



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: CAD/CAM/CAE 1

Број индекса: 43/2010

Милан М. Бајић

Параметарско 3Д моделирање и симулација механизама

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

- 1. Проф. Др Горан Девеџић - ментор**
- 2. Проф. Др Лозица Ивановић**
- 3. Проф. Др Богдан Недић**

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

1. прикаже кратак опис значаја Knowledgeware технологија у савременом инжењерству,
2. опише поступак креирања модела производа по принципима робустности CAD моделирања површинских модела,
3. креира примере 3Д параметарских модела и механизма,
4. изврши публикување кључних елемената склопа и параметара и примени принципе екстерне параметризације,
5. примени специфичне технике умножавања и вишеструког коришћења модела и моделских форми: табеле фамилије делова и електронски каталози,
6. изврши верификацију изведених инстанци и механизма.

Препоручена литература:

- [1] Девеџић Г.: *"CAD/CAM технологије"*, Машински факултет, ЦИРПИС центар, Крагујевац, 2009., 198 стр., ИСБН: 978-86-86663-40-5, 2009.
- [2] Девеџић Г., Ћуковић С., Максић Ј., Петровић С.: *"3D моделирање производа – методичка збирка задатака"*, Машински факултет у Крагујевцу, ЦИРПИС центар, Крагујевац, 2009.
- [3] Девеџић Г.: CAD/CAM/CAE 1; предавања и вежбе; Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, 2012.

У Крагујевцу,
август 2013.године

Ментор:

Проф. Др Горан Девеџић

Резиме

Примена савремених *CAD/CAM* система инжењерима пружа значајно олакшање у процесу креирања модела сложене геометрије, али уједно захтева и добро познавање технологије обраде, особина и карактеристика материјала итд. Овим системима омогућено је креирање параметарских модела и публикација кључних параметара као и вишеструко коришћење у свим фазама развоја производа и у току укупног животног века.

У раду је приказан поступак 3Д запреминског моделирања 3Д модела по принципима креирања робустних модела. То подразумева, између осталог, креирање адекватног скелетног модела и детаљну параметризацију геометријских и димензионих ограничења. Креиран је модел механизма и табела фамилије различитих варијанти модела. Тај поступак детаљно је описан. Коришћењем специфичних техника *Knowledgeware* технологија (*Publications, Catalogs* и *External Parameterization*) приказано је аутоматско повезивање модела у склопу и екстерна параметризација појединих компоненти, као и креирање електронских каталога делова.

Кључне речи:

- 3Д запреминско моделирање делова,
- Симулација механизма,
- Публиковање,
- *Knowledgeware* технологије.

Summary

Application of modern *CAD/CAM* systems enable engineers significant relief in modeling of complex 3D models and assemblies and require a good knowledge of the technology of metal cutting, properties and characteristics of materials etc. This system enables the creation of parametric models and publication of the key parameters and reuse it in all phases of product development and during the total life cycle.

This work presents a method for 3D solid product modeling respecting the principles of models' robustness. This means, among other things, the creation of an adequate and detailed skeletal model as well as its parameterization. 3D models and mechanism with simulations have been created. This procedure is described in detail. By using specific techniques called *Knowledgeware Technology* (*Publications, Catalogs* and *External Parameterization*) enable the automatic regeneration of the model in accordance to the specific values or constraints and external parameterization of assembly forms/components, as well as creating of e-catalogues.

Keywords:

- 3D modeling,
- Mechanisms and simulations,
- Publications,
- *Knowledgeware* technologies.

САДРЖАЈ

Резиме	Error! Bookmark not defined.
1. УВОД	6
1.1. Knowledgeware технологије	6
1.2. Табеле фамилије делова	7
1.3. Параметри	7
2. ПОСТУПАК МОДЕЛИРАЊА И КРЕИРАЊА СКЛОПА.....	10
2.1. Креирање модела точка	10
Корак 1. Активирање модула за креирање модела	10
Корак 2. Креирање формула и параметара	10
Корак 3. Увођење новог <i>Part Body-a</i>	12
Корак 4. Креирање моделске форме <i>Shaft. 1</i>	12
Корак 5. Креирање моделске форме <i>Grove. 1</i>	15
Корак 6. Креирање моделске форме <i>Hole. 1</i>	17
Корак 7. Креирање моделске форме <i>Pocket. 1</i>	18
Корак 8. Креирање моделске форме <i>Edge Fillet. 1</i>	20
Корак 9. Креирање моделске форме <i>Circular Pattern. 1</i>	20
Корак 10. Креирање моделске форме <i>Edge Fillet. 2</i>	21
Корак 11. Увођење новог <i>Part Body-a</i>	22
Корак 12. Креирање моделске форме <i>Pad. 1</i>	22
Корак 13. Увођење <i>Boolean Operations</i>	23
Корак 14. Увођење новог <i>Part Body-a</i>	24
Корак 15. Креирање моделске форме <i>Shaft. 2</i>	24
Корак 16. Увођење <i>Boolean Operations</i>	25
Корак 17. Увођење <i>Boolean Operations</i>	25
2.2. Креирање модела полуке	26
Корак 1. Креирање моделске форме <i>Pad. 1</i>	26
Корак 2. Креирање моделске форме <i>Hole. 1</i>	27
Корак 3. Креирање моделске форме <i>Rectangular Pattern. 1</i>	28
Корак 4. Креирање моделске форме <i>Pocket. 1</i>	28
Корак 5. Креирање моделске форме <i>Edge Fillet. 1</i>	28
Корак 6. Креирање моделске форме <i>Mirror. 1</i>	28
2.3. Креирање модела кућишта	29
Корак 1. Креирање моделске форме <i>Pad. 1</i>	29
Корак 2. Креирање моделске форме <i>Pad. 2</i>	30
Корак 3. Креирање моделске форме <i>Pad. 3</i>	31
Корак 4. Креирање равни <i>Plane. 1</i>	31
Корак 5. Креирање моделске форме <i>Pocket. 1</i>	32
Корак 6. Креирање моделске форме <i>Hole. 1</i>	32
Корак 7. Креирање моделске форме <i>Hole. 2</i>	32
Корак 8. Креирање <i>Sketch. 7</i>	33
Корак 9. Креирање моделске форме <i>Hole. 3</i>	33
Корак 10. Креирање моделске форме <i>User Pattern. 1</i>	34
Корак 11. Креирање моделске форме <i>Edge Fillet. 1</i>	34
Корак 12. Креирање <i>Sketch. 7</i>	35
Корак 13. Креирање моделске форме <i>Hole. 4</i>	35
Корак 14. Креирање моделске форме <i>User Pattern. 2</i>	35
2.4. Креирање подсклопа сисема	36
Корак 1. Активирање модула за креирање склопова	36
Корак 2. Увођење модела склопа	36
Корак 3. Фиксирање модела	36
Корак 4. Увођење модела склопа	36
Корак 5. Увођење ограничења	37
Корак 6. Увођење модела склопа	38
Корак 7. Увођење ограничења	38
3. КРЕИРАЊЕ МЕХАНИЗМА И СИМУЛАЦИЈЕ.....	40
3.1. Креирање механизма	40
Корак 1. Активирање модула за креирање механизма	40
Корак 2. Активирање команде за манипулацију делова	40
Корак 3. Креирање новог <i>Product-a</i>	40

Корак 4. Увођење делова механизма	40
Корак 5. Креирање новог механизма	41
Корак 6. Креирање <i>Revolute Joint.1</i>	41
Корак 7. Креирање <i>Revolute Joint.2</i>	43
Корак 8. Креирање <i>Revolute Joint.3</i>	43
Корак 9. Креирање <i>Cylindrical Joint.4</i>	43
Корак 10. Креирање <i>Revolute Joint.5</i>	44
Корак 12. Креирање <i>Prismatic Joint.7</i>	44
Корак 11. Креирање <i>Cylindrical Joint.6</i>	44
Корак 13. Креирање <i>Revolute Joint.8</i>	46
Корак 14. Креирање <i>Cylindrical Joint.9</i>	46
Корак 15. Креирање <i>Revolute Joint.11</i>	46
Корак 16. Креирање <i>Rigid Joint.13</i>	46
Корак 17. Креирање <i>Prismatic Joint.14</i>	47
Корак 18. Креирање <i>Rigid Joint.15</i>	47
Корак 19. Креирање <i>Cylindrical Joint.16</i>	48
Корак 20. Креирање <i>Revolute Joint.17</i>	48
Корак 21. Креирање <i>Prismatic Joint.18</i>	48
Корак 22. Креирање <i>Cylindrical Joint.19</i>	48
Корак 23. Креирање <i>Revolute Joint.20</i>	49
Корак 24. Креирање <i>Revolute Joint.19</i>	49
Корак 25. Креирање <i>Cylindrical Joint.20</i>	49
Корак 26. Креирање <i>Revolute Joint.21</i>	50
3.2. Креирање симулације механизма	52
Корак 1. Креирање симулације	52
3.3. Креирање симулације механизма са командом	53
Корак 1. Креирање симулације	53
3.4. Креирање симулације механизма са законом	55
Корак 1. Креирање формуле	55
Корак 2. Креирање симулације	56
3.5. Креирање дијаграма брзине и убрзања	56
Корак 1. Креирање брзине и убрзања	56
3.6. Креирање видео записа симулације	58
Корак 1. Креирање видео	58
3.7. Креирање путање кретања тачке	58
Корак 1. Креирање путање	58
4. ПУБЛИКАЦИЈА ЕЛЕМЕНАТА, КРЕИРАЊЕ ТАБЕЛА И КАТАЛОГА, ЕКСТЕРНА ПАРАМЕТРИЗАЦИЈА	61
4.1. Публикација елемената	61
Корак 1. Креирати публиковане параметре	61
4.2. Креирање табеле фамилије делова	62
Корак 1. Креирати табелу фамилије делова	62
4.3. Креирање екстерне параметризације	66
Корак 1. Креирати екстерни параметар модела Носач	66
Корак 2. Креирати екстерни параметар модела Осовина	67
Корак 3. Креирати екстерни параметар модела Полуга	68
Корак 4. Креирати екстерни параметар модела Точак.2	68
Корак 5. Креирати екстерни параметар модела Полуга.8	70
Корак 6. Креирати екстерни параметар модела Полуга.18	71
4.4. Примена екстерне параметризације	72
Корак 1. Подесити аутоматску синхронизацију екстерних параметара	72
Корак 2. Примена екстерне параметризације	73
4.5. Креирање каталога модела Точак	75
Корак 1. Креирати каталог	75
Корак 2. Увођење модела из каталога	79
Литература	Error! Bookmark not defined.
Интернет странице	82

1. УВОД

1.1. *Knowledgeware* технологије

За развој било каквог производа или процеса потребно је одређено знање. Знање настаје организацијом и обрадом података и информација, тако да пренесу разумевање, искуство, акумулирано учење и стручност у примени на одређени актуелни проблем или активност. Развој производа заснива се на коришћењу разних софтверских алата и технологија. Сви софтверски алати и технологије се скраћено представљају као *PLM* системи.

PLM- "*Product Lifecycle Management*"- систем за управљање животним циклусом производа. Основне компоненте *PLM* система су:

CAD (енгл. "*Computer Aided Design*")- Пројектовање помоћу рачунара,

CAE (енгл. "*Computer Aided Engineering*")- Рачунаром подржан инжењеринг,

CAM (енгл. "*Computer Aided Manufacturing*")- Рачунаром подржана производња.

PLM системи фокусирани су на управљање, не само подацима који дефинишу производ, већ свим релевантним подацима о производу, инжењерским процесима и процесима над подацима и апликацијама. Њихово језгро чине база података, мета-модел процеса и складиште фајлова.

Метаподаци представљају „податке о подацима“. Они представљају скуп атрибута који описују садржај, квалитет, доступност, приступ, услове и остале карактеристике података.

Подаци представљавају регистроване, записане чињенице, које имају имплицитно значење и које могу да се чувају, преносе и обрађују.

Суштинске технологије *PLM* система су *Knowledgeware* технологије. Скуп софтверских алата и технологија које садрже одређена знања, која се примењују за производњу производа, означавају се енглеским термином *Knowledgeware*. *Knowledgeware* технологије омогућавају моделирање и коришћење знања применом правила која укључују софтверске параметре као и кориснички дефинисане параметре. *Knowledgeware* технологије омогућавају једноставне измене и допуне коришћених знања. *Knowledgeware* технологије чине следећи модули:

- *Knowledge advisor*,
- *Knowledge expert*,
- *Product engineering optimizer*,
- *Product knowledge template*,
- *Product function optimization*,
- *Product functional definition*.

У оквиру *Knowledgeware* модула може се извршити креирање и примена портабилних експертних системима, који представљају скуп моделских форми знања, не захтевају висока знања из разних области инжењерства. Моделска форма представља релацију. Може имати форму параметара, формула, табела, правила, провера. Пројектовање производа и технологија које се користе за њихову израду, представљају се правилима и објектима. Објекат је физичка или концептуална (мисаона) јединица посматрања (ентитет) која поседује:

идентитет,
својства и
операције.

Особине објеката називају се обележја или атрибути. Објекти се дефинишу као декларативно и процедурално знање.

Процедурално знање је знање о процедурама које описују след акција, начине промене стања радне околине и знање о поступцима за употребу знања. Још представља знање о томе како се проблеми решавају: опис метода и поступака за решавање проблема.

Декларативно знање је знање о односима и начинима декомпозиције објеката, појмова, догађаја или процеса.

Правила представљају зависности којима се представљају везу међу објеката и чињеница.

1.2. Табеле фамилије делова

Табеле фамилија делова су колекције дела (или склопова или функција) који су у суштини слични, али се разликују незнатно у једном или више параметра, као што су димензије или неки елемент модела.

Користећи табеле фамилија делова омогућава се:

- Креирање и чување великог броја објеката једноставно и компактно,
- Уштеда времена и скрађење рада потребног за стандардизацију дела,
- Генерисање више различитих варијанти дела из једног дела датотеке без потребе да се директно врше корекције на делу,
- Могуће је вршити мале варијације у деловима у односу на генерички модел без измене зависности,
- Креирање табеле делова који се могу сачувати у датотеци и могу се штампати као каталози.

Табеле фамилија делова су у суштини табеле, које се састоје од колона и редова. Оне се састоје из три компоненте:

- Базни објекат (генерички објекат) на коме се заснивају сви чланови табеле.
- Димензије и параметри функција, бројеви, имена коришћених функција и имена делова табеле.
- Имена свих делова табеле (инстанце) који су креирани у табели и одговарајуће вредности за сваки део табеле.

Редови садрже инстанце делова и одговарајуће вредности.

Колона садржи име инстанце, и имена свих димензија, параметара, карактеристике, чланова и група које су креиране у табели. Димензије су наведене по имену и састављени су са именом симбола на линији испод њега. Параметри су наведени по имену.

Генерички модел је у првом реду у табели. У табели делова параметри који припадају генеричком делу могу се мењати директно на генеричком моделу.

1.3. Параметри

Када се креира модел, почиње се стварањем скице, затим се креира прва моделска форма на основу скице, а затим се додају друге моделске форме. Финални модел се састоји од карактеристика које дефинишу суштинска својства документа. Те карактеристике се називају софтверски параметри. Параметри играју кључну улогу у knowledge технологијама. То су карактеристике које се односе на ограничења и везе које у моделу сам програм задаје.

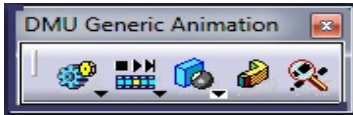
Постоје и кориснички параметри, које уноси корисник. Они се могу користити за додавање конкретне информације у документ, за дефинисање ограничења, времена или брзине кретања механизма, броја инстанци.

Екстерни параметри су параметри који указују на параметре који се налазе у другом документу. Постоје 2 врсте екстерних параметара у зависности од њихових веза:

- Параметри се налазе у два различита документа.
- Параметри се налазе у два различита документа која се налазе у истом склопу.

Палете алата		
		
Команда	Назив	Опис
	<i>Simulation with Commands</i>	Покретање симулације са командом
	<i>Simulation with Laws</i>	Покретање симулације са законом кретања
	<i>Fixed Part</i>	Фиксирање дела
	<i>Assembly Constraints Conversion</i>	Аутоматско конвертовање ограничења у зглобове
	<i>Speed and Acceleration</i>	Креирање брзине и убрзања
	<i>Mechanism Analysis</i>	Аутоматска анализа механизма
	<i>Manipulation</i>	Манипулисање (померање) делова
		
Команда	Назив	Опис
	<i>Revolute Joint</i>	Креирање цилиндричног зглоба
	<i>Prismatic Joint</i>	Креирање зглоба за кретање по призматичном жљебу
	<i>Cylindrical Joint</i>	Креирање зглоба за кретање по цилиндричном жљебу
	<i>Screw Joint</i>	Креирање зглоба за завртањ
	<i>Spherical Joint</i>	Креирање сферног зглоба
	<i>Planar Joint</i>	Креирање зглоба за кретање по површи
	<i>Rigid Joint</i>	Креирање круте везе

	<i>Point Curve Joint</i>	Кретање дуж задате путање
	<i>Slide Curve Joint</i>	Клизање по вези у облику произвољне линије
	<i>Roll Curve Joint</i>	Котрљање по вези у облику произвољне криве линије
	<i>Point Surface</i>	Кретање по површи
	<i>Universal Joint</i>	Универзални зглоб
	<i>Gear Joint</i>	Спрега два зупчаника
	<i>Rack Joint</i>	Зупчаста летва

Paleta alata		
		
	<i>Simulation</i>	Креирање симулације
	<i>Compile Simulation</i>	Креирање видео записа симулације
	<i>Replay</i>	Креирање понављања симулације
	<i>Simulation Player</i>	Команде за покретање симулације

2. ПОСТУПАК МОДЕЛИРАЊА И КРЕИРАЊА СКЛОПА

2.1. Креирање модела точка

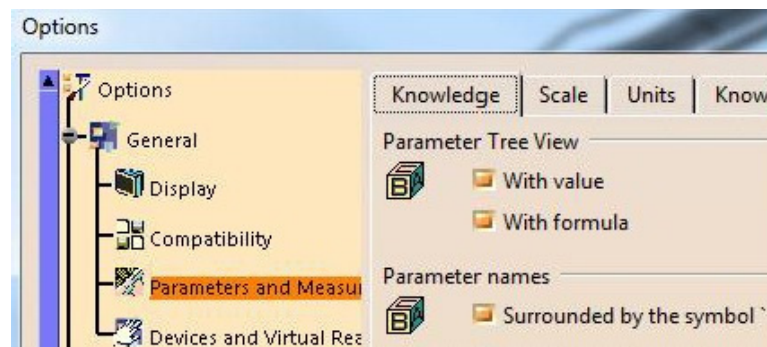
Корак 1. Активирање модула за креирање модела

- 1) Изабрати **Start- Mechanical Design- Part Design**.
- 2) У поље Enter part name прозора **[New Part]** уписати **Точак..**

Корак 2. Креирање формула и параметара

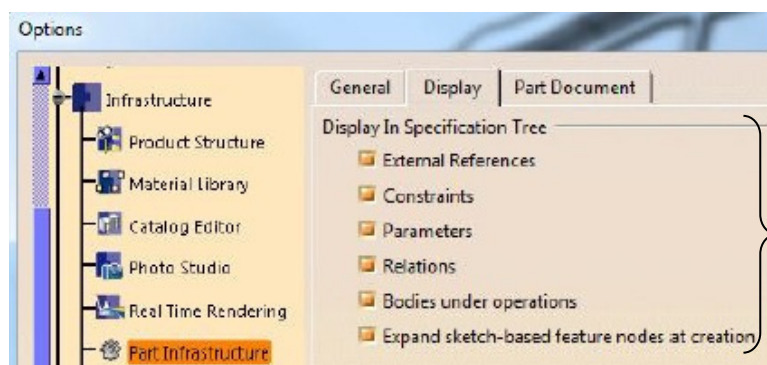
- 1) Подесити видљивост параметара у стаблу модела на следећи начин:

- **Tools-Options-General-Parameters and Measure-Knowledge**, и чекирати (Сл. 1.1).



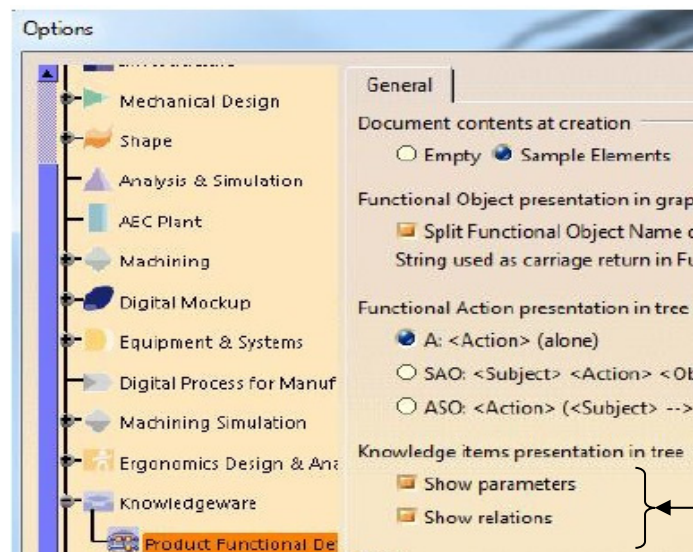
Слика 1.1. Подешавање видљивости параметара

- **Tools-Options-Infrastructure-Part Infrastructure-Display**, и чекирати (Сл. 1.2).



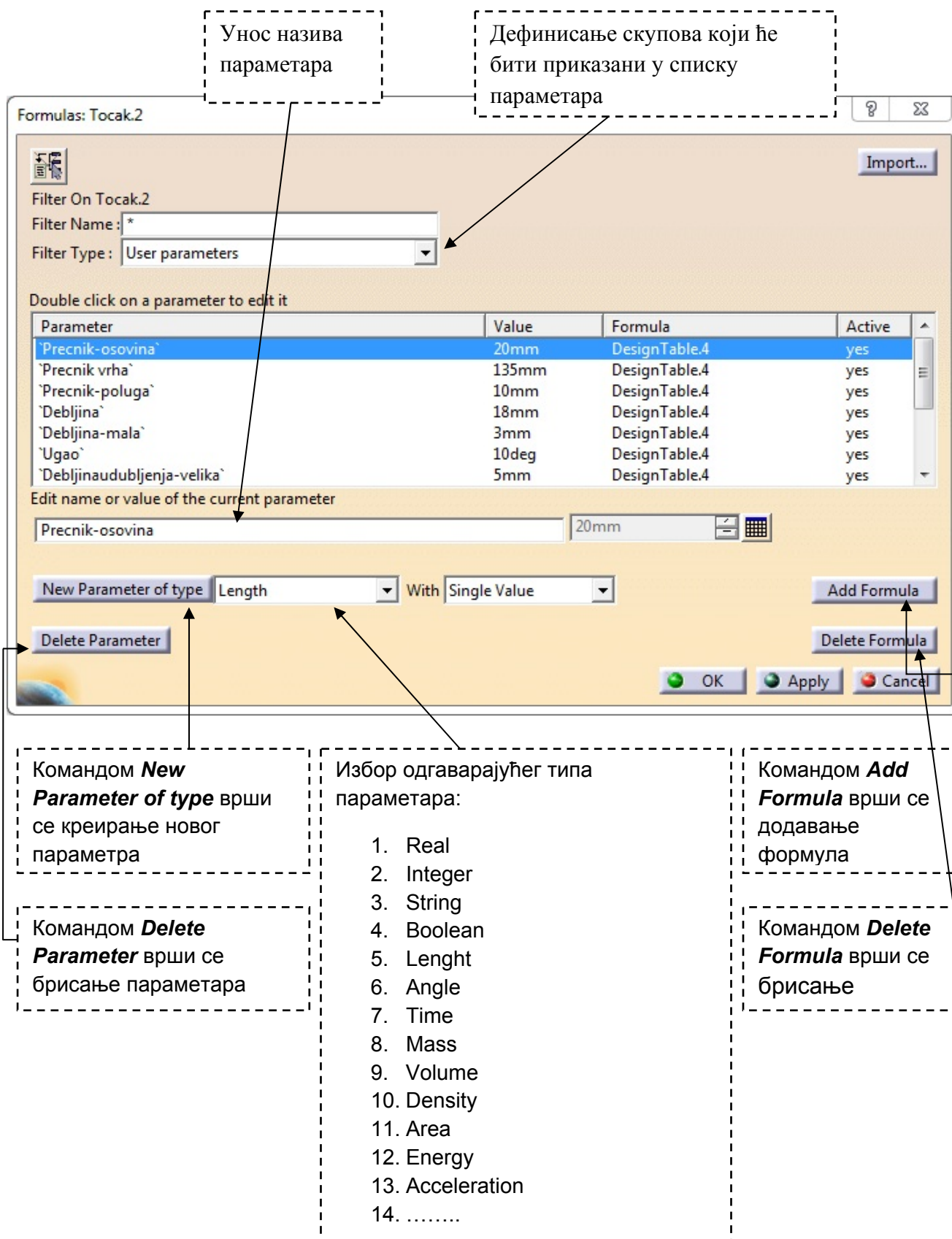
Слика 1.2. Подешавање видљивости параметара

- **Tools-Options-Knowledgeware-Product Functional Definition-General** и чекирати (Сл. 1.3).



Слика 1.3. Подешавање видљивости параметара

- 2) Активирати команду за креирање формула и параметара **Formula** (Сл.1.4).



Слика 1.4. Прозор за креирање формула

- 3) Формирање параметра:
 - Као тип параметра изабрати *Integer* (или неки други).
 - Покренути команду *New Parameter of type*.
 - Назив *Integer.1* преименовати у одговарајући.
 - Задати иницијалну вредност параметра.
- 4) Креирани параметри приказују се стаблу модела (Сл. 1.4).

Напомена:

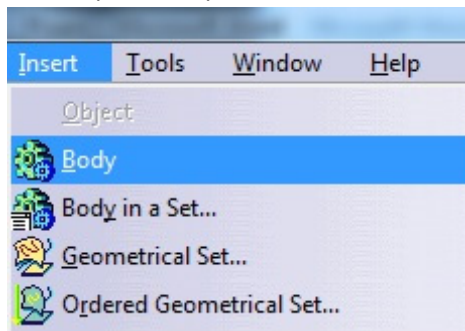
Промена назива параметра и његове вредности може се вршити накнадно у стаблу модела. Дуплим кликом миша на параметар у стаблу модела отвара се прозор у коме се врше измене.



Слика 1.5. Параметри у стаблу

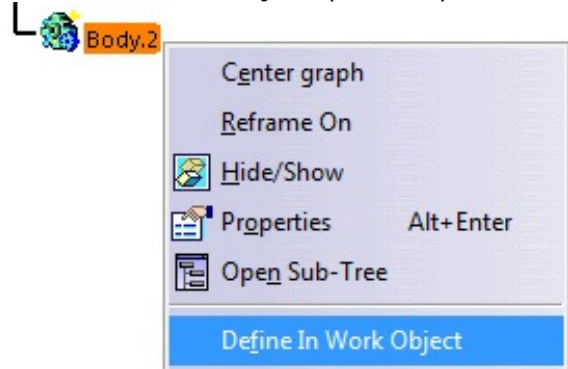
Корак 3. Увођење новог *Part Body-a*

- 1) Изабрати **Insert-Body**, новоформирани **Body** се приказује у стаблу модела (Сл. 1.6).



Слика 1.6. *Insert-Body*

- 2) Активирање новог **Body-a** се врши, десним кликом на **Body** и кликом на *Define in Work Object* (Сл. 1.7).

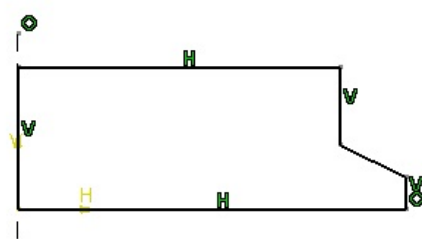


Слика 1.7. Активирање *Body-a*

Корак 4. Креирање моделске форме *Shaft. 1*

- 1) Селектовати *yz plane* па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицање.
- 2) Активирати команду **Axis** , и скицирати вертикалну помоћну линију која пролази кроз координатни почетак.

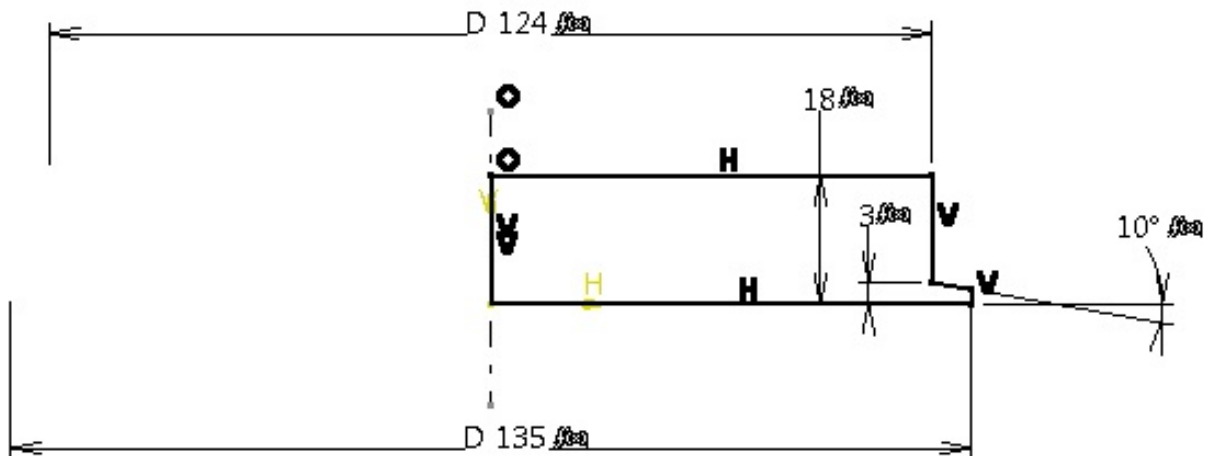
- 3) Активирати команду **Profile**  и извршити скицање профила (Сл.1.8).



Сл.1.8. Скица профила

Напомена:

Да би се скица била валидна, мора бити потпуно димензионо и геометријски ограничена. На геометријска ограничења односе се паралелност, управност, колинеарност, тангентност, концентричност, симетричност, коинцидентност.

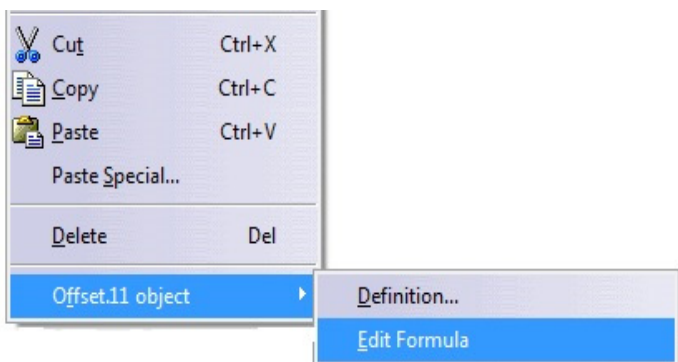


Слика 1.9. Скица моделске форме Shaft 1

- 4) Активирањем команде **Constraint**  уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (слика 1.9). Промена димензионих вредности врши се двокликом на дату кату и уношењем одговарајућих димензија.

Напомена:

Димензионо ограничење пречника дела уводи се командом *Constraint*, обележавањем одговарајуће линије од које се врши димензионисање пречника и осе дела, десним кликом и активирањем опције *Radius/Diameter*.



Слика 1.10. Увођење параметара у димензиона ограничења

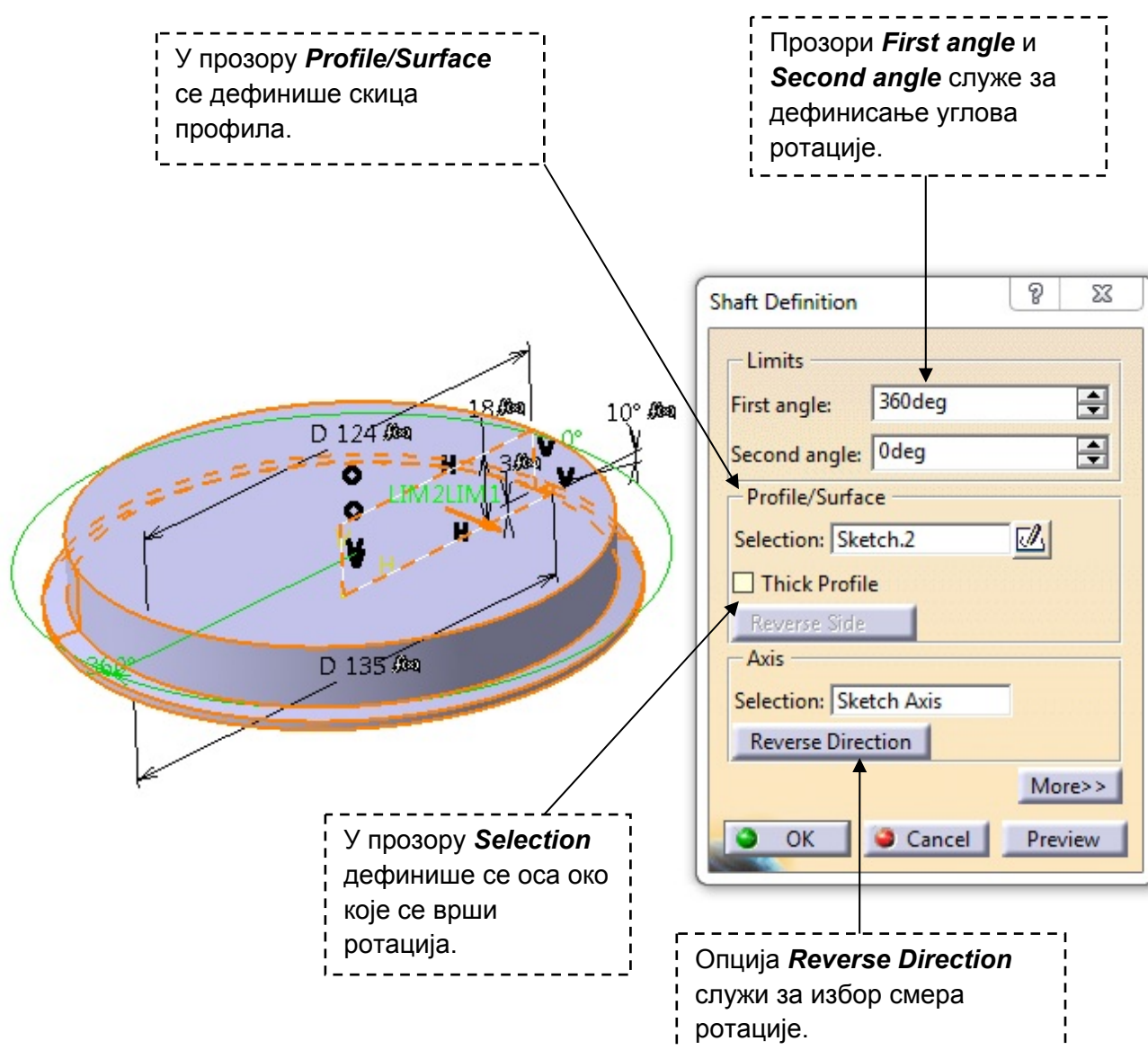
- 5) Увођење формула и параметара у димензиона ограничења врши се десним кликом миша на предходно добијено димензионо ограничење, даљим отаварањем прозора у оквиру *Offset object/Angle object - Edit formula* (Сл. 1.10). Одговарајући параметри се у формулу уводе кликом на параметар у стаблу модела. Поред ограничења у које је уведен неки параметар налази се ознака функције $f(x)$.

- 6) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .

- 7) Активирањем команде **Shaft**  отвара се прозор **Shaft definition** (Сл. 1.11). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање моделске форме **Shaft**.

Напомена:

Да би команда **Shaft** исправно радила потребно је да скица буде потпуно затворена или затворена осом око које ће се вршити ротација.



Слика 1.11. Скица и дефинисање моделске форме **Shaft**. 1

Корак 5. Креирање моделске форме Grove. 1

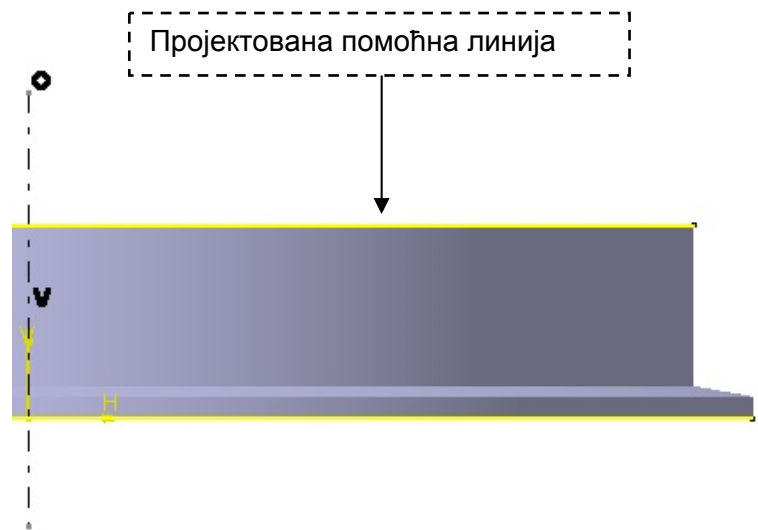
- 1) Селектовати *yz plane* па затим активирати команду

Sketch , којом се прелази у модул за скицирање.

- 2) Активирати команду **Axis** , и скицирати вертикалну помоћну линију која пролази кроз координатни почетак.

- 3) Извршити пројектовање праве ивице на раван скицирања коришћењем команде **Project 3D**

Elements  (Сл. 1.12).



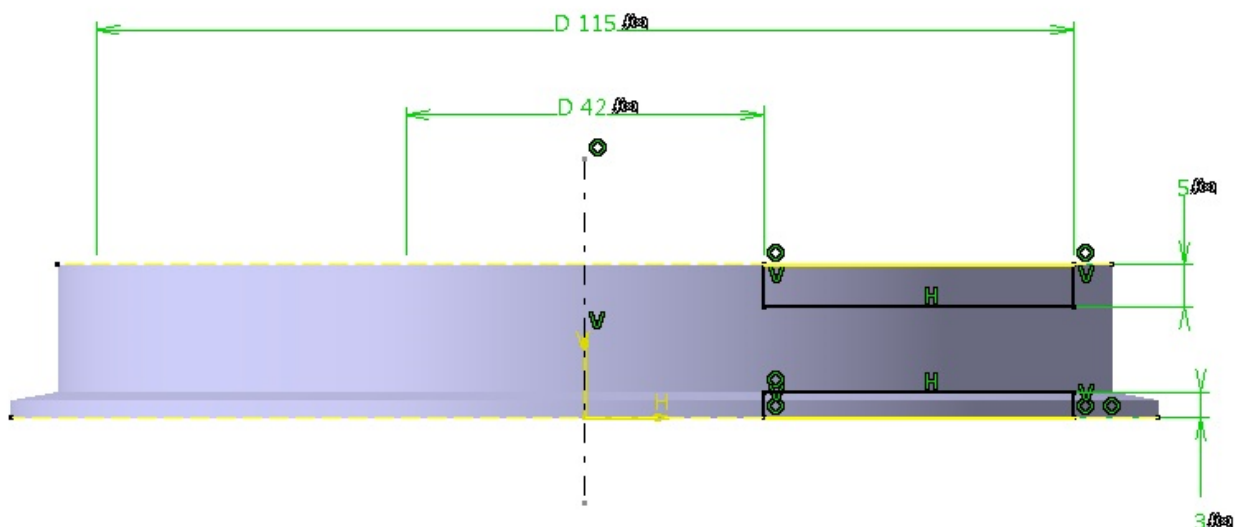
Слика 1.12. Пројетковање ивица

- 4) Активирати команду **Profile**  и извршити скицирање профила. (Сл. 1.13).

- 5) Активирати команду **Quick Trim**  двоструким кликом и избрисати непотребне елементе (делове пројектоване линије).

- 6) Активирањем команде **Constraint**  уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.13).

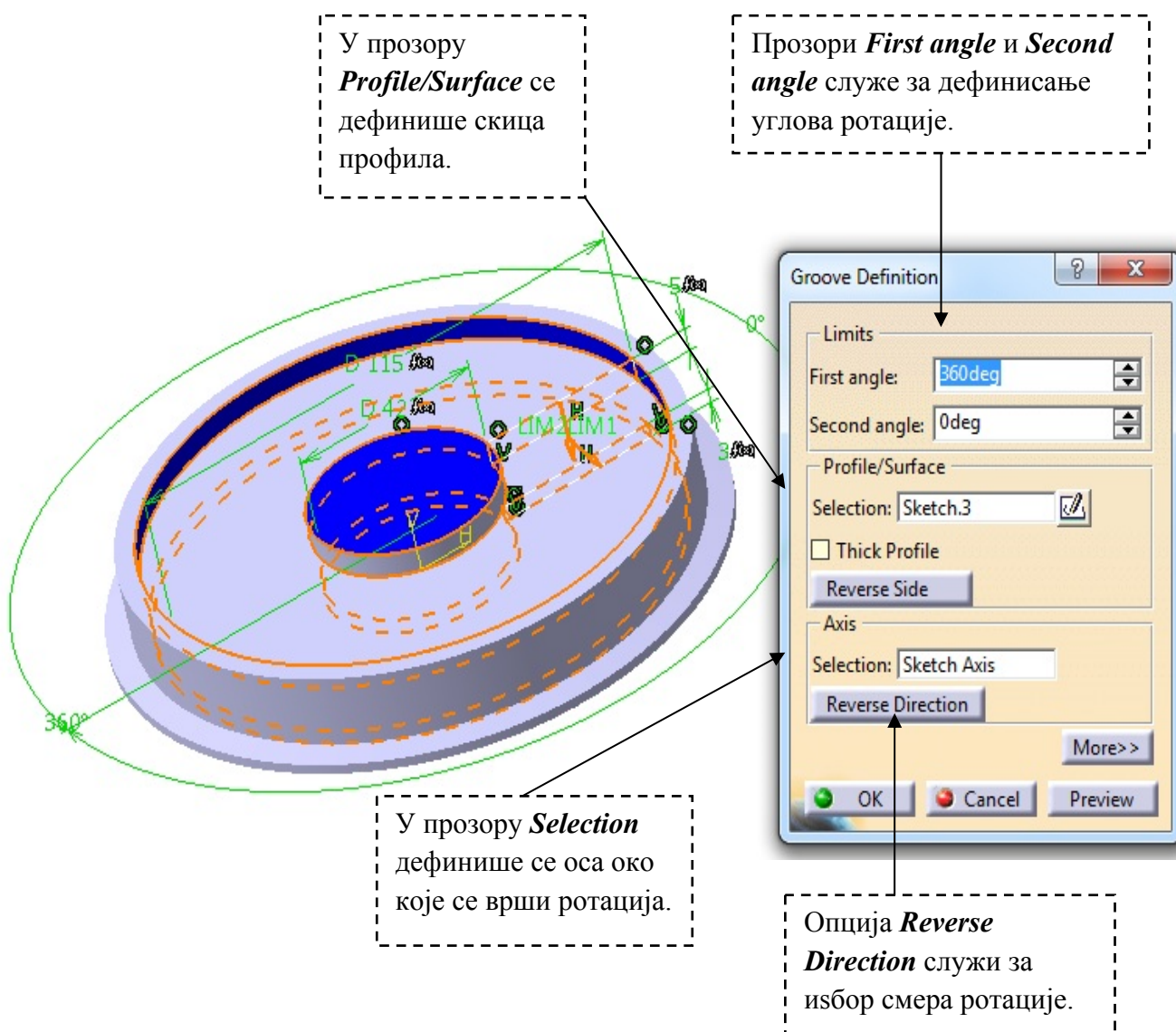
- 7) Увести одговарајуће параметре из стабла модела за скицу профила Grove. 1. [Детаљније објашњење у поглављу 2.1, Корак 4, тачка 5].



Слика 1.13. Скица профила моделске форме Grove. 1

8) Изабрати команду за излазак из модула за скицавање *Exit workbench* .

9) Активирањем команде *Groove*  отвара се прозор *Groove definition* (Сл. 1.14). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање моделске форме *Groove*.



Слика 1.14. Скица и дефинисање моделске форме *Groove.1*

Корак 6. Креирање моделске форме Hole.1

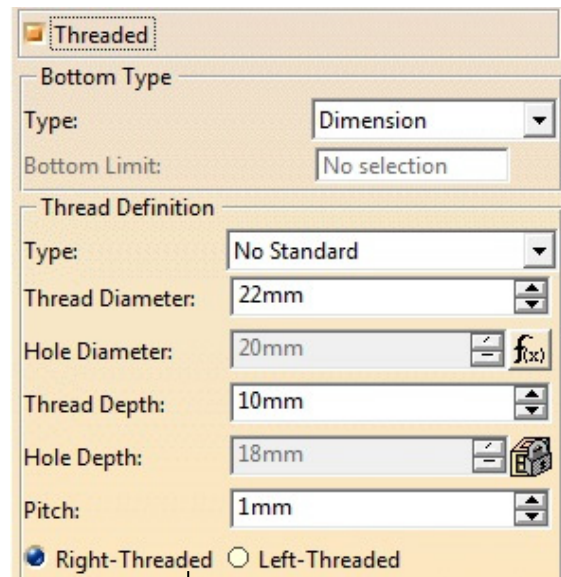
- 1) Обележити кружну ивицу.

Напомена:

Обележавањем кружне ивице пре активирања команде *Hole*, врши се аутоматско позиционирање центра отвора у центар дела.

- 2) Активирати команду *Hole* , а затим обележити површину на којој се врши бушење отвора. Отвориће се прозор *Hole definition* који служи за подешавање параметара потребних за извршење моделске форме *Hole* (Сл. 1.15).

У оквиру *Thread Definition* врши се подешавање параметара навоја.



У оквиру картице *Extension*, врши се подешавање параметара

У оквиру картице *Type* бира се облик отвора (*Simple*, *Tapered*, *Counterbored*, *Countersunk*, *Counterdrilled*).

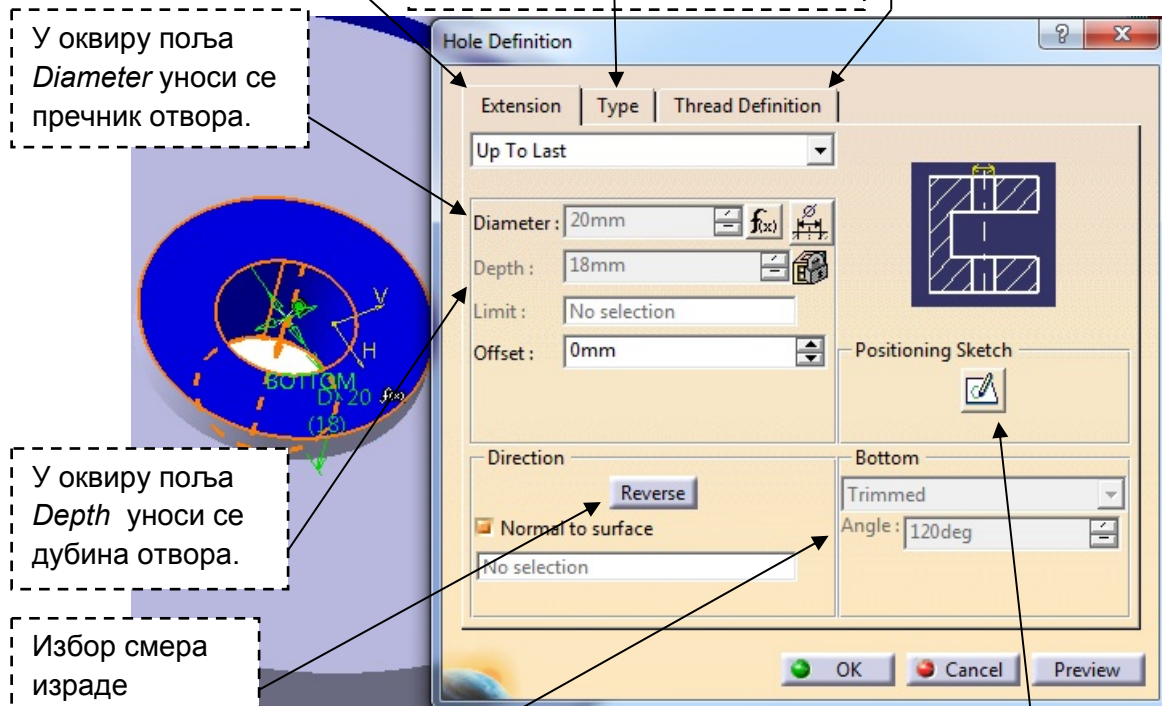
У оквиру поља *Diameter* уноси се пречник отвора.

У оквиру поља *Depth* уноси се дубина отвора.

Избор смера израде

У оквиру прозора *Bottom* бира се облик дна отвора. Може се изабрати *Flat* (равно дно) и *V-Bottom* са подесивим углов врха. Уколико се израђује пролазни отвор програм сам генерише *Trimmed* облик.

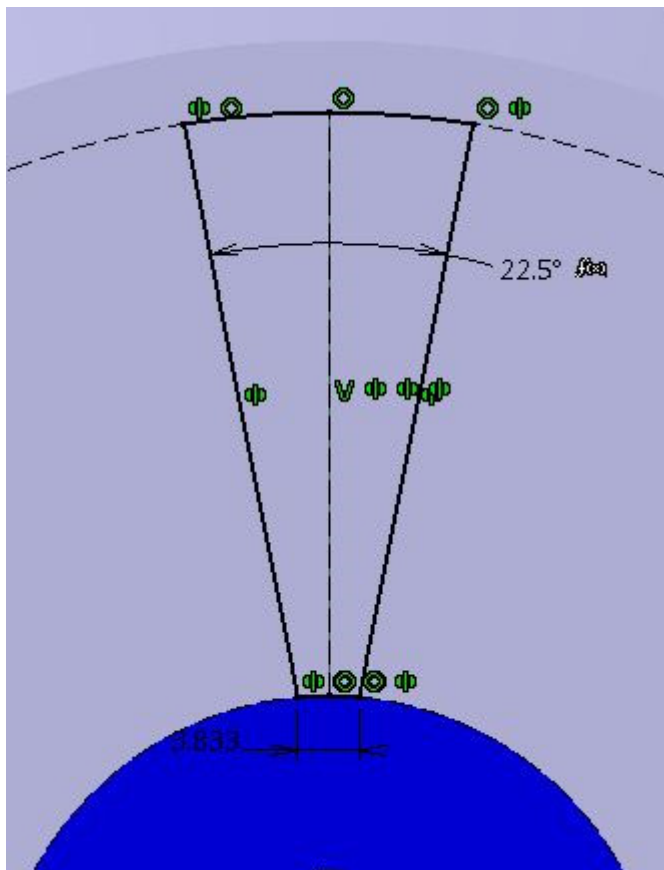
У оквиру прозора *Positioning Sketch* врши се позиционирање отвора.



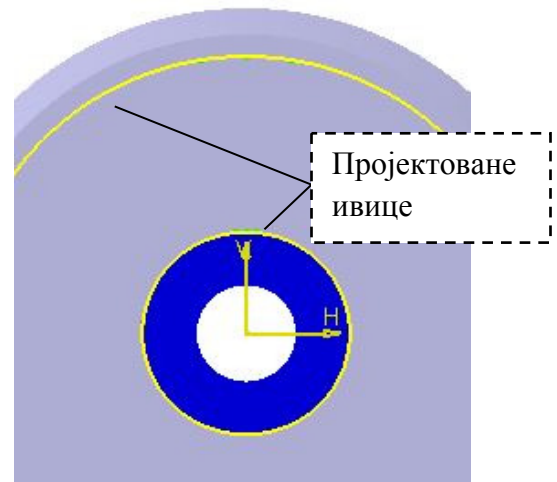
Слика 1.15. Дефинисање моделске форме *Hole.1*

Корак 7. Креирање моделске форме *Pocket.1*

- 1) Обележити раван скицирања, која се налази на моделу па затим , активирати команду **Sketch**, којом се прелази у модул за скицирање.
- 2) Извршити пројектовање кружних ивица на раван скицирања коришћењем команде **Project 3D Elements**  (Сл. 1.16).
- 3) Активирати команду **Axis** , и скицирати вертикалну помоћну линију која пролази кроз координатни почетак.
- 4) Активирати команду **Profile**  и извршити скицирање профила (Сл. 1.17).



Слика.1.17. Скица профила моделске
форме Pocket 1.



Слика 1.16. Дефинисање моделске
форме Pocket.1

- 5) Активирати команду **Quick Trim**
 двоструким кликом и избрисати непотребне елементе (делове пројектоване линије) (Сл. 1.17).
- 6) Активирањем команде **Constraint**  уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.17).
- 7) Увести одговарајуће параметре из стабла модела за скицу профила *Grove*. 1. Детаљније објашњење у поглављу 1.1, Корак 4, тачка 5].
- 8) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .

- 9) Активирањем команде *Pocket*  отвара се прозор *Pocket definition* (Сл. 1.18). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање моделске форме *Pocket*.

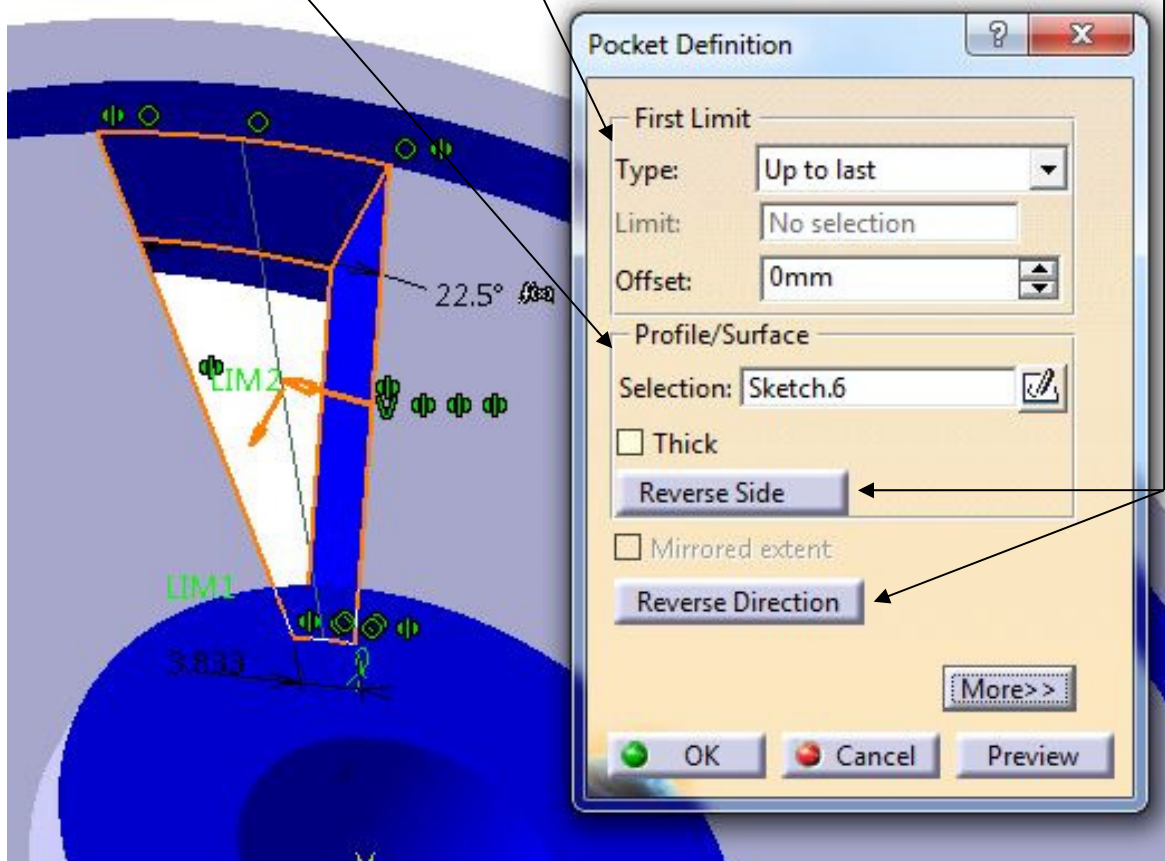
Напомена:

Да би команда *Pocket* исправно радила потребно је да скица буде потпуно затворена.

У прозору **Profile/Surface** се дефинише скица профила.

У оквиру поља **Type** бира се тип граничне вредности одузимања материјала

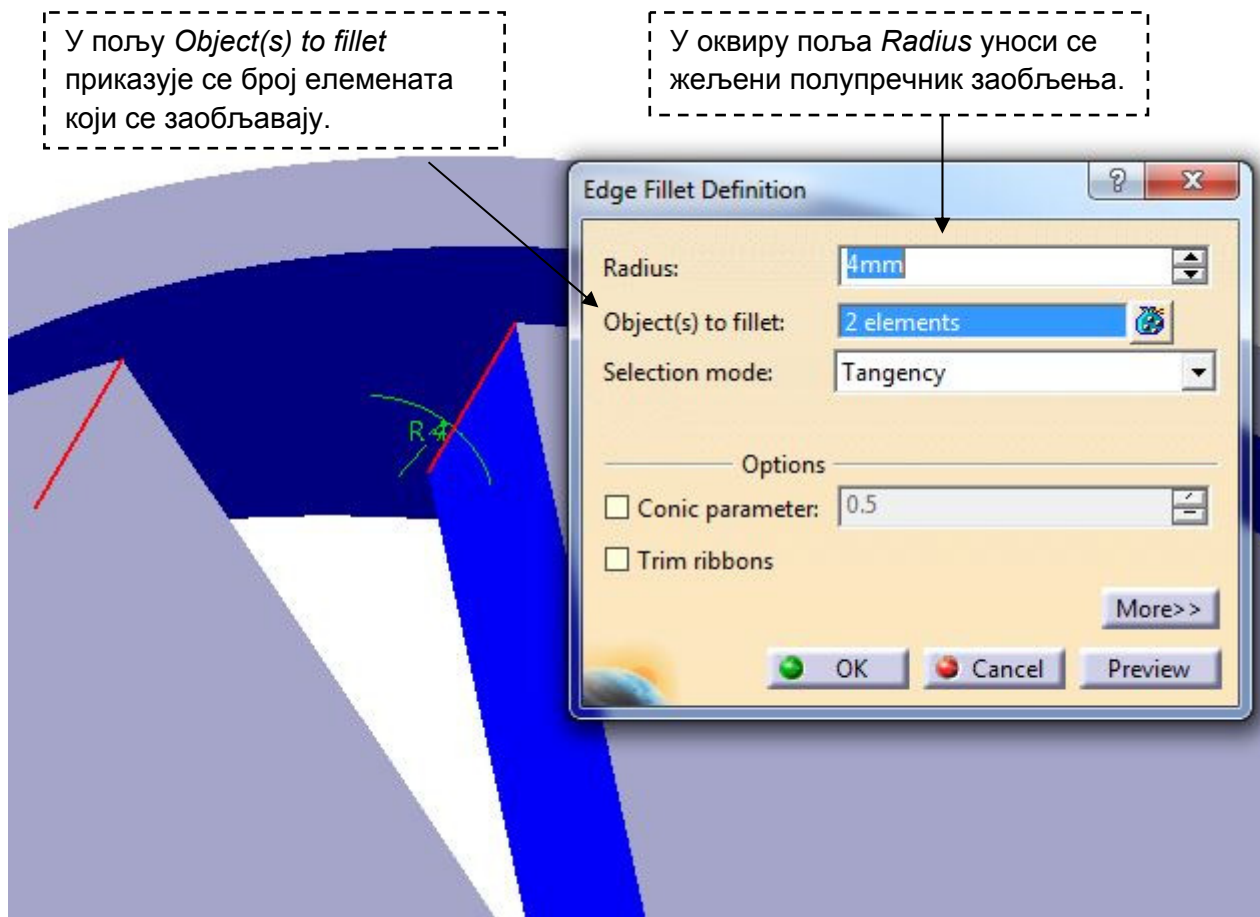
У оквиру поља **Reverse Side** и **Reverse Direction** бирају се супротна страна и правац одузимања материјала.



Слика 1.18. Дефинисање моделске форме *Pocket*.1

Корак 8. Креирање моделске форме *Edge Fillet.1*

- 1) Обележити ивице на којима ће се вршити заобљење а затим активирати команду **Edge Fillet** . Активирањем команде *Edge Fillet* отвара се прозор *Edge Fillet Definition* (Сл. 1.19).



Слика 1.19. Дефинисање моделске форме *Edge Fillet.1*

Корак 9. Креирање моделске форме *Circular Pattern.1*

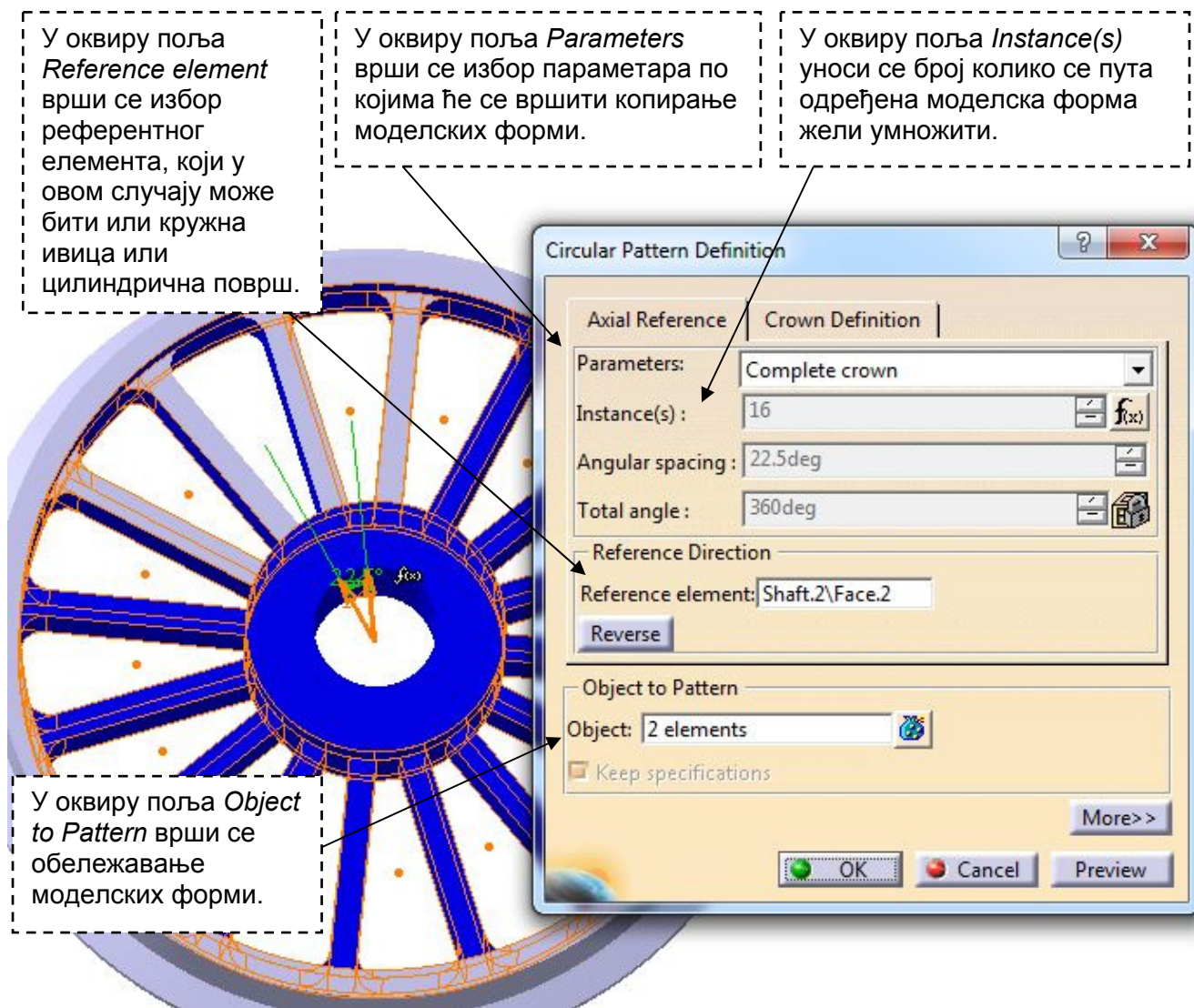
- 1) Активирањем команде **Circular Pattern** , отвара се прозор *Circular Pattern Definition* (Сл. 1.20).

Напомена:

Обележавање моделске форме на којој се врши *CircularPattern* може се врши пре активирања команде али се обележавање може извршити и након активирања.

Напомена:

Командом *Pattern* врши се умножавање моделских форми. Умножавање се може вршити по правим линијама *Rectangular Pattern*, по кружним линијама *Circular Pattern* и по дефинисаним тачкама *User Pattern*.

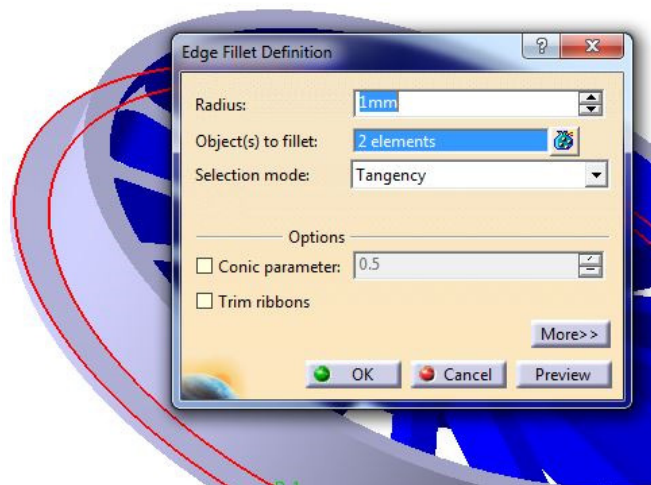


Слика 1.20. Дефинисање моделске форме *Circular Pattern.1*

Корак 10. Креирање моделске форме *Edge Fillet.2*

- 2) Обележити ивице на којима ће се вршити заобљење а затим активирати команду **Edge**

Fillet . Активирањем команде *Edge Fillet* отвара се прозор *Edge Fillet Definition*. (Сл. 1.21) [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 8].



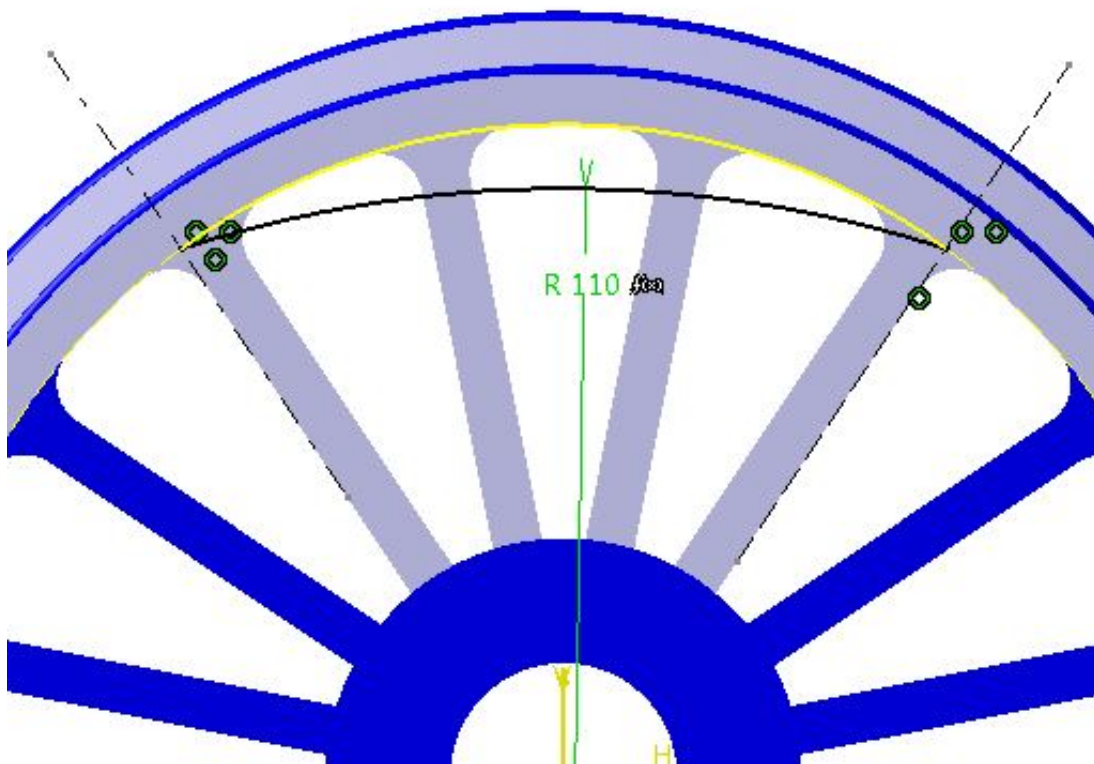
Слика 1.21. Дефинисање моделске форме *Edge Fillet.2*

Корак 11. Увођење новог *Part Body*-а

- 1) Изабрати **Insert-Body**, новоформирани **Body** се приказује у стаблу [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 3].

Корак 12. Креирање моделске форме *Pad.1*

- 1) Обележити раван скицирања, која се налази на моделу па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицирање.
- 2) Извршити пројектовање праве ивице на раван скицирања коришћењем команде **Project 3D Elements**  (Сл. 1.22).
- 3) Активирати команду **Axis** , и скицирати две помоћне линије (Сл. 1.22).
- 4) Активирати команду **Arc** , и извршити скицирање кружног лука. (Сл. 1.22).
- 5) Активирати команду **Quick Trim**  двоструким кликом и избрисати непотребне елементе (делове пројектоване линије) (Сл. 1.22).
- 6) Активирањем команде **Constraint** , уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.22).



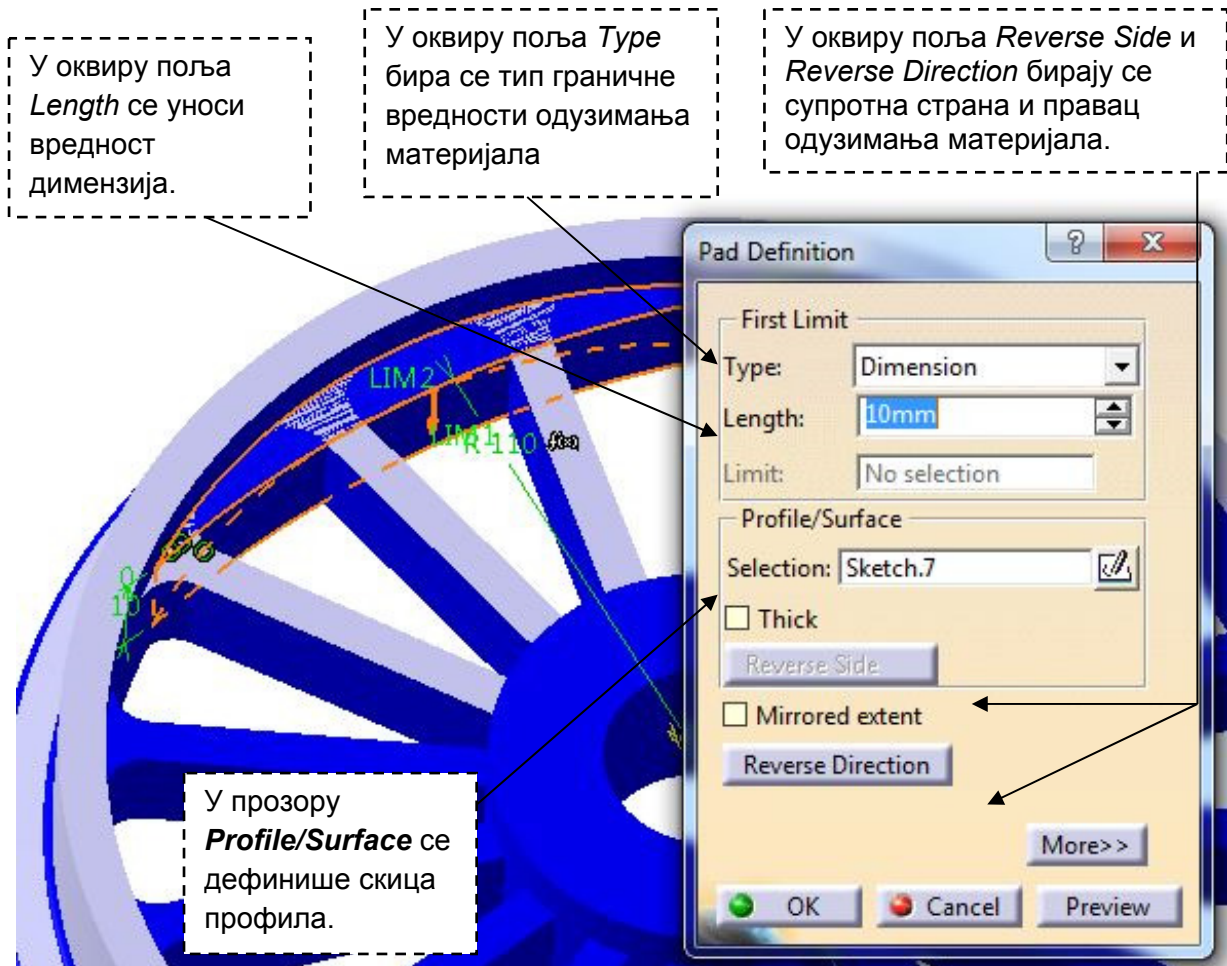
Слика 1.22. Скица профила моделске форме *Pad.1*.

- 7) Увести одговарајуће параметре из стабла модела за скицу профила *Pad. 1*. [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, Корак 4, тачка 5].

- 8) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit**

workbench .

- 9) Активирањем команде **Pad**  отвара се прозор *Pad definition* (Сл. 1.23). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање моделске форме *Pad*.



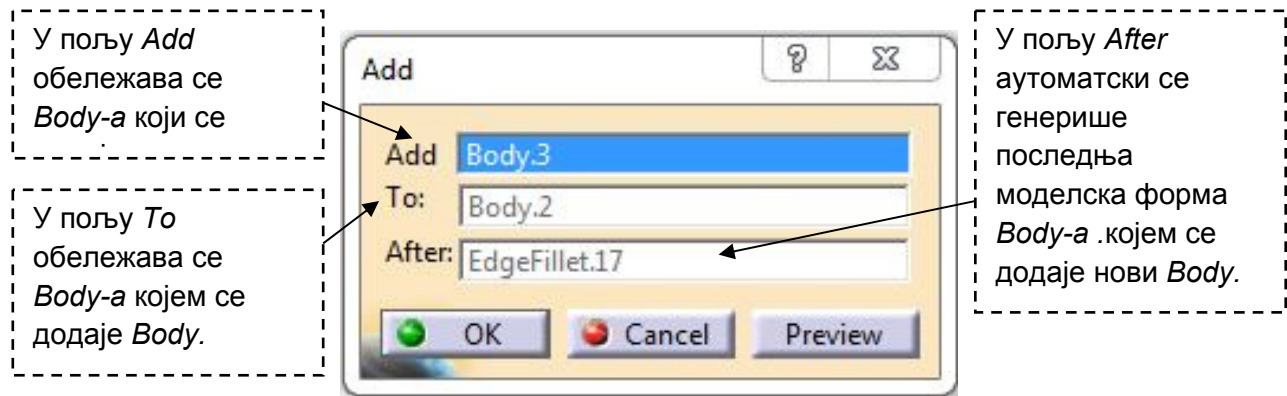
Слика 1.23. Дефинисање моделске форме *Pad.1*

Корак 13. Увођење *Boolean Operations*

- 1) Изабрати *Insert—Boolean Operations—Add* или из палете алата *Boolean Operations*.
- 2) Активирањем команде **Add**  отвара се прозор *Add* (Сл. 1.24).

Напомена:

Boolean Operations врши додавање *Body*-а без преклапања материјала командом *Add*, одузимање *Body*-а командом *Remove*, исецање *Body*-а командом *Intersection*.



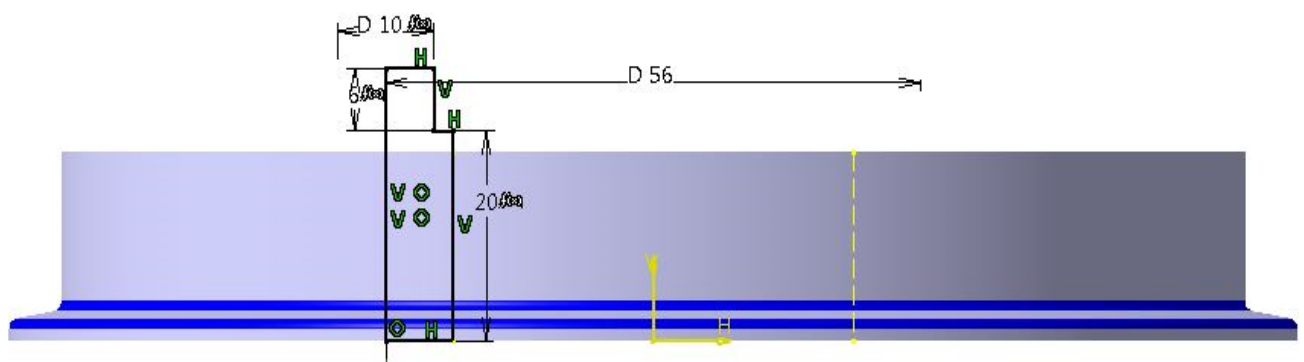
Слика 1.24. Дефинисање Boolean Operations

Корак 14. Увођење новог Part Body-а

- 1) Изабрати **Insert-Body**, новоформирани **Body** се приказује у стаблу [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 3].

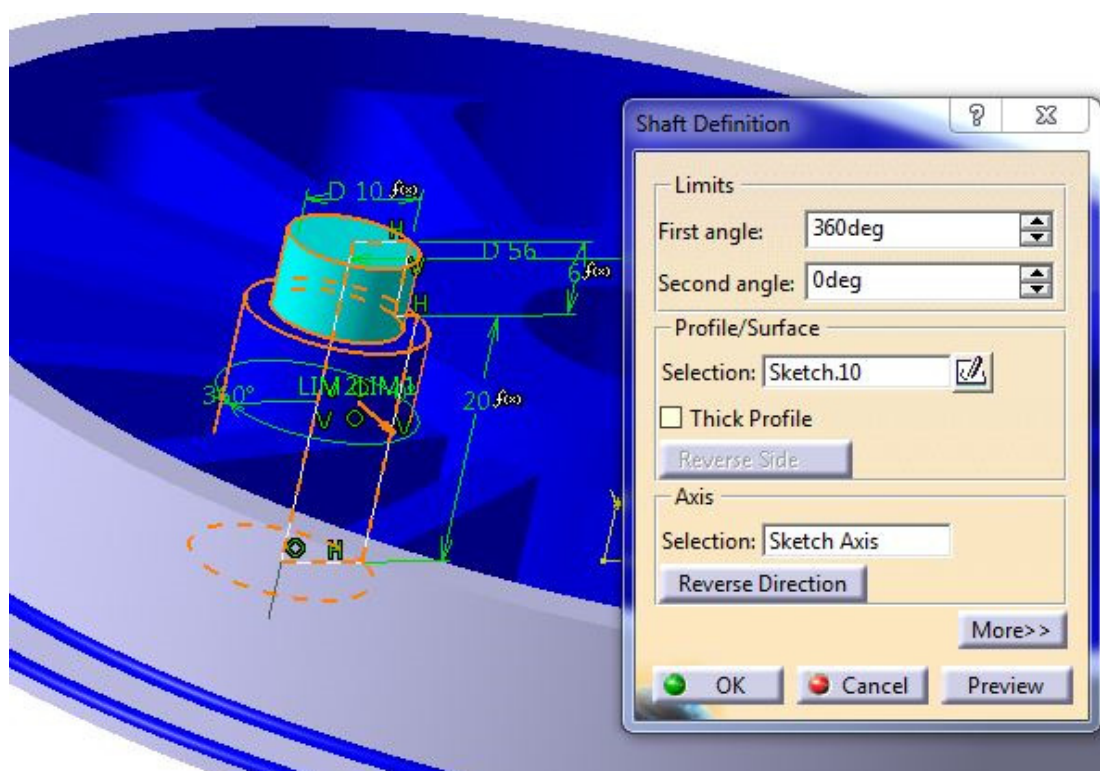
Корак 15. Креирање моделске форме Shaft. 2

- 1) Селектовати *uz plane* па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицирање.
- 2) Извршити пројектовање ивица модела коришћењем команде **Project 3D Elements**  (Сл. 1.25).
- 3) Активирати команду **Profile**  и извршити скицирање профила. (Сл. 1.25).
- 4) Активирањем команде **Constraint**  уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.25).
- 5) Увести одговарајуће параметре из стабла модела за скицу профила Shaft. 2. [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, Корак 4, тачка 5].



Слика.1.25. Скица профила моделске форме Shaft 2.

- 6) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .
- 7) Активирањем команде **Shaft**  отвара се прозор **Shaft definition** (Сл. 1.26). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање моделске форме **Shaft**.



Слика 1.26. Дефинисање моделске форме Shaft. 2

Корак 16. Увођење *Boolean Operations*

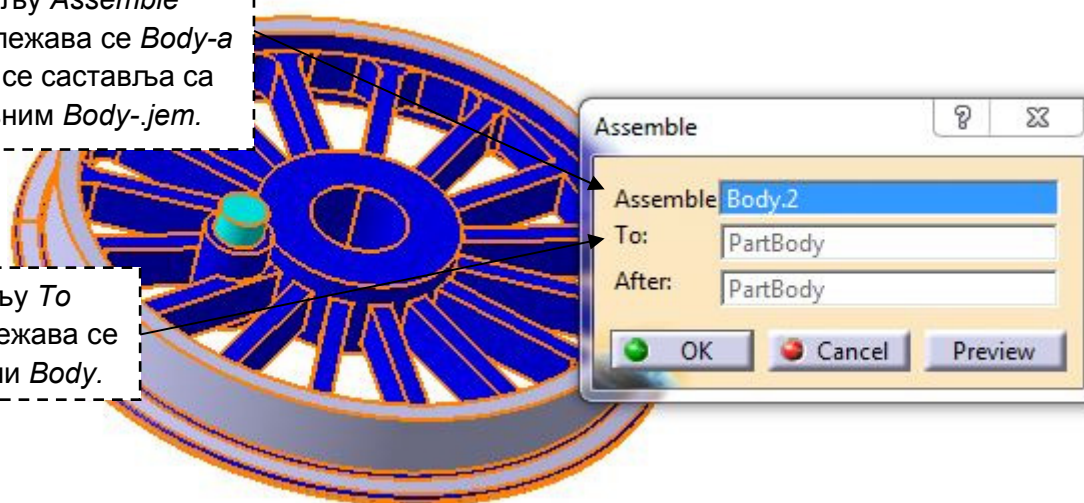
- 1) Изабрати *Insert—Boolean Operations—Add* или из палете алата *Boolean Operations*.
- 2) Активирањем команде *Add*  отвара се прозор *Add [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 13]*.

У пољу *Assemble* обележава се *Body-a* који се саставља са главним *Body-јет*.

У пољу *To* обележава се главни *Body*.

Корак 17. Увођење *Boolean Operations*

- 1) Изабрати *Insert—Boolean Operations—Assemble* или из палете алата *Boolean Operations*.
- 2) Активирањем команде *Assemble*  отвара се прозор *Assemble* (Сл. 1.27).

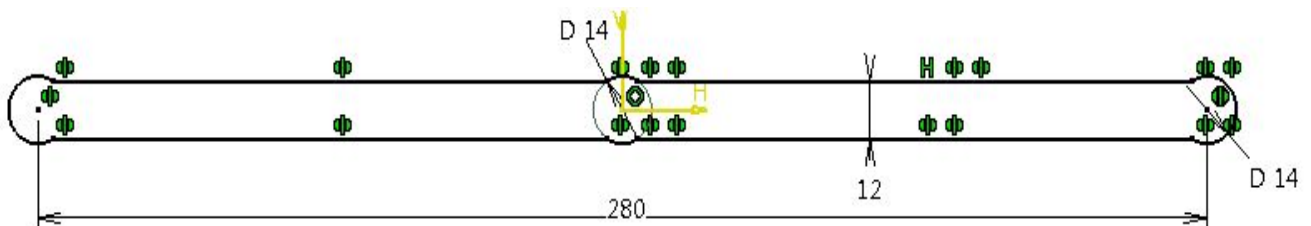


Слика 1.27. Дефинисање *Boolean Operations*

2.2. Креирање модела полуке

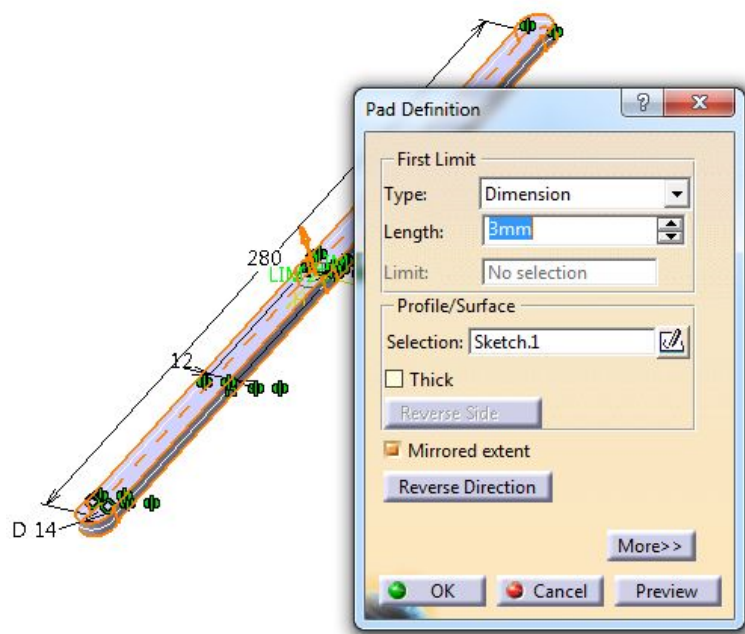
Корак 1. Креирање моделске форме Pad.1

- 1) У поље *Enter part name* прозора **[New Part]** уписати **Полуга**.
- 2) Активирати ху *plane* па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицирање.
- 3) Активирати команду **Circle**  и извршити скицирање кружнице у координатном почетку и десно од њега везану за хоризонталну координату.
- 4) Активирати команду **Mirror** , обележити десну кружницу затим вертикалну осу и кружница ће бити копирана на десну страну симетрично у односу на координатни почетак.
- 5) Активирати команду **Line**  и извршити скицирање линије која спаја две кружнице.
- 6) Активирати команду **Line**  и извршити скицирање линије која спаја две кружнице.
- 7) Активирати команду **Mirror** , обележити линију затим хоризонталну осу. Држати тастер **Control (Ctrl)**, обележити обе линије а затим вертикалну осу и линије ће бити копиране симетрично.
- 8) Активирати команду **Quick Trim** , двоструким кликом и избрисати непотребне елементе (делове пројектоване линије) (Сл. 1.28).
- 9) Активирањем команде **Constraint** , уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.28).
- 10) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .



Слика.1.28. Скица профила моделске форме Pad 1.

- 11) Активирањем команде **Pad** , отвара се прозор *Pad definition* (слика 1.29). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање моделске форме *Pad*. [Детаљније објашњење у поглављу 1.2, корак 12].



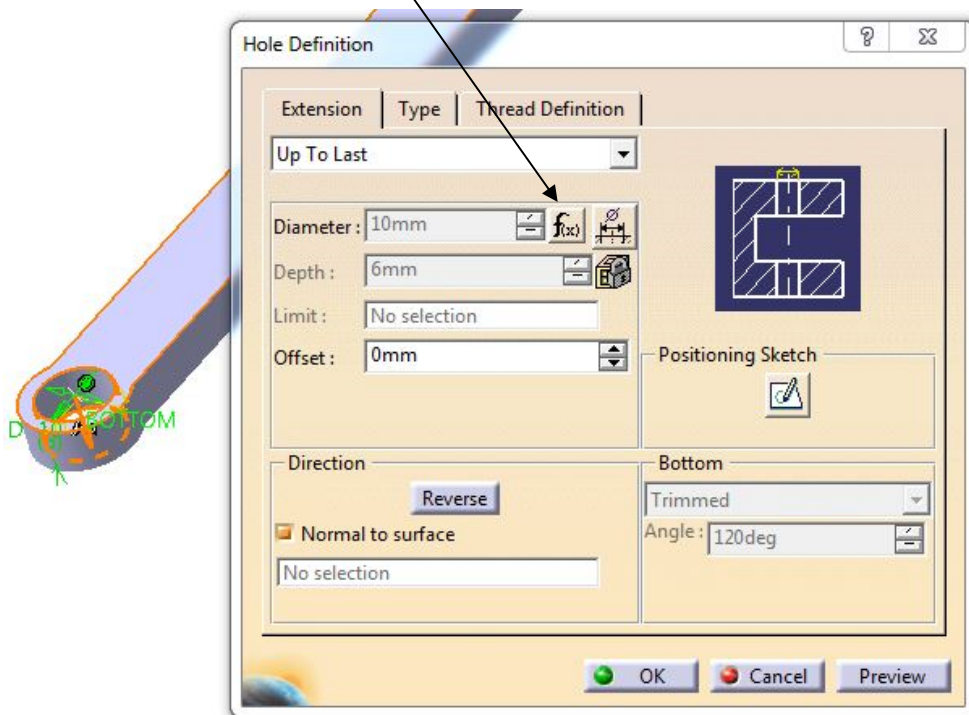
Слика 1.29. Дефинисање моделске форме Pad.1

Корак 2. Креирање моделске форме Hole.1

- 1) Обележити кружну ивицу.

Увођење одговарајућих параметара из стабла модела врши се преко поља $f(x)$.

- 2) Активирати команду Hole , а затим обележити површину на којој се врши бушење отвора. Отвориће се прозор Hole definition који служи за подешавање параметара потребних за извршење моделске форме Hole (слика 1.30) [Детаљније објашњење у поглављу 1.2, корак 6].



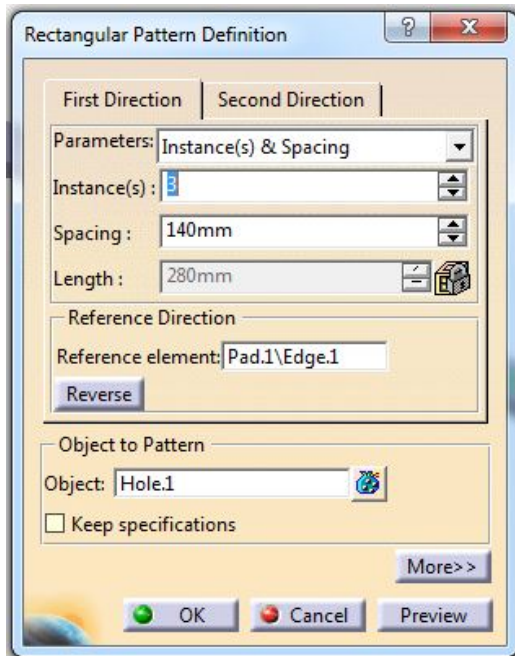
Слика 1.30. Дефинисање моделске форме Hole.1

Корак 3. Креирање моделске форме *Rectangular Pattern.1*

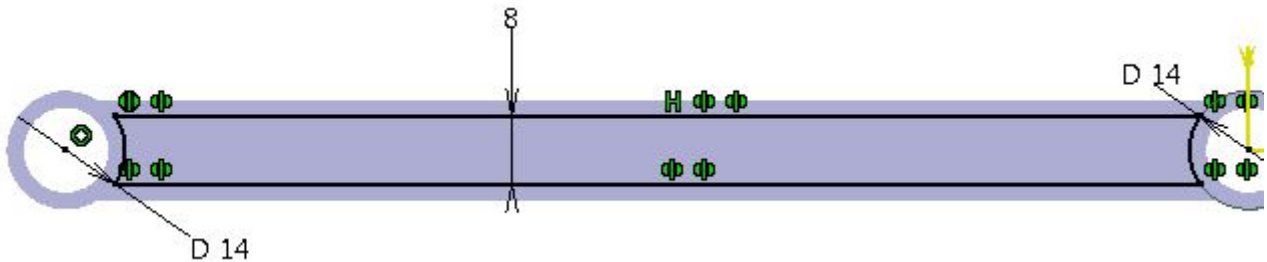
- 1) Активирањем команде *Rectangular Pattern*



, отвара се прозор *Rectangular Pattern Definition* (Сл. 1.31) [Детаљније објашњење у поглављу 1.2, корак 9].



Слика 1.31. Дефинисање моделске форме *Rectangular Pattern.1*



Слика 1.32. Скица профила моделске форме *Pocket.1*

Корак 5. Креирање моделске форме *Edge Fillet.1*

- 1) Обележити ивице на којима ће се вршити заобљење а затим активирати команду *Edge Fillet*



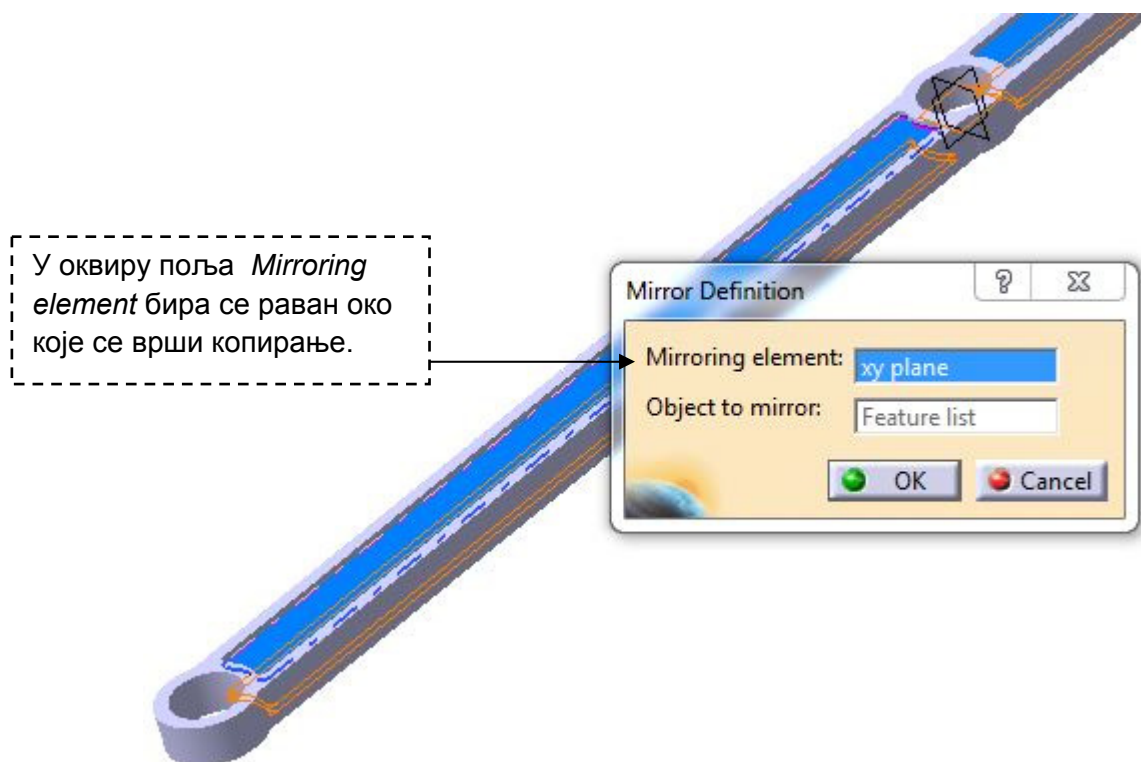
. Активирањем команде *Edge Fillet* отвара се прозор *Edge Fillet Definition* [Детаљније објашњење у поглављу 1.2, корак 8].

Корак 6. Креирање моделске форме *Mirror.1*

- 1) Активирањем команде *Mirror* , отвара се прозор *Mirror Definition* (Сл. 1.33).
- 2) Обележити моделску форму коју треба симетрично копирати а затим обележити раван преко које се врши копирање.

Корак 4. Креирање моделске форме *Pocket.1*

- 1) Обележити раван скицирања, која се налази на моделу па затим активирати команду *Sketch* , којом се прелази у модул за скицирање.
- 2) Активирањем и комбинацијом команди *Circle*  и *Line*  скицирати скицу профила (Сл. 1.32).
- 3) Активирањем команде *Constraint*  уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.32).
- 4) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање *Exit workbench* .

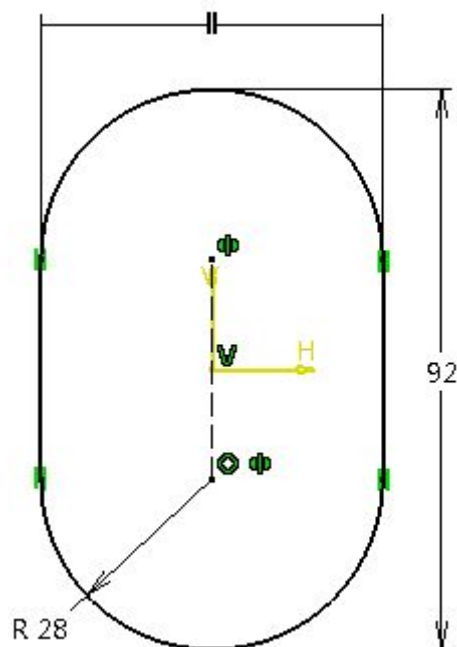


Слика 1.33. Дефинисање моделске форме Mirror.1

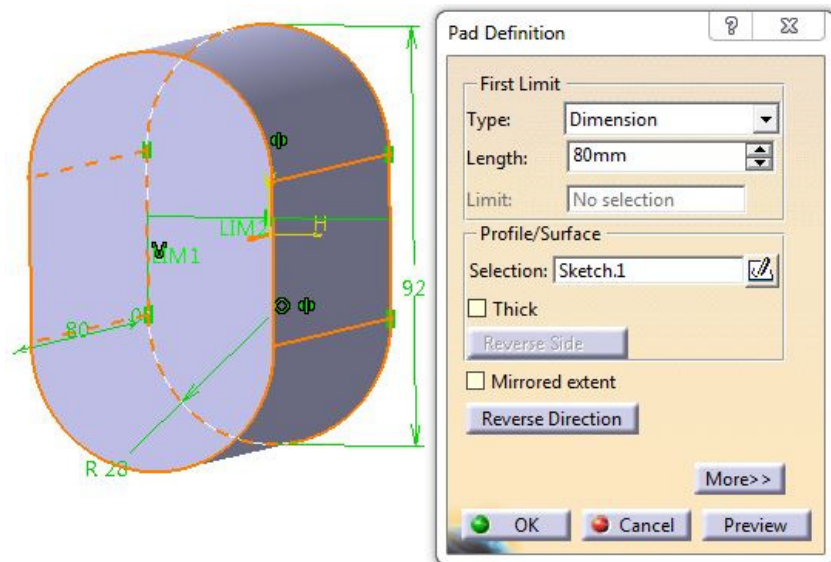
2.3. Креирање модела кућишта

Корак 1. Креирање моделске форме Pad.1

- 1) У поље *Enter part name* прозора **[New Part]** уписати **Кућиште**.
- 2) Активирати *xy plane* па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицирање.
- 3) Активирати команду **Elongated Hole**  и извршити скицирање скице профила у правцу вертикалне осе (Сл. 1.34).
- 4) Активирањем команде **Constraint**  уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.34).
- 5) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .



Слика 1.34. Скица профила моделске форме Pad 1.

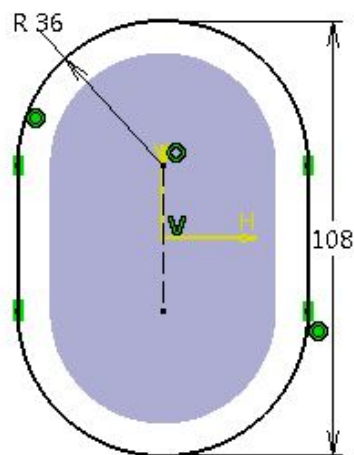


Слика 1.35. Дефинисање моделске форме Pad.1

Корак 2. Креирање моделске форме Pad.2

- 1) Обележити раван скицирања, која се налази на моделу па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицирање.

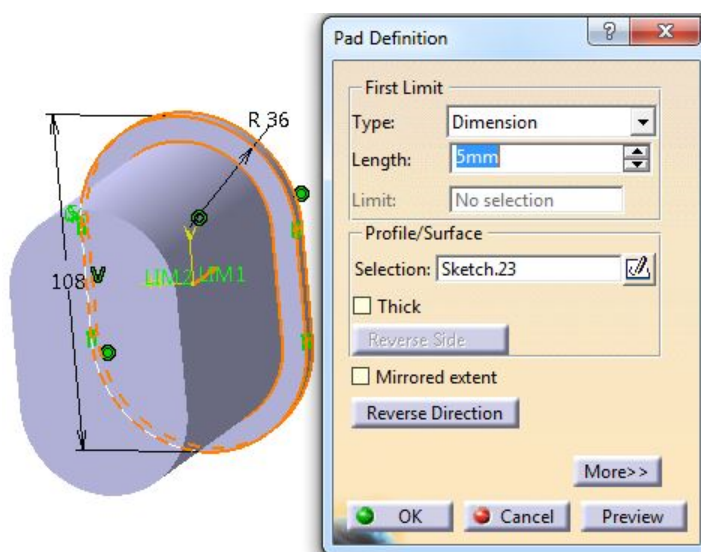
- 2) Активирати команду **Elongated Hole**  и извршити скицирање скице профила у правцу вертикалне осе (Сл. 1.36).



Слика 1.36. Скица профила моделске форме Pad 1.

- 3) Активирањем команде **Constraint**  уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.36).
- 4) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .

- 5) Активирањем команде **Pad**  отвара се прозор **Pad definition** (Сл. 1.37). Он служи за дефинисање параметара потребних за извршавање моделске форме **Pad** [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 12].



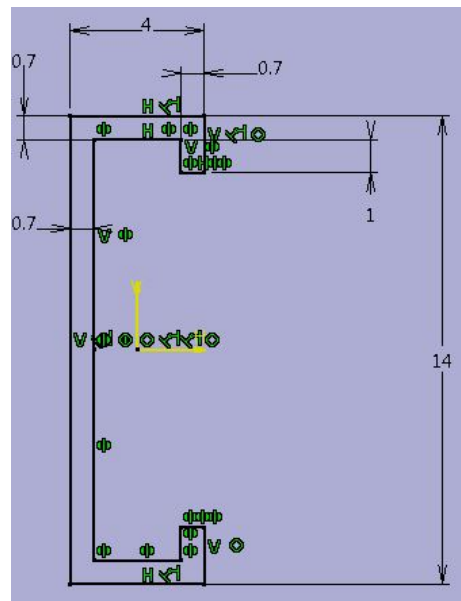
Слика 1.37. Дефинисање моделске форме Pad.2

5) Активирањем

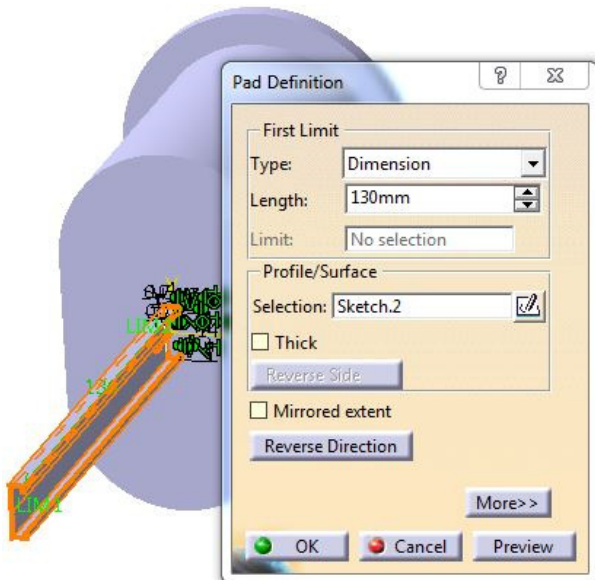
команде **Pad**  отвара се прозор **Pad definition** (Сл. 1.35). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање моделске форме **Pad** [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 12].

Корак 3. Креирање моделске форме *Pad.3*

- 1) Обележити раван скицирања, која се налази на моделу па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицирање.
- 2) Активирати команду **Profile**  и извршити скицирање профила (Сл. 1.38).
- 3) Активирањем команде **Constraint**  уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.38).
- 4) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .



Слика 1.38. Скица профила моделске форме *Pad 3*.



Слика 1.39. Дефинисање моделске форме *Pad.3*

- 5) Активирањем команде

Pad  отвара се прозор *Pad definition* (Сл. 1.39). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање моделске форме *Pad* [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 12].

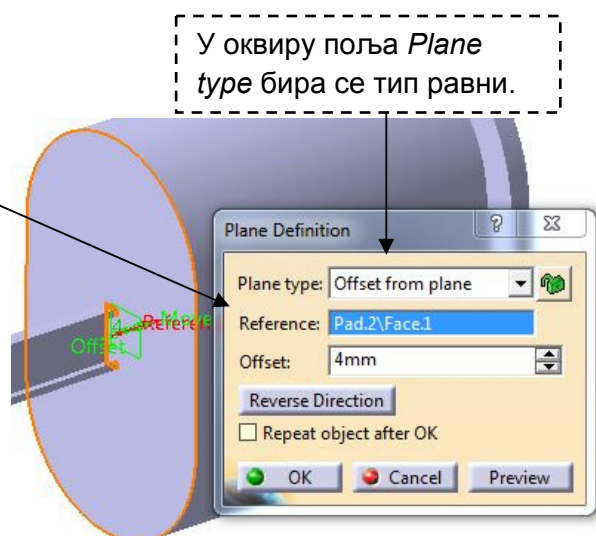
Корак 4. Креирање равни *Plane.1*

- 1) Активирањем команде **Plane**  отвара се прозор *Plane Definition* (Сл. 1.40).

У оквиру поља *Offset* уноси се вредност померања

У оквиру поља *Reference* бира се референтни елемент.

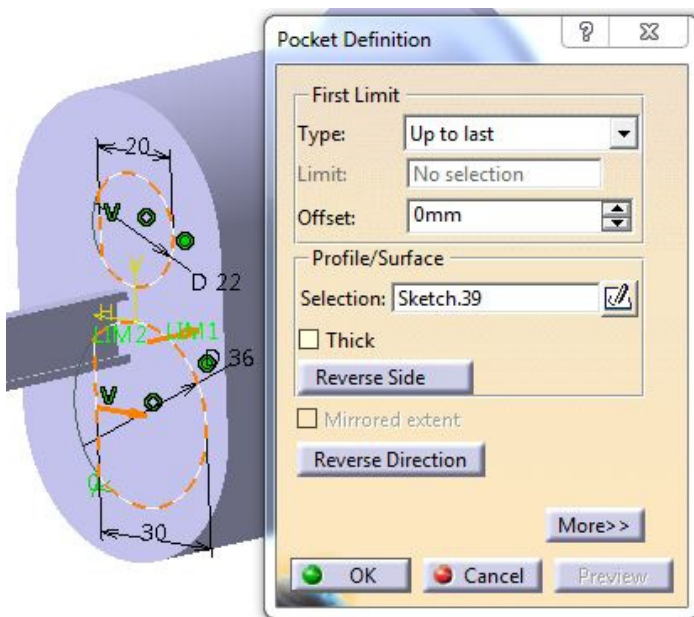
У оквиру поља *Reverse Direction* бирају се правци померања равни.



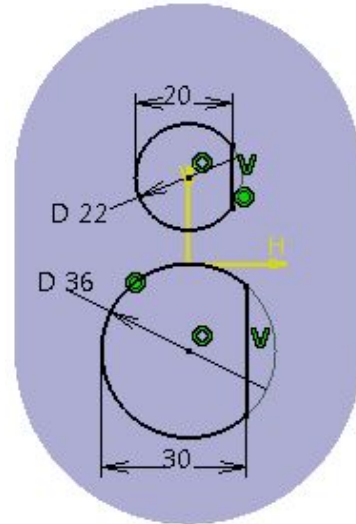
Слика 1.40. Дефинисање *Plane.1*

Корак 5. Креирање моделске форме
Pocket.1

- 1) Обележити новоформирану раван *Plane 1* као раван скицирања, па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицирање.
- 2) Активирати команду **Circle**  и извршити скицирање две кружнице везане за вертикалну координату (Сл. 1.41).
- 3) Активирати команду **Line**  и извршити скицирање вертикалне линије која пресеца кружницу (Сл. 1.41).
- 4) Активирањем команде **Constraint**  уводе се димензиона ограничења скице, као на приказаној скици (Сл. 1.41).
- 6) Активирањем команде *Pocket*  отвара се прозор *Pocket definition* (Сл. 1.42). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање моделске форме *Pocket* [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 7].



Слика 1.42. Дефинисање моделске форме *Pocket.1*



Слика 1.41. Скица профила моделске форме *Pocket.1*.

- 5) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .

Корак 6. Креирање моделске форме *Hole.1*

- 1) Обележити кружну ивицу.
- 2) Активирати команду *Hole* , а затим обележити површину на којој се врши бушење отвора. Отвориће се прозор *Hole definition* који служи за подешавање параметара потребних за извршење моделске форме *Hole* [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 6].

Корак 7. Креирање моделске форме *Hole.2*

Напомена:

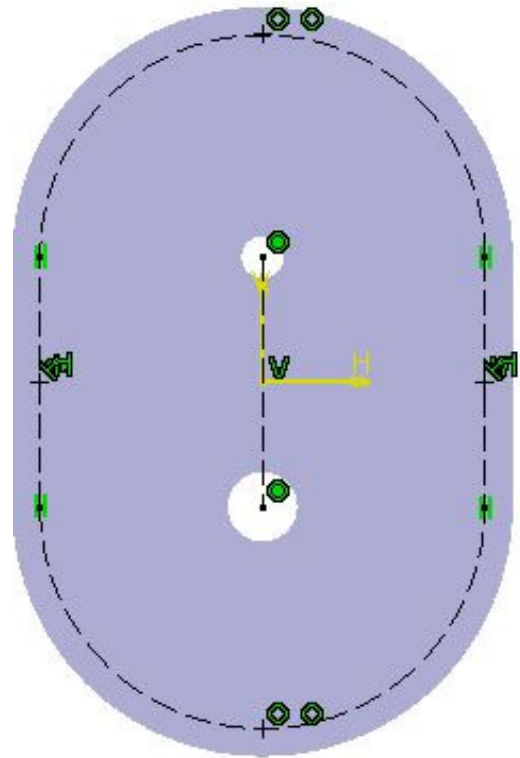
Моделске форме *Hole.1* и *Hole.2* израђују се са
Extension: Up to next и
Diameter: 10mm/6mm.

Корак 8. Креирање Sketch. 7

- 1) Обележити раван скицирања, која се налази на моделу па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицирање.
- 2) Активирати команду **Elongated Hole**  и извршити скицирање скице профила у правцу вертикалне осе и успоставити концентричност кружница.
- 3) Линије профила претворити у конструктивне. Обележити линије и активирати команду.

Construction/Standard Element .

- 4) Активирати команду **Point by clicking**  и извршити скицирање четири тачке (Сл. 1.43).
- 5) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .



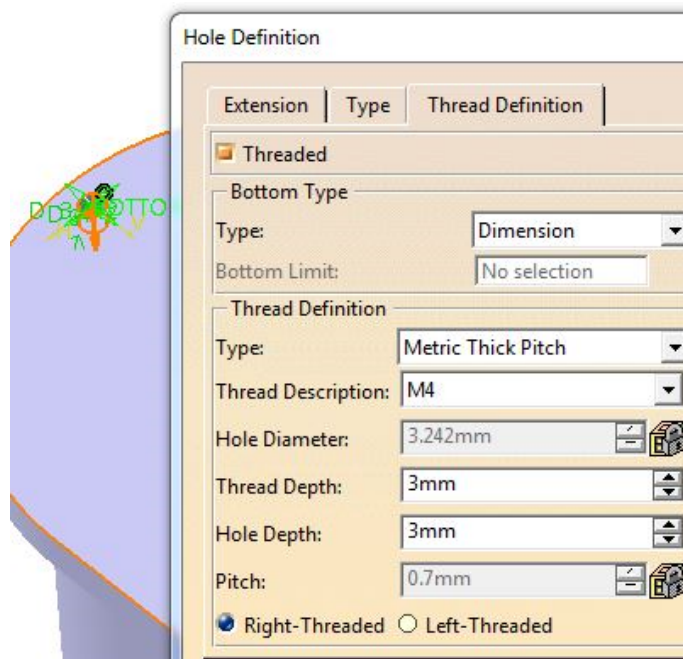
Слика 1.43. Скица профила Sketch 1.

Корак 9. Креирање моделске форме Hole.3

- 1) Обележити једну од креираних тачки.
- 2) Активирати команду

Hole , а затим обележити површину на којој се врши бушење отвора. Отвориће се прозор **Hole definition** који служи за подешавање параметара потребних за извршење моделске форме **Hole** (Сл. 1.44)

[Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 6].



Слика 1.44. Дефинисање моделске форме Hole.3

У оквиру поља **Thread Definition** врше се подешавања навоја:
Type избор врсте стандардних навоја
Thread Description избор навоја
Thread Depth дубина навоја
Hole Depth дубина рупе
Hole Diameter и *Pitch* се аутоматски генеришу

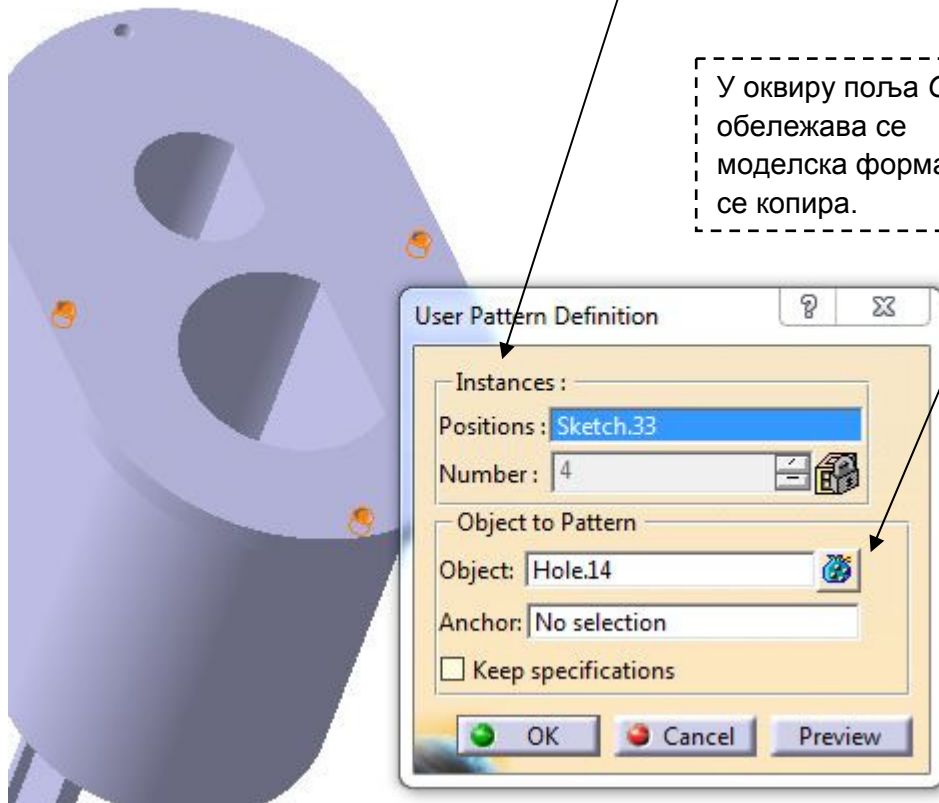
Корак 10. Креирање моделске форме *User Pattern. 1*

- 1) Активирати команду **User Pattern**

, отвориће се прозор *User Pattern Definition*, затим обележити тачке по којима се врши копирање (Сл. 1.45).

У подешавањима *Instances* у оквиру поља *Positions* обележава се *Sketch* са одговарајућим позицијама *Number* се аутоматски генерише.

У оквиру поља *Object* обележава се моделска форма која се копира.



Слика 1.45. Дефинисање моделске форме *User Pattern. 1*

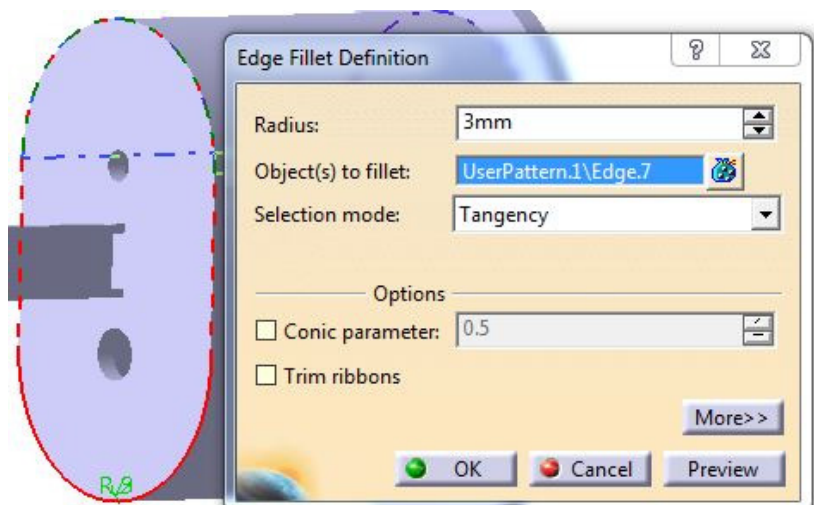
Корак 11. Креирање моделске форме *Edge Fillet. 1*

- 1) Обележити ивице на којима ће се вршити заобљење а затим активирати команду

Edge Fillet 

Активирањем команде *Edge Fillet* отвара се прозор *Edge Fillet Definition* (Сл. 1.46)

[Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 8].



Слика 1.46. Дефинисање моделске форме *Edge Fillet. 1*

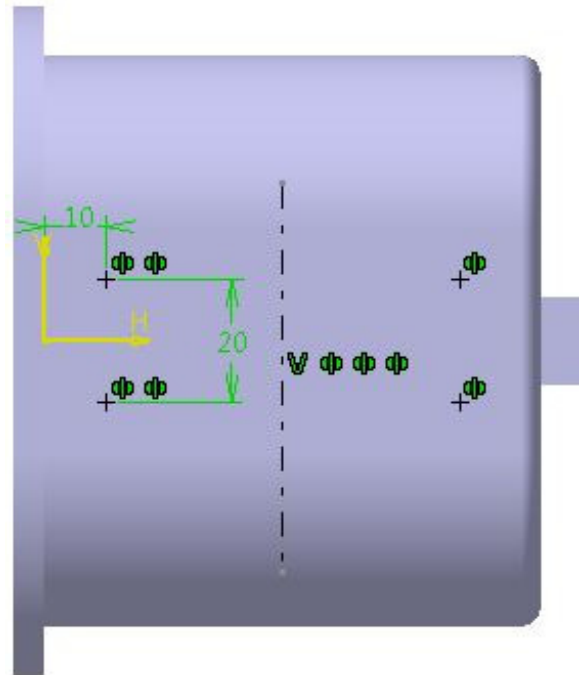
Корак 12. Креирање *Sketch*. 7

- 1) Обележити раван скицирања, која се налази на моделу па затим активирати команду

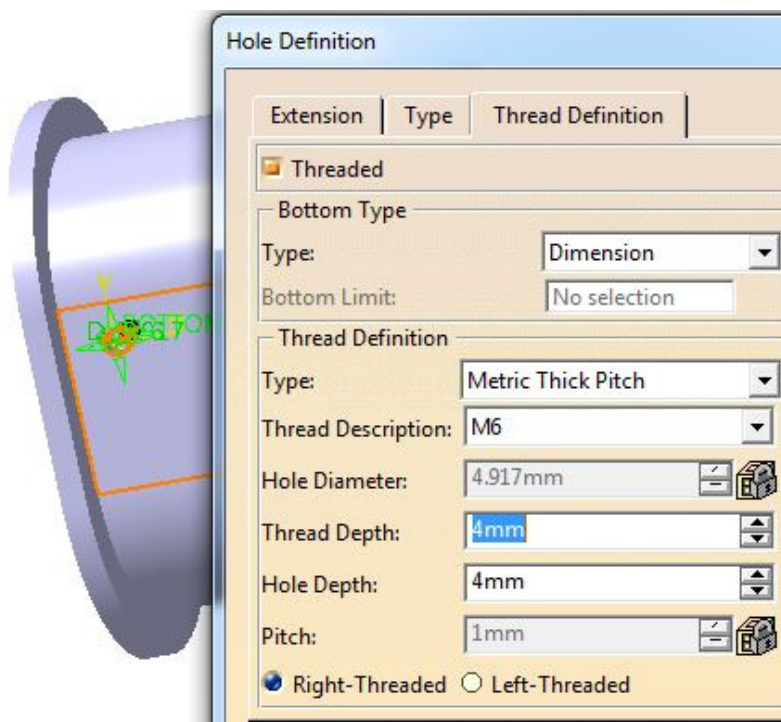
Sketch , којом се прелази у модул за скицирање.

- 2) Активирати команду **Point by clicking**  и извршити скицирање четири тачке (Сл. 1.47).

- 3) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .



Слика 1.47. Скица профила *Sketch* 2.



Слика 1.48. Дефинисање моделске форме *Hole.4*

Корак 13. Креирање моделске форме *Hole.4*

- 1) Обележити једну од креираних тачки.

- 2) Активирати команду

Hole , а затим обележити површину на којој се врши бушење отвора. Отвориће се прозор *Hole definition* који служи за подешавање параметара потребних за извршење моделске форме *Hole* (Сл. 1.48) [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 6].

Корак 14. Креирање моделске форме *User Pattern*. 2

- 1) Активирати команду **User Pattern** , отвориће се прозор *User Pattern Definition*, затим обележити тачке по којима се врши копирање [Детаљније објашњење у поглављу 1.2, корак 10].

2.4. Креирање подсклопа сисема

Корак 1. Активирање модула за креирање склопова

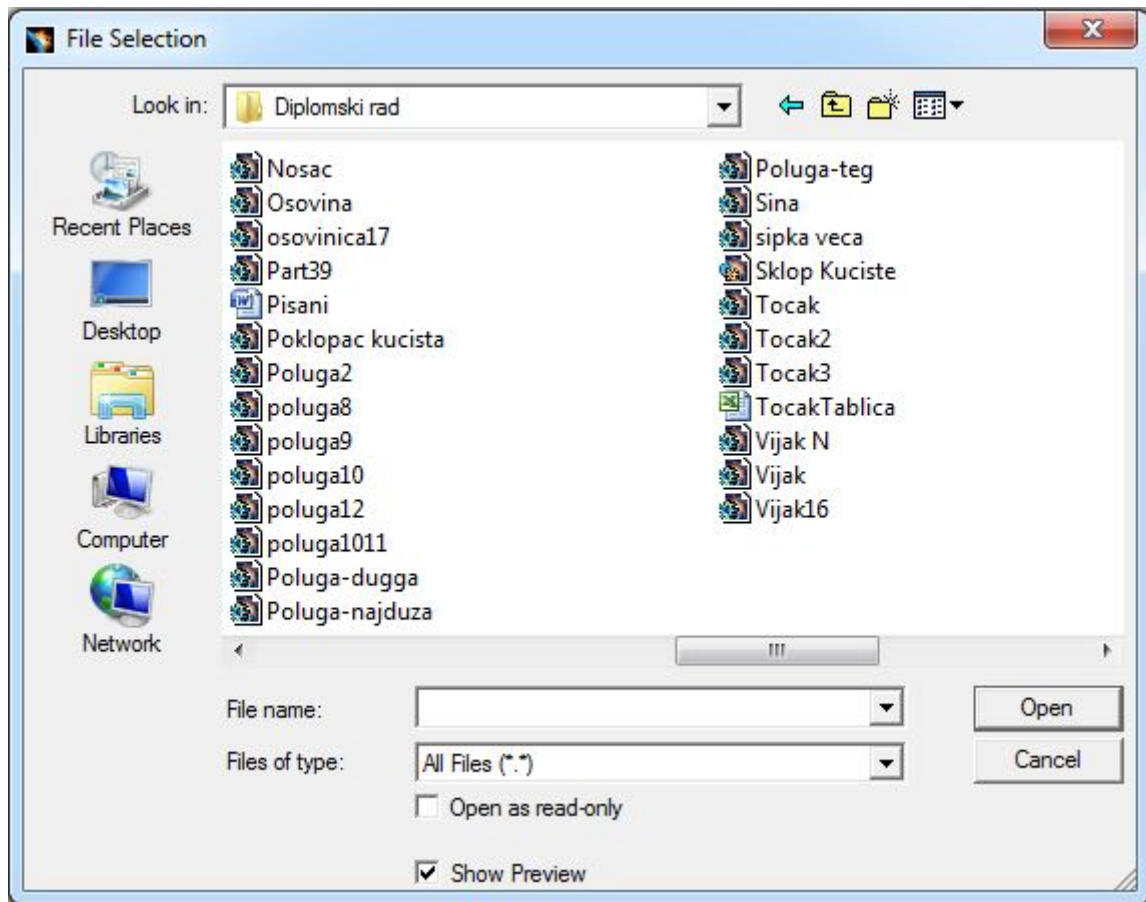
- 1) Изабрати **Start- Mechanical Design- Assembly Desing.**
- 2) Десни клик на *Product.1* који се налази у стаблу – *Properties – Product - Part Name* - унети име подсклопа *Склоп Кућиште*.

Корак 2. Увођење модела склопа

- 1) Обележити *Склоп Кућиште* у стаблу модела.
- 2) Активирати команду **Existing**

Component  отвориће се прозор *File Selection* у којем се бирају одговарајући модели (Сл. 1.49).

- 3) Модели који се уводе приказују се у стаблу.



Слика 1.49. *File Selection*

Корак 3. Фиксирање модела

- 1) Након увођења првог модела [*Кућиште*] уводи се прво ограничење. Активирати команду **Fix Component**  а затим кликнути на модел или на назив модела у стаблу.

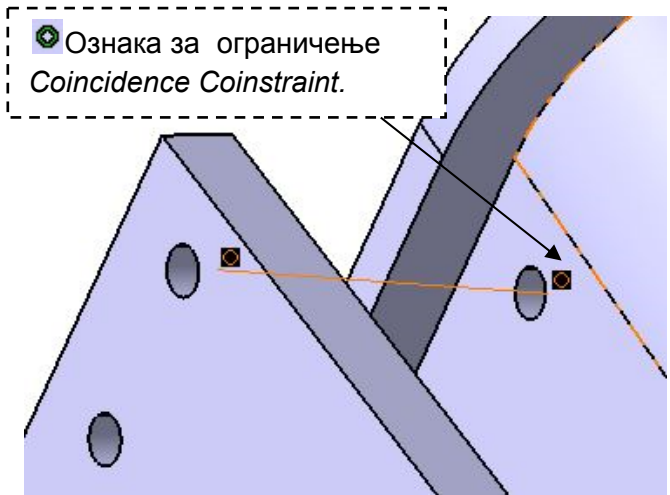
Корак 4. Увођење модела склопа

- 1) Обележити *Склоп Кућиште* у стаблу модела
- 2) Активирати команду **Existing**

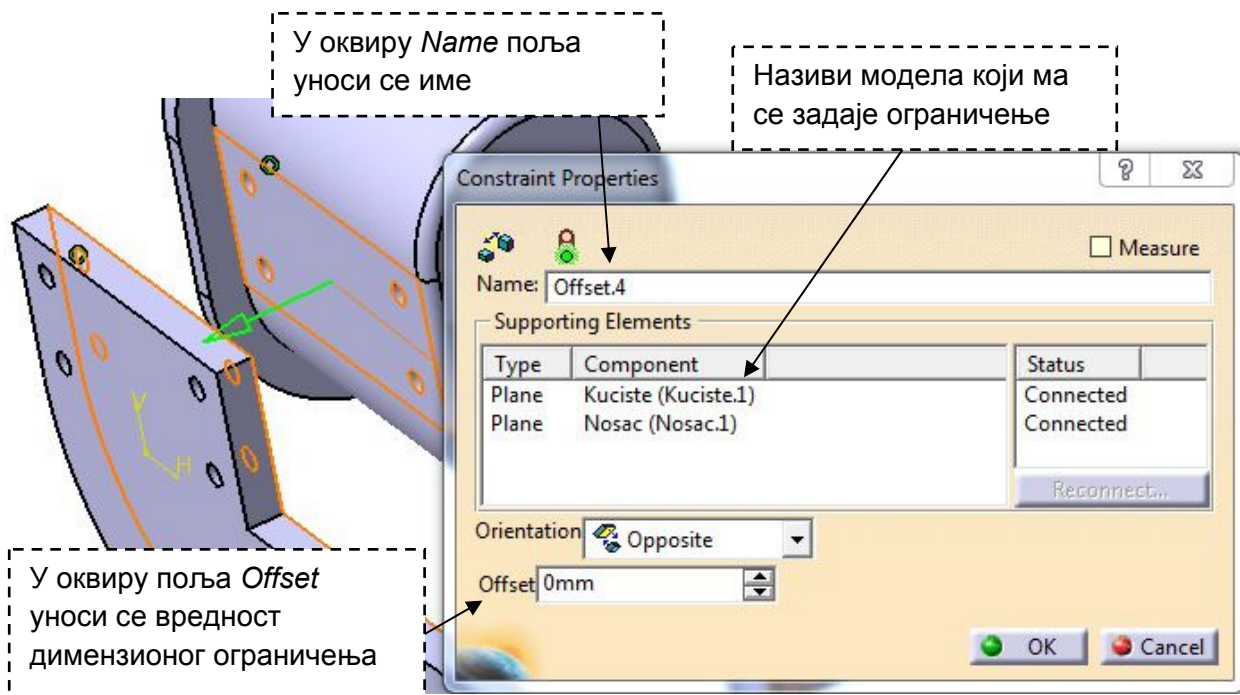
Component  отвориће се прозор *File Selection* у којем се бирају одговарајући модели [*Носач*] [*Детаљније објашњење у поглављу 1.4, корак 2*].

Корак 5. Увођење ограничења

- 1) Командом *Manipulation*  могу се изводити потребна померање модела.
- 2) Активирати команду *Coincidence* , којом се задаје ограничење саосности (Сл. 1.50). Обележити осе модела које треба се поклапају.
- 3) Активирати команду *Update*  којом се успостављају постављена ограничења. Команда *Update* се може користити након сваког корака или на крају када се задају сва ограничења.
- 4) Активирањем команде *Offset Coinstraint*  отвара се прозор *Offset Properties*. Командом *Offset Coinstraint* задају се димензиона ограничење (Сл. 1.51). Обележити стране модела на односу којих се дају димензиона ограничења.



Слика 1.50. Увођење ограничења *Coincidence Coinstraint*

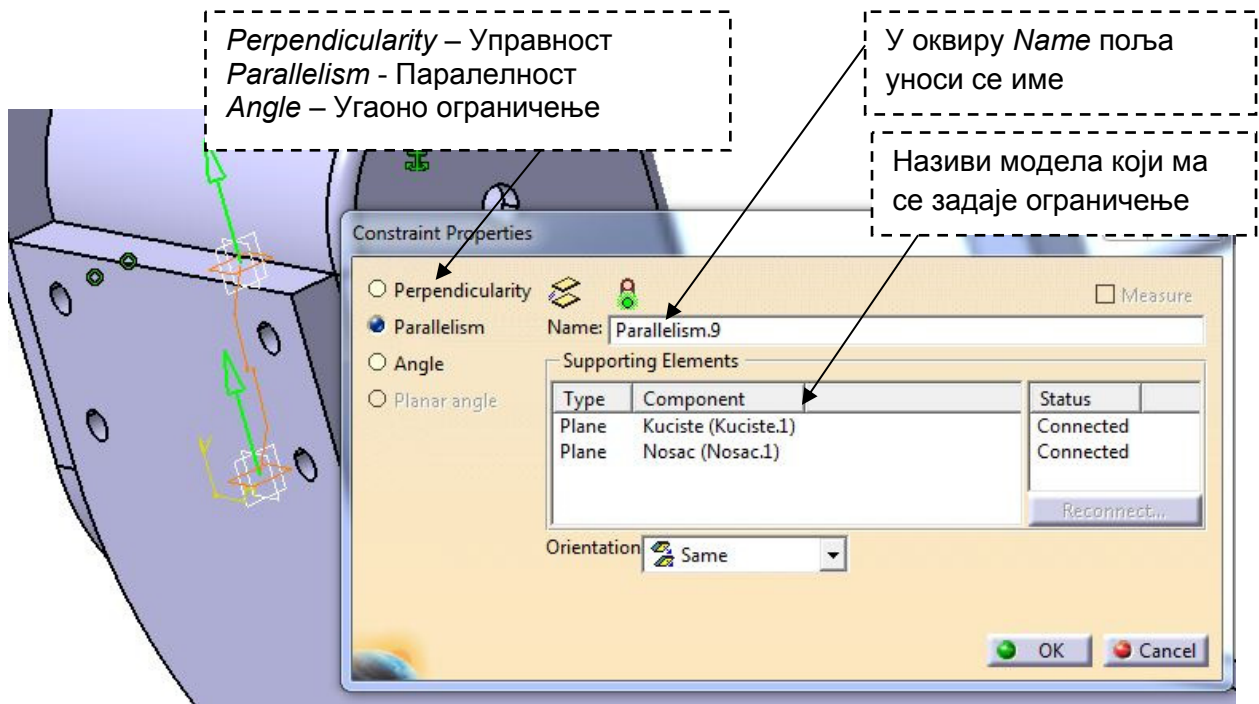


Слика 1.51. Увођење ограничења *Offset Coinstraint*

- 5) Активирањем команде *Angle*  отвара се прозор *Coinstraint Properties*. Командом *Angle Coinstraint* могу се задати ограничења управности, паралелности и угаона ограничења (Сл. 1.52). Обележити две равни модела и увести ограничење паралелности.

Напомена:

Уводе се три ограничења, којима ће се уклонити сви степени слободе модела.



Слика 1.52. Увођење ограничења Angle Coinstraint

Корак 6. Увођење модела склопа

- 1) Обележити *Склоп Кућиште* у стаблу модела.
- 2) Активирати команду **Existing Component**  отвориће се прозор *File Selection* у којем се бирају одговарајући модели (*Вијак*) [Детаљније објашњење у поглављу 1.4, корак 2].
- 4) Активирањем команде **Reuse Pattern**  отвара се прозор *Reuse Pattern Definition* који служи за дефинисање параметара (Сл. 1.53). Обележити модел који је потребно копирати а затим обележити позиције копирања.

Напомена:

Команда *Reuser Pattern* копира делове са свим ограничењима која су им задата. Команда *Reuser Pattern* ће радити само ако нпр.:
-Уколико постављени вијак у склопу треба поставити у још 3 рупе, команду *Reuse Pattern* могуће је искористити само уколико су рупе израђене помоћу једне од команди *Pattern*-а при моделирању.

Корак 7. Увођење ограничења

- 1) Активирати команду **Coincidence Coinstraint**  , којом се задаје ограничење саосности.

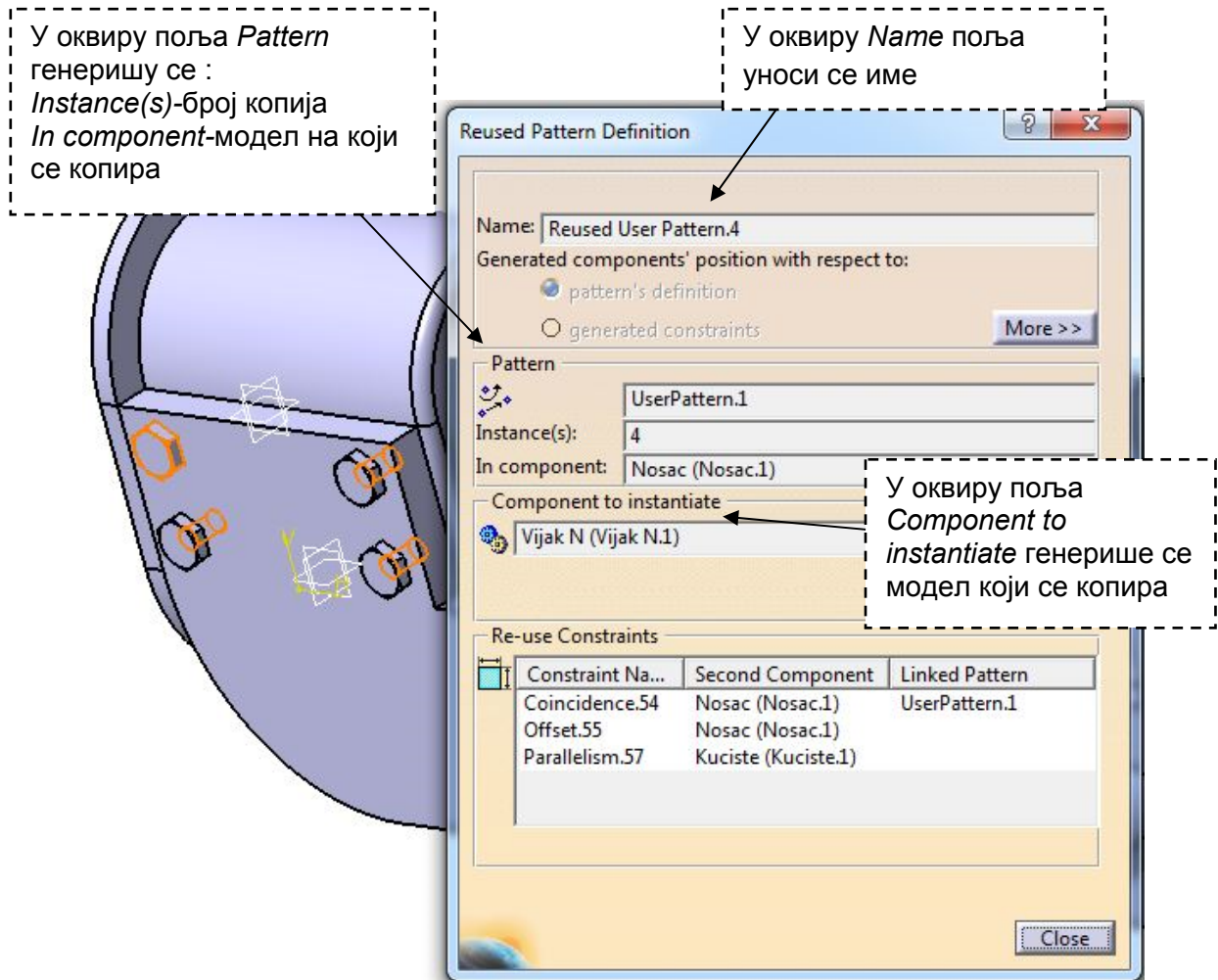
Обележити осе модела које треба се поклапају [Детаљније објашњење у поглављу 1.4, корак 5].

- 2) Активирањем команде **Offset Coinstraint**  отвара се прозор *Offset Properties*. Командом *Offset Coinstraint* задају се димензиона ограничење. Обележити стране модела на односу којих се дају димензиона ограничења [Детаљније објашњење поглављу 1.4, корак 5].

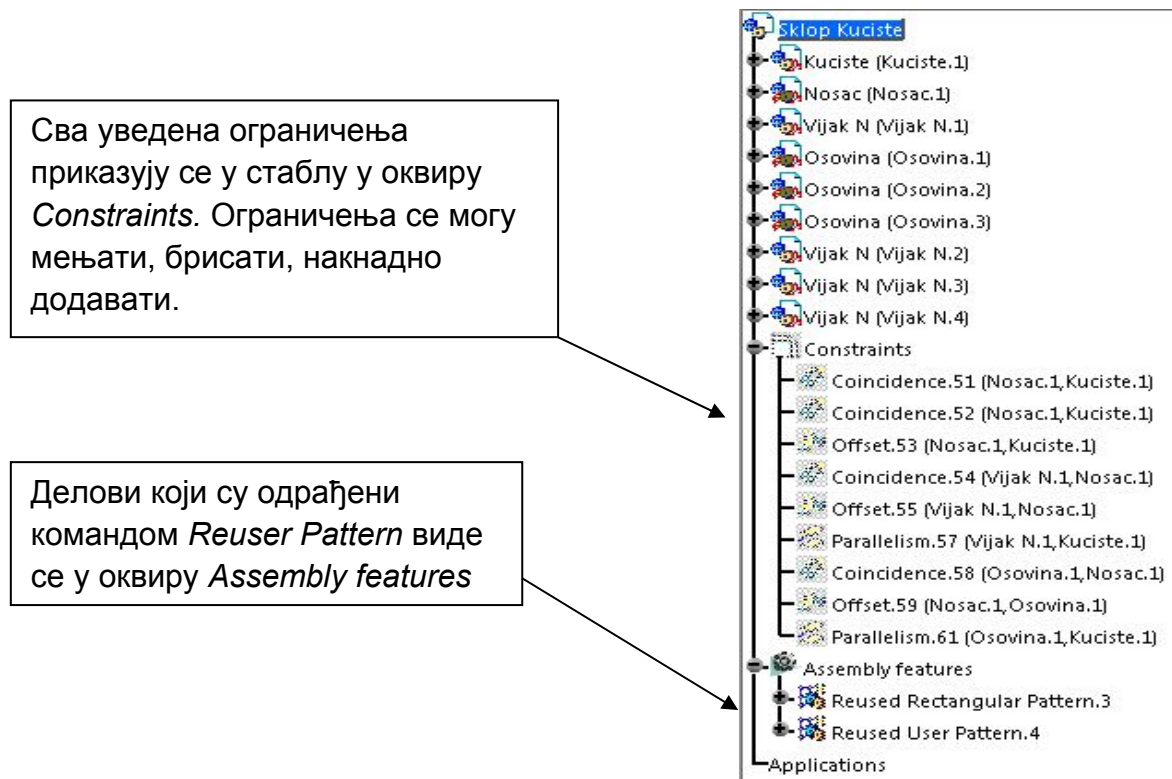
Командом *Offset Coinstraint* задају се димензиона ограничење. Обележити стране модела на односу којих се дају димензиона ограничења [Детаљније објашњење поглављу 1.4, корак 5].

- 3) Активирањем команде **Angle Coinstraint**  отвара се прозор *Coinstraint Properties*. Командом *Angle Coinstraint* могу се задати ограничења управности, паралелности и угаона ограничења. Обележити две равни модела и увести ограничење паралелности [Детаљније објашњење поглављу 1.4, корак 5].

Командом *Angle Coinstraint* могу се задати ограничења управности, паралелности и угаона ограничења. Обележити две равни модела и увести ограничење паралелности [Детаљније објашњење поглављу 1.4, корак 5].



Слика 1.53. Дефинисање Reuser Pattern-a



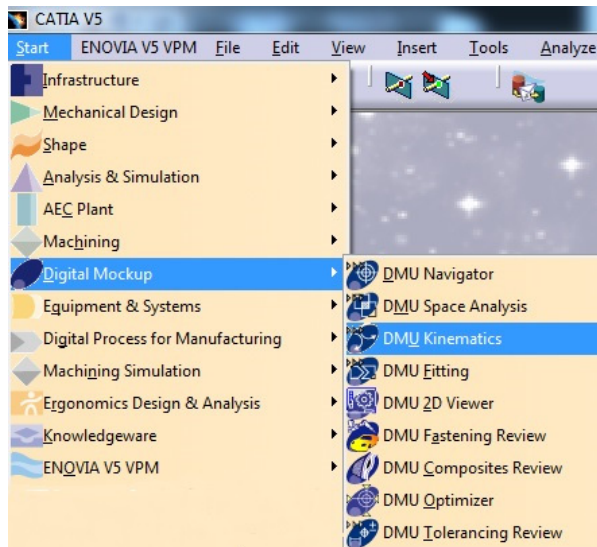
Слика 1.54. *Стабло склопа*

3. КРЕИРАЊЕ МЕХАНИЗМА И СИМУЛАЦИЈЕ

3.1. Креирање механизма

Корак 1. Активирање модула за креирање механизма

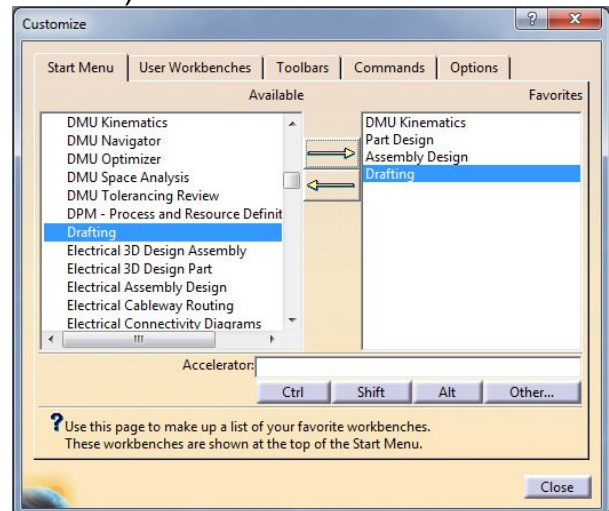
- 1) Изабрати **Start- Digital Mockup-DMU Kinematics** (Сл. 1.1).



Слика 1.1. Приказ активирања DMU модула

Корак 2. Активирање команде за манипулацију делова

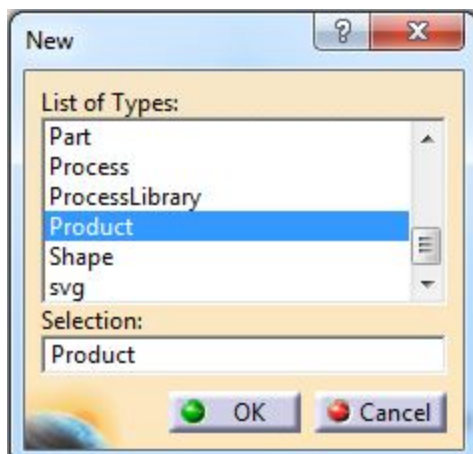
- 1) Кликнути десни клик радну линију са командама, затим активирати **Customize**.
- 2) Активирати потребне опције (Сл. 1.2).



Слика 1.2. Customize

Корак 3. Креирање новог *Product-a*

- 1) Активирати команду **New** .
- 2) У прозору *New* изабрати *Product* и потврдити (Сл. 1.3).

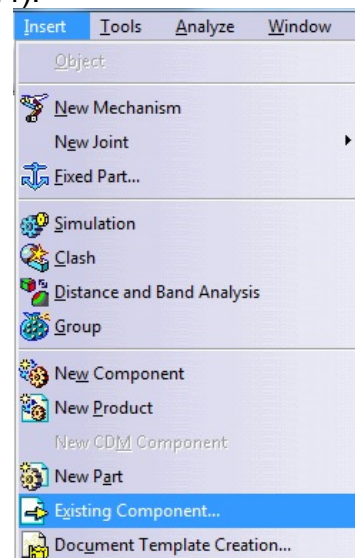


Слика 1.3. New

Корак 4. Увођење делова механизма

- 1) Обележити *Склоп Кућиште* у стаблу модела.
- 2) Активирати команду **Existing**

Component  која се налази у падајућем менију *Insert*, отвориће се прозор *File Selection* у којем се бирају одговарајући модели (Сл. 1.4).



Слика 1.4. Existing Component

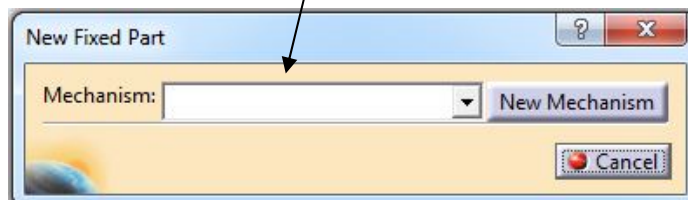
- 3) Ново креирани *Product* биће приказан у стаблу. Десни клик на *Product.1* који се налази у стаблу – *Properties – Product - Part Name* - унети име подсклопа *Цео механизам*.

Корак 5. Креирање новог механизма

- 1) Након увођења првог дела активирати

команду **Fixed Part** . Отвара се прозор *New Fixed Part* у коме се бира већ постојећи механизам (Сл. 1.5) или креира нови механизам (Сл. 1.6).

Избор постојећих механизма



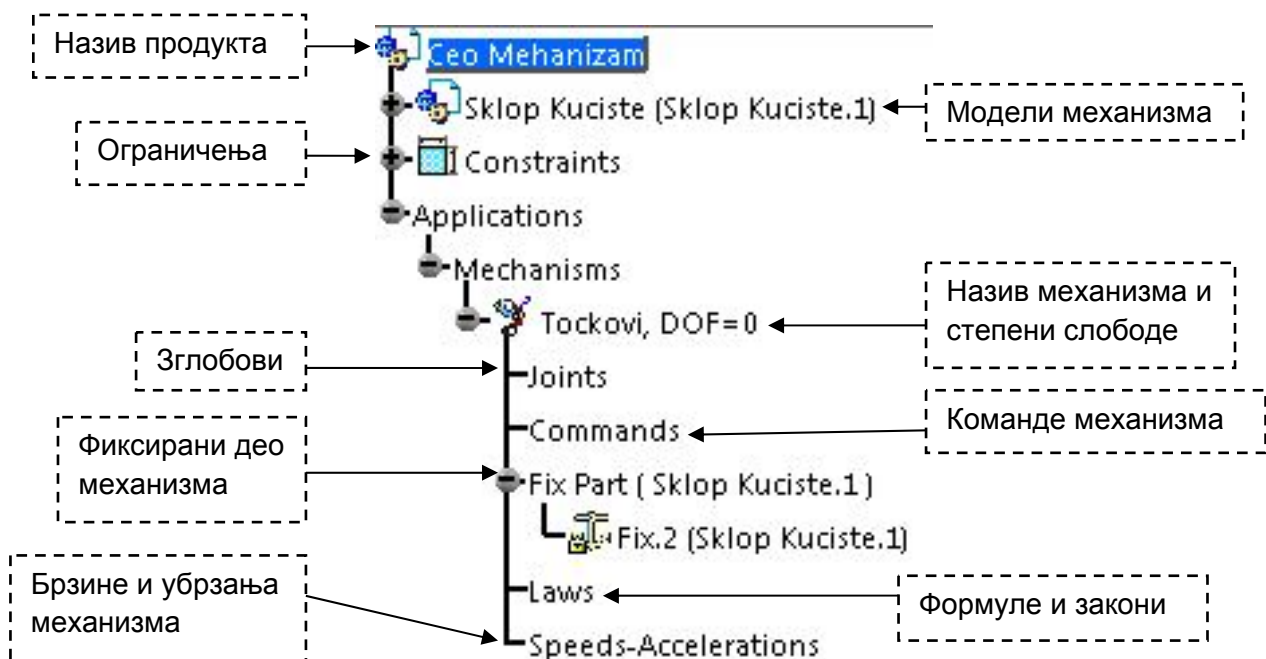
Слика 1.5. *New Fixed Part*

У оквиру поља *Mechanism name* уноси се име механизма



Слика 1.6. *Mechanism Creation*

- 2) Након креирања новог механизма кликнути на део који ће бити фиксиран. Креирани механизам се приказује у стаблу (Сл. 1.7).



Слика 1.7. *Стабло механизма*

Корак 6. Креирање *Revolute Joint. 1*

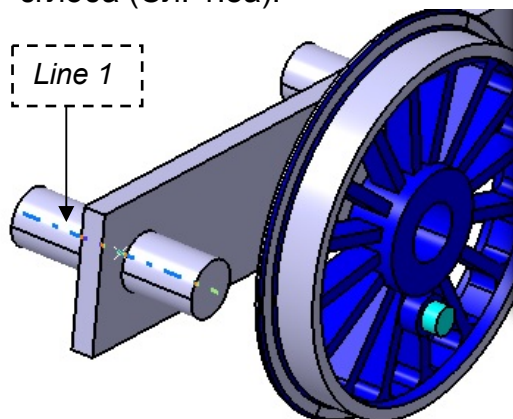
- 1) Активирањем команде **Revolute**

Joint  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.8). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање *Revolute Joint-a*. Потребно је обележити осе и површи контакта.

Напомена:

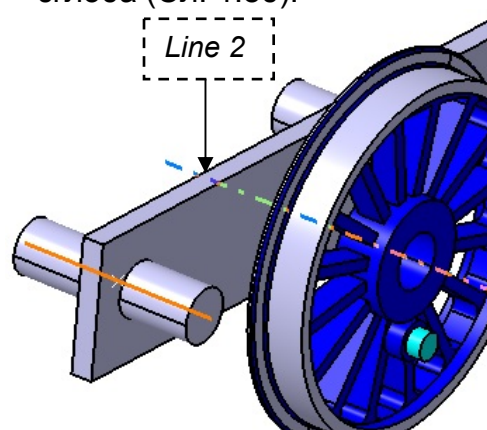
Revolute Joint представља ротациони зглоб који омогућава ротацију дела за 360°. Он се састоји од два ограничења *Coincidence* и *Offset*.

- 1) Обележити осу *Line1* првог дела зглоба (Сл. 1.8а).



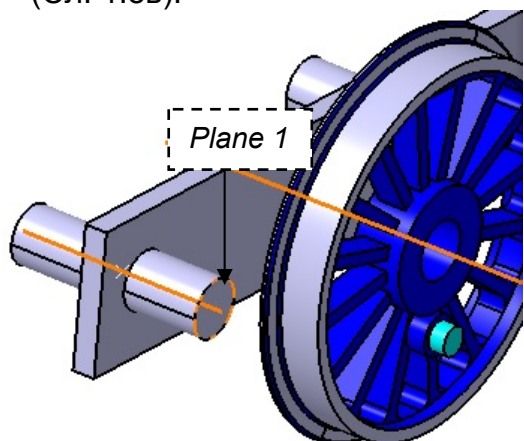
Слика 1.8а. Обележавање *Line1*

- 2) Обележити осу *Line2* другог дела зглоба (Сл. 1.8б).



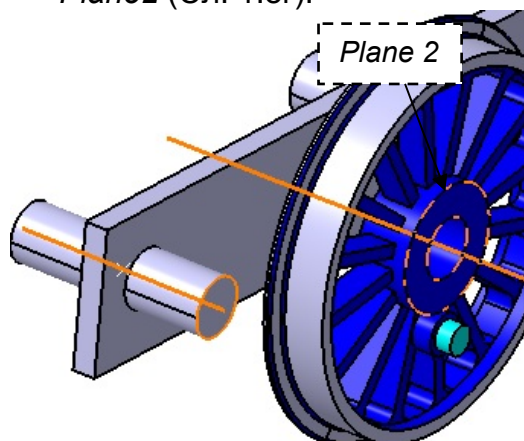
Слика 1.8б. Обележавање *Line2*

- 3) Обележити површ контакта *Plane1* (Сл. 1.8в).



Слика 1.8в. Обележавање *Plane1*

- 4) Обележити површ контакта *Plane2* (Сл. 1.8г).



Слика 1.8г. Обележавање *Plane2*

У оквиру поља *Joint name* уноси се име зглоба.

У оквиру поља *Line1/Line2* генеришу се обележене осе делова зглоба.

У оквиру поља *Plane1/Plane2* генеришу се обележене површи делова зглоба.

Осе делова

Обележавањем поља *Angle driven* тај зглоб се поставља за покретачки зглоб механизма.

Joint Edition: Revolute.1 (Revolute)

Joint name: Revolute.1	
Joint geometry:	
Line 1: Tocak.2.1/Solid.1	Line 2: Sklop Kuciste.1/Solid.1
Plane 1: Tocak.2.1/Solid.1	Plane 2: Sklop Kuciste.1/Solid.1
☒ Angle driven	
Joint Limits	
☒ Lower limit: -360deg	☒ Upper limit: 360deg
OK Cancel	

Слика 1.8. Дефинисање *Revolute joint. 1*

Корак 7. Креирање *Revolute Joint.2*

- 1) Активирањем команде **Revolute**

Joint  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.9) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 6].



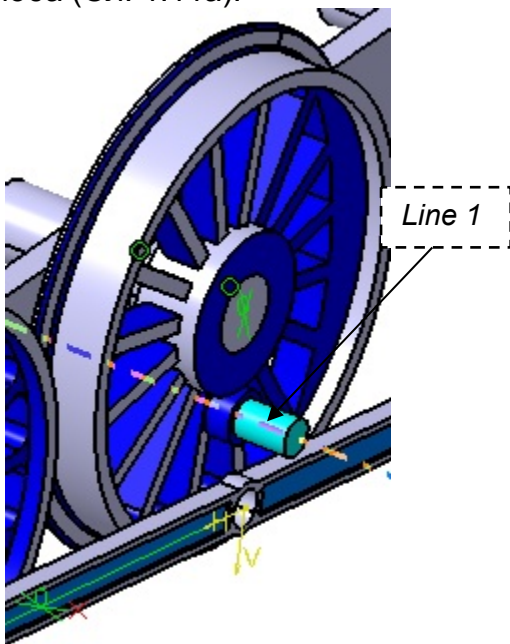
Слика 1.9. Дефинисање *Revolute joint.2*

Корак 9. Креирање *Cylindrical Joint.4*

- 1) Активирањем команде **Cylindrical**

Joint  отвара се прозор *Joint Edition* (слика 1.11). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање *Cylindrical Joint*-а. Потребно је обележити осе делова.

- 2) Обележити осу *Line1* првог дела зглоба (Сл. 1.11а).

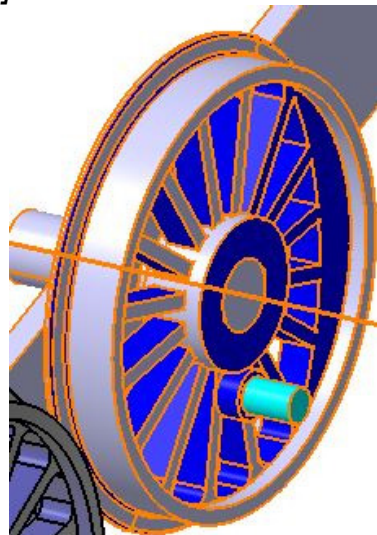


Слика 1.11а. Обележавање *Line1*

Корак 8. Креирање *Revolute Joint.3*

- 1) Активирањем команде **Revolute**

Joint  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.10) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 6].

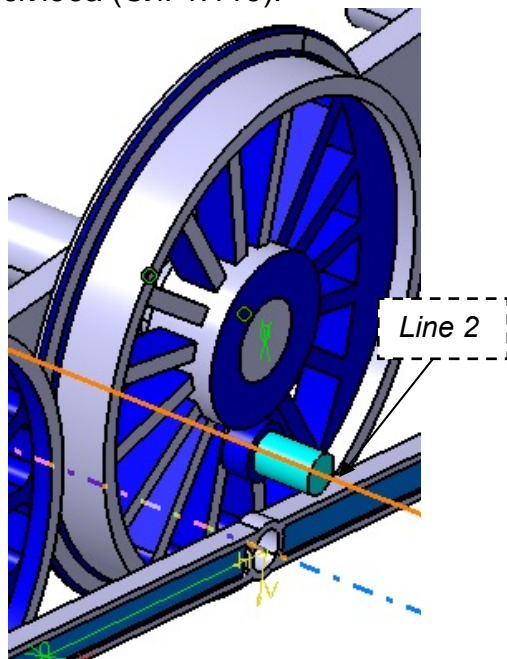


Слика 1.10. Дефинисање *Revolute joint.3*

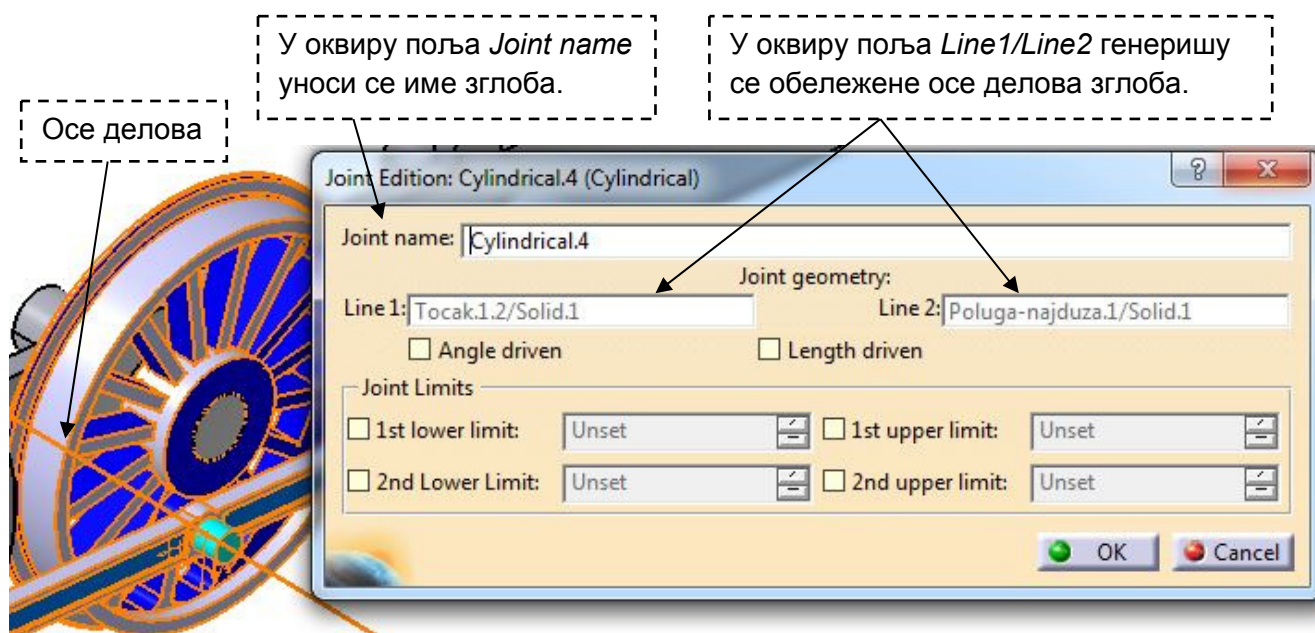
Напомена:

Cylindrical Joint представља ротациони зглоб који омогућава ротацију дела за 360°. Он се састоји од ограничења *Coincidence*.

- 3) Обележити осу *Line2* другог дела зглоба (Сл. 1.11б).



Слика 1.11б. Обележавање *Line2*



Слика 1.11. Дефинисање *Cylindrical joint.4*

Корак 10. Креирање *Revolute Joint.5*

- 1) Активирањем команде **Revolute**

Joint  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.12) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 6].



Слика 1.12. Дефинисање *Revolute joint.5*

Корак 12. Креирање *Prismatic Joint.7*

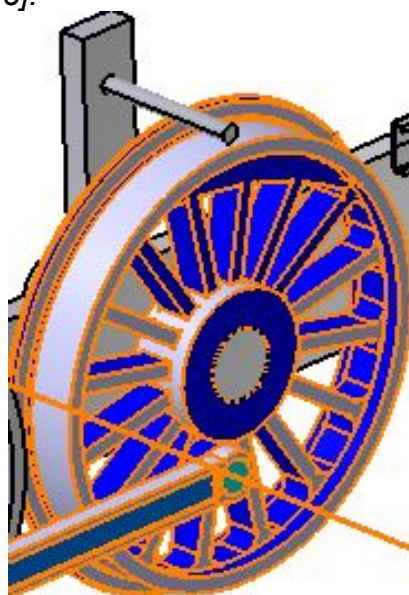
- 1) Активирањем команде **Prismatic**

Joint  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.14). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање *Prismatic Joint*-а. Потребно је обележити линије и површи делова.

Корак 11. Креирање *Cylindrical Joint.6*

- 1) Активирањем команде **Cylindrical**

Joint  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.13) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 8].

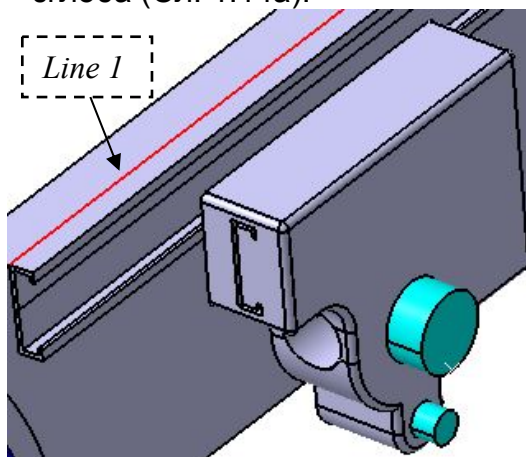


Слика 1.13. Дефинисање *Cylindrical joint.6*

Напомена:

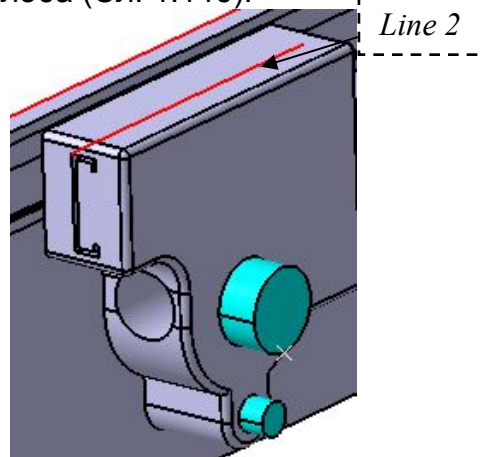
Prismatic Joint представља зглоб који омогућава транслаторно померање делова. Он се састоји од два ограничења *Coincidence*.

- 2) Обележити осу *Line1* првог дела зглоба (Сл. 1.14а).



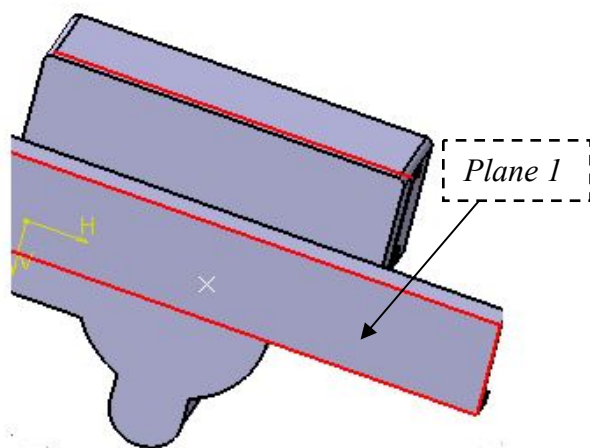
Слика 1.14а. Обележавање *Line1*

- 3) Обележити осу *Line2* првог дела зглоба (Сл. 1.14б).



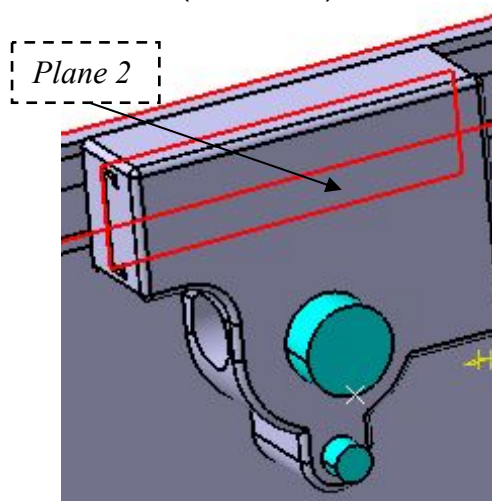
Слика 1.14б. Обележавање *Line2*

- 4) Обележити површ контакта *Plane1* (Сл. 1.14в).



Слика 1.14в. Обележавање *Plane1*

- 5) Обележити површ контакта *Plane2* (Сл. 1.14г).

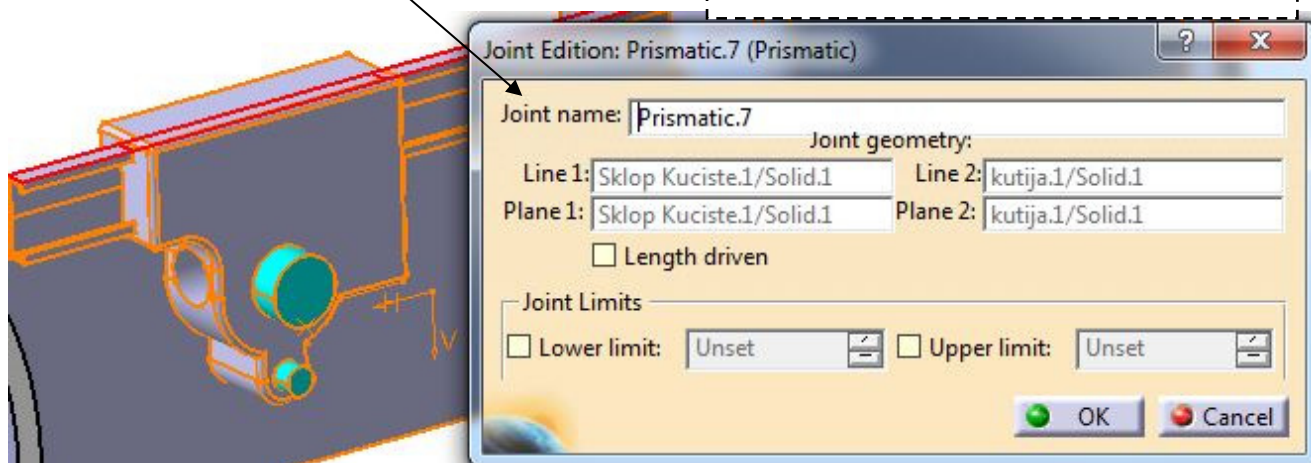


Слика 1.14г. Обележавање *Plane2*

У оквиру поља *Joint name* уноси се име зглоба.

У оквиру поља *Line1/Line2* генеришу се обележене осе делова зглоба.

У оквиру поља *Plane1/Plane2* генеришу се обележене површи делова зглоба.

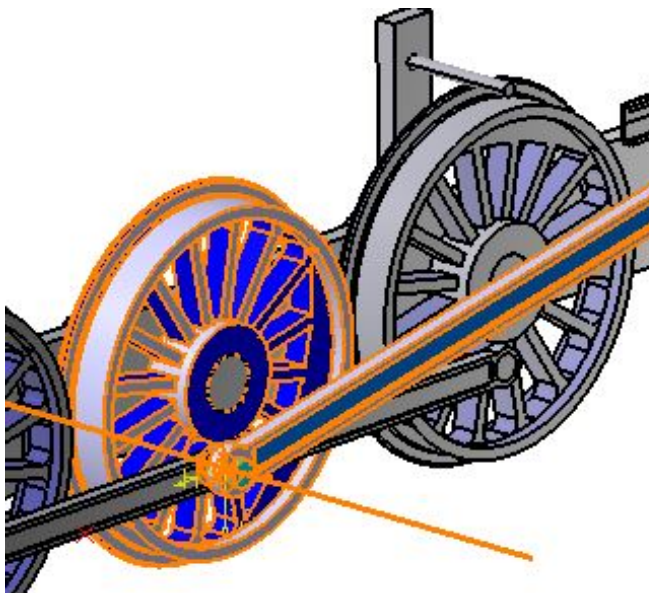


Слика 1.14. Дефинисање *Prismatic joint.7*

Корак 13. Креирање *Revolute Joint*.8

- 1) Активирањем команде **Revolute**

Joint  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.15) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 6].

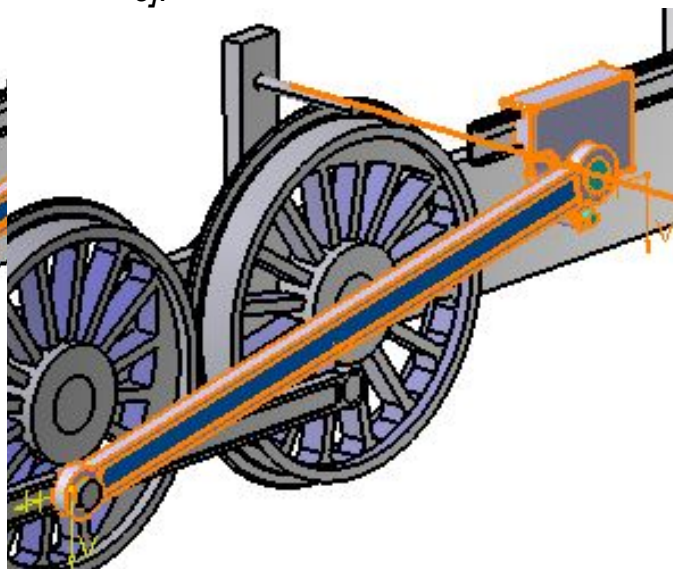


Слика 1.15. Дефинисање *Revolute joint*.8

Корак 14. Креирање *Cylindrical Joint*.9

- 1) Активирањем команде **Cylindrical**

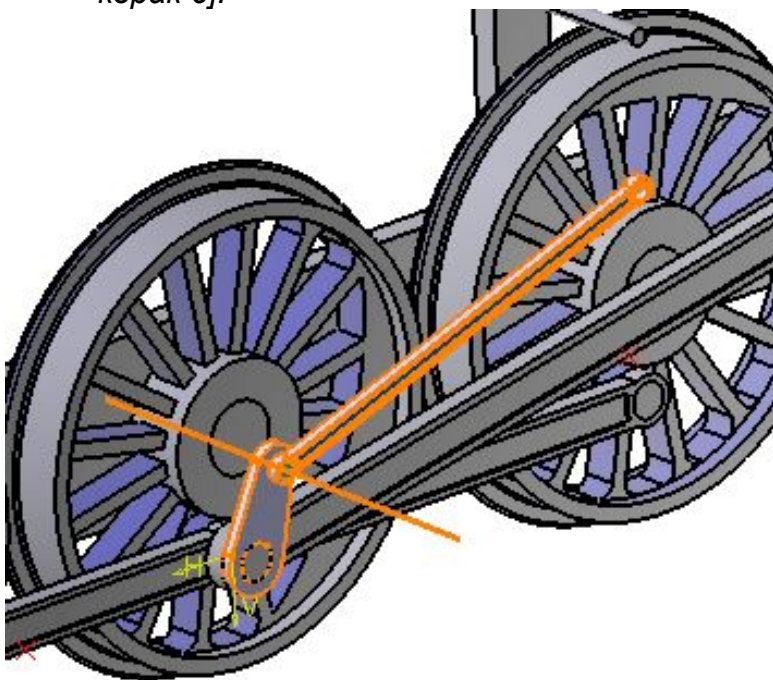
Joint  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.16) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 8].



Слика 1.16. Дефинисање *Cylindrical joint*.9

Корак 15. Креирање *Revolute Joint*.11

- 1) Активирањем команде **Revolute Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.17) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 6].



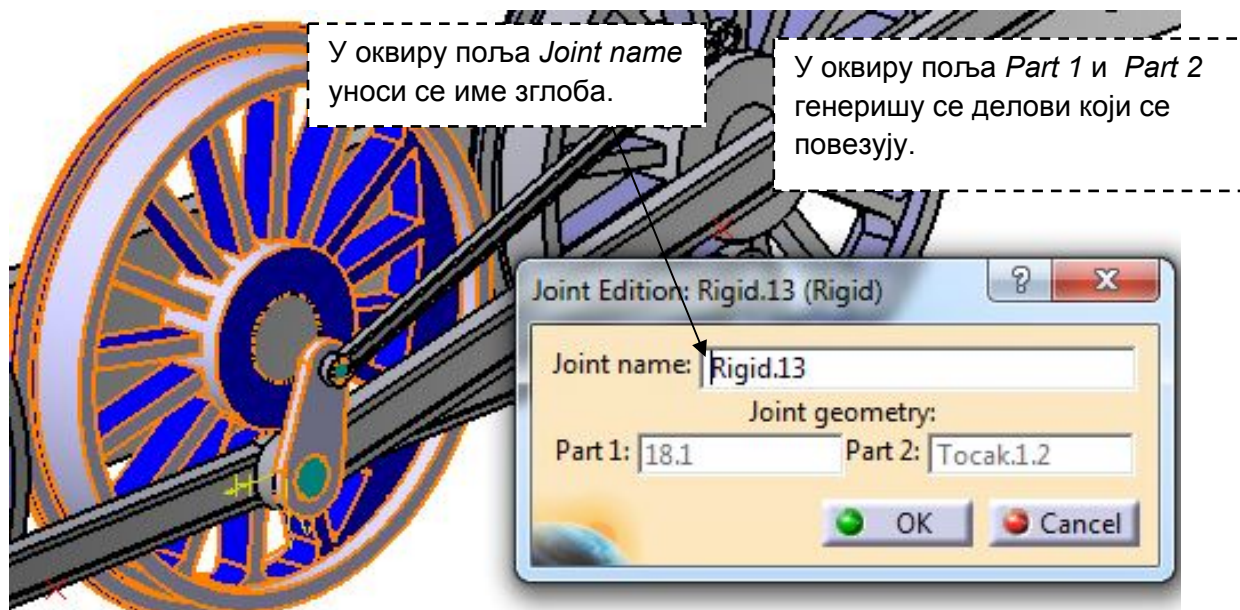
Слика 1.17. Дефинисање *Revolute joint*.11

Корак 16. Креирање *Rigid Joint*.13

- 1) Активирањем команде **Rigid Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.18). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање *Rigid Joint*-а. Потребно је обележити одговарајуће делове делова.

Напомена:

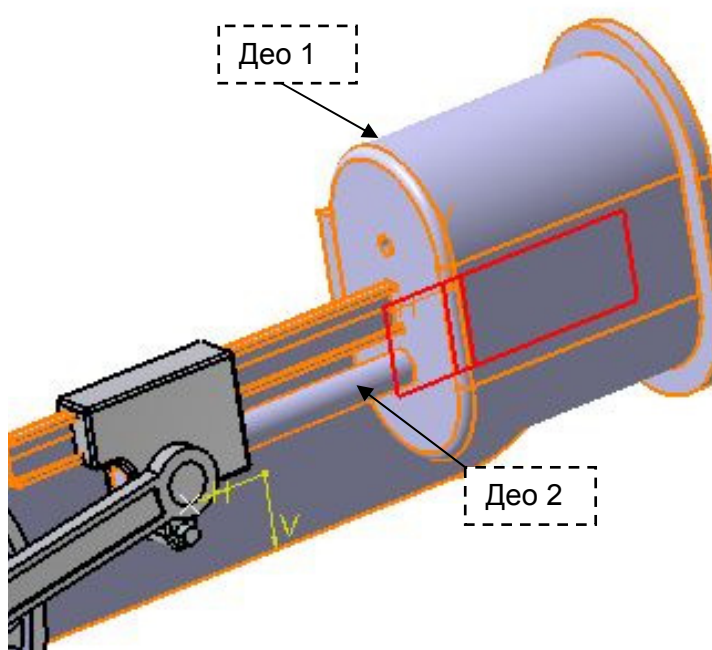
Rigid Joint представља зглоб који омогућава повезивање два дела и њихово повезано кретање. Он се састоји од два ограничења *Fixed Together*.



Слика 1.18. Дефинисање *Rigid joint.13*

Корак 17. Креирање *Prismatic Joint.14*

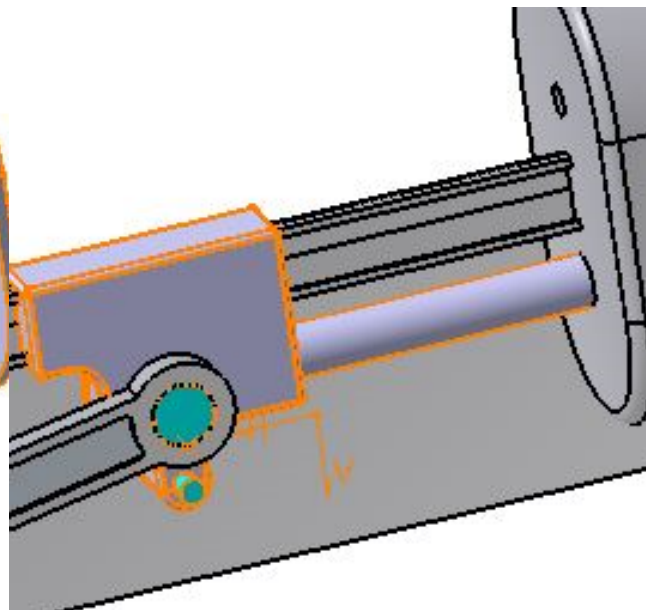
- 1) Активирањем команде **Prismatic Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.19). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање *Prismatic Joint*-а [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 11].



Слика 1.19. Дефинисање *Prismatic joint.14*

Корак 18. Креирање *Rigid Joint.15*

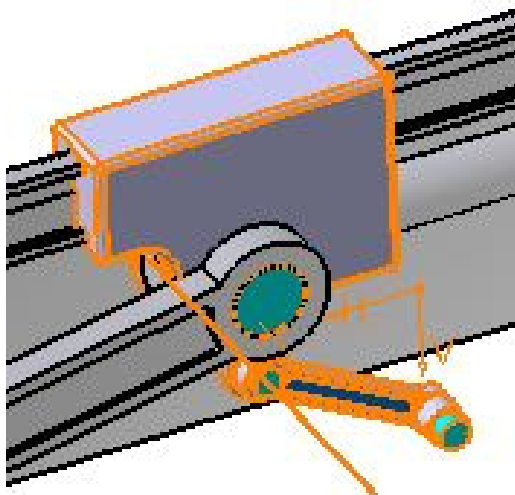
- 1) Активирањем команде **Rigid Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.20). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање *Rigid Joint*-а [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 15].



Слика 1.20. Дефинисање *Rigid joint.15*

Корак 19. Креирање *Cylindrical Joint*.16

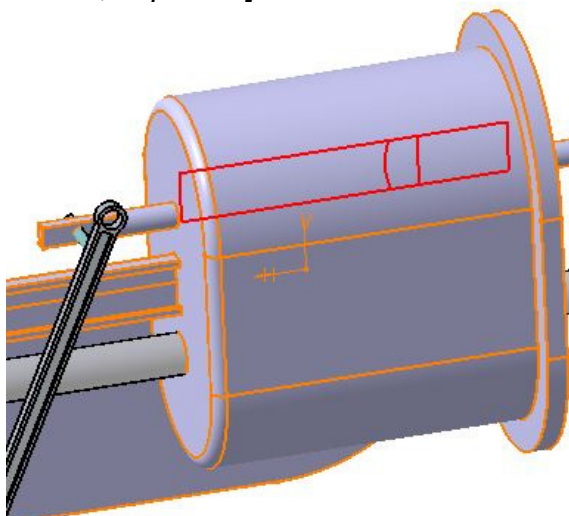
- 1) Активирањем команде **Cylindrical Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.21) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 8].



Слика 1.21. Дефинисање *Cylindrical joint*.16

Корак 21. Креирање *Prismatic Joint*.18

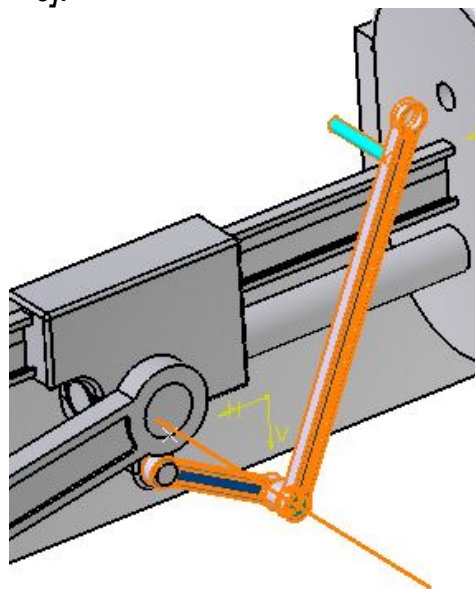
- 1) Активирањем команде **Prismatic Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.23). Он служи за дефинисање параметара потребних за креирање *Prismatic Joint*-а [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 11].



Слика 1.23. Дефинисање *Prismatic joint*.18

Корак 20. Креирање *Revolute Joint*.17

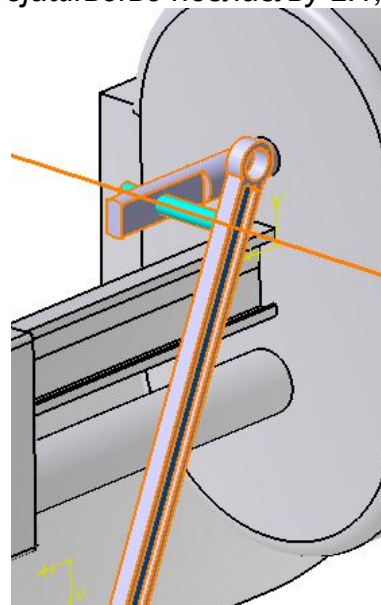
- 1) Активирањем команде **Revolute Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (слика 1.22) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 6].



Слика 1.22. Дефинисање *Revolute joint*.17

Корак 22. Креирање *Cylindrical Joint*.19

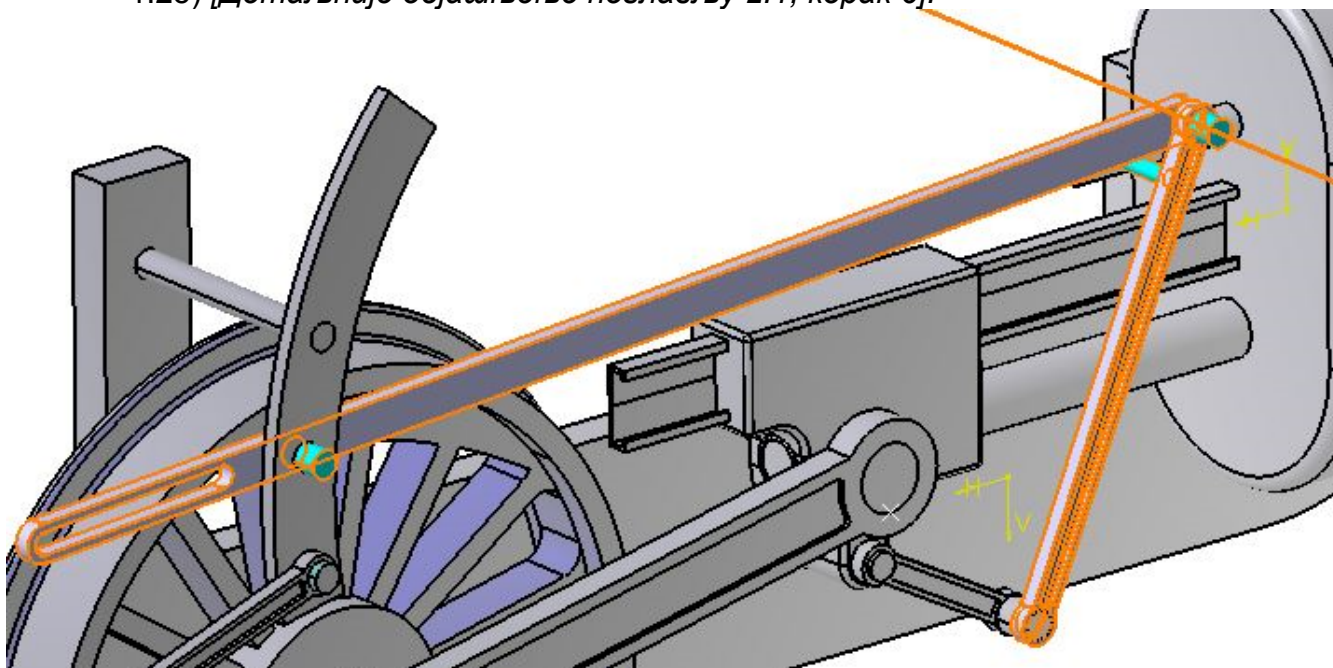
- 1) Активирањем команде **Cylindrical Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.24) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 8]



Слика 1.24. Дефинисање *Cylindrical joint*.19

Корак 23. Креирање *Revolute Joint.20*

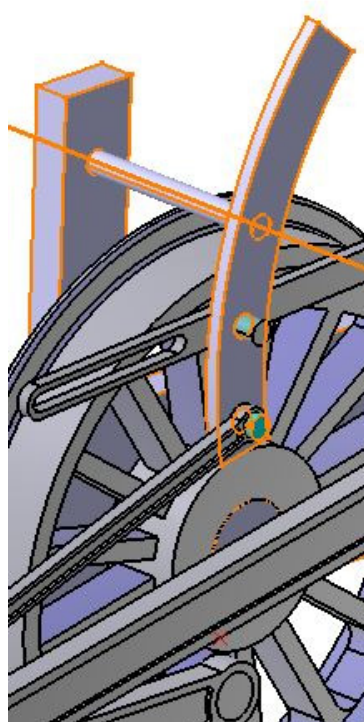
- 1) Активирањем команде **Revolute Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.25) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 6].



Слика 1.25. Дефинисање *Revolute joint.20*

Корак 24. Креирање *Revolute Joint.19*

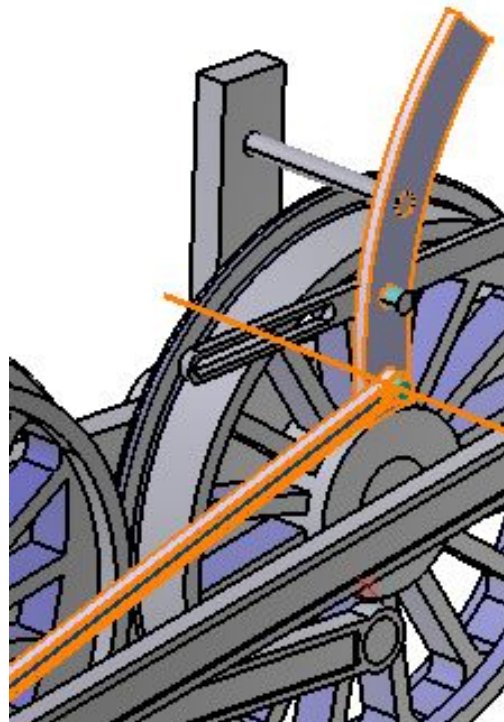
- 1) Активирањем команде **Revolute Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.26) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 6].



Слика 1.26. Дефинисање *Revolute joint.19*

Корак 25. Креирање *Cylindrical Joint.20*

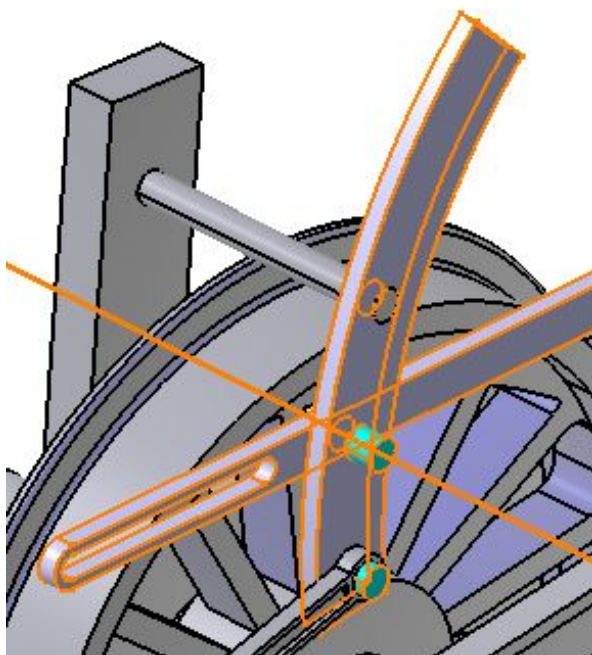
- 1) Активирањем команде **Cylindrical Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.27) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 8].



Слика 1.27. Дефинисање *Cylindrical joint.20*

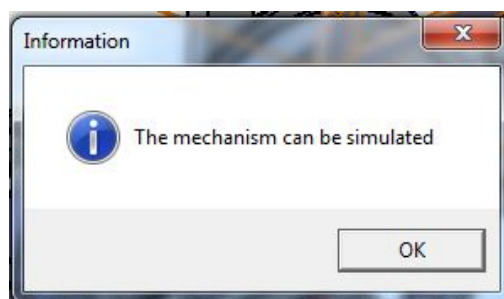
Корак 26. Креирање *Revolute Joint*.21

- 1) Активирањем команде **Revolute Joint**  отвара се прозор *Joint Edition* (Сл. 1.28) [Детаљније објашњење поглављу 2.1, корак 6].



Слика 1.28. Дефинисање *Revolute joint*.21

Када су креирани сви потребни зглобови и елеминисани сви степени слободе појавиће се прозор који указује да је механизам могуће покренути (Сл. 1.29).

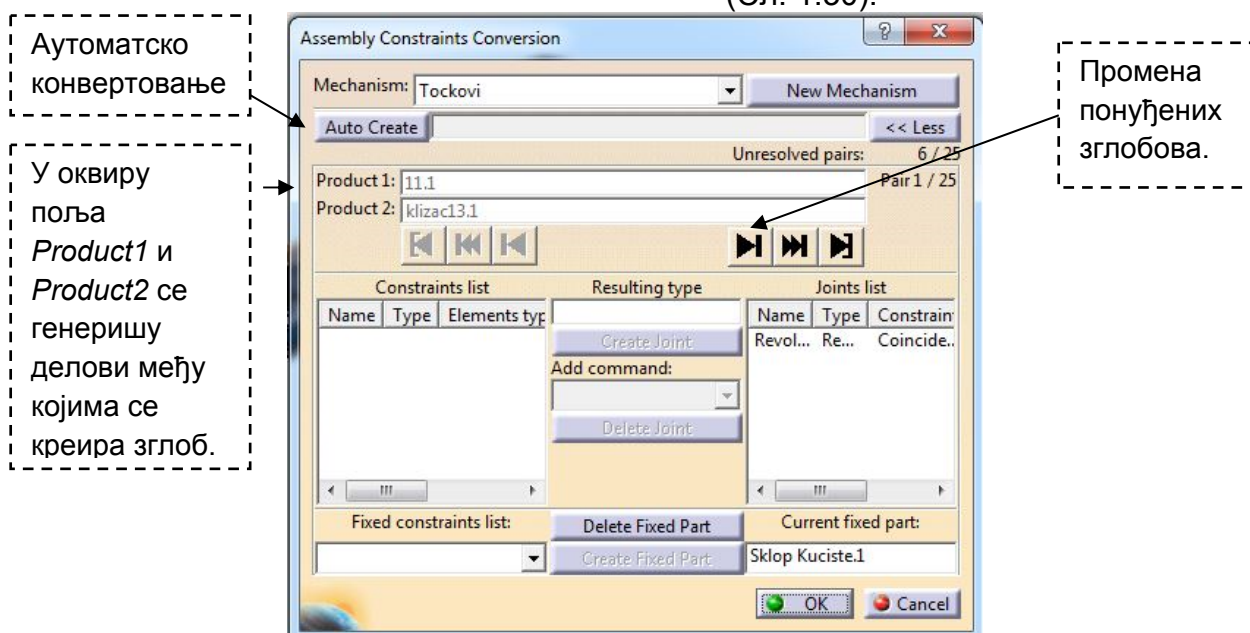


Слика 1.29. Информација да је креирани механизам могуће покренути

Корак 27. Аутоматско креирање зглобова

- 1) Додатна ограничења могу се увести преласком у модул за креирање склопова *Assemble*. Креирање зглобова може се извршити на још један начин. У модулу за креирање склопова *Assemble* поставити сва потребна ограничења склопа а затим их у модулу за креирање механизма *DMU Kinematics* аутоматски конвертовати у зглобове командом **Assemble Constraints Conversion**

Conversion  . Активирањем команде *Assemble Constraints Conversion* отвара се прозор који служи за дефинисање параметара (Сл. 1.30).



Слика 1.30. *Assemble Constraints Conversion*

Корак 27. Креирање анализе механизма

- 1) Командом **Mechanism Analysis** врши се анализа механизма. Активирањем команде отвара се прозор *Mechanism Analysis* у којем се приказује анализа механизма (Сл. 1.31).

У оквиру поља *General Properties* приказују се:

Mechanism name – Назив механизма

Mechanism can be simulated: - Да ли је могућа симулација механизма

Number of joint: - Број зглобова

Number of commands: - Број команди

Degrees of freedom without command(s): - Број степени слободе без команде

Degrees of freedom with command(s): - Број степени слободе са командом

Fixed part: - Део механизма који је фиксиран

Активирањем команде *On* у оквиру поља *Joints visualisation* врши се активирање визуелног приказа зглобова механизма.

Активирањем команде *Laws* отвара се прозор *Laws Display* којим се графички приказује дијаграм механизма. (Сл. 1.32)

Mechanism Analysis

General Properties

Mechanism name: Tockovi

Mechanism can be simulated: Yes

Number of joints: 21

Number of commands: 1

Degrees of freedom without command(s): 1

Degrees of freedom with command(s): 0

Fixed part: Sklop Kuciste.1

Joints visualisation: ☒ On ☐ Off

Save Laws...

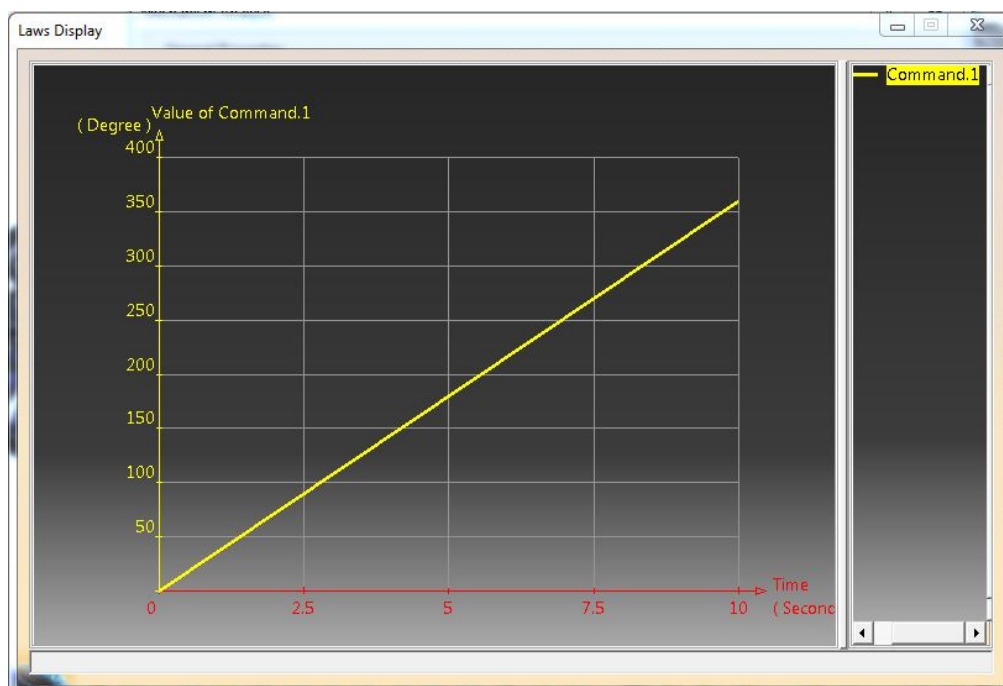
Joint	Command	Type	Part 1	Geometry 1	Part 2	Geometry 2	Part 3
Revolute.1	Command.1	Revolute	Tocak.2.1	Solid.1	Sklop Kuciste.1	Solid.1	
Revolute.2		Revolute	Poluga-najduza.1	Solid.1	Tocak.2.1	Solid.1	
Revolute.3		Revolute	Tocak.1.2	Solid.1	Sklop Kuciste.1	Solid.1	
Cylindrical.4		Cylindrical	Tocak.1.2	Solid.1	Poluga-najduza.1	Solid.1	
Revolute.5		Revolute	Tocak.1	Solid.1	Sklop Kuciste.1	Solid.1	
Cylindrical.6		Cylindrical	Tocak.1	Solid.1	Poluga-najduza.1	Solid.1	
Prismatic.7		Prismatic	Sklop Kuciste.1	Solid.1	kutija.1	Solid.1	
Revolute.8		Revolute	poluga8.1	Solid.1	Tocak.1.2	Solid.1	
Cylindrical.9		Cylindrical	poluga8.1	Solid.1	kutija.1	Solid.1	
Revolute.11		Revolute	poluga9.1	Solid.1	18.1	Solid.1	

Mechanism dressup information:

Part 1	Part 2	Part 3

Close

Слика 1.31. *Mechanism Analysis*



Слика 1.32. Laws Display

3.2. Креирање симулације механизма

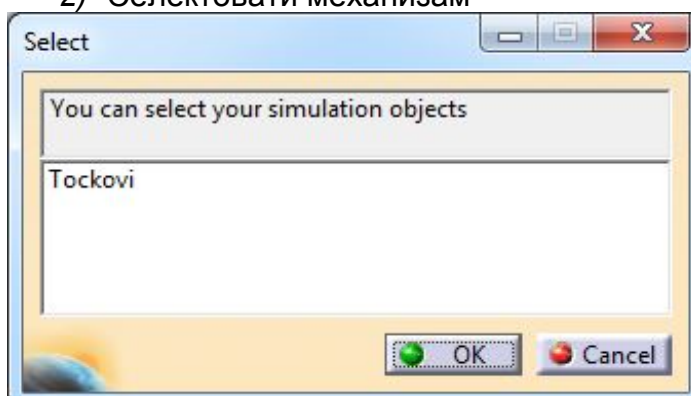
Корак 1. Креирање симулације

- 1) Активирати команду **Simulation**

 Отвориће се прозор *Select* који служи за селектовање жељеног механизма. (Сл. 1.33).

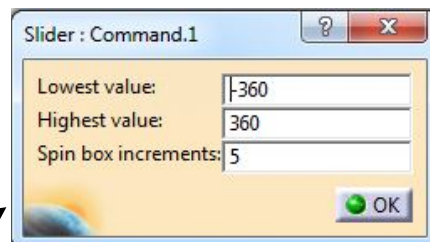
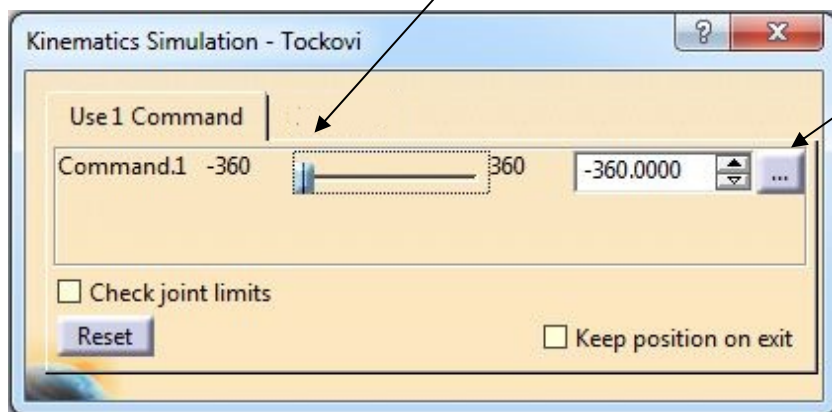
- 3) Након селектовања механизма отварају се два прозора *Kinematics Simulation* и *Edit Simulation* за подешавање симулације (Сл. 1.34; Сл. 1.35).

- 2) Селектовати механизам



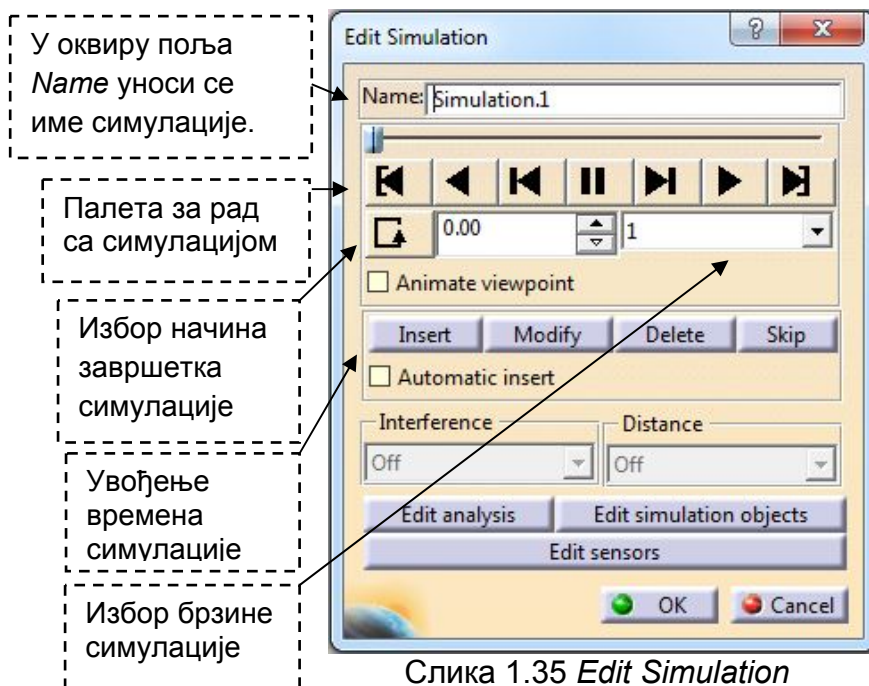
Слика 1.33. Select

У оквиру одређује се почетни положај механизма при симулацији.



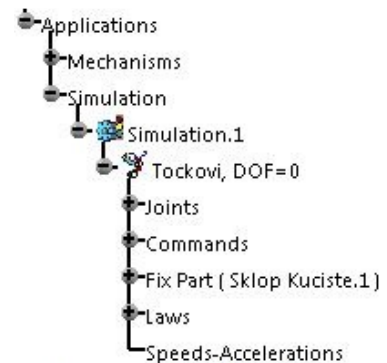
Lowest value: Најмања вредност
Highest value: Највећа вредност
Spin box increments: Корак

Слика 1.34 Kinematics Simulation



Слика 1.35 *Edit Simulation*

Креирана симулација биће сачувана у стаблу механизма у оквиру *Applications-Simulation* (Сл. 1.36).



Слика 1.36. *Стабло механизма*

3.3. Креирање симулације механизма са командом

Корак 1. Креирање симулације

1) Активирати команду

Simulation with

Commands

,отвориће се прозор *Kinematics Simulation* у којем се врше подешавања (Сл. 1.37).

Активирањем команде *Activate sensors* отвара се прозор *Sensors* који служи за дефинисање и приказ сензора.(Сл. 1.39)

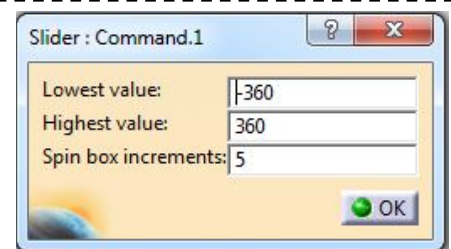
Поље *Reset* враћа симулацију на почетак.

Активирањем команде *Plot vectors* отвара се прозор за дефинисање параметара потребних за генерисање вектора. (Сл. 1.38)

Палета за рад са симулацијом.

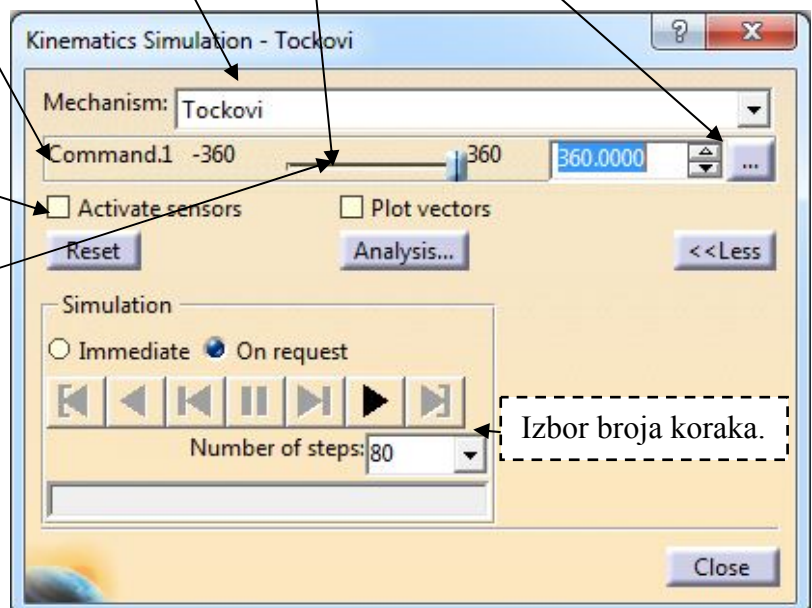
Избор почетног положаја

Изабрани механизам



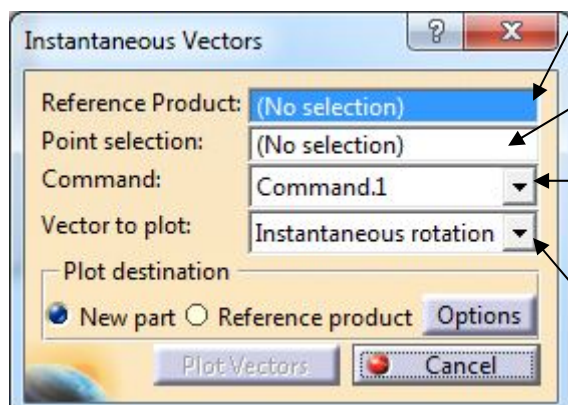
Lowest value: Најмања вредност

Highest value: Највећа



Избор броја корака.

Слика 1.37. *Kinematics Simulation*



Слика 1.38. Plot vectors

У оквиру поља *Reference Product* генерише се референтни елемент.

У оквиру поља *Point selection* генерише се тачка

У оквиру поља *Command* бира се команда механизма

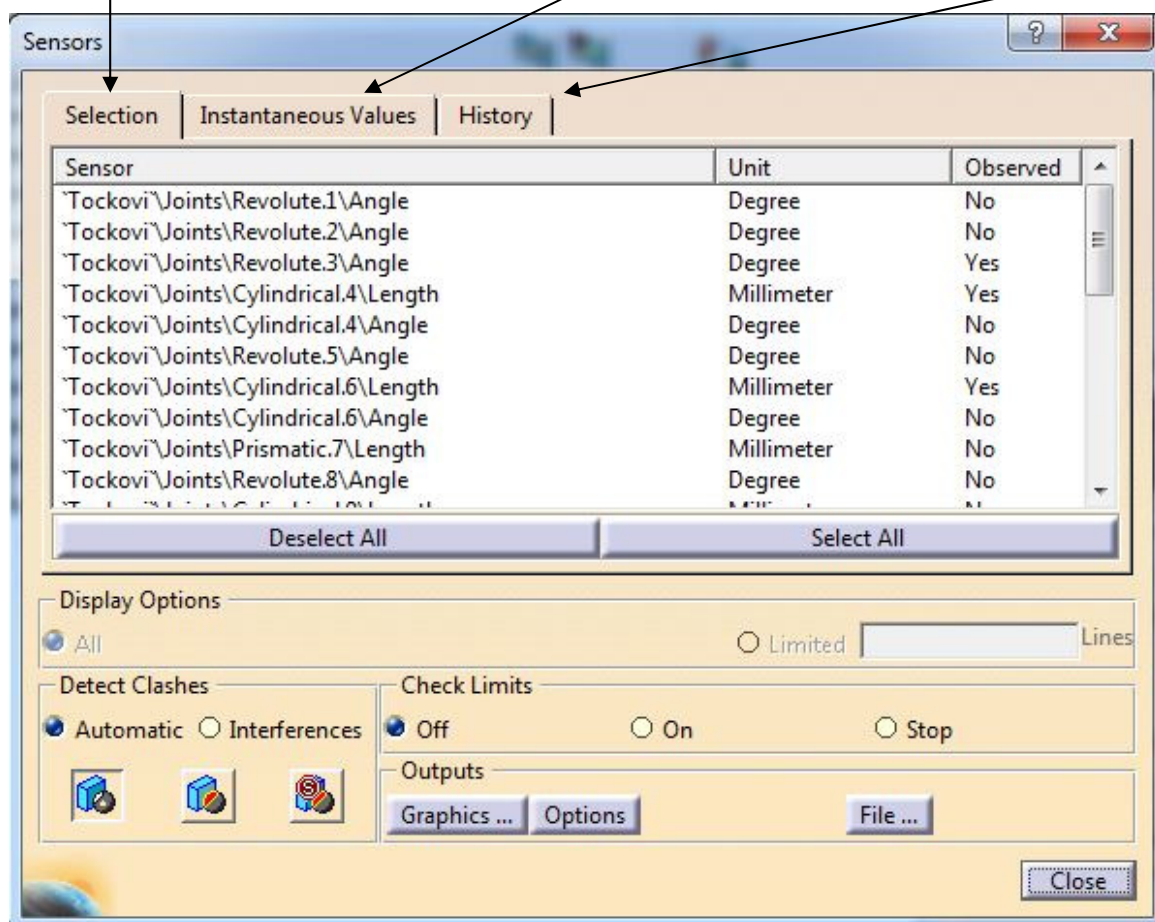
У оквиру поља *Vector to plot* бира се врста веткора

У оквиру поља *Plot destination* врши се избор где ће се генерисати веткор New part-нови део или Reference product-у већ постојећем парту.

У оквиру картице *Selection* приказује се листа сензора, јединица у којој се приказују и да ли су активни.

У оквиру картице *Instantaneous Values* приказује се листа активних сензора и њихове промене.

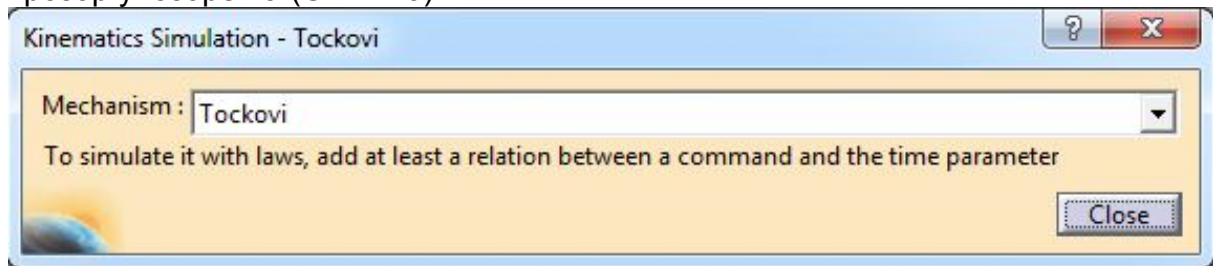
У оквиру картице *History* приказује целокупна историја сензора који су били активни.



Слика 1.39. Sensors

3.4. Креирање симулације механизма са законом

За креирање симулације са законом потребно је прво креирати формулу (закон кретања), у супротном када се активира команда **Simulation with Laws** , појавиће се прозор упозорења (Сл. 1.40).



Слика 1.40. Упозорење да команда неће радити без закон кретања

Корак 1. Креирање формуле

- 1) Активирати команду за креирање

формулу и параметара **Formula** .
[Детаљније објашњење поглављу 1.1, корак 2].

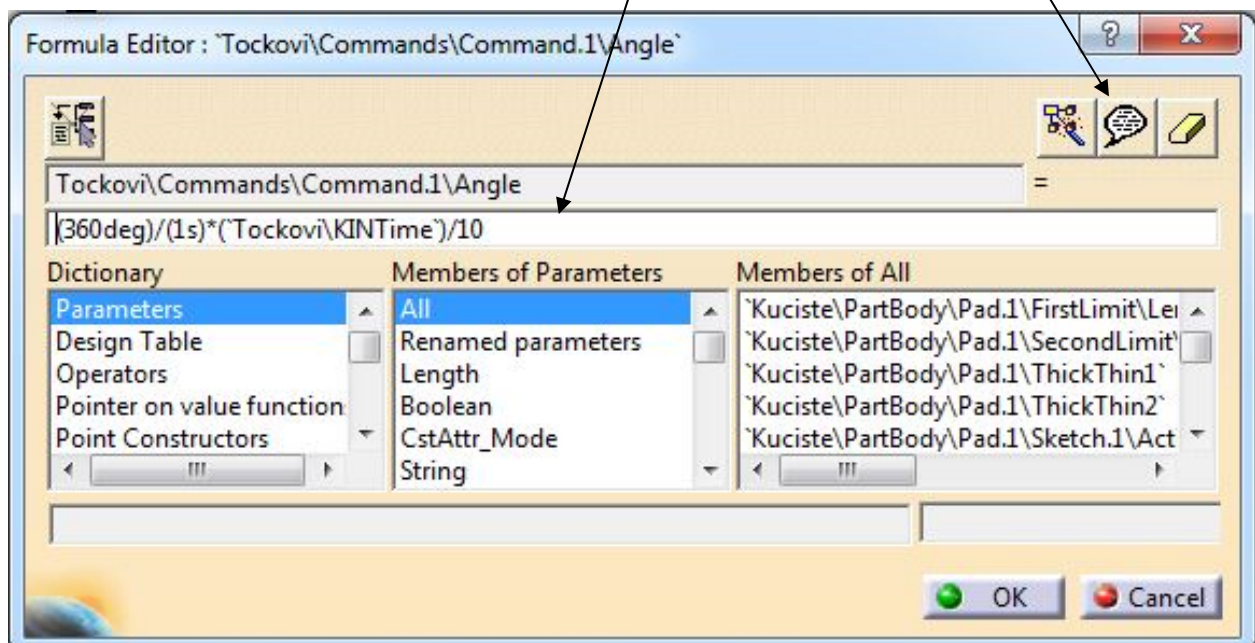
- 2) Обележити назив механизма, у прозору *Formulas* биће приказани параметри везани за механизам.

- 3) Обележити параметар под називом

Tockovi\Commands\Command.1\Angle и активирати команду *Add* за додавање формула. Отвориће се прозор *Formula Editor*, у којем се врши унос нове формуле (Сл. 1.41).

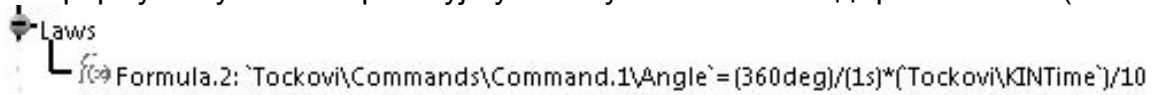
Простор за унос формуле. Унети формулу:
 $(360\text{deg})/(1\text{s}) * (\text{Tockovi}\backslash\text{KINTime})/10$

Уношење коментара и URLs



Слика 1.41. *Formula Editor*

Креирана формула чува се и приказује у стаблу механизма под граном *Laws* (Сл. 1.42).



Слика 1.42. Грана *Laws*

Корак 2. Креирање симулације

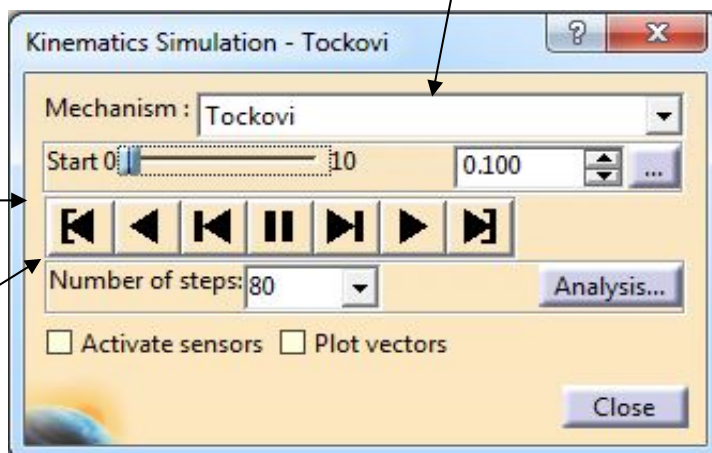
- 1) Активирати команду

Simulation with Laws , отвориће се прозор *Kinematics Simulation* (Сл. 1.43).

Палета за рад са симулацијом

У оквиру поља *Number of steps* врши се избор броја корака

У оквиру поља *Mechanism* генерише се изабрани механизам



Слика 1.43. *Kinematics Simulation*

3.5. Креирање дијаграма брзине и убрзања

Корак 1. Креирање брзине и убрзања

- 1) Активирањем команде **Speed**

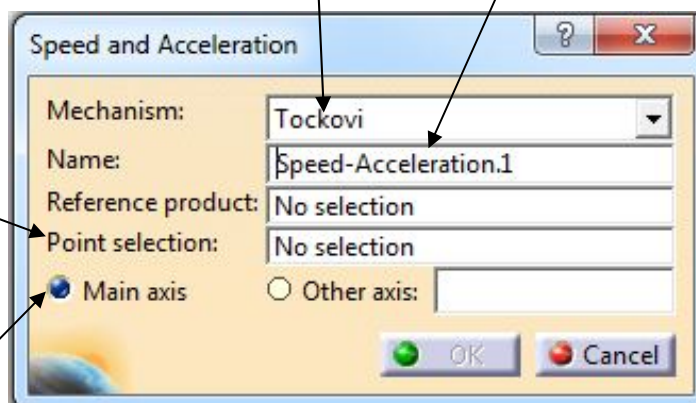
and Acceleration  отвара се прозор *Speed and Acceleration* у коме се врше подешавања одговарајућих параметара (Сл. 1.44).

У оквиру поља *Reference product* генерише се изабрани референтни елемент (Точак 1).

У оквиру поља *Point selection* генерише се изабрана тачки чија брзина и убрзање се прате (Полуга8).

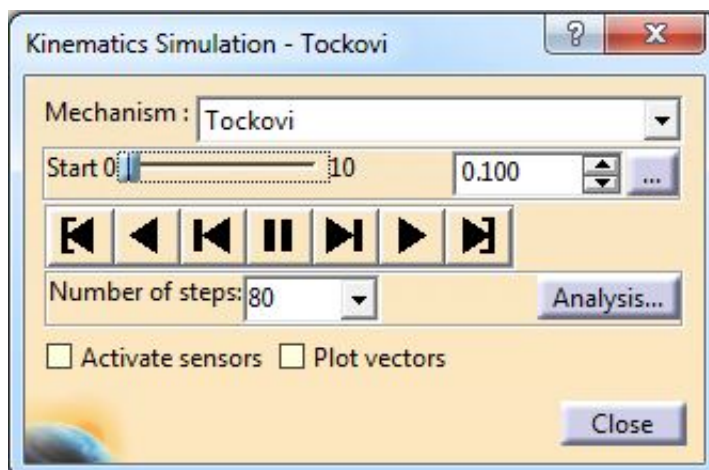
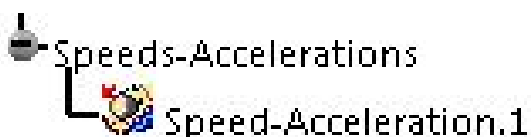
У оквиру поља *Mchanism* генерише се изабрани механизам

У оквиру поља *Name* унети име брзине и убрзања



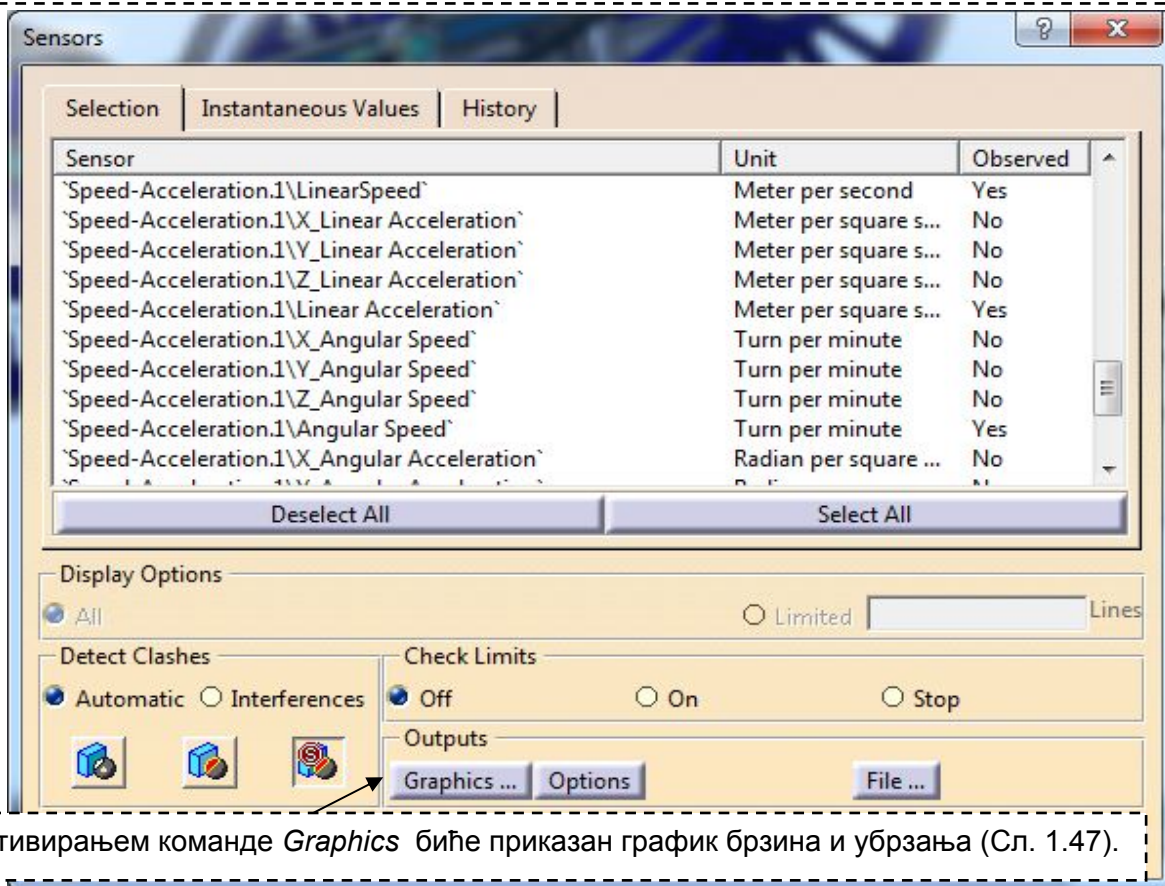
Слика 1.44. *Speed and Acceleration*

- 2) Двокликом на креирани *Speed and Acceleration* који се налази у стаблу, отвориће се прозор *Kinematics Simulation* (Сл. 1.45) у ком треба активирати команду *Activate sensors*, након чега ће се отворити прозор *Sensors* (Сл. 1.46).



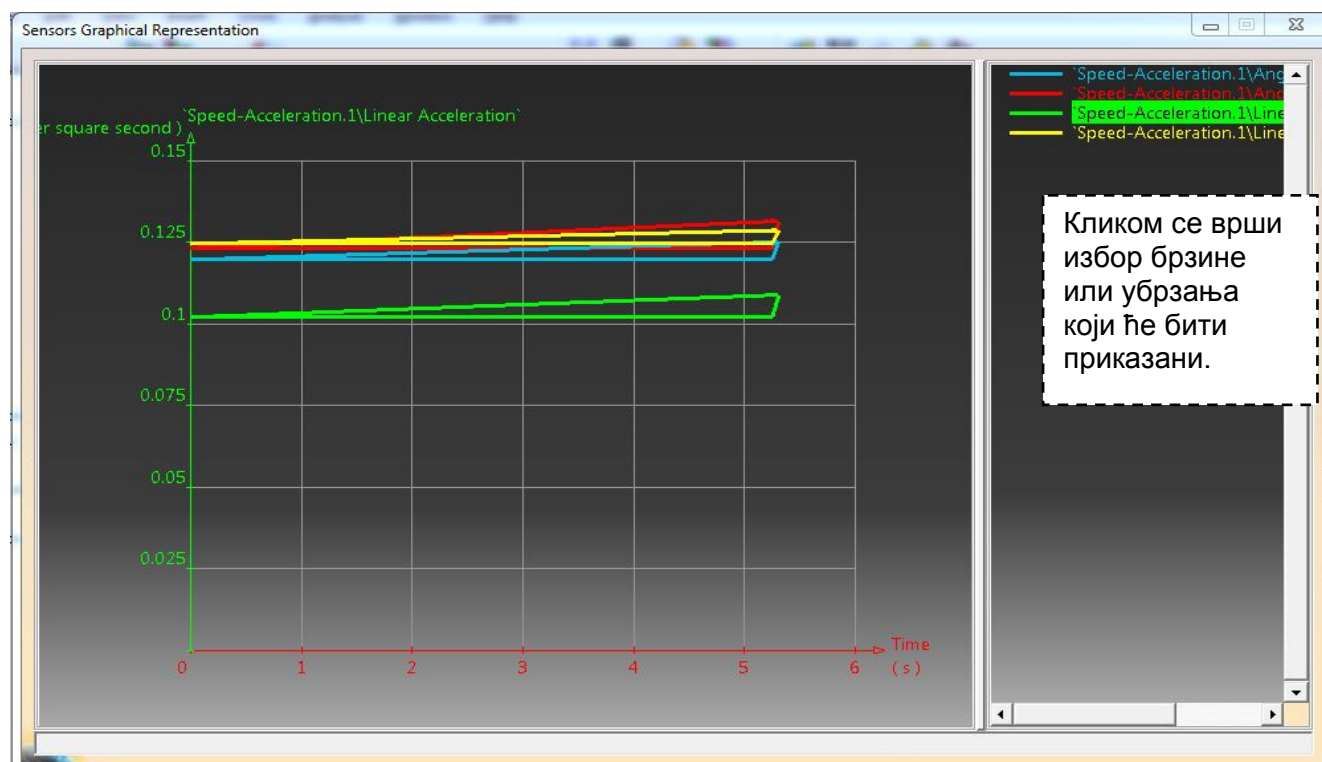
Слика 1.45. *Kinematics Simulation*

У пољу *Selection* левим кликом на назив сензора врши се његово активирање. Активирати :
Speed-Acceleration.1\LinearSpeed ; *Speed-Acceleration.1\LinearAcceleration* ;
Speed-Acceleration.1\AngularSpeed ; *Speed-Acceleration.1\AngularAcceleration*.



Активирањем команде *Graphics* биће приказан график брзина и убрзања (Сл. 1.47).

Слика 1.46. *Sensors*

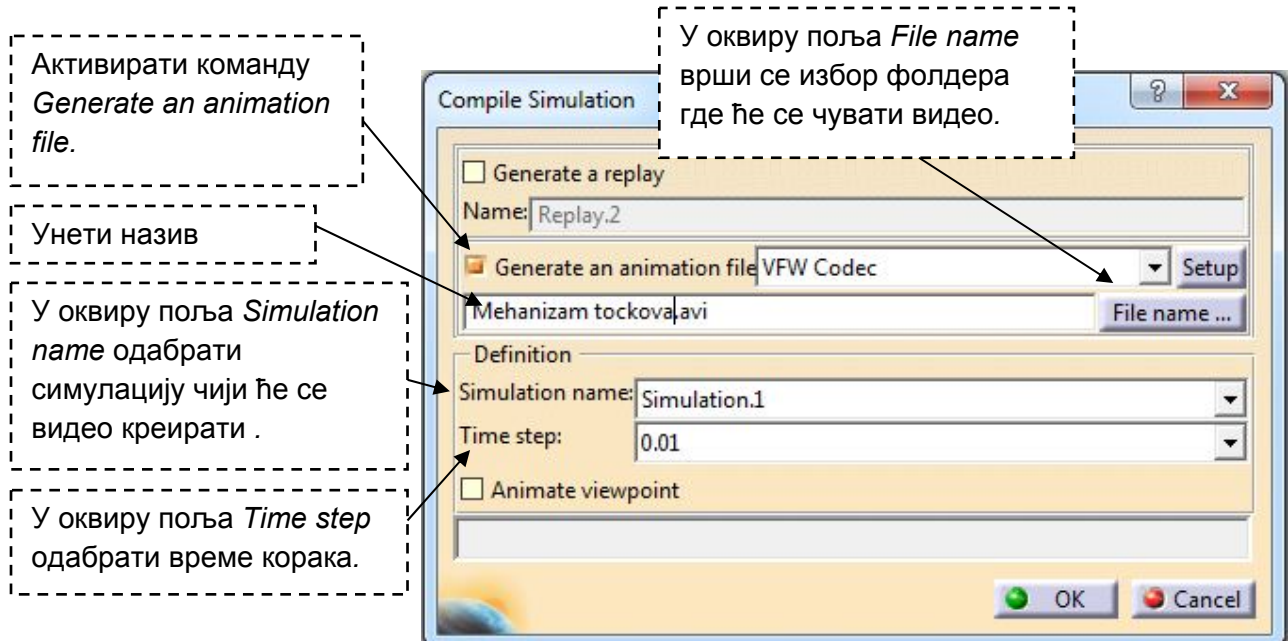


Слика 1.47. *Sensors Graphical Representation*

3.6. Креирање видео записа симулације

Корак 1. Креирање видеоа

- 1) Активирањем команде **Compile Simulation**  отвара се прозор *Compile Simulation* у коме се врше подешавања потребна за креирање видеоа (Сл. 1.48).



Слика 1.48. *Compile Simulation*

3.7. Креирање путање кретања тачке

Корак 1. Креирање путање

- 1) Активирати команду **Trace**  .
Отвара се прозор *Trace* у којем се врше подешавања потребна за креирање путање кретања тачке. (Сл. 1.49).

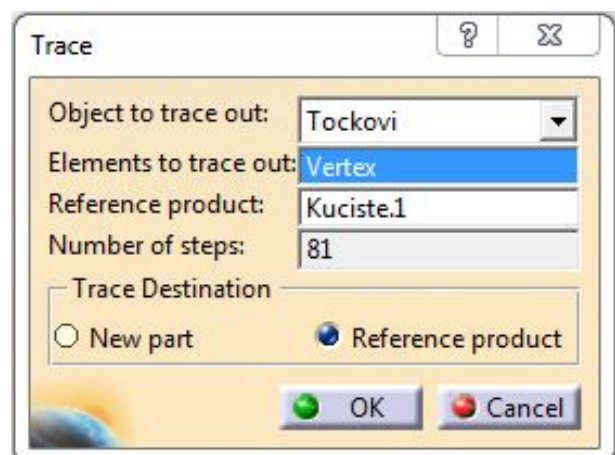
У оквиру поља *Object to trace out* бира се механизам на коме се врши креирање путање.

У оквиру поља *Reference product* генерише се референтни елемент на основу којег се креира путања.

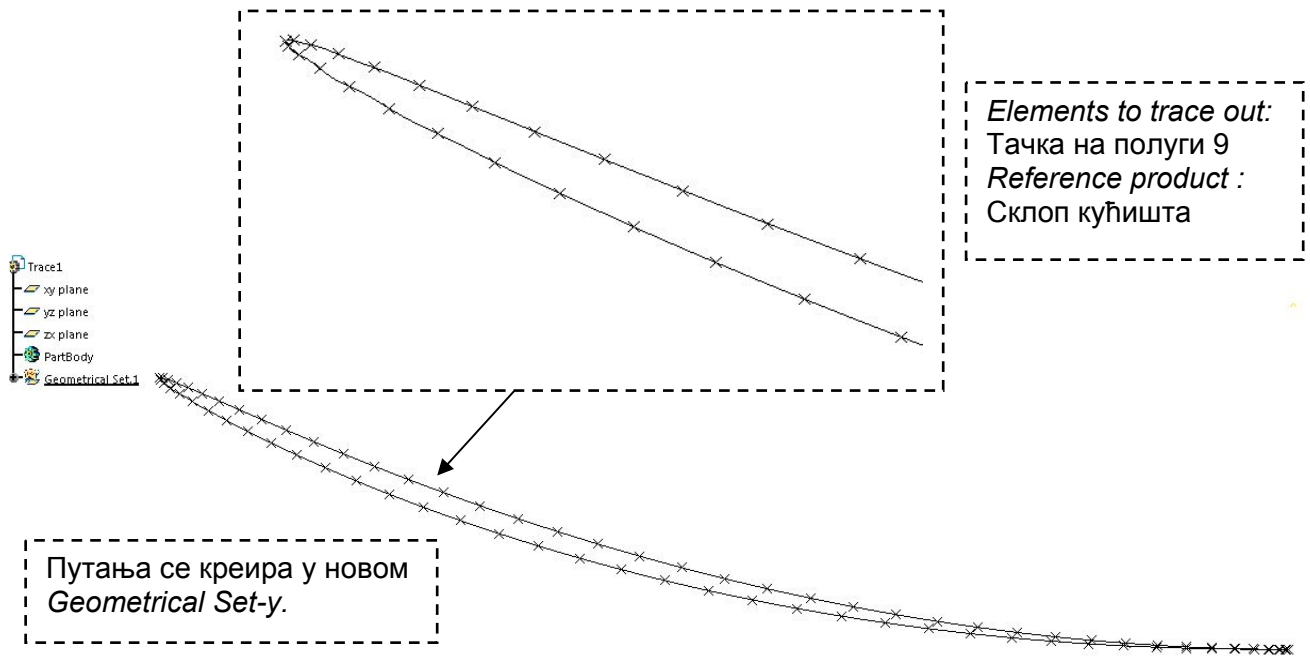
У оквиру поља *Elements to trace out* генеришу се изабране тачке чија путања кретања се креира. Могуће је изабрати више тачака чије је путање потрабно креирати. Избор се врши левим кликом на жељену тачку.

У оквиру поља *Trace Destination* бира се дестинација на којој ће бити креирана путања. У оквиру *New part* путања ће бити креирана у новом *Part-u* (Сл. 1.50). У оквиру *Reference product* путања ће бити креирана у постојећем механизму (Сл. 1.51).

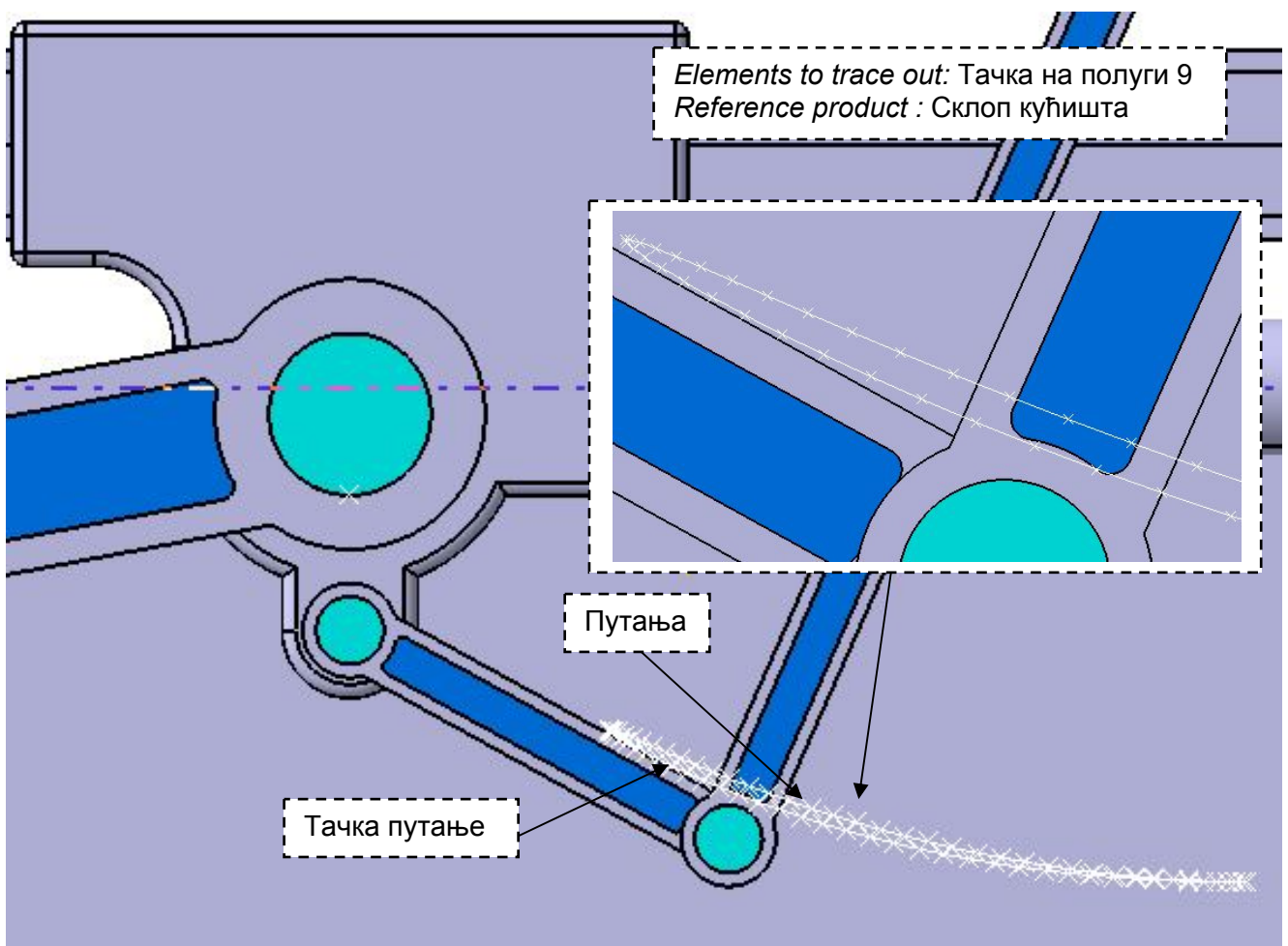
У оквиру поља *Number of steps* уноси се број тачака које се налазе на путањи.



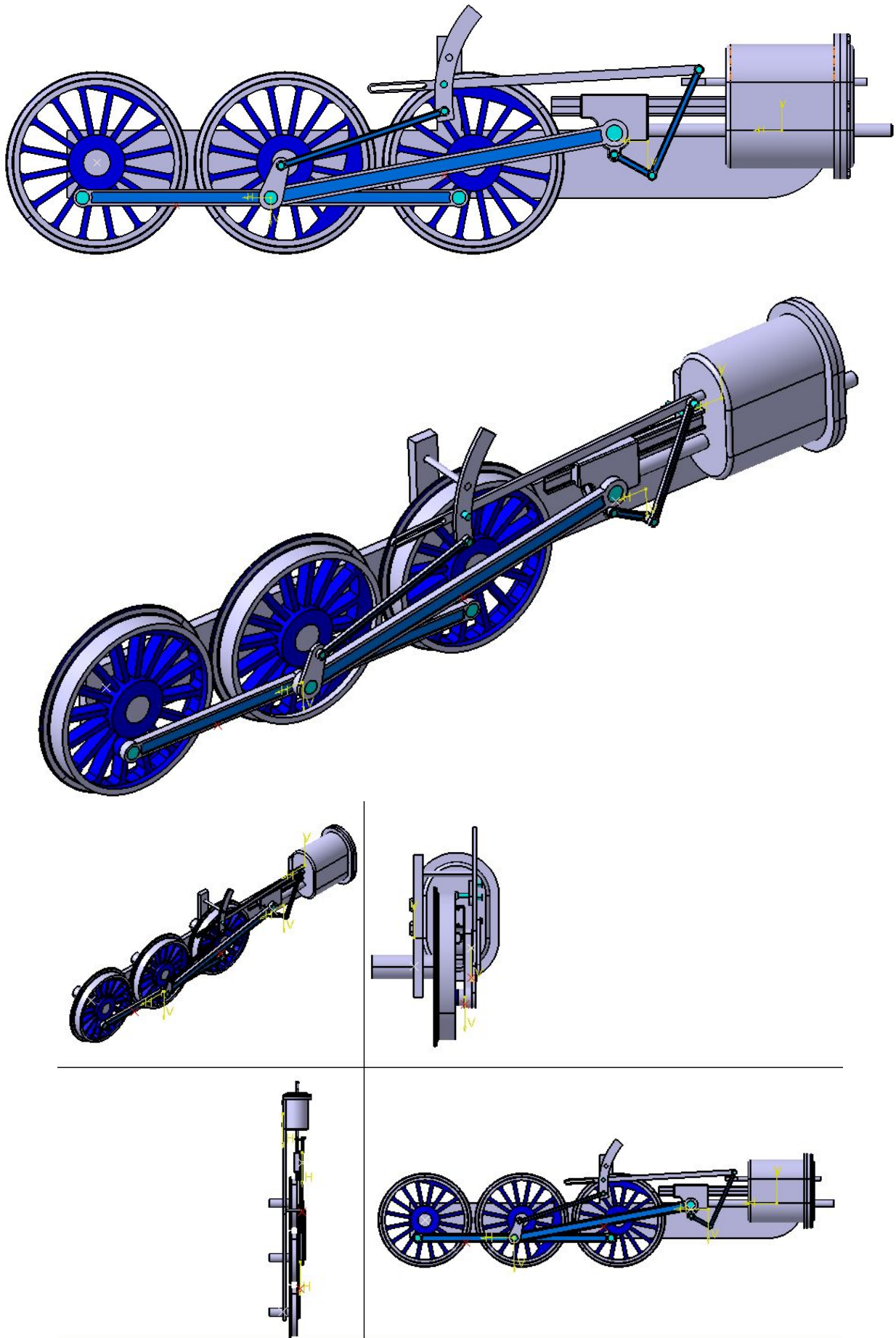
Слика 1.49. *Trace*



Слика 1.50. New part



Слика 1.51. Reference product



Слика 2.53.Цео механизам

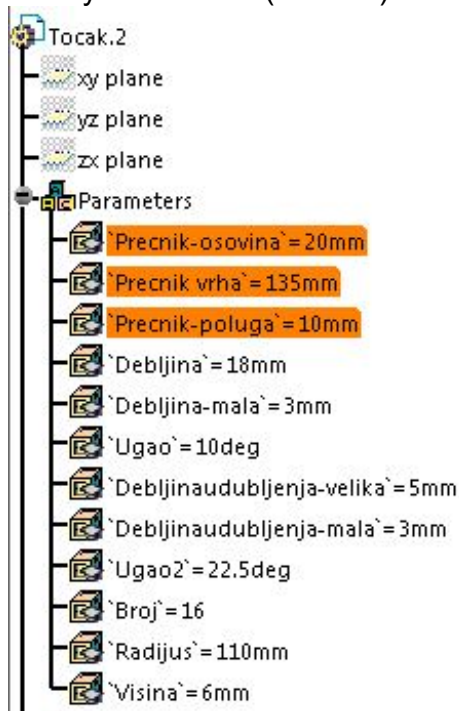
3. ПУБЛИКАЦИЈА ЕЛЕМЕНАТА, КРЕИРАЊЕ ТАБЕЛА И КАТАЛОГА, ЕКСТЕРНА ПАРАМЕТРИЗАЦИЈА

4.1. Публикација елемента

Публикација елемента представља њихово објављивање тако се они могу користити при изради других елемената. Могу се публиковати параметри, формуле, скице, моделске форме (*Pad, Shaft, Rib* и др.). Публиковани елементи једног модела могу се копирати у други модел са свим ограничењима, што доприноси бржој изради. Уколико се на публикованом елементу „родитељу“ врше неке измене те измене се аутоматски генеришу и на форми „дете“.

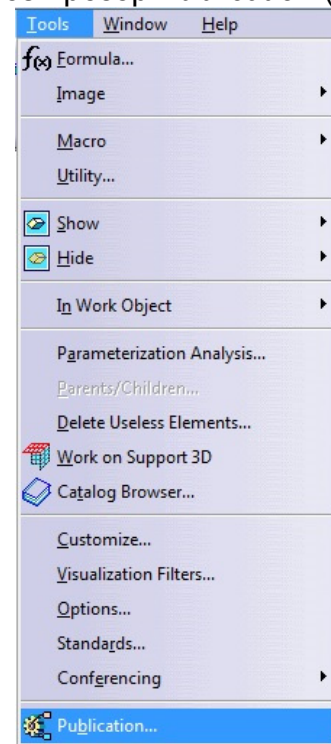
Корак 1. Креирати публиковане параметре

- 1) Држати команду *Ctrl* и левим кликом обележити из стабла модела параметре који ће бити публиковани (Сл. 1.1).

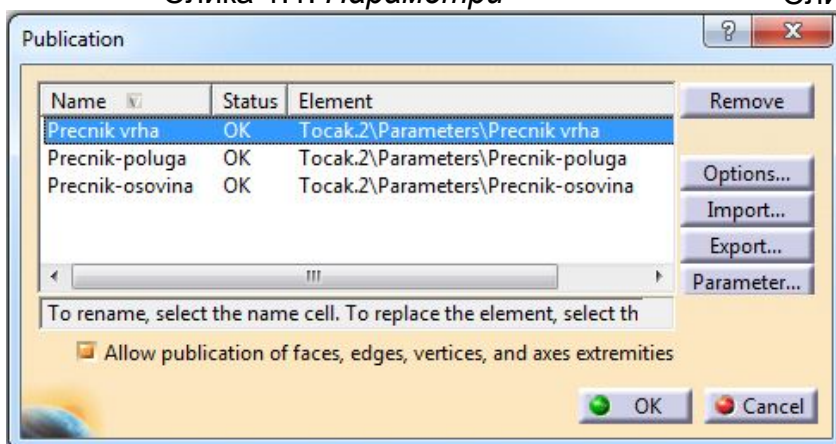


Слика 1.1. Параметри

- 2) Активирати команду **Publication** која се налази у падајућем менију *Tools* (Сл. 1.2). Након активирања команде отвориће се прозор *Publication* (Сл. 1.3).

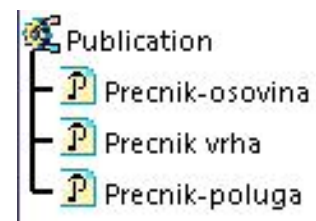


Слика 1.2. Tools - Publication



Слика 1.3. Publication

Публиковани параметри чувају се и приказују у стаблу модела под граном *Publication*.



4.2. Креирање табеле фамилије делова

Предности табела:

- пружа нам начин да се створи фамилија делова и да се њом управља. Компоненте могу бити, на пример, параметри механичких делова који се разликују по вредностима параметара,
- углавном је намењена да олакша дефинисање и управљање деловима,
- вредности параметара чувају се у облику табеле или у *Microsoft Office Excel* фајлу или табеларно у оквиру *Notepad-a*,
- параметри се могу додавати накнадно, брисати, и мењати у оквиру табеле,
- помоћу табеле се могу креирати каталози.

Корак 1. Креирати табелу фамилије делова

За параметре модела Точак креира се табела фамилије делова.

- 1) Активирати команду *Desing Table* . Након активирања команде отвара се прозор *Creation of a Desing Table* у коме се додају параметри који ће се налазити у креираној табели (Сл. 1.4).

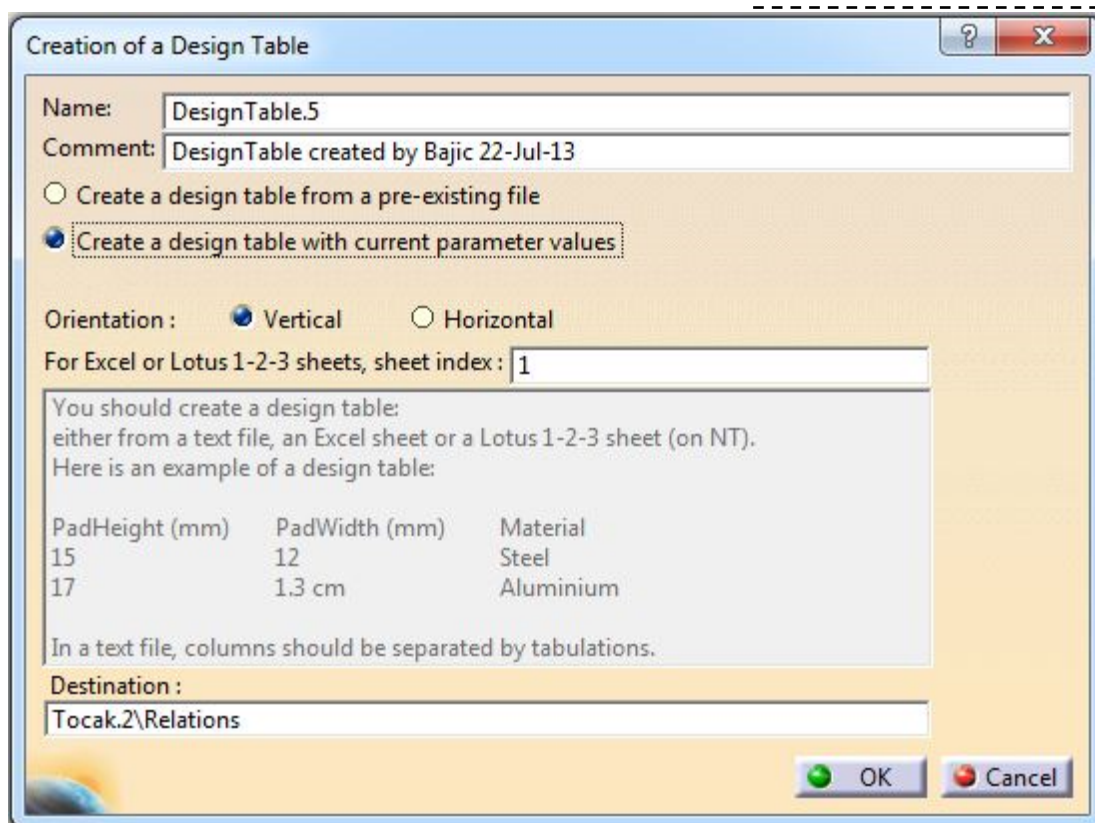
У оквиру поља *Name*
уноси се назив

У оквиру поља *Orientation*
бира се оријентација

Активирати команду *Create a desing table with current parameter values* за креирање нове табеле и затим потврдити, након чега ће се отворити нови прозор *Select parameters to insert* (Сл. 1.5).

У оквиру поља *Comment*
уноси се коментар везан
за табелу.

У оквиру поља *Destination*
генерише се дестинација
где ће се чувати табела.



Слика 1.4. *Creation of a Desing Table*

2) Одабрати параметре који ће се налазити у креираној табели.

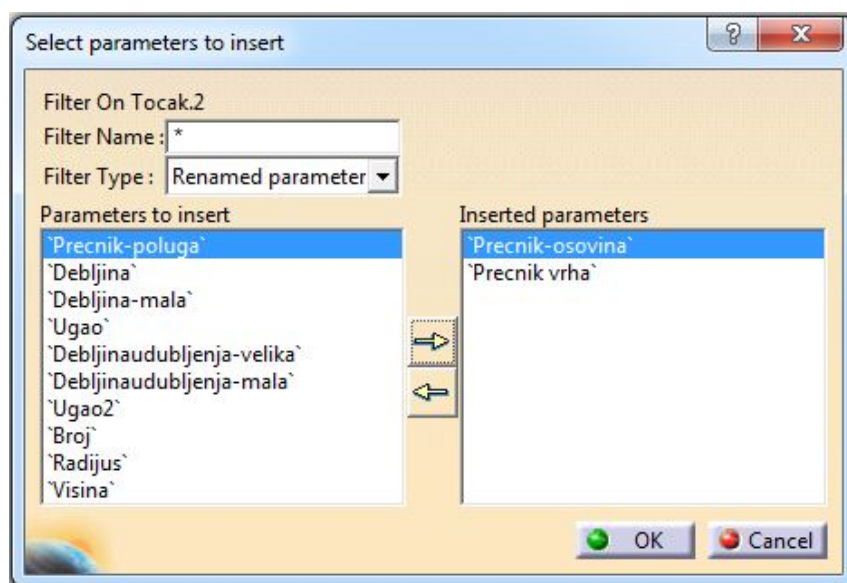
У оквиру поља *Parameters to insert* налазе се и бирају параметри који ће се креирати у табели

У оквиру поља *Inserted parameters* налазе се и бирају параметри који ће се креирати у табели

У оквиру поља *Filter Type* одабрати *Renamed parameter*, јер се на тај начин приказују само креирани параметри.

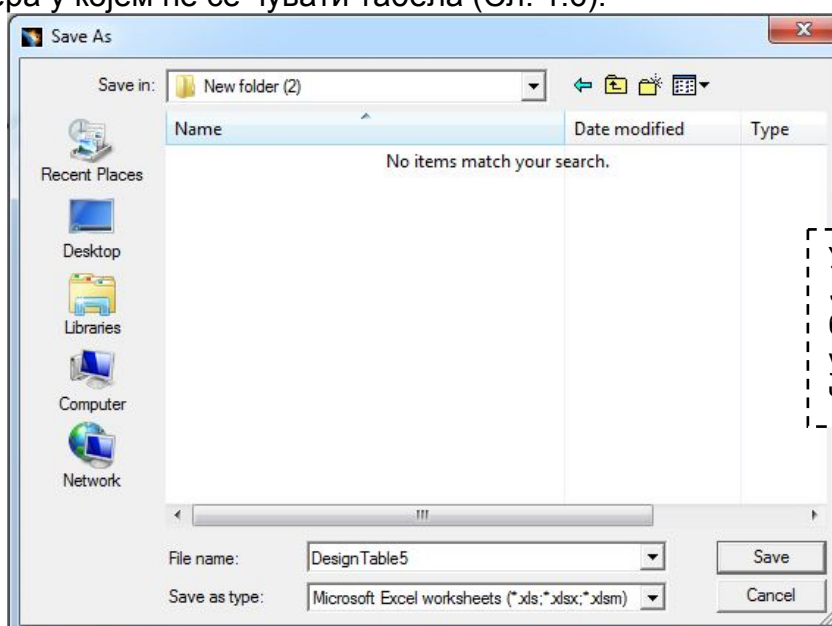
Командом *Adds the selected parameters in the desing table*  врши се додавање параметара који ће се креирати у табели.

Командом *Removes the selected parameters in the desing table*  врши се брисање параметара који су били додати.



Слика 1.5. Create a desing table with current parameter values

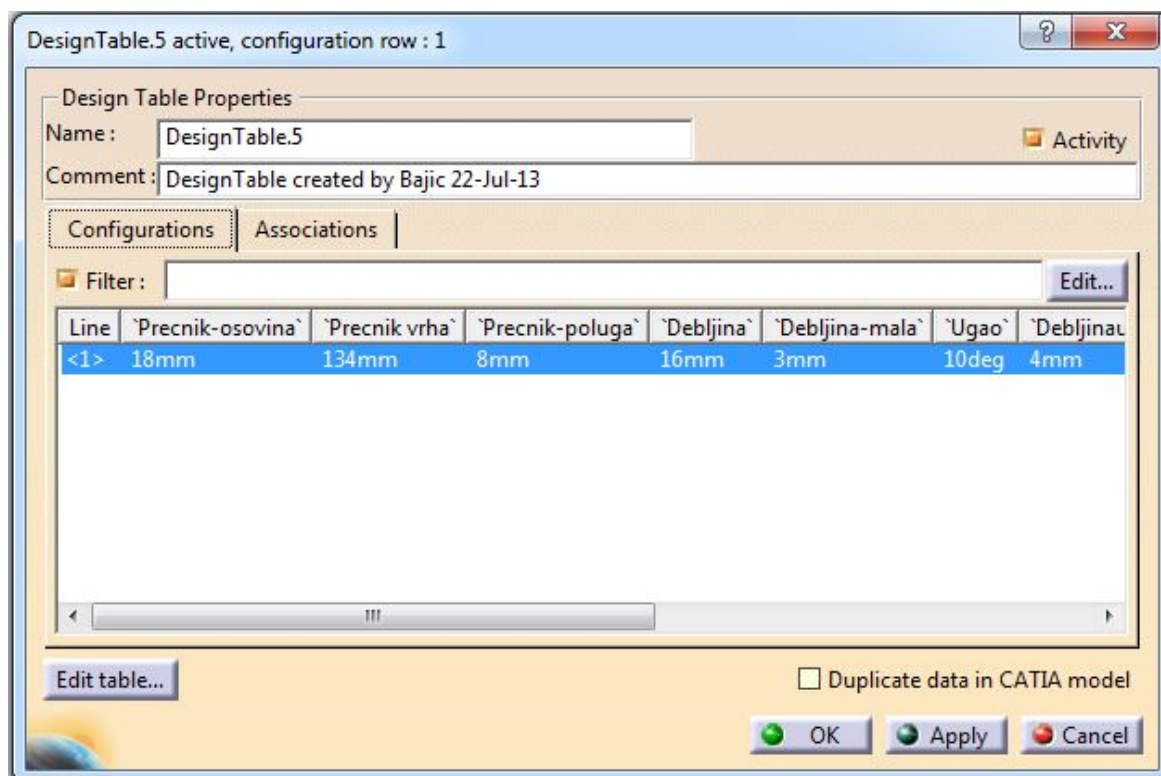
2) Након селектовања параметара отвара се прозор *Save as* где се врши избор фолдера у којем ће се чувати табела (Сл. 1.6).



Слика 1.6. Save as

3) Након чувања табеле, отвара се прозор *DesingTable* (Сл. 1.7).

У оквиру поља <i>Name</i> генерише се назив	Активирањем команде <i>Edit table</i> отвара се прозор у <i>Excel</i> -у у којем се додају нове вредности параметара. (Сл. 1.8).	
У оквиру поља <i>Comment</i> генерише се коментар везан за табелу.	У оквиру поља <i>Configurations</i> приказују се параметри који су одабрани за табелу и њихове вредности.	У оквиру поља <i>Associations</i> отвара се нови прозор у коме се врши додавање нових параметара и брисање не потребних параметара из табеле. (Сл. 1.9)
Команда <i>Activity</i> приказује да ли је табела активна.		



Слика 1.7. *DesingTable*

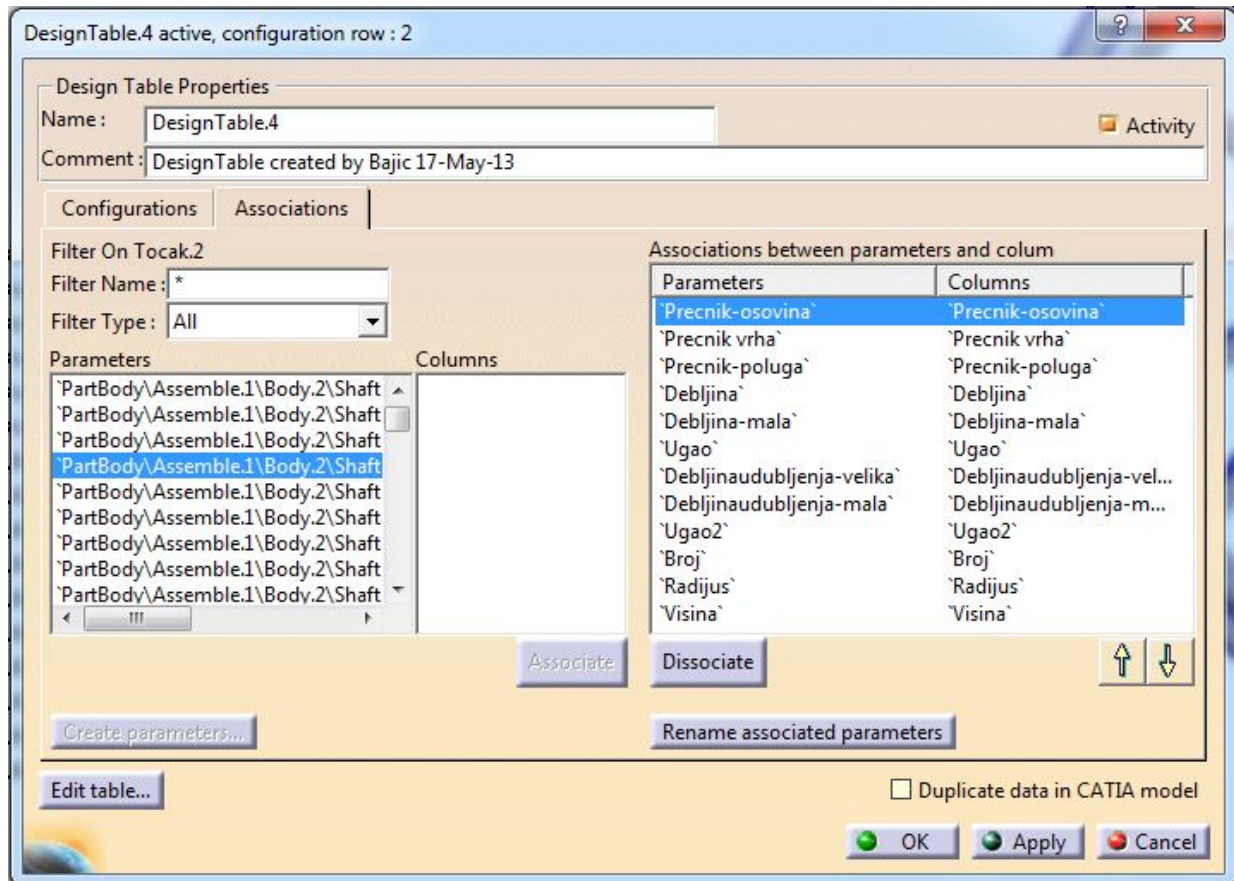
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Precnik-c	Precnik v	Precnik-p	Debljina	Debljina	Ugao (de	Debljinal	Debljinal	Ugao2 (d	Broj	Radijus (	Visina (mm)
2	20	135	10	18	3	10	5	3	22.5	16	110	6
3	18	134	8	16	3	10	4	2	22.5	16	108	6
4												
5												
6												
7												
8												

Слика 1.8. Приказ табеле у *Excel*-у

У оквиру поља *Parameters* налазе се параметри који се могу додати у табелу.

У оквиру поља *Associations between parameters and colum* приказани су параметри који се већ налазе у табели.

Командом *Rename associated parameters* врше се измена назива параметара у табели.



Слика 1.9. *Associations*

Креирана табела приказује се у стаблу модела у оквиру гране *Relations* (Сл. 1.10).

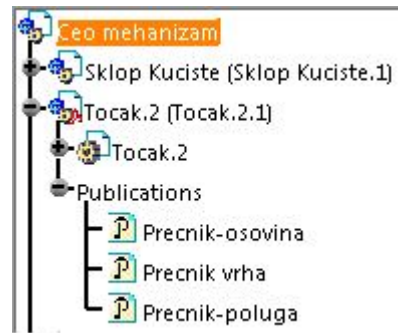


Слика 1.10. *Грана Relations*

4.3. Креирање екстерне параметризације

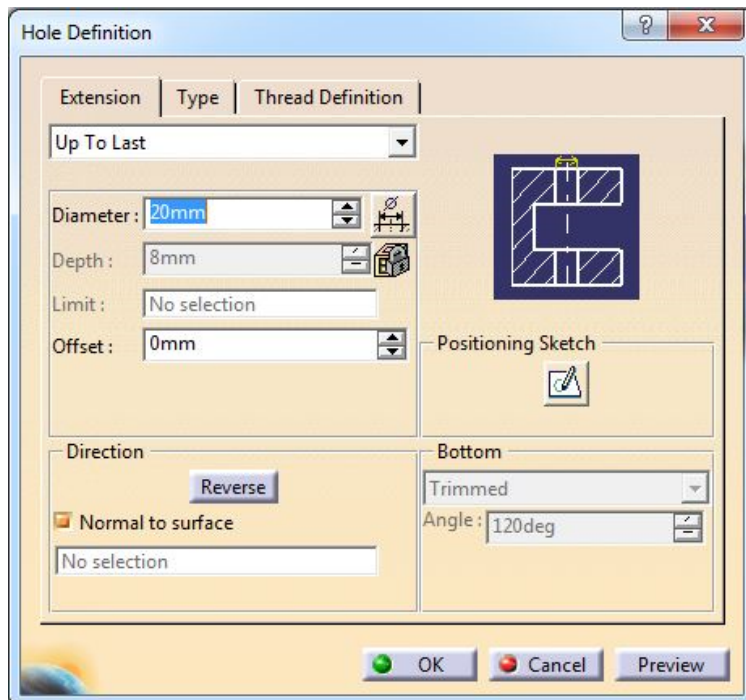
Корак 1. Креирати екстерни параметар модела Носач

- 1) У модулу *Assembly* отворити цео склоп.
- 2) У стаблу модела склопа отворити у оквиру модела точак грану *Publications* са креираним публикованим параметрима (Сл. 1.11).
- 3) Двоструким кликом на назив модела Носач прелази се у модул *Part Desing*. Након чега отворити стабло модела Носач.



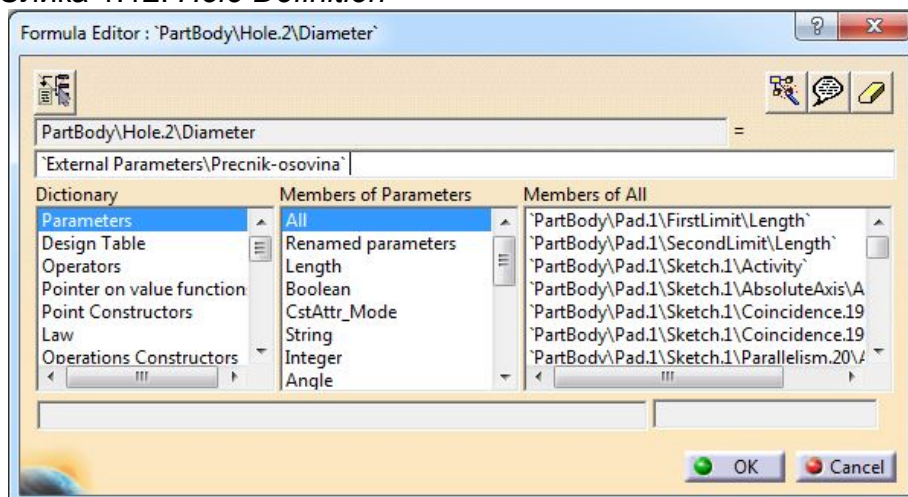
Слика 1.11. Стабло механизма

- 4) Двоструким кликом на моделску форму *Hole.2* отвара се прозор *Hole Definition* (Сл. 1.12).



Слика 1.12. *Hole Definition*

- 5) Десним кликом на вредност у пољу *Diameter* активирати команду *Edit formula*. Отвара се прозор *Formula Editor* у коме се уводе параметри (Сл. 1.13).
- 6) Унос параметара се врши кликом на публиковани параметар који се налази у грани *Publications* у оквиру стабла модела Точак.

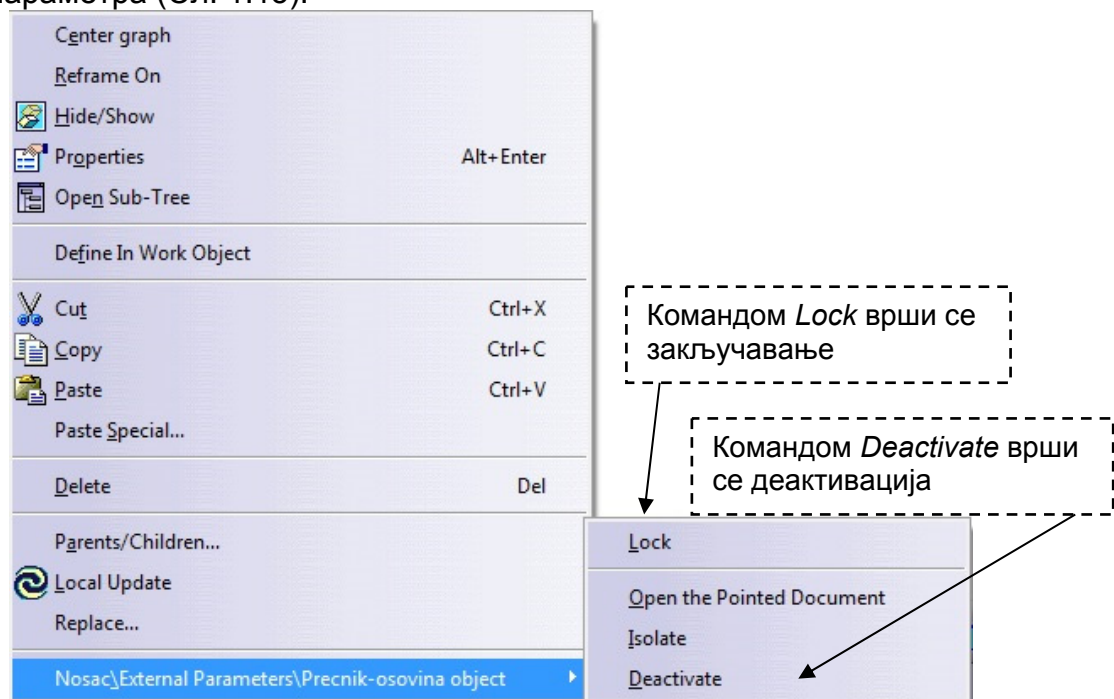


Слика 1.13. *Formula Editor*

- 7) Након завршетка креирање параметара у оквиру моделске форме *Hole.2*, у стаблу модела Носач креира се нова грана *External Parameters* у којој се приказује креирани параметар (Сл. 1.14). Десним кликом на екстерни параметар па потом активирањем менија *Nosač\External parameters\Precnik-osovina object* могу се вршити подешавања у виду закључавања, деактивирања и синхронизације параметра (Сл. 1.15).



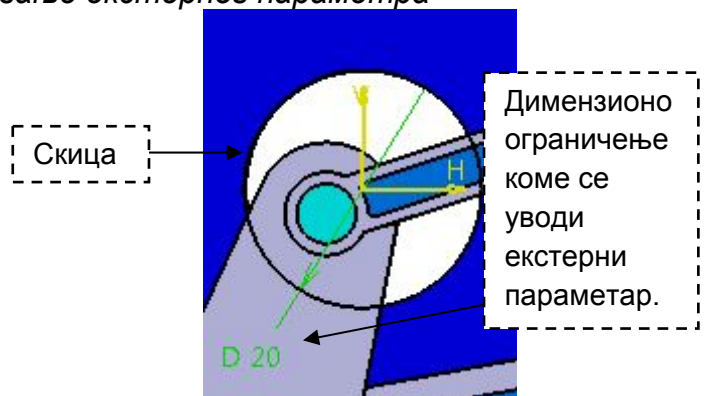
Слика 1.14. Стабло екстерног параметра



Слика 1.15. Подешавање екстерног параметра

Корак 2. Креирати екстерни параметар модела Осовина

- 1) Двоструким кликом на назив модела Осовина прелази се у модул *Part Desing*. Након чега отворити стабло модела Осовина.
- 2) Двоструким кликом на моделску форму *Sketch.1* отвара се скица моделске форме *Pad.1* (Сл. 1.16).

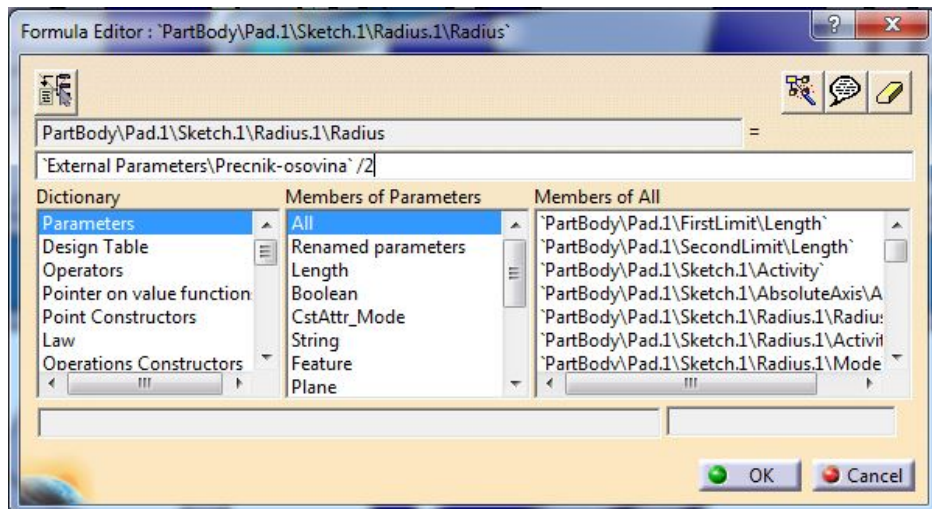


Слика 1.16. *Sketch.1*

- 3) Увести одговарајући параметар (Сл. 1.17) [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 4].

Напомена:

Уколико се параметар задаје за пречник, тада се параметар дели са 2.

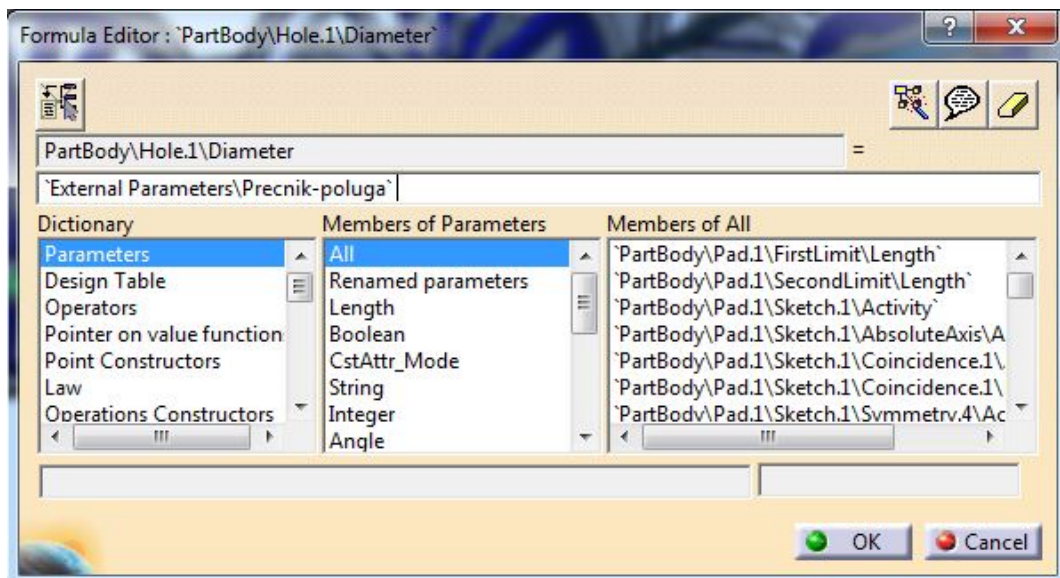


Слика 1.17. Formula Editor

Корак 3. Креирати екстерни параметар модела Полука

- 1) Двоструким кликом на назив модела Полука прелази се у модул *Part Desing*. Након чега отворити стабло модела Полука.
- 2) Двоструким кликом на моделску форму *Hole.1* отвара се прозор *Hole Definition* [Детаљније објашњење 1.1, корак 6].

- 3) Десним кликом на вредност у пољу *Diameter* активирати команду *Edit formula*. Отвара се прозор *Formula Editor* у коме се уводе параметри. (Слика 1.18) [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 4]



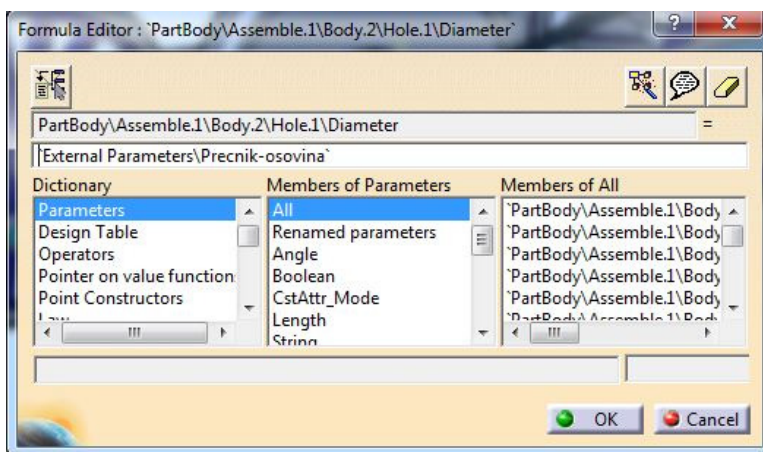
Слика 1.18. Formula Editor

Корак 4. Креирати екстерни параметар модела Точак.2

- 1) Двоструким кликом на назив модела Точак.2 прелази се у модул *Part Desing*. Након чега отворити стабло модела Точак.2.

- 2) Двоструким кликом на моделску форму *Hole.1* отвара се прозор *Hole Definition* [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 6].

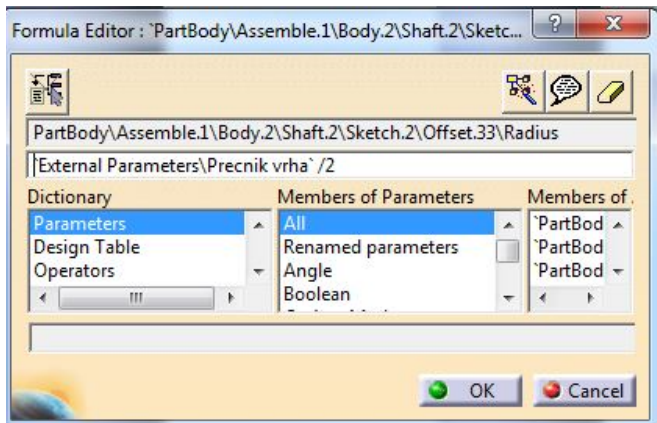
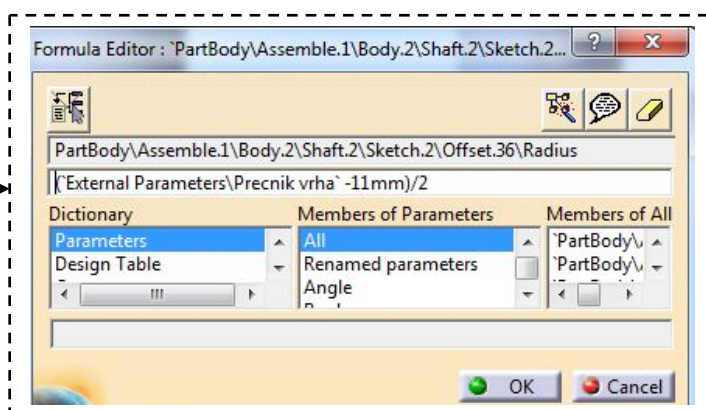
- 3) Десним кликом на вредност у пољу *Diameter* активирати команду *Edit formula*. Отвара се прозор *Formula Editor* у коме се уводе параметри (Сл. 1.19) [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 4].



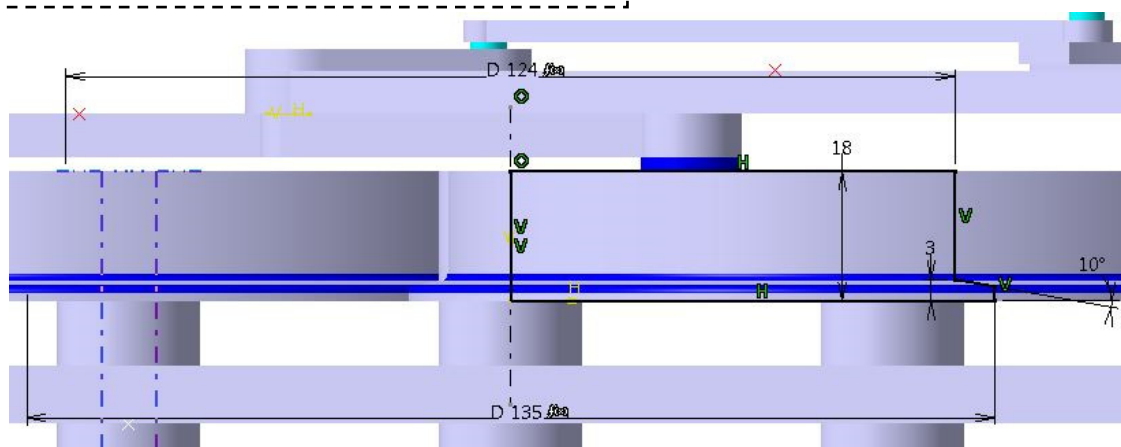
Слика 1.19. *Formula Editor*

- 4) Двоструким кликом на моделску форму *Sketch.2* отвара се скица моделске форме *Shaft.2* (Сл. 1.20).

За димензионо ограничење D 124 увести параметар приказан у пољу.

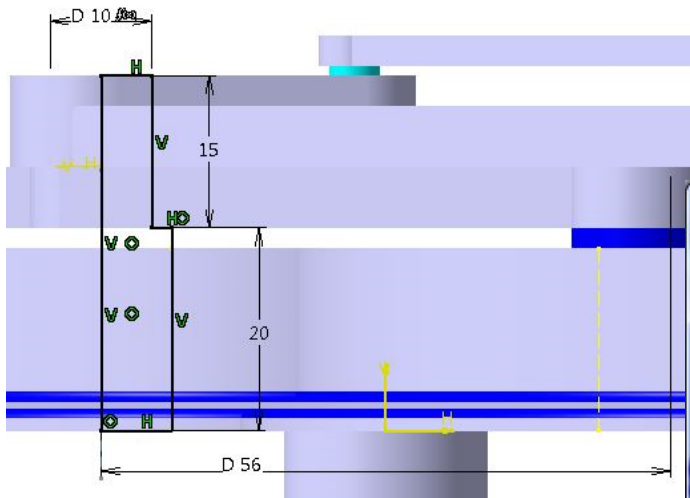


За димензионо ограничење D 135 увести параметар приказан у пољу.



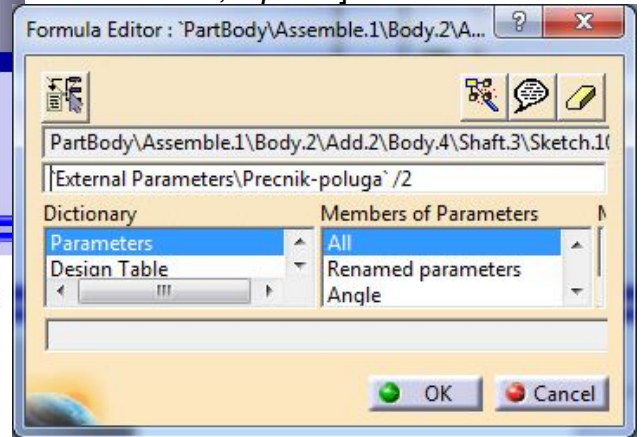
Слика 1.20. *Sketch.2*

- 5) Двоструким кликом на моделску форму *Sketch.10* отвара се скица моделске форме *Shaft.3* (Сл. 1.21).



Слика 1.21. *Sketch.10*

- 6) Десним кликом на вредност у пољу *Diameter* активирати команду *Edit formula*. Отвара се прозор *Formula Editor* у коме се уводе параметри. (Сл. 1.22) [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 4].

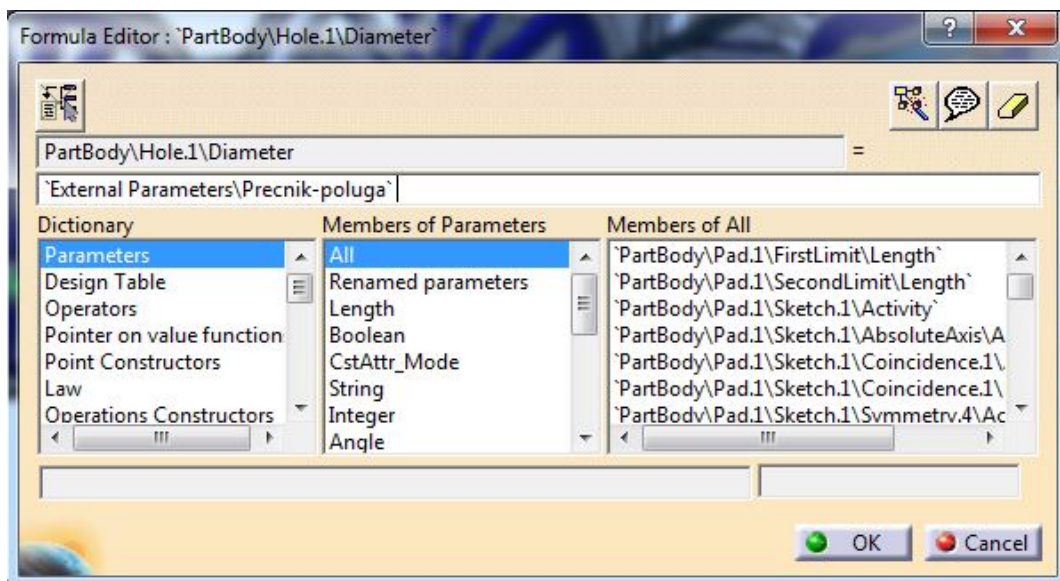


Слика 1.22. *Formula Editor*

Корак 5. Креирати екстерни параметар модела Полука.8

- 1) Двоструким кликом на назив модела Полука.8 прелази се у модул *Part Desing*. Након тога отворити стабло модела Полука.8.
- 2) Двоструким кликом на моделску форму *Hole.1* отвара се прозор *Hole Definition* [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 6].

- 3) Десним кликом на вредност у пољу *Diameter* активирати команду *Edit formula*. Отвара се прозор *Formula Editor* у коме се уводе параметри (Сл. 1.23) [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 4]

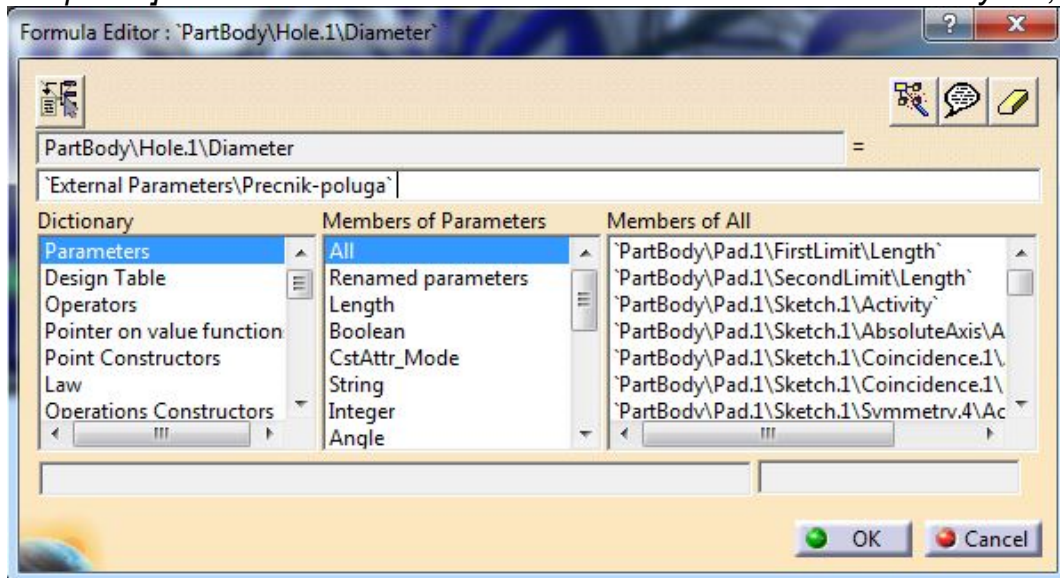


Слика 1.23. *Formula Editor*

Корак 6. Креирати екстерни параметар модела
Полуга.18

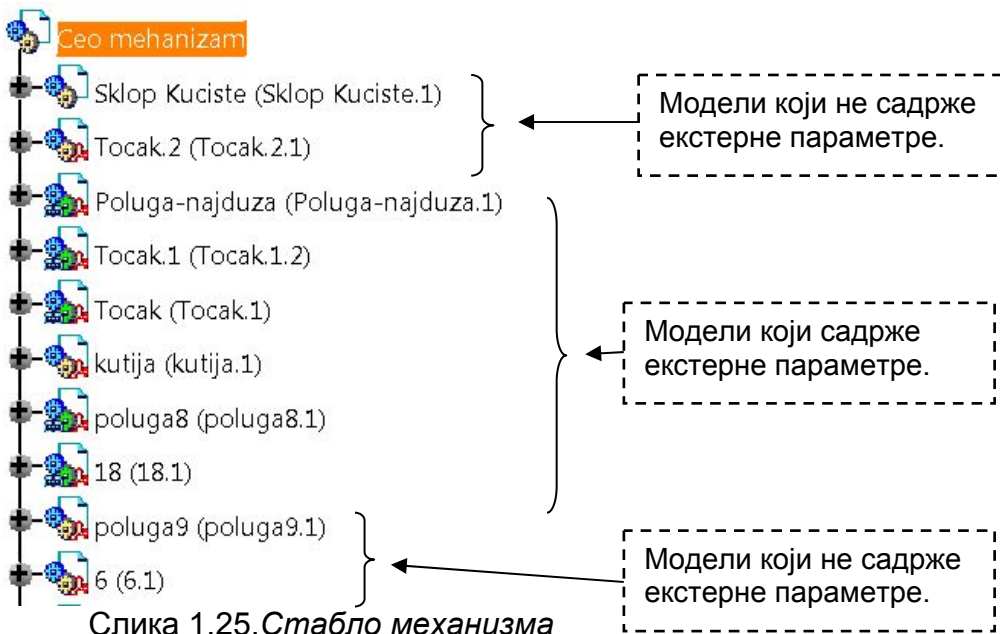
- 1) Двоструким кликом на назив модела Полуга.18 прелази се у модул *Part Desing*. Након тога отворити стабло модела Полуга.18.
- 2) Двоструким кликом на моделску форму *Hole.1* отвара се прозор *Hole Definition* [Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 6].

- 3) Десним кликом на вредност у пољу *Diameter* активирати команду *Edit formula*. Отвара се прозор *Formula Editor* у коме се уводе параметри. (Сл. 1.24)
[Детаљније објашњење у поглављу 1.1, корак 4]



Слика 1.24. *Formula Editor*

Након креирања екстерних параметара двоструким кликом на назив *Pruduct-a* врши се враћање у модул за креирање склопова *Assembly*. Модели који садрже екстерне параметре разликују се у стаблу склопа од оних модела који немају екстерне параметре (Сл. 1.25).



Слика 1.25. *Стабло механизма*

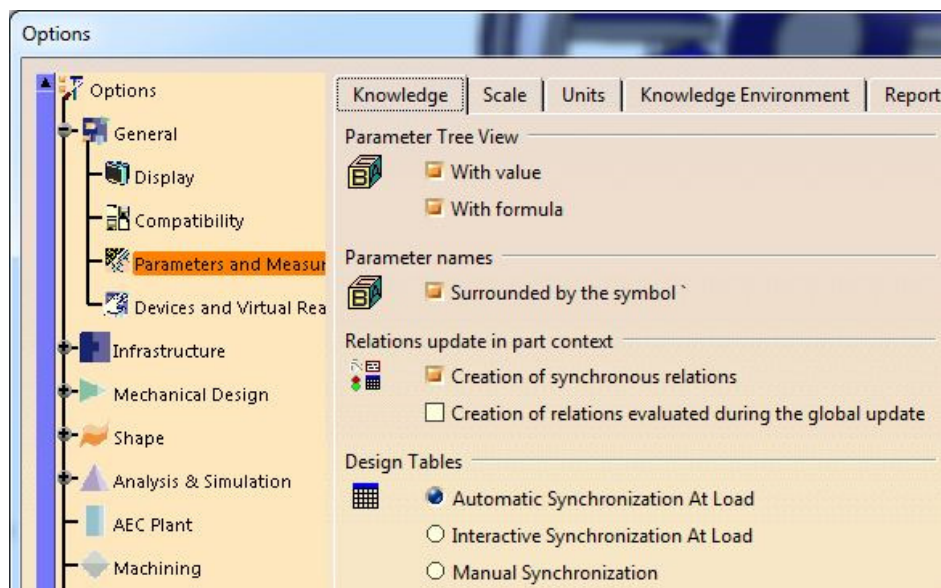
4.4.Примена екстерне параметризације

Ексерна параметризација омогућава да се параметри једног дела користе као параметри осталих делова склопа. Параметри осталих делова креираће се као екстерни параметри. При свакој измени основних параметара аутоматски ће се мењати и екстерни параметри.

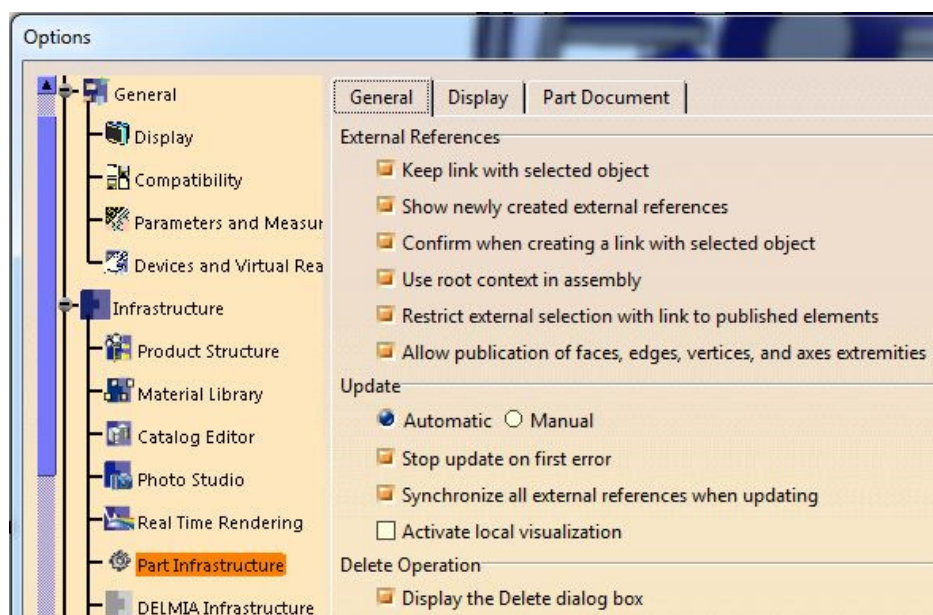
Корак 1. Подесити аутоматску синхронизацију екстерних параметара

- 1) У падајућем менију *Tools* активирати *Options*. Отвориће се прозор *Options* (Сл. 1.26).
- 2) Изабрати *General-Parameters and Measure*. У оквиру поља *Knowledge* активирати *Automatic Synchronous relations* (Сл. 1.26).

- 3) Изабрати *Infrastructure-Part Infrastructure*. У оквиру поља *General* активирати *Synchronous all external references when updating* (Сл. 1.27).



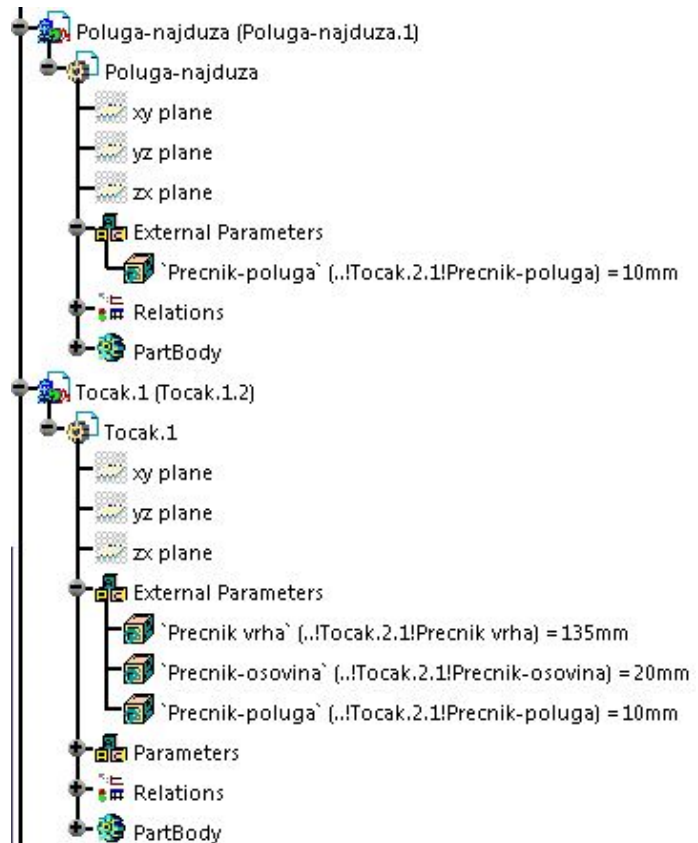
Слика 1.26. Подешавање видљивости параметара



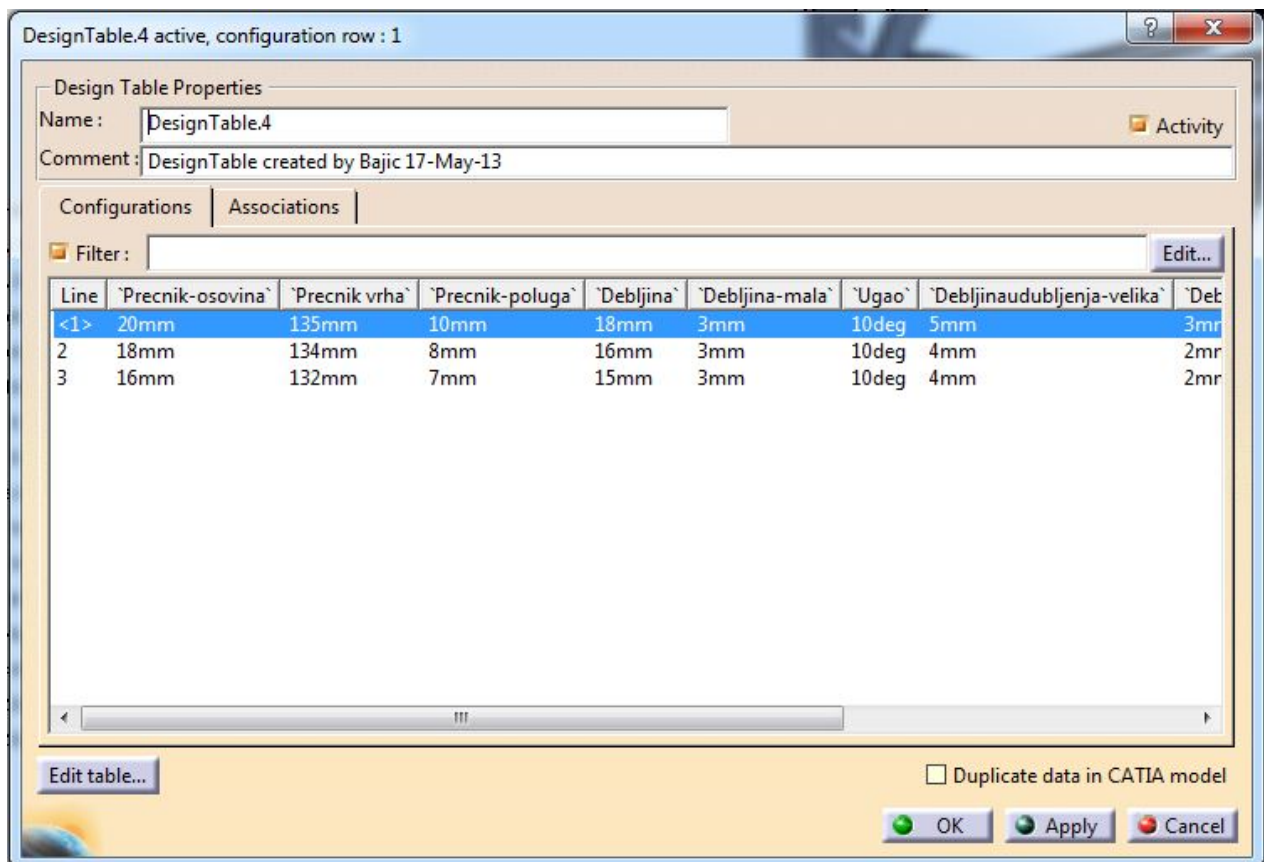
Слика 1.27. Подешавање видљивости параметара

Корак 2. Примена екстерне параметризације

- 1) Отворити цео склоп у модулу за креирање склопова *Assembly*.
- 2) Отворити гране *External Parameters* модела који их садрже (Сл. 1.28).
- 3) У стаблу склопа отворити грану модела Точак.2, па потом грану *Relations*.
- 4) Двоструким кликом на табелу *DesingTable*, прелази се у модул *Knowledge Advisor*.
- 5) Поновним двоструким кликом на табелу *DesingTable* отвара се прозор *DesingTable* (Сл. 1.29).

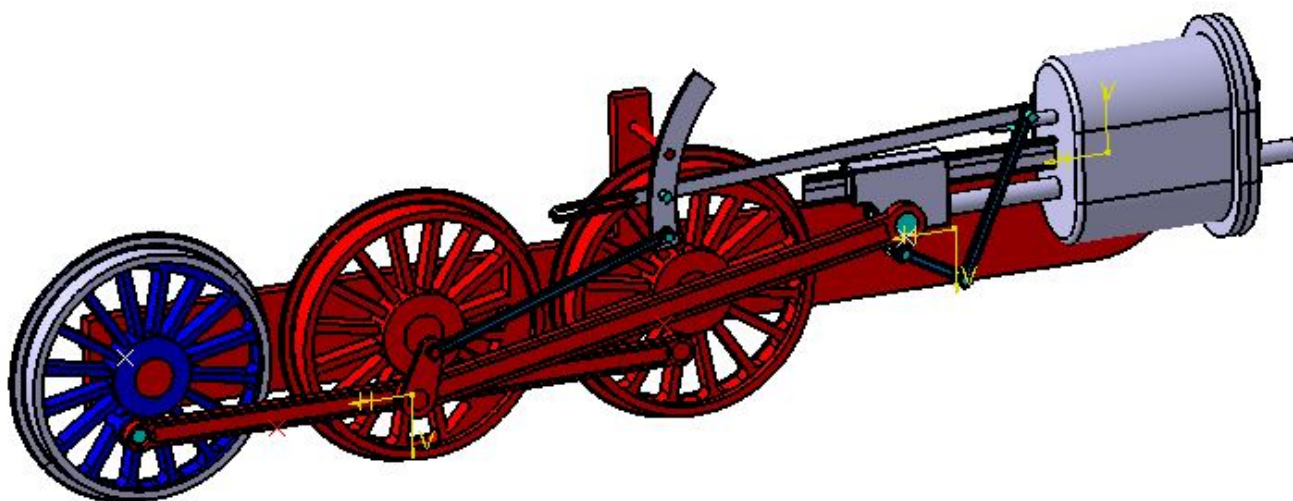


Слика 1.28. Стабло екстерних параметара

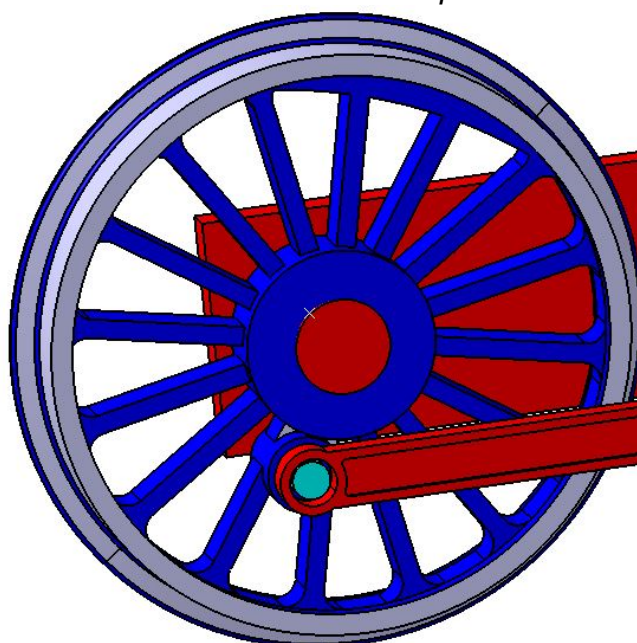


Слика 1.29. *DesingTable*

- 6) У табели изабрати други тип модела Точак. Модел се аутоматски генерише према новим параметрима из табеле (Сл. 1.30).



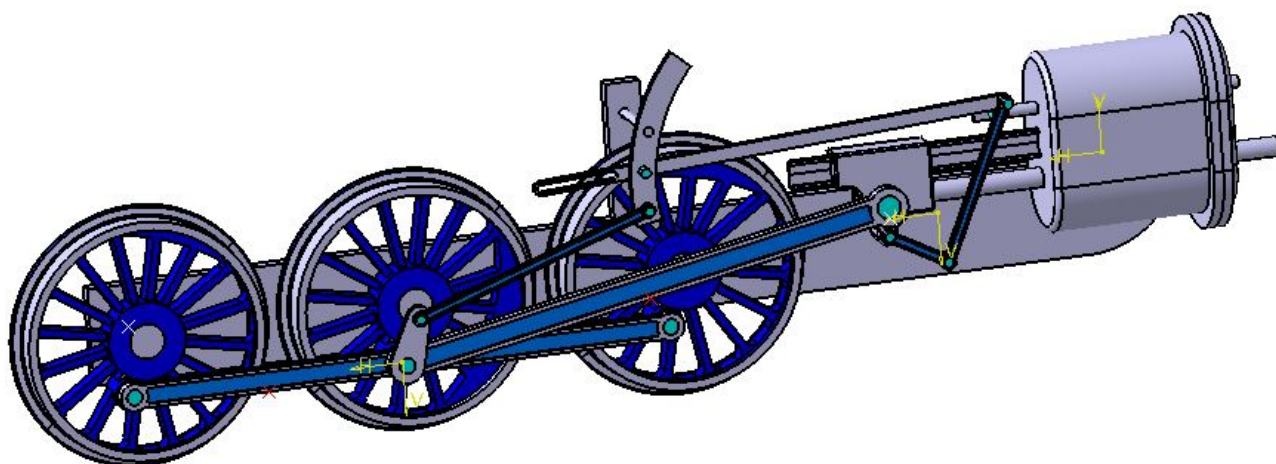
Слика 1.30. Приказ измењеног точка механизма



Слика 1.31. Приказ измењеног точка механизма

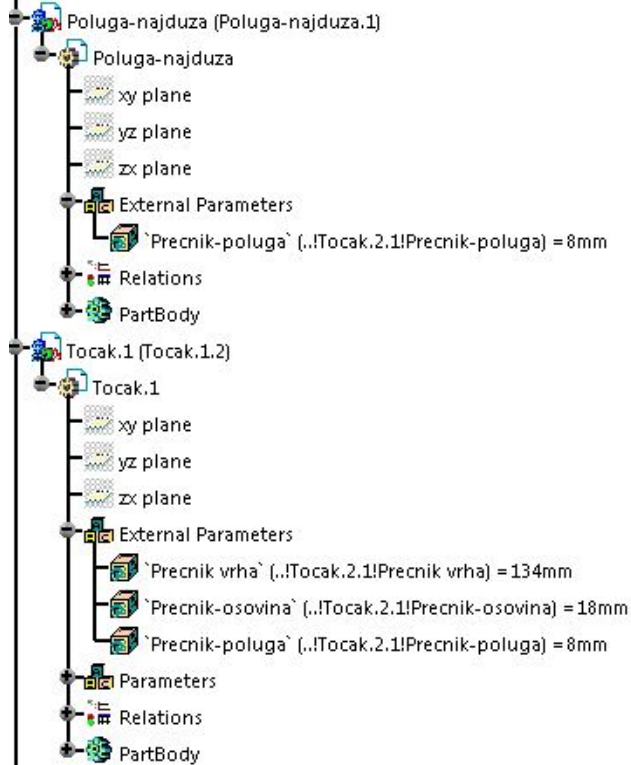
Модел Точак је новим параметрима смањен у односу на првобитне вредности, док су остали делови склопа остали исти (Сл. 1.31).

- 7) Двоструким кликом на назив склопа Цео механизам прелази се у модул *Assembly*.
- 8) Активирањем команде **Update**  врши се генерисање екстерних параметара осталим делова склопа (Сл. 1.32).



Слика 1.32. Приказ измењеног целог механизма

Екстерни параметри (Сл. 1.33) су се генерисали према параметрима модела Точак (Сл. 1.34).



Слика 1.33. Екстерни параметри



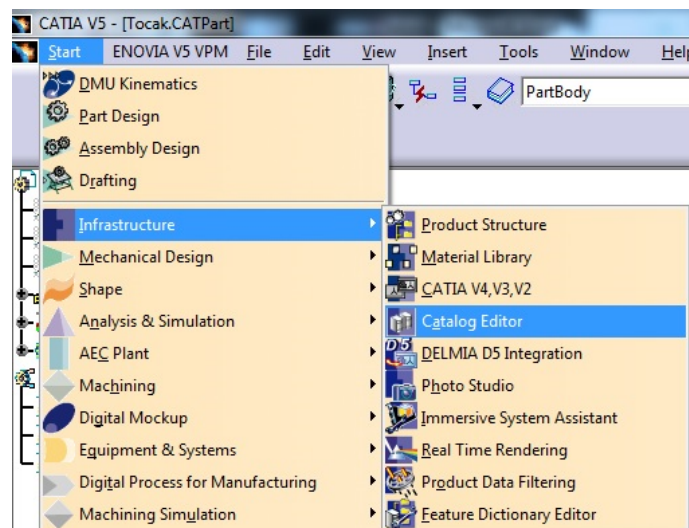
Слика 1.34. Параметри модела Точак

4.5. Креирање каталога модела Точак

Креирање каталога могућава чување и коришћење великог броја делова и њихових варијација.

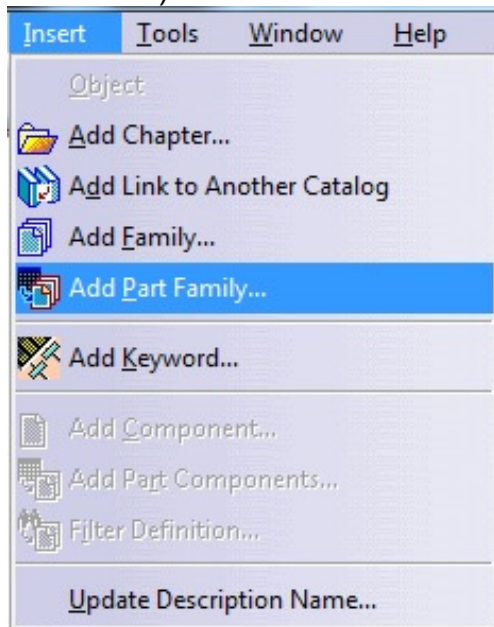
Корак 1. Креирати каталог

- 1) Отворити модел Точак за који је креирана табела [Детаљније објашњење у поглављу 3.2].
- 2) Прећи у модул за креирање каталога. Изабрати *Start-Infrastructure-Catalog Editor* (Сл. 1.35).

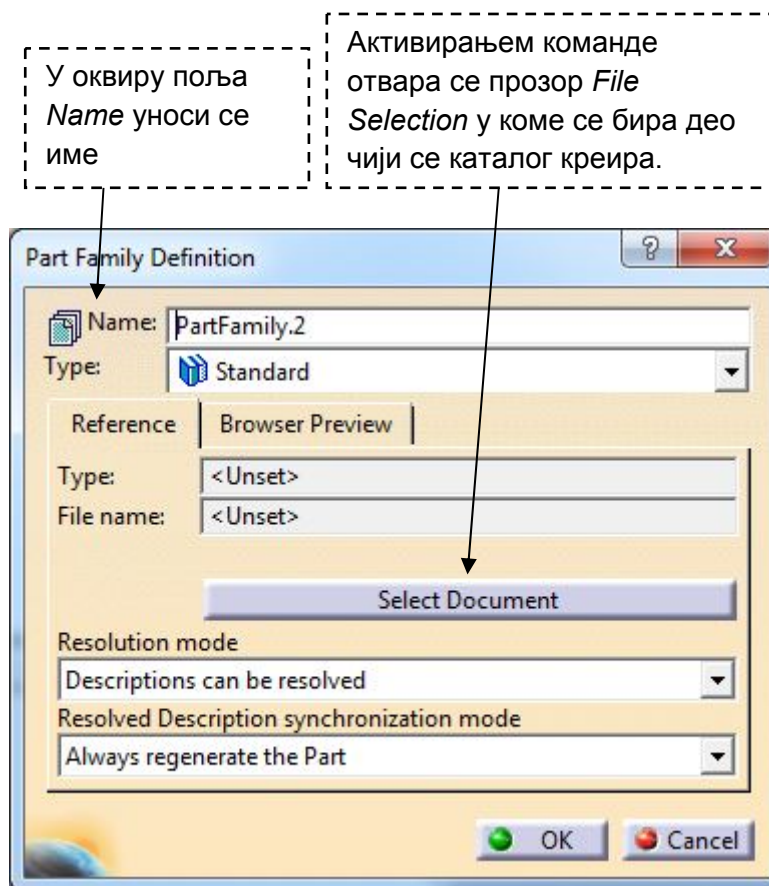


Слика 1.35. *Start-Infrastructure-Catalog Editor*

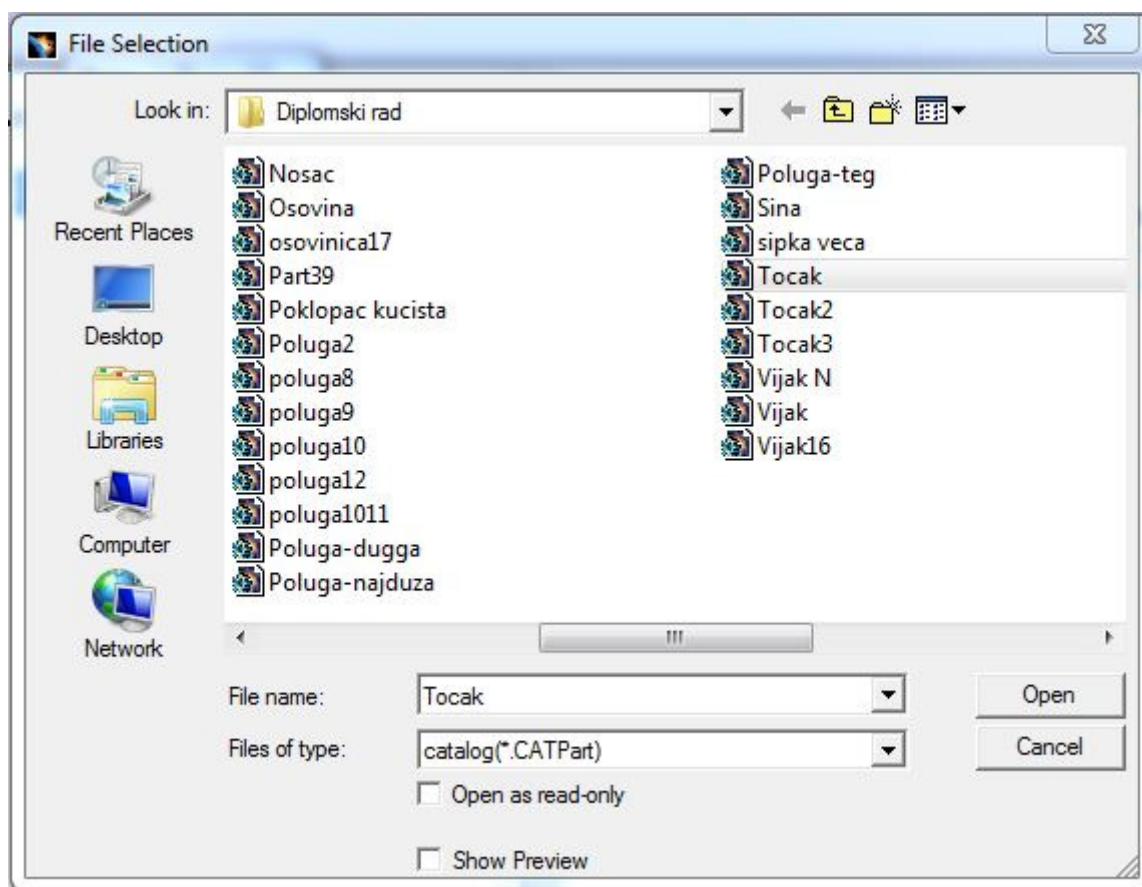
- 3) У падајућем менију *Insert* активирати команду *Add Part Family* (Сл. 1.36). Након активирања команде отвара се прозор *Part Family Definition* (Сл. 1.37).



Слика 1.36. *Add Part Family*



Слика 1.37. *Add Part Family*



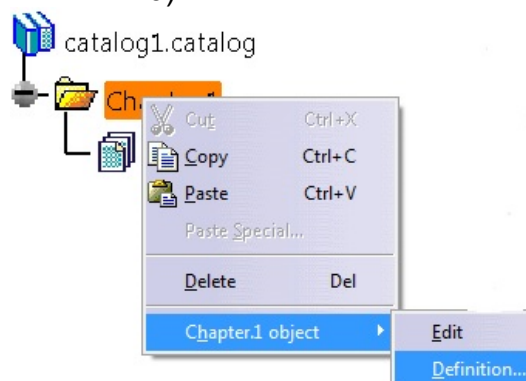
Слика 1.38. *File Selection*

Након избора дела чији ће се каталог креирати и потврде, креира се нова грана у стаблу каталога (Сл. 1.39).



Слика 1.39. Стабло каталога

4) Десним кликом на *Chapter.1* - *Chapter.1 Object* активирати команду *Definition*, отвара се прозор *Chapter Definition* (Сл. 1.40).



У оквиру поља уноси се име каталога



Слика 1.40. *Chapter Definition*

Модул *Catalog Editor* садржи четири различита фолдера у којима се приказују различите параметри дела који је креиран у каталогу.

Reference (Сл. 1.41)

Keywords (Сл. 1.42)

Preview (Сл. 1.43)

Generative Data (Сл. 1.44)

У оквиру *Reference* приказује се где је креирани каталог сачуван.

Search

Filter:

Result

Reference	Keywords	Preview	Generative Data
	Name	Type	Object Name
1	T1	Part family configuration	E:\Predavanja III\Diplomski rad\Tocak.CATPart
2	T2	Part family configuration	E:\Predavanja III\Diplomski rad\Tocak.CATPart
3	T3	Part family configuration	E:\Predavanja III\Diplomski rad\Tocak.CATPart

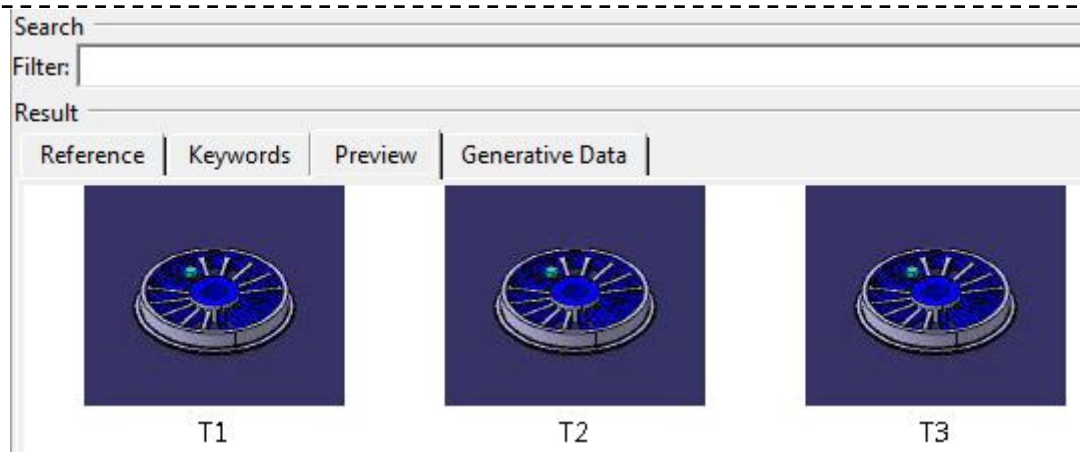
Слика 1.41. *Reference*

У оквиру *Keywords* приказују се параметри дела који се налазе у табели модела.

Search								
Filter:								
Result								
	Reference	Keywords	Preview	Generative Data				
	Name	PartNumber	'Precnik vrha'	'Precnik-poluga'	'Debljina'	'Debljina-mala'	'Ugao'	'Debljinaudubljenja-velika'
1	T1	T1	135mm	10mm	18mm	3mm	10deg	5mm
2	T2	T2	134mm	8mm	16mm	3mm	10deg	4mm
3	T3	T3	132mm	7mm	15mm	3mm	10deg	4mm

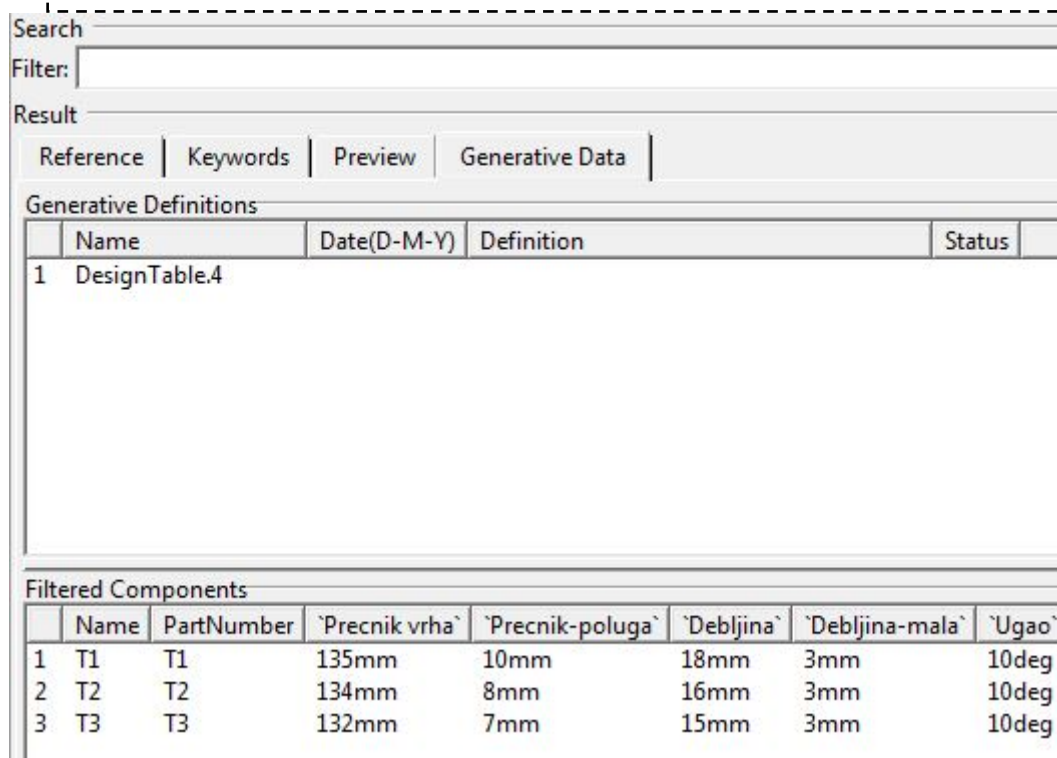
Слика 1.42. *Keywords*

У оквиру *Preview* графички се приказују модели који се налазе у каталогу.



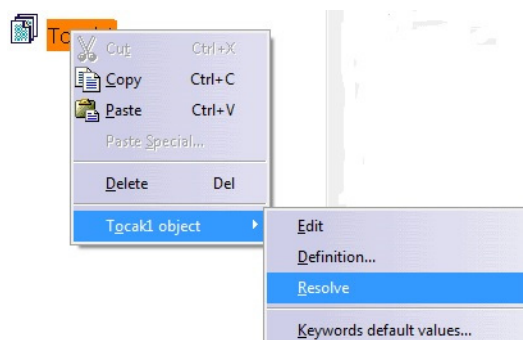
Слика 1.43. *Preview*

У оквиру *Generative Data* приказује се назив табеле и њени параметри



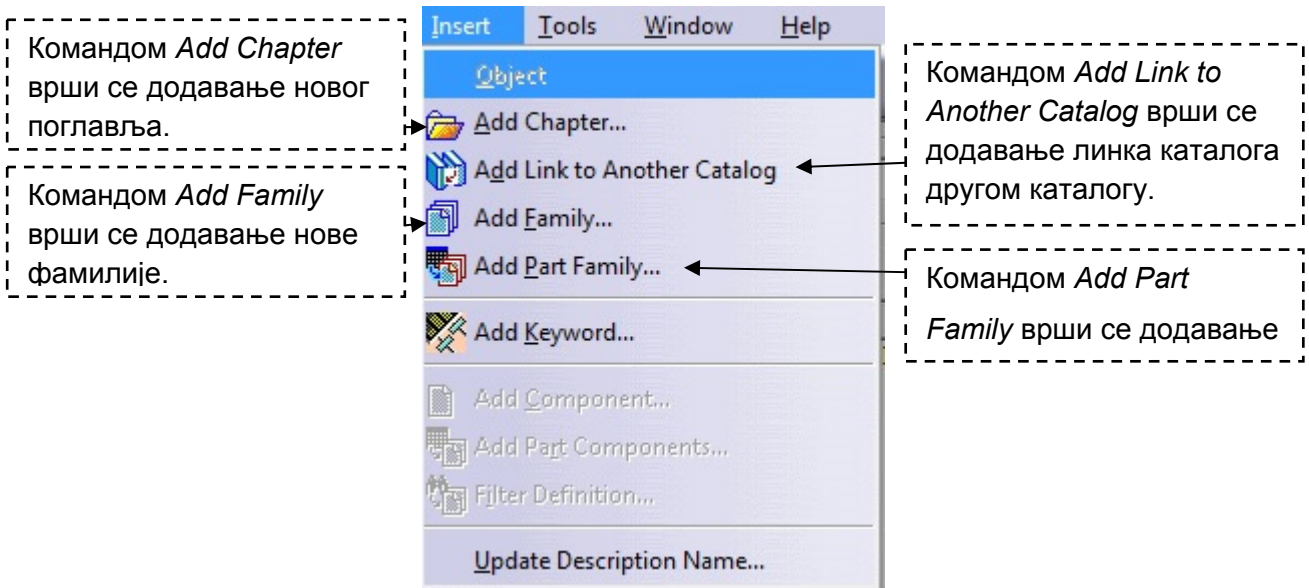
Слика 1.44. *Generative Data*

Сви модели који се налазе у каталогу могу бири креирани и сачувани као засебни модели. У стаблу каталога десним кликом обележити *Točak1 Object* и активирати команду *Resolve* (Сл. 1.45). Након активирања команде врши се креирање модела из каталога у фолдер у коме је сачуван каталог.



Слика 1.45. *Resolve*

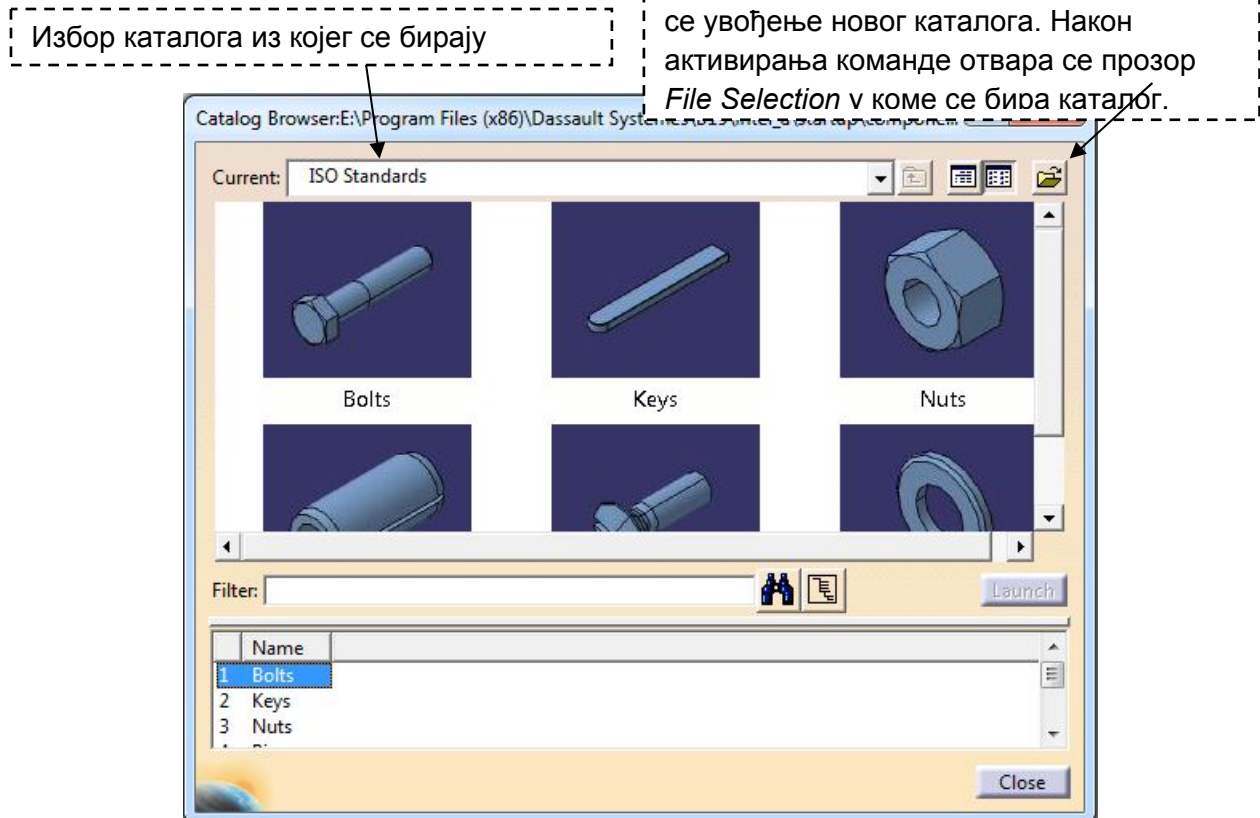
Додавање нових поглавља у каталог и нових фамилија делова врши се обележавањем постојећег поглавља, и из падајућег менија *Insert* изабрати одговарајућу команду за додавање (Сл. 1.46).



Слика 1.46. Подешавања каталога

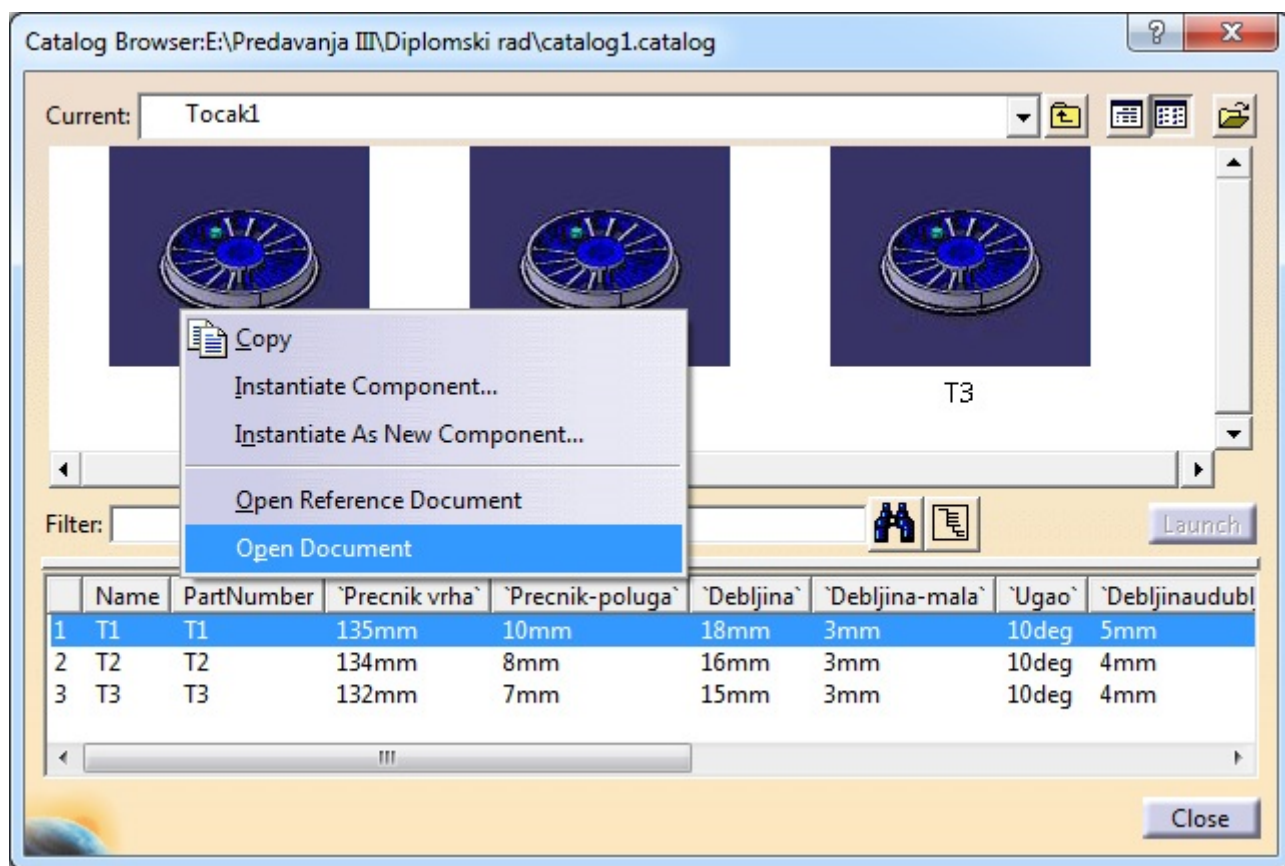
Корак 2. Увођење модела из каталога

- 1) Активирати команду **Catalog Browser** . Након активирања отвара се прозор *Catalog Browser* (Сл. 1.47).

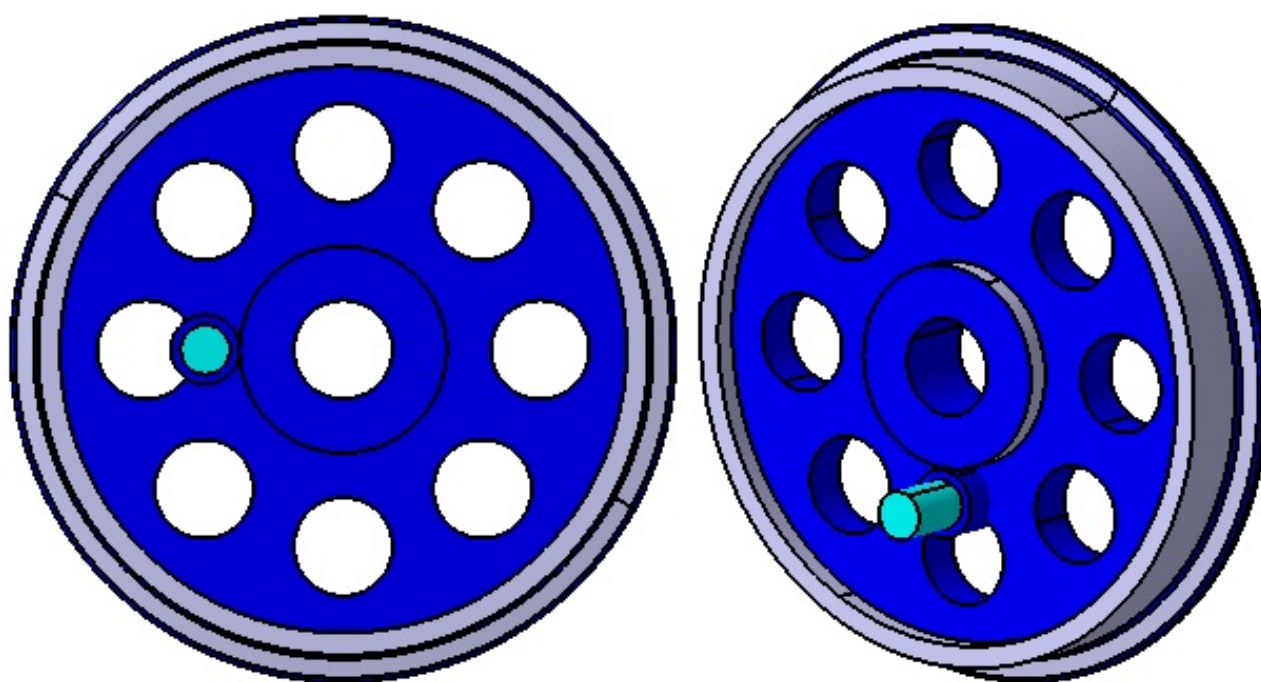


Слика 1.47. *Catalog Browser*

- 2) У каталогу изабрати одговарајући модел и обележити га десним кликом и активирати команду *Open Document* (Сл. 1.48).



Слика 1.48. Приказ каталога модела Точак



Слика 1.49. Приказ другог типа модела Точак

Закључак

У завршном раду приказана је примена специјализованих модула софтверског пакета CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application). CATIA је комерцијални мулти-модуларни CAD/CAM/CAE софтверски пакет развијен од стране француске компаније Dassault Systemes.

Обрађивана је „*knowledgeware*“ технологија, која представља значајно олакшање инжењерима у процесима моделирања. Ова технологија и њени аспекти приказана је у целокупном садржају завршног рада, обухваћена је формулама, параметрима, екстерном параметризацијом, табелама, каталогом.

У првом поглављу приказани су поступци моделирања делова склопа као и креирање склопа. Детаљно су разрађене и описане команде које служе за креирање формула и моделских форми. Обрађене су команде *Pad*, *Shaft*, *Pattern*, *Pocket*, *Hole*, *Grove*, *EdgeFillet*, *Plane*. Препоручује се да се прво моделске форме додају а затим одузимају, јер се на тај начин врши моделирање као што би се вршила реална израда дела. Ово правило се може занемарити уколико није омогућена његова примена у изради модела, и уколико је потребно при креирању моделске форме *Stiffener* која креира ребра за ојачања. Разрађене и описане су и команде које служе за креирање ограничења склопа, *Coincidence Constraint*, *Offset Constraint*, *Angle Constraint*, *Reuse Pattern*, *Fix Component*. Препоручује се да са креирањем склопа почне од главног дела склопа, оног на који се додаје склапа највећи број компоненти, тај део ће бити фиксиран. При креирању компликованијих склопова пожељно је креирати подсклопове. У оквиру поглавља два приказан је начин креирања механизма и симулације. Детаљно су разрађене и описане команде које служе за креирање зглобова механизма, за покретање механизма, креирања симулације, за анализу механизма, за креирање дијаграма и видео записа. У оквиру трећег поглавља приказан је и описан начин креирања публикованих елемената, табела, екстерне параметризације и каталога.

На изабраном примеру приказан је начин олакшања при раду коришћењем „*knowledgeware*“ технологије. Могућност креирања симулације неког реалног механизма и уочавање његових недостатака, проблема при раду, израда дијаграма брзина и убрзања пре израде самог механизма. Могућност брзих измена делова склопа, као и измена целог дела система увожењем новог одговарајућег дела из каталога.

Литература

- [1] Девеџић Г.: *"CAD/CAM технологије"*, Машински факултет, ЦИРПИС центар, Крагујевац, 2009., 198 стр., ИСБН: 978-86-86663-40-5, 2009.
- [2] Девеџић Г., Ћуковић С., Максић Ј., Петровић С.: *"3D моделирање производа – методичка збирка задатака"*, Машински факултет у Крагујевцу, ЦИРПИС центар, Крагујевац, 2009.
- [3] Девеџић Г.: CAD/CAM/CAE 1; предавања и вежбе; Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, 2012.

Интернет странице

http://www.cadcamlab.org/course/images/Example_Manuals/Knowledgeware.pdf
<http://www.scribd.com/doc/20669999/Catia-V5-Parameters-and-Formulas-Tutorial>
http://www.catia.com.pl/tutorial/z2/expert_knowledge.pdf
<http://www.hs-heilbronn.de/3167409/Catia-V5-Kurzanleitung-R19-Teil-2.pdf>
https://d2t1xqejof9utc.cloudfront.net/files/18972/V5DMU_1.pdf?1363608412