

**SOFTVER ZA TOLERANCIJE, ODSUPANJA I NALIJEKANJA  
MAŠINSKIH DIJELOVA NA OSNOVU KVALITETA TOLERANCIJE,  
POLOŽAJA I NAZIVNE MJERE**

**SOFTWARE FOR TOLERANCES, DEVIATIONS AND MACHINE  
PARTS' FITS ON THE BASES OF QUALITY TOLERANCE, POSITION  
SIGN AND BASIC SIZE**

**doc.dr. Dragi Tiro, dipl.ing.**  
**Univerzitet „Džemal Bijedić“**  
**Mostar**

**Saudin Nikšić, dipl.ing.**  
**Univerzitet „Džemal Bijedić“**  
**Mostar**

**REZIME**

*U radu je opisan Softver za računanje tolerancija, odstupanja i nalijeganja mašinskih elemenata. Softver je razvijen da bi se skratilo vrijeme konstruisanja i pripreme proizvodnje dijelova i sklopova. Isti računa i daje vrlo brzo informacije o preporučenim familijama nalijeganja, mjestima primjene nalijeganja, tolerancijama, dozvoljenim odstupanjima, vrsti nalijeganja, veličinama zazora i preklopa i slično.*

**Ključne riječi:** ISO sistem tolerancija, softver, sistemi nalijeganja

**SUMMARY**

*The Software for Tolerances, Deviations and Machine Parts' Fits Calculation is described in this paper. It is developed for decreasing the design and process planning time of parts and assemblies. The software calculates and gives the information very easy end fast. The information is about recommended families of fits, use of standard fits, tolerances, permitted deviations, kind of fits, values of interference and clearance and so on.*

**Key words:** ISO system of tolerances, software, systems of fits

**1. UVOD**

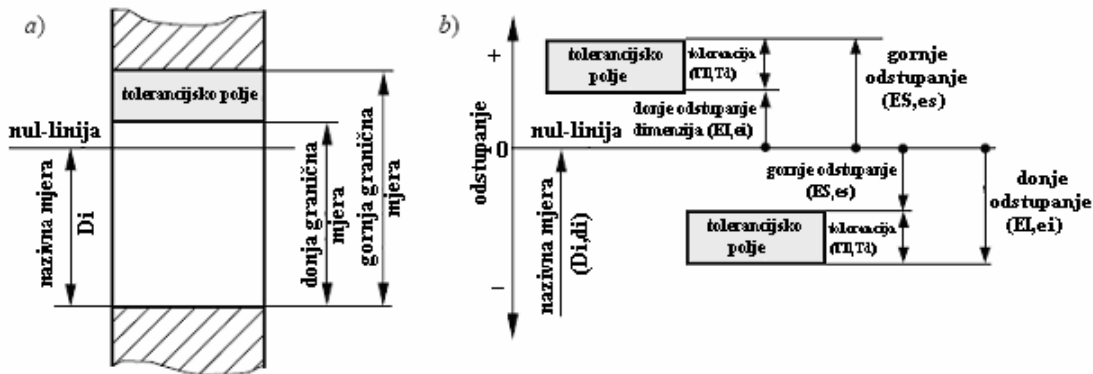
Apsolutna tačnost dimenzija i oblika mašinskih dijelova, ne samo da nije moguća, nego nije niti nužno potrebna za pravilnu upotrebu mašine. Ponekad mjere i oblici dopuštaju veća, a ponekad manja odstupanja.

Izbor pravilnog stepena tačnosti pojedinih dimenzija i oblika dijelova mašine je zadatak konstruktora, koji mora uskladiti zahtjeve funkcionalnosti mašinskih dijelova s ekonomičnošću izrade.

## 2. OSNOVNI POJMOVI

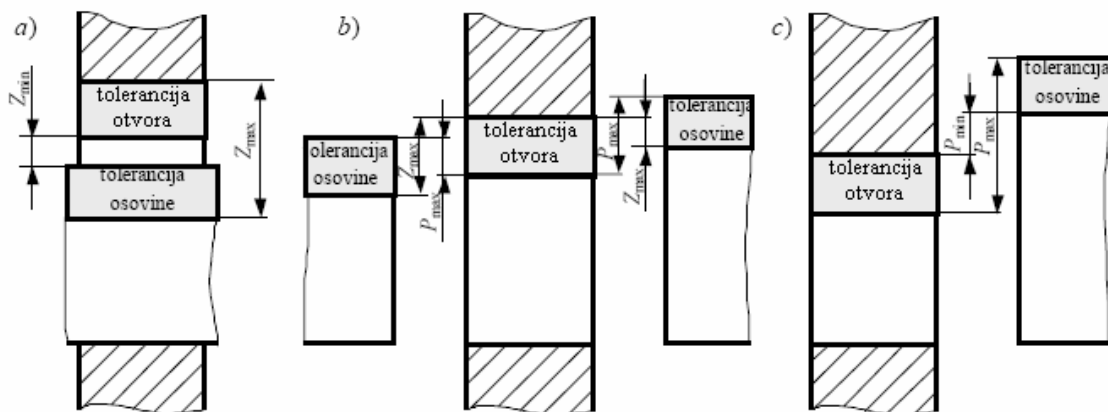
Razlikuju se sljedeće tolerancije: tolerancije dužinskih mjera mašinskih dijelova, tolerancije oblika i položaja pojedinačnih površina mašinskih dijelova, tolerancije kvalitete hrapavosti površina mašinskih dijelova. U ovom radu razvijeni softver tretira tolerancije dužinskih mjera.

U većini država, gdje spada i Bosna i Hercegovina, na snazi je ISO sistem tolerancija. ISO sistem tolerancija dužinskih mjera je predviđen za dužinske mjere svih dijelova mašina u sklopovima, s iznimkom navojnih parova, valjčanih ležajeva i zupčanika. Na slici 1. su prikazani osnovni pojmovi tolerancija dužinskih mjera.



Slika 1: Definisane tolerancije dužinskih mjera  
a) mjere b) odstupanja

Nalijeganje je odnos dvaju oblikovanih elemenata (npr. otvora i osovine), koji imaju jednake nazivne mjere ( $D_i = d_i$ ). Na slici 2. prikazane su vrste nalijeganja.



Slika 2. : Vrste nalijeganja  
a) labavo nalijeganje, b) prelazno nalijeganje, c) čvrsto nalijeganje

Pošto postoji velika količina podataka datih tabelarno za osnovna odstupanja tolerancijskih polja za otvore i osovine, te za osnovne tolerancije, odabrano je da se za izradu softvera bazira na primjeni baze podataka. Primjenjeni su programi MS Access i Visual Basic for Application (VBA).

Baza podataka je namjenjena za pohranjivanje, ažuriranje i pretraživanje grupe srodnih i povezanih podataka, a na bazi primjene njenih podatakamoguće je realizovati određene proračune i analize.

### 3. SOFTVER ZA TOLERANCIJE, ODSUPANJA I NALIJEGANJA MAŠINSKIH DIJELOVA

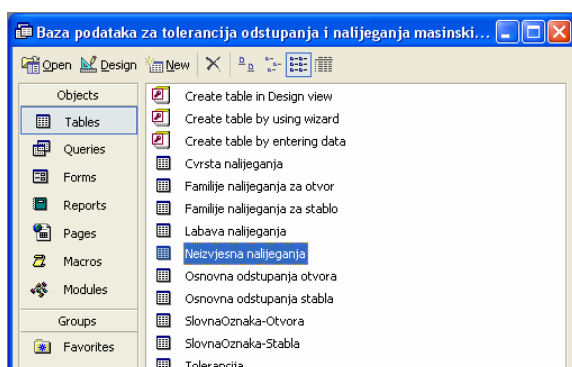
U okviru izrade softvera najprije su izrađene tabele u koje su pohranjeni podaci prema ISO 286-1. Na slikama 3. i 4. prikazane su forme tabele u koje se upisuju odstupanja otvora i stabla. Slika 5. prikazuje sve tabele ovog softvera u koje su pohranjeni podaci. Da bi se iz mase podataka dobili podaci na bazi zahtjeva korisnika, neophodno je napraviti query-je (upite). Na primjer kada korisnik odabere prečnik, položajnu oznaku i kvalitet, softver mu daje toleranciju, gornje i donje odstupanje. Na slici 6. prikazani su svi query-ji ovog softvera.

Osnovna odstupanja otvora : Table		
Field Name	Data Type	
► Polozajna oznaka	Text	
kvalitet	Number	
Odstupanje (Eg Ed)	Number	
1 do 3	Number	
3 do 6	Number	
6 do 10	Number	
10 do 14	Number	
14 do 18	Number	
18 do 24	Number	
24 do 30	Number	
30 do 40	Number	
40 do 50	Number	
50 do 65	Number	
65 do 80	Number	
80 do 100	Number	
100 do 120	Number	
120 do 140	Number	
140 do 160	Number	
160 do 180	Number	
180 do 200	Number	
200 do 225	Number	
225 do 250	Number	
250 do 280	Number	
280 do 315	Number	
315 do 355	Number	
355 do 400	Number	
400 do 450	Number	
450 do 500	Number	

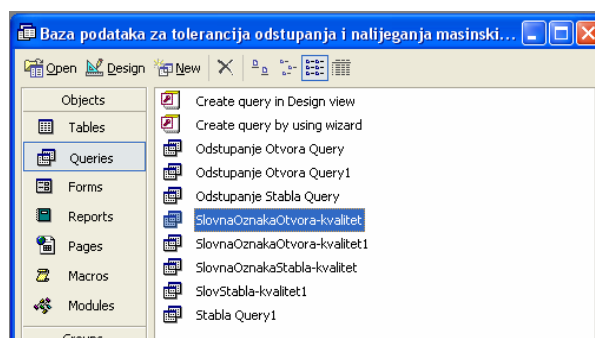
Slika 3. Osnovna odstupanja otvora

Osnovna odstupanja stabla : Table		
Field Name	Data Type	
► Polozajna oznaka	Text	
kvalitet	Number	
Odstupanje (Eg Ed)	Number	
1 do 3	Number	
3 do 6	Number	
6 do 10	Number	
10 do 14	Number	
14 do 18	Number	
18 do 24	Number	
24 do 30	Number	
30 do 40	Number	
40 do 50	Number	
50 do 65	Number	
65 do 80	Number	
80 do 100	Number	
100 do 120	Number	
120 do 140	Number	
140 do 160	Number	
160 do 180	Number	
180 do 200	Number	
200 do 225	Number	
225 do 250	Number	
250 do 280	Number	
280 do 315	Number	
315 do 355	Number	
355 do 400	Number	
400 do 450	Number	
450 do 500	Number	

Slika 4. Osnovna odstupanja stabla



Slika 5. Tabele softvera



Slika 6. Query-ji (upiti) softvera

Izrađene su odgovarajuće forme (obraci) koje će korisnik vidjeti na zaslonu ekrana i preko kojih će komunicirati sa softverom. Forme imaju odgovarajuće objekte, kao što su na primjer komandna dugmad (Command Buttons). Kada korisnik klikne na neko od ponuđenih dugmadi dešavaju se odgovarajući događaji i izvršavaju procedure koje su definisane u softveru *Microsoft Visual Basic* (slika 7.).

```

Microsoft Visual Basic - Baza podataka za tolerancija odstupanja i nalijeganja masinskih dijelov
File Edit View Insert Debug Run Tools Add-Ins Window Help
Ln 4, Col 1

Command97
Option Compare Database

Private Sub Command97_Click()
On Error GoTo Err_Command97_Click

    DoCmd.DoMenuItem acFormBar, acRecordsMenu, 5, , acMenuVer70

Exit_Command97_Click:
Exit Sub

Err_Command97_Click:
MsgBox Err.Description
Resume Exit_Command97_Click

```

Slika 7. Izgled prozora Microsoft Visual Basic

U nastavku je dat dio programskog koda za dugme “Izračunaj”:

```

Private Sub Command58_Click()
On Error GoTo Err_Command58_Click
'Na osnovu unesenog precnika izdvaja podatak izabranu slovnu oznaku kvaliteta
'i vrijednost kvalitet'
DoCmd.DoMenuItem acFormBar, acRecordsMenu, 5, , acMenuVer70
Me.Requery
'Na osnovu unesenog precnika izdvaja podatak izabranu slovnu oznaku kvaliteta
'i vrijednost kvalitet'
If ([Text52] > 0 And [Text52] <= 3) Then
[Text59] = [1 do 3]
[Text81] = [od 1 do 3]
End If
...

```

Svi obrasci su definisani u programu Visual Basic ili u Expression Builder-u. Na primjer obrazac za srednji zazor  $c_{sr}$  je:

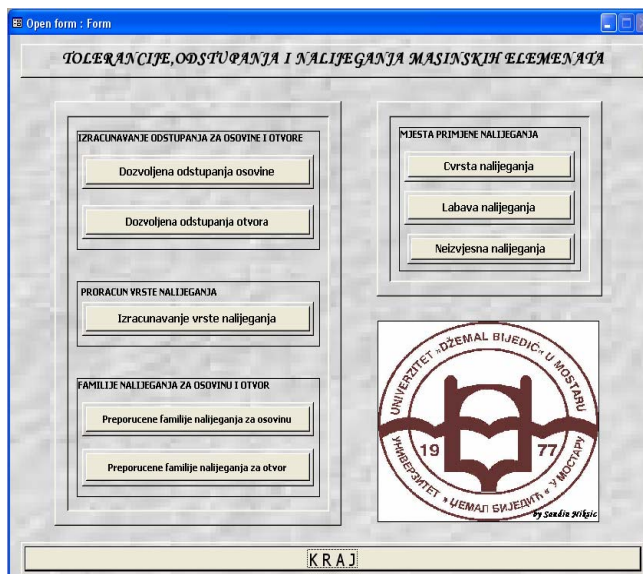
$$c_{sr} = \frac{(M_{max} + M_{min}) - (m_{max} + m_{min})}{2}, \quad \dots(1)$$

gdje su  $M_{max}$  i  $M_{min}$  gornja i donja granična mjera za otvor, a  $m_{max}$  i  $m_{min}$  gornja i donja granična mjera za osovinu. U Expression Builder-u ovaj obrazac ima sljedeći izgled:

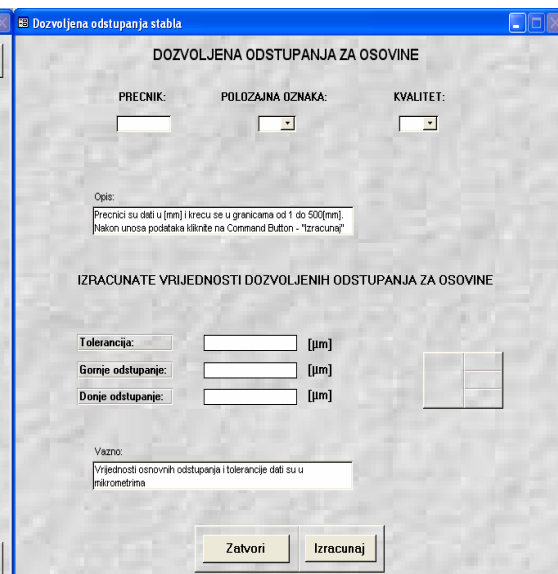
$$\text{Srednji zazor} = ([\text{Text138}] + [\text{Text140}] - [\text{Text134}] - [\text{Text136}]) / 2. \quad \dots(2)$$

#### 4. OPIS KORISNIČKOG RADA

Nakon pokretanja aplikacije otvara se prozor prikazan na slici 8. Klikom na prvo dugme “Dozvoljena odstupanja osovine” dobija se forma sa slike 9. Korisnik upisuje prečnik, bira položajnu oznaku i kvalitet, te klikne na dugme *izračunaj* i dobija toleranciju, gornje i donje odstupanje. Identičan je postupak kod klika na dugme “Dozvoljena odstupanja otvora”.

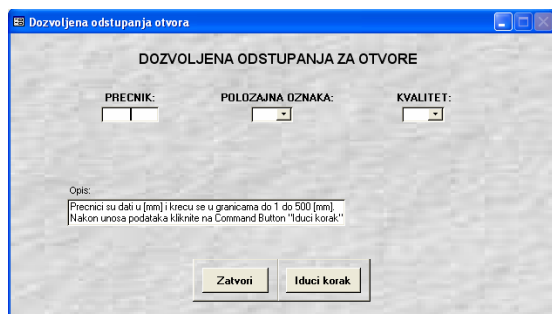


Slika 8. Osnovna forma "Open form"

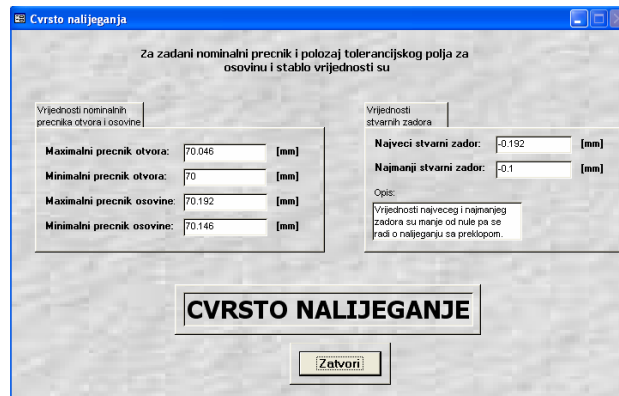


Slika 9. Forma "Dozvoljena odstupanja stabla"

Klikom na dugme "Izracunavanje vrste nalijeganja" dobija se forma kao na slici 10, koja predstavlja prvi korak, gdje se unosi zadani prečnik, položajna oznaka i kvalitet za otvor. Klikom na dugme "Idući korak" u dobijenu formu se unosi zadani prečnik, položajnu oznaku i kvalitet za osovinu. Klikom na dugme "Izračunaj" dobije se prikaz kao na slici 11, gdje se daje obavještenje o kom tipu nalijeganja se radi (na slici 11. se vidi da je riječ o čvrstom nalijeganju), maksimalni i minimalni prečnik osovine i otvora, najveći i najmanji stvarni zador ili zazor, te opis nalijeganja.

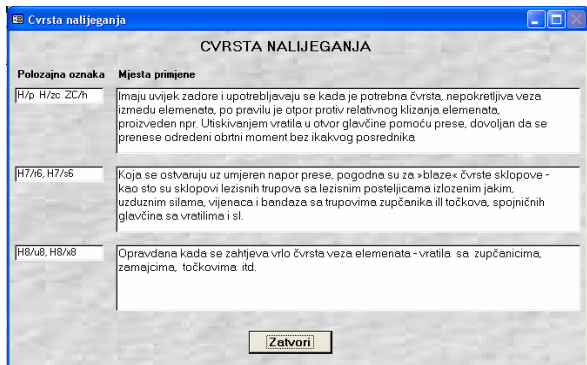
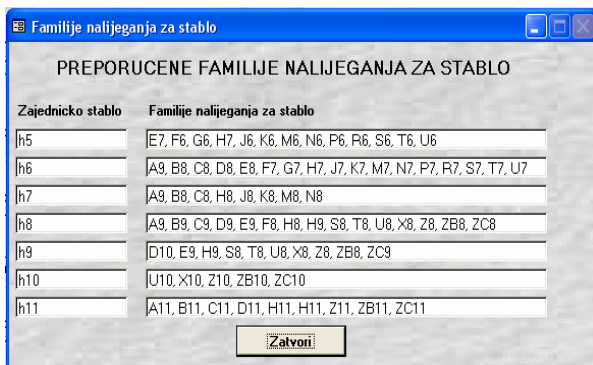


Slika 10. Forma "Dozvoljena odstupanja otvora"



Slika 11. Forma "Čvrsto nalijeganje"

Funkcije "Preporučene familije nalijeganja za osovinu" i "Preporučene familije nalijeganja za otvor" otvoriće prozore u kojima se nalaze podaci o preporučenim familijama prema standardu (slika 12.). I u jednom i u drugom sistemu podešavanja može se praviti mnogo kombinacija. Niz kombinacija sa jednim jedinstvenim tolerancijskim poljem i po položaju i po kvalitetu čini familiju nalijeganja. Od svih mogućih familija samo su se neke udomačile u praksi.



Slika 12. Forma "Familije nalijeganja za stablo" Slika 13. Forma "Čvrsta nalijeganja"

Četvrta funkcija na glavnom meniju je "Mjesta primjene nalijeganja". Ovdje se nalaze tri komandna dugmeta "Cvrsto nalijeganje" (Slika 13.), "Neizvjesno nalijeganje" i "Labavo nalijeganje", koje će otvoriti prozore u kojima se nalaze podaci o mjestima primjene određenih vrsta nalijeganja. Na izbor vrste nalijeganja bitno utiče namjena, odnosno funkcija sklopa, a takođe ima i drugih činilaca koji su jednako važni za izbor vrste nalijeganja.

## 5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan aplikacijski softver za tolerancije odstupanja i nalijeganja mašinskih dijelova, kao i način njegove upotrebe. Aplikacija sadrži sve elemente potrebne za računanje tolerancija, odstupanja i nalijeganja mašinskih elemenata. Pored toga, jednostavna je za rad, te bi njena primjena trebala uveliko skratiti vrijeme potrebno za dobivanje navedenih mjera pri korištenju klasičnih metoda izračunavanja i pretraživanja tabela u priručnicima i standardima.

## 6. REFERENCE

- [1] Dušan J. Vitas "Osnovi Mašinskih Konstrukcija", Beograd 1987.
- [2] R.S. Mikanović "Osnove upravljanja relacionim bazama podataka"
- [3] Alagić S. "Relacione baze podataka", Svjetlost, Sarajevo, 1984.
- [4] Gordana Pavlović-Lažetić "Uvod u relacione baze podataka"-
- [5] Dr. Tomislav Vukojević "Kompjuterizirani informacijski sistemi", Zenica, 1998.
- [6] Hukić Indira "Baze podataka"
- [7] Damir Jelaska "Elementi Strojeva"- Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu, 2007.
- [8] "Upute za oblikovanje tehničkih crteža", Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, 2005.