokončni, saj se izboljšujejo z večanjem števila izdelanih programov za delo na CNC-strojih. CNC-stroji imajo še rezerve, ki jo je potrebno izkoristiti. O popolni izkoriščenosti CNC-strojev bomo lahko govorili šele takrat, ko bodo vsi CNC-obdelovalni stroji obdelovali 16 ur na dan in 20 dni v mesecu.

Na podlagi rezultatov, ki smo jih dobili v analizi, smo dokazali, da je bil nakup nove tehnologije oz. CNC- strojev upravičen.

7 VIRI

1. Beranger P. 1989. Nova pravila proizvodnje. Ljubljana, ČGP Delo: 206 str.
2. Bizjak F. 1997. Tehnološka priprava in prenova proizvodnje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 145 str.
3. Bizjak F., Papež M. 1995. Osnove gospodarjenja in razvoja podjetja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 273 str.
4. Javor Pivka d.d., PC Pohišstvo. 2006.
<http://www.javor.si/javor/pohistvo/predstavitev.htm> (1.7.2006)
5. Kovač J., Remic B. 1989. Upravljanje proizvodnih sistemov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za lesarstvo: 187 str.
6. Kovač J., Urek J. 1989. Organizacija proizvodnih procesov 2. del. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za lesarstvo: 326 str.
7. Medjugorac N. 1998. Organizacija proizvodnje 4. Ljubljana, Zveza lesarjev Slovenije, Lesarska založba: 172 str.
8. Resnik J. 2000. Tehnološko – tehnično projektiranje proizvodnih procesov v lesarstvu. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 209 str.
9. Žnidaršič-Kranjc A. 1995. Ekonomika podjetja. Postojna, DEJ, d.o.o.: 272 str.

ZAHVALA

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

Neizmerno se zahvaljujem tudi vsem zaposlenim v podjetju Javor Pivka d.d., ker so mi omogočili nastajanje te diplomske naloge, še posebno Rudiju Glažarju, Serđu Karliču, Evgenu Rudolfu in Mitju Božiču ter vsem ostalim iz PC Pohišťvo.

Posebej se zahvaljujem svojim staršem in dekletu Vanji za podporo pri študiju in nastajanju te diplomske naloge.