

# BILTEN



S a d r Ź a j

str.

Vladimir Hitrec

RARAVO-ZIDI, PROGRAM ZA ELEKTRON-  
SKI RAČUNAR - RANGIRANJE RASPOREDA  
PILJENJA NA JARMAČI PREMA VOLUMNOM  
ISKORIŠĆENJU .....

1-52

R e d a k t o r i :

Prof.dr Stanislav Badjun

doc.dr Boris Ljuljka

doc.dr Mladen Figurić

asis.ing. Vladimir Herak

T e h. u r e d n i k

Zlatko Bihar

1. Uvod	1
2. Rasporedi pila	4
3. Struktura dobivene građe prema dužinskim grupama	8
4. Količina dobivene piljevine	8
4.1. Piljevina na prvoj jarmači	10
4.2. Piljevina na drugoj jarmači	13
5. Gubici koji se pojavljuju zbog utezanja	23
6. Gubici zbog nadmjere na netočnost piljenja	24
7. Volumen krupnog ostatka	25
8. Rangirani rasporedi pila	26
9. RARAVO - Dijagram toka	27 (28)
10. Primjer	27 (47)
11. Literatura	53

PROGRAM ZA ELEKTRONSKI RAČUNAR - RANGIRANJE RASPOREDA PILJENJA  
NA JARMAČI PREMA VOLUMNOM ISKORIŠĆENJU

Vladimir Hitrec

## 1. Uvod

U radu optimalizacija piljenja korišćenjem kompjutorske tehnike - rangiranje rasporeda piljenja jelovih trupaca s obzirom na kvantitativno iskorišćenje (2), prvom takve vrste kod nas, započeto je rješavanje problema optimalizacije iskorišćenja sirovine uz pomoć elektronskih računara. U tom je radu, između ostalog, prikazan program za elektronski računar nazvan RARAVO-1, pomoću kojeg se za trupac proizvoljno zadanog promjera, duljine, zatim za proizvoljno zadane veličine raspiljka te podatke o standardnim dimenzijama građe može za proizvoljno mnogo rasporeda izračunati dobivena struktura građe i volumno iskorišćenje trupca. Za trupac je bilo pretpostavljeno da je krnji stožac, a njegova kvaliteta nije uzeta u obzir. Sva dobivena građa je okrajčena.

Rad na Zadatku Optimalizacija piljenja korišćenjem kompjutorske tehnike je nastavljen.

Program RARAVO - 1 je znatno proširen novim podacima u ULAZU i novim informacijama u IZLAZU. Tako proširen program nazvali smo RARAVO i o njemu će biti govora u ovom članku.

Kako bi što jednostavnije prikazali novosti koje sadrži RARAVO s obzirom na RARAVO - 1 dat ćemo usporedni prikaz ULAZA i IZLAZA za oba programa:

ULAZ

RARAVO - 1

1. Podaci o trupcu
2. Podaci o građi
3. Širina raspiljka na jarmači
4. Skup od N rasporeda koji su zadani vodeći računa o potrebnim nadmjerama

RARAVO

1. Podaci o trupcu
2. Podaci o građi
3. Širina raspiljka na jarmači
4. Skup od N rasporeda zadanih u nominalnim debljinama odnosno širinama piljenica
5. Dozvoljeni postotak građe ispod nominalne debljine
6. Varijabilnost debljine građe uzrokovana netočnošću piljenja
7. Širina raspiljka kružne pile krajčerice
8. Širina raspiljka kružne pile rubilice
9. Broj KNR koliko rasporeda želimo ispisati rangiranih prema volumnom iskorišćenju
10. ISVE - Uvjetni kôd za ispis svih rezultata, odnosno samo rangiranih rasporeda

IZLAZ

RARAVO - 1

1. Podaci o trupcu
2. Struktura i količina dobivene građe
3. Postotak volumnog iskorišćenja
4. Raspored koji je dan kao

ULAZ

RARAVO

1. Podaci o trupcu
2. Količina i struktura dobivene građe
3. Postotak volumnog iskorišćenja
4. Raspored dan bez nadmjera
5. Raspored dan sa nadmjerom na utezanje i netočnost piljenja
6. Struktura građe prema dužinskim grupama
7. Količina i postotak dobivene piljevine
8. Količina i postotak usuha
9. Volumen i postotak trupca izgubljen zbog netočnosti piljenja
10. Količina i postotak krupnog ostatka
11. Rekapitulacija koja sadrži KNR - rasporeda ispisanih redom prema veličini volumnog iskorišćenja.

Program RARAVO se bazira na pretpostavci da je trupac krnji stožac, te ne vodi računa o kvaliteti trupca.

## 2. Rasporedi pila

Radeći sa programom RRAVO-1 zadali smo npr. raspored pila

4/24            1/49            2/24            R/18

te poslije usušivanja dobili piljenice debljina

4/23,2            1/47,6            2/23,2            R/17,4

Željeli smo dobiti piljenice nominalnih debljina 22 mm, 45 mm, odnosno 16 mm. Prevelike debljine dobivenih piljenica dobivene su djelomično zbog toga jer se kod simulacije piljenja nije vodilo računa o potrebnoj nadmjeri zbog netočnosti piljenja, ali djelomično i zbog toga jer su rasporedi zadani sa prevelikim nadmjerama.

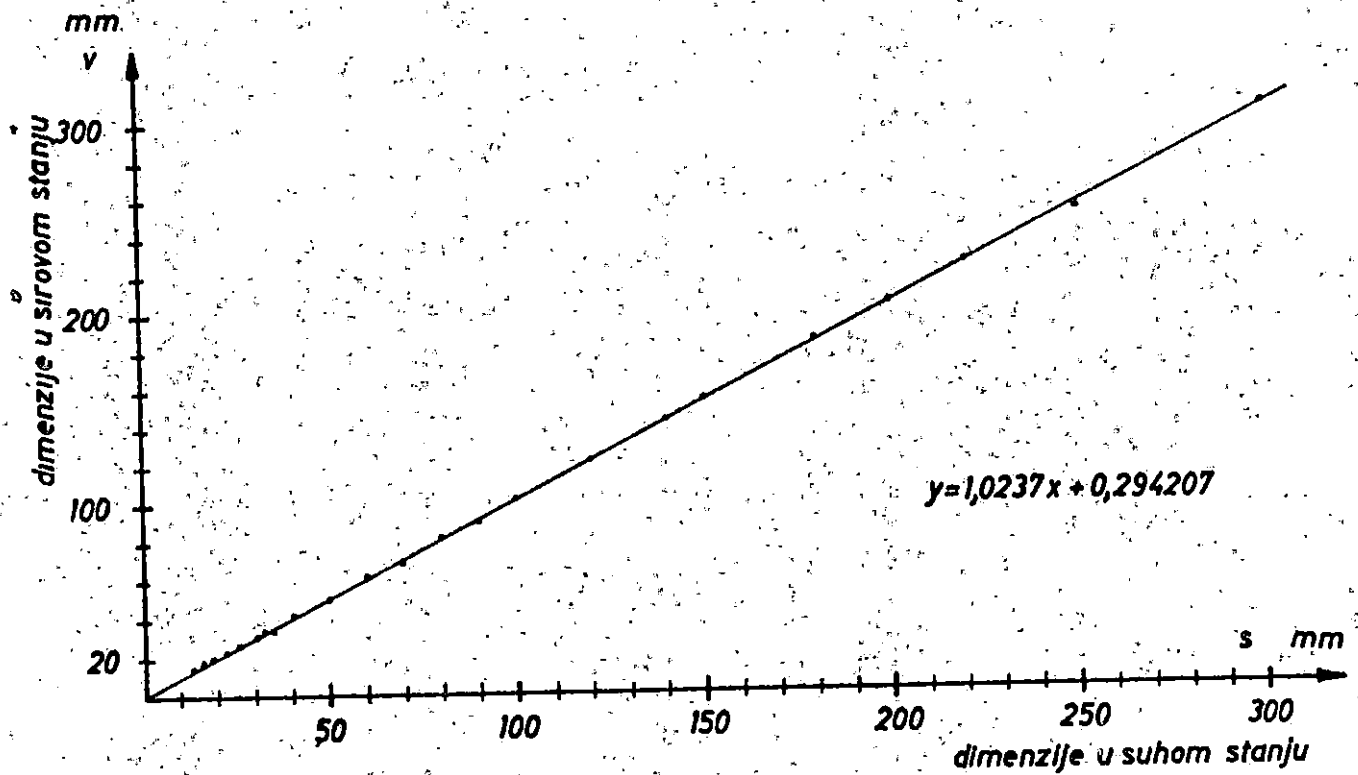
Kako bi dali što je moguće točnije dimenzije razmaka između pila, odlučili smo da rasporede zadajemo u nominalnim dimenzijama a da se dimenzije umetaka izračunaju na stroju, vodeći računa o utezanju i o netočnosti piljenja.

Kao i u programu RRAVO-1 (2) ovdje je kao osnova za izračunavanje nadmjere zbog usušivanja uzet sovjetski standard za drvo (4). Označimo li sa  $v$  dimenziju u sirovom stanju, a sa  $s$  dimenziju u prosušenom stanju, sa sadržajem vode 20%, tada se veza između  $v$  i  $s$  može izračunati na temelju podataka koje daje sovjetski standard za drvo.

Podaci o debljinama piljenica u prosušenom odnosno priпадnom sirovom stanju kako ih daje GOST izjednačili smo pravcem. Dobiveni pravac ima jednadžbu

$$v = 1,0237s + 0,29$$

a prikazan je na Slici 1.



Slika 1. Pravac  $v = 1,0237s + 0,29$  koji prikazuje vezu između nominalne dimenzije piljenica sa sadržajem vode od 20% i odgovarajuće dimenzije piljenica u sirovom stanju.

Pretpostavili smo da je za zadanu nominalnu dimenziju

$$s = x$$

pripadni  $v$  tačno (funkcijski) određen. Svjesni smo da to nije tako, no prije nego što uzmemo u obzir činjenicu da je i  $v$  slučajna varijabla morat će biti izvršena izvršena teoretska i eksperimentalna istraživanja.

Označimo li sa  $z$  vrijednost dimenzije koju smo dobili



poslije raspiljivanja (dimenzija mjerena na najtanjem mjestu piljenice), tada je Z slučajna varijabla normalno distribuirana sa očekivanjem  $\mu_z$  i varijancom  $\sigma_z^2$  što označavamo

$$Z; N(\mu_z, \sigma_z^2).$$

Standardna devijacija varijable Z je mjera rasipanja dimenzija piljenice zbog netočnosti piljenja. Ta je varijabilnost već dosta istražena te rezultate tog istraživanja možemo ovdje iskoristiti.

Budući da standard propisuje postotak građe 100  $\alpha$  % koji smije imati dimenziju manju od nominalne, odredili smo veličinu razmaka između pile na jarmači na slijedeći način (vidi Sl. 2)

$$P(Z < v) = \alpha$$

$$P\left(U < \frac{v - \mu_z}{\sigma_z}\right) = \alpha$$

$$U; N(0, 1)$$

$$\frac{v - \mu_z}{\sigma_z} = -u$$

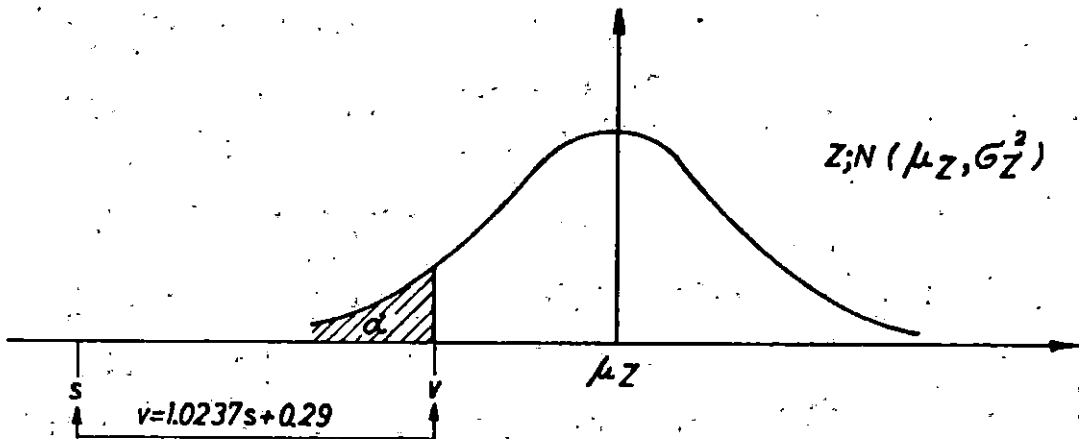
$$\mu_z = v + u \sigma_z.$$

Kako je

$$v = 1,0237x + 0,29$$

dobivamo veličinu razmaka između pile.

$$\mu_z = 1,0237x + 0,29 + u \sigma_z$$



Slika 2. Distribucija varijable  $Z$  - debljine piljenica poslije raspiljivanja

Kako jugoslavenski standard za drvo dozvoljava za jelu 10% piljenica ispod nominalne debljine, to je  $\alpha = 0,10$  odnosno pripadna vrijednost  $U$  varijable je  $u = 1,28$ .

Vrijednost  $\sigma_Z$  ovisi o konkretnim uvjetima piljenja te će biti potrebno u svakom pogonu izvršiti potrebna mjerenja koja će omogućiti njezinu procjenu.

Svaki raspored zadan nominalnim debljinama  $x$  je u programu RARAVO transformiran jednačbom

$$v = 1,0237x + 0,29 + u \sigma_Z.$$

Npr. želimo li iz trupca dobiti piljenice kako slijedi

$$4/22 \quad 1/45 \quad 2/22 \quad R/16,$$

taj ćemo raspored zadati stroju, a na temelju njega će biti izračunat raspored

$$4/23,1 \quad 1/46,6 \quad 2/23,1 \quad R/16,9.$$

a s njime će biti izvršena simulacija piljenja.

Oba rasporeda su u IZLAZU ispisana.

### 3. Struktura dobivene građe prema dužinskim grupama

Zbog toga jer je informacija o strukturi dužinskih grupa interesantna, a i zbog toga jer se pripremamo na proširenje programa RARAVO u program za simulaciju vrijednosnog iskorišćenja, RARAVO sadrži i podatke koliki volumen piljenica je dobiven u pojedinoj dužinskoj grupi. Prema JUS-u za drvo formirane su 3 dužinske grupe jelovih piljenica:

1 grupa 50 cm do 90 cm

2 grupa 100 cm do 275 cm

3 grupa 300 cm do 600 cm.

Za svaku dužinsku grupu program RARAVO daje volumen građe, te postotak građe s obzirom na volumen trupca i s obzirom na ukupni volumen građe.

### 4. Količina dobivene piljevine

Volumen piljevine računat je nešto drugačije nego što je to običaj u pilanskim istraživanjima. Niz aproksimacija kojima se obično služimo, ovdje nismo morali upotrijebiti jer komplicirani matematički izrazi nisu problem za elektronski računar.

Prikazat ćemo način računanja piljevine piljenjem dasaka čija je udaljenost od osi trupca jednaka  $C$ .

Za obračun piljevine prvo smo izveli formulu za volumen dijela stošca radiusa  $R$ , nagiba izvodnice  $1/K$  omeđenog

ravninom koja prolazi kroz njegovu os te njoj paralelnom ravninom na udaljenosti C od osi. Slika 3.

Kako je jednačba tog stošca

$$z = \frac{1}{K} (R - \sqrt{x^2 + y^2})$$

to je traženi volumen

$$FOS(C, R) = \frac{2}{K} \int_0^C dy \int_0^{\sqrt{R^2 - y^2}} (R - \sqrt{x^2 + y^2}) dx$$

Riješimo li taj integral dobivamo izraz

$$FOS(C, R) = (2RC \sqrt{R^2 - C^2} + R^3 \arcsin \frac{C}{R} - C^3 \ln (\frac{R}{C} + \sqrt{(\frac{R}{C})^2 - 1})) \cdot \frac{200}{3pp}$$

gdje je sa

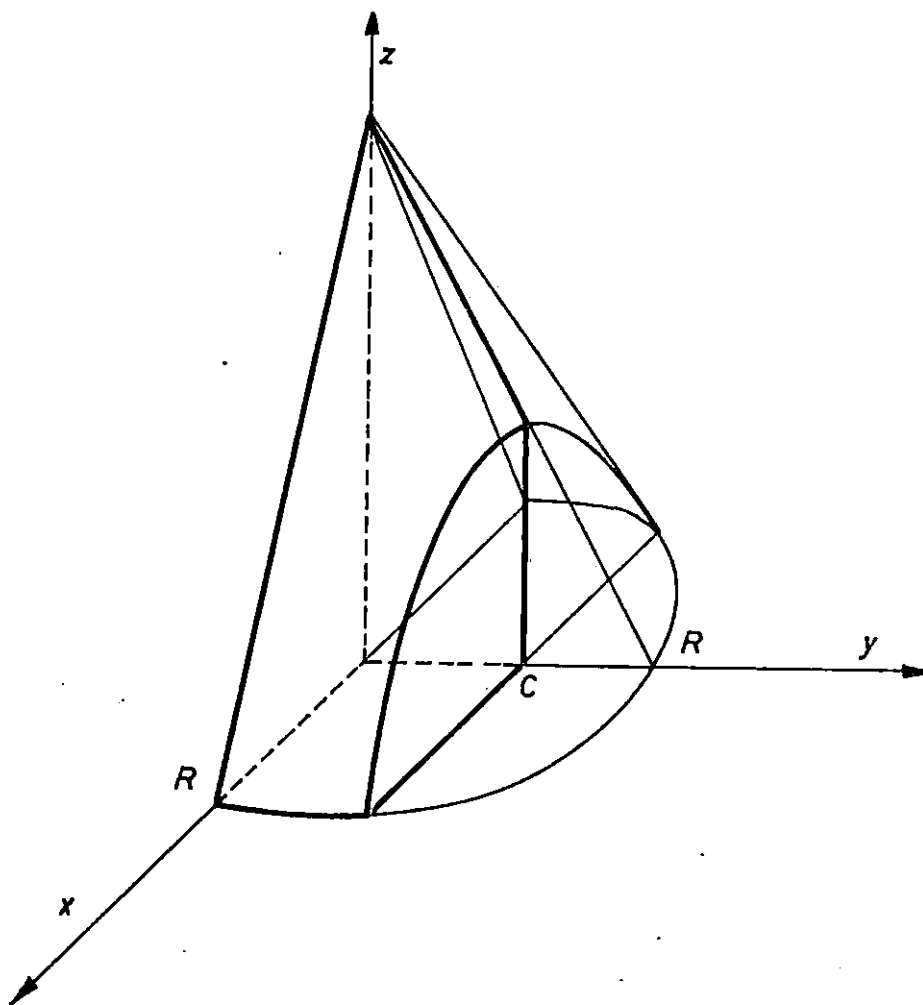
$$pp = 200K$$

označen pad promjera trupca.

Ako je dimenzija pada promjera PP jednaka cm/m tada je dimenzija volumena FOS jednaka kubu dimenzija koje imaju veličine C odnosno R.

Ako se radi o centralnoj zoni rasporeda pila tj. ako je udaljenost X vanjskog ruba propiljka od osi trupca manja od manjeg radiusa trupca, tada je volumen takvog propiljka jednak

$$VOL(X, R, r, C) = FOS(X, R) - FOS(X, r) - FOS(C, R) - FOS(C, r).$$



Slika 3. Volumen dijela stošca potreban za računanje volumena propiljka.

#### 4.1. Piljevina na prvoj jarmači

Izradom jedne prizme iz trupca dobivamo volumen piljevine

$$PILJ = 2 \cdot VOL(D + PR, R, r, D)$$

gdje je

D - polovina visine prizme

PR - propiljak

R - veći radius trupca

r - manji radius trupca. (x)

Izradom dviju prizama iz trupca dobivamo volumen piljevina

$$PILJ = 2(FOS(\frac{PR}{2}, R) - FOS(\frac{PR}{2}, r) + VOL(D + \frac{3}{2} PR, R, r, D + \frac{PR}{2}))$$

Budući da svaku piljenicu dobivenu na prvoj jarmači okrajčujemo, računali smo piljevinu dobivenu okrajčivanjem. Tako dobivena piljevina ovisi o duljini i debljini piljenice i o veličini propiljka na krajčarici.

$$PILJ = 2(duljina + 2 \text{ cm}) \cdot (debljina) \cdot (\text{propiljak na krajčarici})$$

a) Ako je

$$C + PR < r$$

$$PILJ = VOL(C + PR, R, r, C)$$

b) Ako je

$$C + PR > r$$

$$PILJ = FOS(C + PR, R) - FOS(C, R)$$

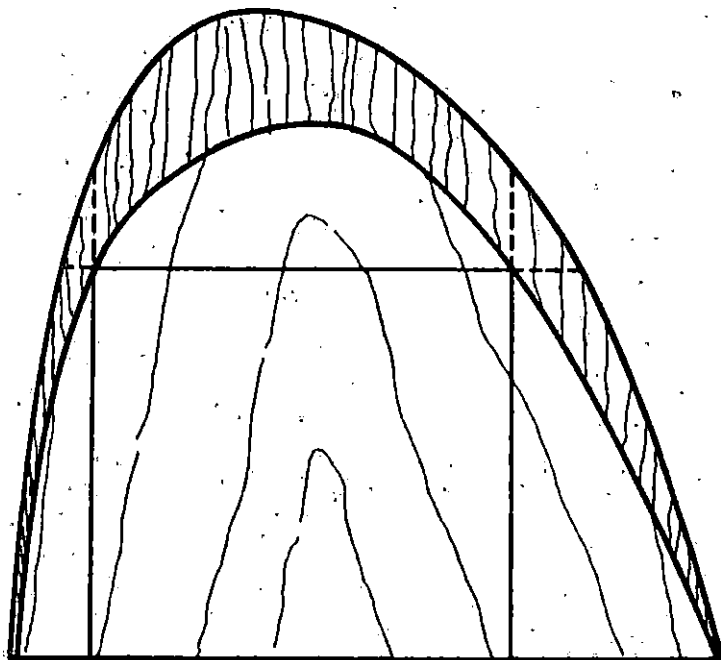
Konačno, ako je duljina piljenice manja od duljine trupca piljenica se porubljuje te se dobiva piljevina

$$PILJ = (\text{širina}) \cdot (\text{debljina}) \cdot (\text{propiljak na rubilici})$$

(x)

Te će oznake vrijediti i u daljnjem tekstu.

I kod rubljenja i kod krajčanja zanemarili smo dio piljevine dobiven prolaskom pile kroz lisičavi dio piljenice. Slike 4.

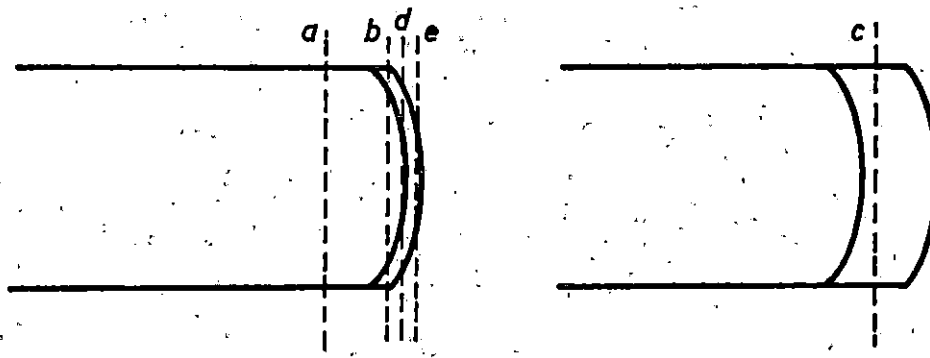


Slika 4. Crtkano je označen prolaz pile kroz lisičavi dio piljenice. Taj dio piljevine nije uzet u račun

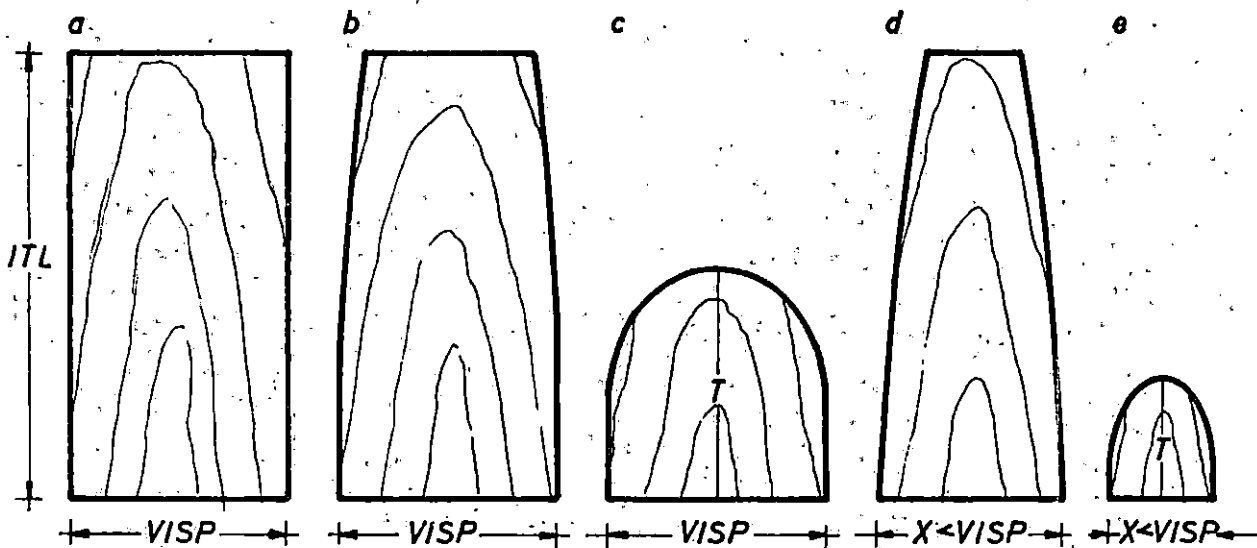
U slučaju kada se ne pili prizmiranjem već u cijelo postupak je analogan ovom koji je iznesen, samo što se ne radi o prizmi odnosno prizmama već o jednoj odnosno dvije centralne piljenice.

#### 4.2. Piljeviha na drugoj jarmači

Piljevinu dobivenu raspiljivanjem prizme računali smo uzevši u obzir pet mogućih slučajeva položaja reza. Shematski su ti slučajevi prikazani na Slici 5.



prizma gledana u smjeru osi



bokocrti koji odgovaraju gornjim presjecima

Slika 5. Shematski prikaz mogućih rezova na prizmi



Uvedemo li oznake,

VISP - visina prizme, ili ako su dvije prizme to je  
suma njihovih visina i širina propiljka među njima.

C - udaljenost vanjske plohe piljenice od osi prizme.

T - visina do tjemena hiperbole koja se dobiva presjekom  
stošca, čiji je trupac jedan dio.

ITL - dužina trupca.

$$CG = \sqrt{r^2 - c^2}$$

$$CGD = \sqrt{R^2 - c^2},$$

tada za slučajeve od a. do e. vrijedi:

- |    |                    |           |
|----|--------------------|-----------|
| a. | $C < CG$           | $T > ITL$ |
| b. | $CG < C < r < CGD$ | $T > ITL$ |
| c. | $r < C < CGD$      | $T < ITL$ |
| d. | $CGD < C < r$      | $T > ITL$ |
| e. | $CGD < C$          | $T < ITL$ |

Simulaciju piljenja provodimo na način da počevši od osi trupca prema njegovoj periferiji "vadimo" piljenicu po piljenicu. Debljine tih piljenica definirane su zadanim rasporedom pila, a postupak se nastavlja sve dok se iz preostalog dijela trupca može "izvaditi" piljenica odgovarajuće debljine i ostalih dimenzija.

Svakoj piljenici koja je dobivena na udaljenosti C od osi trupca odnosno prizme odgovara barem još jedna takva piljenica. Ako su na prvoj jarmači bile proizvedene dvije

prizme i ako na drugoj jarmači postoji jedna piljenica na udaljenosti C od osi, tada postoje još tri isto takve piljenice. Vidi shemateki prikaz na strani 15.

U ovom pregledu računanja piljevine pokazat ćemo kako se računa piljevina za piljenice dobivene na udaljenosti C od osi prizme.

a. Piljevina iz dijela prizme gdje nema rubljenja niti krajčenja izračunata je tako da je površina piljenice pomnožena sa veličinom propiljka

$$PE = (\text{dužina} + 2\text{cm}) \cdot (\text{širina}) \cdot (\text{propiljak})$$

Tako dobiven volumen treba još pomnožiti sa brojem rezova koji imaju površinu spomenute piljenice. Na drugoj se jarmači mogu, kao rezultat piljenja na prvoj jarmači, pojaviti dvije ili jedna prizma. Svaka od tih prizama može se piliti sa neparnim ili parnim rasporedom.

Označimo sa

I01 = 1          jedna prizma na prvoj jarmači

I01 = 2          dvije prizme na prvoj jarmači

I02 = 1          neparan raspored na drugoj jarmači

I02 = 2          paran raspored na drugoj jarmači.

Od tih veličina ovisi broj rezova koji ćemo označiti sa KOM.

Mogući slučajevi dani su pregledno na shemi na strani 16.

I01

I02

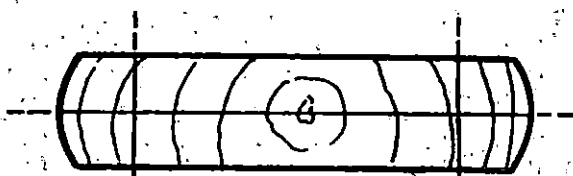
Shema rezova

broj  
rezova

= KOM

1

1

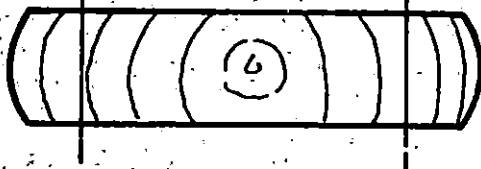


2

= 2·I01

2

1



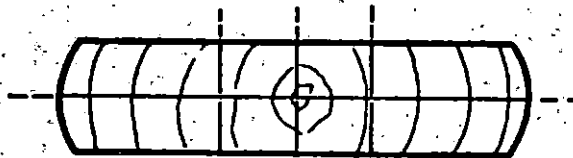
4

= 2·I01

centralne piljenice

1

2

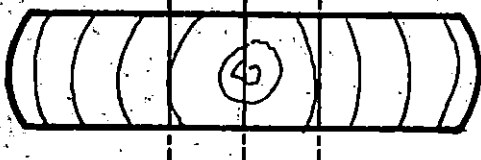


3

= 3·I01

2

2



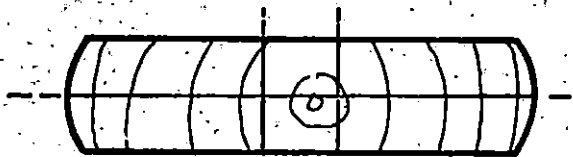
6

= 3·I01

piljenice izvan centra

1

2

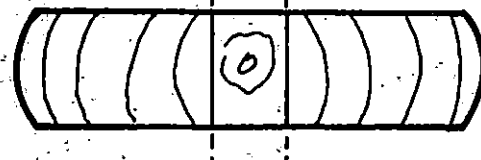


2

= 2·I01

2

2



4

= 2·I01

Piljevina dobivena u slučaju a. je dakle

$$PILJ = KOM \cdot PE$$

Za izračunavanje volumena piljevine dobivene u slučajevima od b. do e. potrebna nam je površina ispod presjeka stošca ravninom paralelnom sa njegovom osi. Smjestimo li stožac čiji je nagib izvodnice jednak  $1/K$  u vrh koordinatnog sustava, tada je jednačba hiperbole koja je presjek tog stošca na udaljenosti  $C$  od osi

$$K^2 z^2 = C^2 + x^2,$$

Udaljenost po osi od vrha stošca do kruga (baze trupca) radiusa  $R$  iznosi  $R/K$ . Slika 6.

$$POT(x_1) = \frac{2}{K} \int_0^{x_1} \sqrt{C^2 + x^2} dx$$

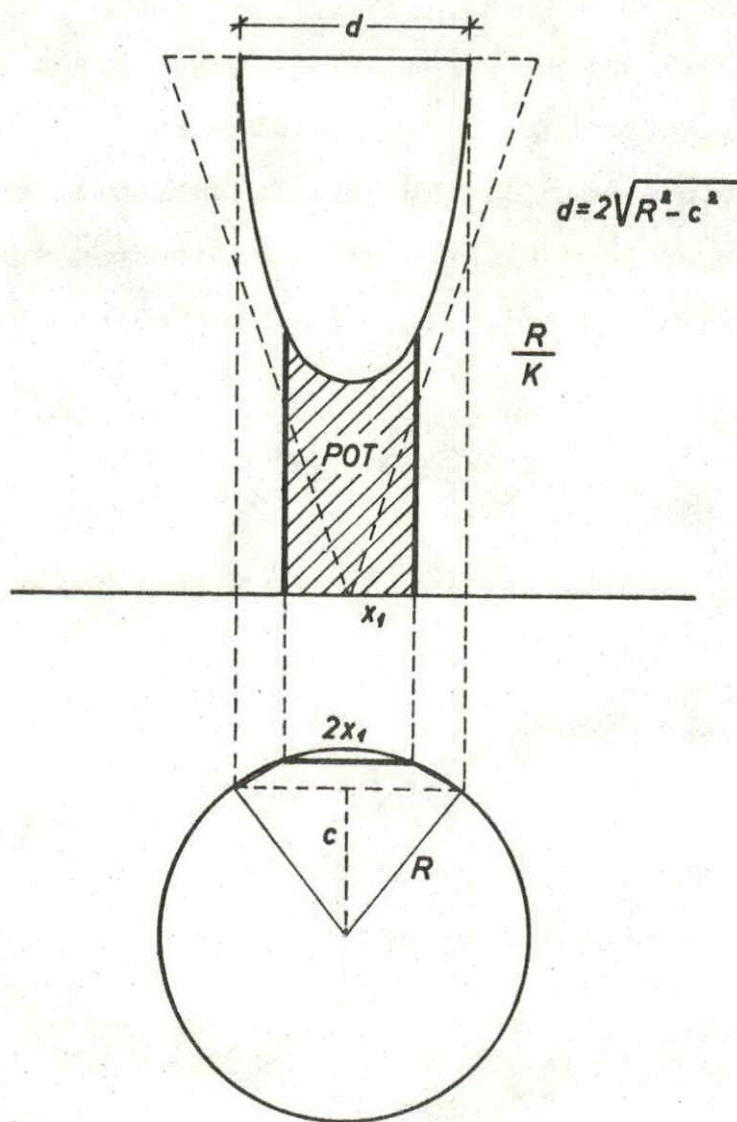
Riješimo li taj integral dobivamo

$$POT(x) = \frac{200}{pp} (x \sqrt{x^2 + C^2} + C^2 \ln(x + \sqrt{x^2 + C^2}) - C^2 \ln C)$$

Uz pomoć funkcije  $POT(x)$  izrazili smo površine od b. do e. prikazane na Slici 4.

U svim slučajevima od a. do e. volumen piljevine izračunava se kao

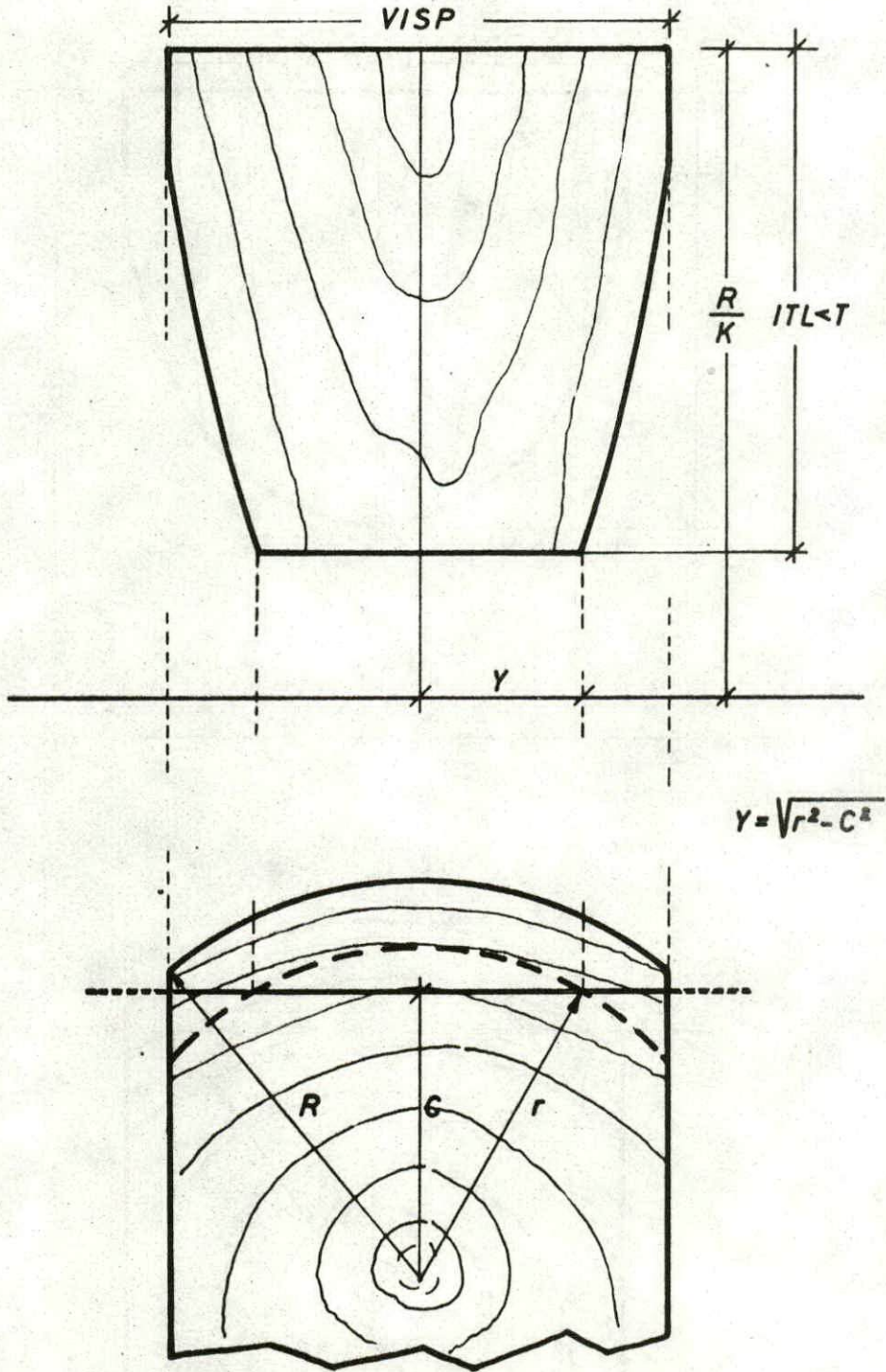
$$PILJ = POV \cdot PR - (IOI - 1) \cdot PR^2$$



Slika 6. Presjek stošca radiusa  $R$ , izvodnice  $1/K$  sa ravninom paralelnom sa osi na udaljenosti  $c$  od nje. Crtkano je naznačena površina  $POT(x_1)$  potrebna za volumen piljevine.

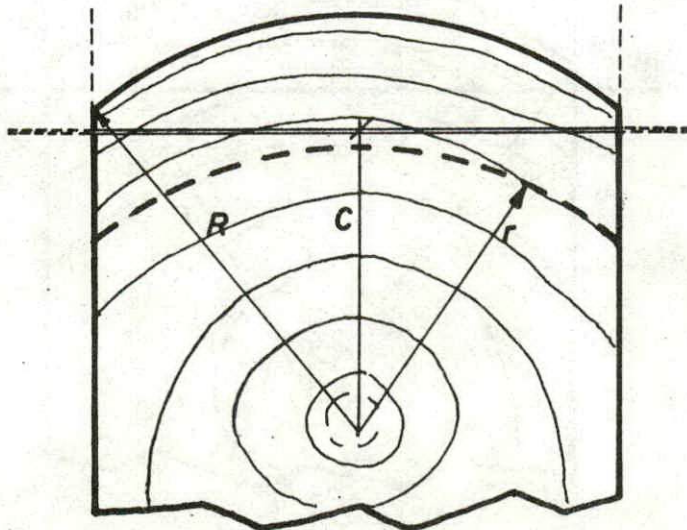
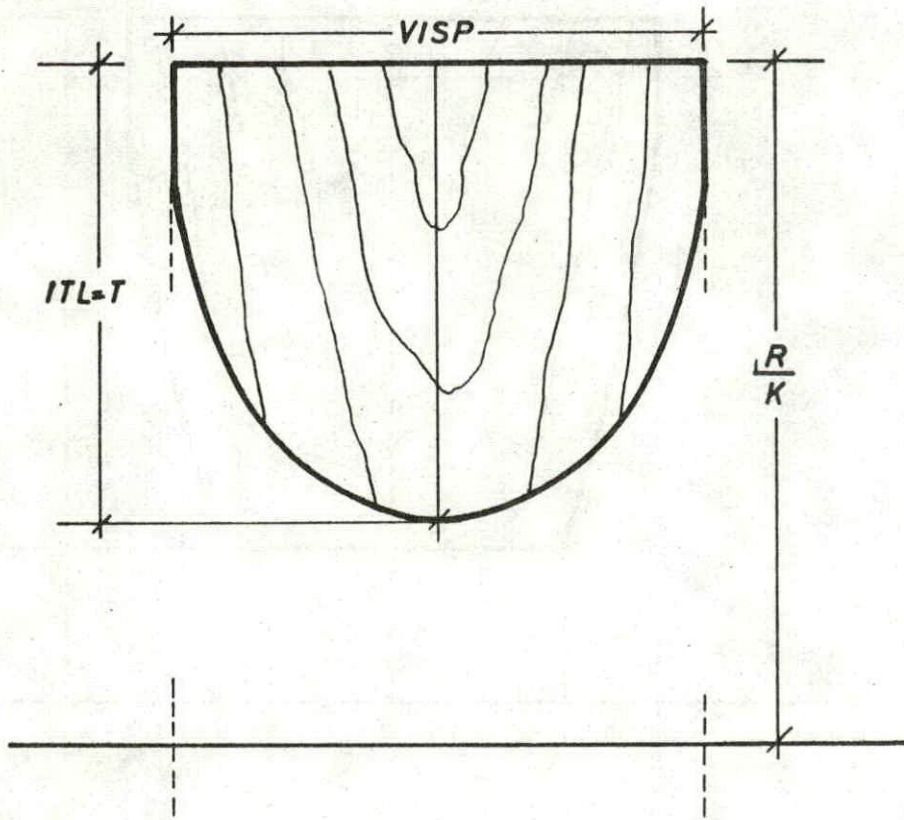


b.



$$POV = VISP \cdot \frac{R}{K} - POT\left(\frac{VISP}{2}\right) - 2y\left(\frac{R}{K} - ITL\right) + POT(y)$$

a.

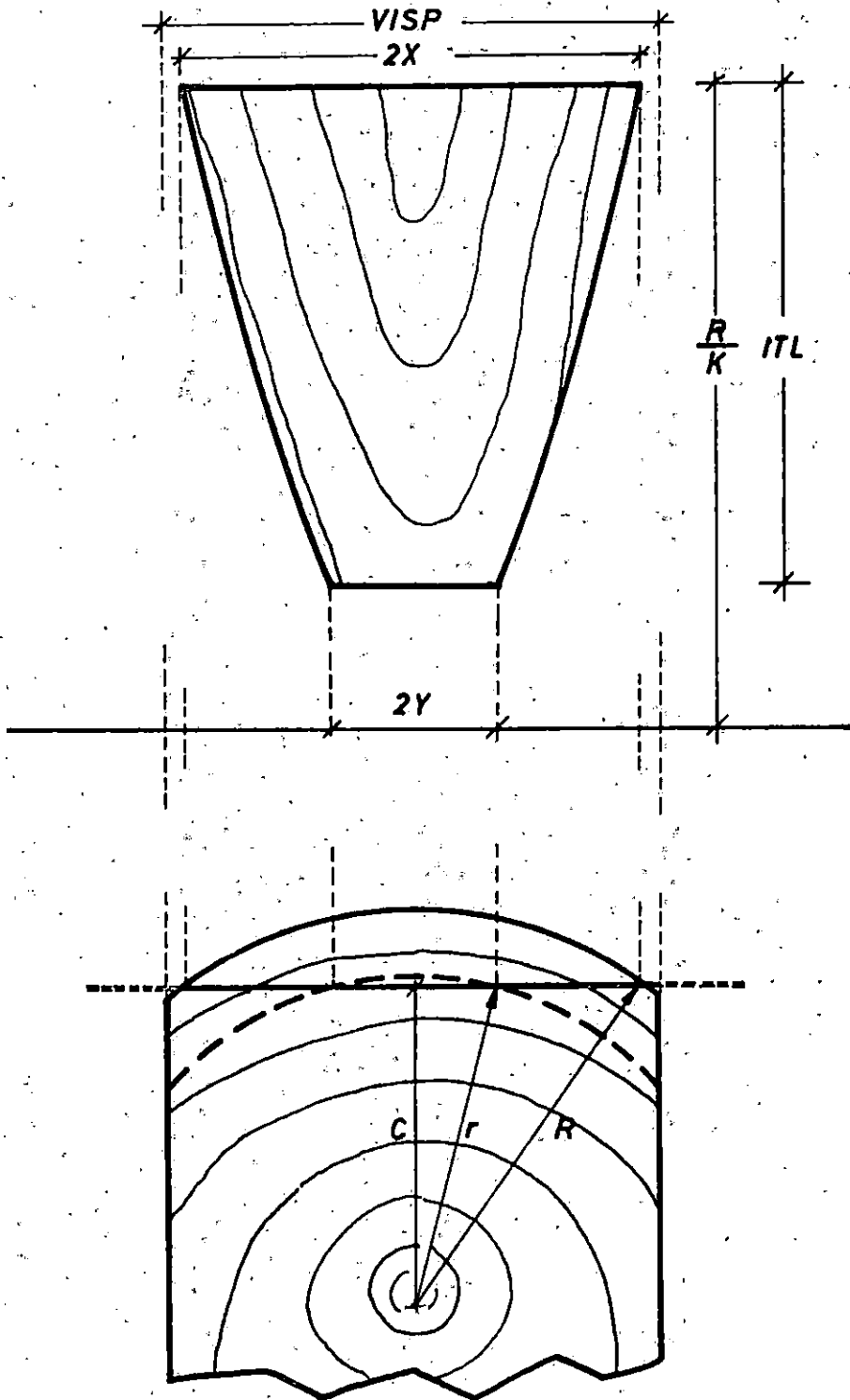


$$POV = VISP \cdot \frac{R}{K} - POT\left(\frac{VISP}{2}\right)$$

d.

$$x = \sqrt{R^2 - c^2}$$

$$y = \sqrt{r^2 - c^2}$$

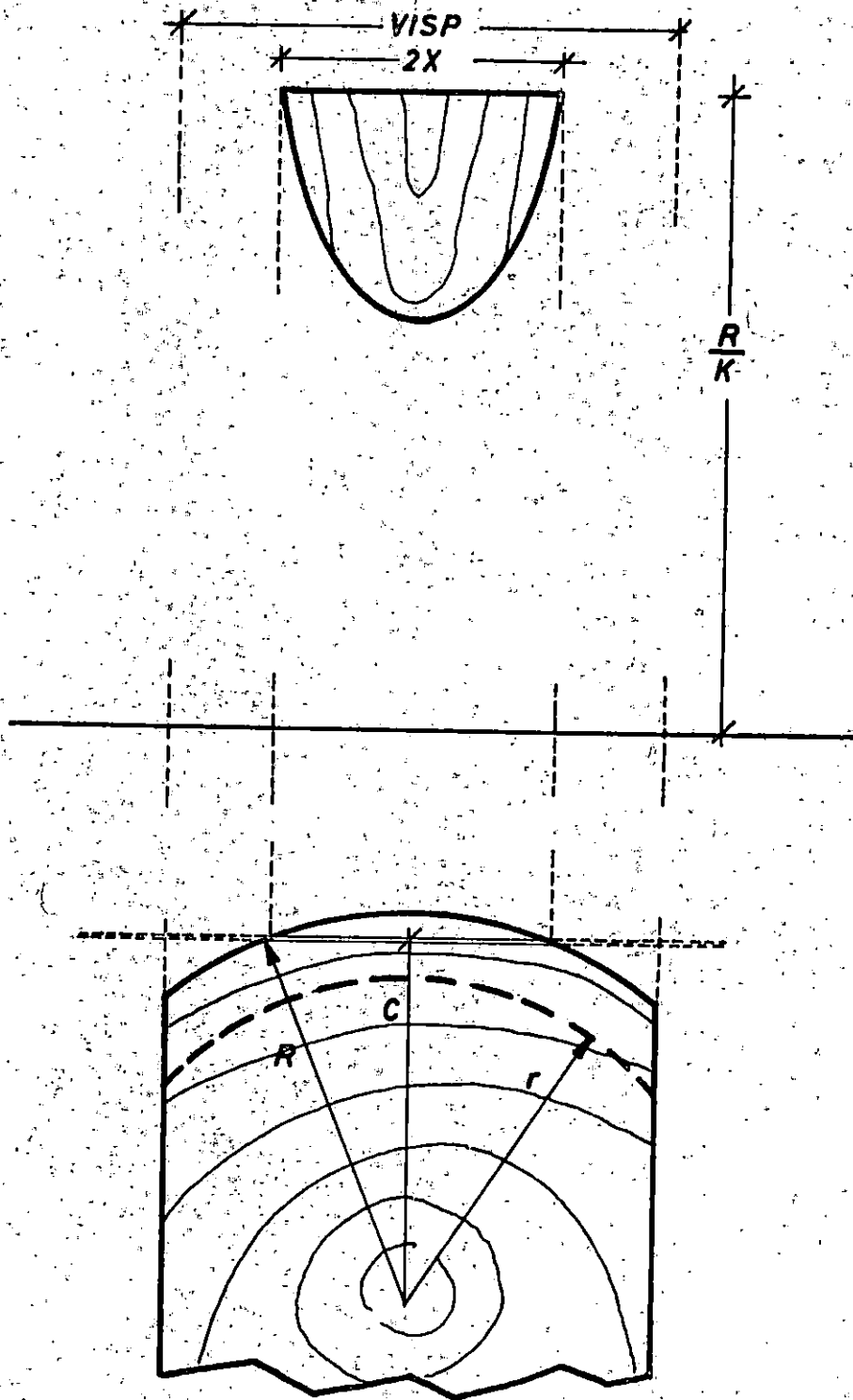


$$POV = 2x \cdot \frac{R}{K} - POT(x) - 2y\left(\frac{R}{K} - ITL\right) + POT(y)$$



8.

$$x = \sqrt{R^2 - c^2}$$



$$POV = 2x \frac{R}{K} - POT(x)$$

Ako je dužina dobivene piljenice manja od dužine trupca, piljevini dobivenoj na jarmači dodajemo piljevinu zbog rubljenja:

$$PILJ = 2 \cdot 101 \cdot (\text{širina}) \cdot (\text{debljina}) \cdot (\text{propiljak na rubilici})$$

Konačno, ako je dobivena piljenica uža od visine prizme tada dobivenoj piljevini moramo dodati još piljevinu zbog krajčanja

$$PILJ = 4(\text{dužina piljenice}) \cdot (\text{debljina piljenice}) \cdot (\text{propiljak na krajčerici})$$

### 5. Gubici koji se pojavljuju zbog utezanja

Volumen piljenice u prosušenom stanju je

$$V_p = A \cdot B \cdot D$$

gdje je

A širina piljenice,

B dužina piljenice,

D debljina piljenice.

Volumen piljenice u vlažnom stanju je

$$V_v = (A + \Delta A)(D + \Delta D) \cdot B$$

gdje je

$$\Delta A = 1,0237A + 0,29 - A$$

$$\Delta D = 1,0237D + 0,29 - D.$$

Rezlike

$$V = V_v - V_p$$

je približno jednaka totalnom diferencijalu funkcije V

$$dV = \frac{\partial V}{\partial A} \Delta A + \frac{\partial V}{\partial D} \Delta D$$

odnosno

$$dV = B \cdot D \Delta A + A \cdot D \Delta B$$

Gubitak zbog usuha jednak je dakle

$$USUH = \sum dV,$$

gdje se sumacija provodi preko svih dobivenih piljenica.

#### 6. Gubici zbog nadmjere na netočnost piljenja

Istraživanja koja su vršena u vezi točnosti piljenja na primarnim strojevima pokazala su da su varijabilnosti debljine piljenica poslije piljenja na jernači toliko značajne da o tome treba voditi računa kod uzimanja nadmjera zbog postizavanja željene debljine. Te varijabilnosti ovise o vrsti drva, o stroju na kojem se pili, kao i o nekim drugim faktorima. Kod nas su istraživanja o faktorima koji utječu na točnost piljenja vršena i u literaturi se mogu naći podaci o varijabilnosti debljine piljenica uzrokovanoj netočnosti piljenja.

U ovom su radu korišćeni rezultati Brežnjaka i Heraka (1).

Kako bi izbjegli pojavu da prevelik broj piljenica ima debljinu manju od propisane standardom, a do čega može doći zbog netočnosti piljenja, pridu na usuh smo dodali i prid na netočnost.

Ako standard dozvoljava da 100  $\alpha$  % piljenica ima debljinu manju od nominalne, te ako označimo standardnu devijaciju debljina uzrokovanu netočnosti piljenja sa  $\sigma_z^2$ , tada ćemo smatrati da je prid na netočnost piljenja jednak

$$u \cdot \sigma_z$$

Prid na netočnost piljenja smo "algebarski" dodali pridu na usuh iz razloga koji su navedeni na strani 5.

u je takva vrijednost standardizirane normalne varijable za koju je

$$P(U \leq u) = \alpha.$$

Volumen trupca koji se gubi zbog nadmjere na netočnost piljenja je dakle

$$TEN = \sum (1,0237A + 0,29) \cdot (B - 2) u \sigma_z$$

gdje se sumira preko svih dobivenih piljenica, a A i B znače širinu odnosno dužinu piljenice u prosušenom stanju.

## 7. Volumen krupnog ostatka

Volumen krupnog ostatka dobiven je kao razlika volumena trupca i sume volumena grade, piljevine, gubitka zbog usuha i gubitka zbog netočnosti piljenja

OSTATAK = Volumen trupca - (GRADA + USUH + TEN).

## 8. Rangirani rasporedi pila

Rečeno je da se svaki trupac definiranog promjera, dužine, i pada promjera, raspiljuje se proizvoljno mnogo rasporeda, bilo u cijelo bilo prizmiranjem. Neka je tih rasporeda  $N$ , i neka je  $I$ -ti raspored dao volumno iskorišćenje  $POIS(I)$ .

Redni broj rasporeda koji daje najveće volumno iskorišćenje označimo sa  $NAJ$ . Pođemo li od pretpostavke da je  $NAJ = 1$ , te  $POIS(NAJ)$  uspoređujemo sa  $POIS(I)$ ,  $I = 2, N$ , i pridodamo  $NAJ$  onom indeksu  $I$  za koji je  $POIS(I) > POIS(NAJ)$ , pronašli smo redni broj rasporeda koji daje maksimalno volumno iskorišćenje. Postupak nastavimo sa preostalim  $N-1$  rasporeda, sve dok ne dobijemo redne brojeve prvih  $KNR$  rasporeda koji daju najveća volumna iskorišćenja.

Tih  $KNR$  rasporeda je ispisano redom prema rangui koji imaju u veličini volumnog iskorišćenja. Uz svaki raspored je ispisano pripadno volumno iskorišćenje, pripadni volumen piljevine, volumen zbog nadmjere, te volumen krupnog ostatka zajedno sa odgovarajućim postocima.

Veličina  $KNR$ , tj. broj rasporeda koji želimo da bude u rekapitulaciji ispisane zadaje se kao parametar zajedno sa ostalim podacima.

Skretnica  $ISVE$  odlučuje da li će izlaz sadržavati čitavu strukturu sortimenata ili samo rekapitulaciju sa  $KNR$  rangiranih rasporeda. Ta je mogućnost unesena u program zbog toga jer

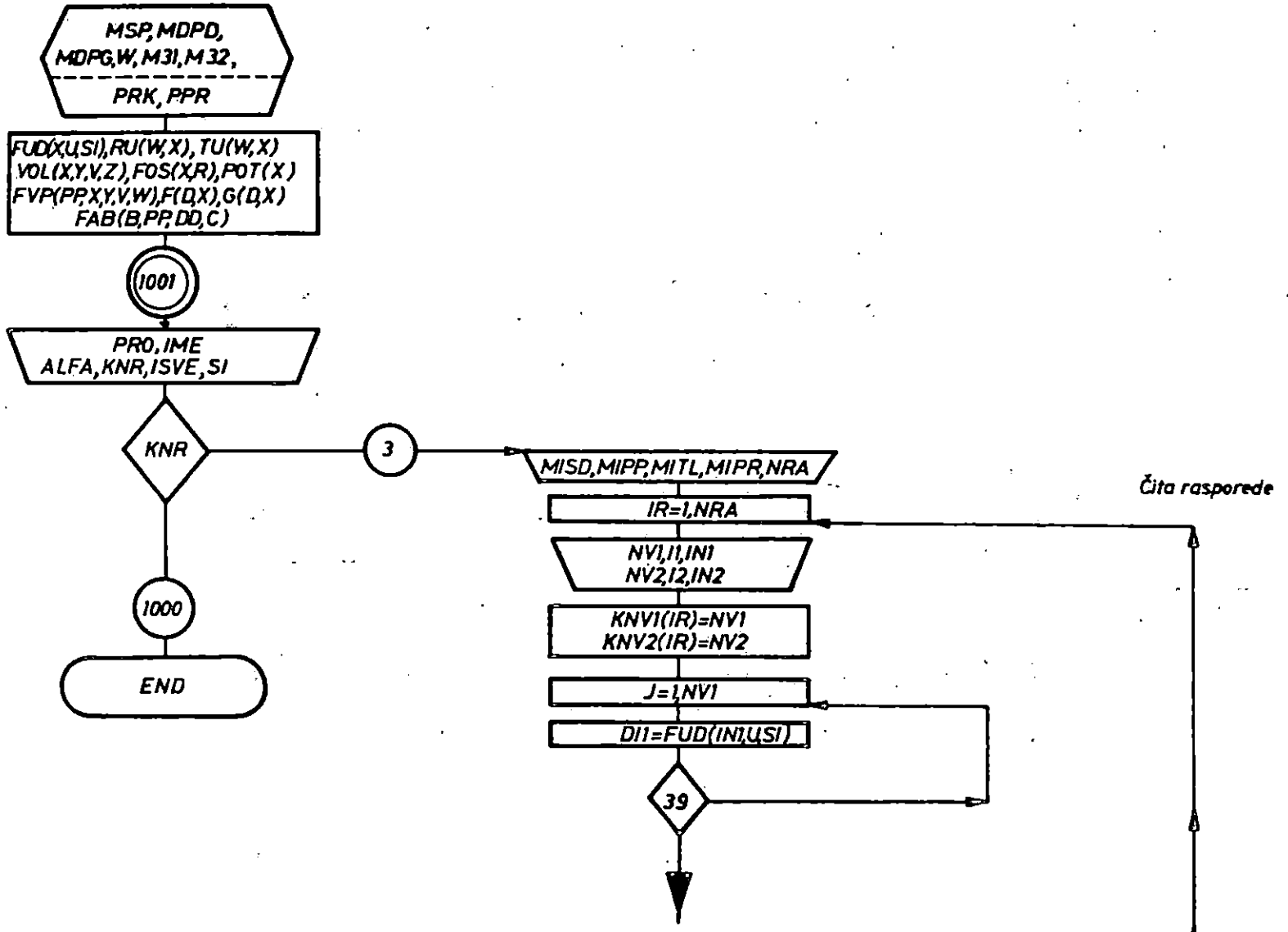
ćemo pomoću njega u radovima koji slijede vršiti analize nekih faktora koji utječu na bilo volumno bilo vrijednoeno iskorišćenje. Budući da su kod takve analize važni samo konačni rezultati uveli smo mogućnost izostavljanja pisanja strukture dobivene grade.

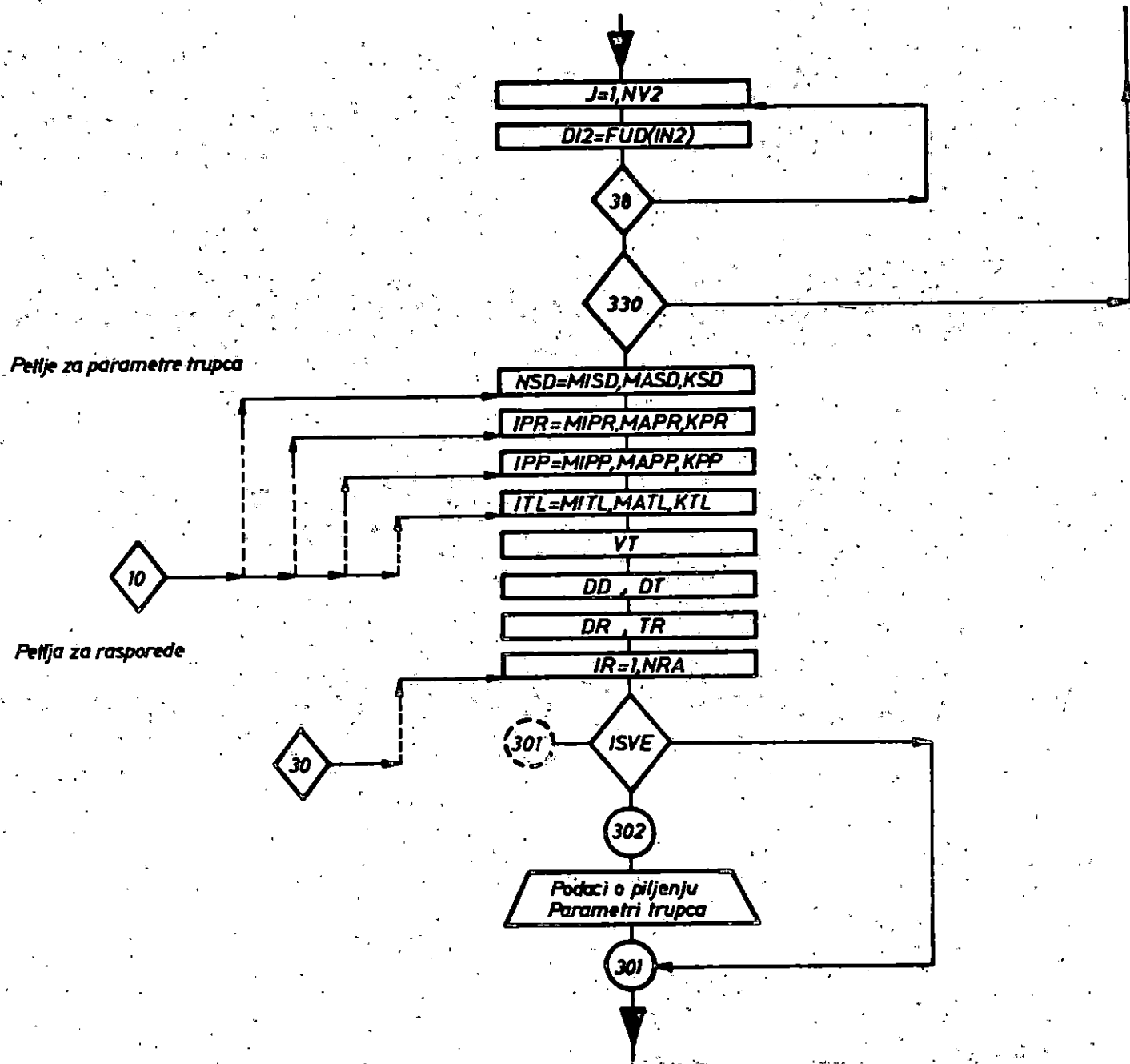
## 9. RARAVO - Dijagram toka

Smatrali smo da je korisno da čitaocima koji se razumiju u programiranje prikažemo dijagram toka programa RARAVO. Pomoću teksta uz dijagram i imena varijabli koja su ista u programu i u ovom tekstu (npr. ITL, T, C, CGD, DR i dr.) čitaoc će moći pratiti tok programa. Budući da simboli koji se upotrebljavaju u dijagramu toka (osim onih najčešćih) nisu još standardizirani, bili smo tako slobodni da smo za neke slučajeve uveli vlastite. Čitaoc će lako uočiti što znači pojedini simbol.

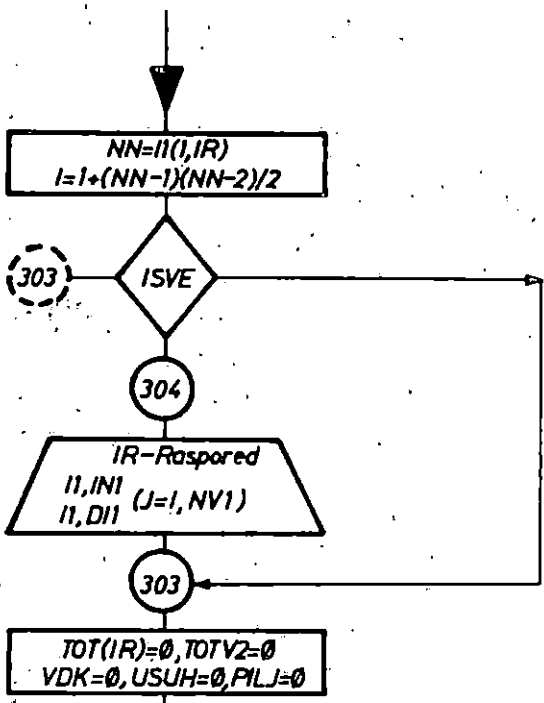
## 10. Primjer

Sa pet različitih rasporeda simulirali smo pomoću programa RARAVO piljenje trupca zedenih dimenzija. Dimenzija trupca, rasporedi te neke ostale karakteristike piljenja vidljivi su iz priloženih fotokopija listova kako ih je odštampao linijski štampač.

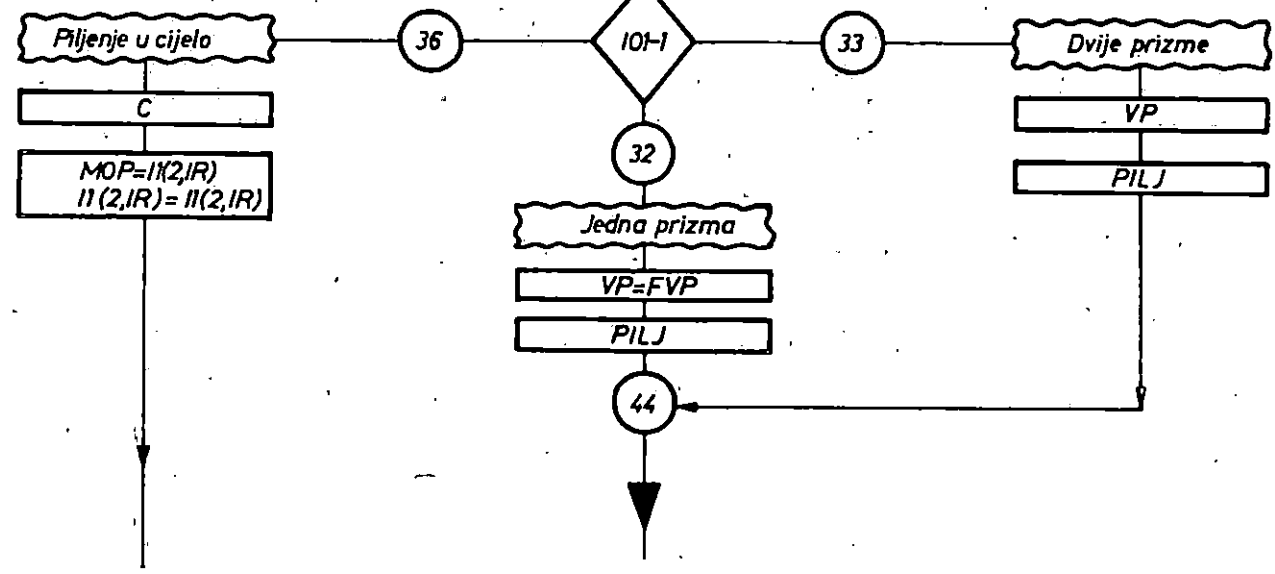








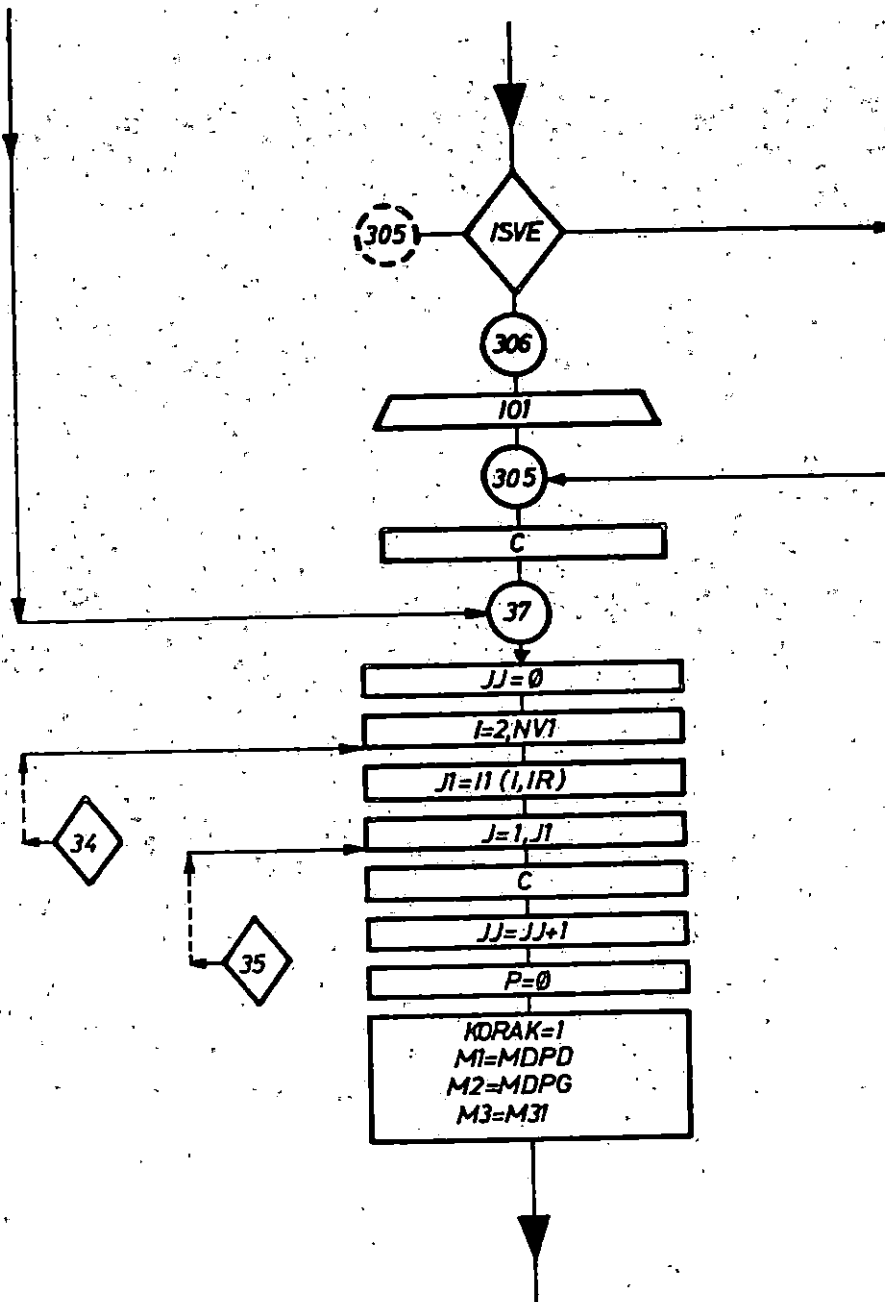
Prizma

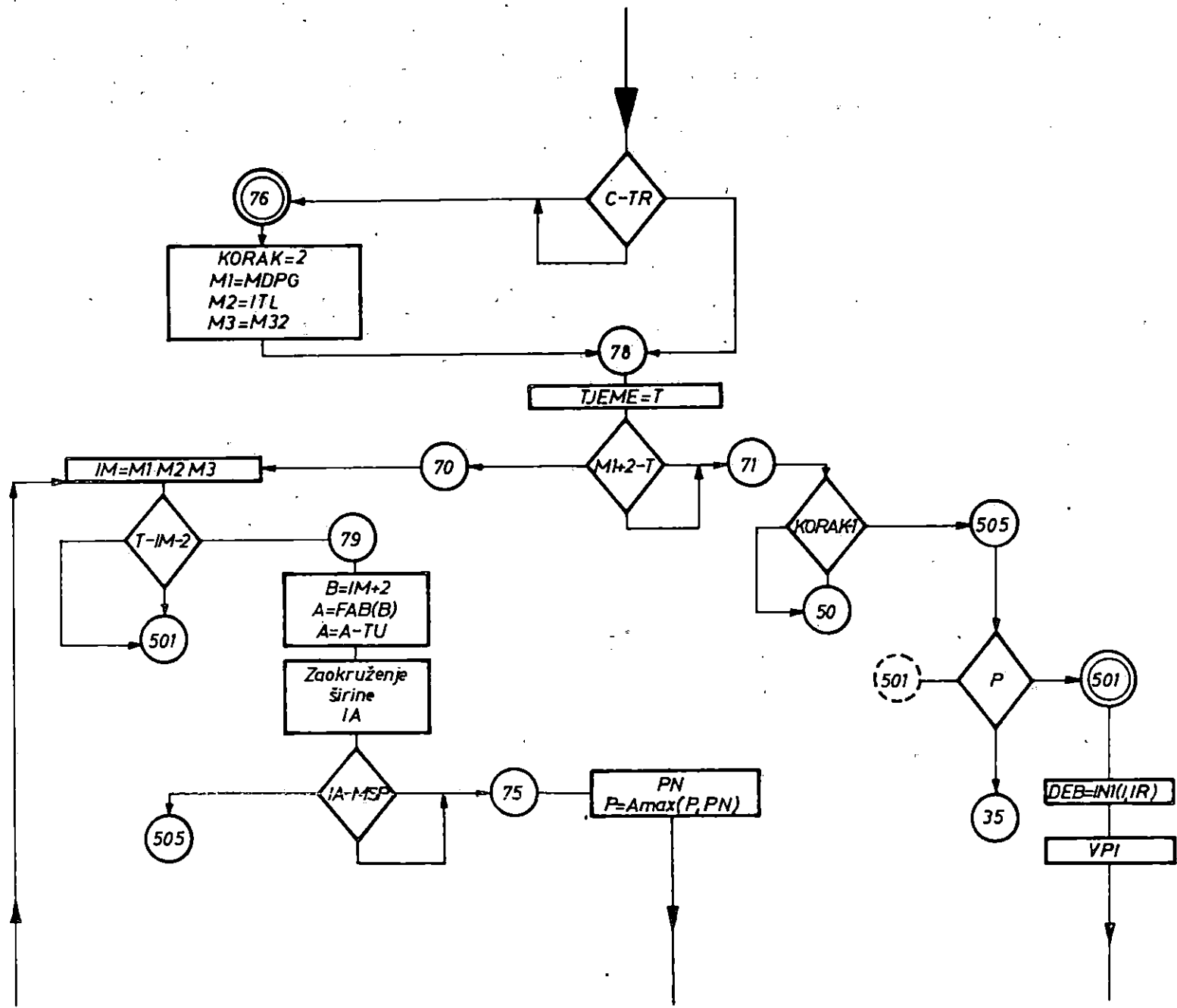


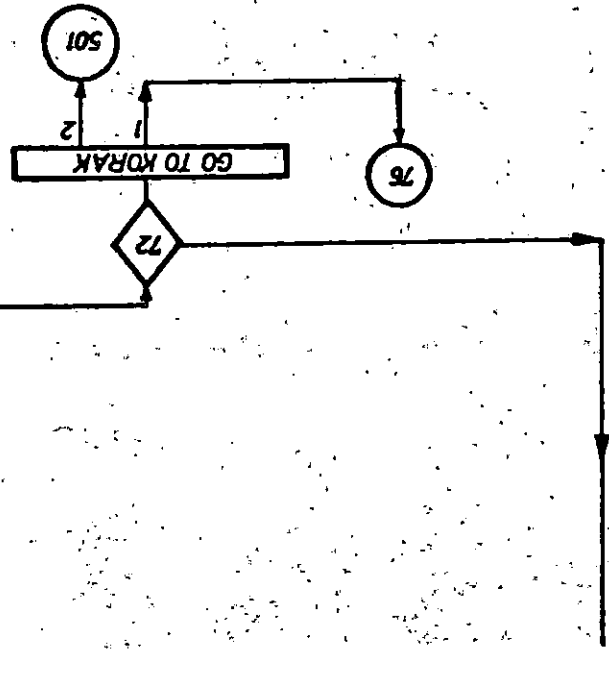
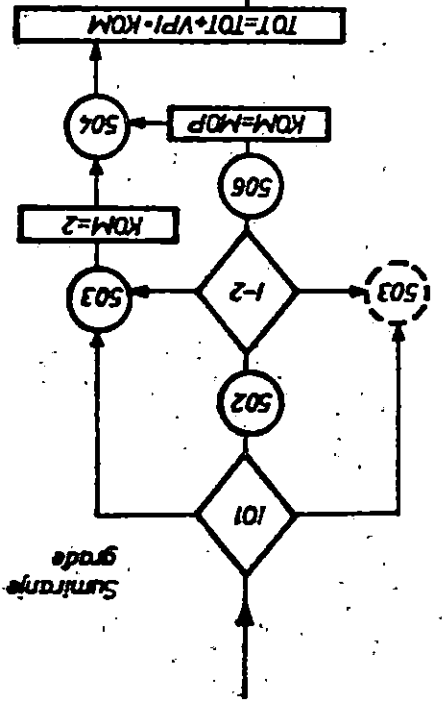
= 30 =

*Petlje za piljenice  
prema rasporedu IR*

*Maksimalizacija  
površine piljenice*



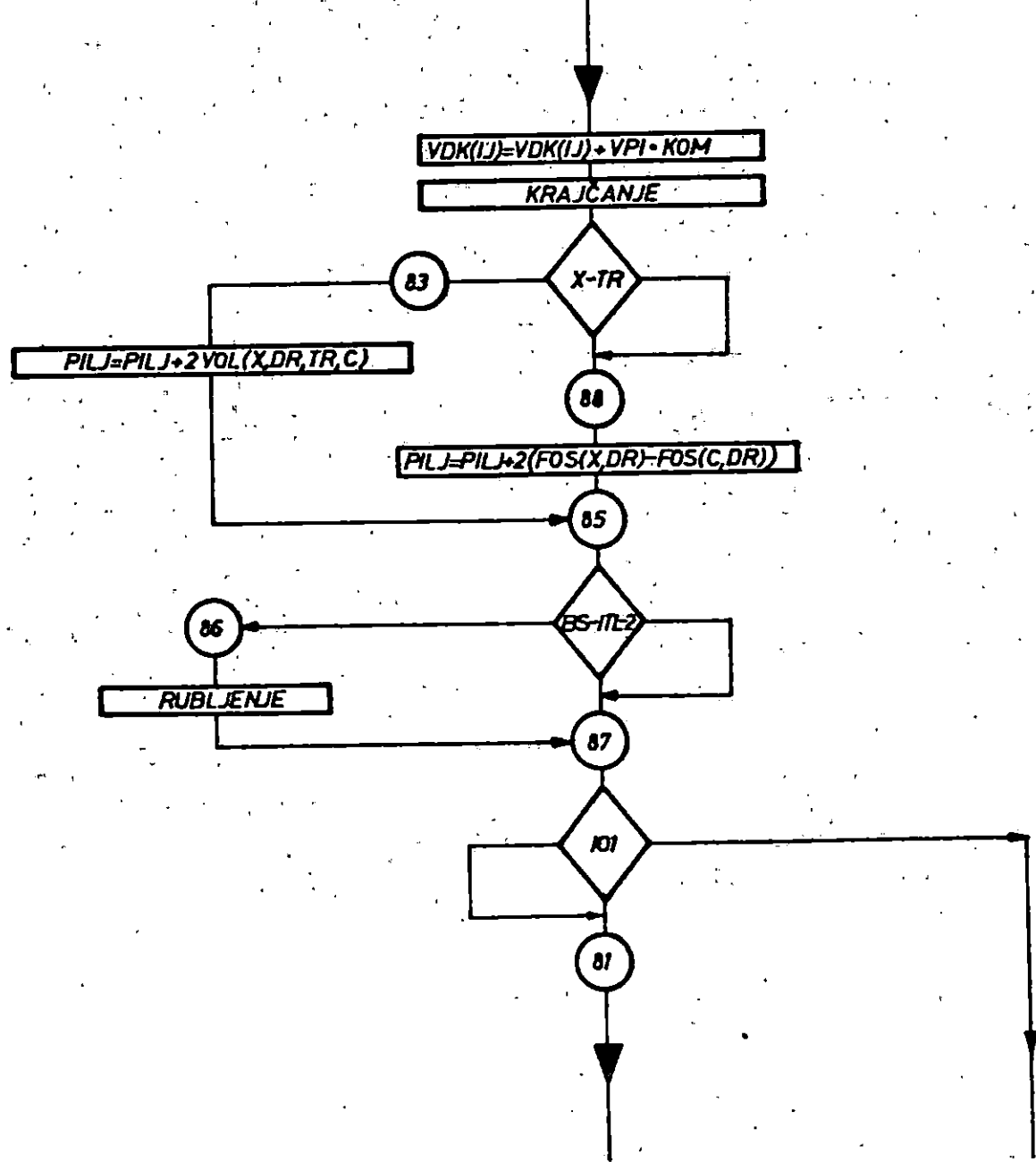


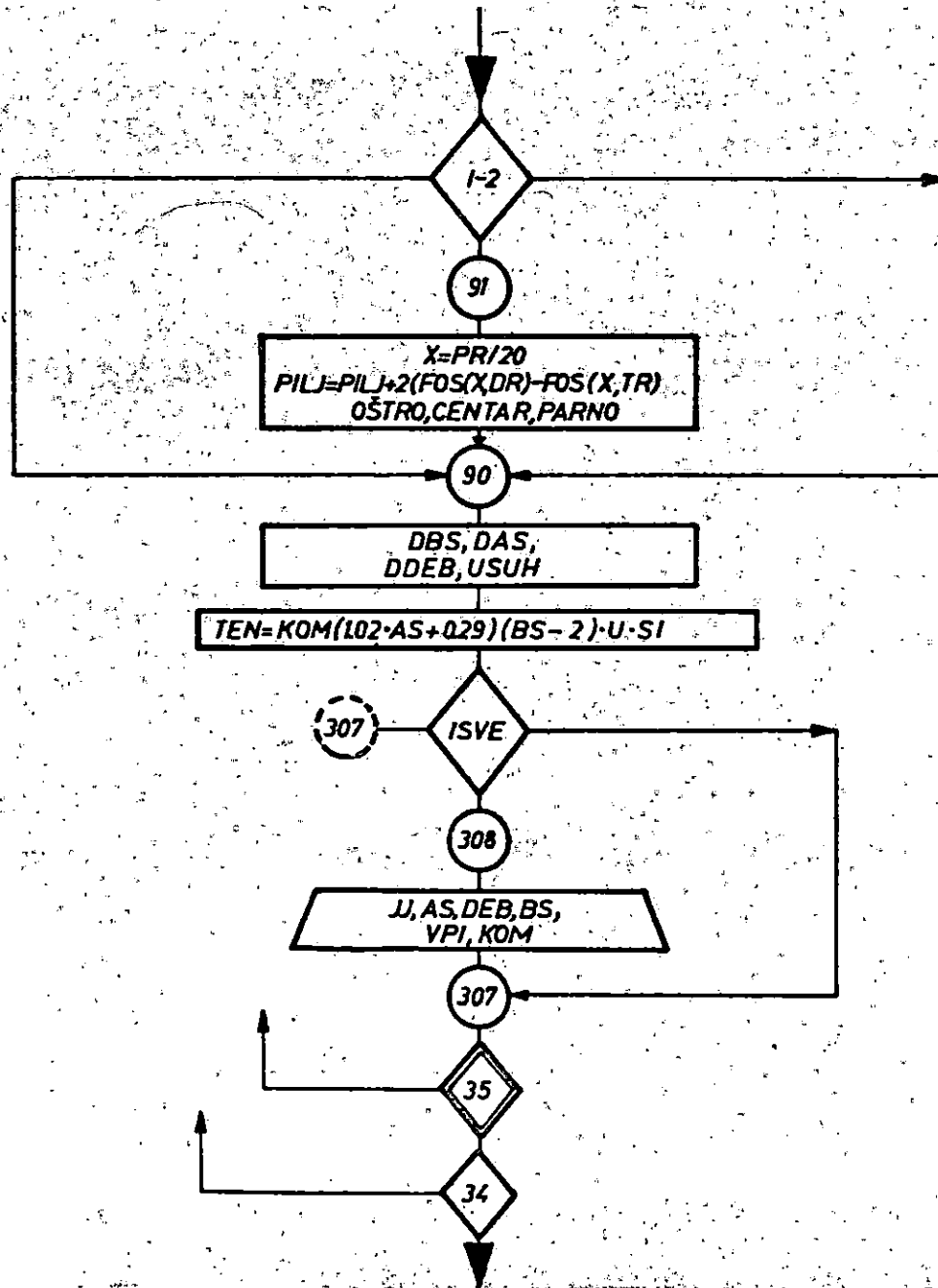


Sumiranje prema duzinskim grupama

Sumiranje grade

Piljevina

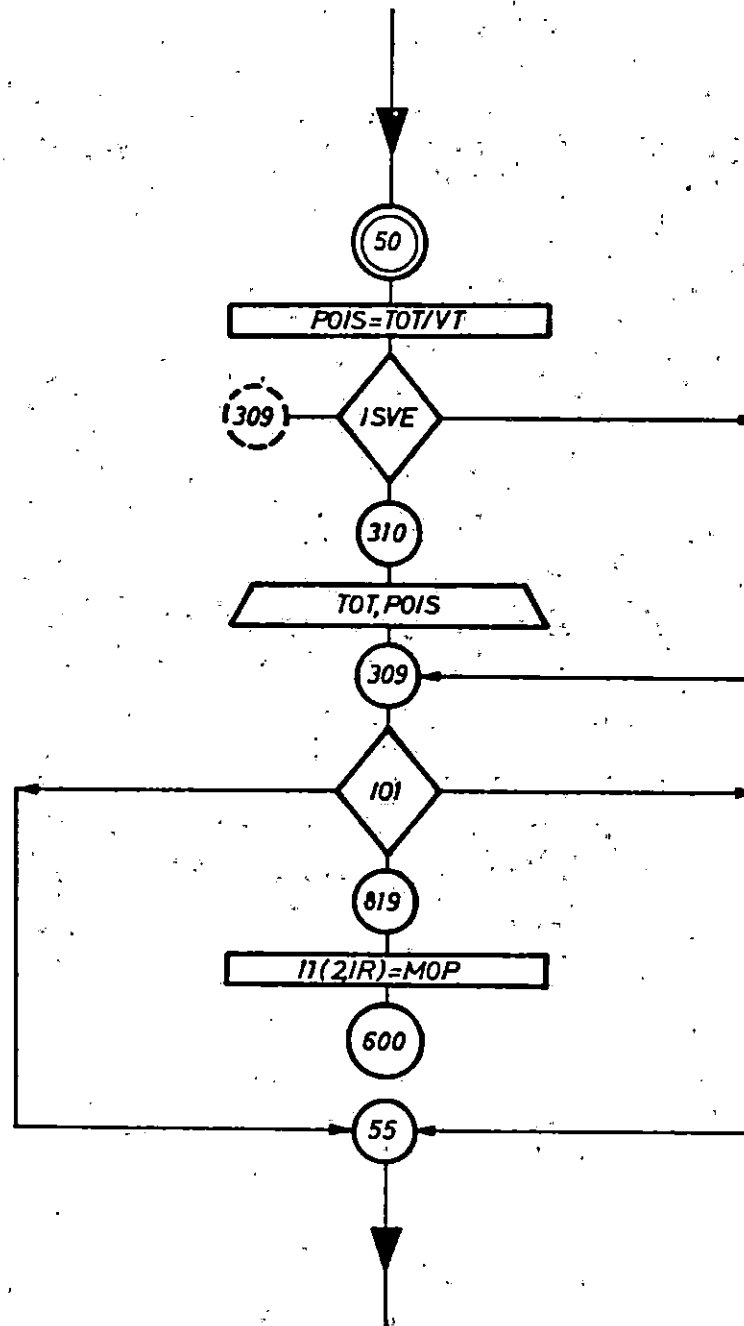




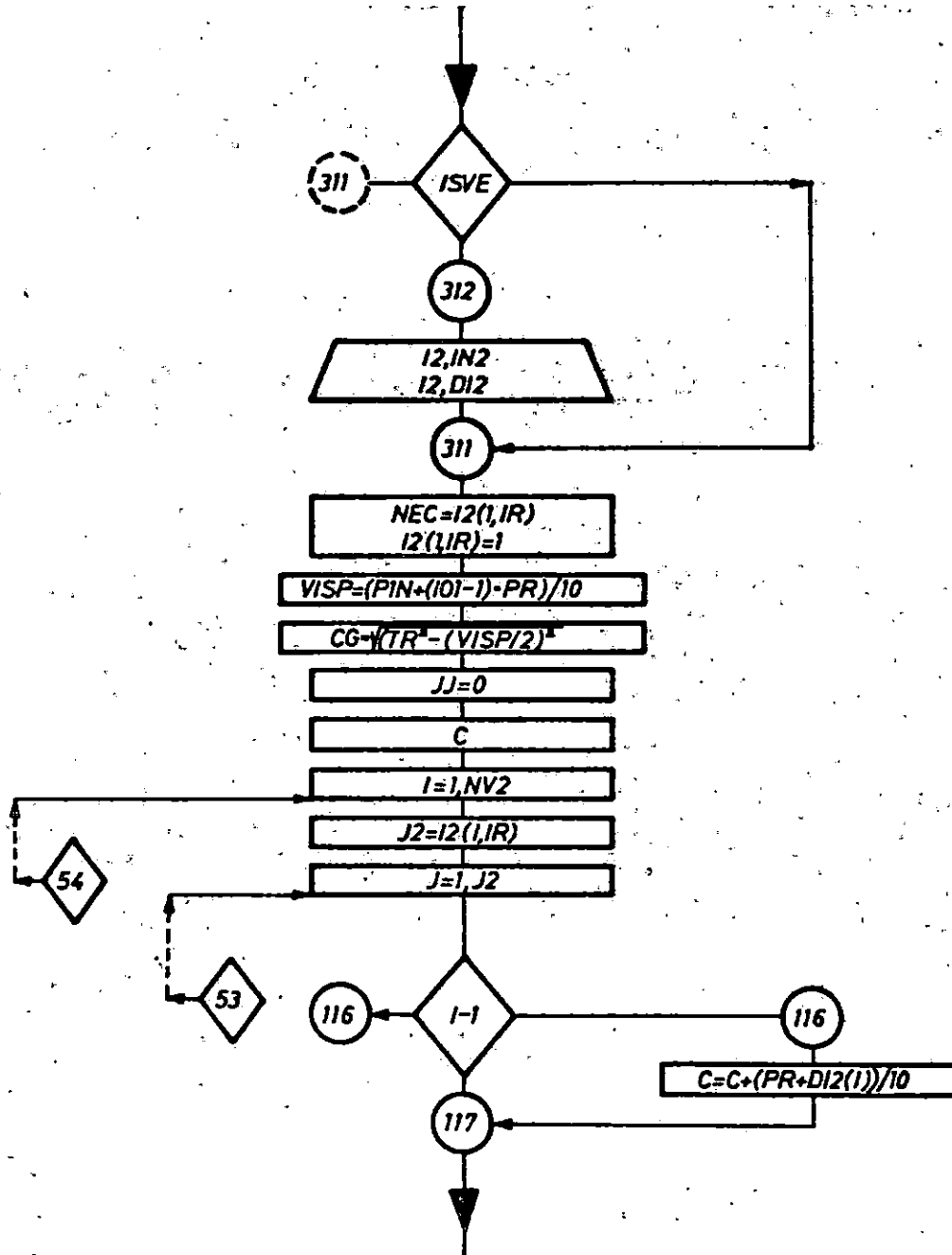
Usuh.

Netočnost piljenja

Gotova prva jarmača

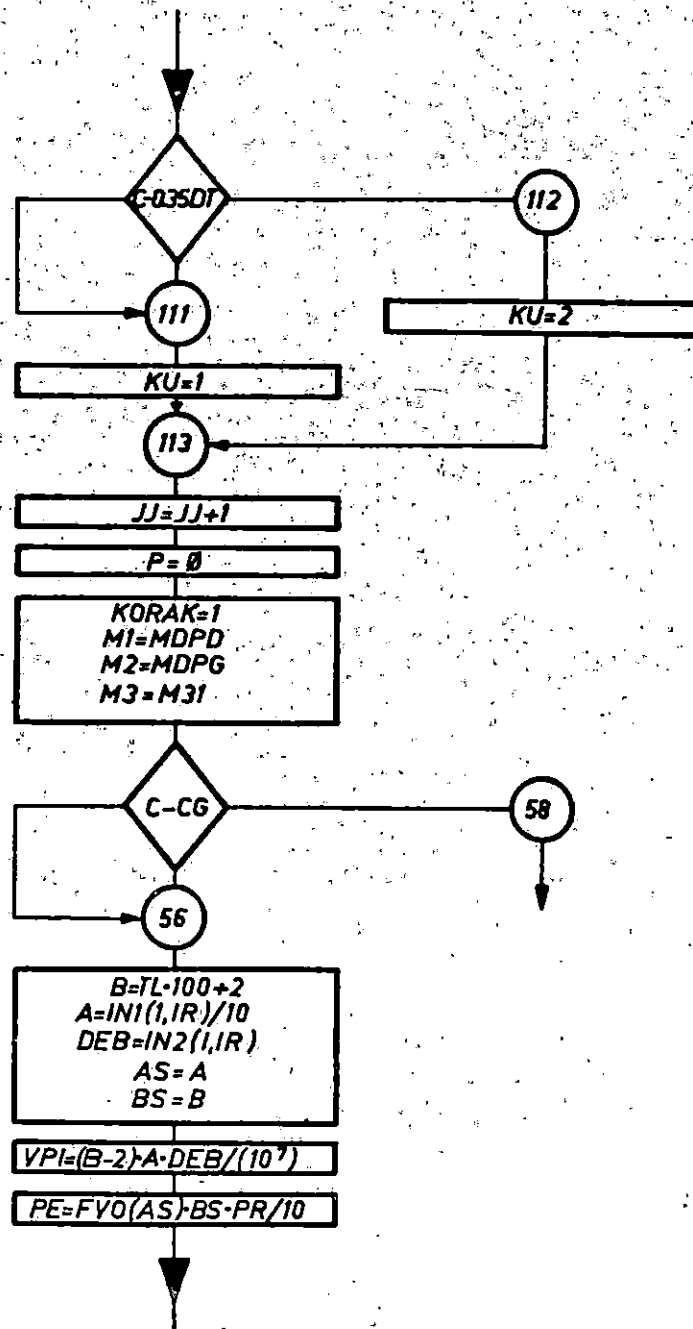


*Petlje za piljenice prema rasporedu IR*

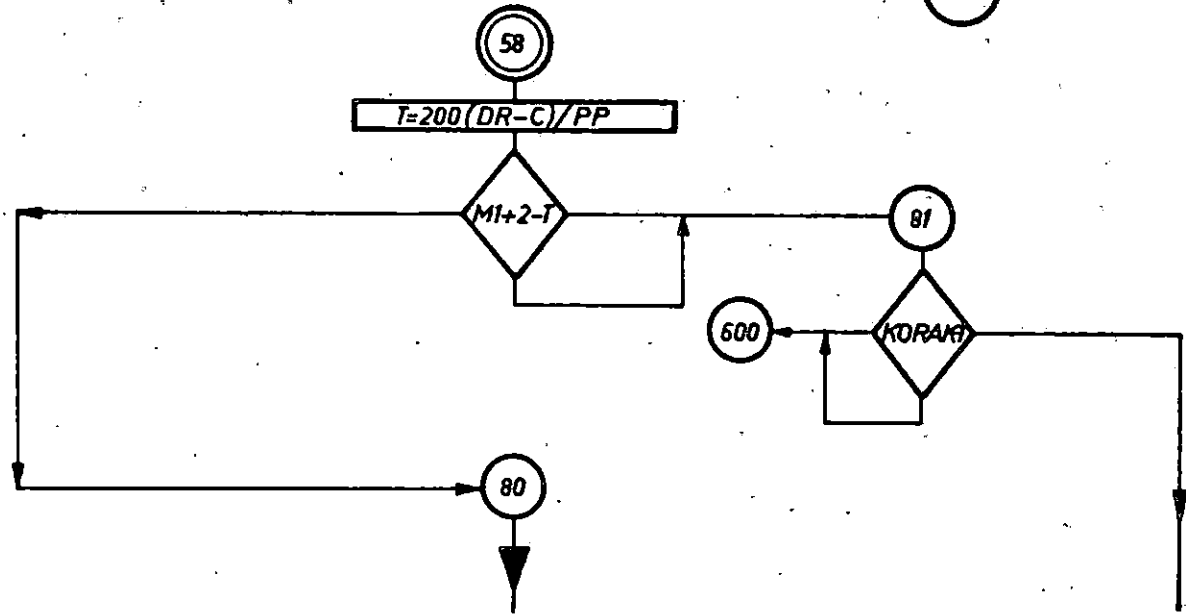
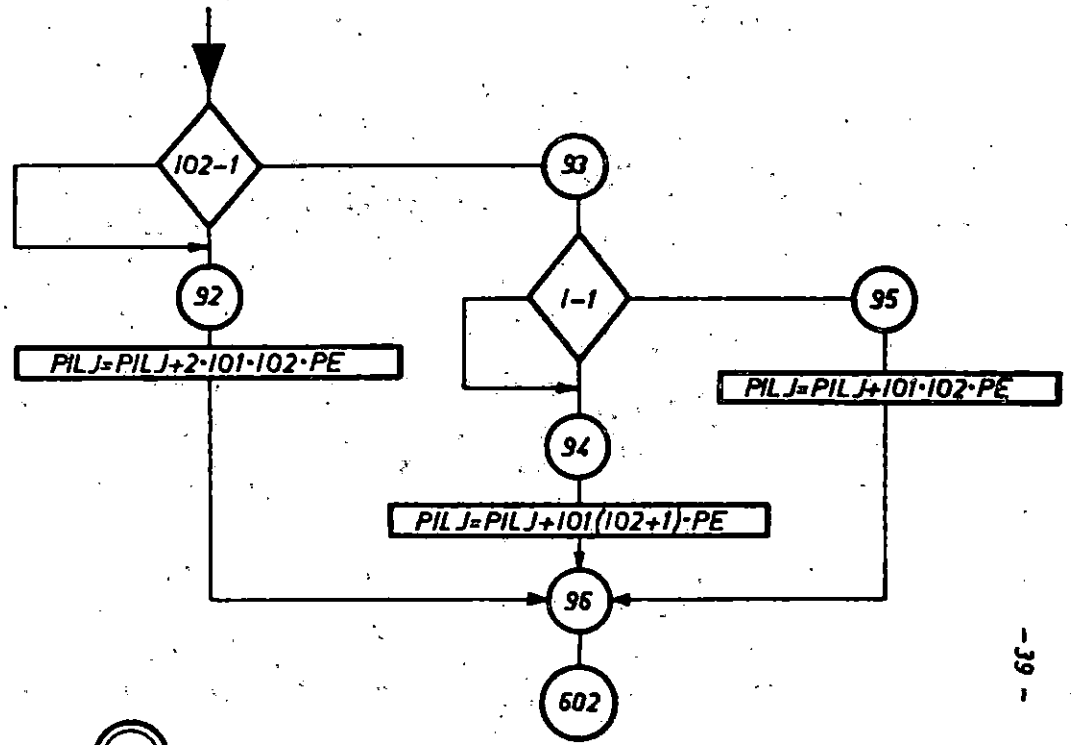




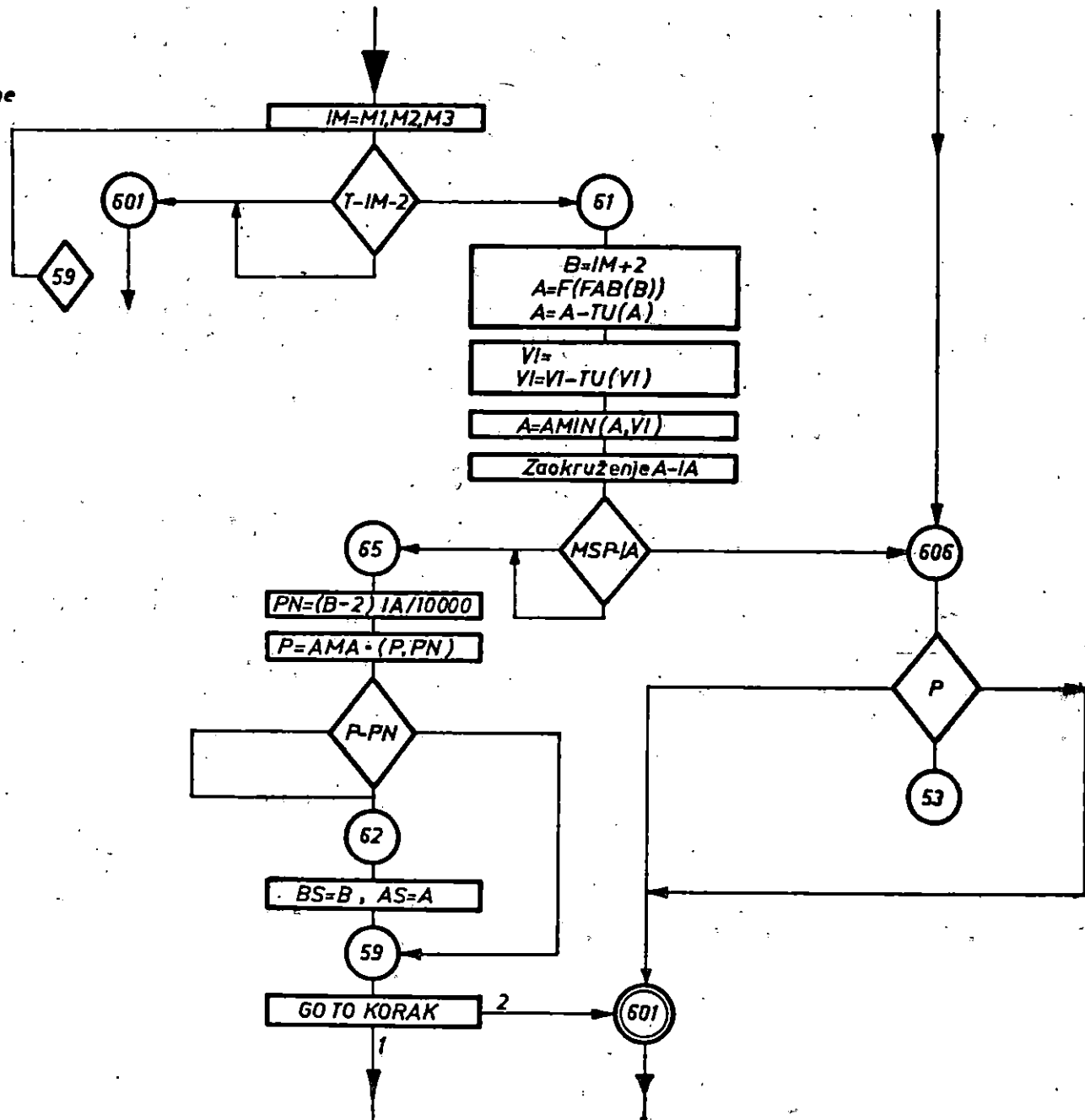
Radialno odnosno  
tangencijalno utezanje



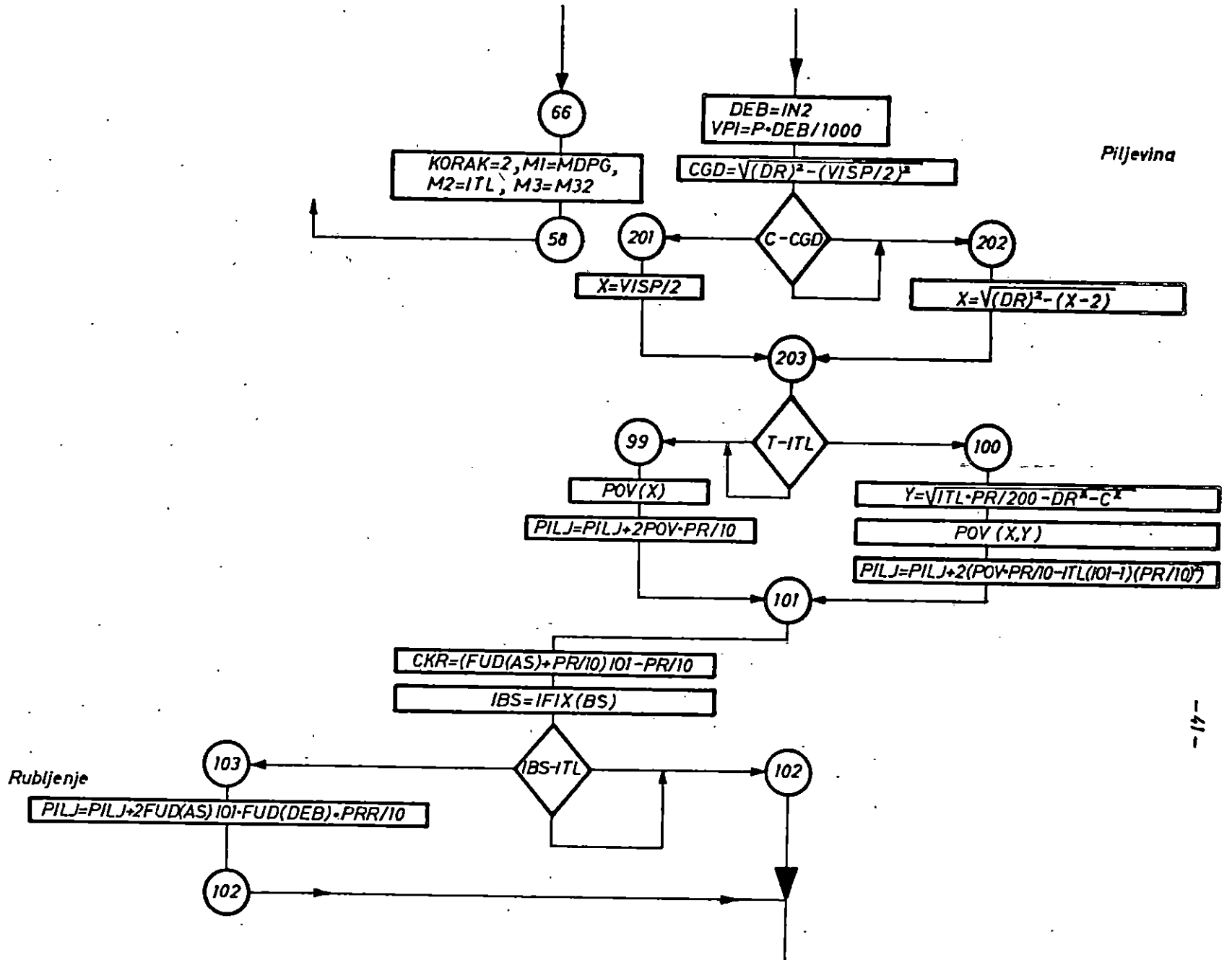
Piljevina



Maksimalizacija površine



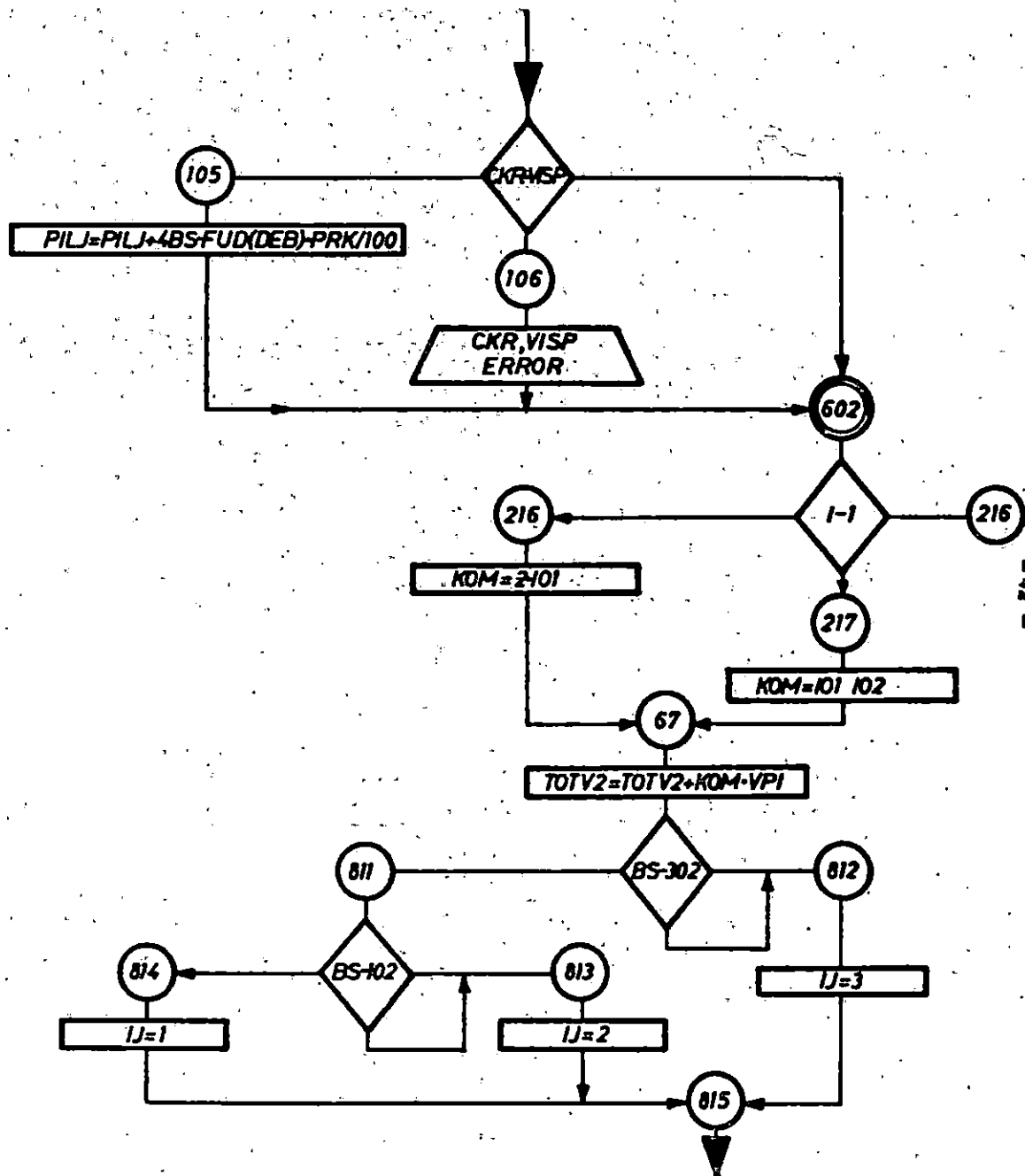
Piljevina



Rubljenje

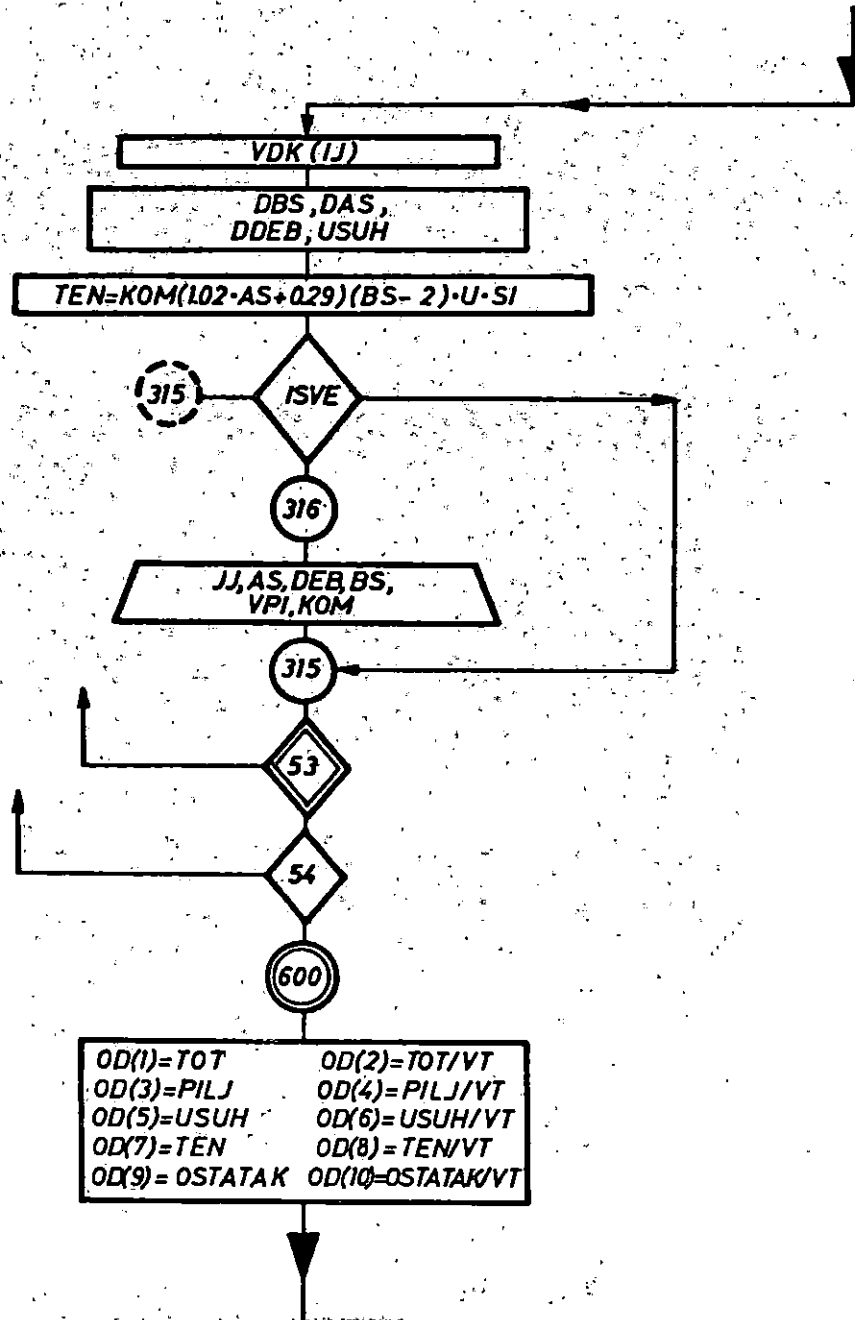
Krajčanje

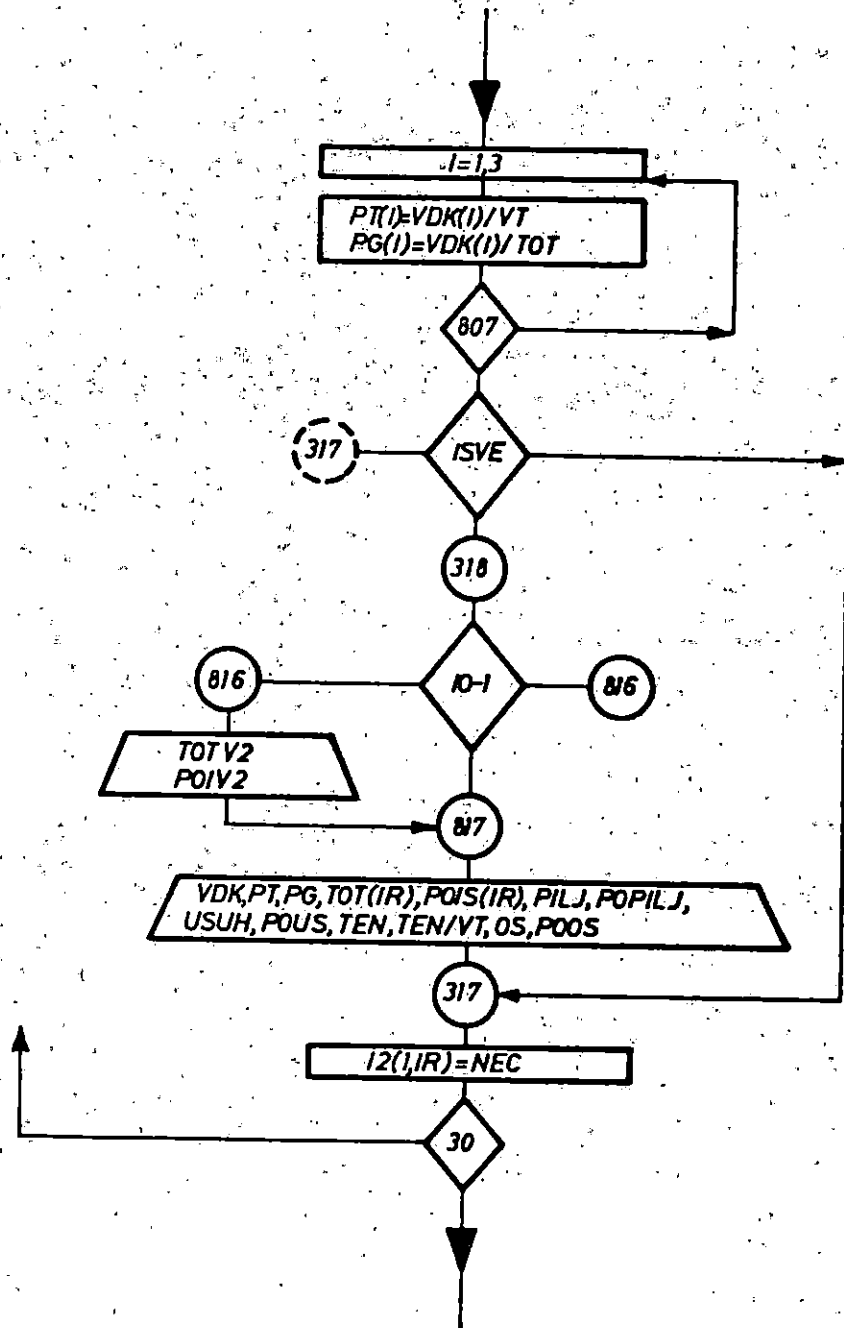
Dužinske grupe



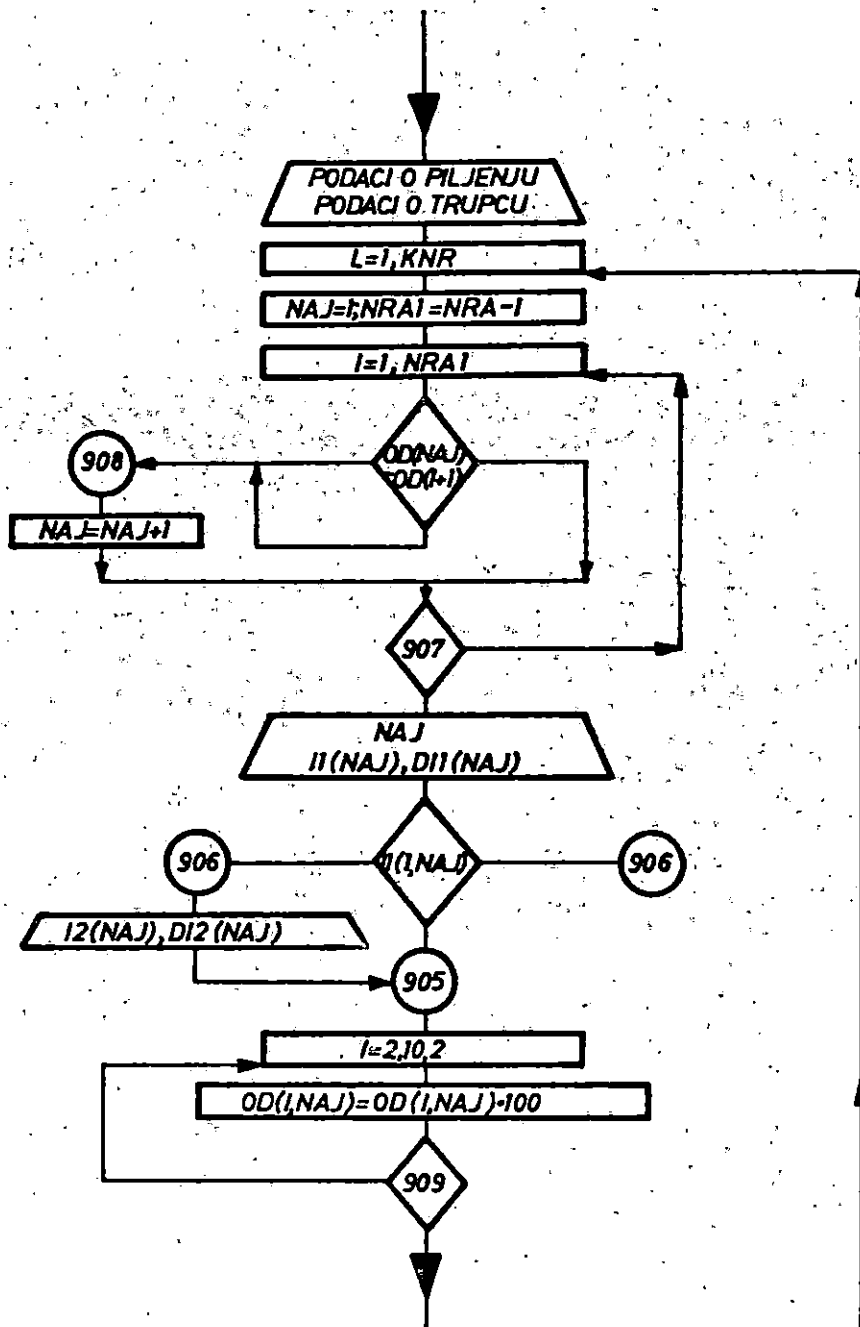
Usuh

Netočnost

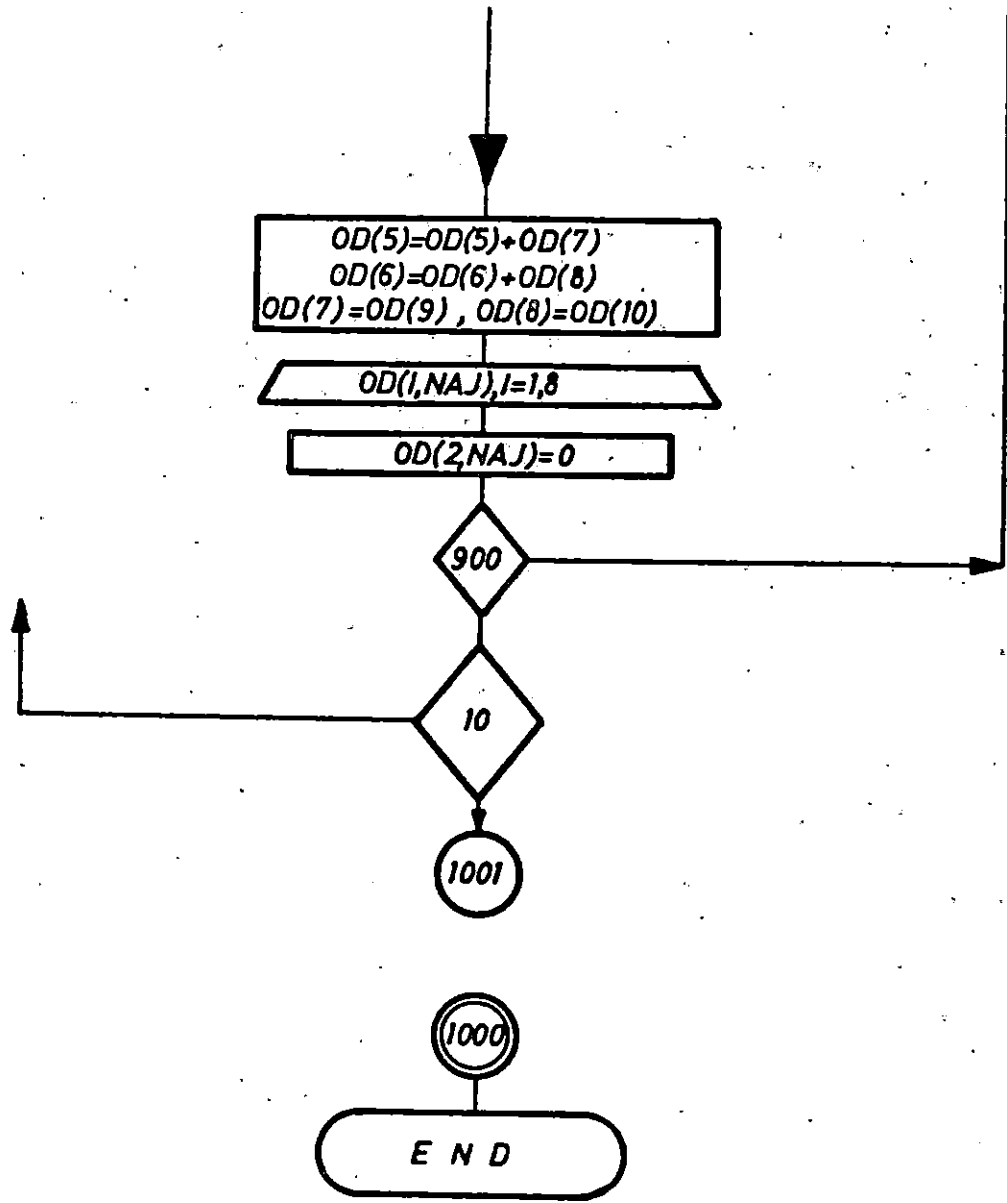




Rangirani rasporedi







STUKTURA SORTIMENATA, PILJEVINA, USUH, NETOCNOST, OTPAD

SREDNJI PROMJER 30 CENTIMETARA  
 VEĆI PROMJER 31.0 CENTIMETARA  
 MANJI PROMJER 29.0 CENTIMETARA  
 DULJINA 4.0 METARA  
 PAD PROMJERA .5 CENTIMETAR/METAR  
 MINIMALNA DULJINA GRADJE 100 CENTIMETARA  
 MINIMALNA SIRINA GRADJE 8 CENTIMETARA

PROPILJAK NA JARMACI 3.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA KRAJCARICI 5.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA RUBILICI 4.5 MILIMETARA  
 % GRADJE ISPOD NOMINALNE 10.0  
 NETOCNOST PILJENJA: SIGMA= .20 MILIMETARA

VOLUMEN TRUPCA .28274 METARA KUBICNIH

RASPORED BROJ 1

PROSUSENO 1/220 2/ 22 10/ 16  
 VLAZNO 1/225.8 2/ 23.1 10/ 16.9

VOLUMEN SIROVE PRIZME .242528 1 KOM,

GRADJA PROSUSENA	SIRINA CM	DEBLJINA MM	DULJINA CM	VOLUMEN M KUB.	
1	7.8	22.0	402.00	.00704	2 KOMADA

VOLUMEN PROSUSENE GRADJE .01408  
 POSTOTAK S OBZIROM NA TRUPAC .04980

PROSUSENO 2/ 45 1/ 45 3/ 22 10/ 16  
 VLAZNO 2/ 46.6 1/ 46.6 3/ 23.1 10/ 16.9

GRADJA PROSUSENO	SIRINA CM	DEBLJINA MM	DULJINA CM	VOLUMEN M—KUB.	
1	22.0	45.0	402.0	.03960	2 KOMADA
2	20.6	45.0	402.0	.03780	2 KOMADA
3	14.7	22.0	377.0	.01237	2 KOMADA

VOLUMEN GRADJE NA DRUGOJ JARMACI .17955  
 POSTOTAK S OBZIROM NA TRUPAC .63503

DUZINSKA GRUPA	VOLUMEN	POSTOTAK S TRUPAC	OBZIROM NA GRADJU
50 -90	.00000	.0000	.0000
100 -275	.00000	.0000	.0000
300 -600	.19363	.6848	1.0000
UKUPNO	.19363	.6848	1.0
PILJEVINA	.03220	.1139	
USUH	.01078	.0381	
NETOCNOST	.00137	.0048	
OSTATAK	.04476	.1583	

- 67 -



STUKTURA SORTIMENATA, PILJEVINA, USUH, NETOCNOST, OTPAD

SREDNJI PROMJER 30 CENTIMETARA  
 VECI PROMJER 31.0 CENTIMETARA  
 MANJI PROMJER 29.0 CENTIMETARA  
 DULJINA 4.0 METARA  
 PAD PROMJERA .5 CENTIMETAR/METAR  
 MINIMALNA DULJINA GRADJE 100 CENTIMETARA  
 MINIMALNA SIRINA GRADJE 8 CENTIMETARA

VOLUMEN TRUPCA .28274 METARA KUBICNIH

PROSUSENO 2/110 2/ 22 10/ 16  
 VLAZNO 2/113.2 2/ 23.1 10/ 16.9

GRADJA PROSUSENA	SIRINA CM	DEBLJINA MM	DULJINA CM	VOLUMEN M KUB.
1	7.9	22.0	327.00	.00572
VOLUMEN PROSUSENE GRADJE				.01144
POSTOTAK S OBZIROM NA TRUPAC				.04046

2 KOMADA

PROFILJAK NA JARMACI 3.0 MILIMETARA  
 PROFILJAK NA KRAJCARICI 5.0 MILIMETARA  
 PROFILJAK NA RUBILICI 4.5 MILIMETARA  
 % GRADJE ISPOD NOMINALNE 10.0  
 NETOCNOST PILJENJA: SIGMA= .20 MILIMETARA

RASPORED BROJ 2

VOLUMEN SIROVE PRIZME .241699 2 KOM,

PROSUSENO 2/ 22 1/ 22 1/ 45 2/ 22 10/ 16  
 VLAZNO 2/ 23.1 1/ 23.1 1/ 46.6 2/ 23.1 10/ 16.9

GRADJA PROSUSENO	SIRINA CM	DEBLJINA MM	DULJINA CM	VOLUMEN M KUB.	
1	11.0	22.0	402.0	.00968	4 KOMADA
2	11.0	22.0	402.0	.00968	4 KOMADA
3	9.8	45.0	402.0	.01800	4 KOMADA
4	7.6	22.0	177.0	.00308	4 KOMADA

VOLUMEN GRADJE NA DRUGOJ JARMACI .16176  
 POSTOTAK S OBZIROM NA TRUPAC .57211

DUZINSKA GRUPA	VOLUMEN	POSTOTAK S OBZIROM NA TRUPAC	OBZIROM NA GRADJU
50 -90	.00000	.0000	.0000
100 -275	.01232	.0436	.0711
300 -600	.16088	.5690	.9289
UKUPNO	.17320	.6126	1.0
PILJEVINA	.03951	.1397	
USUH	.00823	.0291	
NETOCNOST	.00165	.0058	
OSTATAK	.06015	.2127	

STUKTURA SORTIMENATA, PILJEVINA, USUH, NETOCNOST, OTPAD

SREDNJI PROMJER 30 CENTIMETARA  
 VEĆI PROMJER 31.0 CENTIMETARA  
 MANJI PROMJER 29.0 CENTIMETARA  
 DULJINA 4.0 METARA  
 PAD PROMJERA .5 CENTIMETAR/METAR  
 MINIMALNA DULJINA GRADJE 100 CENTIMETARA  
 MINIMALNA SIRINA GRADJE 8 CENTIMETARA

PROPILJAK NA JARMACI 3.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA KRAJCARICI 5.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA RUBILICI 4.5 MILIMETARA  
 % GRADJE ISPOD NOMINALNE 10.0  
 NETOCNOST PILJENJA: SIGMA= .20 MILIMETARA

VOLUMEN TRUPCA .28274 METARA KUBICNIH

RASPORED BROJ 3

PROSUSENO 1/225 2/ 22 10/ 16  
 VLAZNO 1/230.9 2/ 23.1 10/ 16.9

VOLUMEN SIROVE PRIZME .246509 1 KOM,

GRADJA PROSUSENA	SIRINA CM	DEBLJINA MM	DULJINA CM	VOLUMEN M KUB.	
1	7.8	22.0	302.00	.00528	2 KOMADA

VOLUMEN PROSUSENE GRADJE .01056  
 POSTOTAK S OBZIROM NA TRUPAC .03735

PROSUSENO 1/ 45 5/ 22 10/ 16  
 VLAZNO 1/ 46.6 5/ 23.1 10/ 16.9

GRADJA PROSUSENO	SIRINA CM	DEBLJINA MM	DULJINA CM	VOLUMEN M KUB.	
1	22.5	45.0	402.0	.04050	1 KOMADA
2	22.5	22.0	402.0	.01980	2 KOMADA
3	22.5	22.0	402.0	.01980	2 KOMADA
4	19.9	22.0	402.0	.01760	2 KOMADA
5	13.2	22.0	402.0	.01144	2 KOMADA

VOLUMEN GRADJE NA DRUGOJ JARMACI .17778  
 POSTOTAK S OBZIROM NA TRUPAC .62877

DUZINSKA GRUPA	VOLUMEN	POSTOTAK S OBZIROM NA TRUPAC	POSTOTAK S OBZIROM NA GRADJU
.50 -90	.00000	.0000	.0000
100 -275	.00000	.0000	.0000
300 -600	.18834	.6661	1.0000
UKUPNO	.18834	.6661	1.0
PILJEVINA	.03769	.1333	
USUH	.01186	.0419	
NETOCNOST	.00203	.0072	
OSTATAK	.04283	.1515	

STUKTURA SORTIMENATA, PILJEVINA, USUH, NETOCNOST, OTPAD

SREDNJI PROMJER 30 CENTIMETARA  
 VECI PROMJER 31.0 CENTIMETARA  
 MANJI PROMJER 29.0 CENTIMETARA  
 DULJINA 4.0 METARA  
 PAD PROMJERA .5 CENTIMETAR/METAR  
 MINIMALNA DULJINA GRADJE 100 CENTIMETARA  
 MINIMALNA SIRINA GRADJE 8 CENTIMETARA

PROPILJAK NA JARMACI 3.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA KRAJCARICI 5.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA RUBILICI 4.5 MILIMETARA  
 % GRADJE ISPOD NOHINALNE 10.0  
 NETOCNOST PILJENJA: SIGMA= .20 MILIMETARA

VOLUMEN TRUPCA .28274 METARA KUBICNIH

RASPORED BROJ 4

PROSUSENO 1/ 45 2/ 45 2/ 22 10/ 16  
 VLAZNO 1/ 46.6 2/ 46.6 2/ 23.1 10/ 16.9

GRADJA PROSUSENA	SIRINA CM	DEBLJINA MM	DULJINA CM	VOLUMEN M. KUB.		
1	27.7	45.0	402.00	.05040	1	KOMADA
2	24.2	45.0	402.00	.04320	2	KOMADA
3	14.8	45.0	402.00	.02700	2	KOMADA

DUZINSKA GRUPA	VOLUMEN	POSTOTAK TRUPAC	S OBZIROM NA GRADJU
50 -90	.00000	.0000	.0000
100 -275	.00000	.0000	.0000
300 -600	.19080	.6748	1.0000
UKUPNO	.19080	.6748	1.0
PILJEVINA	.03036	.1074	
USUH	.01489	.0527	
NETOCNOST	.00112	.0040	
OSTATAK	.04557	.1612	

## STUKTURA SORTIMENATA, PILJEVINA, USUH, NETOCNOST, OTPAD

SREDNJI PROMJER 30 CENTIMETARA  
 VEĆI PROMJER 31.0 CENTIMETARA  
 MANJI PROMJER 29.0 CENTIMETARA  
 DULJINA 4.0 METARA  
 PAD PROMJERA .5 CENTIMETAR/METAR  
 MINIMALNA DULJINA GRADJE 100 CENTIMETARA  
 MINIMALNA SIRINA GRADJE 8 CENTIMETARA

PROPILJAK NA JARMACI 3.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA KRAJCARICI 5.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA RUBILICI 4.5 MILIMETARA  
 % GRADJE ISPOD NOMINALNE 10.0  
 NETOCNOST PILJENJA: SIGMA= .20 MILIMETARA

VOLUMEN TRUPCA .28274 METARA KUBICNIH

RASPORED BROJ 5

PROSUSENO 2/ 45 1/ 45 3/ 22 10/ 16  
 VLAZNO 2/ 46.6 1/ 46.6 3/ 23.1 10/ 16.9

GRADJA PROSUSENA	SIRINA CM	DEBLJINA MM	DULJINA CM	VOLUMEN M KUB.		
1	26.4	45.0	402.00	.04680	2	KOMADA
2	20.6	45.0	402.00	.03780	2	KOMADA
3	14.7	22.0	377.00	.01237	2	KOMADA

DUZINSKA GRUPA	VOLUMEN	POSTOTAK S TRUPAC	OBZIROM NA GRADJU
50 -90	.00000	.0000	.0000
100 -275	.00000	.0000	.0000
300 -600	.19395	.6860	1.0000
UKUPNO	.19395	.6860	1.0
PILJEVINA	.02901	.1026	
USUH	.01538	.0544	
NETOCNOST	.00129	.0046	
OSTATAK	.04311	.1525	

RANGIRANJE RASPOREDA PREMA VOLUMNOM ISKORISTENJU

SREDNJI PROMJER 30 CENTIMETARA  
 VEĆI PROMJER 31.0 CENTIMETARA  
 MANJI PROMJER 29.0 CENTIMETARA  
 DULJINA 4.0 METARA  
 PAD PROMJERA .5 CENTIMETAR/METAR  
 MINIMALNA DULJINA GRADJE 100 CENTIMETARA  
 MINIMALNA SIRINA GRADJE 8 CENTIMETARA

PROPILJAK NA JARMACI 3.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA KRAJCARICI 5.0 MILIMETARA  
 PROPILJAK NA RUBILICI 4.5 MILIMETARA  
 % GRADJE ISPOD NOMINALNE 10.0  
 NETOCNOST PILJENJA: SIGMA= .20 MILIMETARA

VOLUMEN TRUPCA .28274 METARA KUBICNIH

R A S P O R E D

GRADJA	M3	%	PILJEVINA	M3	%	NADMJERA	M3	%	OSTATAK	M3	%
5	2/ 46.6	1/ 46.6	3/ 23.1	10/ 16.9							
					.194	68.6	.029	10.3	.017	5.9	.043 15.2
1	1/225.8	2/ 23.1	10/ 16.9								
	2/ 46.6	1/ 46.6	3/ 23.1	10/ 16.9							
					.194	68.5	.032	11.4	.012	4.3	.045 15.8
4	1/ 46.6	2/ 46.6	2/ 23.1	10/ 16.9							
					.191	67.5	.030	10.7	.016	5.7	.046 16.1
3	1/230.9	2/ 23.1	10/ 16.9								
	1/ 46.6	5/ 23.1	10/ 16.9								
					.188	66.6	.038	13.3	.014	4.9	.043 15.1
2	2/113.2	2/ 23.1	10/ 16.9								
	2/ 23.1	1/ 23.1	1/ 46.6	2/ 23.1	10/ 16.9						
					.173	61.3	.040	14.0	.010	3.5	.060 21.3

## Literature

1. Breznjak M.,  
Herak V.: Kvaliteta piljenja na suvremenim primarnim pilanskim strojevima. Drvna industrija br. 1-2, Zagreb 1970. str. 2-13.
2. Hitrec V.: Optimalizacija piljenja korišćenjem kompjutorske tehnike. Rangiranje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca s obzirom na kvantitativno iskorišćenje, BILTEN ZAVODA ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI, br. 3, Zagreb, 1978.
3. Montague D.E.: Band and circular sawmills for softwoods, Forest Product Research bilten No 55, London 1971.
4. XXX GOST 6782-58, PILOMATERIALI I ZAGOTOVKI STANDART-GIZ, MOSKVA-1961.
5. XXX JUS D. C1. 041, 1955 - STANDARD ZA REZANU GRADU.