

PARAMETRIC MODELING IN SOFTWARE PACKAGE CATIA V5

PARAMETARSKO MODELIRANJE U PROGRAMSKOM PAKETU CATIA V5

SIMUNIC, Ivan; SIMUNIC, Nikola & FUDURIC, Ana

Abstract: *This paper describes the process of a parametric design of gear in the software package CatiaV5. Some basic definitions and characteristics of parametric design have been explained when modeling construction elements. The main advantages and disadvantages of this procedure are described for use in practice. Benefits of parametric design unlike the classical method reflect in the shortening of manufacturing time and increasing competitiveness on the market. Paper describes a practical example of creating parametrical model of one gear with a detailed description of the procedures. The results obtained are presented in conclusion as well as recommendations for practical usage.*

Key words: *parametric modeling, CAD, gear*

Sažetak: *U radu je opisan postupak parametarskog konstruiranja zupčanika u programskom paketu CatiaV5. Iznesene su osnovne definicije i značajke parametarskog modeliranja pri konstruiranju elemenata konstrukcija. Opisane su glavne prednosti i nedostaci ovog postupka pri uporabi u praksi. Prednosti parametarskog konstruiranja u odnosu na klasični postupak očituju se kroz skraćenje vremena za izradu i povećanja konkurentnosti na tržištu. Dan je praktičan primjer izrade parametarskog modela jednog zupčanika s detaljnim opisom postupka rada. U zaključku su izneseni rezultati dobiveni u radu kao i preporuke za praksu.*

Ključne riječi: *parametarsko modeliranje, CAD, zupčanik*



Authors' data: Ivan, Šimunić, student, Veleučilište u Karlovcu, ivan.sima.hans@gmail.com, Nikola, Šimunić, mag. ing. mech., Veleučilište u Karlovcu, Ivana Meštrovića 10, nsimunic@vuka.hr, Ana, Fudurić, bacc. ing. mech., Veleučilište u Karlovcu, Ulica Ivana Meštrovića 10, fuduric.ana@vuka.hr

1. Uvod

CAD modeli nazivaju se parametarskim, ako je njihova geometrija, odnosno oblik potpuno ili djelomično opisana pomoću parametara. Parametri međusobno mogu biti povezani određenim relacijama (ograničenjima), koje se manifestiraju kao matematički formulirani izrazi između značajki u procesu konstruiranja (modeliranja). Relacije između objekata mogu biti geometrijske, logičke i funkcionalne.

Pojavom velikog broja familijarnih proizvoda i varijantnih proizvoda konstruiranih po narudžbi kupaca javlja se potreba bržeg procesa konstruiranja. Primjenom parametarskog modeliranja unutar komercijalnih 3D alata poput CATIA-e može se postići napredak u dimenzijskoj fleksibilnosti modeliranog dijela. Prednost parametrizacije očituje se bržim odgovorom na potrebe kupca i manjom cijenom gotovog proizvoda.

Nedostatak parametarskog modeliranja je veća količina utrošenog vremena i truda u procesu modeliranja, ali treba naglasiti da je krajnji rezultat daleko više isplativiji. [2,4]

2. Općenito o zupčanicima

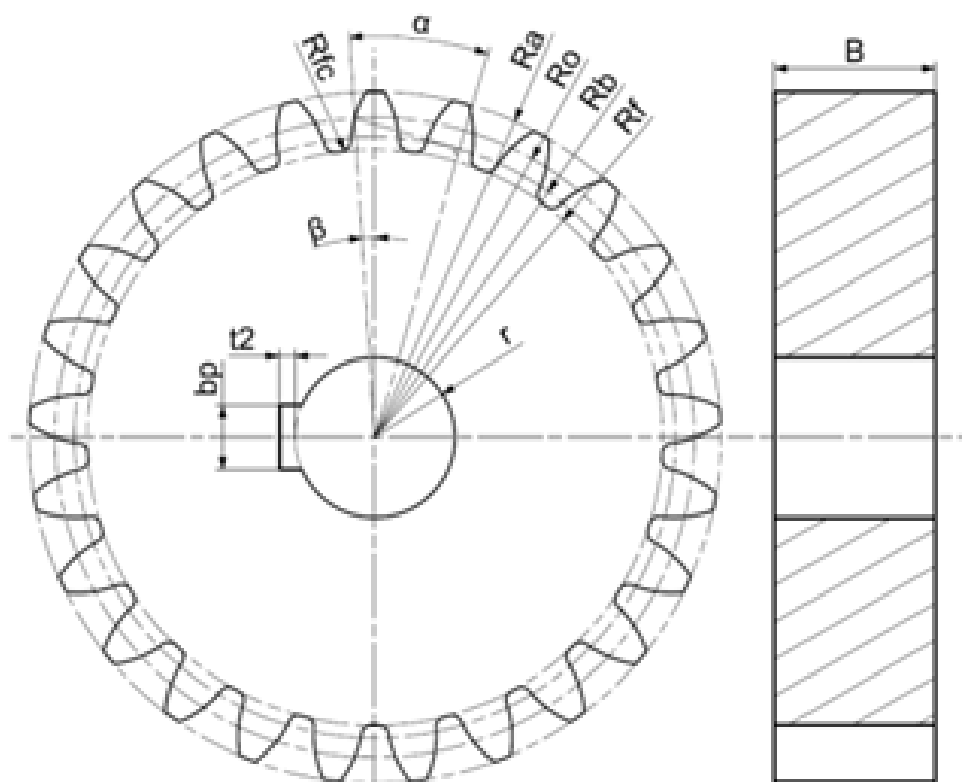
Zupčanici su elementi konstrukcija koji prenose okretno gibanje s jednog vratila na drugo pomoću veze oblikom zuba. Ako se u spregu nalaze dva ili više zupčanika radi se o prijenosniku, što je danas najčešće u primjeni. Zbog prijenosa sile oblikom prijenosni omjer im je čvrst (ne zavisi o opterećenju) pa se koriste i kao prijenosnici točnog gibanja. Imaju veliku pogonsku sigurnost i vijek trajanja, a održavanje je relativno jednostavno.

Prema međusobnom položaju vratila zupčanici se dijele na pet skupina: čelnici, ozubnice, stožnici, vijčanici, te puževi i pužna kola. [3]

2.1. Karakteristike zupčanika sa ravnim evolventnim ozubljenjem

Zbog svojih prednosti kao što su relativno jednostavna izrada zupčanika i neosjetljivost prijenosnog omjera na manje promjene osnovog razmaka, profil boka zuba zupčanika se najčešće izrađuje u obliku evolvente.

Evolventa je krivulja koju opisuje svaka točka pravca koji se bez klizanja valja po osnovnoj kružnici. Uz veličine koje su prikazane na Slici 1. nalazimo još dvije interesantne veličine koje pobliže opisuju zupčanik poput broja zuba z , te modula m koji je definiran omjerom diobenog promjera zupčanika i broja zuba. Modul zupčanika može se očitati i iz standarda HRN M.C1.015 – 1965. [3]



R_a – polumjer tjemene kružnice
 R_o – polumjer diobene kružnice
 R_b – polumjer bazne kružnice
 R_f – polumjer podnožne kružnice
 R_{fc} – zaobljenje podnožja zuba
 r – polumjer vratila

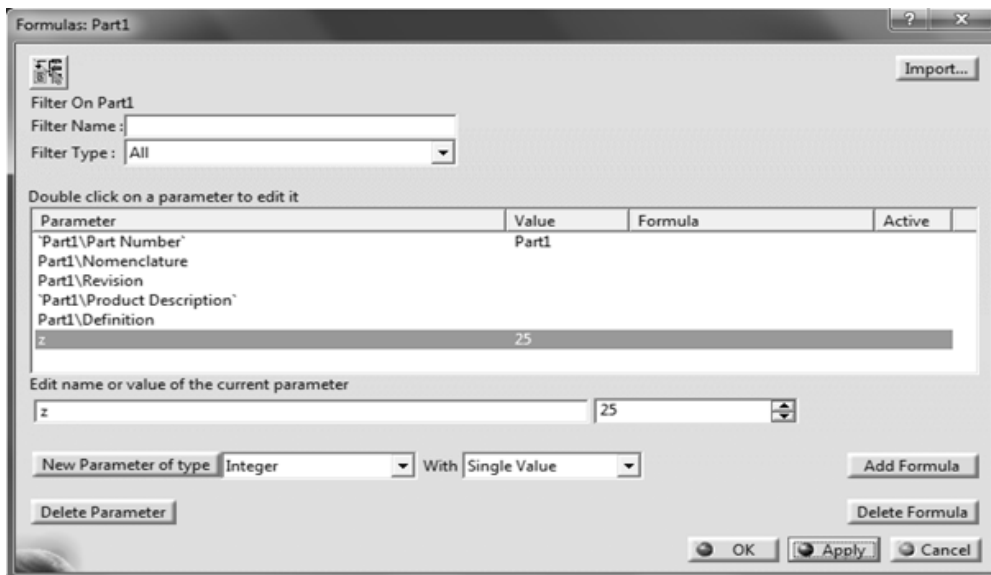
B – širina zupčanika
 bp – širina utora za pero
 t_2 – dubina utora za pero
 α – kut zupčaste letve
 α – kut zupčaste letve
 β – kut polovice zuba

Slika 1. Karakteristične veličine zupčanika

3. Izrada parametarskog modela zupčanika

Kreiranje parametarskog modela u programskom paketu Catia V5 odvija se u modulima *Part Design* i *Knowledgeware*.

Modul *Knowledgeware* koristi se za unos i obradu parametara 3D modela. Kroz postupak parametrizacije definirat će se šest parametara kojima je opisan model zupčanika. Kreiranje parametarskog modela započinje odabirom funkcije (naredbe) $f(x)$ iz alatne trake *Knowledge*. Otvara se izbornik uz pomoć kojega se unosi prvi parametar z , broj zuba zupčanika. Broj se unosi tako da se najprije odabere tip, odnosno jedinice parametra. U ovom slučaju unosi se *Integer* – cijeli broj, pritiskom na trokutić u dijalogu *New Parameter of type*. Umjesto *Integer.1* upisuje se „ z “ s lijeve strane, a sa desne broj zuba, npr. 25. Ovime je unesen parametar kojim se definira broj zuba z zupčanika (Slika 2). Na ovaj način je moguće unijeti sve potrebne parametre, ali je potrebno paziti kojeg je tipa parametar. U nastavku je prikazan i drugi način kreiranja parametara.

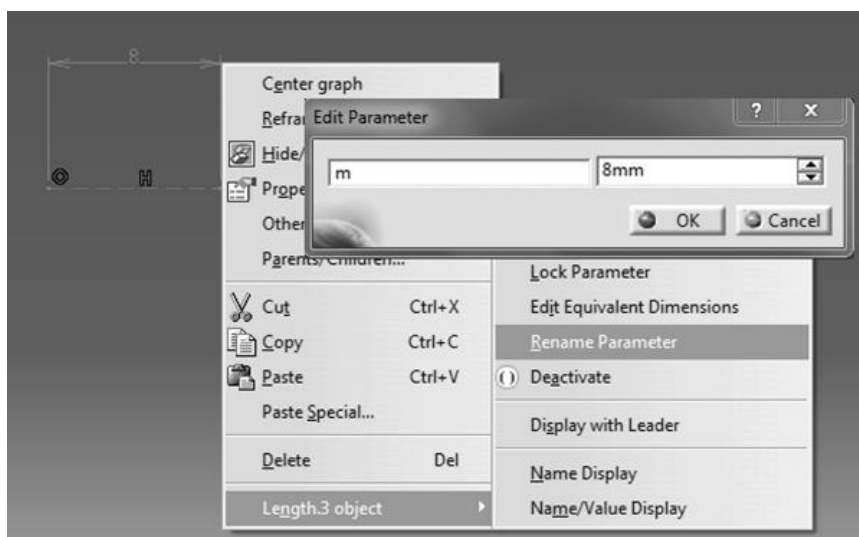


Slika 2. Definiranje broja zuba z

U sljedećem koraku konstruira se *Sketch 1* u kojem se crta pet proizvoljnih crta koje će se iskoristiti kao duljinske parametre za kreiranje modela zupčanika (Slika 3). Crte se pomoću desnog klika i opcije *Rename Parametar* preimenuju i definira se njihova dužina prema Tablici 1.

Naziv parametra	Vrijednosti	Mjerna jedinica
m	8	mm
B	50	mm
r	25	mm
bp	20	mm
$t2$	5	mm

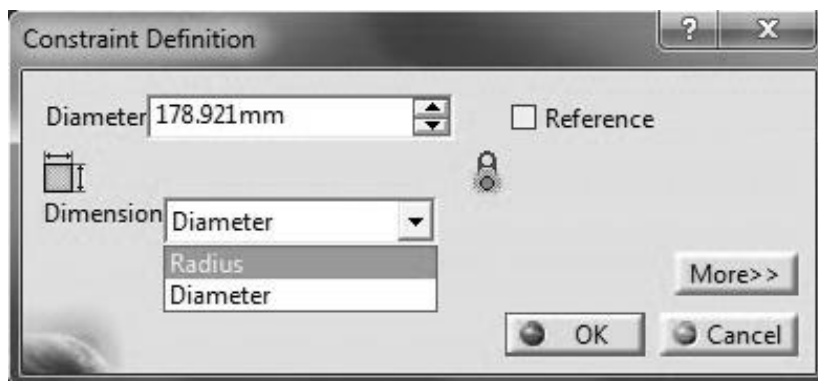
Tablica 1. Oznake i dužine crta



Slika 3. Promjena imena i vrijednosti linija

U nastavku se konstruiraju četiri kružnice. Kotiraju se pomoću polumjera R kako bi kasnije jednadžbe kojima će biti parametrizirani polumjeri bile jednostavnije. Uz pomoć desnog klika u izborniku *Constraint Definition* promjer D mijenja se u polumjer R (slika 4).

Nakon toga, kao u drugom koraku, mijenja se samo ime radijusa svake kružnice i to prema Tablici 2.



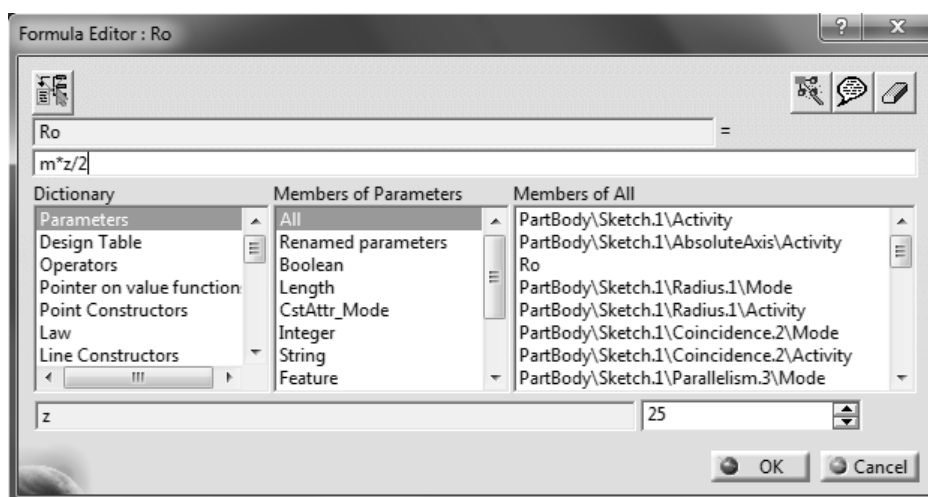
Slika 4. Izmjena promjera u polumjer

Oznaka	Polumjer kružnice
R_o	diobena kružnica
R_a	tjemena kružnica
R_f	podnožna kružnica
R_b	bazna kružnica

Tablica 2. Oznake polumjera kružnica

Desnim klikom na kotu kružnice i izborom *Edit Formula* otvara se izbornik (Slika 5) u kojem se definiraju jednadžbe po kojima će se mijenjati polumjeri prilikom promjene parametara.

Jednadžbe koje je potrebno iskoristiti navedene su u Tablici 3.



Slika 5. Definiranje jednadžbe za promjenu polumjera

Polumjer kružnice	Formula
R_o	$m \cdot z/2$
R_a	$R_o + m$
R_f	$R_o - 1,25 \cdot m$
R_b	$R_o \cdot \cos(\alpha)$

Tablica 3. Jednadžbe koje povezuju polumjere i parametre

$\alpha = 20^\circ$ (u programski paket se upisuje 20deg) je kut zupčaste letve.

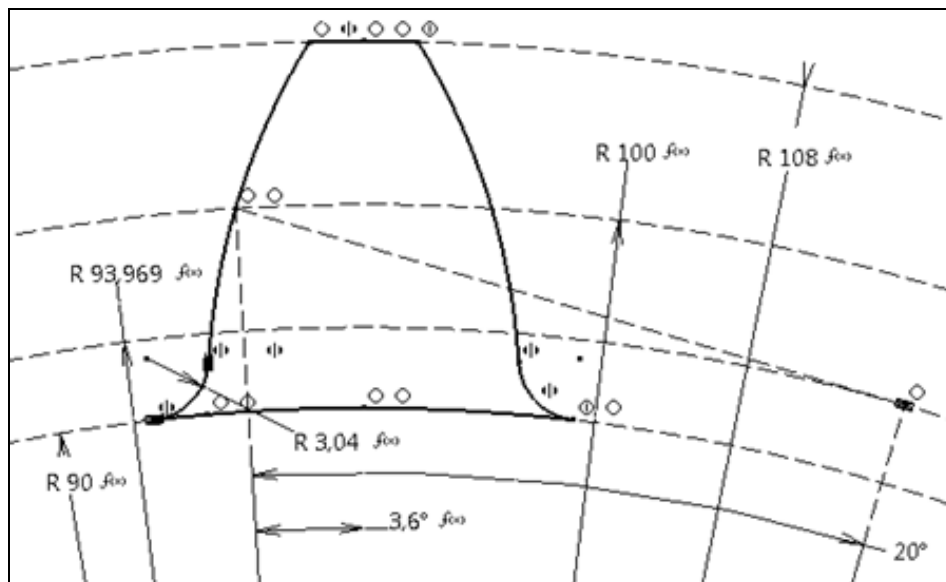
Kut β koji zauzima polovica zuba također poput kružnica definira se jednadžbom 1:

$$\beta = 2 \cdot \pi \cdot 1 \text{ rad}/z/4 \quad (1)$$

Nakon konstruiranja crte zaokrenute za kut β od vertikale potrebno je nacrtati novu crtu koja će u odnosu na prethodnu biti zaokrenuta za kut $\alpha = 20^\circ$, odnosno kut zupčaste letve.

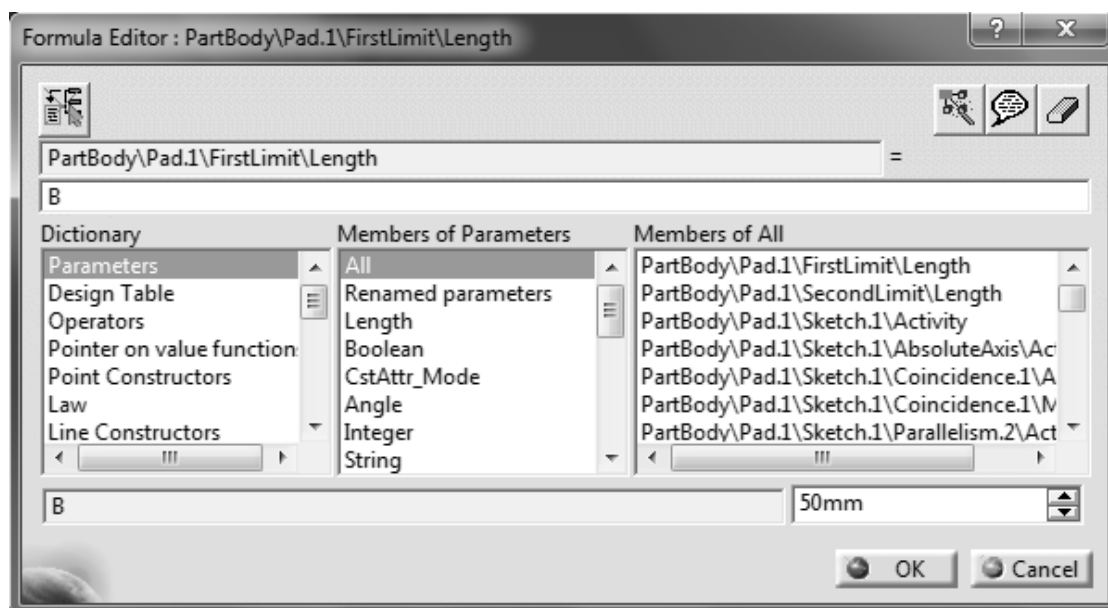
Potom se prelazi na crtanje profila zuba zupčanika. Polumjer zaobljenja podnožja zuba definira se pomoću jednadžbe (2), a gotovi profil zuba može se vidjeti na Slici 6.

$$R_{fc} = 0,38 \cdot m \quad (2)$$



Slika 6. Gotovi profil zuba zupčanika

Pomoću operacije *Pad* „napuše“ se model zuba, ali sve naravno parametarski. U izborniku *Pad Definition* na broječnoj vrijednosti za duljinu, pomoću desnog klika odabire se opcija *Edit Formula* gdje se za vrijednost upisuje B koji je kao parametar definiran u prvom koraku postupka (Slika 7).

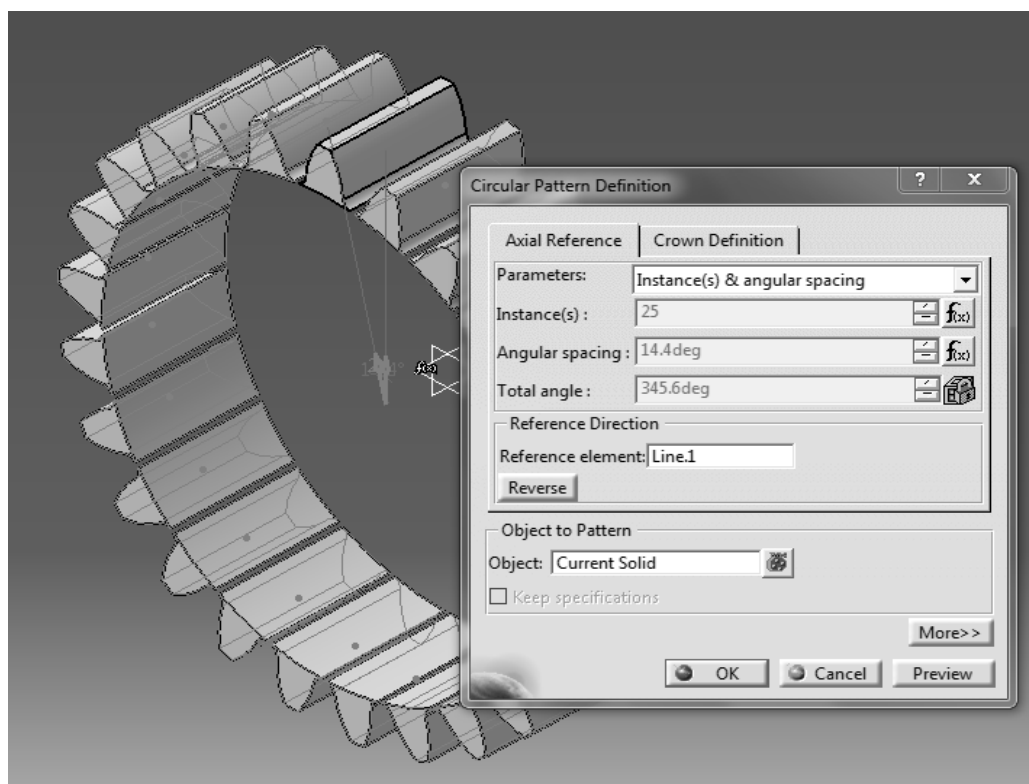


Slika 7. Parametriziranje operacije Pad

Odabirom naredbe *Circular Pattern* otvara se izbornik *Circular Pattern Definition* gdje se pod *Parameters* odabire *Instance(s) & Angular Spacing*.

Kod *Instances* pomoću *Edit Formula* upisuje se broj zuba z , a kako bi zubi bili jednako raspodijeljeni pod *Angular Spacing* upisuje se jednačba 3 (Slika 8).

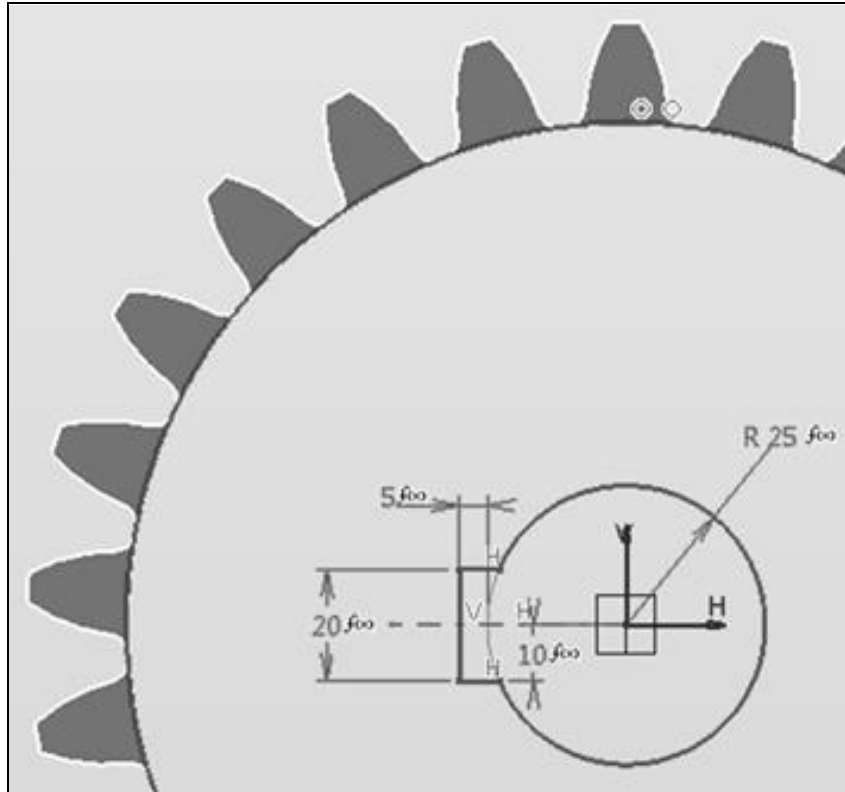
$$\text{Angular Spacing} = 2 \cdot \pi \cdot 1 \text{ rad}/z \quad (3)$$



Slika 8. Definiranje Circular Pattern-a

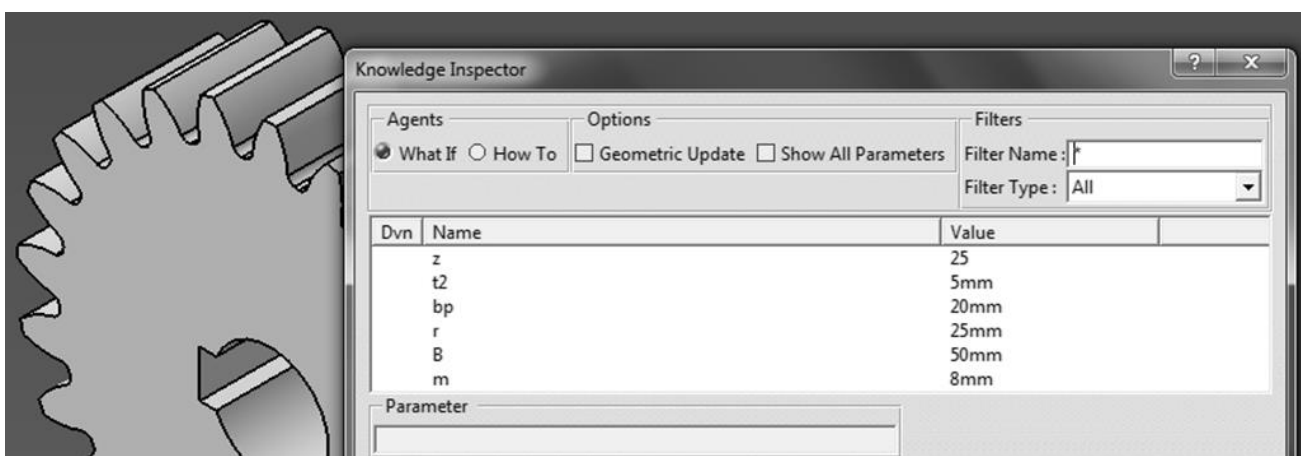
Nakon parametrizacije profila i broja zubi, potrebno je popuniti „tijelo“ zupčanika. Konstrukcijom druge skice – *Sketch 2* popunjava se tijelo zupčanika, izrađuje se provrt za vratilo te utor za pero.

Cijeli postupak radi se pomoću parametara r , bp i $t2$ koji su definirani na samom početku konstruiranja (Slika 1). Rezultat *Sketch-a* vidljiv je na Slici 9.



Slika 9. Sketch 2

Ovime je završen postupak parametarskog modeliranja zupčanika. Odabirom naredbe *Knowledge Inspector* unutar izbornika *Knowledge*, otvara se izbornik s parametrima koje je moguće mijenjati (Slika 10).



Slika 10. Model zupčanika s pripadajućim parametrima

4. Zaključak

Kao rezultat ovog rada dobiven je parametarski model zupčanika s evolventnim ozubljenjem.

Prednost ovog načina konstruiranja je u tome što se brzom izmjenom tabličnih parametara dobivaju različiti familijarni modeli zupčanika, što skoro potpuno eliminira naknadnu doradu na računalu.

Bitno je primijetiti da se kod izrade ovakvih modela velika pozornost mora usmjeriti na samu analizu strojnog dijela te međusobni odnos mjera (matematičkih izraza kojima su povezane), što za složenu geometriju u praksi nije uvijek izvedivo.

Primjena parametrizacije nekog proizvoda u početku ne donosi uštede pri konstruiranju, već zahtijeva poznavanje i dodatnog modula *CATIA-e*, *Knowledgeware-a* te je potrebno više vremena za izradu modela. Na jednostavnijim strojnim elementima sa velikom brojem promjenjivih dimenzija efikasnost uporabe parametrizacije modela u praksi bi još više dolazila do izražaja, ne samo zbog ušteda vremenu, nego i zbog jednostavnije uporabe istog modela od strane drugih osoba.

5. Literatura

- [1] Decker K.H.(2002): *Elementi strojeva*, Goldern marketing, ISBN: 953-212-290-7, Zagreb
- [2] Hoffman, C.M., Kim.K.J.: *Towards valid parametric CAD model*, Computer-Aided Design, Vol.33., Iss1., 2001., str.81-90.
- [3] Kraut B.: *Krautov strojarski priručnik*, Sajema d.o.o., ISBN: 9789537370022, Zagreb
- [4] Yuxia, S., Wei, Z.(2012): *Parametric Design of Straight Bevel Gears Based on Solidworks*, College of Mechanical and Electronic Engineering, Nanjing Forestry University.



Photo 056. Payment / Naplata