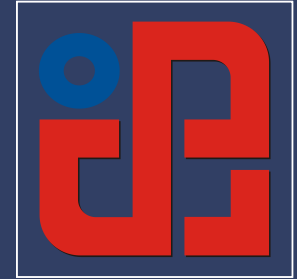




FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO



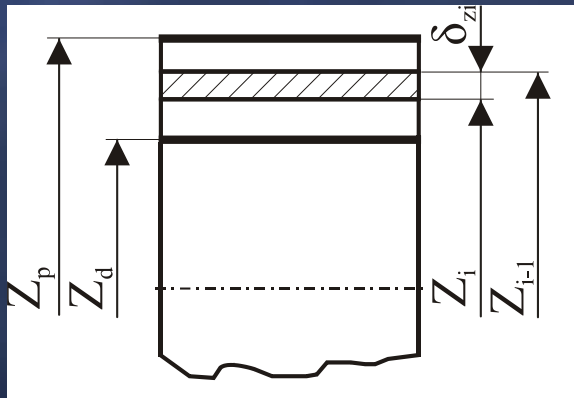
PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA

VEŽBA 4: Preporučeni dodaci za obradu

Prof. dr Dejan Lukić

Određivanje dodataka za obradu

Dodatak za obradu predstavlja sloj materijala koji je potrebno odstraniti skidanjem strugotine kako bi se dobio proizvod određene tačnosti dimenzija, oblika i kvaliteta obrađene površine. Dodaci za obradu se određuju na osnovu idejnog rešenja tehnološkog procesa, odnosno predviđenih operacija (vrste obrade) i zahvata obrade (gruba, poluzavršna i završna).

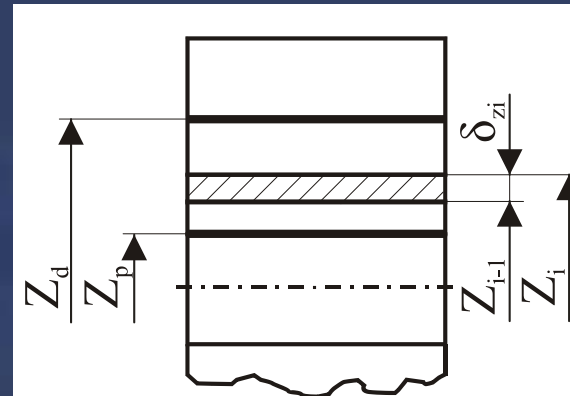


Spoljašnje mere

$$\delta_{zi} = Z_{i-1} - Z_i$$

$$\delta = \sum_{i=1}^k \delta_{zi}$$

$$\delta = Z_p - Z_d$$



Unutrašnje mere

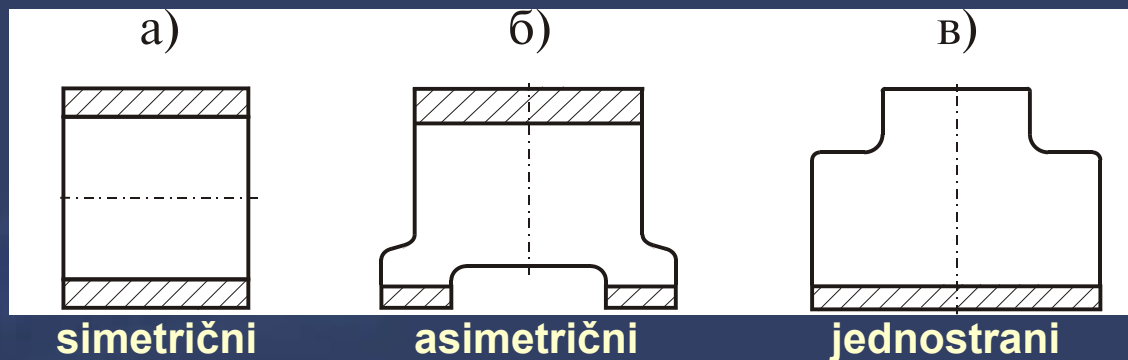
$$\delta_{zi} = Z_i - Z_{i-1}$$

$$\delta = \sum_{i=1}^k \delta_{zi}$$

$$\delta = Z_d - Z_p$$

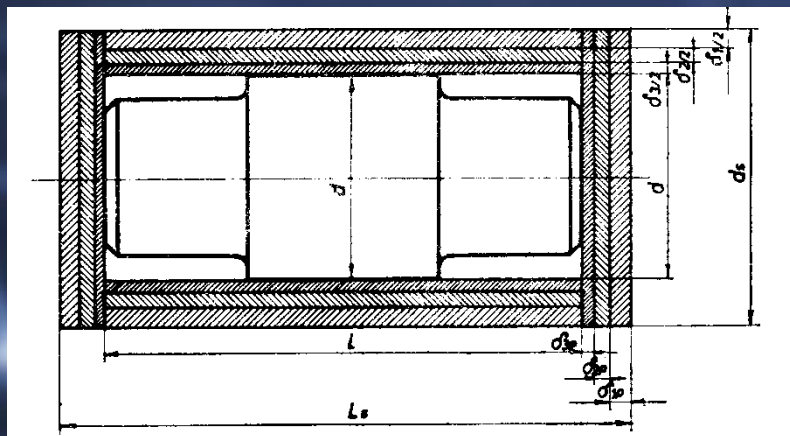
- Z_p – mera pripremljena
- Z_D – mera gotovog dela
- k – ukupan broj zahvata obrade posmatrane površine (mere)
- Z_i – mera koja se postiže u i -tom zahvatu
- Z_{i-1} – mera koja se postiže u prethodnom $i-1$ zahvatu

Dodaci za obradu mogu biti:



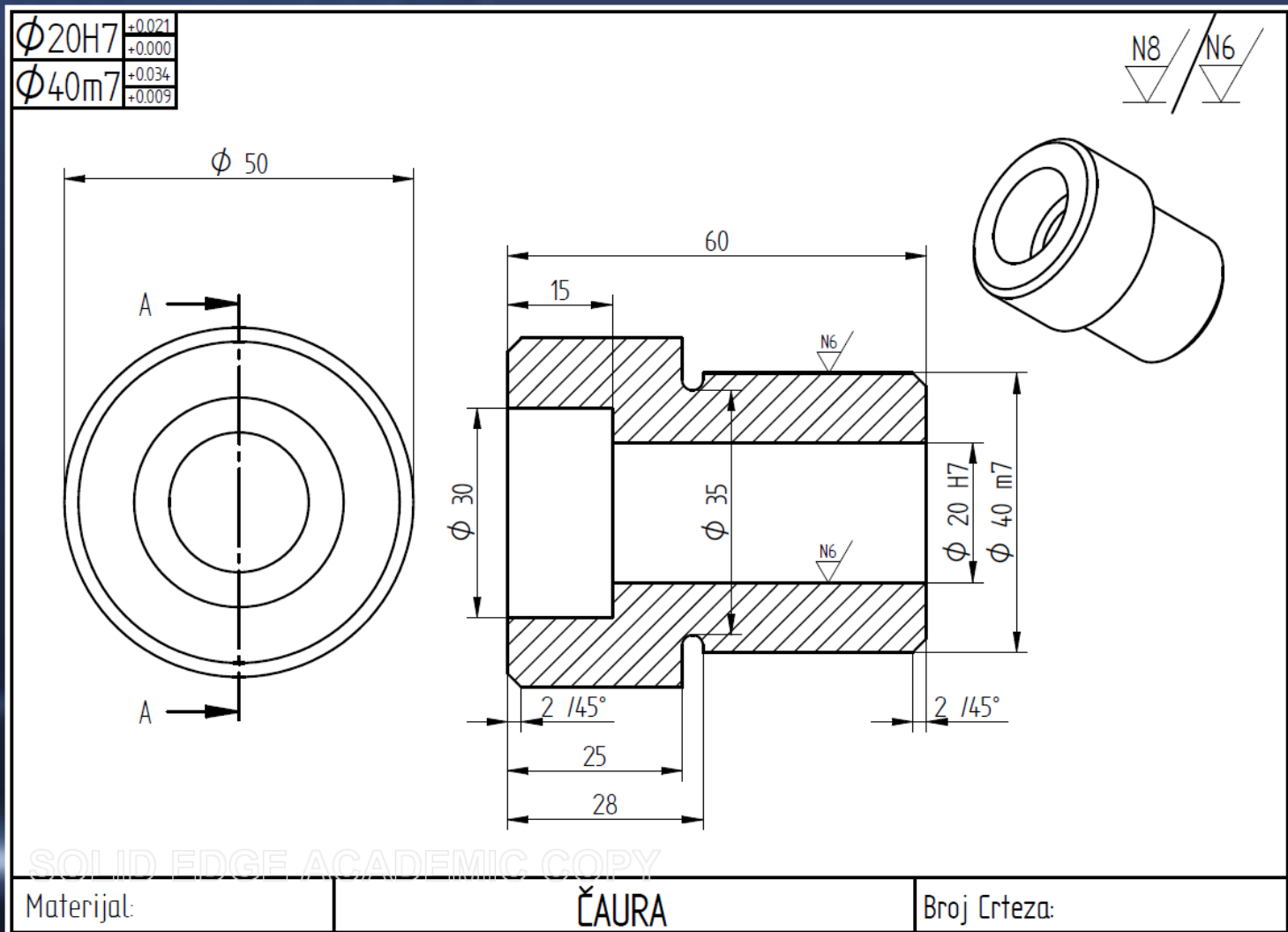
Postupci za određivanje dodataka za obradu:

1. **Primenom preporučenih dodataka za obradu** koji su određeni na bazi statističke obrade iskustvenih podataka iz proizvodne prakse. Ova metodologija se primenjuje u pojedinačnoj, maloserijskoj i srednjeserijskoj proizvodnji.
2. **Primenom računsko-analitičke metode.** Ova metodologija je bazirana na analizi grešaka izrade priprema, kao i grešaka koje nastaju u procesu obrade skidanjem materijala (rezanjem) i procesima termičke obrade. Ova metodologija se primenjuje u višim tipovima obrade kao što su velikoserijska i masovna proizvodnja.



Primer 1

Za čauru od čelika od prema crtežu, koja se proizvodi u maloserijskoj proizvodnji od 300 (kom/god) potrebno je izabrati vrstu pripremk, odrediti dodatke za obradu primenom preporučenih dodataka za obradu i definisati tehnološki proces izrade.

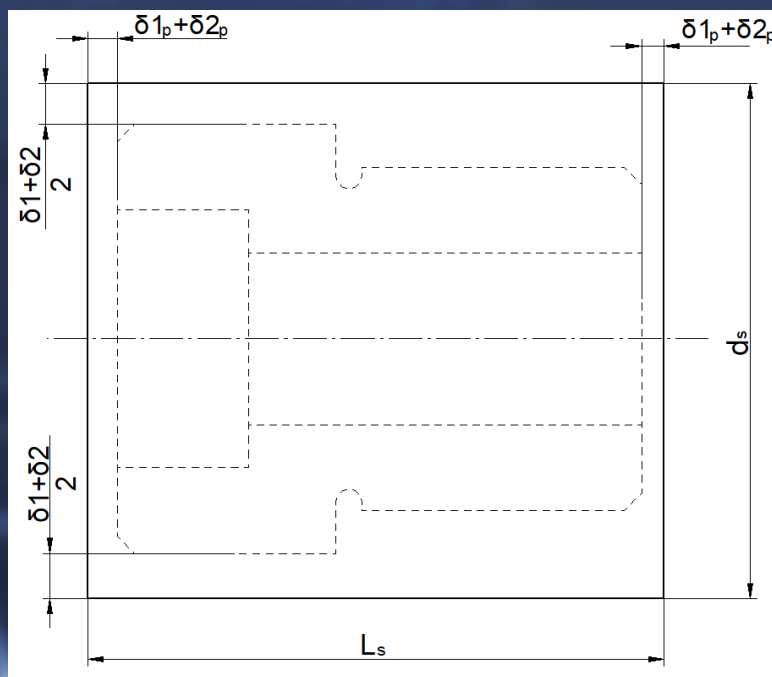


1. Izbor vrste pripremk:

Kao racionalna vrsta pripremk za maloserijsku proizvodnju posmatrane čaure izabrana je toplo valjana šipka standardnog prečnika, koji će se odrediti na osnovu preporučenih dodataka za obradu.

Toplo valjane šipke okruglog preseka isporučuju se u dužinama od 3 do 15 m, prečnika od 5 do 200 mm sa tolerancijama od $\pm 0,4$ do $\pm 3,3$.

Prva operacija obrade za kod šipkastih pripremk je odsecanje na meru sa odgovarajućim dodacima za poprečnu obradu.

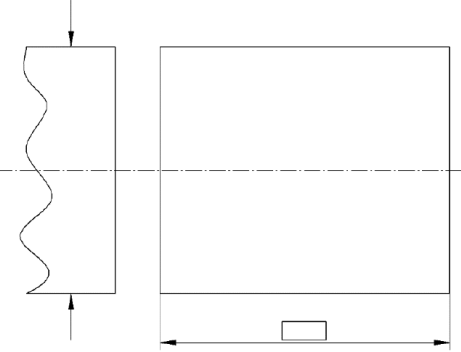
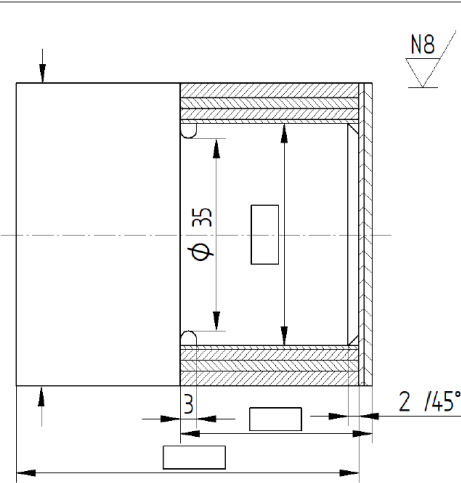
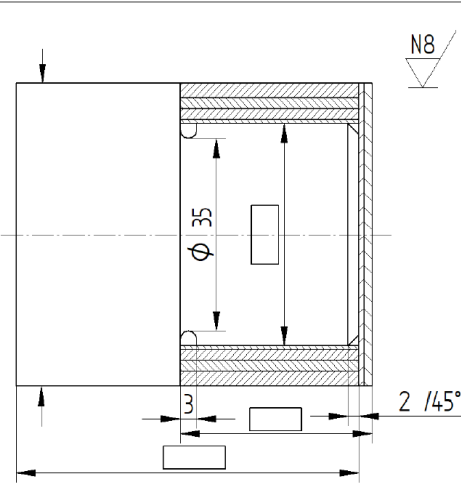
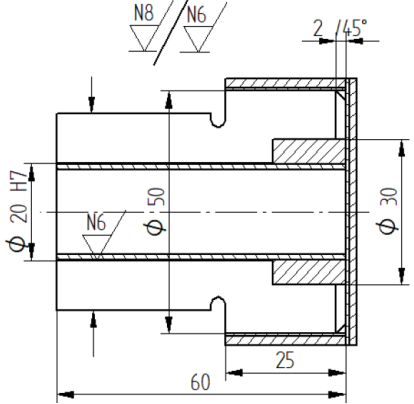
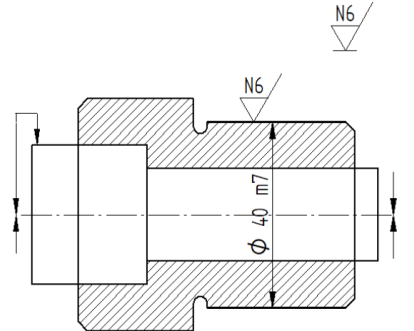
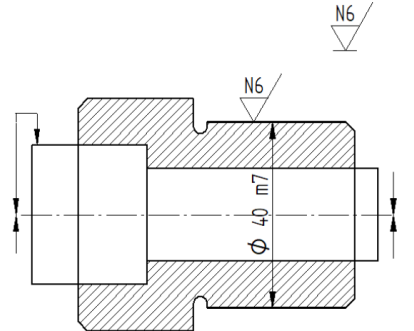


Prečnik šipke i dužina odsecanja na bazi dodataka za obradu

2. Idejno rešenje tehnološkog procesa:

U cilju određivanja dodataka za obradu neophodno je prethodno definisati idejno rešenje tehnološkog procesa, određivanjem operacija, zahvata i odgovarajućih resursa (mašina/radnih mesta, pribora, alata i merila).

Idejno rešenje tehnološkog procesa izrade čaure

| Broj oper. | Naziv operacije | Skica i opis operacije | ➤Mašina/Radno mesto ➤Pribor ➤Alat ➤Merilo |
|------------|------------------------|---|---|
| 10 | Odsecanje |  <p>- Odseći na dužinu L= _____ mm</p> | - Testera - Standardni pribor - List testere - Pomično merilo |
| 20 | Struganje |  | - CNC strug - Standardni pribor (samocentrir. stezač) - Nož za grubo poprečno struganje - Nož za fino poprečno struganje - Nož za grubo uzdužno struganje - Nož za fino uzdužno struganje - Nož za usecanje žljeba širine 3mm - Pomično merilo |
| 20/1 | Struganje desne strane |  <p>- Strugati čelo grubo na _____ mm - Strugati čelo fino na _____ mm - Strugati uzdužno grubo na _____ mm - Strugati uzdužno fino na _____ mm i oboriti ivicu <u>2/45°</u> - Useći žljeb širine <u>3mm</u> na prečnik <u>Ø35mm</u></p> | - CNC strug - Standardni pribor (samocentrir. stezač) - Nož za grubo poprečno struganje - Nož za fino poprečno struganje - Nož za grubo uzdužno struganje - Nož za fino uzdužno struganje - Nož za usecanje žljeba širine 3mm - Pomično merilo |
| 20/2 | Struganje leve strane |  <p>- Strugati čelo grubo na _____ mm - Strugati čelo završno na <u>60mm</u> - Strugati uzdužno grubo na _____ mm - Strugati uzdužno fino na <u>Ø50mm</u> i oboriti ivicu <u>2/45°</u> - Zabušiti <u>Ø2,5</u> - Bušiti otvor _____ mm - Proširiti otvor na _____ mm - Grubo razvrtati otvor na _____ mm - Fino razvrtati otvor na <u>Ø20H7mm</u> - Upustiti <u>Ø30mm</u> na dubinu <u>15mm</u></p> | - CNC strug - Standardni pribor (samocentrir. stezač) - Nož za grubo poprečno struganje - Nož za fino poprečno struganje - Nož za grubo uzdužno struganje - Nož za fino uzdužno struganje - Nož za usecanje žljeba širine 3mm - Pomično merilo |
| 30 | Brušenje |  <p>- Brusiti grubo na _____ mm - Brusiti završno na <u>Ø40m7</u></p> | - CNC brusilica za kružno brušenje - Trn, šiljci, povlakač - Tocila za grubo i fino brušenje - Mikrometar |
| 40 | Završna kontrola |  <p>Kontrolisati deo prema crtežu</p> | - Pomično merilo 100mm - Mikrometar 25-50mm - Čep za otvor Ø20H7 |

3.Određivanje dodatka za obradu

Na osnovu idejnog rešenja tehnološkog procesa vrši se određivanje dodatka za obradu primenom preporučenih-tabličnih vrednosti.

Nakon određivanja dodatka za obradu definisane su mere odgovarajućih zahvata obrade.

Pri određivanju vrednosti dodatka za obradu (preuzimanju vrednosti iz odgovarajućih tabela) vodi se računa o vrsti obrade (struganje, glodanje, brušenje,.....) , kvalitetu obrade (gruba, poluzavršna, završna), tipu proizvodnje (pojedinačna, maloserijska, velikoserijska, masovna), dimenzijama, i dr.

Tabele preporučenih dodataka za obradu

| Називни пречник (mm) | Класа тачности шипке | УКУПНА ДУЖИНА ГОТОВОГ ДЕЛА (mm) | | | | | | |
|----------------------|----------------------|---------------------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|
| | | до 100 | 100 до 250 | 250 до 400 | 400 до 630 | 630 до 1000 | 1000 до 1600 | 1600 до 2500 |
| до 10 | НТ | 2,5 | 3 | 3 | 3,5 | - | - | - |
| | ПТ | 2 | 2 | 2,5 | 3 | - | - | - |
| 10 до 18 | НТ | 2,5 | 3 | 3 | 3,5 | 4 | - | - |
| | ПТ | 2 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | - | - |
| 18 до 30 | НТ | 3 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5,5 | - |
| | ПТ | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4,5 | - |
| 30 до 50 | НТ | 3 | 3,5 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5,5 | 7 |
| | ПТ | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 |

T 6.20 Vrednost dodataka za grubo spoljašnje i unutrašnje uzdužno struganje šipki u maloserijskoj I pojedinačnoj proizvodnji

| Називни пречник (mm) | УКУПНА ДУЖИНА ГОТОВОГ ДЕЛА (mm) | | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|
| | до 100 | 100 до 250 | 250 до 400 | 400 до 630 | 630 до 1000 | 1000 до 1600 | 1600 до 2500 |
| до 10 | 0,9 | 1 | 1,2 | 1,3 | - | - | - |
| 10 до 18 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | - | - |
| 18 до 30 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | - |
| 30 до 50 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 2 | 2,4 | 3 |
| 50 до 80 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,6 | 3,2 |
| 80 до 120 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,8 | 3,4 |
| 120 до 180 | 1,8 | 1,9 | 2 | 2,2 | 2,5 | 3 | 3,5 |
| 180 до 260 | 2 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,7 | 3,2 | 3,8 |
| 260 до 360 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,4 | 4 |
| 360 до 500 | 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,2 | 3,6 | 4,2 |

T 6.21 Vrednost dodataka za fino spoljašnje uzdužno struganje šipki u maloserijskoj I pojedinačnoj proizvodnji

| Дужина готовог дела (mm) | ВРСТА ОБРАДЕ | ПРЕЧНИК (mm) | | | | |
|--------------------------------|----------------|--------------|----------|-----------|------------|-----------|
| | | до 18 | 18 до 50 | 50 до 120 | 120 до 260 | преко 260 |
| до 18 | Грубо стругање | 0,9 | 1 | 1,1 | 0 | 0 |
| | Фино стругање | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0 | 0 |
| | Брушење | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0 | 0 |
| 18 до 50 | Грубо стругање | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 0 |
| | Фино стругање | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0 |
| | Брушење | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0 |
| 50 до 120 | Грубо стругање | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 1,9 |
| | Фино стругање | 0,9 | 0,9 | 1 | 1 | 1,1 |
| | Брушење | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 |
| 120 до 260 | Грубо стругање | 1,8 | 1,9 | 2 | 2,1 | 2,3 |
| | Фино стругање | 1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 |
| | Брушење | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 |
| 260 до 500 | Грубо стругање | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,9 |
| | Фино стругање | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| | Брушење | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| преко 500 | Грубо стругање | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3 | 3,2 |
| | Фино стругање | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,6 |
| | Брушење | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| Ширина ножа за одсецање В (mm) | | 2 | 4 | 5 | 7 | 8-11 |

T 6.26 Vrednost dodataka za poprečnu (čeonu) obradu struganjem, brušenjem i odsecanjem

| Називни пречник (mm) | Обрада између шилјака | Обрадак термички обрађен (каљен) | ДУЖИНА ГОТОВОГ ДЕЛА (mm) | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | до 100 | 100 до 250 | 250 до 400 | 400 до 630 | 630 до 1000 | 1000 до 1600 | 1600 до 2000 |
| до 10 | да | да | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | - | - | - |
| | не | не | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | - | - | - |
| 10 до 18 | да | да | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | - | - |
| | не | не | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | - | - |
| 18 до 30 | да | да | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | - |
| | не | не | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | - | - |
| 30 до 50 | да | да | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,2 |
| | не | не | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1 |
| 50 до 80 | да | да | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | - | - |
| | не | не | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | - | - |
| 50 до 80 | да | да | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1 | 1,3 |
| | не | не | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1 |
| 50 до 80 | да | да | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | - | - |
| | не | не | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | - | - |

T 6.27 Vrednost dodataka za spoljašnje brušenje rotacionih delova za pojedinačnu i maloserijsku proizvodnju

| НОМИНАЛНИ ПРЕЧНИК ОТВОРА (mm) | ДОДАЦИ ПО ПРЕЧНИКУ ПРИ ОБРАДИ | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------------|---|------------------|
| | Проширивањем | Проширивање после грубог проширивања проширивачем или ножем | Грубим развртањем после бушења | Грубим развртањем после проширивања проширивачем или ножем | Финим развртањем |
| до 6 | - | - | 0,10 | - | 0,03 |
| 6 до 10 | - | - | 0,20 | - | 0,04 |
| 10 до 15 | 1,5 | 1,0 | 0,30 | 0,15 | 0,04 |
| 15 до 18 | 1,7 | 1,0 | 0,40 | 0,15 | 0,04 |
| 18 до 30 | 2,4 | 1,5 | 0,40 | 0,20 | 0,05 |
| 30 до 50 | 3,0 | 2,0 | 0,50 | 0,25 | 0,06 |
| 50 до 80 | 4,0 | 2,5 | 0,60 | 0,30 | 0,08 |
| 80 до 100 | 5,0 | 3,0 | 0,70 | 0,35 | 0,09 |

Modifikovana T 6.33 Vrednost dodataka za proširivanje i razvrtanje

| НАЗИВНИ ПРЕЧНИК (mm) | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|---------------------|------|----------|
| 5 | 12 | 20 | 28 | 37 | 50 | 75 | 130 |
| 5,5 | 13 | 21 | 29 | 38 | 52 | 80 | 140 |
| 6 | 14 | 22 | 30 | 40 | 53 | 85 | 150 |
| 6,5 | 15 | 23 | 31 | 42 | 55 | 90 | 160 |
| 7 | 16 | 24 | 32 | 44 | 60 | 95 | 170 |
| 7,5 | 17 | 25 | 34 | 45 | 63 | 100 | 180 |
| 8 | 18 | 26 | 35 | 47 | 65 | 110 | 190 |
| 10 | 19 | 27 | 36 | 48 | 70 | 120 | 200 |
| Пречници | | | | | Дозвољено одступање | | |
| | | | | | Нормално | Уже | Специјал |
| <15 | | | | | ±0,4 | ±0,3 | ±0,2 |
| 16-25 | | | | | ±0,5 | ±0,4 | ±0,25 |
| 26-50 | | | | | ±0,6 | ±0,5 | ±0,3 |
| 52-80 | | | | | ±1,0 | ±0,8 | ±0,5 |
| 85-120 | | | | | ±1,3 | ±1,0 | - |
| 130-160 | | | | | ±2,0 | ±1,6 | - |
| 170-200 | | | | | ±2,6 | ±2,0 | - |
| >200 | | | | | ±3,3 | ±2,6 | - |

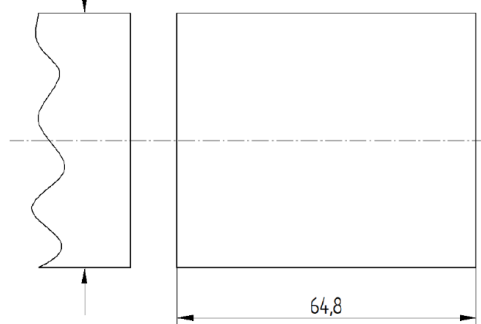
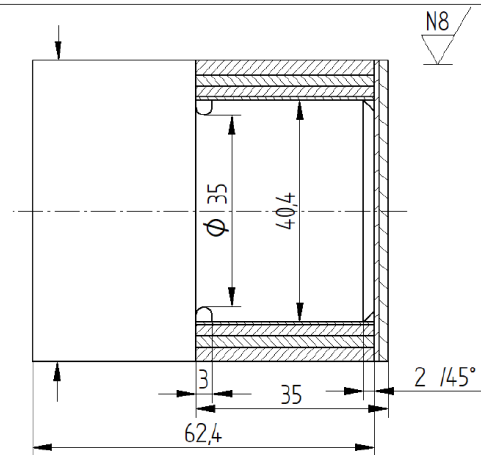
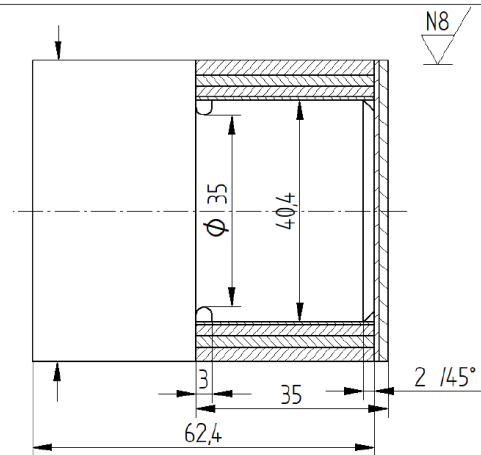
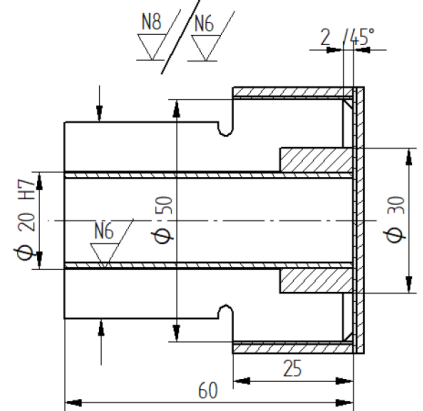
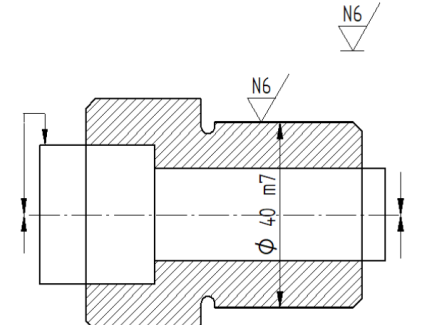
T 5.1 Dimenzije i tolerancije toplo valjanih okruglih šipki od čelika

4.Precizirano idejno rešenje TP

Na osnovu definisanih dodataka za obradu, mera pojedinih zahvata i usvojenih alata izvršeno je preciziranje idejnog rešenja tehnološkog procesa.

Na osnovu ovih podataka vrlo lako je izvršiti definisanje odgovarajućih karti operacija, za čega je potrebno usvojiti konkretne alate sa oznakama proizvođača, odgovarajuće režime obrade a potom proračunati/usvojiti vremena obrade (pripremno-završno vreme, glavno i pomoćno vreme, komadno vreme)

Precizirano Idejno rešenje tehnološkog procesa izrade čaure

| Broj oper. | Naziv operacije | Skica i opis operacije | >Mašina/Radno mesto >Pribor >Alat >Merilo |
|------------|------------------------|--|---|
| 10 | Odsecanje |  <p>- Odseci na dužinu L= <u>64,8 mm</u></p> | -Testera -Standardni pribor -List testere -Pomično merilo |
| 20 | Struganje |  | -CNC strug -Standardni pribor (samocentrir. stezač) -Nož za grubo poprečno struganje -Nož za fino poprečno struganje -Nož za grubo uzdužno struganje -Nož za fino uzdužno struganje -Nož za usecanje žljeba širine 3mm -Pomično merilo |
| 20/1 | Struganje desne strane |  <p>- Strugati čelo grubo na <u>63,3mm</u> - Strugati čelo fino na <u>62,4mm</u> - Strugati uzdužno grubo na <u>Ø41,7mm</u> - Strugati uzdužno fino na <u>Ø40,4mm</u> i oboriti ivicu 2/45° -Useći žljeb širine 3mm na prečnik Ø35mm</p> | |
| 20/2 | Struganje leve strane |  <p>- Strugati čelo grubo na <u>60,9mm</u> - Strugati čelo završno na 60mm - Strugati uzdužno grubo na <u>Ø51,3mm</u> - Strugati uzdužno fino na <u>Ø50mm</u> i oboriti ivicu 2/45° -Zabušiti Ø2,5 -Bušiti otvor <u>Ø17,5mm</u> -Proširiti otvor na <u>Ø19,75mm</u> -Grubo razvrtati otvor na <u>Ø19,95(Ø20h9)mm</u> -Fino razvrtati otvor na <u>Ø20H7mm</u> -Upustiti Ø30mm na dubinu 15mm</p> | |
| 30 | Brušenje |  <p>- Brusiti grubo na <u>Ø40,08mm</u> - Brusiti završno na <u>Ø40m7</u></p> | -CNC brusilica za kružno brušenje -Trn, šiljci, povlakač -Tocila za grubo i fino brušenje -Mikrometar |
| 40 | Završna kontrola | Kontrolisati deo prema crtežu | -Pomično merilo100mm -Mikrometar 25-50mm -Čep za otvor Ø20H7 |