

## Proučevanje dela s procesorjem KP-40

### Work Studies with the KP-40 Processor

Edvard REBULA\*

#### Izvleček

Rebula, E.: Proučevanje dela s procesorjem KP-40. Gozdarski vestnik, št. 3/1995. V slovenščini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 5.

S časovnimi študijami smo na gozdarstvu Vitanje proučevali delo pri dodelavi sortimentov s procesorjem na žerjavu KP-40.

Rezultati proučevanja so prikazani z regresijskimi enačbami med časom obdelave in z različnimi kazalci (prsni premer in dolžina debla, število žagov, število kosov, povprečen prsni premer v kupu, velikost kupa ipd.). Prikazani so vplivi različnih dejavnikov na učinke dela.

Ugotovitve so prikazane ločeno, če je primerjalna količina posamezno drevo, in ločeno, če je primerjalna količina kup.

**Ključne besede:** Procesor KP-40, časovne študije, delovni učinki, vplivni dejavniki.

#### 1 UVOD

##### 1 INTRODUCTION

V letu 1988 je Gozdno gospodarstvo Celje nabavilo stroj za obvejevanje in prežagovanje dreves iglavcev (procesor) KP-40. Procesor je avstrijskega izvora. LIV iz Postojne je zgradil nadgradnjo kamiona, operatersko kabino, dvigalo, stabilizatorje in potrebne hidravlične napeljave. Vse skupaj so nadgradili na odslužen (že izrabljen) kamion. Tako smo pri nas dobili prvi procesor na dvigalu (nem. Kranprozessor) v našo redno proizvodnjo.

Delo s takimi stroji so si lahko naši strokovnjaki ogledali pred leti v Slovenj Gradcu, ko so tu organizirali prikaz tega dela. Še več informacij o učinkih takih strojev so strokovnjaki dobili iz prikazov v inozemstvu, zlasti Avstriji (Austroforma) in literature. Na osnovi tega je potekala ži-

#### Synopsis

Rebula, E.: Work Studies with the KP-40 Processor. Gozdarski vestnik, No. 3/1995. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 5.

Time studies were used to investigate the work in assortment finishing process by means of a processor in the KP-40 crane in the Vitanje forest unit.

The results are given in the form of regression equations between the machining time and various indices (breast-height diameter and trunk length, the number of saw cuts, the number of pieces, the average breast-height diameter in the pile, pile size and the like). The influence of various factors on work effects are also given. The results are given separately in case the comparative quantity is an individual tree and separately if it is a pile.

**Key words:** KP-40 processor, time studies, work effects, influential factors.

vahna razprava o primernosti (gospodarnosti, proizvodnosti, organizacijskih težavah, razpoložljivi količini lesa za tako obdelavo, ipd.) nabave in uporabe takih strojev v naših razmerah. Zato je bila razumljiva radovednost o uspehu dela takega stroja pri nas. Zaradi tega smo vključili v naše raziskovalno delo proučitev delovnih učinkov in v končni fazi tudi gospodarnosti tega dela pri nas.

Uvedba procesorja spremeni celotno tehnologijo sečnje in obdelave oblovine, spravila in dodelave sortimentov. Raziskava je zajela vse te faze in bodo postopoma obdelane vse. V tej študiji pa bomo prikazali le izsledke raziskave o delu procesorja pri obvejevanju, krojenju in prežagovanju ter sortiranju oblovine iglavcev ob cesti v gozdu.

Vsa snemanja dela smo izvedli na TOZD-u Vitanje v revirju Rakovec v maju in juniju leta 1989. Pri organizaciji snemanja pa tudi pri samem delu so nam obilno pomagali strokovnjaki na TOZD-u. Za pomoč vsem najlepša hvala.

\* Dr. E. R., dipl. inž. gozd., profesor v pokoju, 66230 Postojna, Kraigherjeva 4, SLO

## 2 MERJENJE DELOVNIH UČINKOV, UGOTAVLJANJE KAZALCEV IN VPLIVNIH DEJAVNIKOV

### 2 MEASURING OF WORK PERFORMANCES, THE ESTABLISHING OF INDICES AND INFLUENTIAL FACTORS

#### 2.1 Snemanje dela

##### 2.1 Working Time Study

Za snemanje dela procesorja pri obdelavi dreves iglavcev smo izdelali poseben snemalni list. V njem smo beležili vse običajne reči, ki sodijo tja. Zato bom tu opisal le posebnosti, s katerimi smo se srečali pri snemanju dela procesorja.

#### 2.1.1 Merjenje količin obdelanih sortimentov

##### 2.1.1 *Measuring of Machines Assortments' Quantities*

Drevesa iglavcev (večinoma smreka in deloma jelka) so bila zložena v različno velike kupe ob cesti. Predebela ali predolga drevesa so zaradi različnih vzrokov (zlasti poškodbe pri spravilu) že ob panju prežagali. Tako so bila v kupih cela drevesa (večinoma, oziroma 1095 dreves od skupno 1416 kosov) in deli dreves (321 kosov).

Za vsako drevo smo izmerili prsni premer (z lubjem). Ugotovili smo tudi število iz drevesa izdelanih kosov, njihove premere in dolžine. Tako smo dobili podatke o skupnem volumnu debla in njegovi dolžini. Večino premerov so izmerili s premerko. Druge so okularno ocenili. Dolžine kosov so ocenjevali. To je bilo olajšano, ker je operater krojil na standardne dolžine (hlode 4 in 8 m, drogove pa cele m).

Na osnovi te izmere smo za vsako drevo (deblo) ugotovili:

- prsni premer ( $X_1$ )
- dolžino debla ( $X_2$ )
- volumen debla ( $X_4$ )

Posebej smo označevali, ali je bil obdelan kos celo drevo (deblo) ali pa le njegov del.

#### 2.1.2 Merjenje časovnih vrednosti

##### 2.1.2 *Measuring of Time Values*

Vse časovne vrednosti smo merili po kronometrični ničelni metodi s točnostjo odčitka 0.01 min (1 cmin). Da bi lahko po-

zneje ugotavljali razne vplive in dosežene učinke, smo snemali čase razmeroma podrobno.

Produktivni čas delavca smo delili na glavnega – za glavna opravila, kot so:

$y_1$  – čista obdelava, ko procesor obdeluje obdelovanca;

$y_2$  – pomožna obdelava, čas, ko s procesorjem opravljajo opravila dvigala; to je čas, ko s procesorjem seže po naslednje drevo, dokler to drevo ne začne obdelovati s procesorjem;

$y_3$  – zastoji; sem smo uvrščali kratke motnje med obdelavo (npr. s procesorjem ne doseže obdelovanca, ne more ga izvleči iz kupa, zastoji med obdelavo zaradi nepravilne oblike drevesa ipd.);

$y_4$  – čas premika procesorja; ločili smo premike ob kupu, če je bilo to potrebno, in premike od kupa do kupa;

$y_5$  – odmori; gre za kratke odmore med delom ko procesor miruje, pogonski motor pa obratuje;

$y_6$  – drugo: kratki zastoji med delom, ko motor obratuje, delavec pa odpravlja vzroke zastoja.

Vsota  $y_1 + y_2 = y$  je efektivni čas stroja.

$y_1 + y_2 + y_3 =$  obdelovalni čas ali tudi glavni produktivni čas

vsota  $y_1 - y_4 =$  produktivno delo strojnika

vsota  $y_1 - y_6 =$  obratovalni čas stroja

vsota  $y_5 - y_{10} =$  neproduktivni čas delavca

Snemali smo še:

$y_7$  – pripravljajno zaključni čas;

$y_8$  – okvare; to je čas, ko delavec odpravlja okvaro in kratka popravila (do 1 ure), če operater pomaga mehanikom pri popravilu;

$y_9$  – drugo: čas zastojev, ko stroj miruje in jih ne moremo uvrstiti v druga opravila (npr. ni lesa);

$y_{10}$  – delavec miruje: vsi odmori, prekinitev dela, ko delavec miruje in stroj stoji.

Sestava časa je dana v razpredelnici 3.

#### 2.1.3 Ugotavljanje vplivnih dejavnikov

##### 2.1.3 *Establishing of Influential Factors*

Ugotavljanje dejavnikov, ki vplivajo na delovne učinke in ugotavljanje načina ter

moči njihovega vpliva, je osrednji problem raziskave.

Zaradi pomanjkanja izkušenj (ni jih tudi v literaturi) smo merili vse dejavnike, ki bi lahko kakorkoli vplivali na delovne učinke. Poleg količine obdelanih sortimentov (debel in kosov) in časovnih vrednosti smo ugotavljali še:

- drevesno vrsto: smreko, jelko;
- ločeno snemali in obdelali podatke za vsak kup, sečnospravilno polje in odsek;
- preostali (neobdelani) del vrha;
- temperaturo in vreme;
- število žagov (rezov) za vsako deblo (kos);
- število kosov (iz debla).

S primerno statistično obdelavo snemanih podatkov smo ugotavljali vpliv posameznega dejavnika. Dejavnike, ki najmočneje vplivajo na delovne učinke in jih lahko, enostavno, izmerimo ter so primerni za prakso, pa smo uvrstili med kazalce. Z njimi je doseženi učinek v najtesnejši zvezi (korelaciji). Zato kažejo (ponazarjajo) učinke.

#### 2.1.4 Organizacija snemanja dela

##### 2.1.4 Organization of Working Time Study

Vse meritve pri snemanju dela je izvedla ekipa dveh snemalcev. Prvi, Rosenstein Dejan, absoluten gozdarstva, je vodil glavni snemalni list in meril časovne vrednosti. Skrbel je za usklajevanje obeh snemalcev, za to da so h količinam pripisali ustrezne čase. Drugi snemalec Jeseničnik Ivan, upokojeni manipulant, je meril različne količine obdelanih sortimentov – dimenzije dreves in sortimentov. Beležil jih je v poseben snemalni list. Skupno sta uskladila meritve in jih vnesla v glavni snemalni list.

#### 2.2 Računalniška obdelava podatkov

##### 2.2 Computer Data Processing

Z računalniško obdelavo, ki je obsegala razne statistične metode, smo v glavnem ugotavljali medsebojne zveze med časi, obdelanimi količinami in drugimi vplivnimi dejavniki. Z njo smo poskušali zlasti:

- najti kazalce, vplivne dejavnike, ki najbolje kažejo delovne učinke;
- ugotoviti način in moč delovanja vplivnih činiteljev;

– čim bolj pojasniti variabilnost delovnih učinkov. Poiskati vzroke te variabilnosti.

Vso računalniško obdelavo je na VTOZD za gozdarstvo spjel mag. Vlado Puhek, dipl. inž. gozd. Vse tabele in diagrame pa je izračunal in naredil Igor Potočnik, dipl. inž. gozd.

Računalniško smo obdelali podatke dvakrat. Prvič je bila enota obdelave drevo, drugič pa kup dreves ob cesti.

### 3 TEHNOLOGIJA, DELAVCI IN OBJEKTI SNEMANJA

#### 3 TECHNOLOGY, WORKERS AND STUDY'S OBJECTS

Obdelana drevesa so posekali v sestojih različnih starosti. Gre pretežno za enodobne sestoje skoraj čiste smreke, na nadmorskih višinah okoli 1000 do 1100 m. Posekano drevje je napadlo pri redčenjih.

Sekač je drevo podrl v najugodnejšo smer glede na spravilo. Po potrebi je drevo prežagal, če je bilo predebelo (nad 30 cm prsnega premera) ali če bi spravilo celega drevesa povzročilo prevelike poškodbe. Gre torej za drevesno metodo oziroma (izjemoma) metodo delov drevesa.

Spravljali so s traktorji IMT 560, LKT 81 in BELT GV-70. Spravljali so pretežno cela drevesa.

Organizacija sečnje in spravila je, bila različna. Sekač je ponekod delal sam, drugod pa v skupini s traktoristom. Traktorist je praviloma imel pomočnika.

Traktorist je spravljena drevesa ob cesti, na primernem mestu uskladiščil v čim večje kupe. Povprečno je bilo v kupu  $6,22 \text{ m}^3$  obdelanih sortimentov oziroma 39 dreves in delov dreves. Obdelali so 36 kupov. V največjem kupu (po masi) je bilo  $18,87 \text{ m}^3$  sortimentov oziroma 55 dreves in delov dreves. Povprečni volumen debla je bil  $0,34 \text{ m}^3$ . To je bil tudi kup z najdebelejšim drevjem – povprečen prsni premer 20,51 cm. V najmanjšem kupu je bilo le  $0,85 \text{ m}^3$  sortimentov oziroma 6 dreves.

Največji kup po številu dreves je vseboval 88 dreves. V tem kupu je bilo  $8,57 \text{ m}^3$  sortimentov. Povprečno drevo je vsebovalo  $0,0974 \text{ m}^3$  lesa in je imelo prsni premer

Razpredelnica 1: Obdelana oblovina in njene značilnosti  
Table 1: Machined round wood and its characteristics

Zap. št.	Odd.	Sečno pravilno polje Cutting-skidding area	Število kupov The number of piles	Število dreves in delov The number of trees and pieces	Prsni premer Breadth-height diameter		Dožina debla Trunk length		Volumen Volume			Število kosov The number of pieces	
					Povpreč. The average	KV %	Povpreč. The average	KV %	Vsa dodelana količina Entire machined quantity	X <sub>1</sub>	KV %	Vsota Total	Število kosov na debla The number of pieces per trunk
1	9		5	243	18,3	31	9,4	43	48,75	0,201	93	372	1,55
2	11		8	314	17,1	30	8,3	32	44,15	0,141	83	425	1,37
3	16		4	129	19,4	30	10,5	39	28,92	0,224	77	223	1,65
4	21	4	5	222	15,5	42	10,3	43	37,68	0,170	120	347	1,57
5	21	6	7	295	14,4	30	8,6	38	31,17	0,106	92	417	1,47
6	25	1	3	51	20,1	34	8,1	28	10,60	0,208	84	63	1,32
7	25	2	3	117	19,6	35	8,8	36	25,91	0,221	83	151	1,31
8	25	8	1	45	14,1	23	9,6	25	4,80	0,107	65	70	1,57
9	Skupaj Total		36	1416	16,2	32	9,1	39	231,98	0,164	95	2068	1,46

KV = koeficient variacije variation coefficient

Razpredelnica 2: Sestava obdelanega drevja  
Table 2: The structure of trees machined

Prsni premer Breadth-height diameter cm	Po debelini According to diameter				Po volumnu (debeljadi) By volume (of trunkwood)									
	Število dreves The number of trees		Obdelani sortimenti Assortments machined				Debeljad Trunkwood m <sup>3</sup>	Število dreves The number of trees		Obdelani sortimenti Assortments machined				
	Število kosov The number of pieces	Delež Share %	Kosov The number of pieces		Delež % Share	Količ. Quantity		Delež % Share	Količ. Quantity	Delež % Share	Kosov The number of pieces			
			Količ. Quantity	Delež % Share			Količ. Quantity				Delež % Share			
do 10	135	9,5	4,01	1,7	141	6,8	do 0,04	256	18,1	7,86	3,4	260	12,6	
10-14	480	33,9	30,60	13,2	570	27,6	0,04-0,08	317	22,4	19,77	8,5	352	17,0	
15-19	399	28,2	55,23	23,8	588	28,4	0,09-0,15	318	22,5	36,60	15,8	447	21,6	
20-21	126	8,9	27,16	11,7	293	11,3	0,16-0,29	304	21,5	63,98	27,6	545	26,4	
22-23	75	5,3	22,38	9,6	144	7,0	0,30-0,39	104	7,3	35,69	15,4	210	10,2	
24-25	78	5,5	28,12	12,1	164	7,9	0,40-0,49	23	1,6	9,64	4,2	51	2,5	
27-27	55	3,9	28,07	9,9	108	5,2	0,50-0,59	55	3,9	28,74	12,4	120	5,8	
28-29	25	1,8	12,65	5,5	52	2,5	0,60-0,69	2	0,1	1,20	0,5	3	0,1	
30 in več	43	3,0	28,76	12,4	68	3,3	nad 0,70	37	2,6	28,50	12,3	80	3,9	
Skupaj	1416	100,0	231,98	100,0	2068	100,0	Skupaj	1416	100,0	231,98	100,0	2068	100,0	

13,9 cm. V kupu z najtanjšim drevjem je bilo 77 dreves. V povprečju je drevo vsebovalo  $0,0687 \text{ m}^3$  lesa in je imelo prsni premer 12,01 cm (vsa povprečja so aritmetične sredine). V splošnem je bilo v večjih kupih debelejša drevje.

Ko so spravili drevesa in poravnali v kupe, so začeli drevesa obdelovati s procesorjem. Procesor so pripeljali h kupu. Po vrsti je izvlačeval drevesa, jih obdelal in sortimente nesortirane odlagal v kup.

Sečnjo in spravilo smo snemali pri 1092 drevesih, iz katerih je napadlo  $137,59 \text{ m}^3$  sortimentov.

Obdelavo s procesorjem smo snemali pri obdelavi 36 kupov s 1416 drevesi in njihovimi deli, to je  $231,98 \text{ m}^3$  sortimentov s 2068 kosi. Podrobnejši pregled o obdelani oblovinu je v razpredelnici 1.

V razpredelnici 1 vidimo, da smo snemali razmeroma velik vzorec  $232 \text{ m}^3$  sortimentov z 2068 kosi. Vidimo, da gre za sorazmerno drobno oblovinu, za tipično oblovinu iz redčenj. Kljub temu pa je razpon dimenzij dreves (po debelini in volumnu) dovolj velik, ter njihova razporeditev taka, da nam omogoča zanesljivo sklepanje na območje debelin (prsni premerov) od 9–30 cm oziroma za območje volumna drevesa od  $0,04 \text{ m}^3$  do  $0,40 \text{ m}^3$ . To je razvidno iz razpredelnice 2.

Razpredelnica 2 nam daje tudi dobro sliko razmerja debeline in količine. Vidimo, da je do debeline 15 cm oziroma do tele-

Diagram 1: Dolžina debla v odvisnosti od prsnega premera.

Diagram 1: Trunk's length in relation to breast-height diameter.

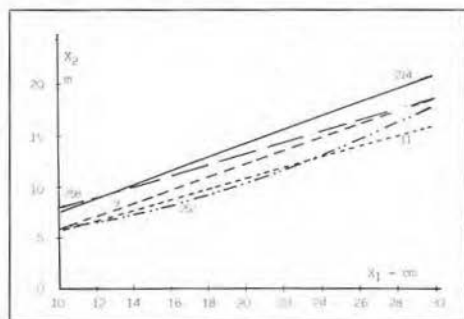


Diagram 2: Telesnina debla v odvisnosti od prsnega premera.

Diagram 2: Trunk volume in relation to breast-height diameter.

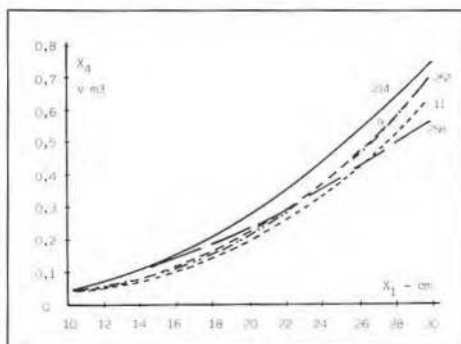


Diagram 3: Število iz debla izdelanih kosov v odvisnosti od prsnega premera

Diagram 3: The number of pieces made of trunk in relation to breast-height diameter

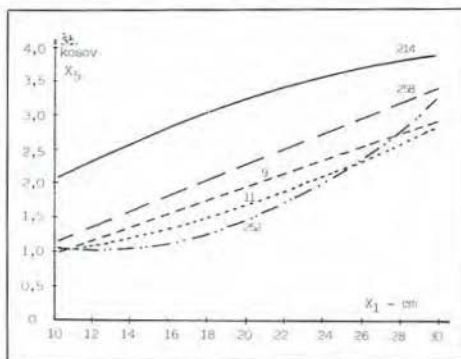
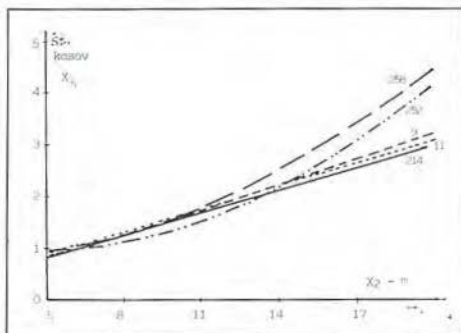


Diagram 4: Število iz debla izdelanih kosov v odvisnosti od njegove dolžine.

Diagram 4: The number of pieces made of trunk in relation to its length.



snine drevesa  $0,08\text{ m}^3$  prek 40 % dreves, prek 30 % kosov in le 12–15 % lesne mase. Nasprotno je nad 30 cm debeline oziroma nad  $0,60\text{ m}^3$  telesnine drevesa le okoli 3 % dreves – pretežno delov drevesa – s približno 4 % kosov in okoli 12 % lesne mase.

V razpredelnici 2 tudi vidimo, da iz drobnih drevesc – do debeline 15 cm in telesnine  $0,08\text{ m}^3$  – izdelajo le 1 kos, celo deblo. Nad to debelino, nekako do debeline 30 cm, izdelajo iz drevesa dva kosa. Nad to debelino pa morajo drevesa že prežagati. Tako pride iz dela drevesa v povprečju nekako 1,5 kosa.

Zvezo med dolžino debla  $X_2$  (vsoto dolžin sortimentov izdelanih iz drevesa) in njegovim prsnim premerom  $X_1$  kažemo na diagramu 1, med prsnim premerom in telesnino debla  $X_4$  (debeljadjo) pa na diagramu 2. Na obeh diagramih vidimo, da se dolžina debel in njihova debeljad precej razlikuje med posameznimi sečišči.

Diagram 3 nam kaže zvezo med prsnim premerom debla in številom iz njega izdelanih kosov. Vidimo, da je pri istem premeru število kosov precej različno na posameznih deloviščih. Vzrok so različne dolžine debel. To nam potrjuje tudi diagram 4. Tu je prikazana odvisnost števila iz debla izdelanih kosov ( $X_4$ ) od dolžine debla ( $X_2$ ). Vidimo, da do dolžine okoli 14 m skoraj ni razlik. Razlike, ki se kažejo nad to dolžino, pa so bolj posledica nezanesljivosti regresij na mejnih območjih (v bistvu ekstrapolacij) kot pa dejanskih razlik.

#### 4 DELOVNI ČAS

##### 4 WORKING TIME

Pregled o posnetem delovnem času in njegovi sestavi je dan v razpredelnici 3. V prvih treh kolonah je delovni čas tak, kot smo ga posneli, v drugih treh pa smo izločili čase selitev, ko so procesor selili z enega na drugo delovišče. Upoštevali smo le premike, ki so bili krajši od 5 min.

Sestava delovnega časa kaže, da delavec dve tretjini časa dela s strojem in dvigalom. Čista in pomožna obdelava ( $y_1 + y_2$ ) sta v bistvu efektivni čas stroja. Delež tega časa (52 %) je razmeroma vi-

sok. Pri »zastojih pri obdelavi« ( $y_3$ ) delavec dela z dvigalom in delno s procesorjem. Če dodamo še premike ( $y_4$ ), dobimo produktivni čas delavca. Delež tega časa – okoli tri četrtine – je razmeroma visok. Delavec s svojimi odmori, malicami ipd. povzroča, da delo stoji okoli 8 % časa. Stroj je vzrok za zastoje okoli 7 % delovnega časa, zaradi drugih vzrokov ( $y_9$ ) pa delo ne teče 11,5 % časa. Obratovalnega časa je skoraj 80 % (79,8 %).

Za osnovo pri računanju učinkov, na katero preračunamo (dodamo) splošne (dodatne) čase, bomo jemali:

1. čisti in pomožni čas obdelave ( $y_1 + y_2 = y$ ), ko bomo obravnavali učinke, računane za vsako deblo, kos in del debla posebej. Dodatnega časa je v tem primeru 617,88 min. in ga moramo dodati čistemu in pomožnemu času obdelave ( $y$ ) 793,74 min. Faktor dodatnega časa je tako  $F = 1,77858$ .

2. čas obdelave ( $T_3$ ), ko bomo obravnavali učinke, računane iz podatkov za kupe. V tem primeru je  $F = 1,45638$ .

#### 5 DELOVNI UČINKI KP-40

##### 5 WORK PERFORMANCE VALUES IN THE KP-40

V tem poglavju bomo prikazali rezultate raziskave o ugotovljenih delovnih učinkih in dejavnikih, ki nanje vplivajo. Rezultate bomo prikazali ločeno za dve primerjalni količini, kot smo obdelovali podatke sne-manj:

1. za posamezno drevo oziroma del drevesa in 2. za kupe.

##### 5.1 Ugotovitve obdelave za posamezno drevo

###### 5.1.1 Machining Results for Individual trees

Z raziskavo smo ugotovili, da na čas obdelave drevesa ali dela drevesa vplivajo:

- njegov prsni premer,
- dolžina debla,
- debeljad drevesa,
- število iz debla izdelanih kosov,
- število žagov.

## Razpredelnica 3: Delovni čas in njegova sestava

Table 3: Working time and its structure

Zap. št. Cons. num.	Dejavnost Activity	Označba Classification	Posneti delovni čas Working time registered			Delovni čas brez selitev Working time without the moving		
			Trajanje Duration min.	Sestava Structure %	Sestava z oz. na glavni prod. čas Structure in relation to the main prod. time %	Trajanje Duration min.	Sestava Structure %	Sestava z oz. na glavni prod. čas Structure in relation to the main prod. time %
1	Čista obdelava / Pure machining	y <sub>1</sub>	301,56	19,78	31,11	301,56	21,36	31,11
2	Pomožna obdelava / Auxiliary machining	y <sub>2</sub>	492,18	32,27	50,77	492,18	34,86	50,77
3	Zastoji pri obdelavi / Delays in machining	y <sub>3</sub>	175,60	11,51	18,12	175,60	12,44	18,12
4	OBDELAVA / TREATMENT	T <sub>G</sub>	969,34	63,56	100,00	969,34	68,66	100,00
5	Premiki / Moves	y <sub>4</sub>	173,15	11,35	17,86	59,69	4,23	6,16
6	PRODUKTIVNO DELO / PRODUCTIVE WORK	T <sub>p</sub>	1142,49	74,91	117,86	1029,03	72,89	106,16
7	Odmori / Breaks	y <sub>5</sub>	11,73	0,77	1,21	11,73	0,83	1,21
8	Drugo / Others	y <sub>6</sub>	63,00	4,13	6,50	63,00	4,46	6,50
9	Delavec stoji / A worker is waiting	y <sub>10</sub>	43,00	2,82	4,44	43,00	3,05	4,44
10	DODATNI ČAS DELAVCA / WORKER'S EXTRA TIME	T <sub>del</sub>	117,73	7,72	12,45	117,73	8,34	12,15
11	Pripravljajno zaključni čas / Preparation-conclusion time	y <sub>7</sub>	13,23	0,87	1,36	13,23	0,94	1,36
12	Okvare / Breakdowns	y <sub>8</sub>	89,50	5,87	9,23	89,50	6,34	9,23
13	Drugo / Others	y <sub>9</sub>	162,24	10,63	16,74	162,24	11,49	16,74
14	DODATNI ČAS STROJA / MACHINE'S EXTRA TIME	T <sub>s</sub>	264,97	17,37	27,33	264,97	18,77	27,33
15	SKUPAJ DODATNI ČAS / TOTAL EXTRA TIME	T <sub>dod</sub>	382,70	25,09	39,48	382,70	27,11	39,48
16	DELOVNI ČAS / WORKING TIME	T	1525,19	100,00	157,34	1411,73	100,00	145,64

Poleg tega se časi obdelave drevesa značilno razlikujejo med posameznimi objekti (oddelki, sečišči), kar kaže, da na čas obdelave vpliva tudi drevo s svojo vejnatostjo, koničnostjo ipd., ki je svojevrstna na rastišču.

Na čas obdelave vpliva tudi način dela. Razlikujejo se časi obdelave celega drevesa od časov za obdelavo njegovega dela enake debeline oziroma telesnine.

Večina naštetih dejavnikov je v tesni medsebojni zvezi. Zato vsak od njih ponažarja tudi vplive drugih dejavnikov. Končni učinek te zveze je, da so vsi naštetih (5) dejavniki približno enako dobri kazalci potrebnega časa za obdelavo in je vsak posamezno možen kazalec. Njihova uporabnost je tako bolj odvisna od možnosti njihovega merjenja pri delu v praksi.

Regresijska in korelacijska obdelava je pokazala, da so čisti časi obdelave ( $y_1$ ) v mnogo tesnejši zvezi z vplivnimi dejavniki kot pa pomožni časi obdelave. Pri prvih so korelacijski koeficienti ( $R$ ) pretežno okoli 0,85 (od 0,77 do 0,87), pri drugih pa okoli 0,30 do 0,40. Nekje v sredi so korelacijski koeficienti, če računamo korelacije časov čiste in pomožne obdelave skupaj ( $y = y_1 + y_2$ ). Tu so korelacijski koeficienti (okoli) 0,55 – 0,60. Zato bomo podrobneje obdelali korelacijske odvisnosti in regresijske zveze le za čiste čase obdelave ( $y_1$ ) in za čiste in pomožne čase skupaj ( $y$ ).

### 5.1.1 Čisti časi obdelave s procesorjem KP-40

#### 5.1.1.1 Pure Machining Times with the KP-40 Processor

V nadaljevanju prikazujemo regresijske enačbe in njihove korelacije med časi čiste obdelave ( $y_1$ ) in posameznimi kazalci. Navajamo le enačbe za skupno vse snemane podatke – za vsa sečišča, to je nekako povprečje, čeprav se regresije za posamezna sečišča med seboj precej razlikujejo. Razlike bomo obdelali in prikazali pozneje:

Iz pregleda enačb lahko vidimo, da so čisti časi obdelave v tesni korelaciji s posameznimi merami drevesa. Te so tudi dobri kazalci. Najboljši je dolžina debla ( $X_2$ , enačba 2a). Sama dolžina pojasni 70 %

Enačbe za cela drevesa so:

Št. enačbe	Regresijska enačba	Korelacijski koeficient R
1a	$y_1 = 7,395 + 0,0374 X_2^2$	0,770
2a	$y_1 = 3,198 + 1,3146 X_2 + 0,0307 X_2^2$	0,837
3a	$y_1 = 8,642 + 78,2631 X_3 - 52,0808 X_3^2$	0,826
4a	$y_1 = 1,998 + 11,2181 X_5$	0,800
5a	$y_1 = 9,977 + 3,0365 X_6 + 1,9258 X_6^2$	0,70
6a	$y_1 = -3,223 + 0,5157 X_1 + 1,4114 X_2$	0,858
7a	$y_1 = 3,888 + 0,696 X_1 + 7,3915 X_2$	0,854
8a	$y_1 = 7,205 + 38,854 X_4 + 3,984 X_5$	0,849
9a	$y_1 = 3,496 + 21,830 X_4 + 1,253 X_5$	0,855
10a	$y_1 = -3,909 + 0,698 X_1 + 5,986 X_5 + 1,512 X_6$	0,857
11a	$y_1 = 2,729 + 21,185 X_4 + 0,661 X_5 + 2,959 X_6 + 1,521 X_6^2$	0,874

Zraki pomenijo:

$y_1$  = čisti čas obdelave v c/min (1/100 min)

$X_1$  = prsni premer drevesa z lučjem v cm

$X_2$  = dolžina debla v m

$X_4$  = telesnina debla, debeljad v m<sup>3</sup>

$X_5$  = število iz drevesa izdelanih kosov

$X_6$  = število žagov (prežagovanj) na drevesu.

vse variance obdelovalnih časov. Skoraj enakovreden kazalec je tudi telesnina debla (debeljad  $X_4$  – enačba 3a). Po točnosti sta skoraj enakovredna kazalca prsni premer drevesa ( $X_1$ ) in število iz drevesa izdelanih kosov ( $X_5$ ). Bistveno slabši kazalec je število žagov ( $X_6$ ).

Za praktično rabo pa je najuporabnejši kazalec prsni premer, ki ga edinega lahko enostavno zmerimo pred obdelavo. Pri sami obdelavi pa bi z vgradnjo ustreznih števecv v kabini operaterja brez težav zbirali podatke tudi o vseh drugih kazalcih.

Če v regresijo vključimo še drugo, dodatno dimenzijo, zvišamo koeficient korelacije za 2–3 stotine in tako dodatno pojasnimo delež variance za 3–4 %. Največ pojasnita prsni premer in dolžina debla ( $R = 0,858$ , enačba 6a), enako pa tudi druge kombinacije. Vidimo tudi, da kombiniranje treh ali več kazalcev, ki so sicer značilni, nima nobene koristi.

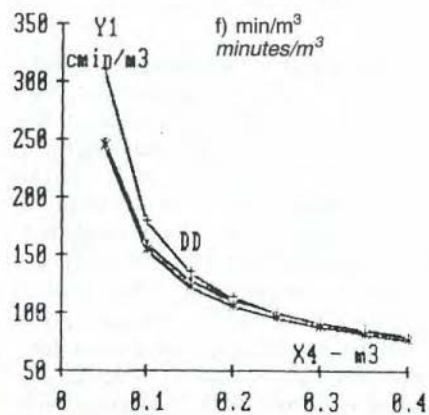
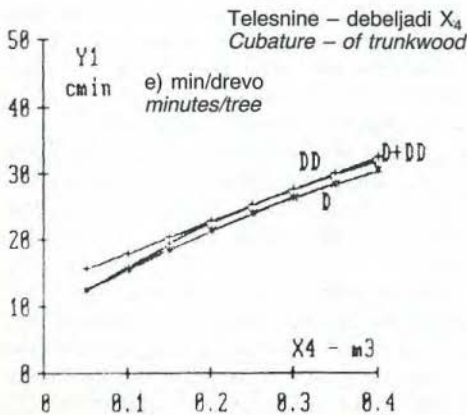
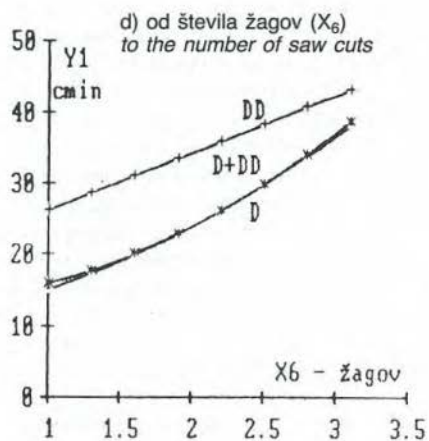
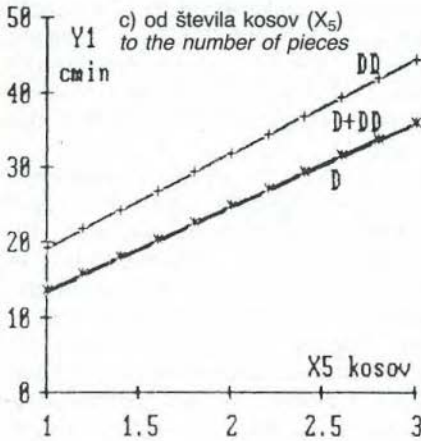
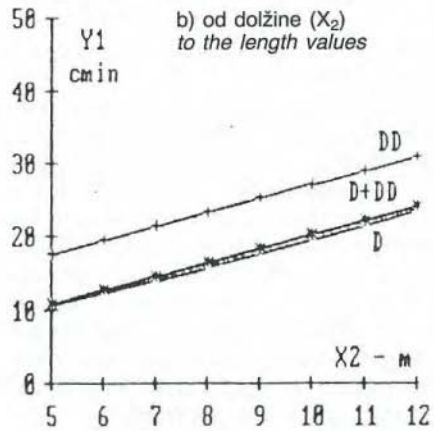
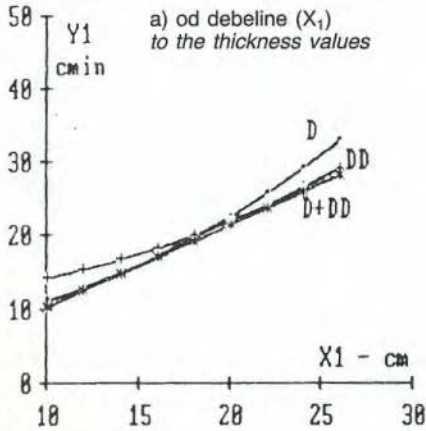
Pri obdelavi podatkov smo računali tudi z drugimi tipi regresijskih enačb. Z njimi nismo mogli pojasniti bistveno večjega deleža variance. Zato tu prikazujemo najbolj preproste, zato pa nazorne in razumljive zveze.

Na diagramu 5 smo prikazali čiste čase obdelave za cela drevesa, za dele dreves in skupno za drevesa in njihove dele. Pri primerjavi krivulj časa obdelave za drevo ali del drevesa je potrebno upoštevati raz-



Diagram 5: Čisti časi ( $Y_1$ ) obdelave debel (D), delov debel (DD) in skupaj (D+DD) v odvisnosti od posameznih kazalcev

Diagram 5: Pure times ( $Y_1$ ) of trunk machining (D), of trunk parts (DD) and total (D+DD) in relation to individual indices



lične mere in druge značilnosti dreves in njihovih delov. Prežagali so v glavnem najdebelejša (nad 30 cm) drevesa. Od tod izhajajo tudi razlike. Prikazane so v razpredelnici 4.

**Razpredelnica 4: Primerjava velikosti in drugih značilnosti dreves in delov dreves**

Table 4: A comparison of the heights and other characteristics of trees and tree parts

Značilnost	Drevesa	Deli drevesa	Skupaj drevesa in deli
Characteristic	Trees	Tree parts	Trees and tree parts together
Prsni premer - cm	$X_1$ 15,52	19,9 <sup>+</sup>	17,21
Breast height diameter - cm			
Dolžina - m	$X_2$ 9,30	7,72	8,90
Length - m			
Debeljad - m <sup>3</sup>	$X_4$ 0,136	0,201	0,159
Trunkwood - m <sup>3</sup>			
Število kosov	$X_5$ 1,47	1,28	1,41
The number of pieces			
Število žagov	$X_6$ 1,34	0,57	1,16
The number of saw cuts			

<sup>+</sup> srednji premer / mean diameter

V razpredelnici vidimo, da so deli dreves znatno debelejši, krajši in da imajo skoraj še enkrat večjo telesnino (debeljad). Iz dela drevesa pride manj kosov, zlasti pa je manj žagov. Poleg tega se deli dreves enakih mer (npr. premera) ločijo od celih dreves še po vejnatosti, velikosti ipd. Zato so časi obdelave delov debel bistveno različni od časov obdelave dreves enakih dimenzij, kar je razvidno na grafikonih.

Praviloma obdelujejo s procesorjem cela drevesa. Deli dreves so v manjšem deležu, kolikor je nujno iz raznih vzrokov. Poleg tega so časi obdelave delov drevesa v veliko bolj ohlapni zvezi (nižje korelacije  $R = 0,4 - 0,45$ ) s kazalci kot pri celih drevesih. Zato ne bomo podrobneje obdelovali odvisnosti obdelovalnih časov delov dreves in njihovih kazalcev.

Normalno obdelujejo skupaj drevesa in drevesne dele. Zanje smo ugotovili naslednje odvisnosti oziroma regresijske enačbe.

Pregled regresijskih enačb, zlasti pa še korelacijskih koeficientov, kaže, da so zveze med časi obdelave in njihovimi kazalci

Št. enačbe	Regresijska enačba	Korelacijski koeficient R
1	$y_1 = -0,973 + 1,111 X_1$	0,69
2	$y_1 = 1,138 + 1,9125 X_2$	0,74
3	$y_1 = 8,866 + 68,941 X_4 - 38,48 X_2^2$	0,80
4	$y_1 = 2,382 + 11,154 X_5$	0,74
5	$y_1 = 13,234 + 2,636 X_2^2$	0,59
6	$y_1 = -4,44 + 0,586 X_1 + 1,4058 X_2$	0,84
7	$y_1 = -4,97 + 0,690 X_1 + 7,956 X_5$	0,83
8	$y_1 = 7,33 + 41,15 X_4 + 3,708 X_6$	0,84
9	$y_1 = 2,001 + 1,0974 X_2 + 27,661 X_4$	0,84
10	$y_1 = -5,15 + 0,758 X_1 + 5,582 X_5 + 2,0618 X_6$	0,84
11	$y_1 = 3,784 + 0,44 X_2 + 29,99 X_4 + 2,80 X_5 + 1,53 X_6$	0,86

Znaki so isti kot v prejšnjih enačbah.

tu bolj ohlapni kot pri celih drevesih. To zlasti velja, če obravnavamo le enačbe z eno neodvisno spremenljivko. Tu je najboljši kazalec debeljad kosa  $X_4$  ( $R = 0,80$ ), najslabši pa premer  $X_1$  ( $R = 0,69$ ), če ne upoštevamo števila žagov ( $X_6$ ).

Če pa v enačbo vključimo še drugo spremenljivko, pa so tudi regresijske enačbe za čase obdelave dreves in njihovih delov dovolj zanesljive. Z njimi pojasnimo okoli 70 % vse variabilnosti.

Zaključimo lahko, da je za kazalca čistih časov obdelave dreves in delov dreves dovolj zanesljiva le njihova telesnina (debeljad). Boljše je, če za to rabimo dva kazalca. Skoraj enako točne in zanesljive so vse kombinacije. Za praktično rabo (brez dodatnih števcov) pa je najuporabnejša kombinacija premera ( $X_1$ ) in števila kosov ( $X_5$ ). Z vgraditvijo primernih števcov so tudi praktično uporabne vse kombinacije.

Na diagramih vidimo, da so čisti časi obdelave drevesa bistveno različni od istih časov za obdelavo debela enakih dimenzij. Če je kazalec premer ( $X_1$ ) ali debeljad ( $X_4$ ), so čisti časi obdelave za drevo večji kot za del drevesa. Pri drugih kazalcih pa je obratno. Ta ugotovitev je logična, saj je drevo enakega prsnega premera ali debeljadi bistveno daljše od dela drevesa.

Nadalje vidimo na diagramu, da so čisti časi obdelave drevesa zelo podobni čistim časom za obdelavo dreves in delov dreves skupaj. To je zato, ker je v populaciji pretežni del celih dreves (prek 80 %).

Do sedaj smo obravnavali »povprečne« regrese za vse snemane podatke, skupno za vsa sečišča. Na diagramu 6 pa so prikazane regresijske krivulje čistih časov

Diagram 6: Čisti časi obdelave debel po sečiščih v odvisnosti od različnih kazalcev

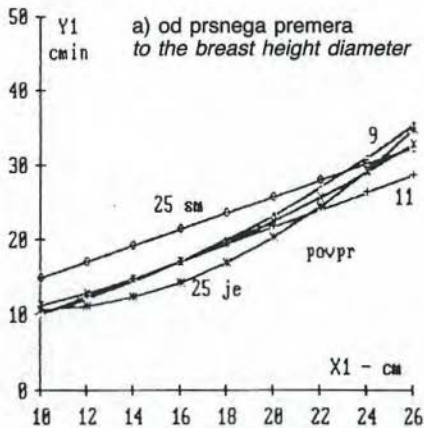
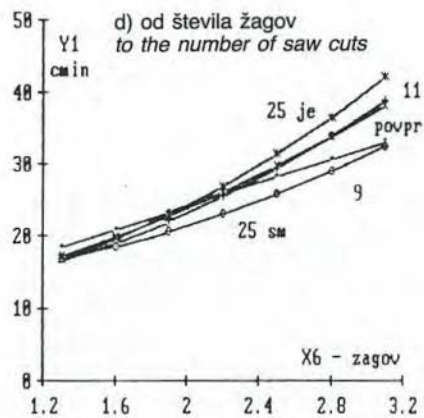
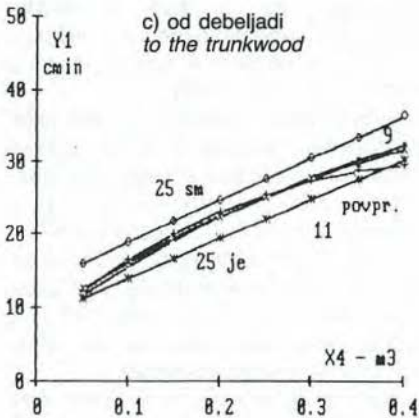
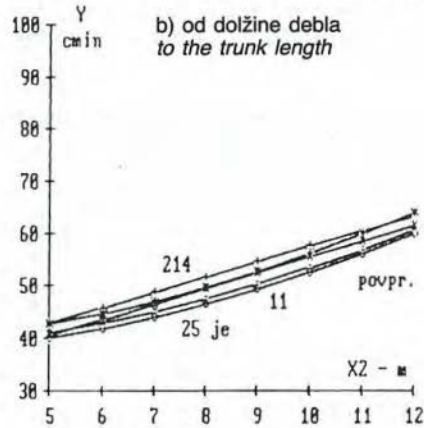


Diagram 6: Pure times of trunk machining by cutting places in relation to various indices



obdelave dreves za razne kazalce po sečiščih. Vidimo, da se regresije med seboj precej razlikujejo. Najmanj se razlikujejo, če je kazalec dolžina debel. Od povprečne (skupne) krivulje odstopajo navzdol do 9% in navzgor do 4%. Veliko bolj odstopajo, če je kazalec prsni premer ali debeljad drevesa oziroma število kosov ali žagov. Tu odstopajo od povprečja navzdol do 11%, navzgor pa celo do 18%.

Podrobnejša analiza kaže, da so časi daljši pri vitkejših drevesih, to je pri tistih, ki so pri enakem prsnem premeru ali enaki telesnini (debeljadi) daljša. Tudi to potrjuje že zapisano ugotovitev, da je posamezna

značilnost drevesa komaj uporaben kazalec za napovedovanje izdelovalnih časov. Je popolnoma ustrezen (točen, zanesljiv), če gre za enake sestoje. Če pa se sestoji razlikujejo po višinah, in to je navadno, moramo pri napovedovanju čistih časov obdelave uporabiti dva kazalca ali njuno kombinacijo.

Posebej smo snemali in obdelali podatke za jelko (25 jelk). Kaže, da so čisti obdelovalni časi pri jelki najkrajši. Res pa je tudi, da so bila drevesa jelke najkrajša. Vzorec jelke je razmeroma majhen. Drevje je bilo razmeroma drobno. Zato je težko karkoli zaključiti.

Podrobnejša primejava kaže, da so krivulje, če je kazalec debeljad, pri jelki bolj strme. To kaže, da so obdelovalni časi za drobnejše jelke, do okoli  $0,20 \text{ m}^3$  debeljadi, krajši kot pri smreki enakih dimenzij. Pri debelejših pa nekoliko večji. Če primerjamo čase na osnovi prsnega premera in dolžine debel, pa ugotovimo, da so pri drobnejšem drevmu časi pri jelki daljši, pri debelejšem pa enaki.

Vidimo, da razlike niso dosledne in tudi ne velike. Zato za prakso lahko zaključimo, da pri procesorski obdelavi med smreko in jelko ni razlik v časih obdelave.

### 5.1.2 Pomožni časi obdelave s procesorjem KP-40

#### 5.1.2 Auxiliary Times of the Machining by the KP-40 Processor

Procesor je vgrajen na hidravlično dvigalo. Z njim jemlje pri obdelavi drevesa iz kupa in jih privleče na mesto obdelave. To smo šteli za pomožni čas obdelave  $y_2$ . V bistvu deluje dvigalo s procesorjem pri tem opravilu kot običajni nakladalnik pri prekladanju oblovine.

Tudi te čase smo analizirali enako kot čiste čase obdelave. Ugotovili smo, da so tudi pri pomožnih časih zanesljive (značilne) zveze časov in kazalcev. Velik del časa je konstanten (gibanje praznega dvigala po drevo in prenos drevesa na mesto obdelave). Variira v bistvu le izvlačevanje iz kupa in prenos drevesa – v odvisnosti od njegove teže. Zato so korelacije med časi in kazalci znatno nižje. Korelacijski koeficienti so okoli  $R = 0,20$  do  $0,27$ . Tako z regresijo pojasnilno nepomemben del variance. To velja tako za posamezen kazalec in tudi za njihove kombinacije. Zato v nadaljevanju navajam le regresije s posameznim kazalcem in skupno za debela in dele debel.

Št. enačbe	Regresijska enačba	Korelacijski koeficient
12	$y_2 = 24,68 + 0,495 X_1$	0,21
13	$y_2 = 25,99 + 0,810 X_2$	0,23
14	$y_2 = 28,08 + 44,73 X_3 - 45,12 X_4^2$	0,25

V enačbah je  $y_2$  pomožni čas obdelave v cmin (1/100 min).

Drugi znaki so isti kot v prejšnjih enačbah.

### 5.1.3 Čas obdelave s procesorjem KP-40

#### 5.1.3 The Time of Machining by means of the KP-Processor

Čas obdelave ( $y$ ) je vsota čistega in pomožnega časa obdelave. Zanj veljajo vse ugotovitve, ki sem jih navedel v prejšnjih dveh poglavjih, ko sem obravnaval čisti in pomožni čas obdelave.

Na diagramu 7 so prikazani časi obdelave za različna sečišča v odvisnosti od različnih kazalcev. Iz teh diagramov lahko povzamemo:

1. Časi obdelave se precej razlikujejo po deloviščih. Najmanjše so razlike, če je kazalec dolžina debela. Velike pa, če je kazalec prsni premer ( $X_1$ ) ali debeljad ( $X_4$ ) debela.

2. Vrstni red sečišč je enak pri kazalcih, kjer so kazalci mere dreves ( $X_1, X_2, X_3$ ). Nekoliko se vrstni red spremeni, če je kazalec število kosov ali število žagov. Vrstni red je enak kot na diagramih št. 6. Obdelava vitkejših dreves je daljša.

3. Vse krivulje se začenjajo precej visoko na ordinati. Regresijske krivulje imajo sorazmerno velike konstantne člene, kar sem že obrazložil pri obravnavi pomožnih časov obdelave.

V nadaljevanju prikazujem regresijske enačbe časov obdelave in korelacijske koeficiente s posameznimi kazalci.

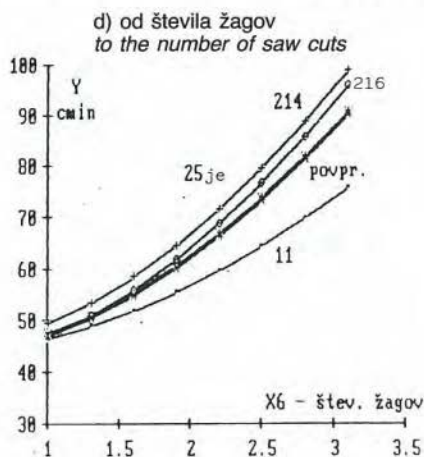
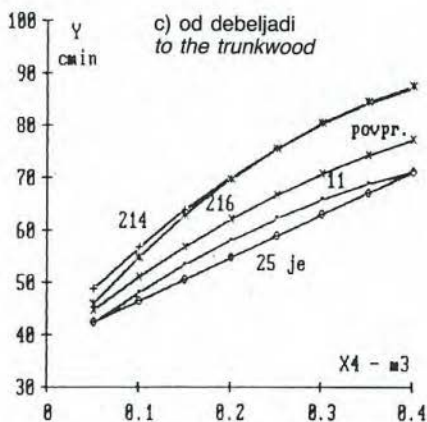
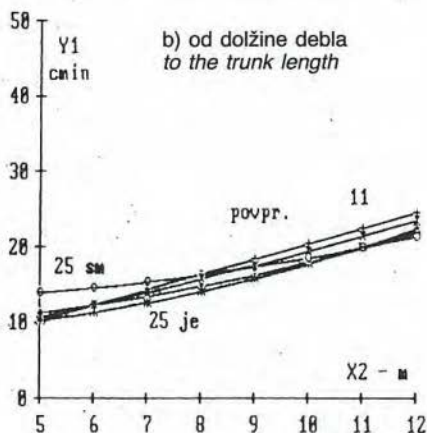
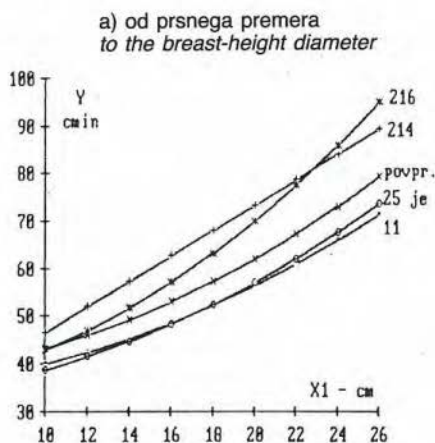
Prikazane enačbe so povprečje vseh sečišč. Preračunane so na delovni čas. To je narejeno tako, da smo koeficiente regresijskih krivulj povečali za dodatni čas ( $F = 1,7786$ ). Tako nam spodnje enačbe že dajejo delovni čas za obdelavo drevesa ali dela drevesa (min/deblo).

#### Enačba delovnega časa za obdelavo drevesa in delov drevesa

Št. enačbe	Enačba	Korelacijski koeficient
16	$T = 0,4537 + 0,0288 X_1$	0,47
17	$T = 0,4649 + 0,0524 X_2$	0,58
18	$T = 0,6884 + 2,1464 X_3 - 1,5481 X_4^2$	0,54
19	$T = 0,4722 + 0,3247 X_5$	0,56
20	$T = 0,7634 + 0,0864 X_6^2$	0,53
21	$T = 0,3536 + 0,0135 X_1 + 0,0406 X_2$	0,58
22	$T = 0,3360 + 0,0147 X_1 + 0,2536 X_5$	0,60
23	$T = 0,3582 + 0,0227 X_1 + 0,1752 X_6$	0,60
24	$T = 0,5217 + 0,6249 X_4 + 0,2264 X_5$	0,60
25	$T = 0,6193 + 0,9185 X_4 + 0,1526 X_5$	0,61
26	$T = 0,5309 + 0,5522 X_4 + 0,0361 X_2$	0,58
27	$T = 0,3322 + 0,0173 X_1 + 0,1368 X_5 + 0,1064 X_6$	0,61
28	$T = 0,5492 + 0,7198 X_4 + 0,1113 X_5 + 0,1024 X_6$	0,61

Diagram 7: Čas obdelave debla po sečiščih v odvisnosti od raznih kazalcev

Diagram 7: Trunk machining time according to cutting places in relation to various indices



Iz pregleda enačb vidimo, da je najmanj zanesljiv kazalec prsni premer drevesa ali premer debla drevesa ( $X_1$ ). Drugi samostojni kazalci:

- $X_2$  = dolžina debla in dela debla,
- $X_4$  = debeljad drevesa ali dela drevesa,
- $X_5$  = število iz drevesa ali dela drevesa izdelanih kosov in
- $X_6$  = število žagov

v enačbah 17–20 so približno enako zanesljivi. Vsak pojasni 28–31 % variance obdelovalnih časov.

Če v regresijo vključimo dva kazalca (enačbe 21–26), pojasnimo nekoliko več variance obdelovalnih časov, od 34–37 %.

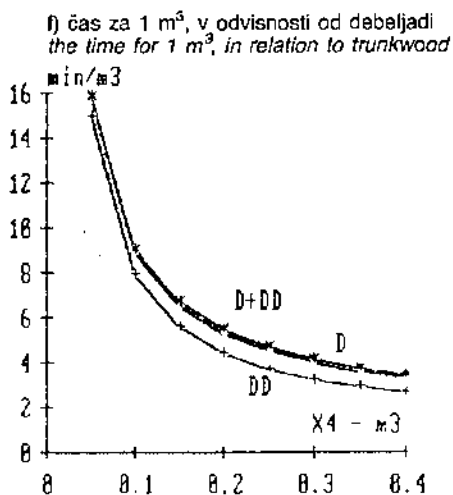
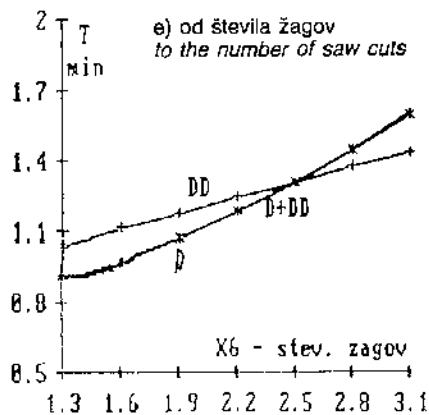
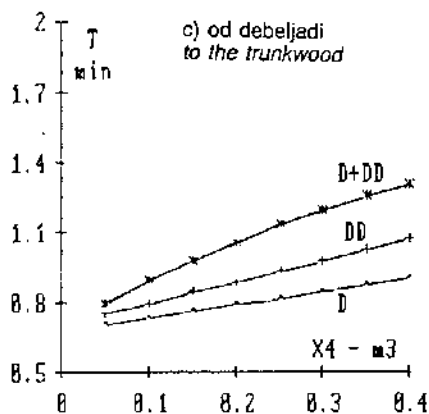
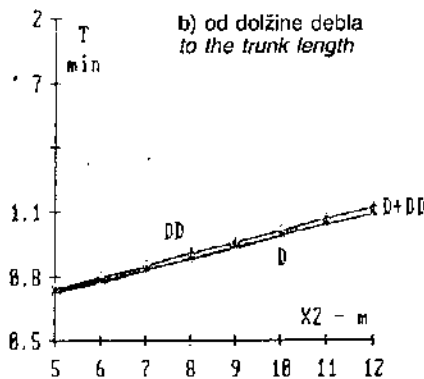
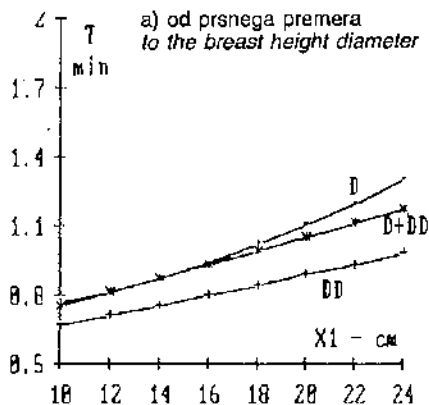
Vključevanje tretjega kazalca praktično ne prispeva k pojasnitvi variance.

Vidimo, da čas obdelave precej variira okoli povprečij. Vzrok za to je zlasti v pomožnih časih obdelave, kar smo že pojasnili. Navedeno velja tako za cela drevesa kot za dele dreves, saj tudi če obravnavamo samo cela drevesa, ni korelacija, razen pri prsnem premeru, nič boljša.

Na diagramu prikazujem primerjavo obdelovalnega časa za drevesa, dele dreves in skupno za drevesa in dele dreves. Na diagramu vidimo, da narašča čas obdelave premo sorazmerno z merami drevesa in številom kosov oziroma žagov. Le z debe-

Diagram 8: Delovni čas (T) za obdelavo debla (D), delov debla (DD) in skupaj (D+DD) v odvisnosti od različnih kazalcev

Diagram 8: Working time (T) for the machining of a trunk (D), trunk parts (DD) and total (D+DD) in relation to various indices



ljadjo narašča regresivno. Nadalje vidimo, da se čas obdelave dela drevesa enakih dimenzij bistveno razlikuje od časa za celo drevo enakih mer (npr. dolžino, debeljad). Vzrok sem pojasnil pri obravnavi čistih časov obdelave. Mislim, da je tu isti.

Regresije za čas obdelave dreves se skoraj ne razlikujejo od skupne regresije za drevesa in njihove dele, ki sem jih prikazal v pogledu enačb. Zato ne bom navajal še enačb za cela drevesa. Pač pa utegnejo biti zanimive regresije le za dele dreves. Zato jih tu navajam. Tudi te so že preračunane na delovni čas.

#### Enačbe za delovni čas obdelave dela drevesa

Št. enačbe	Enačba	Korelacijski koeficient
16a	$T = 0,4426 + 0,02226 X_1$	0,40
17a	$T = 0,4741 + 0,05399 X_2$	0,49
18a	$T = 0,7013 + 0,9114 X_4$	0,46

Za praktično rabo je problem kazalcev pomemben. Kazalci, ki jih lahko ugotavljamo in so zelo uporabni, morajo biti tudi dovolj natančni. Pred obdelavo praktično lahko izmerimo le premer. Ta pa je najmanj natančen. Vse druge količine lahko ugotovimo šele po obdelavi. Večinoma jih lahko ugotavljamo s primernimi napravami (števci) na stroju in je tako merjenje avtomatično. Od teh sta najbolj zanesljiva dolžina debla ( $X_2$  – enačba 17) in število iz drevesa izdelanih kosov ( $X_5$  – enačba 19). Dovolj dobra je tudi debeljad ( $X_4$  – enačba 18). Še boljše pa je, če za napovedovanje delovnega časa obdelave uporabimo dva kazalca. Zaradi natančnosti je skoraj vseeno, katero enačbo uporabimo za to. Iz praktičnih razlogov pa sta najpriročajši enačbi 22 in 24.

Na diagramu 8 smo prikazali delovni čas obdelave za  $1\text{ m}^3$  sortimentov v odvisnosti od debeljadi drevesa. Vidimo, da se poraba časa hitro zniža z naraščanjem volumna drevesa. Nasprotno od tega pa zelo hitro narašča učinek. Izračunamo lahko, da je dnevni učinek pri debeljadi  $0,05\text{ m}^3$   $30\text{ m}^3$  sortimentov, pri debeljadi  $0,4\text{ m}^3$  pa  $148\text{ m}^3$ .

## 5.2 Ugotovitve obdelave po kupih

### 5.2 The Results of the Machining by Piles

Podatke za kup smo dobili tako, da smo sešteli snemanja za vsa drevesa in dele drevesa v kupu. Obdelavo smo snemali pri 36 kupih. Vsoto posameznega znaka za kup smo vzeli kot podatek. Te smo statistično obdelali in ugotavljali njihove medsebojne zveze.

Za primerjalno količino smo vzeli:

1.  $1\text{ m}^3$  obdelanih sortimentov. Tu smo iskali korelacije in regresije s povprečji kupov.

2. Kup (vso količino sortimentov v kupu). Tu smo iskali regresije in količine z vsotami posameznih znakov.

Tudi pri kupih smo obdelovali čiste in pomožne čase obdelave ločeno. Korelacije med temi časi in kazalci so dokaj tesne ( $R = 0,7 - 0,85$ ), vendar bistveno slabše kot z vsotami teh časov, kot so:  $y$  – vsota čistega in pomožnega časa obdelave in  $T_g = y_1 + y_2 + y_3$ , ki je čas obdelave skupno z zastoji pri obdelavi in ki smo ga označili za glavni čas obdelave. Korelacije glavnega časa obdelave z raznimi kazalci so zelo visoke ( $0,90 - 0,99$ ). Zato podatkov o regresijah in korelacijah za delne čase tu ne navajamo, z izjemo časa zastojev  $y_3$ .

Zastoji ne nastopajo pri vsakem drevesu. Zato pri obdelavi časov za vsako drevo nismo ugotovili regresij in korelacij. Nastajajo pa pri vsakem kupu in so v korelaciji, čeprav ohlapni toda značilni, z značilnostmi kupa, ki kažejo velikost kupa. Nismo pa ugotovili značilne korelacije med časom zastojev za  $1\text{ m}^3$  in za cel kup sortimentov ter povprečji posameznih kazalcev za kup.

Čas zastojev narašča z velikostjo kupa. Kažejo ga naslednje regresije.

#### Regresijske enačbe časa zastojev ( $y_3$ ) za kup

Št. enačbe	Enačba	Korelacijski koeficient
29	$y_3 = 2,286 + 0,0475 Sd^2$	0,65
30	$y_3 = 0,83 + 0,6405 SM$	0,68
31	$y_3 = 2,81 + 0,0405 SM^2$	0,69

Znaki pomenijo:

$y_3$  = čas zastojev v min,

$Sd$  = vsota premerov v kupu v m

$SM$  = vsota telesnin (debeljadi) v kupu = količina obdelanih sortimentov v  $\text{m}^3$

Če iz enačbe 29–31 izračunamo čas zastojev za 1 m oziroma 1 m<sup>3</sup> sortimentov, dobimo enačbe:

29a	$y/m = 0,0475 Sd + 2,286/Sd$
30a	$y/m^3 = 0,64 + 0,83/SM$
31a	$y/m^3 = 0,0405 SM + 2,81/SM$

Enačba 30a kaže, da se čas zastojev za 1 m<sup>3</sup> sortimentov nekoliko zniža z velikostjo kupa. Enačbi 29a in 31a pa kažeta, da se čas zastojev za 1 enoto sortimentov z velikostjo kupa najprej znižuje (do velikosti kupa okoli 8,5 m<sup>3</sup>), nato pa polagoma narašča. To naraščanje pa je pri kupih, velikih 10–15 m<sup>3</sup>, majhno. Za prakso lahko rečemo, da so časi zastojev za 1 m<sup>3</sup> sortimentov konstantni in se gibljejo okoli 0,70 min/m<sup>3</sup>. Čas obdelave sortimentov ( $y = y_1 + y_2$ ) kažejo naslednje regresijske enačbe:

Št. enačbe	Enačba	Korelacijski koeficient
32	$y/m^3 = 20,68 - 1,4803 d + 0,0287 d^2$	0,96
33	$y/m^3 = 7,62 - 0,4177 l$	0,48
34	$y/m^3 = 0,76 + 0,4354/M$	0,97
35	$y/m^3 = -3,955 + 132,30/d$	0,96
36	$y = -0,66 + 3,41 Sd$	0,95
37	$y = 1,02 + 0,3660 SK$	0,989
38	$y = -8,15 + 2,1574 SM$	0,76
39	$y = 1,92 + 0,0369 Sd^2 + 0,3153 SK$	0,991

V enačbah pomeni:  
 $y/m^3$  = čas obdelave (čisti in pomožni čas) v min/m<sup>3</sup>  
 $y$  = čas obdelave min/kup  
 $d$  = povprečen premer (prsní) v kupu v cm  
 $l$  = povprečna dolžina debla v kupu v m  
 $M$  = povprečna telesnina drevesa (debeljad) v m<sup>3</sup>  
 $Sd$  = vsota premerov v kupu v m  
 $SM$  = vsota telesnin v kupu  
 $SK$  = število kosov (izdelanih sortimentov) v kupu

Enačbe 32–35 nam dajejo obdelovalni čas za 1 m<sup>3</sup> sortimentov.

Enačbe 36–39 pa obdelovalni čas za kup.

Za glavni čas obdelave  $T_G = (y_1 + y_2 + y_3)$  so regresijske enačbe naslednje:

Št. enačbe	Enačba	Korelacijski koeficient
40	$T_G^3 = 12,77 - 0,450 d$	0,67
41	$T_G^3 = 8,64 - 0,415 l$	0,33
42	$T_G^3 = 1,69 + 0,451/M$	0,70
43	$T_G^3 = -3,20 + 137,24/d$	0,69
44	$T_G = -0,08 + 4,053 Sd$	0,95
45	$T_G = 2,49 + 0,4254 SK$	0,96
46	$T_G = 3,57 + 2,6929 SM$	0,79
47	$T_G = 5,22 + 0,1118 Sd^2 + 0,2616 SK$	0,97

$T_G$  = glavni čas obdelave za kup – min.  
 $T_G^3$  = glavni čas obdelave za 1 m<sup>3</sup> – min.

Iz pregleda enačb za čisti in pomožni čas obdelave ter glavni čas obdelave lahko zaključimo:

1. Za vse regresije je značilna zelo visoka korelacija, ki je v nekaterih primerih (enačbe 34, 37, 39, 47) že skoraj funkcijska zveza.

2. Dolžina debel je najslabši kazalec. Sama sploh ni uporabna kot kazalec. Tudi v kombinaciji z drugimi ne prispeva k pojasnitvi variance. To je v popolnem nasprotju z ugotovitvijo o obravnavi posameznih dreves, kjer je dolžina najboljši kazalec.

3. Najzanesljivejši kazalec za računanje časa za 1 m<sup>3</sup> sortimentov je povprečen volumen drevesa v kupu. Skoraj enakovreden kazalec je prsni premer drevesa.

4. Za računanje časa za kup pa je najzanesljivejši kazalec število kosov, t.j. število iz kupa izdelanih kosov raznih sortimentov. Skoraj enakovreden kazalec je vsota premerov v kupu. Telesnina kupa (debeljad, količina iz kupa izdelanih sortimentov) v m<sup>3</sup> pa je sorazmeroma slab kazalec.

5. Pri računanju časa obdelave za 1 m<sup>3</sup> sortimentov so veliko tesnejše korelacije med čistim in pomožnim časom obdelave (enačbe 32–35) ter ustreznimi kazalci kot pri računanju z glavnimi časi obdelave (enačbe 40–43). Pri računanju časa za kup pa so korelacije v vseh primerih zelo podobne. Razlike niso velike.

Upošteevaje gornje ugotovitve lahko zaključimo, da so za računanje delovnega časa za obdelavo 1 m<sup>3</sup> sortimentov boljše regresijske enačbe s čistim in pomožnim časom. Za računanje delovnega časa za kup pa je smotrnejše uporabiti enačbe za glavni čas obdelave. Če to naredimo, dobimo naslednje enačbe za računanje delovnega časa obdelave s procesorjem KP-40.

Enačbe za računanje delovnega časa za 1 m<sup>3</sup> obdelanih sortimentov

Št. enačbe	Enačba
48	$T_m^3 = 35,76 - 2,6328 d + 0,0510 d^2$
49	$T_m^3 = 13,55 - 0,7429 l$
50	$T_m^3 = -1,35 + 0,7744/M$
51	$T_m^3 = -7,03 + 235,30/d$

V enačbah pomeni:  
 $T_m^3$  = delovni čas za obdelavo 1 m<sup>3</sup> sortimentov – min/m<sup>3</sup>

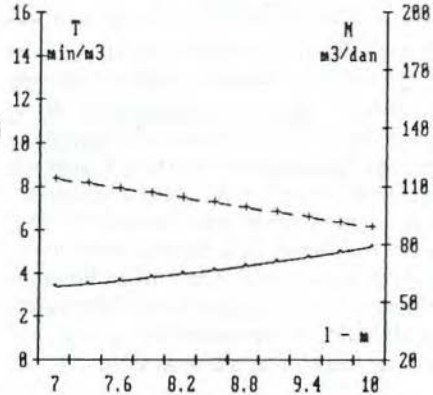
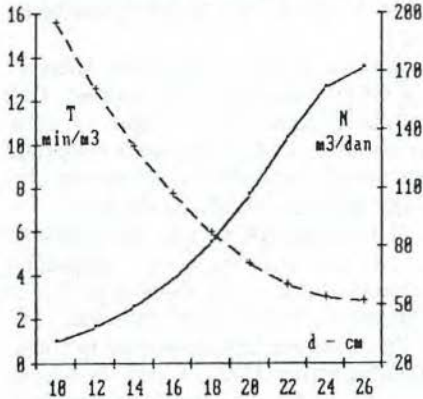


Diagram 9: Delovni čas za obdelavo  $1 \text{ m}^3$  sortimentov (T) in dnevni učinek (N) v odvisnosti od različnih kazalcev

Diagram 9: Working time for the making of  $1 \text{ m}^3$  assortments (T) and daily performance (N) in relation to various indices

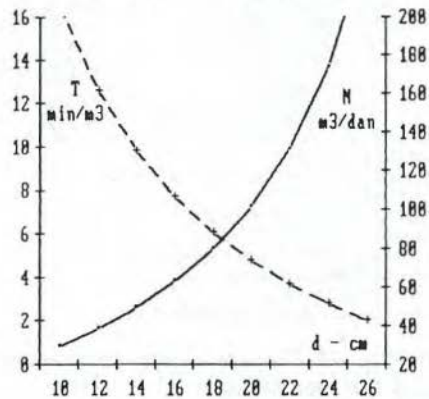
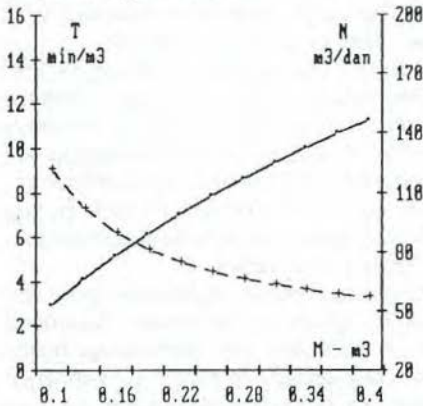
a) od povprečnega prsnega premera  
to the average breast-height diameter

b) od povprečne dolžine debla  
to the average trunkwood length



c) od povprečne debeljadi  
to the average trunkwood

d) od povprečnega premera (reciprok)  
to the average diameter (reciprocally)



$d$  = povprečni prsni premer drevesa (premer dela drevesa) v kupu - cm

$l$  = povprečna dolžina debla (dela drevesa) v kupu - m

$M$  = povprečno drevo (debeljad) m<sup>3</sup>

Tabelirani časovni in količinski normativi, ki izhajajo iz enačb 48–51 so prikazani v prilogi. Grafično pa so prikazani na diagramu 9.

Na diagramu 9 vidimo, da se delovni čas obdelave za  $1 \text{ m}^3$  sortimentov zelo hitro znižuje z naraščanjem katerega koli kazalca. Najmanj vpliva povprečna dolžina kosa. Tu je tudi korelacija najboljša. Zato je ta kazalec najmanj primeren.

Delovni čas za  $1 \text{ m}^3$  sortimentov se giblje od 3 min/m<sup>3</sup> pri debelejših kupih do 12–15 min/m<sup>3</sup> pri drobnejših kupih. Temu ustreza delovni učinek od okoli 30–35 m<sup>3</sup> pri drobnejšem lesu do 150–170 m<sup>3</sup> pri debelejšem lesu.

Zaključimo lahko, da dimenzije obdelovanih dreves zelo vplivajo na učinek dela. Čim debelejšje je drevje, toliko večji je učinek.

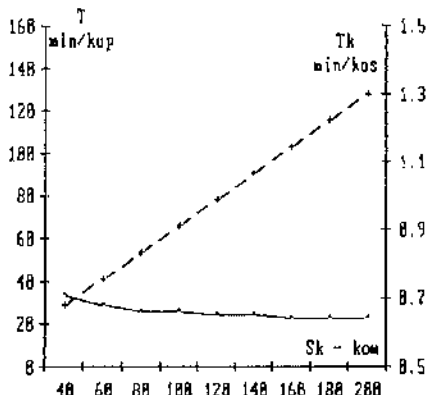
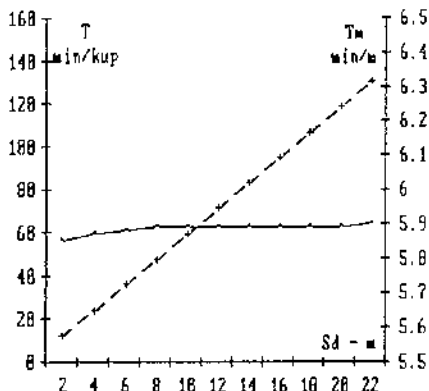
Če enačbe 44–47 povečamo za dodatni čas (pomnožimo s  $F = 1,4564$ ), dobimo enačbe za delovni čas kupa. Te so:

Diagram 10: Delovni čas (T) za obdelavo kupa in enote v odvisnosti od velikosti kupa v različnih kazalcih

Diagram 10: Working time (T) for pile machining and the units in relation to a pile's size in various indices

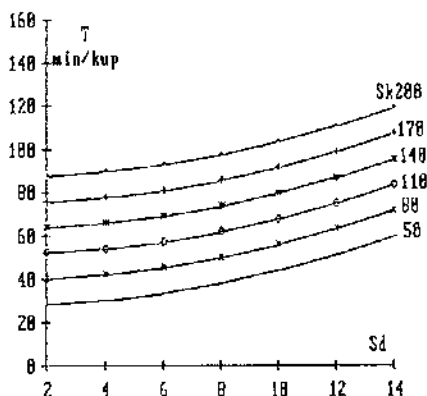
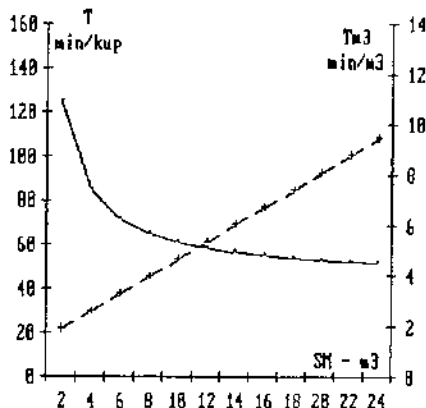
a) od vrste prsnih premerov  
to the sum of breast-height diameter

b) od števila izdelanih kosov  
to the number of pieces made



c) od telesnine sortimentov debeljadi  
to the cubature of trunkwood's assortments

d) od vsote premerov in števila kosov  
to the sum of diameters and the number of pieces



Enačbe za računanje delovnega časa za kup dreves

kupa. Če pa čase preračunamo za 1 enoto (m premerov, 1 m<sup>3</sup> ali 1 kos) izdelanih sortimentov, pa vidimo, da se delovni čas za 1 enoto izdelkov znižuje z velikostjo kupa.

Šl. enačbe	Enačba
52	$T_{kup} = 0,11 + 5,6028 Sd$
53	$T_{kup} = 3,63 + 0,6195 SK$
54	$T_{kup} = 13,94 + 3,9218 SM$
55	$T_{kup} = 7,60 + 0,1628 Sd^2 + 0,3956 SK$

Ta ugotovitev se ne ujema popolnoma z ugotovitvijo v zvezi med časi zastojev in velikostjo kupa.

Tabelirani časovni normativi so prikazani v prilogi. Grafično pa so časovne vrednosti prikazane na diagramu 10.

Ugotovitev, da se čas obdelave za 1 m<sup>3</sup> sortimentov znižuje z velikostjo kupa, je sicer logična. V našem primeru pa jo je treba jemati nekoliko previdno zaradi različnih interakcij, ki jih do sedaj nisem opisal.

Na diagramu vidimo, da delovni časi naraščajo premo sorazmerno z velikostjo

Gre namreč za to, da so bila v večjih kupih debelejša drevesa. Zato je pri večjih kupih skrajševala čas obdelave  $1\text{ m}^3$  sortimentov tudi večja debelina drevja.

### 5.3 Zastoji pri obdelavi

#### 5.3 Delays in Machining

Pri našem proučevanju smo ugotovili, da pri obdelavi dreves delavec in stroj porabita 12,4% časa za odpravljanje raznih zastojev pri delu, ki nastajajo zaradi položaja (v kupu), oblike ali vejnatiosti obdelovanca. Teh zastojev nismo posebej obdelovali, vendar bistveno vplivajo na učinek dela.

Najpogostejši vzroki zastojev so naslednji:

1. Položaj drevesa v kupu. Obdelovanec je predaleč in ga delavec z dvigalom ne doseže. Drevesa v kupu niso lepo zložena. Ležijo drugo prek drugega, so prekržana in vpeta. Delavec tako ne more drevo izvleči iz kupa ali pa ga izvleče s preprijetim napredkom. V takih primerih traja delo z dvigalom veliko dlje – tudi prek 100%.

2. Nepravilna oblika drevesa. Gre za zakrivljenost, dva vrha ali za svečnike (krivo izrasel vrh, kjer je bil enkrat odlomljen). Taki primeri zelo otežijo delo procesorja in ga primerno podaljšajo.

3. Vejnatiost drevesa. Ta se javlja lahko v obliki predebelih ali pregostih vej. Pregoste veje nastajajo kot posledica gostih vences (majhne razdalje med venci) ali velikega števila vej v venci. Zastoj povzročajo veje, debelejšje od 3 – 4 cm, ali pa gosti venci, kjer je razdalja med njimi manjša od 25 – 30 cm (BERNHARD 1982). Suhe veje so trše in prej zaustavijo stroj.

4. Prelomljena ali nalomljena drevesa. Nastaja več kosov in žagov. Odvreči mora tudi poškodovani del.

5. Nastavitev merjenja. Stroj meri dolžine sortimentov od prvega žaga (čeljenja) naprej.

Zato ga mora izvesti. Zaradi vejnatiosti tega včasih ne more. Zato mora najprej del drevesa oklestiti (1,5 – 2 m) in se nato vrniti na začetek. Ta zastoj podvoji čas obdelave.

Rešitev zastoja je v tem, da sekač prej oklesti vsako drevo (ali njegov del) na debelejšem koncu v dolžini 1,5 m – 2 m).

Pogostnost teh zastojev in njihovo trajanje smo snemali. Zabeležili smo 358 zastojev v trajanju od 0,10 min. do prek 4 min. Zastoj je nastopil pri vsakem četrtem obdelovancu. V primerjavi s čistim časom obdelave je časa zastojev 58%, oziroma ga je skoraj 36% od pomožnega časa obdelave.

V glavnem času obdelave je 18% zastojev. Zaradi zastojev se čas obdelave poveča za 22%. Avtorja BERNHARD (1982) in BERNHARD in WENTER (1984) ugotavljata, da nastopajo zastoji pri delu z dvigalom na okoli 15% (4 – 26%) obdelovancev, pri delu procesorja pa 20 – 25% (12 – 36%) obdelovancih.

V naši raziskavi je povprečen čas obdelave na obdelovalcu brez zastojev 0,56 min., zastoj pri obdelovancu, kjer je ta nastopil, pa 0,49 min. ali 88% čistega in pomožnega časa obdelave.

Vse gornje številke kažejo pomen zastojev. Z dobro organizacijo dela jih lahko veliko izločimo. Sem spada pravilno zlaganje in poravnavanje v kupe ob cesti. Avtorja BERNHARD in WENTER (1982 in 1984) priporočata, naj bi sekač z motorno žago odžagal debele veje in dvojne vrhove. Vprašanje pa je, kaj narediti s krivinami. Tu izgubimo pri delu sekača, pri spravi in pri delu procesorja, ko mora prijeti dva kosa. Zna biti, da bi bila ta izguba večja od zastoja pri obdelavi.

Podrobnejša obdelava zastojev pri delu presega okvir tega dela. Zato jo bomo izvedli drugod.

#### Povzetek

Spomladi leta 1989 smo na Gozdarstvu Vitanje (Gozdno gospodarstvo Celje) s časovnimi snemanji proučevali delo s strojem za obvejevanje in krojenje (procesorjem) KP-40. Procesor je montiran na kamionu Magirus 190 z ustrežno nadgradnjo (izdelek LIV-a iz Postojne) in na dvigalu Javornik 9.

Stroj je delal v revirju Rakovec. Obdeloval je drevje iz redčenj v smrekovih sestojih na nadmorski višini okoli 1100 m.

Proučevali smo po posebni metodiki. Sestavili smo ustrezne snemalne liste. Snemala sta dva snemalca.

S statistično obdelavo podatkov snemanj smo ugotavljali vplive posameznih dejavnikov, kot so: dimenzije drevesa, dimenzije sortimentov, značilnosti drevesa, velikosti kupov ipd. na delovne

učinke. Ločeno smo obdelali vplive in medsebojne veze, če je bila primerljiva količina (enota mere) posamezno drevo, in ločeno, če je bila primerljiva količina kup.

Proučevanje nam je omogočilo naslednje najpomembnejše ugotovitve:

1. Delovni čas je sorazmerno ugodno izkoriščen. Če ne štejemo glavnega odmora, je produktivnega časa, ki je tudi obratovalni čas, 75%. Zastojev zaradi delavca je 8%, zaradi stroja pa 17%. Tu je všteti tudi pripravljajno zaključni čas. Delež učinkovitega časa je 63%. Od tega je 20% čiste obdelave, ko s procesorjem obvejujejo ali prežagujejo, 32% je pomožnih opravil, kjer gre v bistvu za prileganje dreves, premikanje in odlaganje sortimentov. 11% delovnega časa (ali 18% glavnega produktivnega časa) so zastoji pri obdelavi.

2. Čisti časi obdelave posameznega drevesa so v tesni korelaciji z dimenzijami drevesa oziroma s številom iz drevesa izdelanih sortimentov ali s številom žagov.

Najboljši kazalec čistega časa obdelave je dolžina debla ( $R = 84$ ), zelo dober in ustrezen je tudi prsni premer drevesa ( $R = 0,77$ ).

3. Pomožni čas obdelave drevesa in delovnega časa, ki je vsota čistega in pomožnega časa obdelave, je v dobri korelaciji z dimenzijami dreves oz. delovnega drevesa. Korelacijski koeficienti so okoli  $R = 0,55$  do  $R = 0,60$ . Korelacija je veliko boljše, če upoštevamo kombinacije kazalcev, in sicer prsni premer in število kosov oziroma prsni premer in število žagov.

Čas obdelave se razlikuje po posameznih sečiščih. Obdelava vitkejših dreves je daljša.

Za praktično rabo kazalca delovnih učinkov obdelave drevesa so kot samostojni kazalci uporabni: dolžina debla, število iz drevesa izdelanih kosov oziroma število žagov. Natančnejša je raba dveh kazalcev. Najprimernejša je kombinacija prsnega premera in števila iz debla izdelanih kosov ali volumna debla in števila kosov.

5. Čas za obdelavo kupa ali čas za obdelavo  $1 \text{ m}^3$  sortimentov je v zelo tesni (praktično funkcij-ski) zvezi z značilnostmi kupa. Na čas obdelave  $1 \text{ m}^3$  sortimentov najbolj vpliva povprečni prsni premer v kupu ( $R = 0,96$ ) oziroma njihova debeljad ( $R = 0,97$ ). Če pa upoštevamo tudi zastoje pri obdelavi, so korelacije med povprečni kazalcev in časom za  $1 \text{ m}^3$  sortimentov veliko ohlapnejše ( $R = 70$ ) kot korelacije med velikostjo kupa (vsoto premerov, število kosov in volumnom kupa) ter časom obdelave kupa.

6. Delovni čas obdelave  $1 \text{ m}^3$  sortimentov se zelo hitro znižuje z rastojo velikosti drevesa ali povprečja v kupu. Tako traja obdelava  $1 \text{ m}^3$  sortimentov z »debelih« kupov okoli 3 minute. V kupih z drobnejšimi drevesci (prsni premer do 10 cm) pa traja obdelava 10 – 15 minut/ $\text{m}^3$ . Temu ustrezajo dnevni učinki 30 – 35  $\text{m}^3$ /dan pri drobnejših drevescih in 150 – 170  $\text{m}^3$ /dan pri debelejšem lesu.

Čas za izdelavo 1 kupa je v veliki meri odvisen od velikosti kupa.

7. Zastoji pri obdelavi trajajo uro na dan (1/8 delovnega časa). Nastajajo zaradi položaja dreves v kupu – načina zlaganja, nepravilne oblike debla – lahko se izločijo z ročnim prežagovanjem dreves, vejatosti drevesa – predebele ali pregošče veje – in prelomljenih ali nadlomljenih dreves. Del teh zastojev nastaja zaradi narave dela. Velik del zastojev pa je s smotrno metodo dela in primerno disciplino pri delu možno izločiti.

8. Izdelani so bili delovni normativi za delo s procesorjem KP-40. Na voljo so pri avtorju.

## WORK STUDIES WITH THE KP-40 PROCESSOR

### Summary

In the spring 1989 time studies were used in the investigations regarding the work performed by means of the KP-40 machine for branching and bucking (processor). The processor is mounted on the Magirus 190 truck, with the adequate extra equipment (produced by LIV Postojna) and on the Javornik 9 crane.

The machine was used in the Rakovec forest district. It machined the trees from thinnings in Norway spruce stands at an altitude of about 1100 m.

A special methodology was applied and special work sampling sheets were prepared. The time study was carried out by two persons.

By means of statistical processing of time studies' data, the influences of individual factors, like tree dimensions, assortment dimensions, tree characteristics, pile sizes and the like on work performance were established. Separate processing was carried out regarding the influences and correlations if the comparative unit was represented by an individual tree and separately if it was represented by a pile.

The following main results are the consequence of the study:

1. The utilization of working time is relatively good. Without the main break, productive time, which is also at the same time operation time, amounts to 75%. Delays due to workers total 8% and due to machine 17%. This also includes the preparation and conclusion time. The share of the effective time is 63%. 20% thereof represent pure machining, performing branching or transverse cutting with the processor, 32% auxiliary jobs – grabbing of trees, moving and laying down of assortments. 11,5% of working time (or 18% of the main productive time) are represented by delays in machining.

2. Pure times of the machining of an individual tree are in close correlation with tree dimensions or the number of assortments made from a tree or the number of saw cuts.

The best index of the pure machining time is the length of a trunk ( $R = 0,84$ ), while the breast-

height diameter of a tree ( $R = 0,77$ ) is very good and suitable too.

3. Auxiliary times of the machining of trees and their parts evidence loose correlation between tree dimensions. Correlation coefficients only amount to about  $R = 0,23$ .

4. The time of the machining of a tree and of its parts, which is a sum of the pure time and auxiliary machining time, evidences high correlation with tree dimensions or tree parts. Correlation coefficients total about  $R = 0,55$  to  $R = 0,60$ . Correlation is much higher if index combinations are taken into consideration, i.e. breast-height diameter and the number of pieces or the breast-height diameter and the number of saw cuts.

Machining time differs from one cutting place to another. The machining of thinner trees takes up more time.

In practical use regarding the index of work performance in tree machining the following independent indices are applicable: trunk length, the number of pieces made from a tree or the number of saw cuts. The application of two indices is more accurate. A combination of the breast-height and the number of the pieces made from a trunk or the volume of a trunk and the number of pieces is the most appropriate one.

5. The time required for the machining of a pile or the time for the machining of  $1 \text{ m}^3$  of assortments is in very close (functional) correlation with the characteristics of a pile. The machining time of  $1 \text{ m}^3$  of assortments is mostly influenced by the average breast-height diameter in a pile ( $R = 0,96$ ) or its trunkwood ( $R = 0,97$ ). If the delays in the machining are taken into consideration, the correlations between the average values of indices and the time for  $1 \text{ m}^3$  of assortments are much looser ( $R = 70$ ) than the correlations between the pile size (diameter sum, the number of pieces and the volume of a pile) and the time of the machining of a pile ( $R = 0,95$ ) are.

6. Machining working time of  $1 \text{ m}^3$  of assortments quickly decreases with the increase of the

tree height or the average in a pile. Thus, the machining of  $1 \text{ m}^3$  of assortments of "thick" piles lasts about 3 minutes. In the piles of thinner trees (breast-height diameter to 10 cm) the machining lasts 10–15 minutes/ $\text{m}^3$ . This corresponds to a daily performance of 30–35  $\text{m}^3$ /day with thin trees and 150–170  $\text{m}^3$ /day with trees of greater diameter.

The time required for the preparation of 1 pile highly depends on the size of a pile.

7. Delays in the machining take up one hour a day (1/8 of the working time). They occur due to the position of trees in a pile – the way of stacking, irregular forms of trunks – they can be eliminated by means of the manual sawing through of trees, the branchiness of a tree – too thick or too thin branches and broken or partly broken trees. Part of the delays occur due to work's nature. A great deal of delays, however, can be eliminated by means of an appropriate work method and suitable discipline at work.

8. Work norms for working by KP-40 processor have been made. They are on disposal at author.

## LITERATURA

1. Bernhard, A. 1982: Arbeitstechnische und betriebswirtschaftliche Untersuchungen beim Schwachholzprozessor Stenab 35, AFZ Wien 93 (1982) s. 151.
2. Bernhard, A., Wenter, W. 1984: Arbeitstechnische und ergonomische Studien beim Einsatz des Schwachholzprozessors MN 400, AFZ Wien 95 (1984) s. 329.
3. Hafner, F. 1982: Steyr – Forstmaschinen – Parade, AFZ Wien 93/1982.
4. Trzesniowski, A., 1987.: Forsttechnik der Zukunft, Österreichische Forstz. 1987 s. 17.
5. N. N. Walderproben Steyr-Kranprozessoren, AFZ Wien 97 ( 1986) s. 318.