

SADRŽAJ.....	1
POPIS SLIKA.....	2
POPIS TABLICA.....	4
IZJAVA I ZAHVALA.....	5
1. SAŽETAK.....	6
2. UVODNE NAPOMENE.....	7
3. OSNOVNI POJMOVI.....	10
4.1. Značajke.....	10
4.2. Reference.....	10
4.3. Značajke definirane od strane korisnika.....	13
4.4. Relacije.....	14
4.5. Tablica familije.....	15
4.6. Korisnički definirane značajke u tablici familije.....	15
4. BIBLIOTEKA STANDARDNIH DIJELOVA I OBLIKA.....	17
4.1. Utori za vanjske uskočnike.....	17
4.2. Utori za unutarnje uskočnike.....	22
4.3. Visoka i niska pera.....	26
4.4. Utori za klinove i pera.....	30
4.4.1. Obodno glodano.....	31
4.4.2. Prstasto glodano.....	36
4.5. Središnji uvrtači.....	41
4.5.1. Središnji uvrtač A.....	41
4.5.2. Središnji uvrtač B.....	45
4.5.3. Središnji uvrtač D.....	46
4.5.4. Središnji uvrtač R.....	48
4.6. Utori za O-brtve.....	49
4.6.1. Za aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovinu.....	50
4.6.2. Za aksijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu.....	55
4.6.3. Za radijalno brtvljenje s tlakom iznutra.....	59
4.6.4. Za radijalno brtvljenje s tlakom izvana.....	63
4.7. Utori za Siemering brtve.....	67
5. ZAKLJUČAK.....	72
6. LITERATURA.....	73

POPIS SLIKA:

- Slika 1: Čeona površina vratila*
Slika 2: Ravnina u kojoj se nalazi os vratila
Slika 3: Vanjska zaobljena površina vratila
Slika 4: Os vratila
Slika 5: Unutarnja zaobljena površina provrta
Slika 6: Os provrta
Slika 7: Površina na kojoj se nalazi provrt
Slika 8: Izgled utora za vanjske uskočnike
Slika 9: Izgled utora za vanjske uskočnike tijekom modeliranja za UDF
Slika 10: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 11: Insert UDF prozor i opcije
Slika 12: Odabir potrebnog uskočnika prema promjeru vratila
Slika 13: UDF Placement prozor i opcije
Slika 14: Potvrda orijentacije
Slika 15: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 16: Izgled utora za unutarnje uskočnike
Slika 17: Izgled utora za vanjske uskočnike u presjeku tijekom modeliranja za UDF
Slika 18: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 19: Insert UDF prozor i opcije
Slika 20: Odabir potrebnog uskočnika prema promjeru provrta
Slika 21: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci
Slika 22: Potvrda orijentacije
Slika 23: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 24: Izgled visokog i/ili niskog pera
Slika 25: Izgled pera tijekom modeliranja za UDF
Slika 26: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 27: Insert UDF prozor i opcije
Slika 28: Odabir potrebnog pera prema promjeru vratila
Slika 29: UDF Placement prozor, opcije i izbor duljine pera
Slika 30: Potvrda orijentacije
Slika 31: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 32: Izgled utora za klinove i pera
Slika 33: Izgled utora glodanog obodnim glodalom
Slika 34: Izgled obodno glodanog utora za klinove i pera u presjeku tijekom modeliranja za UDF
Slika 35: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 36: Insert UDF prozor i opcije
Slika 37: Izbor utora prema promjeru vratila
Slika 38: UDF Placement prozor, opcije i izbor varijabilnih dimenzija
Slika 39: Potvrda orijentacije
Slika 40: Izbor sljedeće reference
Slika 41: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 42: Izgled utora glodanog prstastim glodalom
Slika 43: Izgled prstasto glodanog utora za klinove i pera tijekom modeliranja za UDF
Slika 44: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 45: Insert UDF prozor i opcije
Slika 46: Izbor utora prema promjeru vratila
Slika 47: UDF Placement prozor, opcije i izbor varijabilnih dimenzija
Slika 48: Potvrda orijentacije
Slika 49: Izbor sljedeće reference
Slika 50: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 51: Izgled središnjeg uvrta oblika A
Slika 52: Izgled središnjeg uvrta oblika A u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF

Slika 53: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 54: Insert UDF prozor i opcije
Slika 55: Odabir središnjeg uvrta A prema promjeru vratila
Slika 56: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci
Slika 57: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 58: Izgled središnjeg uvrta oblika B
Slika 59: Izgled središnjeg uvrta oblika A u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF
Slika 60: Izgled središnjeg uvrta oblika D
Slika 61: Izgled gornjeg dijela središnjeg uvrta oblika D u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF
Slika 62: Izgled donjeg dijela središnjeg uvrta oblika D u presjeku tijekom modeliranja za UDF
Slika 63: Izgled središnjeg uvrta oblika R
Slika 64: Izgled središnjeg uvrta oblika R u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF
Slika 65: Izgled utora za O-brtve za aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovinu
Slika 66: Izgled utora za O-brtve za aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovinu tijekom modeliranja za UDF
Slika 67: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 68: Insert UDF prozor i opcije
Slika 69: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci
Slika 70: Potvrda orijentacije
Slika 71: Izbor sljedeće reference
Slika 72: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 73: Izgled utora za O-brtve za aksijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu
Slika 74: Izgled utora za utora za O-brtve za aksijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu u presijeku tijekom modeliranja za UDF
Slika 75: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 76: Insert UDF prozor i opcije
Slika 77: UDF Placement prozor, opcije i izbor varijabli
Slika 78: Potvrda orijentacije
Slika 79: Izbor sljedeće reference
Slika 80: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 81: Izgled utora za O-brtve za radijalno brtvljenje s tlakom izvana
Slika 82: Izgled utora za O-brtve za radijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF
Slika 83: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 84: Insert UDF prozor i opcije
Slika 85: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci
Slika 86: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 87: Izgled utora za O-brtve za radijalno brtvljenje s tlakom iznutra
Slika 88: Izgled utora za O-brtve za radijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu s tlakom iznutra u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF
Slika 89: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 90: Insert UDF prozor i opcije
Slika 91: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci
Slika 92: Potvrda za kraj umetanja UDF-a
Slika 93: Izgled utora za Siemering brtve
Slika 94: Izgled utora za Siemering brtve u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF
Slika 95: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model
Slika 96: Insert UDF prozor i opcije
Slika 97: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci
Slika 98: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

POPIS TABLICA:

Tablica 1: Konvencija o označavanju

*Tablica 2: Usporedba naziva standardnih dijelova i oblika s nazivima UDF biblioteke
unutar Pro/E-a*

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno služeći se stečenim znanjem i iskustvom tokom studija, te informacijama prikupljenim iz literature i sa Interneta.

Zahvala:

Zahvaljujem svojem mentoru, doc. dr. sc. Nenadu Bojčetiću na pomoći, korisnim savjetima i ponudi ove zanimljive i korisne teme.

Zahvaljujem svojem komentoru, dr. sc. Draganu Žeželju na pomoći pri rješavanju dvojbi, korisnim savjetima, zainteresiranosti za temu i ustupljenoj literaturi.

Zahvaljujem svojoj obitelji na podršci i stvaranju uvjeta za moje dosadašnje školovanje.

1. SAŽETAK

U svom poslu konstruktori često koriste standardne dijelove i rješenja. Na taj način smanjuju vrijeme potrebno za izradu nekog novog rješenja ili konstrukcije, smanjuju broj različitih dijelova i potrebnih alata, cijenu koštanja proizvoda. Iz tog je razloga izrada biblioteke standardnih dijelova i rješenja kao biblioteke značajki za određeni CAD programski paket od iznimne važnosti. Proces konstruiranja se time skraćuje, konstruktora oslobađa rutinskih poslova te mu se osigurava više vremena za zahtjevnije zadaće.

Predmet ovog rada čine sljedeće skupine standardnih dijelova i rješenja:

- središnji uvrtači,
- utori za vanjske i unutarnje uskočnike,
- utori za klinove i pera u dvije izvedbe - obodno glodano i prstasto glodano,
- pera visoka i niska,
- utori za O-brtve - aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovinu,
 - radijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu,
- utori za Siemering brtve.

Potrebno je bilo odrediti mogućnost i način parametrizacije za izradu CAD modela te izraditi korisničke značajke za svaku skupinu standardnih dijelova. Također je trebalo dokumentirati način izrade i uporabe gotovih značajki. Zadana CAD programska aplikacija je Pro/ENGINEER (u daljnjem tekstu Pro/E).

Rad je podijeljen pet poglavlja. U poglavlju *Uvodne napomene* opširnije je opisan cijeli rad i problemi s kojima sam se susretao te su dane neke napomene. Nakon *Uvodnih napomena* dane su, zbog boljeg razumijevanja, definicije i opisi *Osnovnih pojmova* koje susrećemo u radu. Samu bit rada čini poglavlje *Biblioteka standardnih dijelova i oblika* u kojem se nalaze svi standardni dijelovi i oblici, prikazani slikom iz norme, kratkim opisom normiranih dimenzija te opisom izrade u Pro/E-u. Ujedno su dane i detaljne upute za uporabu praktičnog dijela ovog rada. Na kraju se nalazi poglavlje *Zaključak* u kojem se kritički gleda na rad te se razmatraju daljnje mogućnosti razvoja i nadogradnje.

2. UVODNE NAPOMENE

Praktični dio rada u cijelosti je izrađen u programskom paketu Pro/E Wildfire 3.0. Prilikom izrade rada susreo sam se s brojnim poteškoćama kao što su nedostupnost potrebnih standarda ali i nepoznavanje samog procesa izrade biblioteke standardnih dijelova, točnije izrade značajki definiranih od strane korisnika (UDF). Budući da UDF i *UDF Family Table* ne ulaze u opseg gradiva koji se uči na kolegiju "Konstruiranje pomoću računala", gdje se uče osnove rada u Pro/E-u, za pripremu rada trebao sam naučiti kako se to uopće koristi. Za tu sam svrhu uvelike koristio *Help Center* unutar programa. Osim svega navedenog, kao problem se pokazao i sam naziv standardnih dijelova, točnije, nije bilo moguće upisati puno ime jer Pro/E ne omogućuje tako duge nazive kao što su primjerice *utori_za_o-brtve_za_radijalno_brtvljenje_kada_tlak_djeluje_iznutra.gph*, pa su neki nazivi zbunjujući, odnosno nerazumljivi. Iz tog razloga je priložena tablica na kraju ovog odlomka u kojoj je napisano što koji naziv označava.

Prilikom izrade rada, pozornost je posvećena i tome da reference odgovaraju konfiguracijskoj datoteci koja se koristi na Fakultetu strojarstva i brodogradnje, primjerice u slučaju kada treba odabrati X-Y ravninu.

Tijekom pisanja, naveo sam i sve probleme i dvojbe sa kojima sam se susretao pa sam zapisao i zašto sam donio neku konkretnu odluku. Nastojao sam se i čvrsto držati teme.

Cilj rada nije bilo upisivanje kompletnog standarda u tablicu, već analiza, razrada i rješenje svake od navedenih stavki do razine praktične uporabe. Dopune i izmjene tablice familije (*Family Table*) za svaku od stavki može se izvoditi naknadno neograničen broj puta.

Rad je predviđen za korisnike koji se znaju služiti Pro/E-om, no s obzirom na detaljne upute za korištenje, vjerojatno bi se i potpuni početnici mogli snaći. Prilikom izrade rada, a i prilikom uporabe modela opisanih u radu definirane su neke pretpostavke. Primjerice, neophodno je kod modeliranja os vratila postaviti na sjecište dvije ravnine koje su automatski odabrane kao reference. To je logično za sve koji rade u Pro/E-u, a i intuitivno je za početnike, tako da gotovo svi korisnici to i čine. Za pretpostavku je uzeto i da korisnik skošenja i zaobljenja postavlja na kraju

procesa modeliranja. Unatoč svemu tome, provjerom je utvrđeno da UDF funkcionira i ako se korisnik na pridržava svih ovih nepisanih pravila.

Svaki odlomak sa standardnim dijelovima i oblicima opisan je, s obzirom na strukturu, gotovo na identičan način pa se neki koraci ponavljaju doslovno. To je učinjeno zato, kada netko ovaj rad koristi praktično i želi pogledati upute za umetanje određenog dijela, dovoljno je da otvori rad na stranici na kojoj se taj dio nalazi.

Način označavanja i pisanja koji se koristio u radu je sljedeći. U kurzivu su pisane sve engleske riječi, s iznimkom naslova u prvom poglavlju. Važni pojmovi ili dijelovi teksta su podebljani. Sve korisničke akcije pisane su u podebljanom kurzivu. Prilikom prvog spominjanja uz engleske riječi dan je prijevod na hrvatski jezik. U daljnjem tekstu pisane su skraćenice engleskih riječi gdje je to moguće. Razlog zašto se u radu koriste engleske riječi je taj da se u tom obliku nalaze u samome programu, a i većina studenata u svakodnevnom govoru koristi ih bez prijevoda. U sljedećoj tablici dodatno se prikazuje konvencija o označavanju u radu s primjerima, zbog jednostavnijeg praćenja i snalaženja.

Vrsta teksta	Primjer
Običan tekst i skraćenice engleskih riječi	UDF
Engleske riječi i nazivi s iznimkom teksta ispod slika i tablica	<i>Family Table</i>
Korisničke akcije	<i>File > Save</i>
Važni pojmovi i dijelovi teksta s iznimkom naslova	Reference

Tablica 1: Konvencija o označavanju

Puni naziv	Naziv UDF biblioteke (.gph)
niska pera	<i>pera_niska</i>
visoka pera	<i>pera_visoka</i>
središnji uvert - oblik A	<i>sredisnji_uvert_a</i>
središnji uvert - oblik B	<i>sredisnji_uvert_b</i>
središnji uvert - oblik D	<i>sredisnji_uvert_d</i>
središnji uvert - oblik R	<i>sredisnji_uvert_r</i>
utori za O-brtve za aksijalno brtvljenje na kućištu	<i>ut_o_a_kuciste</i>
utori za O-brtve za aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovini	<i>ut_o_a_vratilo</i>
utori za O-brtve za radijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu s tlakom iznutra	<i>ut_o_r_kuciste_poklopac-tlak_iznutra</i>
utori za O-brtve za radijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu s tlakom izvana	<i>ut_o_r_kuciste_poklopac-tlak_izvana</i>
utori za klinove i pera visoka izrađeni obodnim glodalom	<i>utori_za_k_pv_obodno</i>
utori za klinove i pera visoka izrađeni prstastim glodalom	<i>utori_za_k_pv_prstasto</i>
utori za pera niska izrađeni obodnim glodalom	<i>utori_za_pera_niska_obodno</i>
utori za pera niska izrađeni prstastim glodalom	<i>utori_za_pera_niska_prstasto</i>
utori za plosnate klinove izrađeni obodnim glodalom	<i>utori_za_plosnate_k_obodno</i>
utori za plosnate klinove izrađeni prstastim glodalom	<i>utori_za_plosnate_k_prstasto</i>
utori za Siemering brtve	<i>utori_za_siemering_brtve</i>
utori za unutarne uskočnike	<i>utori_za_unutarnje_uskocnike</i>
utori za vanjske uskočnike	<i>utori_za_vanjske_uskocnike</i>

Tablica 2: Usporedba naziva standardnih dijelova i oblika s nazivima UDF biblioteke unutar Pro/E-a

3. OSNOVNI POJMOVI

3.1. Značajke

Značajka (*Feature*) se može shvatiti kao gradivni dio definicije proizvoda ili geometrijskog poimanja proizvoda. One posjeduju inženjersko značenje, mogu se dodijeliti generičkom obliku i imaju predvidljive osobine. U daljnjem tekstu dano je objašnjenje i definicija osnovnih značajki korištenih u radu.

Značajka *Extrude* služi za definiranje trodimenzionalne geometrije tako da se projicira dvodimenzionalni presjek za određenu udaljenost u smjeru normale na ravninu skiciranja. *Extrude Cut* je slična značajka, samo kod nje ne dodajemo, nego oduzimamo materijal.

Pomoću značajke *Revolve* definiramo geometriju rotacijom presjeka koji smo skicirali oko simetrale ili neke osi. *Revolve Cut* je slična značajka, kod koje za razliku od obične *Revolve* značajke ne dodajemo, nego oduzimamo materijal.

Round je značajka pomoću koje možemo napraviti zaobljenja na postojećoj geometriji, kao što su zaobljenja na bridovima ili između dviju površina.

Značajka *Hole* omogućuje nam jednostavno dodavanje provrta na model, tako da definiramo položaj i karakteristike provrta. Postoji nekoliko vrsta provrta koje možemo kreirati:

- jednostavan (*Simple*) - koristi unaprijed određenu geometriju u Pro/E-u, običan provrt valjkastog oblika;
- skicirani (*Sketched*) - koristi oblik koji je korisnik skicirao prema potrebi;
- standardni (*Standard*) - koristi oblik temeljen na tablicama s industrijskim standardima.

Datum plane je ravnina koja se dodaje u model i koristi kao referenca jer na tom mjestu prethodno ne postoji neka prikladna ravna površina ili druga ravnina.

3.2. Reference

Zbog dimenzija i geometrijskih ograničenja Pro/E zahtjeva od nas da izradimo ili izaberemo reference (*References*). Reference se mogu izraditi pomoću dijaloškog okvira, no najčešće nas Pro/E automatski pita za odabir referenci, a to je u slučaju:

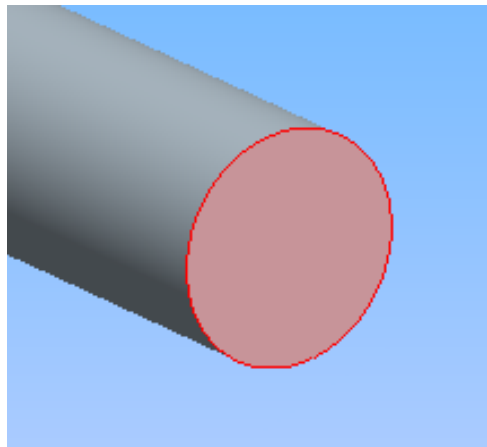
- kada izrađujemo novu značajku

- kada ponovno definiramo značajku kojoj nedostaju reference
- kada nemamo dovoljno referenci za postavljanje presjeka

Prilikom izrade novih značajki, Pro/E automatski odabire uobičajene reference u *Sketch*-u, a to su obično dvije međusobno okomite ravnine koje su također okomite na ravninu crtanja. Ove reference možemo po potrebi sami promijeniti.

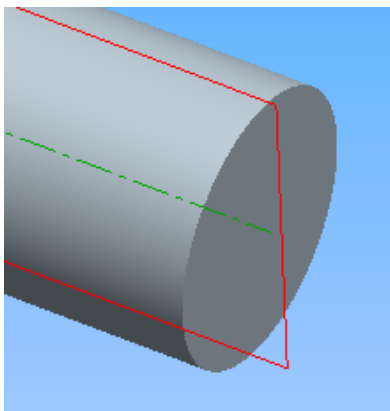
Radi boljeg razumijevanja referenci koje je potrebno odabrati u radu, one su ovdje prikazane slikom i obilježene crvenom bojom:

- čelona površina vratila:



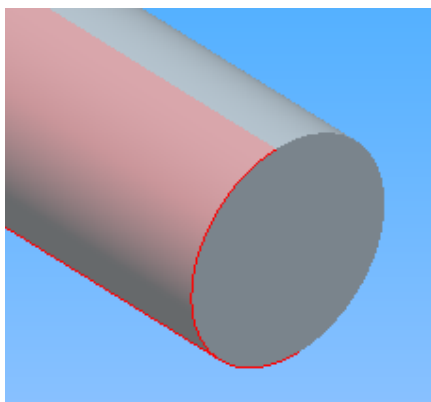
Slika 1: Čelona površina vratila

- ravnina u kojoj se nalazi os vratila:



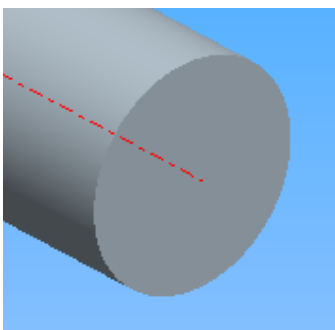
Slika 2: Ravnina u kojoj se nalazi os vratila

- vanjska zaobljena površina vratila (plašt vratila):



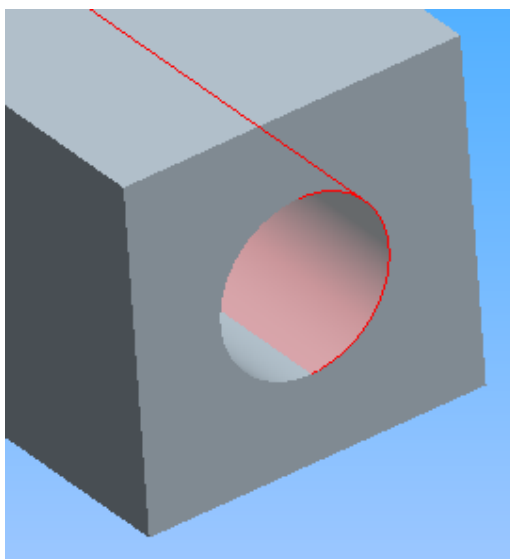
Slika 3: Vanjska zaobljena površina vratila

- os vratila:



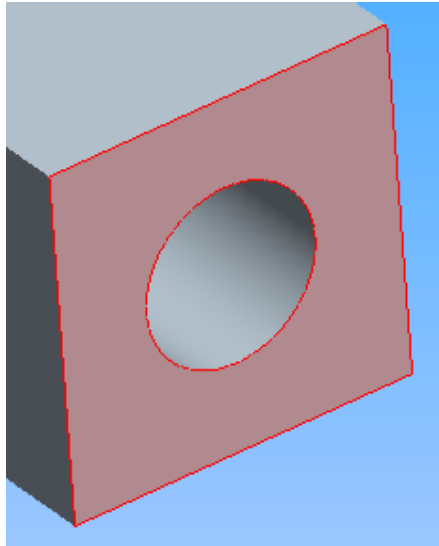
Slika 4: Os vratila

- unutarnja zaobljena površina provrta:



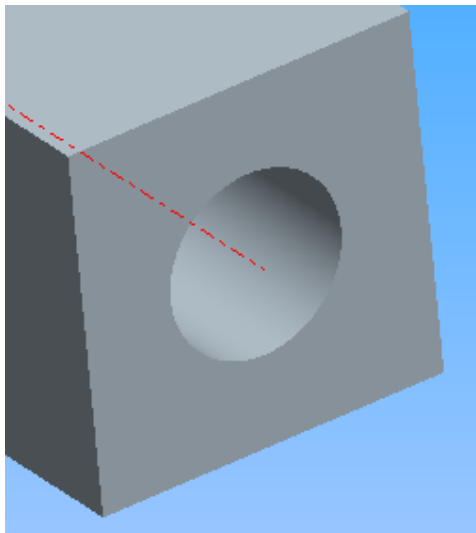
Slika 5: Unutarnja zaobljena površina provrta

- površina na kojoj se nalazi provrt:



Slika 6: Površina na kojoj se nalazi provrt

- os provrta:



Slika 7: Os provrta

3.3. Značajke definirane od strane korisnika

Značajka definirana od strane korisnika ili *User Defined Feature* (u daljnjem tekstu UDF) je značajka koja se sastoji od skupa odabranih značajki, svih dimenzija povezanih s njima, te svih relacija između odabranih značajki i liste referenci za umetanje UDF-a u model. Razlikujemo dvije vrste UDF-a:

- podređeni (*Subordinate*) i
- samostalni (*Standalone*).

Podređeni UDF dobiva svoje vrijednosti direktno iz početnog modela, stoga početni model mora biti prisutan da bi podređeni UDF funkcionirao. U slučaju da promijenimo vrijednosti dimenzija na početnom modelu, to se odmah automatski odražava na UDF-u.

Samostalni UDF kopira sve informacije s originalnog modela u UDF datoteku. Zbog toga zahtjeva malo više prostora na disku nego podređeni UDF, no s obzirom na veličine današnjih diskova, to je zanemarivo. Kod samostalnog UDF-a, u slučaju da napravimo neke promjene na referentnom modelu, one se ne odražavaju na UDF-u. Prilikom kreiranja samostalnog UDF-a imamo mogućnost kreirati referentni dio kopiranjem iz originalnog modela od kojeg je nastao UDF. To je vrlo korisno jer tada postoji mogućnost prikazivanja referentnog modela dok postavljamo UDF u novi model. Tada se prikazuju potrebne dimenzije (ako ih ima) i reference koje korisnik može odabrati. U radu sam koristio samostalne UDF-ove.

Vrste dimenzija koje nalazimo u UDF-u:

- promjenjive - dimenzije čije vrijednosti korisnik može birati prilikom umetanja UDF-a u model;
- nepromjenjive - dimenzije čije vrijednosti se ne mogu birati prilikom umetanja UDF-a u model;
- dimenzije upravljane tablicom - dimenzije čije su vrijednosti određene u *Family Table*-u;

3.4. Relacije

Relacije (*Relations*), poznate kao i parametarske relacije, su jednačbe definirane od strane korisnika. U njima se nalaze simboli dimenzija i parametara. Relacije nam omogućuju da ostvarimo povezivanje parametara različitih dijelova konstrukcije definiranjem veza unutar dijela (*Part*) ili između komponenata u sklopu (*Assembly*). Dakle, relacije možemo koristiti za kontroliranje procesa modeliranja na sljedeće načine:

- za kontroliranje efekata modifikacija na modelu;
- za definiranje vrijednosti dimenzija u dijelu i sklopu;
- za postavljanje ograničenja kod konstruiranja, primjerice, za određivanje položaja provrta u odnosu na rub dijela;
- za opisivanje uvjetnih veza između različitih dijelova modela ili sklopa.

Razlikujemo dva tipa relacija:

- jednakost - izjednačavanje parametara na lijevoj strani jednadžbe s izrazom na desnoj strani. Ovaj tip relacije se koristi za davanje vrijednosti dimenzijama i parametrima;
- usporedba - uspoređuje izraz na lijevoj strani jednadžbe s izrazom na desnoj strani. Ovaj tip relacije se općenito koristi kao ograničenje ili kao uvjet.

3.5. Tablica familije

Tablica familije ili *Family Table* je skupina dijelova (ili sklopova ili značajki) koji su u biti isti, ali se razlikuju u jedan ili dva aspekta, kao što je veličina ili detaljnost značajki. Tablice objedinjuju podatke o odabranim dimenzijama te stanjima pojedinih značajki dijelova, sklopova ili oblika na koje se odnose (isključeno/uključeno).

Korištenjem *Family Table*-ova možemo:

- jednostavno i kompaktno izraditi i spremiti brojne objekte;
- uštediti vrijeme i trud standardiziranjem nastajanja dijelova;
- izraditi varijacije dijelova od jednog početnog dijela bez da ponovno izradimo ili generiramo svaki od njih;
- izraditi male varijacije u dijelu bez da koristimo relacije za mijenjanje modela;
- izraditi tablicu dijelova koji mogu biti spremljeni u datoteku za ispis i uključeni u kataloge dijelova.

Family Table-ovi potpomažu upotrebu standardiziranih dijelova.

3.6. Korisnički definirane značajke u tablici familije

Korisnički definirane značajke u tablici familije ili *User Defined Feature Family Table* malo se razlikuje od običnih *Family Table*-ova po sljedećim ograničenjima:

- instance UDF-a se ne povlače zasebno, osim ako se UDF postavlja na dio. U tom slučaju, kada izaberemo izvorni UDF, otvara se dijaloški okvir i tada odabiremo koju ćemo instancu koristiti;
- *UDF Family Table* se kreira za vrijeme definiranja ili modificiranja UDF-a, koristeći dijaloški okvir;
- instanca UDF-a ne može se povući u odvojenom prozoru;
- instancu UDF-a se ne može verificirati;

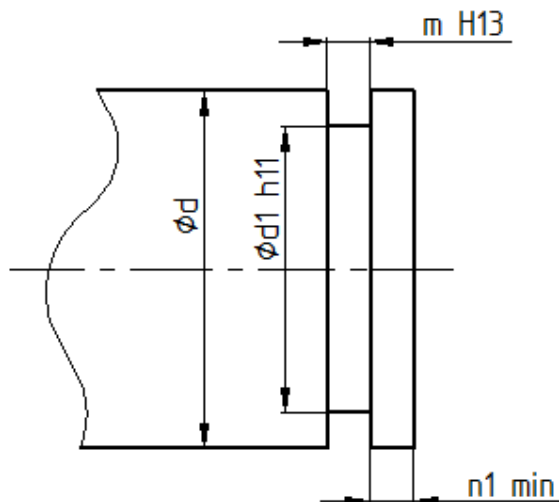
- kada se UDF koji je definiran *Family Table*-om postavlja na model, sve značajke u instanci UDF-a koje su potisnute (*Supressed*) neće biti postavljene na model. Ove značajke zapravo su izbrisane nakon što se UDF postavi;

Za izradu UDF biblioteke, preporučljivo je napraviti posebnu mapu. Svi korisnici računala moraju imati dopuštenje za pristup toj mapi. Da bi Pro/E automatski otvarao mapu s UDF bibliotekom, potrebno ju je navesti u konfiguracijskoj datoteci pod opcijom *pro_group_dir*. Također, može se podesiti i stablo mapa kako bi se omogućila hijerarhija UDF biblioteke.

4. BIBLIOTEKA STANDARDNIH DIJELOVA I OBLIKA

4.1. Utori za vanjske uskočnike

Utoe za vanjske uskočnike opisuje norma DIN 471. Izgled utora prema normi:



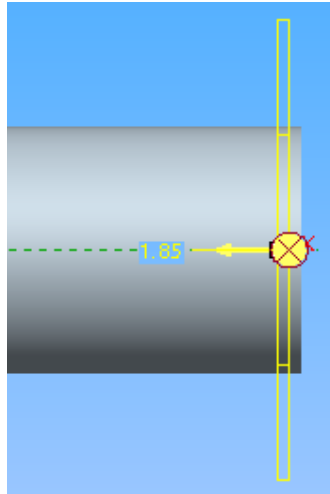
Slika 8: Izgled utora za vanjske uskočnike

Dimenzije koje su određene normom:

- dimenzija d označava promjer vratila na koje se stavlja uskočnik;
- dimenzija $n1\ min$ označava minimalnu udaljenost od čelone površine vratila do početka utora;
- dimenzija $d1$ označava unutarnji promjer utora i izrađuje se u tolerancijskom polju $h11$;
- dimenzija m označava širinu utora i izrađuje se u tolerancijskom polju H13.

Utor za vanjske uskočnike je izrađen kao kombinacija dvije značajke - *Datum Plane*-a i *Extrude*-a, budući da je to rješenje za koje Pro/E traži najmanje referenci, u ovom slučaju - tri, a to su čelona površina vratila i dvije ravnine u kojoj se nalazi os vratila. Različitim načinima se pokušalo još smanjiti broj referenci, pogotovo ravnina, ali i kad se u potpunosti eliminiraju, ipak, zbog definicije značajki unutar Pro/E-a nužno je imati najmanje jednu. Umjesto dviju ravnina za reference se mogla izabrati i kombinacija ravnine i vanjske površine vratila ili ravnine i osi vratila. Na kraju su izabrane dvije ravnine, jer onda nije potrebno uključiti prikaz osi, kao što bi to bilo u drugom slučaju, a broj referenci je ionako jednak.

UDF je izrađen tako da je iz *Datum Plane*-a, koji se nalazi na *n1 min* udaljenosti od čelone površine vratila, ekstrudiran utor kao *Extrude Cut* dimenzije *m*. Vanjska kružnica značajke *Extrude Cut* povezana je s unutrašnjim promjerom utora (dimenzija *d1* u normi) relacijama na način da je ta vanjska kružnica dva puta veća. Na taj način se osigurava da UDF uvijek sigurno funkcionira kako treba. Sve tolerancije su postavljene na potrebnim kotama.

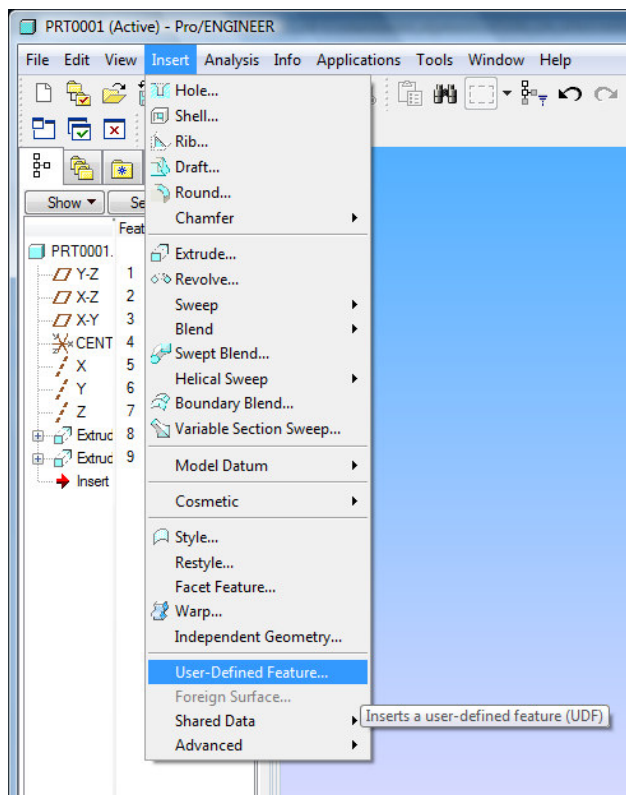


Slika 9: Izgled utora za vanjske uskočnike tijekom modeliranja za UDF

U dogovoru s mentorom odlučeno je da se utor automatski postavlja na udaljenost *n1 min* kako je određeno normom. U slučaju da korisnik utor želi postaviti na veću udaljenost treba jednostavno izmijeniti tu dimenziju nakon umetanja.

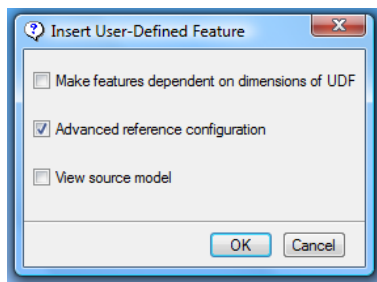
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Razumljivo je da korisnik mora imati izmodelirano vratilo, odnosno, samo dio vratila na koji se stavlja utor. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapu sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvanu *standardni_dijelovi*.



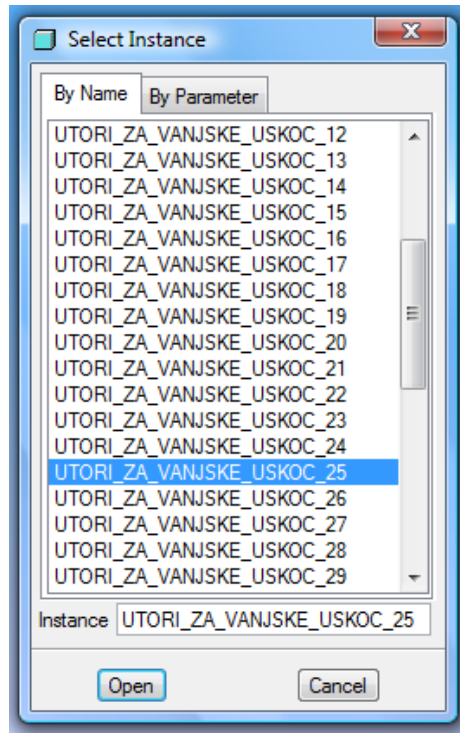
Slika 10: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na *utori_zav_vanjske_uskocnike.gph*, isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, može odabrati pored druge, još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji se modelira.



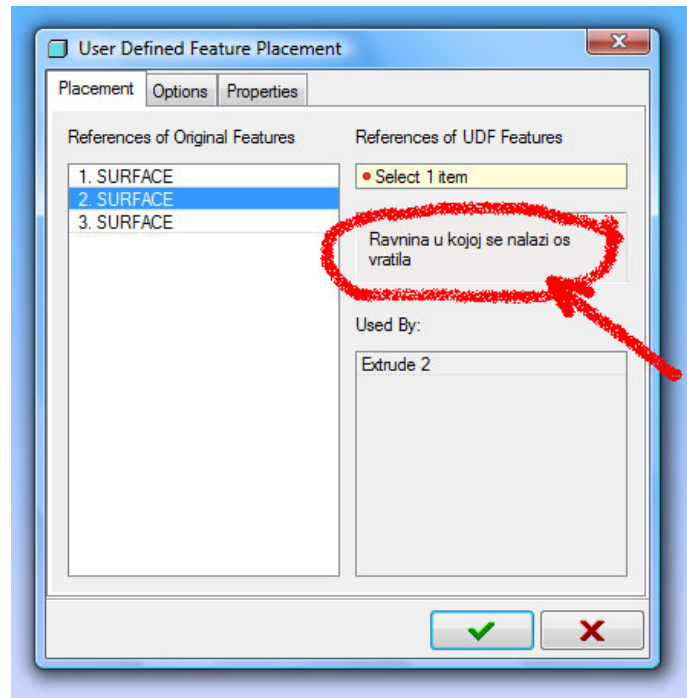
Slika 11: Insert UDF prozor i opcije

Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista uskočnika sortiranih po promjeru vratila.



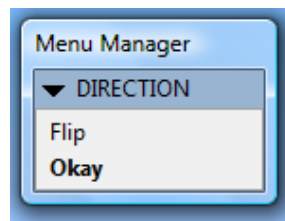
Slika 12: Odabir potrebnog uskočnika prema promjeru vratila

Iz te liste odabere se promjer vratila na koji se stavlja uskočnik, te klikne na **Open**. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



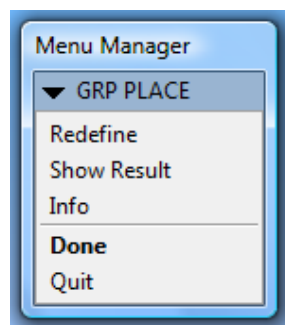
Slika 13: UDF Placement prozor i opcije

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati čeonu površinu vratila, a nakon odabira u dijaloškom okviru odabrati **2. SURFACE**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je jedna od ravnina u kojoj se nalazi os vratila, te je potrebno kliknuti na nju da bismo je odabrali. Nakon toga, postupak se ponovi još jednom, odabere se **3. SURFACE**, te se zatim odabere druga ravnina u kojoj se nalazi os vratila. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu. Nakon toga otvara se još jedan prozor, gdje je samo potrebno kliknuti na **Okay** za potvrdu orijentacije.



Slika 14: Potvrda orijentacije

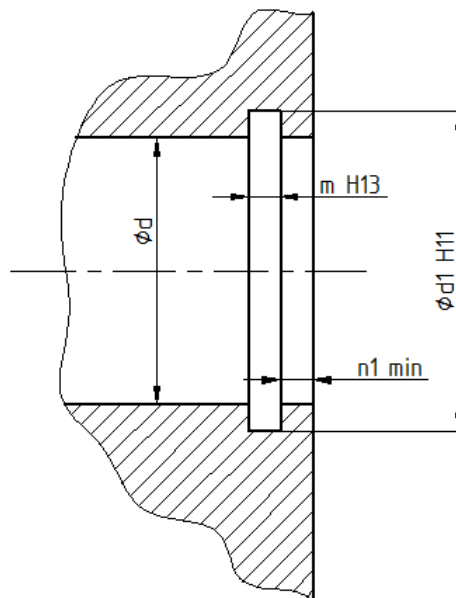
Zatim se otvara još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



Slika 15: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

4.2. Utori za unutarnje uskočnike

Uture za unutarnje uskočnike opisuje norma DIN 472. Izgled utora po normi:



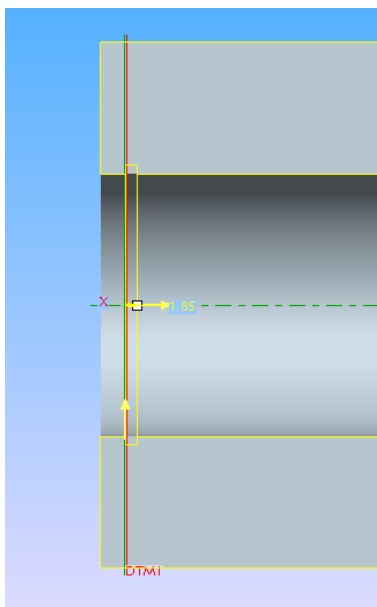
Slika 16: Izgled utora za unutarnje uskočnike

Dimenzije koje su određene normom:

- dimenzija d označava promjer provrta u koji se stavlja uskočnik;
- dimenzija $n1 \min$ označava minimalnu udaljenost od vanjske površine kućišta do početka utora;
- dimenzija $d1$ označava vanjski promjer utora i izrađuje se u tolerancijskom polju H11;
- dimenzija m označava širinu utora i izrađuje se u tolerancijskom polju H13.

Utor za unutarnje uskočnike izrađen je kao kombinacija dvije značajke - *Datum Plane*-a i *Extrude*-a, budući da je to rješenje za koje Pro/E traži najmanje referenci, u ovom slučaju - tri, a to su vanjska površina kućišta na kojoj se nalazi provrt, bilo koja površina ili ravnina koja je okomita na tu vanjsku površinu kućišta na kojoj je izbušen provrt i unutarnja zaobljena površina provrta.

UDF je izrađen tako da je iz *Datum Plane*-a, koji se nalazi na $n1 \min$ udaljenosti od vanjske površine kućišta, ekstrudiran utor kao *Extrude Cut* dimenzije m . Unutarnja kružnica značajke *Extrude Cut* povezana je s vanjskim promjerom utora (dimenzija $d1$ u normi) relacijama na način da je ta unutarnja kružnica dva puta manja. Na taj način se osigurava da UDF uvijek sigurno funkcionira kako treba. Sve tolerancije su postavljene na potrebnim kotama.

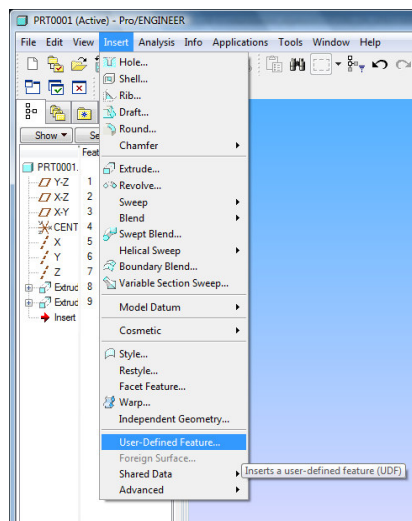


Slika 17: Izgled utora za vanjske uskočnike u presjeku tijekom modeliranja za UDF

U dogovoru s mentorom odlučeno je da se utor automatski postavlja na udaljenost $n1 \text{ min}$. U slučaju da korisnik želi postaviti utor na veću udaljenost, treba jednostavno editirati tu dimenziju nakon umetanja.

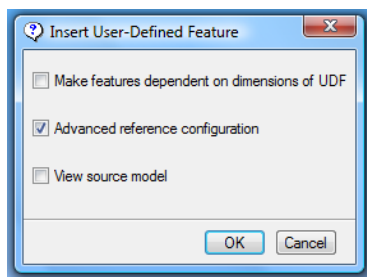
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora imati izmodeliran provrt u kućištu u koji se postavlja utor. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapu sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvanu *standardni_dijelovi*.



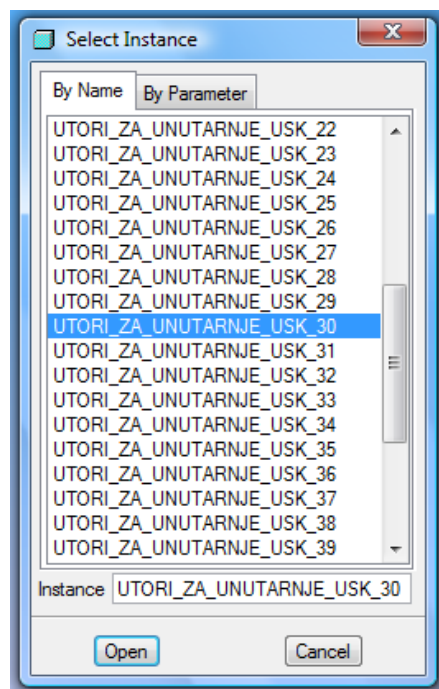
Slika 18: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na *utori_za_unutarnje_uskocnike.gph*, isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



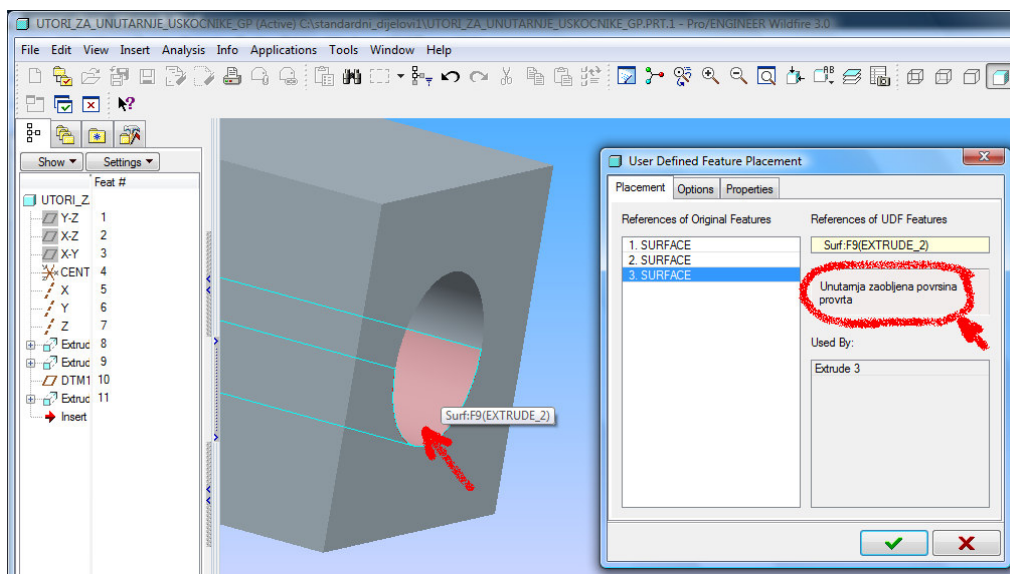
Slika 19: Insert UDF prozor i opcije

Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista uskočnika sortiranih po promjeru provrta.



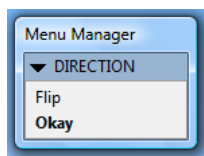
Slika 20: Odabir potrebnog uskočnika prema promjeru provrta

Iz te liste odabere se promjer provrta u koji se stavlja uskočnik, te klikne na **Open**. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



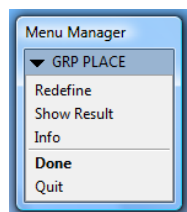
Slika 21: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati vanjsku površinu kućišta na kojoj je izbušen provrt, a nakon odabira u dijaloškom okviru odabrati **2. SURFACE**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je bilo koja površina ili ravnina koja je okomita na prethodnu površinu, te je potrebno kliknuti na nju da bismo je odabrali. Nakon toga, sličan postupak se ponovi još jednom, odabere se **3. SURFACE**, te se zatim klikne na unutarnju zaobljenu površinu provrta. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu. Nakon toga otvara se još jedan prozor, gdje je samo potrebno kliknuti na **Okay** za potvrdu orijentacije.



Slika 22: Potvrda orijentacije

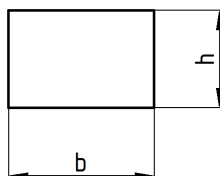
Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



Slika 23: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

4.3. Visoka i niska pera

Visoka i niska pera su elementi strojeva kojima se ostvaruje rastavljivi spoj između vratila i glavine. Opisuje ih norma DIN 6885. Izgled visokog i/ili niskog pera po normi:



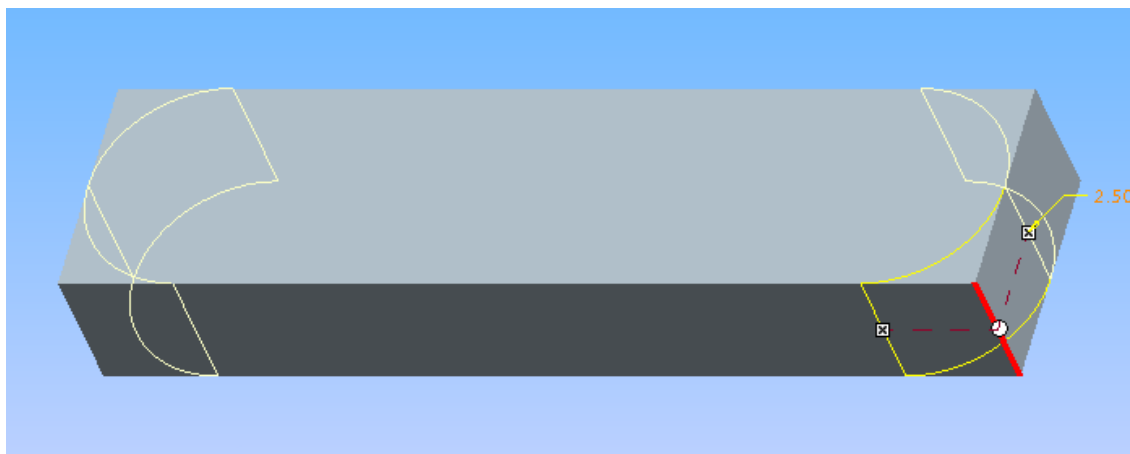
Slika 24: Izgled visokog i/ili niskog pera

Dimenzije koje su određene normom:

- dimenzija b označava širinu presjeka pera i izrađuje se u tolerancijskom polju h11;
- dimenzija h označava visinu pera.

Pera se dosta razlikuju s obzirom na ostale dijelove i oblike u ovom radu zato jer nisu dio nekog drugog dijela, već su dio sama za sebe, dok je primjerice utor za vanjske uskočnike dio vratila. Izrađena su pomoću dvije značajke - *Extrude* i *Round*. Glavni razlog zbog čega su napravljena kao UDF je da korisnik prilikom ubacivanja u model može odabrati duljinu, budući da je to dimenzija koja nije određena normom. Broj referenci koji ovaj UDF traži je tri, a to su tri glavne ravnine.

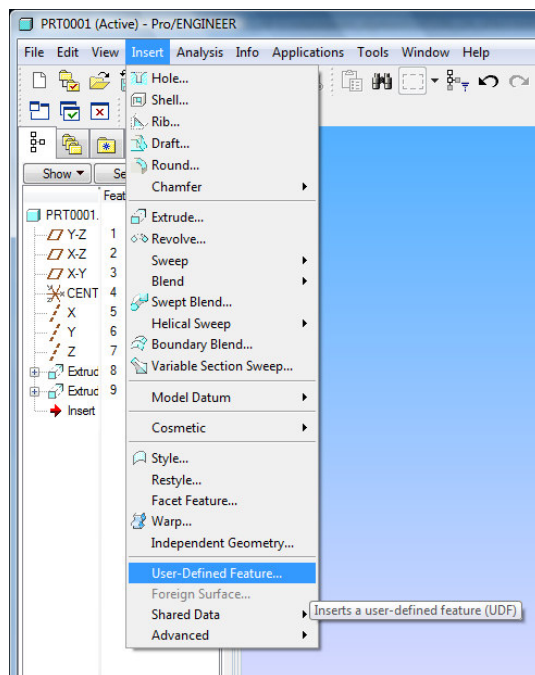
UDF je izrađen tako da je napravljen *Sketch* dimenzija $b \times h$ i ekstrudiran za 10 mm. Na rubove su dodana zaobljenja koja su povezana relacijama sa širinom b na način da su dva puta manja.



Slika 25: Izgled pera tijekom modeliranja za UDF

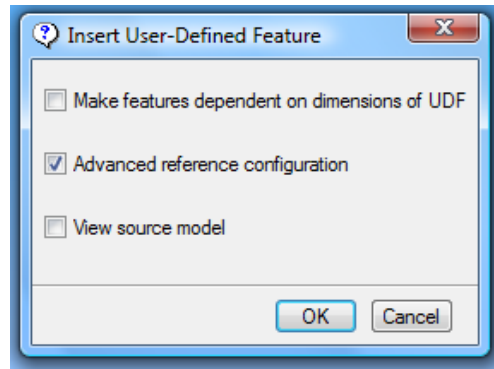
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora biti u novom dijelu, **File > New > Part > OK**, te bi trebalo uključiti prikaz ravnina. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapu sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvanu *standardni_dijelovi*.



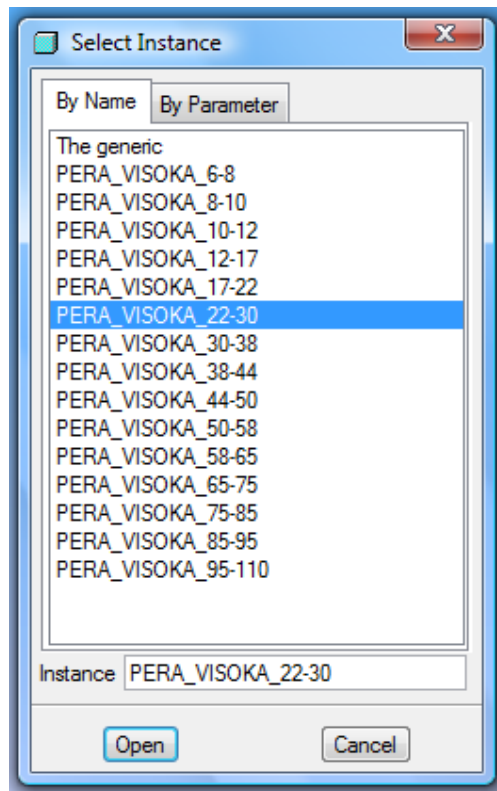
Slika 26: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima odaberu *pera_visoka.gph* ili *pera_niska.gph*, ovisno koja trebamo, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



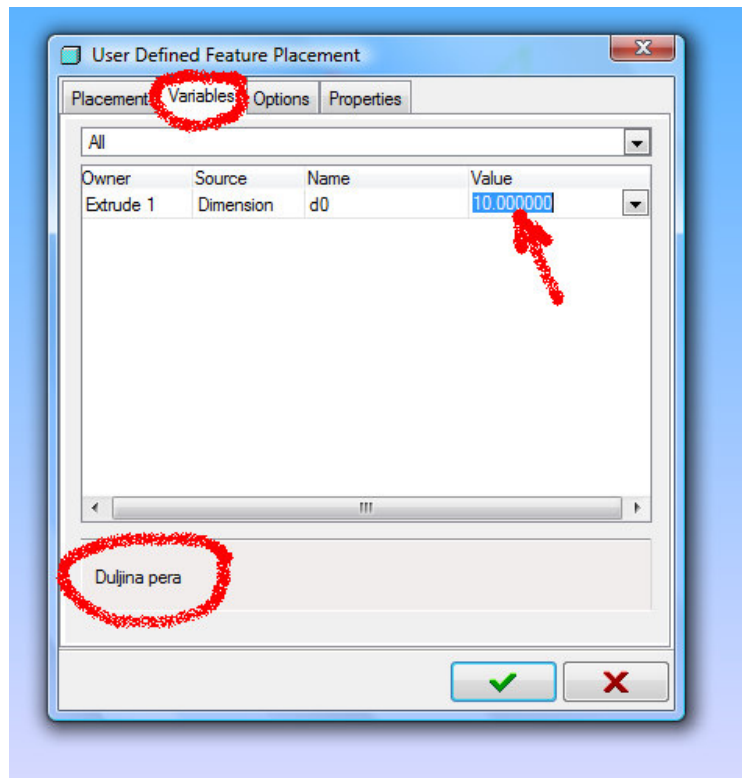
Slika 27: Insert UDF prozor i opcije

Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista pera sortiranih po promjeru vratila.



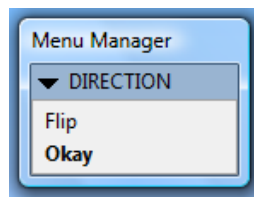
Slika 28: Odabir potrebnog pera prema promjeru vratila

Iz te liste odabere se promjer vratila na koje će se pero staviti u sklopu, te se klikne na **Open**. Treba napomenuti da se zbog nemogućnosti korištenja ikakvih simbola osim crta u nazivu instanci, zadnji promjer isključuje. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



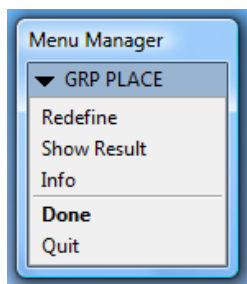
Slika 29: UDF Placement prozor, opcije i izbor duljine pera

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati Y-Z ravninu (ili *RIGHT*, ovisno o konfiguracijskoj datoteci), a nakon odabira u dijaloškom okviru odabrati **2. SURFACE**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je X-Z ravnina (*TOP*), te je potrebno kliknuti na nju da bismo je odabrali. Nakon toga, sličan postupak se ponovi još jednom, odabere se **3. SURFACE**, te se zatim klikne na X-Y ravninu (*FRONT*). Zatim je u istom tom prozoru (*UDF Placement*) potrebno kliknuti na **Variables**, te pod opcijom *Value* unijeti duljinu pera. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu. Nakon toga otvaraju se još dva ista prozora, gdje je samo potrebno kliknuti na **Okay** za potvrdu orijentacije.



Slika 30: Potvrda orijentacije

Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**.

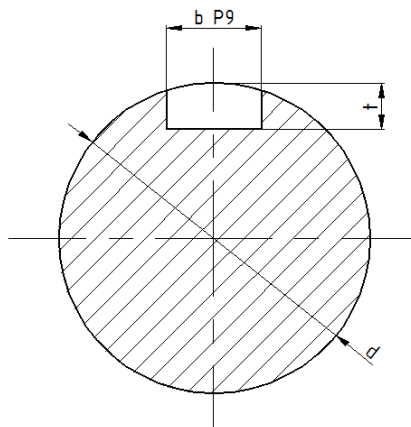


Slika 31: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

Sada smo dobili pero traženih dimenzija u modelu, no umetanje još nije potpuno završeno jer je ovaj model potrebno regenerirati da bi se prilagodila zaobljenja koja su povezana pomoću relacija. To ćemo učiniti klikom na **Edit > Regenerate** ili pomoću prečaca sa tipkovnice **Ctrl+G**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a. Sada je preporučljivo spremi pero gdje želimo, da bismo ga mogli koristiti u za to predviđenom sklopu, pomoću **File > Save** ili **File > Save a copy**.

4.4. Utori za klinove i pera

Uture za klinove i pera opisuje norma DIN 6885. Izgled utora po normi:



Slika 32: Izgled utora za klinove i pera

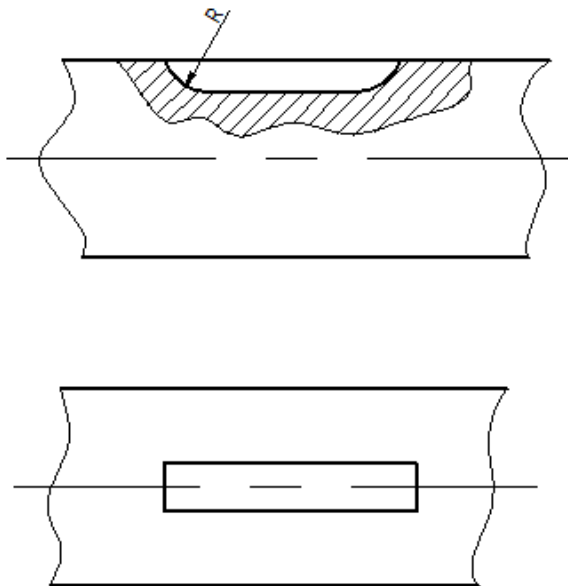
Dimenzije koje su određene normom:

- dimenzija b označava širinu utora i izražuje se u tolerancijskom polju P9;
- dimenzija t označava dubinu utora u vratilu;
- dimenzija d označava promjer vratila na kojemu se nalazi utor.

Utori za klinove i pera podijeljeni su u nekoliko datoteka, da bi bilo lakše i preglednije za samog korisnika. Prva opcija je bila staviti sve utore za klinove i pera u jedan UDF i kada korisnik postavlja UDF na model, otvara mu se velika tablica sa svim utorima za sve vrste klinova i pera (visoka pera i klinovi, niska pera, te plosnati klinovi). Drugo rješenje, koje je uzeto kao i krajnje rješenje u ovom radu, bilo je već na početku razvrstati i odvojiti na tri puta po dvije skupine - utore za visoka pera i klinove, niska pera, te plosnate klinove, još dodatno odvojene s obzirom jesu li izrađeni obodnim ili prstastim glodalom. U ovom slučaju kada korisnik postavlja UDF na model otvara mu se samo tablica koju je zatražio, primjerice utori za plosnate klinove izrađene prstastim glodalom. Utori za visoka pera i klinove nalaze se u istom UDF-u jer su potpuno istih dimenzija.

4.4.1. Obodno glodano

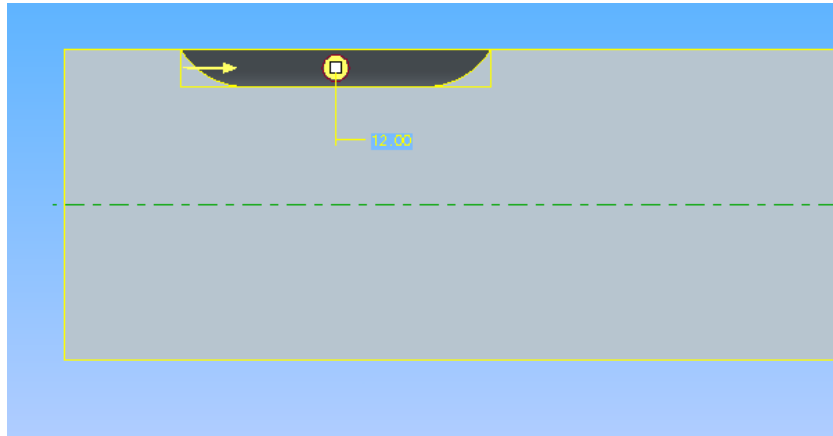
Izgled utora izrađenog obodnim glodalom:



Slika 33: Izgled utora izrađenog obodnim glodalom

Obodno glodani utor za klinove i pera izrađen je kao kombinacija dvije značajke - *Extrude*-a i *Round*-a. Za to rješenje Pro/E traži tri reference, a to su bilo koja ravnina u kojoj se nalazi os vratila, čeona površina vratila i vanjska zaobljena površina vratila (plašt).

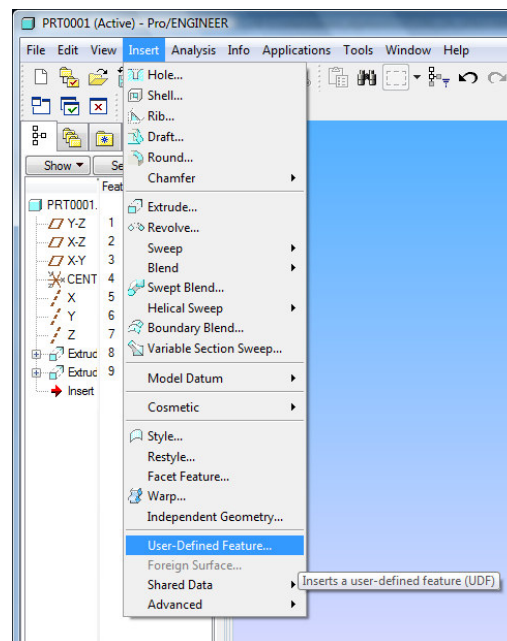
UDF je izrađen tako da je u presjeku vratila nacrtan pravokutnik sa dimenzijama utora i ekstrudiran s opcijom *Cut* na obje strane za vrijednost jednaku širini utora. Nakon toga dodana su zaobljenja na potrebne bridove kako bi utor izgledao kao da je izrađen obodnim glodalom. Sve tolerancije su postavljene na potrebnim kotama.



Slika 34: Izgled obodno glodanog utora za klinove i pera u presjeku tijekom modeliranja za UDF

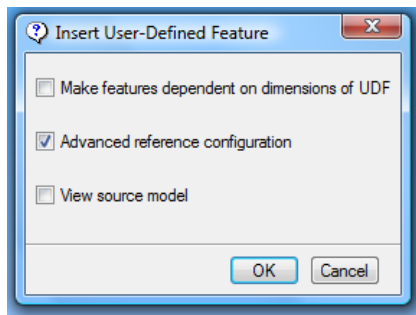
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora imati izmodelirano vratilo na koje se postavlja utor. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega se treba odabrati mapa sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvana *standardni_dijelovi*.



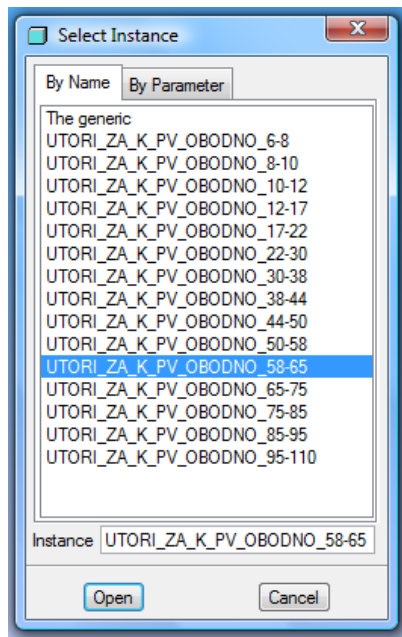
Slika 35: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na željene utore (obodno glodane), isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



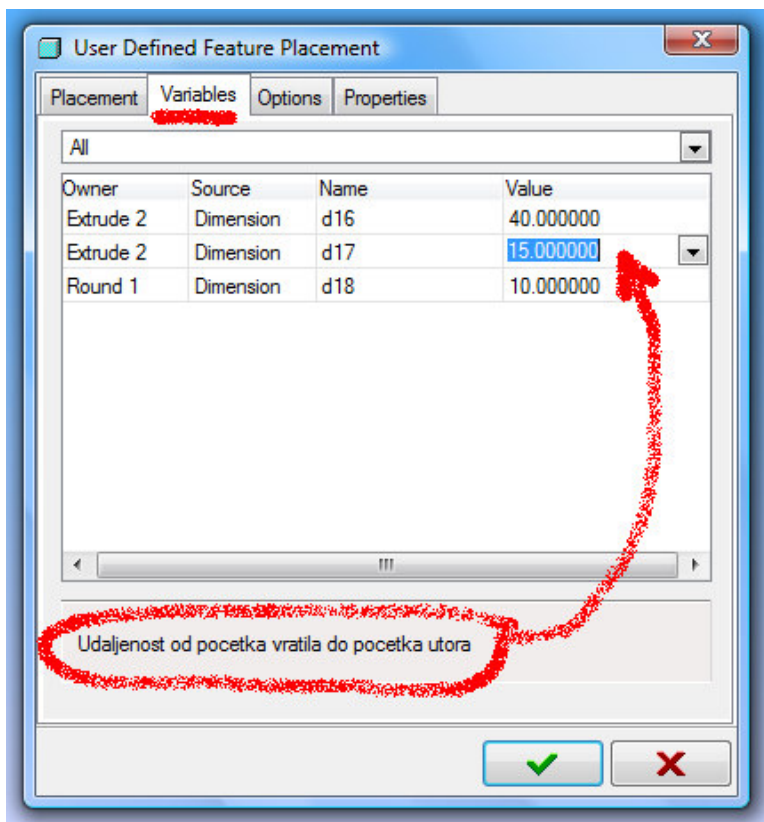
Slika 36: Insert UDF prozor i opcije

Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista utora sortiranih po promjeru vratila.



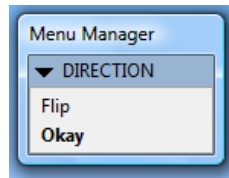
Slika 37: Izbor utora prema promjeru vratila

Iz te liste odabere se promjer vratila na koji se stavlja utor, te se klikne na **Open**. Treba napomenuti da se zbog nemogućnosti korištenja ikakvih simbola osim crta u nazivu instanci, zadnji promjer isključuje. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



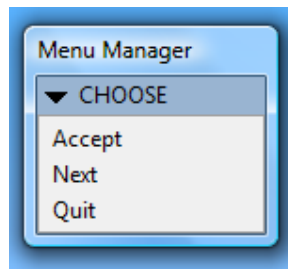
Slika 38: UDF Placement prozor, opcije i izbor varijabilnih dimenzija

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati bilo koju ravninu u kojoj se nalazi os vratila, a nakon odabira u dijaloškom okviru odabrati **2. SURFACE**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je čeona površina vratila, te je potrebno kliknuti na nju da bismo je odabrali. Nakon toga, sličan postupak se ponovi još jednom, odabere se **3. SURFACE**, te se zatim klikne na vanjsku zaobljenu površinu vratila. Zatim u istom tom prozoru (*UDF Placement*) potrebno je kliknuti na *Variables*, te pod opcijom *Value* unesti sve tri tražene dimenzije. Ove dimenzije nisu određene normom, a one su prikazane u tablici ovim redom: duljina utora, udaljenost od kraja vratila do početka utora i polumjer glodala. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu. Nakon toga otvara se još jedan prozor, gdje je samo potrebno kliknuti na **Okay** za potvrdu orijentacije.



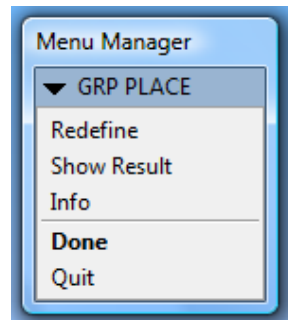
Slika 39: Potvrda orijentacije

Onda se pojavljuje prozor u kojem je potrebno odabrati **Next**, a nakon toga u istom prozoru stisnuti **Accept**. Ovim postupkom odabiremo sljedeću referencu između dvije ponuđene, budući da referenca koju Pro/E automatski ponudi nije dobra. Ako se stisne samo **Accept**, bez prethodnog odabira **Next**, uutor će se napraviti izvan vratila u praznom prostoru i neće biti vidljiv na modelu ili će Pro/E javiti grešku kod umetanja.



Slika 40: Izbor sljedeće reference

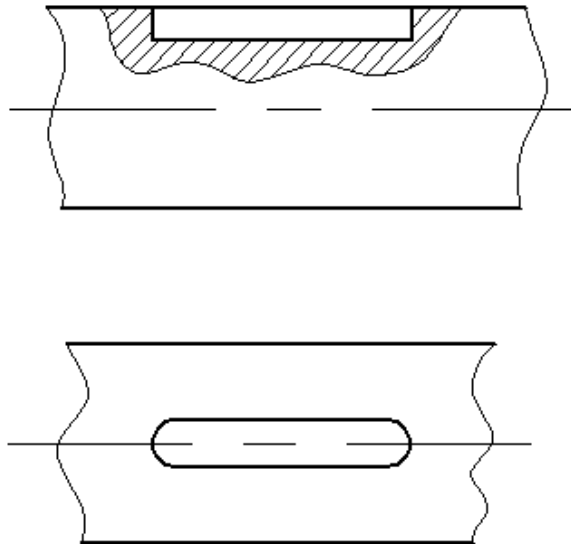
Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



Slika 41: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

4.4.2. Prstasto glodano

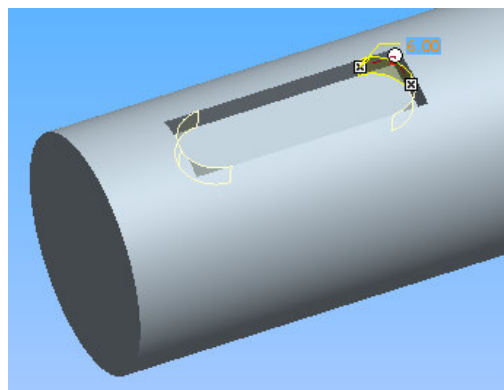
Izgled utora glodanog prstastim glodalom:



Slika 42: Izgled utora glodanog prstastim glodalom

Prstasto glodani utor za klinove i pera izrađen je kao kombinacija dvije značajke - *Extrude-a* i *Round-a*. Za to rješenje Pro/E traži tri reference, a to su bilo koja ravnina u kojoj se nalazi os vratila, čelna površina vratila i vanjska zaobljena površina vratila (plašt).

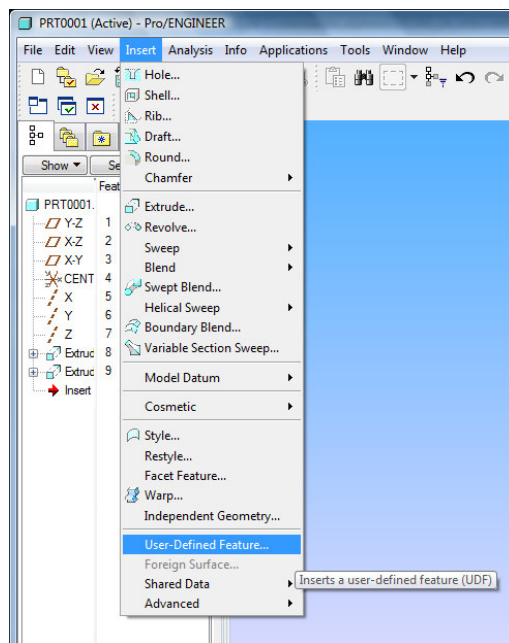
UDF je izrađen tako da je u presjeku vratila nacrtan pravokutnik sa dimenzijama utora i ekstrudiran pomoću opcije *Cut* na obje strane za vrijednost jednaku širini utora. Nakon toga dodana su zaobljenja na potrebne bridove kako bi utor izgledao kao da je izrađen prstastim glodalom. Sve tolerancije su postavljene na potrebnim kotama.



Slika 43: Izgled prstasto glodanog utora za klinove i pera tijekom modeliranja za UDF

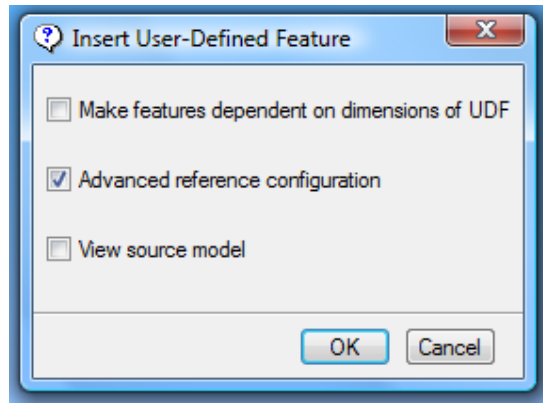
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora imati izmodelirano vratilo na koji se postavlja utor. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapa sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvan *standardni_dijelovi*.



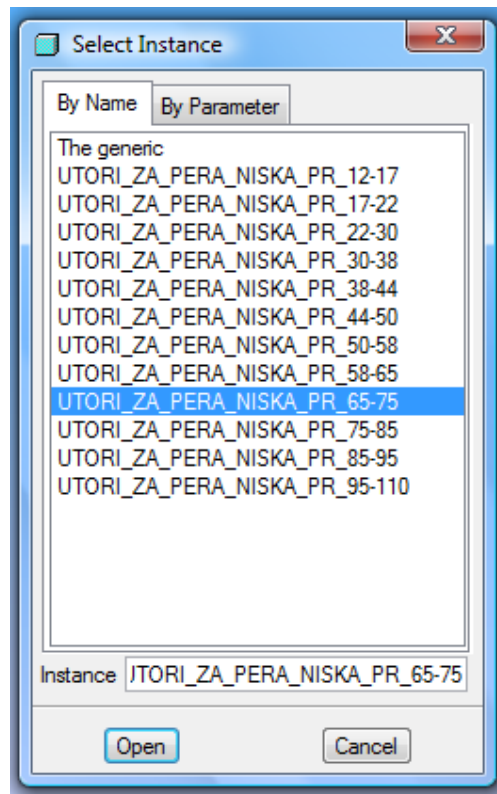
Slika 44: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na željene uture (prstasto glodane), isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



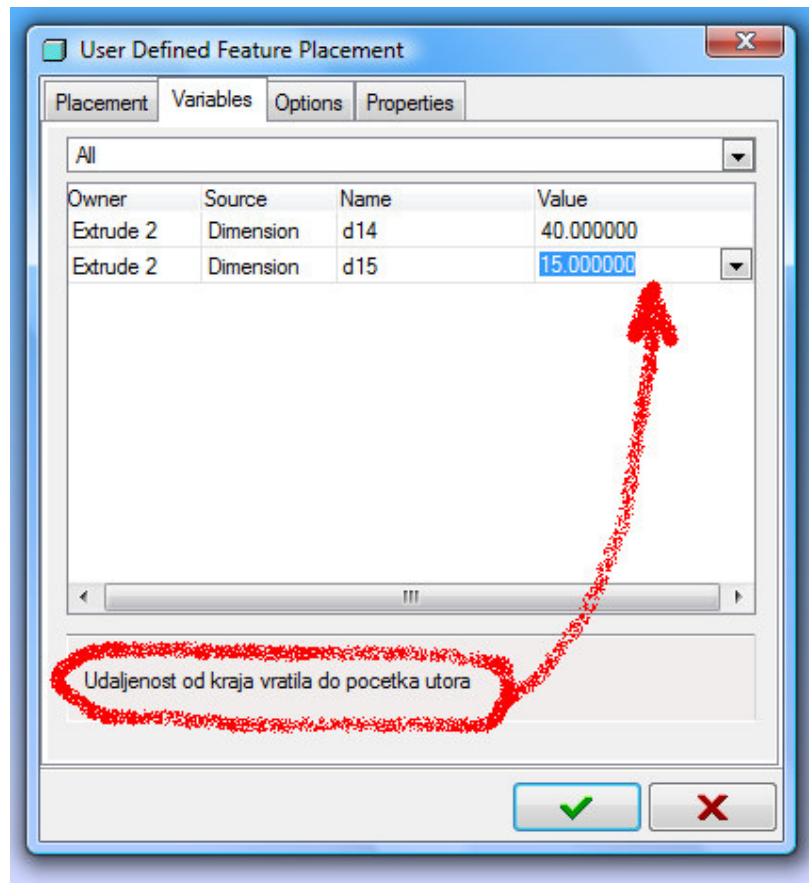
Slika 45: Insert UDF prozor i opcije

Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista utora sortiranih po promjeru vratila.



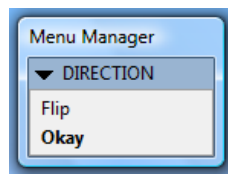
Slika 46: Izbor utora prema promjeru vratila

Iz te liste odabere se promjer vratila u koji se stavlja utor, te klikne na **Open**. Treba napomenuti da se zbog nemogućnosti korištenja ikakvih simbola osim crta u nazivu instanci, zadnji promjer isključuje. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



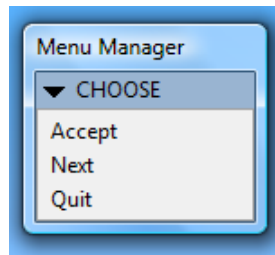
Slika 47: UDF Placement prozor, opcije i izbor varijabilnih dimenzija

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati bilo koju ravninu u kojoj se nalazi os vratila, a nakon odabira u dijaloškom okviru odabrati **2. SURFACE**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je čeona površina vratila, te je potrebno kliknuti na nju da bismo je odabrali. Nakon toga, sličan postupak se ponovi još jednom, odabere se **3. SURFACE**, te se zatim klikne na vanjsku zaobljenu površinu vratila. Zatim u istom tom prozoru (*UDF Placement*) potrebno je kliknuti na *Variables*, te pod opcijom *Value* unesti sve tražene dimenzije, u ovom slučaju dvije. Ove dimenzije nisu određene normom, a one su prikazane u tablici ovim redom: duljina utora, te udaljenost od čeone površine vratila do početka utora. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu. Nakon toga otvara se još jedan prozor, gdje je samo potrebno kliknuti na **Okay** za potvrdu orijentacije.



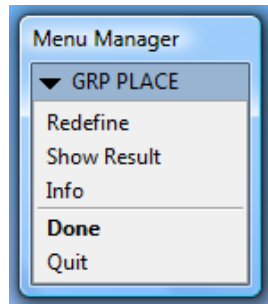
Slika 48: Potvrda orijentacije

Onda se pojavljuje prozor u kojem je potrebno odabrati **Next**, a nakon toga u istom prozoru stisnuti **Accept**. Ovim postupkom odabiremo sljedeću referencu između dvije ponuđene, budući da referenca koju Pro/E automatski ponudi nije dobra. Ako se stisne samo **Accept**, bez prethodnog odabira **Next**, utor će se napraviti izvan vratila u praznom prostoru i neće biti vidljiv na modelu ili će Pro/E javiti grešku kod umetanja.



Slika 49: Izbor sljedeće reference

Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



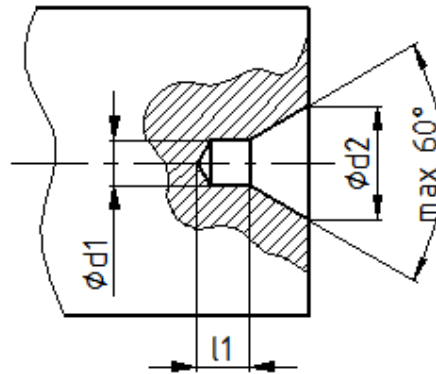
Slika 50: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

4.5. Središnji uvrți

Središnje uvrte opisuje norma DIN 332. Svi središnji uvrți nisu izrađeni unutar jednog UDF-a, nego su podijeljeni na četiri UDF-a ovisno o obliku (A, B, D, R).

4.5.1. Središnji uvrť oblika A

Izgled središnjeg uvrta oblika A po normi :



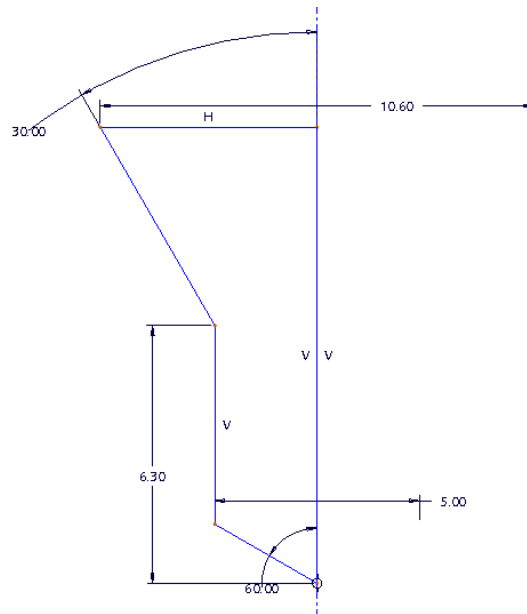
Slika 51: Izgled središnjeg uvrta oblika A

Dimenzije koje su određene normom:

- dimenzija $d1$;
- dimenzija $d2$;
- dimenzija $l1$ min;
- kut od maksimalno 60° ;

Središnji uvrť oblika A napravljen je pomoću samo jedne značajke - *Hole*. Za to rješenje Pro/E traži samo dvije reference, a to su površina na kojoj se nalazi utor i os vratila.

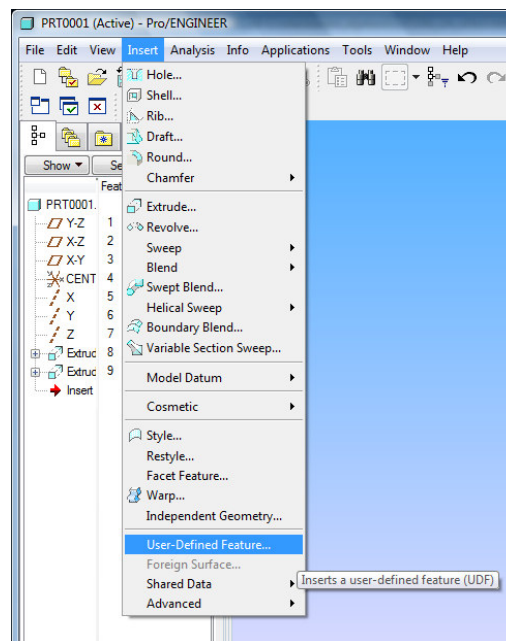
UDF je izrađen tako da je u značajki *Hole* odabrana opcija *Sketched*, te je u *Sketch*-u nacrtan oblik utora.



Slika 52: Izgled središnjeg uvrta oblika A u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF

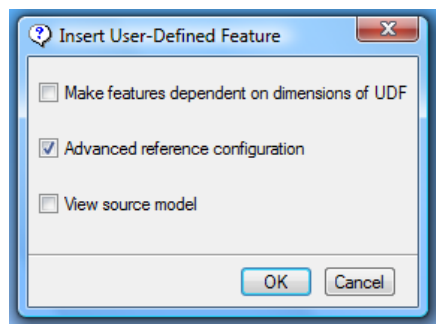
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora imati izmodeliran dio vratila na koji se postavlja uvert, a potrebno je uključiti i prikaz osi. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapa sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvan *standardni_dijelovi*.



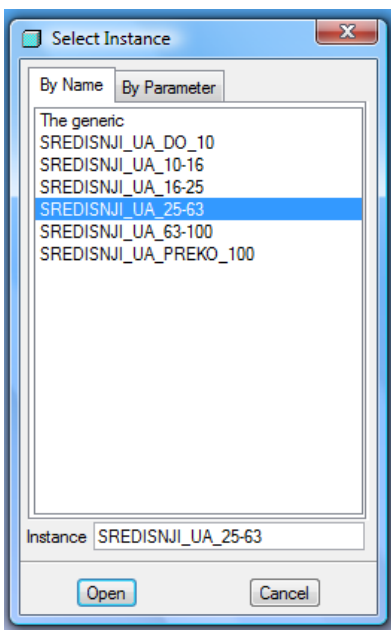
Slika 53: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na željene uvrte, isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



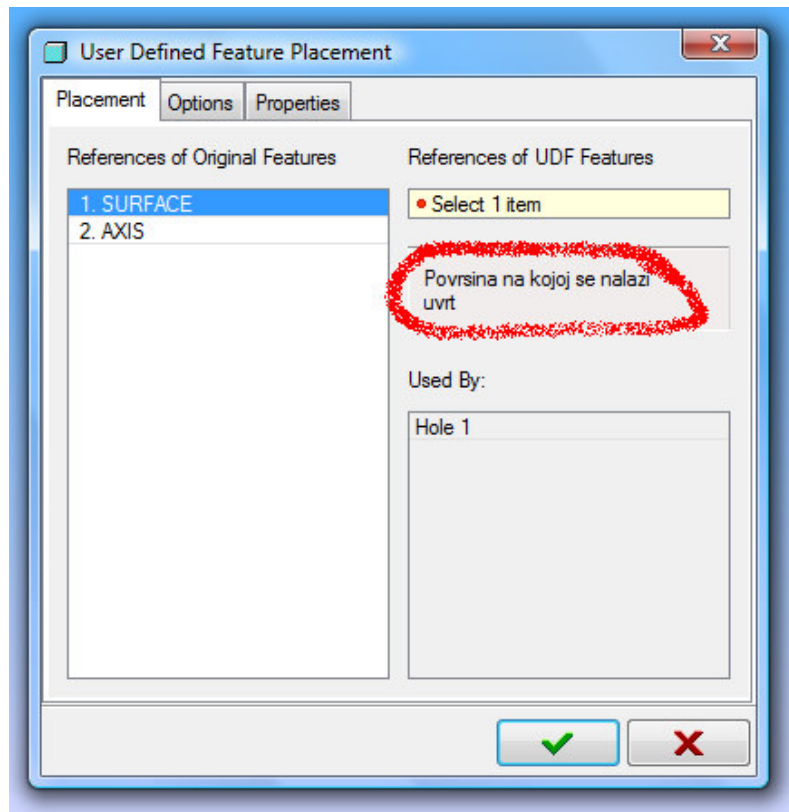
Slika 54: Insert UDF prozor i opcije

Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista uvrta sortiranih po promjeru vratila.



Slika 55: Odabir središnjeg uvrta A prema promjeru vratila

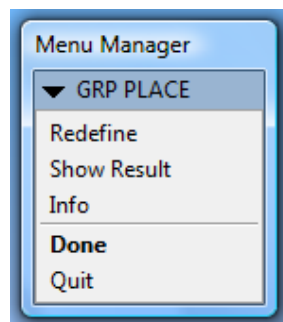
Iz liste odabere se promjer vratila, te se klikne na **Open**. Treba napomenuti da se zbog nemogućnosti korištenja ikakvih simbola osim crta u nazivu instanci, zadnji promjer isključuje. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



Slika 56: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati površinu vratila na kojoj se nalazi utor, a nakon odabira u dijaloškom okviru odabrati **2. AXIS**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je os vratila. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu.

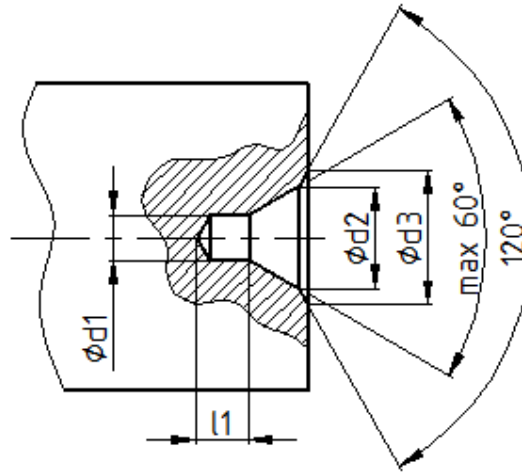
Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



Slika 57: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

4.5.2. Središnji uvert oblika B

Izgled središnjeg uvrta oblika B po normi :



Slika 58: Izgled središnjeg uvrta oblika B

Dimenzije koje su određene normom:

- dimenzija $d1$;
- dimenzija $d2$;
- dimenzija $d3$;
- dimenzija $l1$ min;
- unutrašnji kut od maksimalno 60° ;
- vanjski kut od 120° .

Središnji uvert oblika B napravljen je pomoću samo jedne značajke - *Hole*. Za to rješenje Pro/E traži samo dvije reference, a to su površina na kojoj se nalazi utor i os vratila.

UDF je izrađen tako da je u značajki *Hole* odabrana opcija *Sketched*, te je u *Sketch*-u nacrtan oblik utora.



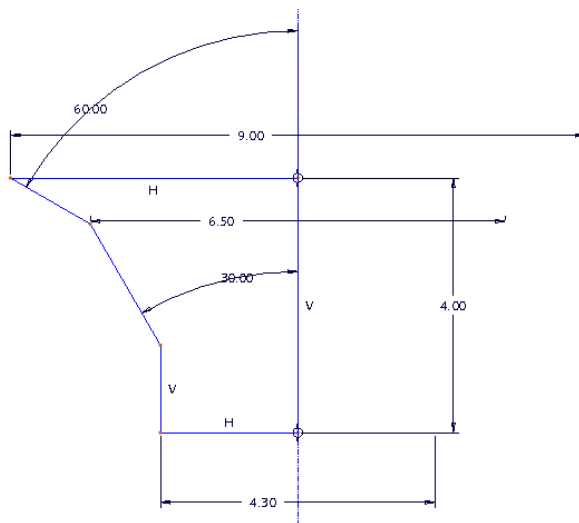
Dimenzije koje su određene normom:

- dimenzija $d1$;
- dimenzija $d2$;
- dimenzija $d3$;
- dimenzija $l1$;
- dimenzija $l2$;
- dimenzija $l3$;
- dimenzija c ;
- dimenzija navoja Md ;
- unutarnji kut od maksimalno 60° ;
- vanjski kut od 120° .

Dimenzije $l3$ i c u normi su dane kao približne dimenzije, te ih je nemoguće unijeti u model, odnosno *Sketch*, jer je tada predimenzioniran. Mjerenjem u Pro/E-u (**Analysis > Measure > Distance**) nakon ubacivanja bilo kojeg UDF-a iz ove tablice utvrđeno je da nakon ubacivanja UDF-a, te približne dimenzije iz norme odgovaraju dimenzijama na UDF-u.

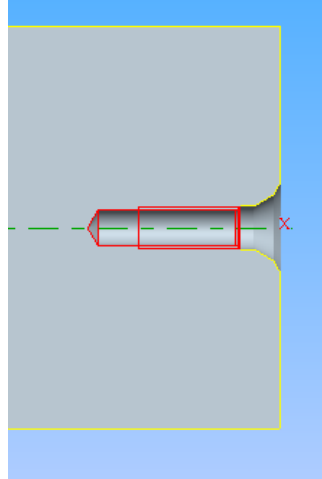
Središnji uvert oblika D napravljen je pomoću dvije *Hole* značajke. Za to rješenje Pro/E traži samo dvije reference, a to su površina na kojoj se nalazi uvert i os vratila.

UDF je izrađen tako da je u značajki *Hole* odabrana opcija *Sketched*, te je u *Sketch*-u nacrtan gornji oblik utora.



Slika 61: Izgled gornjeg dijela središnjeg uvrta oblika D u *Sketch*-u tijekom modeliranja za UDF

Nakon toga, na donju površinu utora postavljena je druga značajka *Hole*, ovaj puta pod opcijom *Standard hole*, te je napravljen preostali dio utora. Na mjestu dodira tih dviju značajki postavljene su relacije, odnosno izjednačene su vrijednosti dimenzija, kako bi UDF uvijek ispravno funkcionirao.

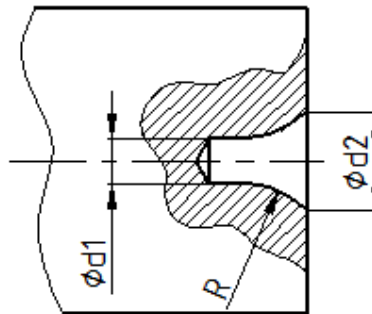


Slika 62: Izgled donjeg dijela središnjeg uvrta oblika D u presjeku tijekom modeliranja za UDF

Proces umetanja UDF-a od strane korisnika pogledati na stranici 42.

4.5.4. Središnji uvert oblika R

Izgled središnjeg uvrta oblika R po normi :



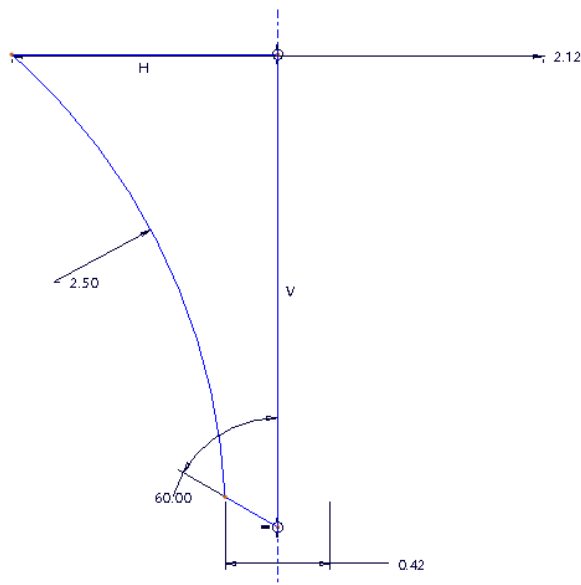
Slika 63: Izgled središnjeg uvrta oblika R

Dimenzije koje su određene normom:

- dimenzija $d1$;
- dimenzija $d2$;
- dimenzija R .

Središnji uvert oblika R napravljen je pomoću samo jedne značajke - *Hole*. Za to rješenje Pro/E traži samo dvije reference, a to su površina na kojoj se nalazi utor i os vratila.

UDF je izrađen tako da je u značajki *Hole* odabrana opcija *Sketched*, te je u *Sketch*-u nacrtan oblik utora.



Slika 64: Izgled središnjeg uvrta oblika R u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF

Proces umetanja UDF-a od strane korisnika pogledati na stranici 42.

4.6. Utori za O-brtve

Utori za O-brtve izrađeni su prema preporuci iz literature pod rednim brojem [7.]. Svi utori se ne nalaze unutar jednog UDF-a, nego su podijeljeni na četiri UDF-a ovisno o vrsti brtvljenja, te načinu djelovanja tlaka u sustavu. Unutar prvog UDF-a nalaze se utori za O-brtve za aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovinu. Pod drugim UDF-om se nalaze utori za O-brtve za aksijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu. U trećem i četvrtom UDF-u nalaze se utori za O-brtve za radijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu. Oni su međusobno razdvojeni u dva UDF-a ovisno o tome djeluje li tlak iznutra ili izvana, budući da se u tim slučajevima razlikuju referentne dimenzije u normi, kao što će se vidjeti u nastavku.

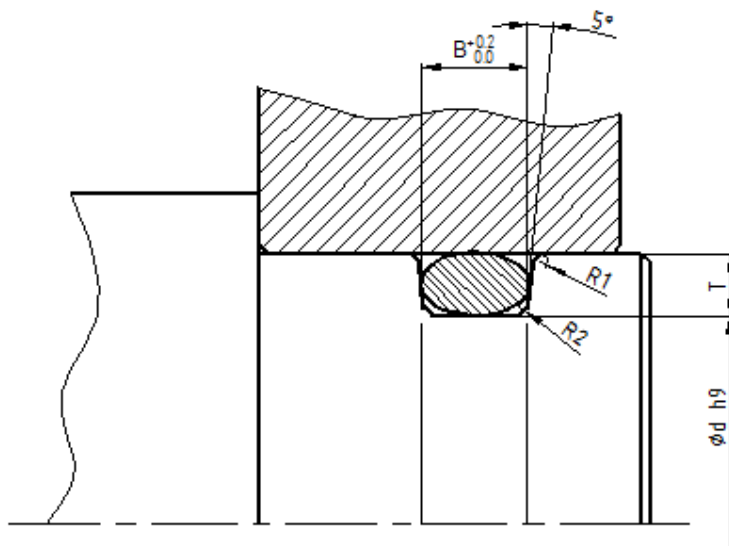
U literaturi prema kojoj su izrađeni utori za O-brtve za aksijalno brtvljenje, oni ovise jedino o površini presjeka brtve, a ne o unutarnjem ili vanjskom promjeru brtve,

on se čak u tablici s dimenzijama utora niti ne nalazi. U ustupljenoj literaturi nalazi se još tablica s utorima za O-brtve prema Švedskoj normi gdje te dimenzije postoje, no u dogovoru s mentorom odlučeno je da se utori naprave prema prvoj tablici. Zbog toga su korištene kasnije navedene značajke za izradu UDF-a za koje Pro/E traži četiri reference, što je najveći broj referenci za neki UDF u ovome radu. Jedan od razloga je taj i da korisnik ovisno o tipu brtve mora odabrati za referencu plašt vratila ili provrta kako bi se ostale dimenzije mogle prilagoditi.

S utorima za O-brtve za radijalno brtvljenje je potpuno suprotna situacija. Zbog njihovog položaja i drugih mogućnosti kod modeliranja, napravljeni su pomoću samo jedne značajke i traže samo dvije reference. Problem unutarnjeg ili vanjskog promjera brtve i ovdje se pojavljuje, ali zbog činjenice da se ovdje ne treba upotrijebiti kao referenca riješen na prihvatljiviji i učinkovitiji način za korisnika. Naime, korisnik prilikom umetanja pod varijabilnim dimenzijama upisuje unutarnji ili vanjski promjer utora, ovisno o tome koji se traži, odnosno koji je referentan s obzirom na djelovanje tlaka u sustavu.

4.6.1. Za aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovini

Izgled utora prema preporuci:



Slika 65: Izgled utora za O-brtve za aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovini

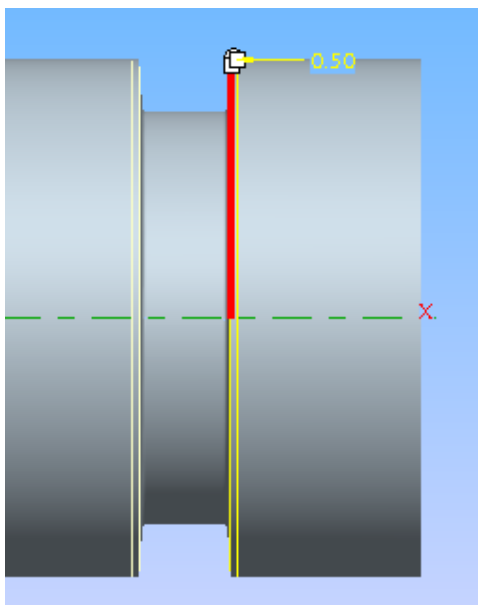
Dimenzije koje su određene:

- dimenzija d označava unutarnji promjer utora na vratilu ili osovini i nije definirana, definirano je samo da se izrađuje u tolerancijskom polju h9;

- dimenzija $R1$ je fiksna i iznosi 0,2 mm;
- dimenzija $R2$ je fiksna i iznosi 0,5 mm;
- dimenzija B označava širinu utora i tolerirana je kao što je prikazano na slici;
- dimenzija T označava dubinu utora;
- nagib od maksimalno 5° .

Utor za O-brtve za aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovini napravljen je kao kombinacija tri značajke - *Revolve*-a i dva *Round*-a. Za to rješenje Pro/E traži četiri reference.

UDF je izrađen tako da je na nekoj početnoj udaljenosti od čelone površine vratila nacrtan oblik utora koji je povezan s plaštom vratila pomoću referenci u *Sketch*-u koji se nalazi unutar *Revolve* značajke. Nakon toga, na model su dodatno postavljena zaobljenja prema preporuci. Sve tolerancije su postavljene na potrebnim kotama.

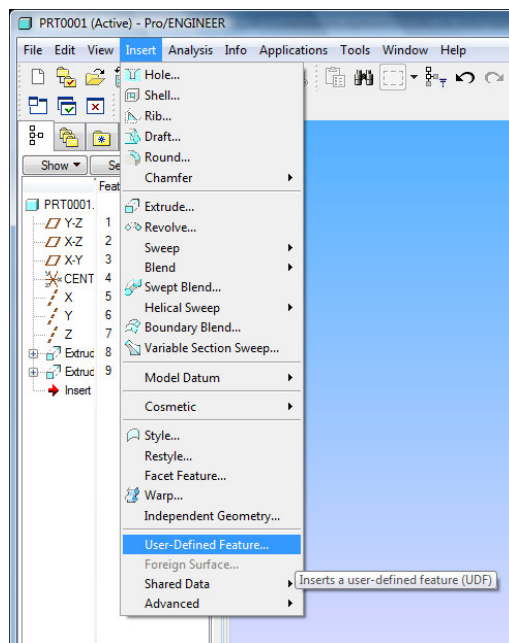


Slika 66: Izgled utora za O-brtve za aksijalno brtvljenje na vratilu ili osovini tijekom modeliranja za UDF

U slučaju da korisnik ne želi imati utor sa nagibima i zaobljenjima prema preporuci, nego želi imati pravokutni utor treba jednostavno editirati *Sketch* nakon umetanja i/ili izbrisati zaobljenja, no ovaj UDF izrađen je upravo radi izgleda utora po preporuci.

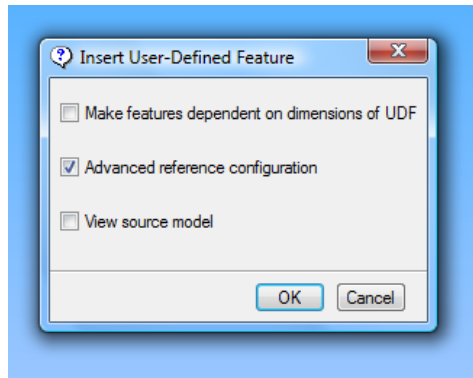
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora imati izmodelirano vratilo na koje se postavlja utor. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapa sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvan *standardni_dijelovi*.



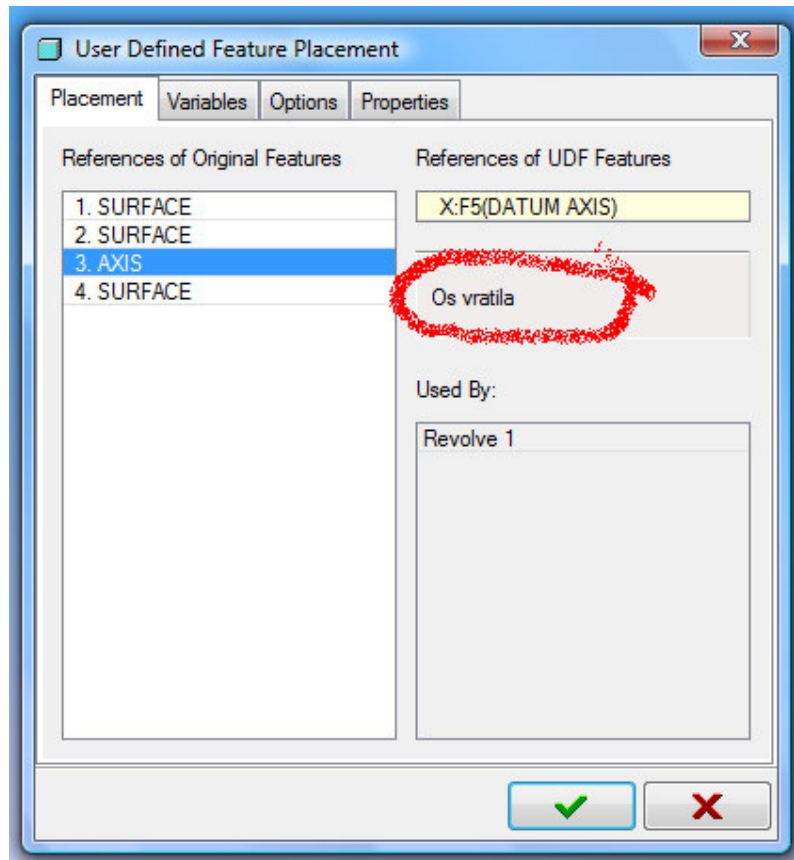
Slika 67: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na željene uture, isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



Slika 68: Insert UDF prozor i opcije

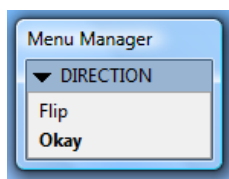
Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista utora sortiranih po promjeru presjeka brtve. Iz te liste odabere se promjer presjeka brtve koja se stavlja na vratilo, te klikne na **Open**. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



Slika 69: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci

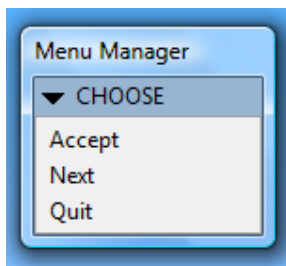
Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati ravninu u kojoj se nalazi os vratila, a nakon toga u dijaloškom okviru odabrati **2. SURFACE**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je čeona površina vratila, te je

potrebno kliknuti na nju da bismo je odabrali. Nakon toga odabere se **3. AXIS**, te se zatim klikne os vratila. Zatim odabiremo **4. SURFACE**, te označimo zadnju referencu, a to je vanjska zaobljena površina vratila, odnosno plašt. U istom tom prozoru (*UDF Placement*) potrebno je kliknuti na *Variables*, te pod opcijom *Value* unijeti traženu dimenziju, u ovom slučaju udaljenost od čeonice površine vratila do početka utora. Ova dimenzija nije određena normom. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu. Nakon toga otvara se još jedan prozor, gdje je samo potrebno kliknuti na **Okay** za potvrdu orijentacije.



Slika 70: Potvrda orijentacije

Onda se pojavljuje prozor u kojem je potrebno odabrati **Next**, a nakon toga u istom prozoru stisnuti **Accept**. Ovim postupkom odabiremo sljedeću referencu između dvije ponuđene, budući da referenca koju Pro/E automatski ponudi nije dobra. Ako se stisne samo **Accept**, bez prethodnog odabira **Next**, utor će se napraviti izvan vratila u praznom prostoru i neće biti vidljiv na modelu ili će Pro/E javiti grešku kod umetanja.



Slika 71: Izbor sljedeće reference

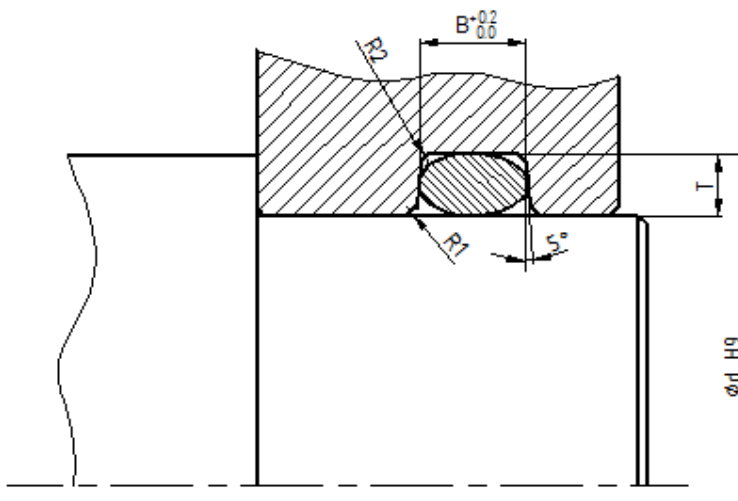
Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



Slika 72 Potvrda za kraj umetanja UDF-a

4.6.2. Za aksijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu

Izgled utora prema preporuci:



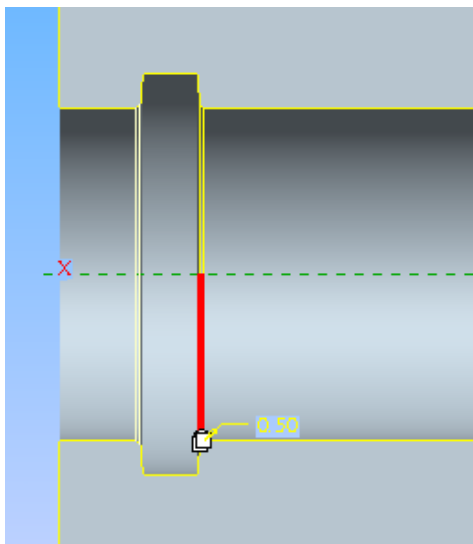
Slika 73: Izgled utora za O-brtve za aksijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu

Dimenzije koje su određene:

- dimenzija d označava unutarnji promjer utora na kućištu ili poklopcu i nije definirana, definirano je samo da se izrađuje u tolerancijskom polju H9;
- dimenzija $R1$ je fiksna i iznosi 0,2 mm;
- dimenzija $R2$ je fiksna i iznosi 0,5 mm;
- dimenzija B označava širinu utora i tolerirana je kao što je prikazano na slici;
- dimenzija T označava dubinu utora;
- nagib od maksimalno 5°;

Utor za O-brtve za aksijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu napravljen je kao kombinacija tri značajke - *Revolve* i dva *Round*-a. Za to rješenje Pro/E traži četiri reference.

UDF je izrađen tako da je na nekoj početnoj udaljenosti od vanjske površine provrta gdje dolazi utor nacrtan oblik utora koji je povezan s plaštom provrta pomoću referenci u *Sketch*-u koji se nalazi unutar *Revolve* značajke. Nakon toga, na model su dodatno postavljena zaobljenja prema preporuci. Sve tolerancije su postavljene na potrebnim kotama.

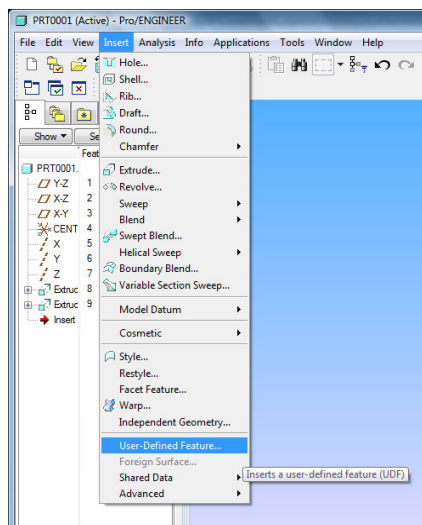


Slika 74: Izgled utora za utor za O-brtve za aksijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu u presijeku tijekom modeliranja za UDF

U slučaju da korisnik ne želi imati utor sa nagibima i zaobljenjima prema preporuci, nego želi imati pravokutni utor, treba jednostavno editirati *Sketch* nakon umetanja i/ili izbrisati zaobljenja i nagibe, no ovaj UDF izrađen je upravo zbog izgleda utora po preporuci.

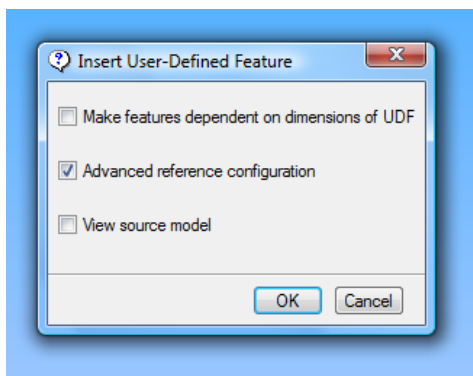
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora imati izmodeliran provrt u kućištu u koji se postavlja utor. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapa sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvan *standardni_dijelovi*.



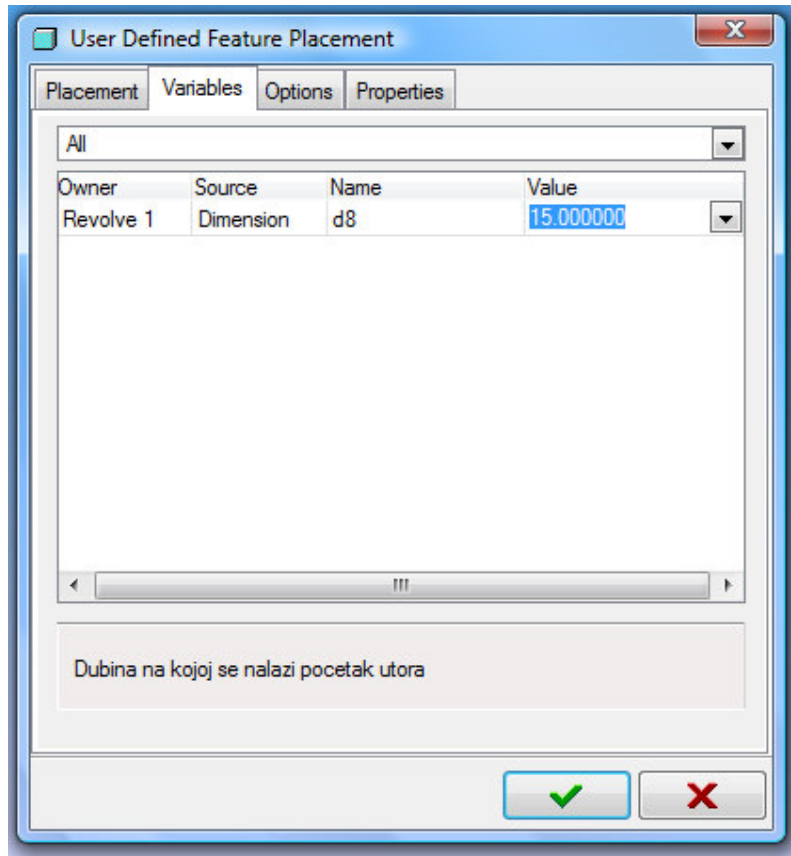
Slika 75: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na željene utore, isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



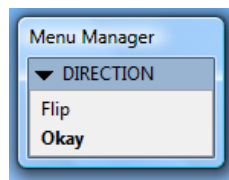
Slika 76: Insert UDF prozor i opcije

Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista utora sortiranih po promjeru presjeka brtve. Iz te liste odabere se promjer presjeka brtve koja se stavlja na kućište, te klikne na **Open**. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



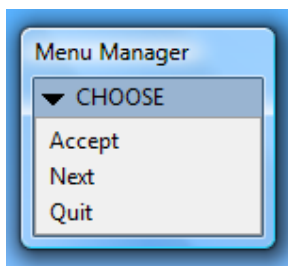
Slika 77: UDF Placement prozor, opcije i izbor varijabli

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati ravninu u kojoj se nalazi os provrta, a nakon toga u dijaloškom okviru odabrati **2. SURFACE**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je površina na kojoj je izrađen provrt, te je potrebno kliknuti na nju da bismo je odabrali. Nakon toga odabere se **3. AXIS**, te se zatim klikne os provrta. Zatim odabiremo **4. SURFACE**, te označimo zadnju referencu, a to je unutarnja zaobljena površina provrta, odnosno plašt. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu. U istom tom prozoru (*UDF Placement*) potrebno je kliknuti na *Variables*, te pod opcijom *Value* unijeti traženu dimenziju, u ovom slučaju dubina na kojoj se nalazi početak utora. Ova dimenzija nije određena normom. Nakon toga otvara se još jedan prozor, gdje je samo potrebno kliknuti na **Okay**.



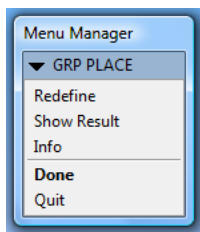
Slika 78: Potvrda orijentacije

Onda se pojavljuje prozor u kojem je potrebno odabrati **Next**, a nakon toga u istom prozoru stisnuti **Accept**. Tako odabiremo sljedeću referencu između dvije ponuđene, budući da prva ponuđena nije dobra. Ako se stisne samo **Accept**, bez prethodnog odabira **Next**, utor će se napraviti izvan vratila u praznom prostoru i neće biti vidljiv na modelu ili će Pro/E javiti grešku kod umetanja.



Slika 79: Izbor sljedeće reference

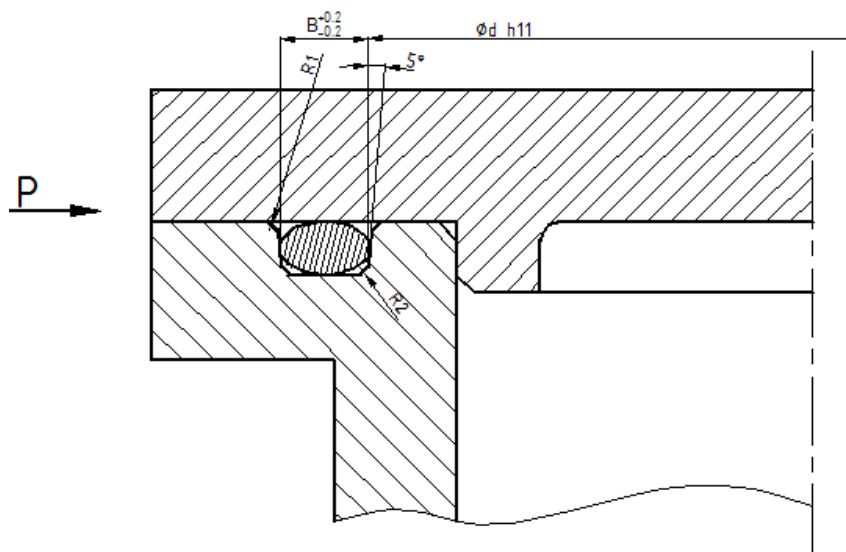
Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



Slika 80: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

4.6.3. Za radijalno brtvljenje s tlakom izvana

Izgled utora prema preporuci:



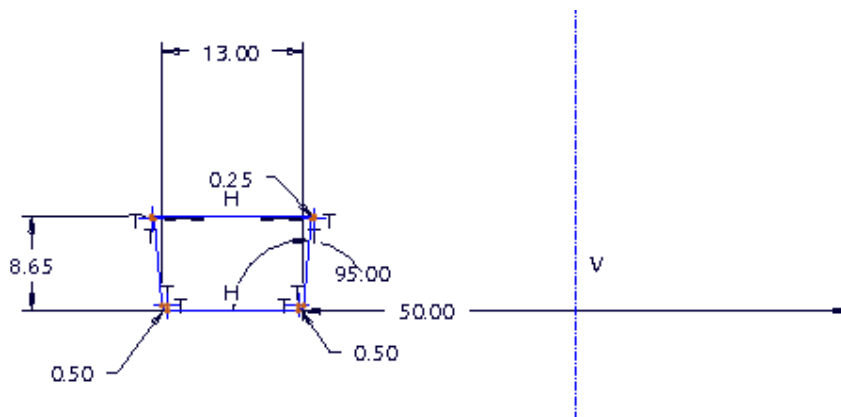
Slika 81: Izgled utora za O-brtve za radijalno brtvljenje s tlakom izvana

Dimenzije koje su određene:

- dimenzija d označava unutarnji promjer utora i izrađuje se u tolerancijskom polju h11;
- dimenzija $R1$ je fiksna i iznosi 0,2 mm;
- dimenzija $R2$ je fiksna i iznosi 0,5 mm;
- dimenzija B označava širinu utora i tolerirana je kao što je prikazano na slici;
- dimenzija T označava dubinu utora i tolerirana je ovisno o promjeru presjeka brtve;
- nagib od maksimalno 5° .

Utor za O-brtve za radialno brtvljenje s tlakom izvana napravljen je pomoću samo jedne značajke - *Hole*. Za to rješenje Pro/E traži samo dvije reference, a to su površina na kojoj se nalazi utor i os oko koje je izrađen.

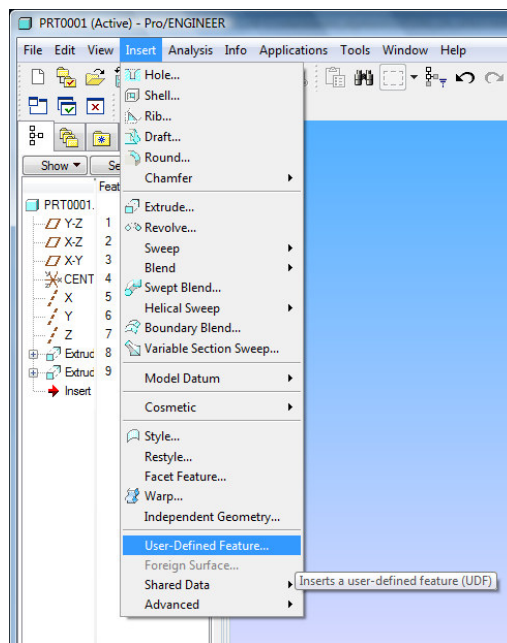
UDF je izrađen tako da je u značajki *Hole* odabrana opcija *Sketched*, te je u *Sketch*-u nacrtan oblik utora.



Slika 82: Izgled utora za O-brtve za radialno brtvljenje na kućištu ili poklopcu u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF

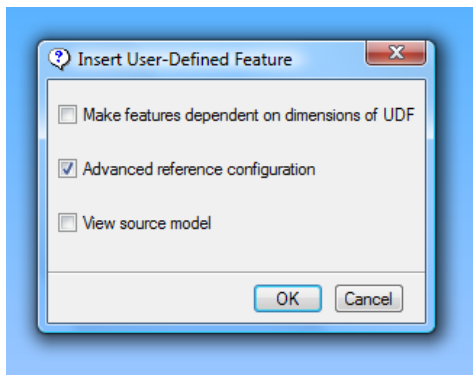
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora imati izmodeliran dio vratila na koji se postavlja uvert, a potrebno je uključiti i prikaz osi. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapa sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvan *standardni_dijelovi*.



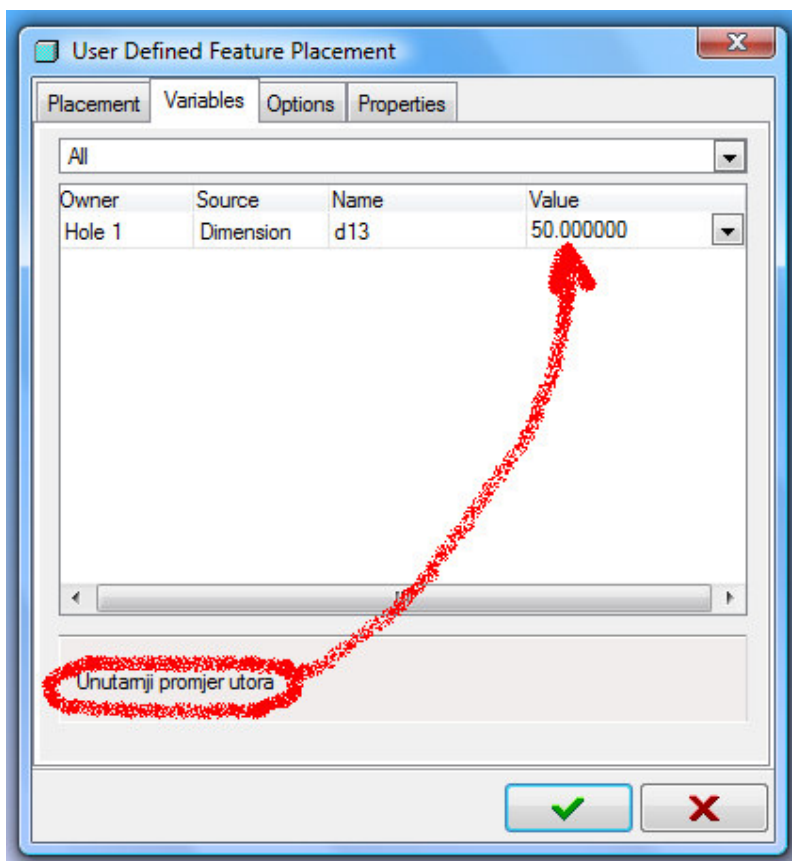
Slika 83: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na željene utore, isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



Slika 84: Insert UDF prozor i opcije

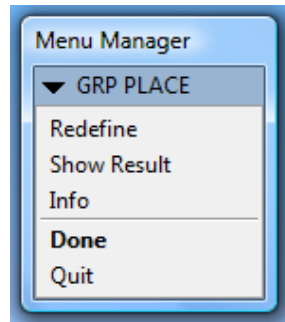
Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista utora sortiranih po promjeru presjeka brtve. Treba napomenuti da zbog nemogućnosti korištenja točki ili zareza u nazivu instanci korišten je znak "-". Primjerice, broj 3-53 u instanci označava promjer presjeka brtve iznosa 3,53 mm. Iz te liste odabere se tražena brtva, te se klikne na **Open**. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



Slika 85: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati površinu na kojoj se nalazi utor, a nakon odabira u dijaloškom okviru odabrati **2. AXIS**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je os oko koje se nalazi utor. U istom tom prozoru (*UDF Placement*) potrebno je kliknuti na *Variables*, te pod opcijom *Value* unijeti traženu dimenziju, u ovom slučaju unutarnji promjer utora. Ova dimenzija nije određena normom. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu.

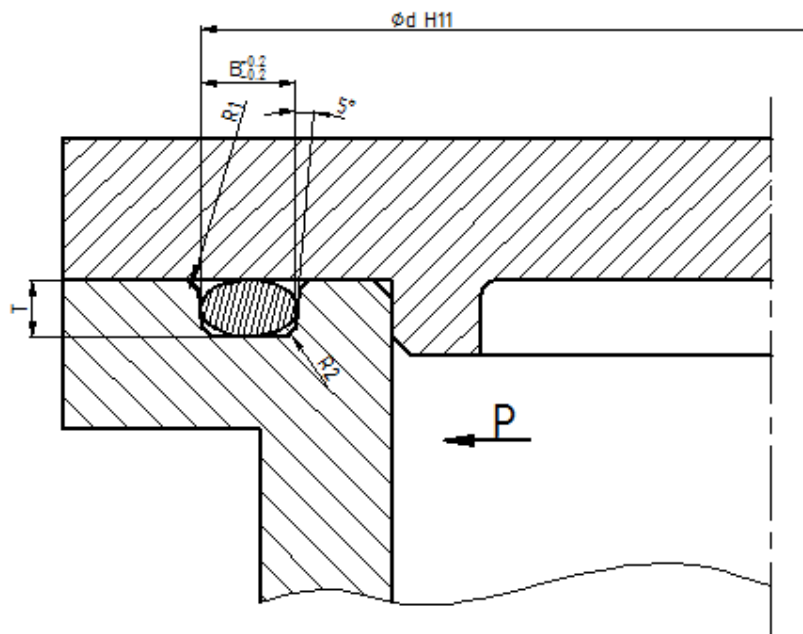
Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



Slika 86: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

4.6.4. Za radijalno brtvljenje s tlakom iznutra

Izgled utora prema preporuci:



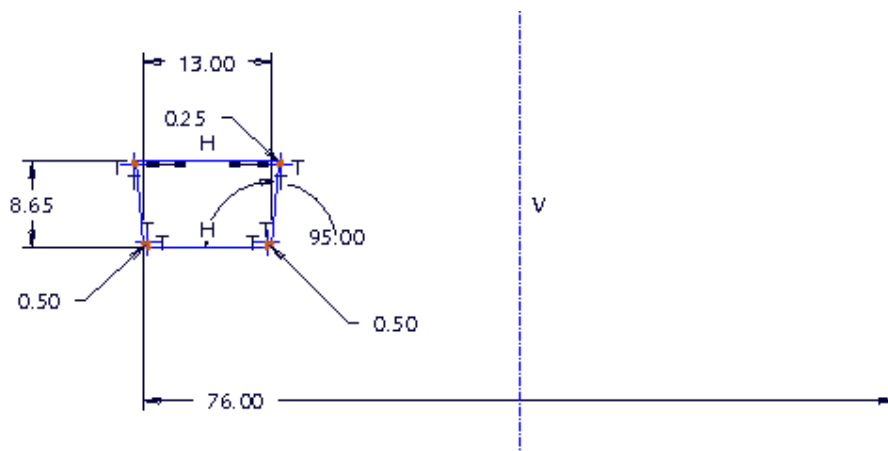
Slika 87: Izgled utora za O-brtve za radijalno brtvljenje s tlakom iznutra

Dimenzije koje su određene:

- dimenzija d označava vanjski promjer utora i izrađuje se u tolerancijskom polju H11;
- dimenzija $R1$ je fiksna i iznosi 0,2 mm;
- dimenzija $R2$ je fiksna i iznosi 0,5 mm;
- dimenzija B označava širinu utora i tolerirana je kao što je prikazano na slici;
- dimenzija T označava dubinu utora i tolerirana je ovisno o promjeru presjeka brtve;
- nagib od maksimalno 5°.

Utor za O-brtve za radijalno brtvljenje s tlakom iznutra napravljen je pomoću samo jedne značajke - *Hole*. Za to rješenje Pro/E traži samo dvije reference, a to su površina na kojoj se nalazi utor i os oko koje je izrađen.

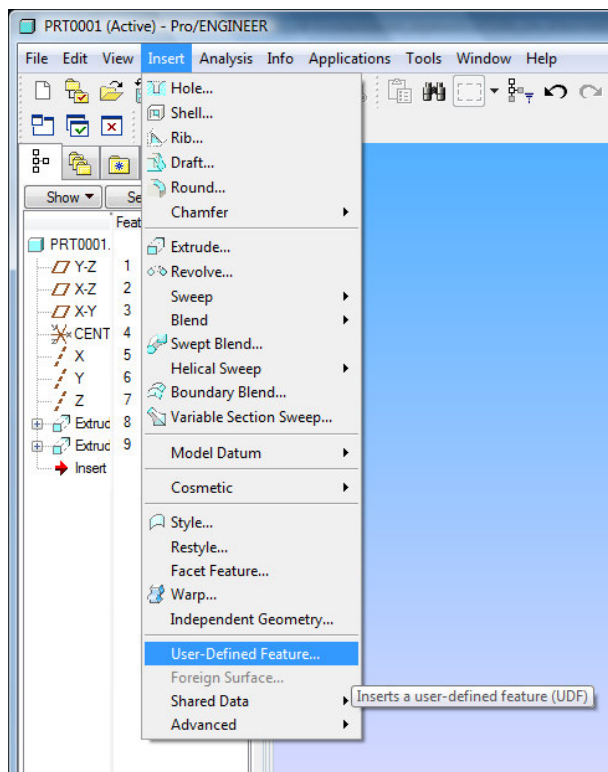
UDF je izrađen tako da je u značajki *Hole* odabrana opcija *Sketched*, te je u *Sketch*-u nacrtan oblik utora.



Slika 88: Izgled utora za O-brtve za radijalno brtvljenje na kućištu ili poklopcu s tlakom iznutra u *Sketch*-u tijekom modeliranja za UDF

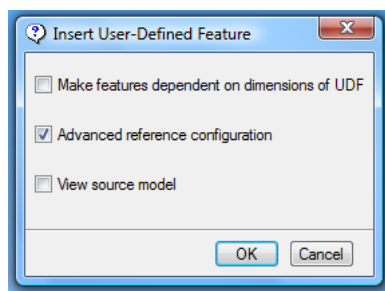
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora imati izmodeliran dio vratila na koji se postavlja uvert, a potrebno je uključiti i prikaz osi. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapa sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvan *standardni_dijelovi*.



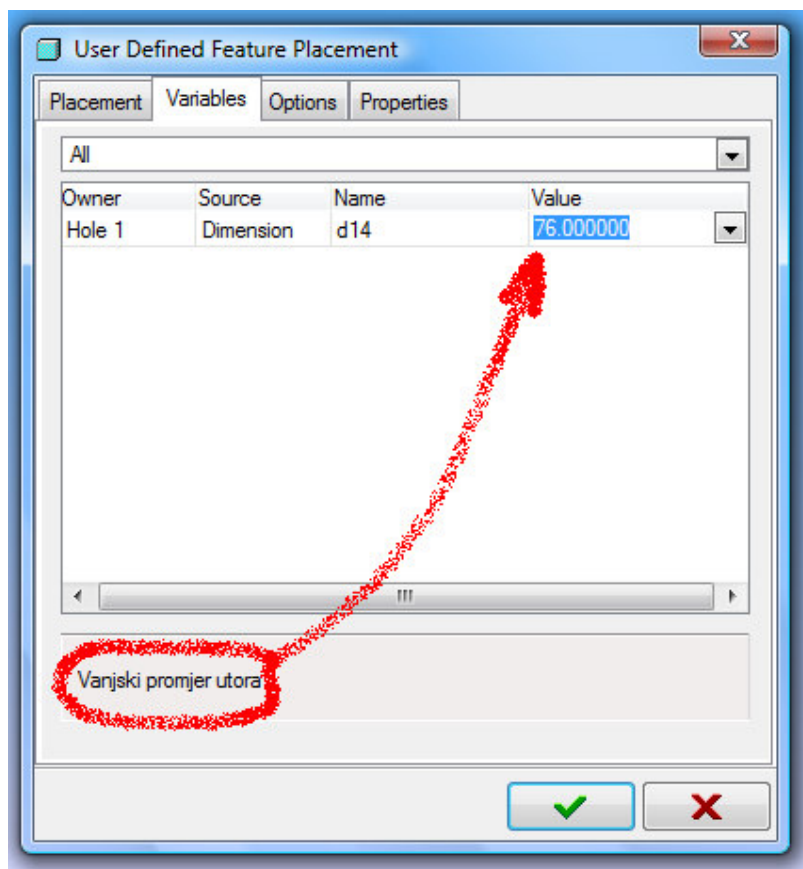
Slika 89: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na željene utore, isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



Slika 90: Insert UDF prozor i opcije

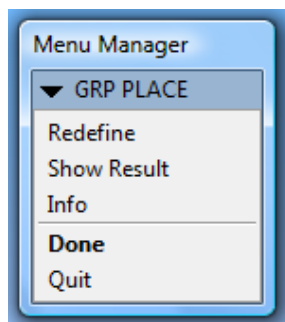
Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista utora sortiranih po promjeru presjeka brtve. Treba napomenuti da zbog nemogućnosti korištenja točki ili zareza u nazivu instanci korišten je znak "-". Primjerice, broj 3-53 u instanci označava promjer presjeka brtve iznosa 3,53 mm. Iz te liste odabere se željena brtva, te se klikne na **Open**. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



Slika 91: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati površinu na kojoj se nalazi utor, a nakon odabira u dijaloškom okviru odabrati **2. AXIS**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je os oko koje se nalazi utor. U istom tom prozoru (*UDF Placement*) potrebno je kliknuti na *Variables*, te pod opcijom *Value* unijeti traženu dimenziju, u ovom slučaju vanjski promjer utora. Ova dimenzija nije određena normom. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu.

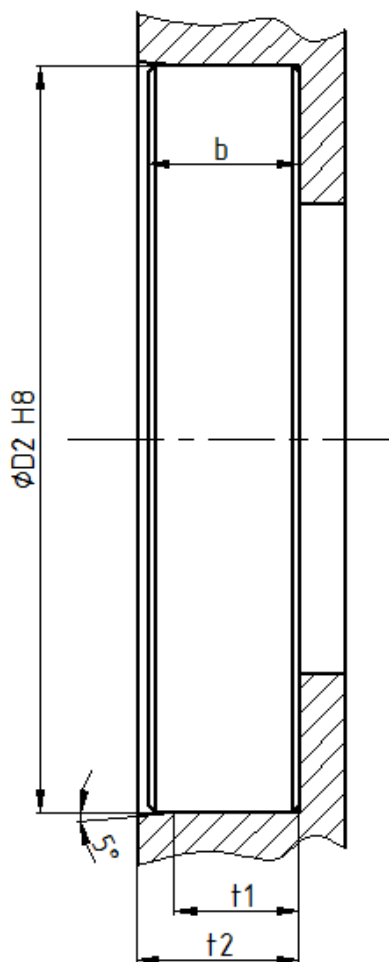
Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



Slika 92: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

4.7. Utori za Siemering brtve

Uture za Siemering brtve opisuje norma DIN 3760. Izgled utora prema normi :



Slika 93: Izgled utora za Siemering brtve

Dimenzije koje su određene normom:

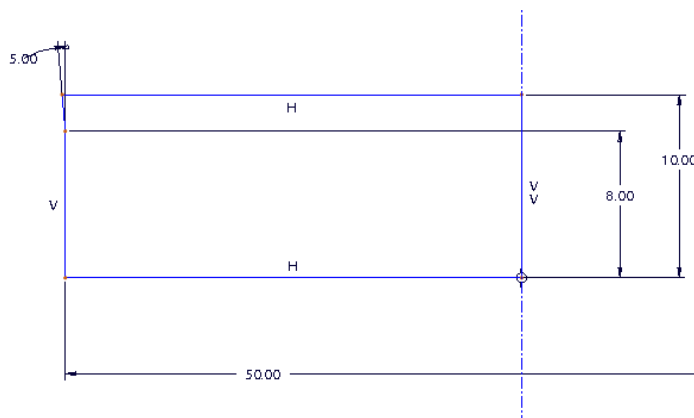
- dimenzija $t1$ označava udaljenost od kraja skošenja do kraja utora;
- dimenzija $t2$ označava ukupnu dubinu utora;
- dimenzija $D2$ označava vanjski promjer utora i izrađuje se u tolerancijskom polju H8;
- kut od 5° do 10° .

Dimenzija kuta od 5° do 10° ograničena je u relacijama, tako da korisnik ne može izabrati kut manji od 5° i kut veći od 10° .

Dimenzija $t1$ i $t2$ u normi su dane kao izraz $t1 \geq 0,85b$, odnosno $t2 \geq b+0,3$. Ova činjenica da dimenzije utora ovise isključivo o dimenzijama brtve predstavljala je veliki problem, budući da se postavlja pitanje kako povezati navedene dimenzije s dijelom, odnosno brtvom, koju nemamo izmodeliranu i koja nije dio samog modela. Zato je u dogovoru s mentorom odlučeno da se dimenzije povežu s brtvama proizvođača SKF. Dimenzije $t1$ i $t2$ su izračunate na svoju minimalnu vrijednost, te kao takve unesene su u *Family Table*. U slučaju da korisnik želi imati veću dimenziju od unesenih ili neku zaokruženu vrijednost dimenzije, nakon umetanja UDF-a mora ručno unijeti svoje dimenzije desnim klikom na značajku **> Edit definition > Sketcher**, te u *Sketch*-u upisati svoje dimenzije.

Utor za Siemering brtve napravljen je pomoću samo jedne značajke - *Hole*. Za to rješenje Pro/E traži samo dvije reference, a to su površina na kojoj se nalazi utor i os provrta oko kojeg se nalazi utor.

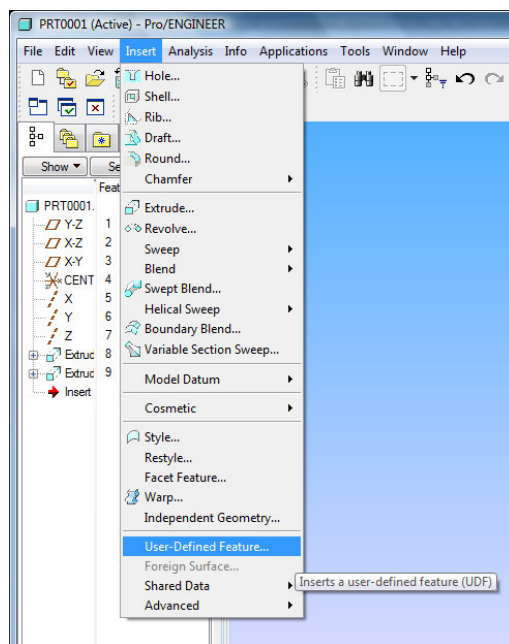
UDF je izrađen tako da je u značajki *Hole* odabrana opcija *Sketched*, te je u *Sketch*-u nacrtan oblik utora.



Slika 94: Izgled utora za Siemering brtve u Sketch-u tijekom modeliranja za UDF

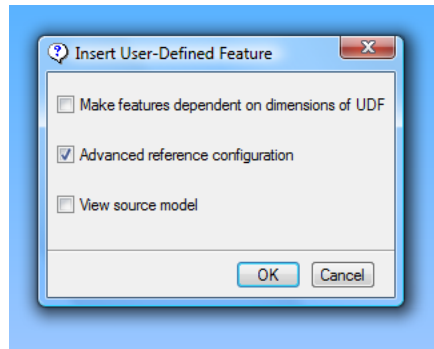
Proces umetanja UDF-a od strane korisnika:

Korisnik mora imati izmodeliran dio na koji se postavlja utor, te provrt. Poželjno je uključiti i prikaz osi. Umetanje započinje klikom na **Insert > User Defined Feature...**, nakon čega treba odabrati mapa sa standardnim dijelovima, u ovom primjeru nazvan *standardni_dijelovi*.



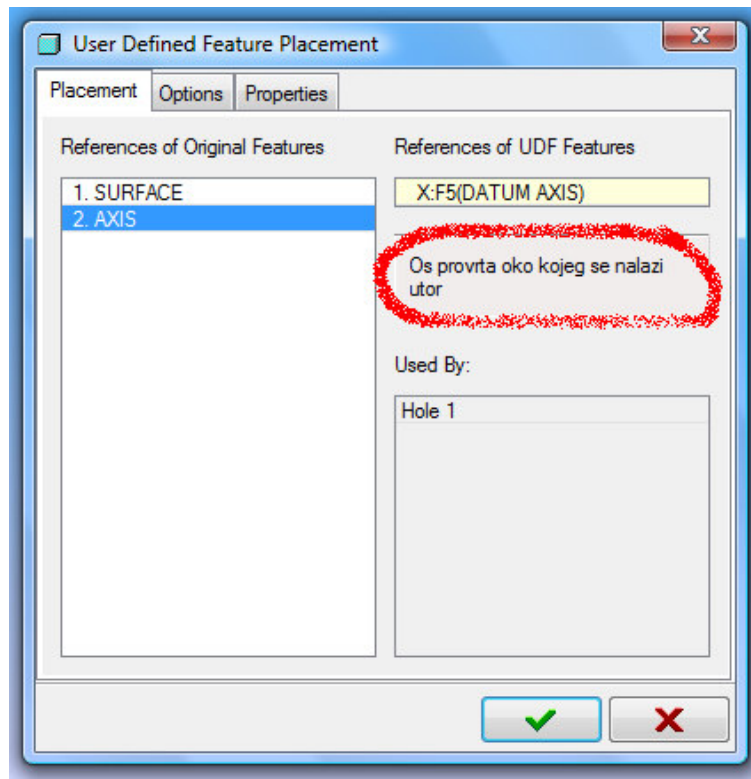
Slika 95: Prvi korak kod ubacivanja UDF-a u model

Mapa sa standardnim dijelovima se automatski otvara ako je ona ujedno i radna, što je rijetkost, ili ako je navedena pod opcijom *pro_group_dir* u konfiguracijskoj datoteci. Drugi korak je da se u mapi sa standardnim dijelovima klikom na željene utore, isti odaberu, te se zatim klikne na **Open**. Tada se otvara novi prozor u kojem je automatski odabrana druga opcija i tako treba ostaviti jer ona omogućuje odabir prije definiranih referenci za grupu značajki. U slučaju da se isključi, korisnik će morati ponovno definirati reference, i to za svaku značajku posebno. Ako korisnik želi, pored druge, može odabrati još i treću opciju, što je preporučljivo za početak dok se ne stekne "osjećaj" za umetanje određenog dijela. Ta treća opcija (**View source model**) omogućuje da se prikaže izvorni model s označenim referencama koje treba odabrati na dijelu koji modeliramo.



Slika 96: Insert UDF prozor i opcije

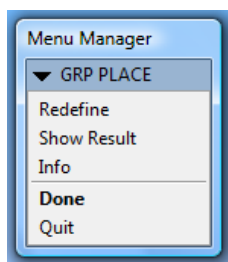
Nakon klika na **OK**, otvara se prozor *Select instance* sa listom svih UDF-ova iz odabranog standarda, u ovom slučaju lista utora sortiranih po promjeru vratila, obilježenom vanjskom dimenzijom provrta i širinom brtve. Iz te liste odabere se željena brtva, te se klikne na **Open**. Zatim se otvara *User Defined Feature Placement* okvir.



Slika 97: UDF Placement prozor, opcije i izbor referenci

Potrebno je slijediti upute u tom okviru. Prvo je potrebno odabrati površinu na kojoj se nalazi utor, a nakon odabira u dijaloškom okviru odabrati **2. AXIS**, te sa strane pročitati što se traži. U drugom koraku to je os provrta. Odabir se na kraju potvrđuje klikom na zelenu kvačicu.

Zatim otvara se još jedan prozor gdje je također potrebno samo potvrditi, u ovom slučaju klikom na **Done**. Ovime je završen proces umetanja ovog UDF-a.



Slika 98: Potvrda za kraj umetanja UDF-a

5. ZAKLJUČAK

Tijekom dosadašnjeg studija i izrade rada uvidio sam da ovaj i slični radovi mogu biti vrlo univerzalni i iznimno korisni i imati velike mogućnosti praktične primjene gdje god se koristi program Pro/E. Osim toga, ovakve baze podataka štede konstruktoru vrijeme prilikom konstruiranja, a još veća prednost je da korisnik ne treba imati norme i ne treba tražiti po normama izgled, dimenzije, tolerancije itd., budući da se sve nalazi unutar biblioteke standardnih dijelova i oblika.

Neke stvari u ovom radu su se mogle napraviti i na drugačiji način, no često sam se dvoumio i savjetovao se s par kolega i mentorima kako bih što objektivnije odlučio s njihove (i moje) strane korisnika, koje je rješenje bolje. Tako se na prvi pogled može činiti da je rješenje komplicirano, no, krajnje mišljenje je ipak da je dobro za snalaženje korisnika i zbog preglednosti. Tu kao primjer mogu navesti utoke za klinove i pera. Prva opcija je bila staviti sve utoke za klinove i pera u jedan UDF i kada korisnik postavlja UDF na model, otvara mu se velika tablica sa svim utorima za sve vrste klinova i pera (visoka pera i klinovi, niska pera, te plosnati klinovi). Drugo rješenje, koje je uzeto kao i krajnje rješenje u ovom radu, bilo je već na početku razvrstati i odvojiti u tri skupine - visoka pera i klinovi, niska pera, plosnati klinovi. U ovom slučaju kada korisnik postavlja UDF na model otvara mu se samo tablica koju je zatražio, primjerice utori za visoka pera.

Osim mogućnosti proširivanja rada sa brojnim ostalim skupinama standardnih dijelova, postoji veliki potencijal i za podizanje na neki "viši nivo", kao što je primjerice automatsko umetanje uskočnika u sklopu na mjesto utora, što bi se moglo izvesti programiranjem u Pro/PROGRAM-u koji se nalazi unutar Pro/E-a.

6. LITERATURA

- [1.] Help Center, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0
- [2.] Kraut B., "Strojarski priručnik", Tehnička knjiga, Zagreb, 1988.
- [3.] Horvat Z., "Vratilo (proračun)", FSB, Zagreb
- [4.] <http://www.springmasters.com/sp/standard-external-circlips.html>
- [5.] <http://www.springmasters.com/sp/standard-internal-circlips.html>
- [6.] "Središna gnezda", Jugoslovenski zavod za standardizaciju, 1969.
- [7.] Rejec E., "Zaptivke i savremeni zaptivni sistemi u hidraulici i pneumatici", Zavod SR Slovenije za produktivnost dela, Beograd, 1985.
- [8.] "Osovinska brtvila", Prvomajska, Zagreb, 1967.
- [9.] [http://www.skf.com/skf/productcatalogue/jsp/viewers/productTableViewer.jsp?
&link2=4_1_1&lang=en&windowName=tabWindow&maincatalogue=
1&tableName=4_1&presentationType=3&startnum=1](http://www.skf.com/skf/productcatalogue/jsp/viewers/productTableViewer.jsp?&link2=4_1_1&lang=en&windowName=tabWindow&maincatalogue=1&tableName=4_1&presentationType=3&startnum=1)
- [10.] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_DIN_standards