



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: CAD/CAM/CAE 1

Број индекса: 45/2013

Саша С. Ђорђевић

**Параметризација елемената обрадног система при обради
стругањем у PLM систему CATIA**

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

- 1. Проф. др Горан Девеџић-ментор**
- 2. Проф. др Милан Ерић**
- 3. Проф. др Слободан Митровић**

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Резиме: CAD/CAM технологије представљају основу у савременом развоју производа и процеса, и инжењеру пружају значајно олакшање у њиховом моделирању. У раду је приказан поступак 3D запреминског моделирања производа у PLM систему CATIA V5. То подразумева, између осталог, креирање адекватног модела и склопа, као и производног процеса. На основу креираног CAD модела приступа се изради технолошког поступка обраде ротационих делова (CAM модел). По извршеној симулацији и постпроцесирању извршено је генерисање а затим модификација и прилагођавање NC кода за управљачкоу јединицу FANUC на машини алатки HAAS ST30 и извршена је детаљна анализа карактеристичних делова NC кода. Провера и верификација развијених модела и поступка, као и израда самог дела извршена је у предузећу „Милановић инжењеринг д.о.о.“

Кључне речи: PLM систем, CATIA, CAD/CAM технологије, технолошки поступак обраде, ротациони делови, NC код, обрада стругањем.

Abstract: CAD/CAM technologies represent a base in the modern development of products and processes, and provide engineers with a significant relief in their modeling. A process of 3D solid modeling of a product in PLM system CATIA V5 has been presented in this paper. Between other things, that means creating an adequate model, assembly and manufacturing process. The model of technological process for the machining of the rotational parts (CAM model) is based on the created CAD model. After the simulation and post-processing have been completed, NC code is generated, modified and adjusted for the control unit FANUC on a machine tool HAAS ST30, followed by detailed analysis of characteristic parts of NC code. Check and verification of developed models and processes, as well as manufacturing of the part itself has been done in the enterprise „Milanović engineering d.o.o.“.

Key words: PLM system, CATIA, CAM technologies, technological processing procedure, rotational parts, NC code, lathe machining.

Препоручена литература:

[1] Devedžić G.: “CAD/CAM tehnologije”, Mašinski fakultet u Kragujevcu, CIRPIS centar, Kragujevac, 2009.

[2] Zeid I.: “Mastering CAD/CAM”, McGraw Hill, New York, NY, USA, 2005.

[3] Hoffmann M., Hack O., Eickenberg S.: “CAD/CAM mit CATIA V5 – NC-Programmierung, Postprocessing, Simulation“, Carl Hanser, 2005. ISBN: 3-446-22959-0

[4] Smid P.: “CNC Programming Handbook”, Industrial Press, Inc., 2002.

Крагујевац, 2016. год.

Ментор:
Проф. др Горан Девеџић

Садржај:

1.	Увод	1
2.	Процес моделирања ротационих делова	4
2.1	Креирање 3D модела предмета обраде	5
2.1.1	Активирање модула за креирање 3D модела.....	5
2.1.2	Креирање моделске форме <i>Shaft. 1</i>	5
2.1.3	Креирање моделске форме <i>Groove. 1</i>	7
2.1.4	Креирање моделске форме <i>Chamfer. 1</i>	8
2.1.5	Креирање скице почетне тачке завојнице.....	8
2.1.6	Креирање завјнице <i>Helix. 1</i>	9
2.1.7	Креирање моделске форме <i>Slot. 1</i>	9
2.2	Креирање 3D модела припремка	10
2.2.1	Активирање модула за креирање 3D модела.....	10
2.2.2	Креирање формула и параметара	10
2.2.3	Креирање моделске форме <i>Shaft. 2</i>	12
3.	Процес моделирања прве технолошке операције.....	15
3.1	Креирање склопа за прву технолошку операцију.....	15
3.1.1	Параметризовање стезне главе	19
3.2	Дефинисање технолошког модела за прву технолошку операцију	21
3.2.1	Дефинисање основних параметра	21
3.2.2	Чеона обрада (<i>Rough Turning</i>).....	24
3.2.3	Груба уздужна обрада (<i>Rough Turning</i>).....	29
3.2.4	Обрада удубљења (<i>Recess Turning</i>)	31
3.2.5	Фина обрада (<i>Profile Finish Turning</i>)	32
4.	Процес моделирања друге технолошке операције	35
4.1	Креирање склопа за другу технолошку операцију	35
4.2	Дефинисање технолошког модела за друго стезање	36
4.2.1	Дефинисање основних параметара.....	36
4.2.2	Чеона обрада (<i>Rough Turning</i>).....	37
4.2.3	Груба уздужна обрада (<i>Rough Turning</i>).....	38
4.2.4	Фина уздужна обрада (<i>Profile Finish Turning</i>)	39
4.2.5	Обрада удубљења (<i>Groove Turning</i>)	40
4.2.6	Израда навоја (<i>Thread turning</i>)	41
4.2.7	Забушивање (<i>Spot Drilling</i>).....	45
4.2.8	Бушење (<i>Drilling</i>)	47
4.2.9	Унутрашња груба обрада (<i>Internal Rought Turning</i>).....	50
4.2.10	Унутрашња фина обрада (<i>Internal Profile Finish Turning</i>)	52
5.	NC кôд	54
5.1	Генерисање NC кôда	54
6.	Реализација генерисаног кода у реалним условима	56
7.	Закључак.....	59
8.	Литература	60

1. Увод

Данашњи ниво развоја CAD/CAM програма карактерише велики број програма различитих произвођача. Иако ови програми по својим карактеристикама и могућностима међусобно постају све сличнији, могућност ширег избора често представља додатни проблем за одређење инжењера. Тешко је одредити који софтверски пакет је оптималан у датим технолошким и фабричким условима са аспекта техничких могућности које пружа корисницима, потребне хардверске платформе, цене лиценце, потребног нивоа информатичког знања као и начина на који се приступа и врши обликовање у CAD/CAM апликацијама.

Почетни развој CAD/CAM система је почео 1960. године у авионској и аутомобилској моторној индустрији у области 3D површинске конструкције и NC програмирања. Године 1969. на универзитету MIT је развијен систем SKETCHPAD који је допуштао да креатор графички утиче на рачунар цртањем на CRT екрану помоћу специјалне оловке за ту сврху. То је био прототип графичке употребе интерфејса, неопходне одлике модернизације CAD-а.

Међутим због изузетно високе цене графичког хардвера, интерактивна рачунарска графика је све до осамдесетих година остала изван могућности примене свих осим технолошки најмоћнијих организација. Кроз деценије самостални произвођачи као што су Ford (PDGS), General Motors (CADANCE), Mercedes-Benz (SYRCO), Nissan (CAD-I), Toyota (TINCA) и авио произвођачи као што су Lockheed (CADAM) и McDonnell-Douglas (CADD) имали су самостално развијене CAD софтвере. Почев од касних осамдесетих, развојем доступних CAD програма који су могли да се користе на личним рачунарима започео је тренд масовног смањивања одељења за скицање у мањим компанијама, и много се више наглашавају интелектуална подручја креаторових вештина.

Глобализација савременог тржишта захтева производњу све сложенијих производа, са великим бројем варијанти пројектних решења, све у циљу прилагођавања специфичним захтевима крајњег купца. Конкуренција на светском тржишту захтева стално повећање квалитета производа, смањење цене, смањење времена изласка производа на тржиште и флексибилну производњу. У области пројектовања нових производа и технологија примена компјутера кроз увођење система као што су CAD, CAM, CAE и интеграција кроз конкурентно инжењерство у пројектовању је императив у одржавању конкурентног положаја на тржишту.

Савремени CAD/CAM системи пружају широк избор различитих приступа у пројектовању производа и технологија. Могући алтернативни приступи су: експлицитно, параметарско, варијантно и моделирање на бази типских облика. Параметарско моделирање има могућност контроле модела параметарски дефинисаним „водећим” димензијама као и увођећи недимензиона геометријска и друга ограничења и релације (паралелност, управност и сл.). Параметар, као информација која у потпуности одређује модел, се протеже кроз све нивое система, и савремени CAD/CAM системи имају двосмерну асоцијативност (измена параметра на неком нивоу (моделу) изазива промену на свим осталим нивоима (моделима)).

Код савремених CAD/CAM система асоцијативност је уведена и између различитих компоненти система (на пример CAD и CAM модула) на бази јединствене структуре података која обезбеђује повезаност параметарски дефинисане геометрије са генерисаном путањом алата. На основу референтног модела, представника групе, реализују се експлицитни модели појединих чланове групе промене вредности параметара модела. [\[10\]](#)

Савремен развој производа подразумева, између осталог, примену разних софтверских алата и технологија, међу којима алати и технологије за аутоматизацију пројектовања, анализе, тестирања и израде производа, заузимају кључно место. Ови софтверски алати и технологије се описују скраћеницом PLM системи (енгл. „Product Lifecycle Management“, односно систем за управљањем животним циклусом производа) која означава свеукупност алата и технологија за аутоматизацију пројектовања машинских конструкција и њихову израду.

Основу PLM система чини интеграција софтверских алата који се везују за поједине фазе развојног циклуса:

- CAD (енгл. „Computer Aided Design“) - Пројектовање помоћу рачунара,
- CAM (енгл. „Computer Aided Manufacturing“) - Рачунаром подржана производња,
- CAE (енгл. „Computer Aided Engineering“) - Рачунаром подржан инжењеринг.

Системи за пројектовање помоћу рачунара или CAD системи представљају скуп софтверских алата и технологија који инжењерима пружа низ погодности током рада на развоју конструкције производа. Погодности се огледају у аутоматизацији извођења конструкционих операција, као што су исцртавање линија, формирање тела модификација, рад са базама стандардних елемената, размена цртежа и сл.

Моделирање делова применом моделских форми представља најраспрострањенију CAD технологију. Моделирање сложених модела постиже се применом моделских форми на релативно лак и интуитиван начин. Без обзира на сложеност геометрије машинског дела и категорије конструкције којој припада (стандардни машински елементи, специјални машински елементи, ливени и ковани облици, делови од лима, итд.), поступак моделирања имаће мање или више универзалан ток. Моделирање се у основи састоји од следећих корака:

1. формирање скице;
2. креирање моделских форми; и
3. компоновање моделских форми у део.

Кораци су међусобно повезани, како у смислу процедуре моделирања, тако и у погледу асоцијативности (склапања појединачних модела у један склоп).

Основа за дефинисање технолошког модела производа представља геометриски (CAD) модел. Због тога између њих постоји веома тесна веза, која је уз то и асоцијативног типа, поготово када се ради о PLM системима.

По завршетку развоја модела појединачних делова и склопова производа, у смислу детаљне разраде, анализе и оптимизације геометрије и физичких особина, приступа се њиховој изради. Потребно је дефинисати процесе развоја од нестварне (електронске) форме модела ка физичкој форми готовог производа. У светлу рачунарске подршке и интеграције релативних производних функција и активности за ову намену користе се САМ системи, односно програмски системи за рачунаром подржану производњу. Најчешћа област примене ових система јесте пројектовање и симулација обрадног поступка и генерисање програма за нумерички управљане машине алатке.

Према производној функцији и активностима које покрива САМ систем може се поделити у две основне категорије:

- планирање производње;
- управљање производњом.

Велики број САМ система оријентисани су ка извршавању функција и активности које спадају у категорију пројектовања технолошких поступака. Ови САМ системи припадају ужој области примене која се односи на:

- пројектовање технолошких поступака помоћу рачунара (САРР системи);
- аутоматско генерисање програма за нумерички управљане машине алатке;
- базе података о управљивости.

Основу активне примене САМ система чине функције и активности везане за:

- праћење и управљање производним процесима;
- управљању обрадним и израдним процесима.

САМ системи или модули представљају логични наставак САД система или модула. У оквиру САД/САМ система или РЛМ система релативне функције и активности су аутоматизоване, што захтева надградњу стандардних модула уграђивањем такозваног корпоративног знања. Основна функције САМ система везане су за планирање производно-технолошких процеса

Компјутерски нумерички управљаним машинама, алаткама или CNC машинама, управља се помоћу рачунара односно компјутеризованих управљачких јединица на самој машини. Обзиром да управљачка јединица садржи у себи рачунар, програми се могу меморисати, модификовати и дограђивати, а резултати таквих интервенција могу се одмах симулирати и проверити пре почетка производње. Програмирање CNC машина се изводи помоћу рачунара, а управљачка јединица се преноси преко дискета, оптичких дискова, USB меморија и путем рачунарских мрежа. Пошто управљачка јединица поседује сопствену тастатуру и екран, програмирање је могуће извести и директно на CNC машини.

CNC програмирање у општем случају подразумева: одређивање путање алата, режиме резања и превођење плана обраде у списак инструкција разумљиво управљачкој јединици машине.

Сваки CNC програм састављен је од скупа команди, које се редом извршавају, и дефинишу поступак обраде дела. Команде се записују у формату разумљивом за управљачку јединицу машине, тако да их она може препознати, интерпретирати и извршити. При томе, команде и цео програм морају бити сагласни са могућностима и карактеристикама CNC машине.

Структуру програма чине следећи елементи:

- алфа-нумерички знаци;
- речи;
- блокови;
- потпрограми.

Алфа-нумерички знаци су најмање структурни елементи и имају своје значење, а то су:

- цифре;
- слова;
- симболи.

G и M речи су најважнији у сваком CNC програму. G-речи припремају управљачку јединицу за извршавање инструкција које су садржане у програмском блоку.

M-речи се користе за означавање помоћних функција везаних за машину алатку. То могу бити покретање или заустављање главног вретена, смер окретања главног вретена, укључивање и искључивање средства за хлађење и подмазивање и сл.

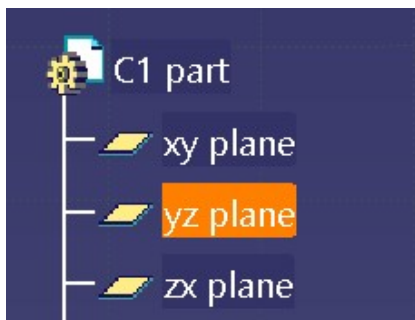
2.1 Креирање 3D модела предмета обраде

2.1.1 Активирање модула за креирање 3D модела

1. Изабрати *Start* → *Mechanical Design* → *Part Design*.
2. У поље *Enter part name* прозора [*New Part*] уписати име модела (*Predmet obrade*).

2.1.2 Креирање моделске форме *Shaft. 1*

1. Селектовати *xy plane* (слика 2.1.1) па затим активирати команду *Sketch* , којом се прелази у модул за скицирање.



Слика 2.1.1: Избор координатне равни

2. У модулу за скицирање активирати команду *Axis* , и скицирати вертикалну осну линију која пролази кроз координатни почетак. Ова линија ће касније бити оса ротације.

3. Скицирање профила извршити коришћењем команде *Profile*  (слика 2.1.2)

4. Коришћењем команде *Constraint* , уводе се димензиона ограничења скице (слика 2.1.2). Када је ова команда активирана, димензионо ограничење се уводи обележавањем жељене линије и затим потврђивањем положаја котне линије. На сличан начин се могу генерисати димензиона ограничења пречника, уз селектовање осе ротације пре селектовања жељене линије, а затим коришћењем десног клика селектовањем команде *Radius/Diameter*.

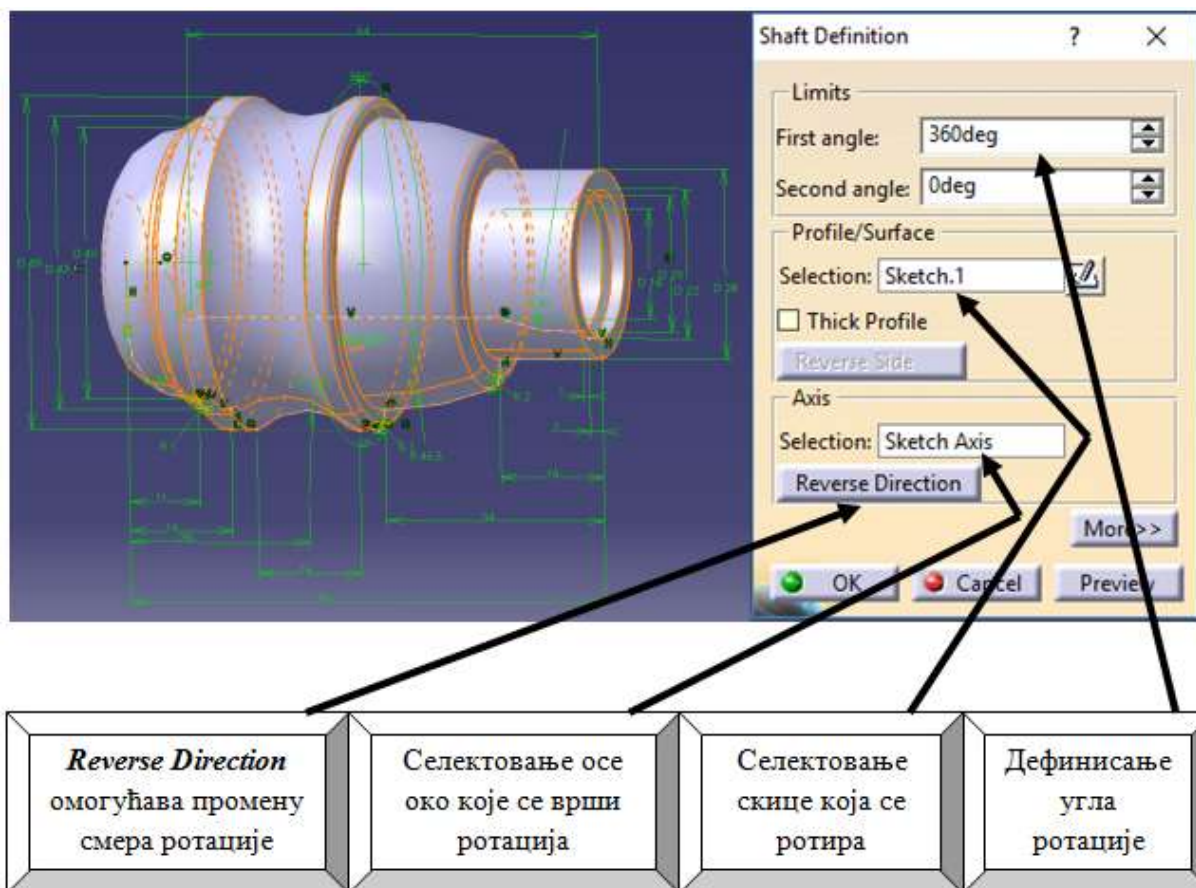


Слика 2.1.2: Скица моделске форме *Shaft. 1*

Поред димензиских ограничења скици се задају и геометриска ограничења као што су паралелност, управност, колинеарност, тангентност, концентричност, симетричност, коинцидентност која се задају применом команде **Constraints Defined in Dialog Box** . Да би скица била валидна мора бити потпуно димензионо и геометриски ограничена. CATIA потпуно валидну скицу показује тако што контуре прикаже у зеленој боји.

5. Након завршетка скицирања излази се из модула за скицирање помоћу команде **Exit workbench** .

6. Активирањем команде **Shaft**  врши се ротација скице око раније постављене вертикалне осе и ствара се тродимензионално тело. Активирањем ове опције отвара се прозор **Shaft definition** у којем се дефинишу потребни параметри за креирање моделске форме (слика 2.1.3). Да би команда **Shaft** исправно радила потребно је да скица буде потпуно затворена или затворена осом око које ће се вршити ротација.



Слика 2.1.3: Дефинисање моделске форме *Shaft.1*

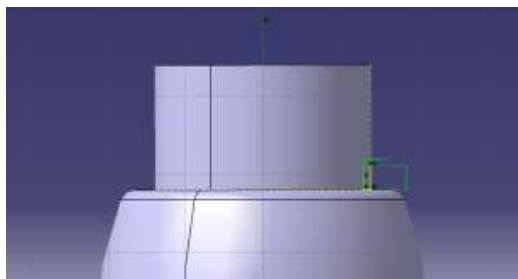
2.1.3 Креирање моделске форме *Groove*. 1

1. Обзиром да је тренутни модел симетричан по две равни, можемо искористити било коју од те две равни. У овом случају искоришћена је равна ZX. Селектовати ZX равна (слика 2.1.1) па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицање.

2¹. По уласку у модул за скицање активирати команду **Axis** , и скицати вертикалну осну линију која пролази кроз координатни почетак. Ова линија ће касније бити оса ротације.

3. Скицање профила извршити коришћењем команде **Profile**  (слика 2.1.4)

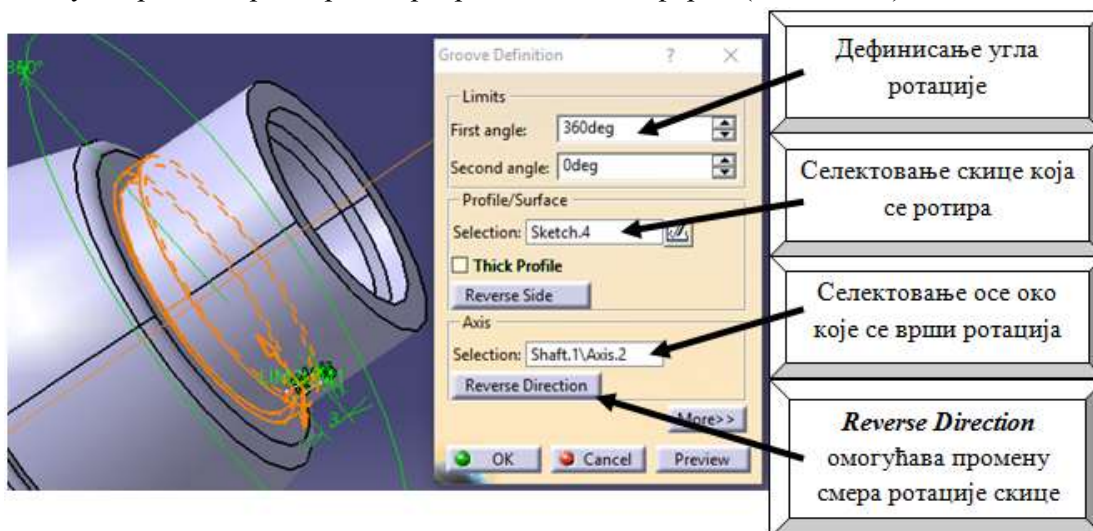
4. Активирањем команде **Constraint**  уводе се димензиона ограничења скице (слика 2.1.4).



Слика 2.1.4: Скица моделске форме *Groove*. 1

5. Након завршетка скицања излази се из модула за скицање помоћу команде **Exit workbench** .

6. Активирањем команде **Groove**  врши се одузимање материјала ротацијом скице око вертикалне осе. Активирањем ове опције отвара се прозор **Groove definition** у којем се дефинишу потребни параметри за креирање моделске форме (слика 2.1.5).

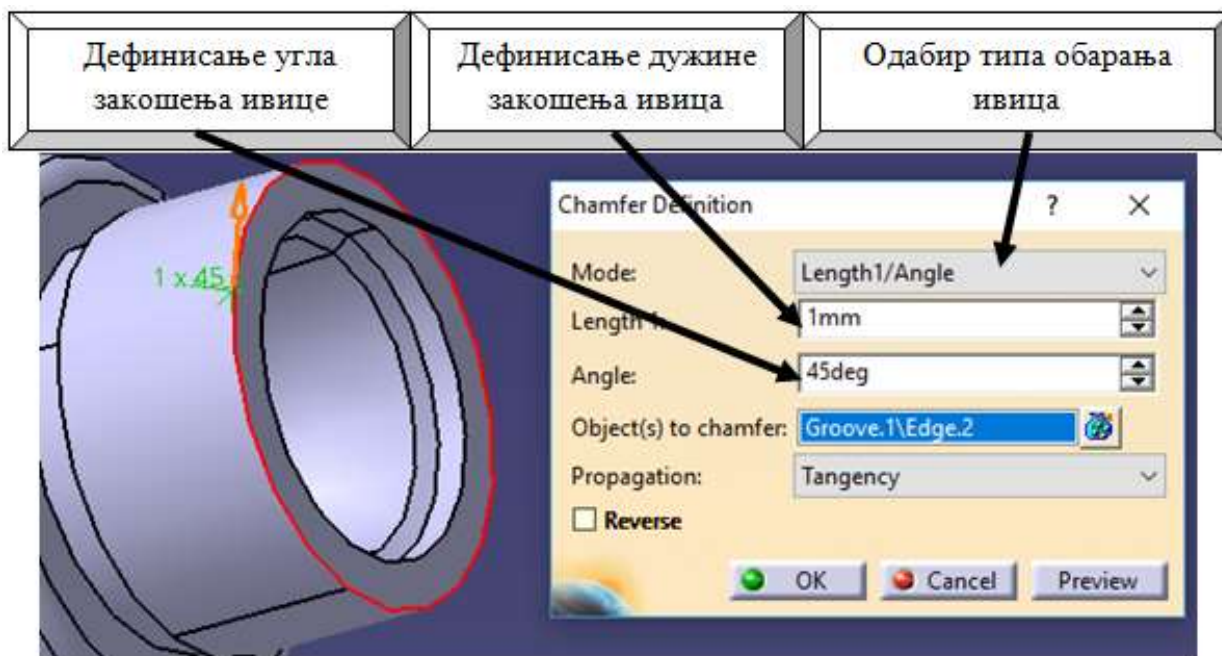


Слика 2.1.5: Дефинисање моделске форме *Groove*. 1

¹ Обзиром да је тренутни модел цилиндричног облика, овај корак се може прескочити и за осу ротације за команду **Groove** искористити осу самог модела

2.1.4 Креирање моделске форме *Chamfer. 1*

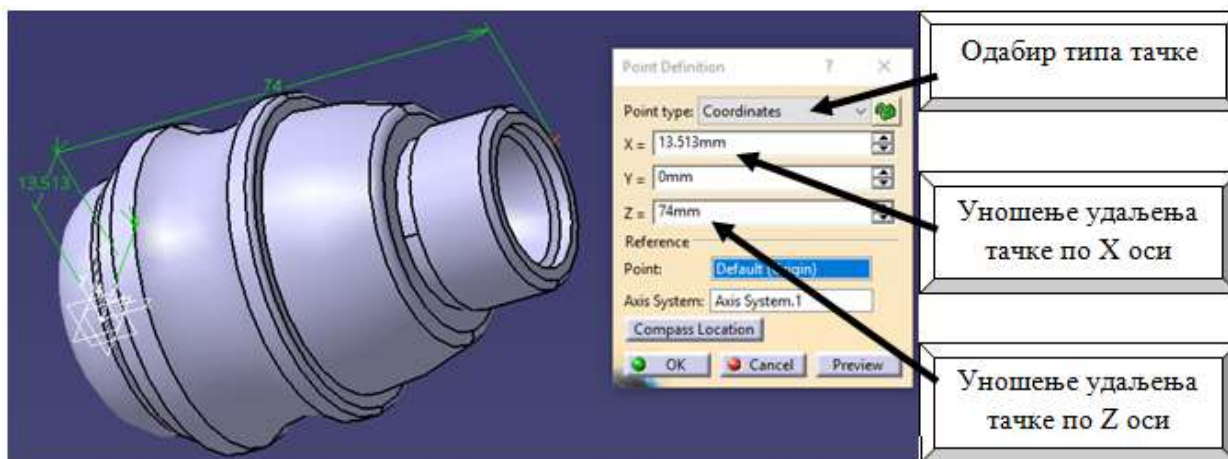
1. Активирати команду **Chamfer** , а затим селектовати ивицу коју треба оборити. Активирањем ове опције отвара се прозор **Chamfer definition** у којем се дефинишу потребни параметри за креирање моделске форме (слика 2.1.6).



Слика 2.1.6: Дефинисање моделске форме *Chamfer. 1*

2.1.5 Креирање скице почетне тачке завојнице

1. Активирати команду **Point**  (слика 2.1.7)
2. Активирање ове команде отвара прозор **Point Definition**, у ком се дефинишу параметри тачке
3. Задати жељени тип тачке као и параметре положаја тачке тако да тачка буде у положају из ког ће спирала навоја почињати (слика 2.1.7).

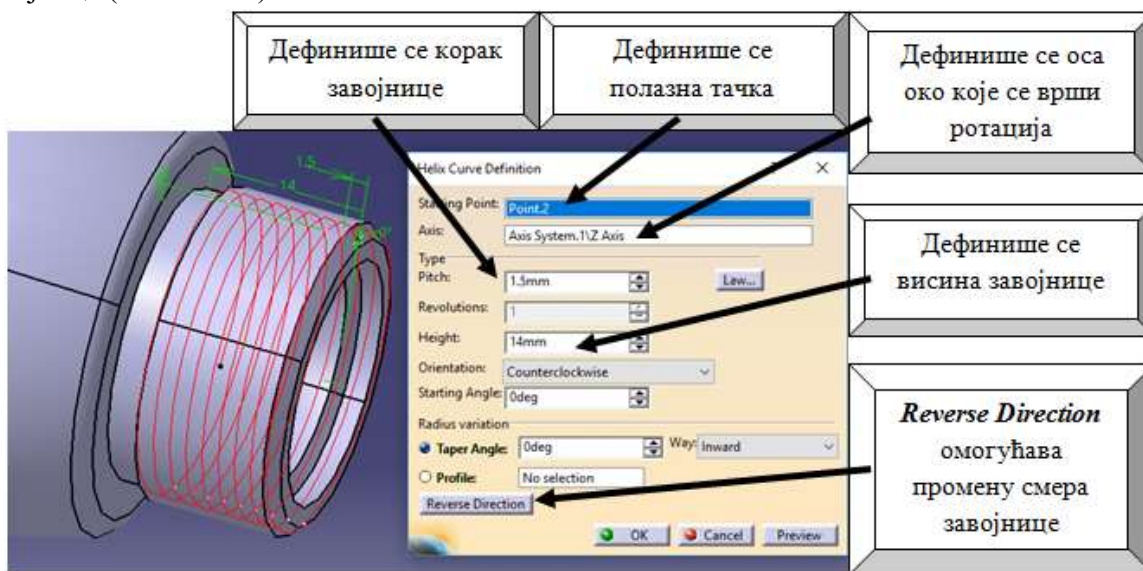


Слика 2.1.7: Креирање почетне тачке завојнице

2.1.6 Креирање завјнице Helix. 1

1. Да би спирала била креирана мора се отворити модул **Wireframe and Surface Design** на следећи начин: **Start** → **Mechanical Design** → **Wireframe and Surface Design**

2. У овом модулу активирамо команду **Helix** . Активирањем ове команде отвара се прозор **Helix Curve definition** у којем се дефинишу потребни параметри за креирање завојнице (слика 2.1.8).²



Слика 2.1.8: Дефинисање завојнице

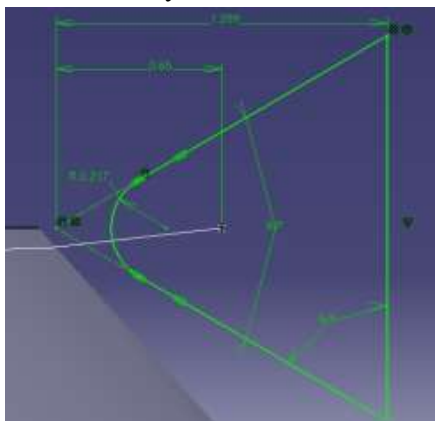
2.1.7 Креирање моделске форме Slot.1

1. Селектовати раван ZX па затим активирати команду **Sketch** , којом се прелази у модул за скицирање.

2. Коришћењем команде **Profile**  скицирати профил (слика 2.1.9).

3. Активирањем команде **Constraint**  уводе се дименциона ограничења скице (слика 2.1.9).

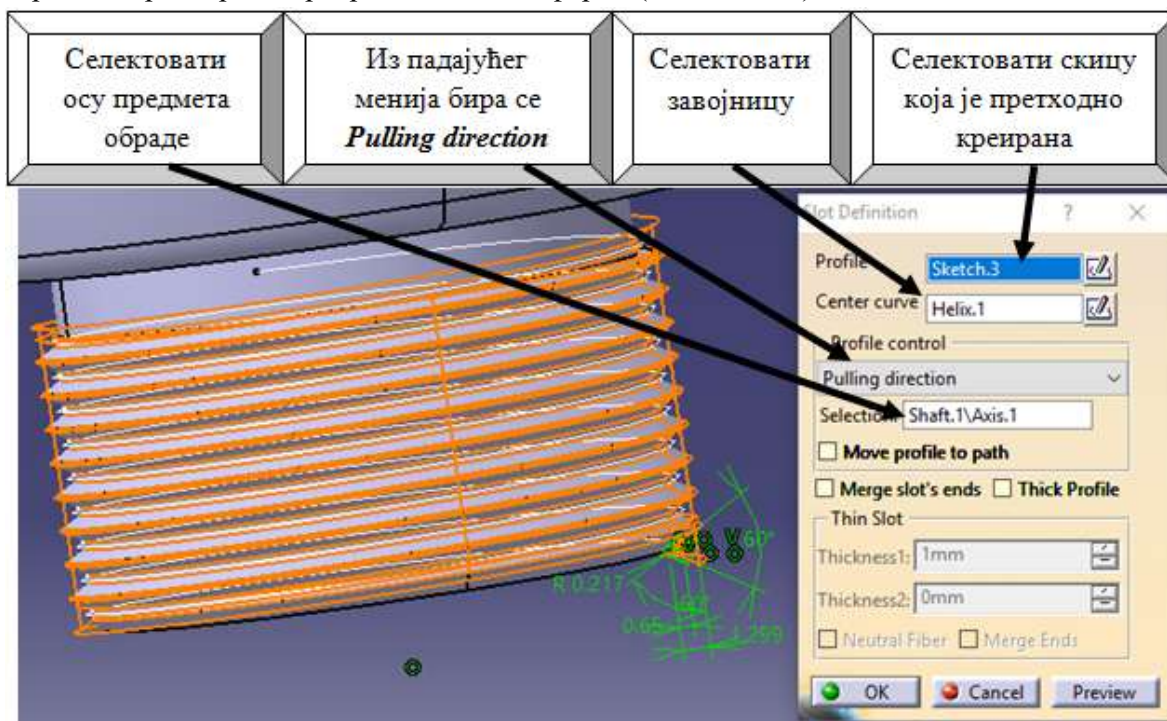
4. Из модула за скицирање изаћи помоћу команде **Exit workbench** .



Слика 2.1.9: Скица профила моделске форме Slot.1

² Узети у обзир излаз алата при нарезивању навоја

5. Активирањем команде **Slot**  отвара се прозор **Slot definition** у којем се дефинишу потребни параметри за креирање моделске форме (слика 2.1.10).



Слика 2.1.10: Дефинисање моделске форме *Slot.1*

2.2 Креирање 3D модела припремка

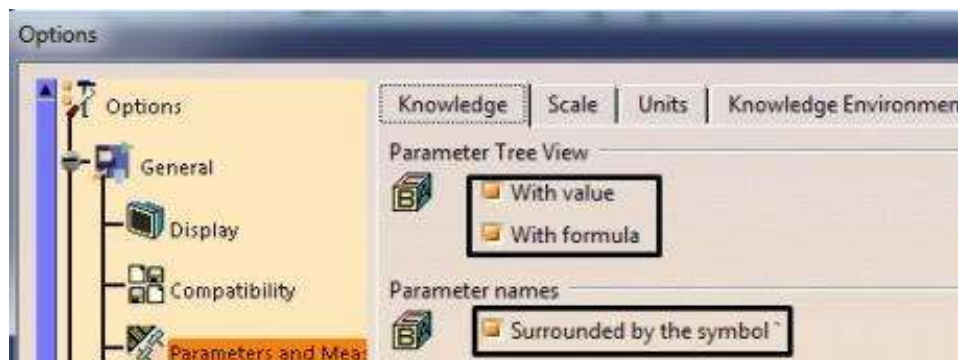
2.2.1 Активирање модула за креирање 3D модела

1. Изабрати **Start** → **Mechanical Design** → **Part Design**.
2. У поље **Enter part name** прозора **[New Part]** уписати име модела (*Pripremak*).

2.2.2 Креирање формула и параметара

1. Да би параметри били видљиви у стаблу модела подешавања се морају изменити на следећи начин³:

Tools→**Options**→**General**→**Parameters and Measure**→**Knowledge** и чекирати уоквирене опције (слика 2.2.1).



Слика 2.2.1: Подешавање видљивости параметара

³ При инсталацији PLM CATIA ова опције нису подешене

Tools→Options→Infrastructure→Part Infrastructure→Display, и чекирати уоквирене опције (слика 2.2.2).



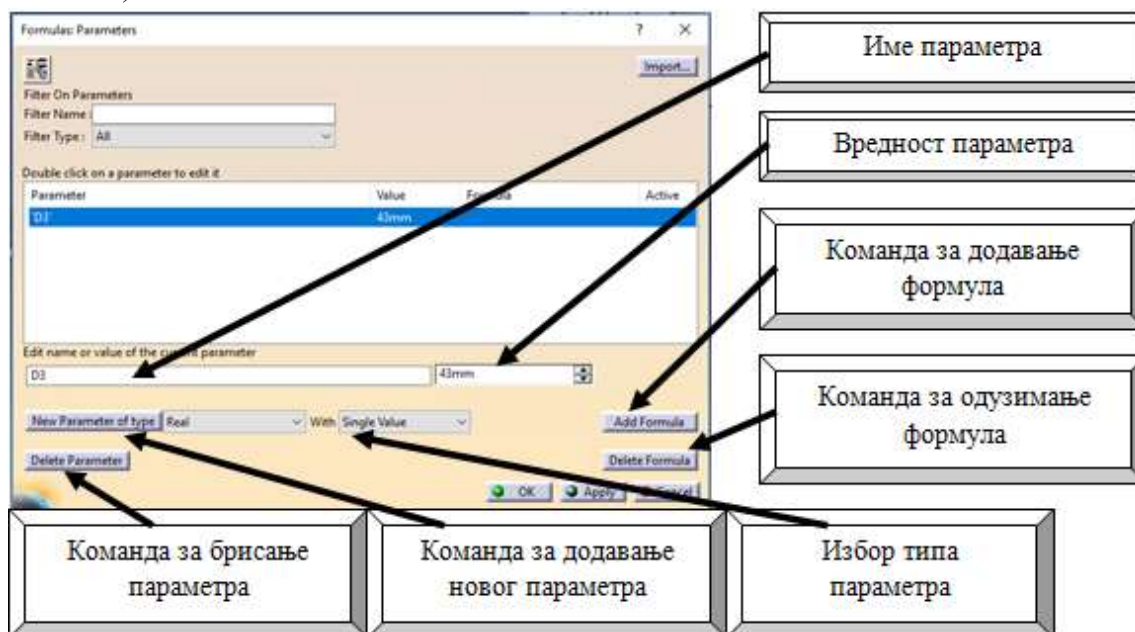
Слика 2.2.2: Подешавање видљивости параметара

Tools→Options→Knowledgeware→Product Functional Definition→General, и чекирати уоквирене опције (слика 2.2.3).



Слика 2.2.3: Подешавање видљивости параметар

2. За креирање формула и параметара потребно је активирати команду **Formula** . У прозору који се отвори, креираћемо параметре, именовати их и задати им вредност (слика 2.2.4).



Слика 2.2.4: Прозор за креирање формула параметара

2.2.3 Креирање моделске форме Shaft. 2

1. Активирати команду **Sketch** , па затим селектовати YZ раван (слика 2.2.5). Овом акцијом се прелази у модул за скицирање.



Слика 2.2.5: Избор координатне равни

2. Пре свега коришћењем командде **Axis** , скицирати помоћну осу која ће се искористити као оса ротације.

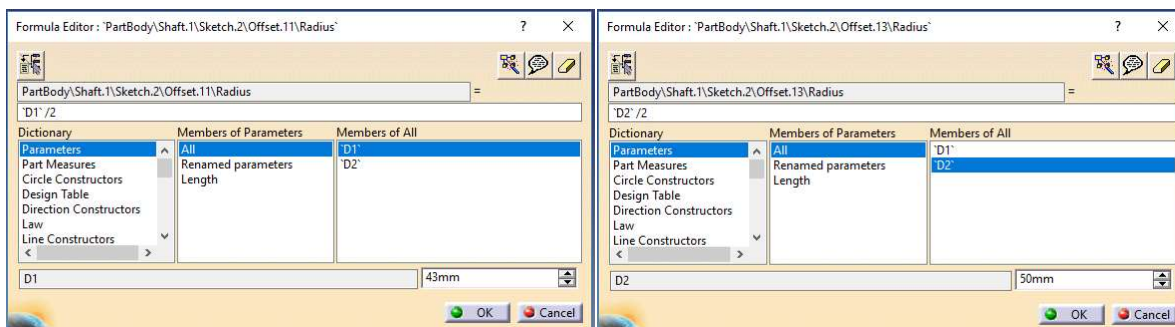
3. Затим активирањем команде **Profile** , извршити скицирање профила (слика 2.2.6).

4. Коришћењем команде **Constraint** , уводе се димензиона ограничења скице (слика 2.1.2). Када је ова команда активирана, димензионо ограничење се уводи обележавањем жељене линије и затим потврђивањем њеног положаја. На сличан начин се могу генерисати димензиона ограничења пречника, уз селектовање осе ротације пре селектовања жељене линије, а затиме коришћењем десног клика селектовањем команде **Radius/Diameter**.



Слика 2.2.6: Скица моделске форме Shaft. 1

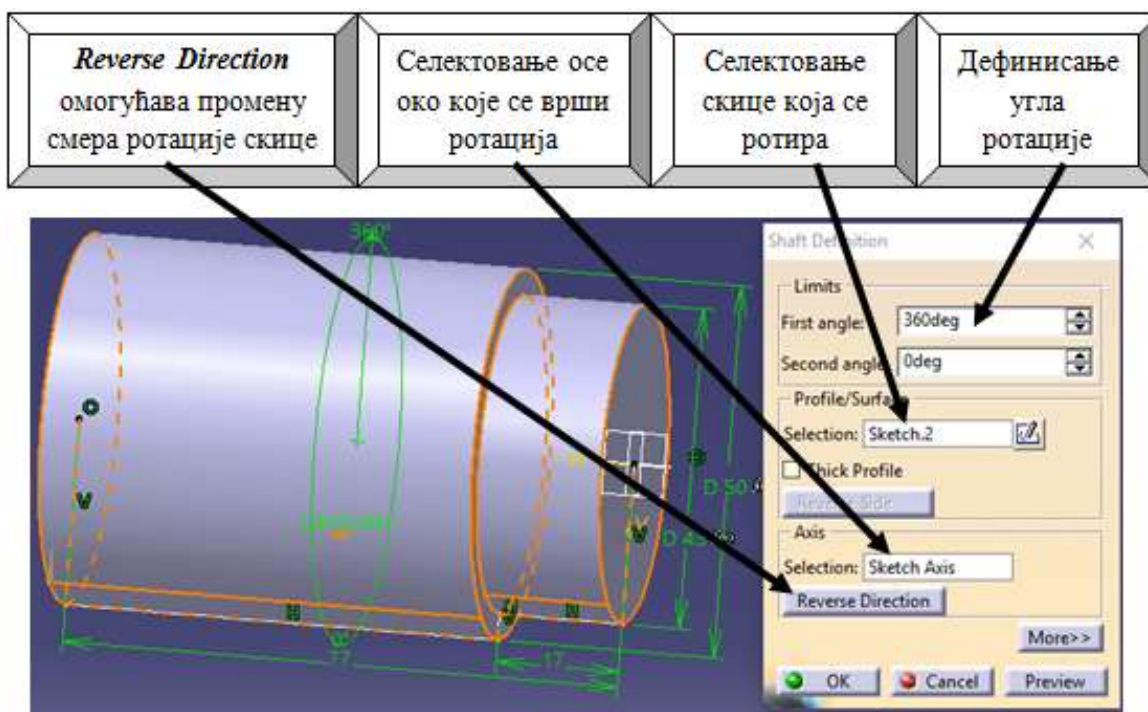
Увођење формула и параметара у димензиона ограничења врши се десним кликом миша на предходно добијено димензионо ограничење, даљим отаварањем прозора у оквиру **Offset object** → **Edit formula**. Одговарајући параметри се у формулу уводе кликом на параметар у стаблу модела. Када се параметризују пречници тада се вредности деле са два како би се добио полупречник (слика 2.2.7).



Слика 2.2.7: Уношење параметара пречника

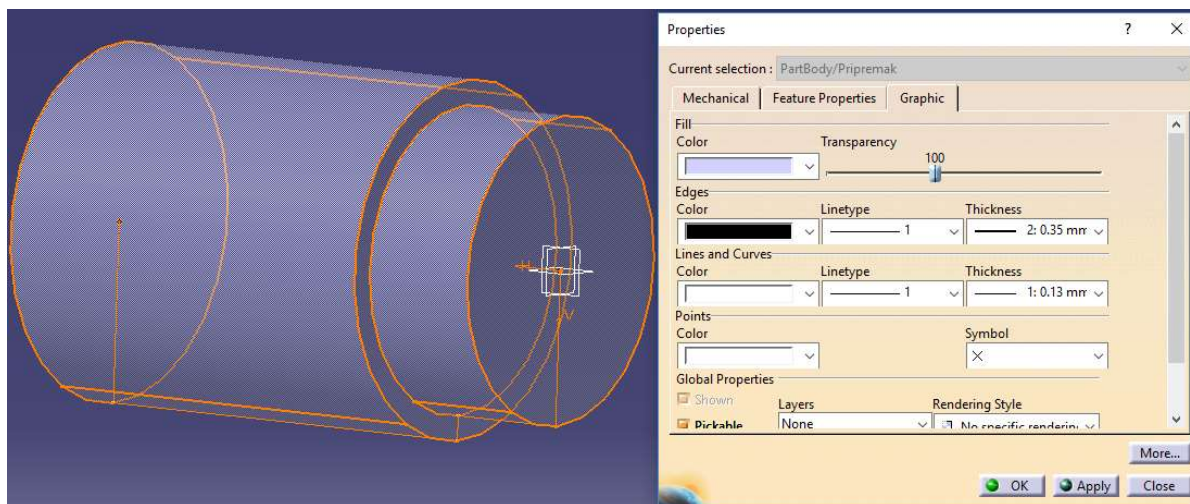
5. Након завршетка скицирања излази се из модула за скицирање помоћу команде **Exit workbench** .

6. Активирањем команде **Shaft**  врши се ротација скице око раније постављене вертикалне осе и врши се ротација скице око те осе и ствара се тродимензионално тело. Активирањем ове опције отвара се прозор **Shaft definition** у којем се дефинишу потребни параметри за креирање моделске форме (слика 2.2.8).



Слика 2.2.8: Дефинисање моделске форме *Shaft.2*

7. Обзиром да ће се у склопу за технолошке операције модели припремка и предмета обраде бити преклопљени, рад се олакшава повећавањем „провидности“ припремка. Прозор за подешавање **Properties** се може отворити десним кликом на **Part Body** или коришћењем пречице **Alt+Enter** пошто је **Part Body** селектован. У картици (**Tab**-у) **Graphic** клизач **Transparency** померити у жељени положај. Све преко 100 ће бити довољно. (слика 2. 2.9).



Слика 2.2.9: Подешавање видљивости припремка

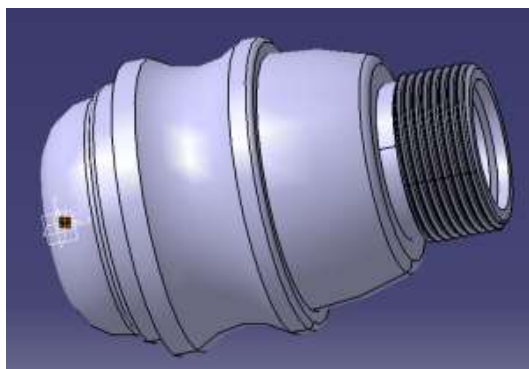
3. Процес моделирања прве технолошке операције

3.1 Креирање склопа за прву технолошку операцију

1. Изабрати **Start** → **Mechanical Design** → **Assembly Design**.
 2. Новоотворени склоп добија генеричко име, које се треба променити десним кликом⁴ на **(Product.1)** → **Properties** → **Product** → **Part Name** → и затим унети жељено име (под)склопа.

3. Увођење првог модела склопа (базног модела) се изводи тако што се обележи име склопа из стабла модела, а затим активирати команду **Existing Component** . Активирањем ове команде отвара се прозор **File Selection** у којем се из меморије рачунара бирају жељени модели (*Predmet obrade*).

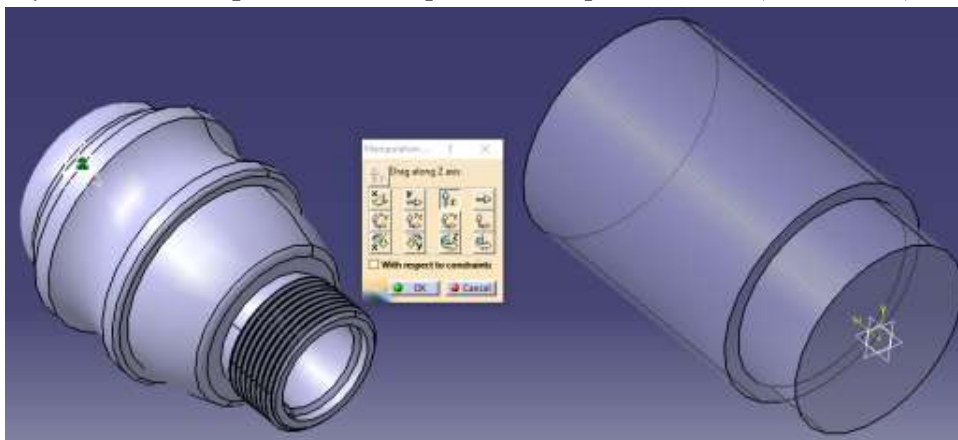
4. Након увођења првог модела склопа битно је главни део, у овом случају Предмет Обраде фиксирати командом **Fix Component**  и обележити модел (предмет обраде) у стаблу. На тај начин се равни фиксiranог модела постављају као равни координатног система склопа (слика 3.1.1).



Слика 3.1.1: Фиксирање првог модела

5. Увођење другог модела склопа (*Pripremak*) изводи се на исти начин као и увођење првог модела (*Predmet obrade*).

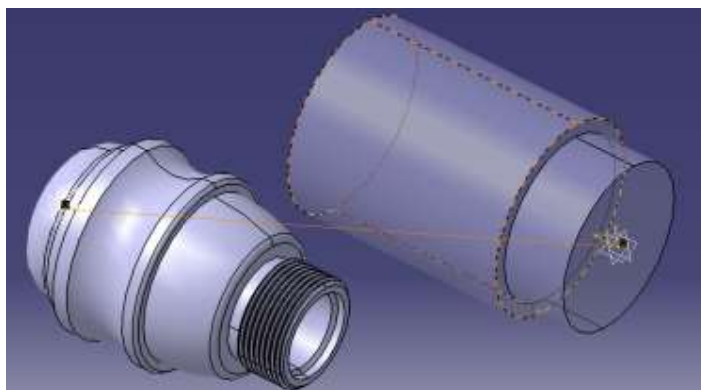
6. Помоћу команде **Manipulation**  врши се померање модела (слика 3.1.2).



Слика 3.1.2: Померање модела

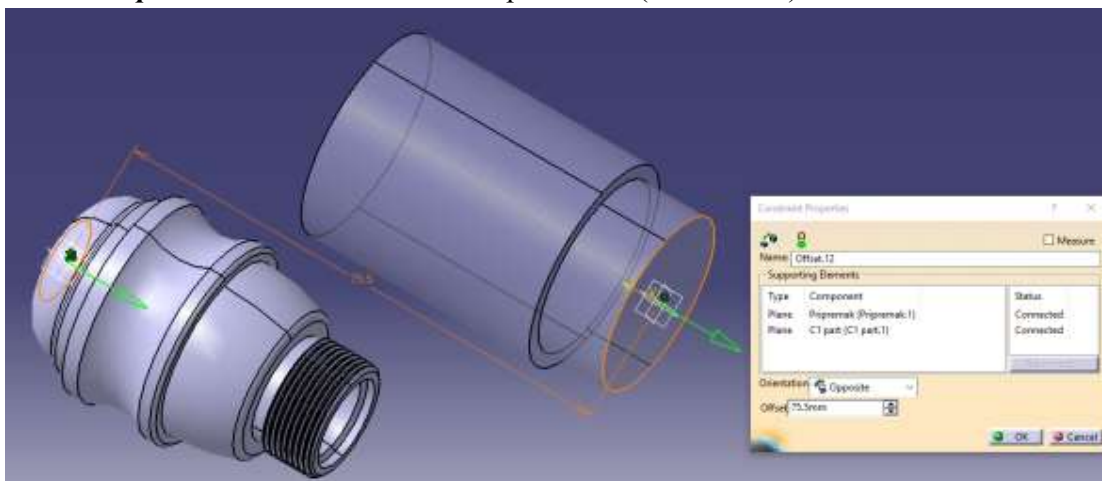
⁴ Или коришћењем пречице **Alt+Enter**

7. Активирати команду **Coincidence Constraint** , а затим обележити равни модела које треба преклопити. Овај поступак поновити још једном са другим паром равни. Овакво постављање ограничења ће одузети 5 од 6 степени слободе припремка (слика 3.1.3).



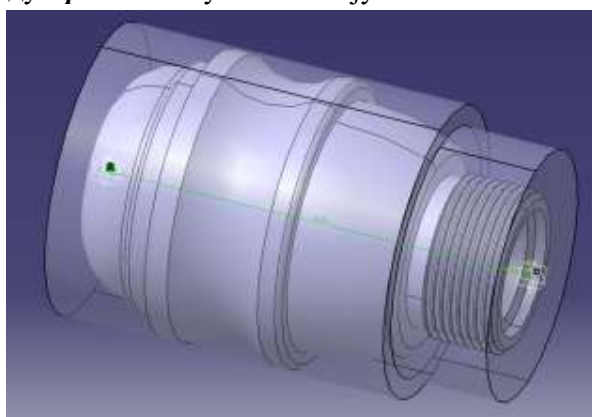
Слика 3.1.3: Увођење ограничења

8. Последњи степен слободе се одузима командом **Offset Constraint** , а затим обележити чеоне површине између којих се задаје ограничење. У отвореном прозору **Constraint Properties** задати димензиона ограничења (слика 3.1.4).



Слика 3.1.4: Увођење димензионих ограничења

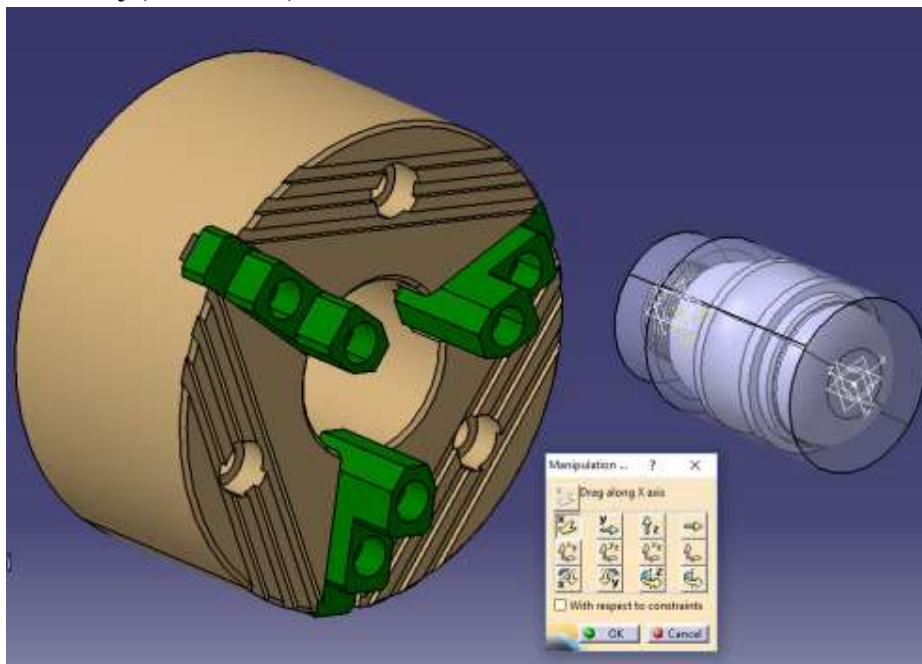
9. Активирати команду **Update** , успостављају се постављена ограничења (слика 3.1.5).



Слика 3.1.5: Тренутни изглед склопа

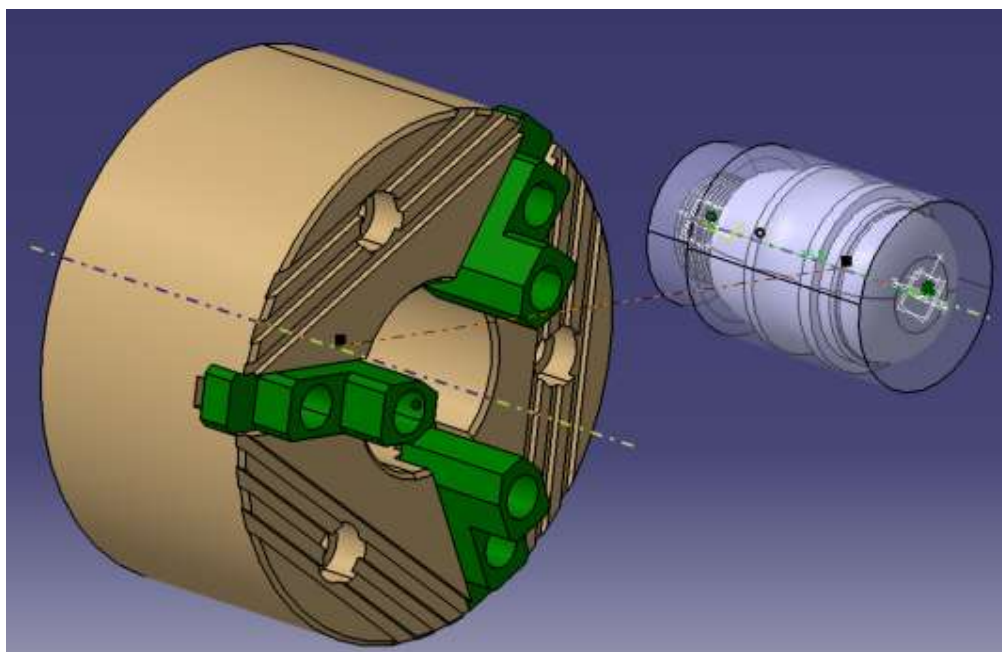
10. Увођење подскопа стезне главе изводи се на исти начин као и увођење осталих модела.

11. Помоћу команде **Manipulation**  врши се померање елемената склопа и довођење у одговарајући положај (слика 3.1.7).



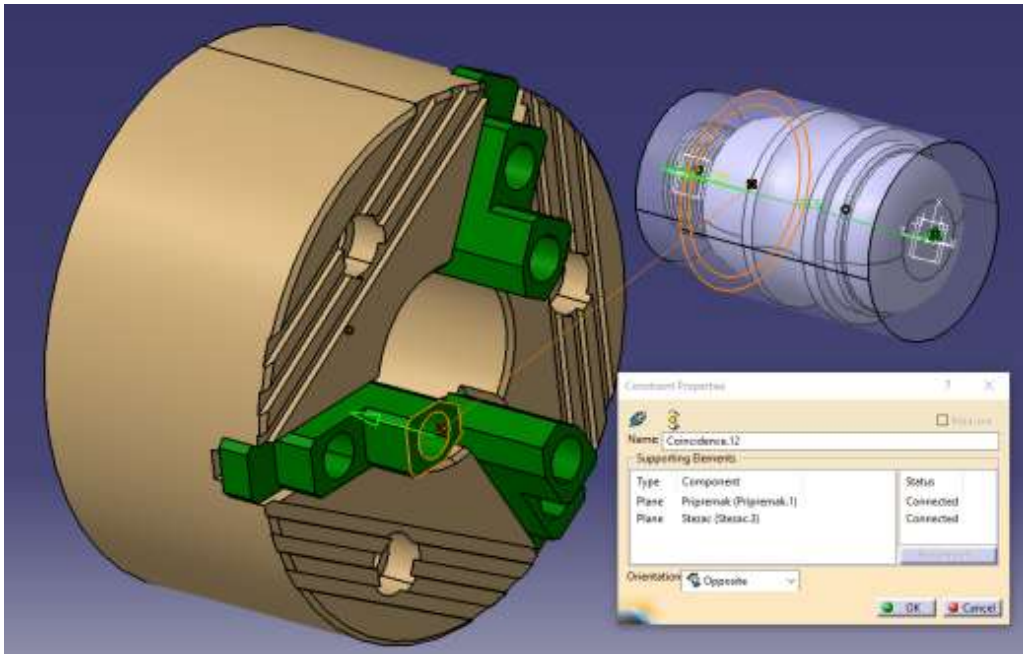
Слика 3.1.7: Померање модела

12. Активирати команду **Coincidence Coinstraint** , затим обележити осе које треба поклопити (слика 3.1.8).



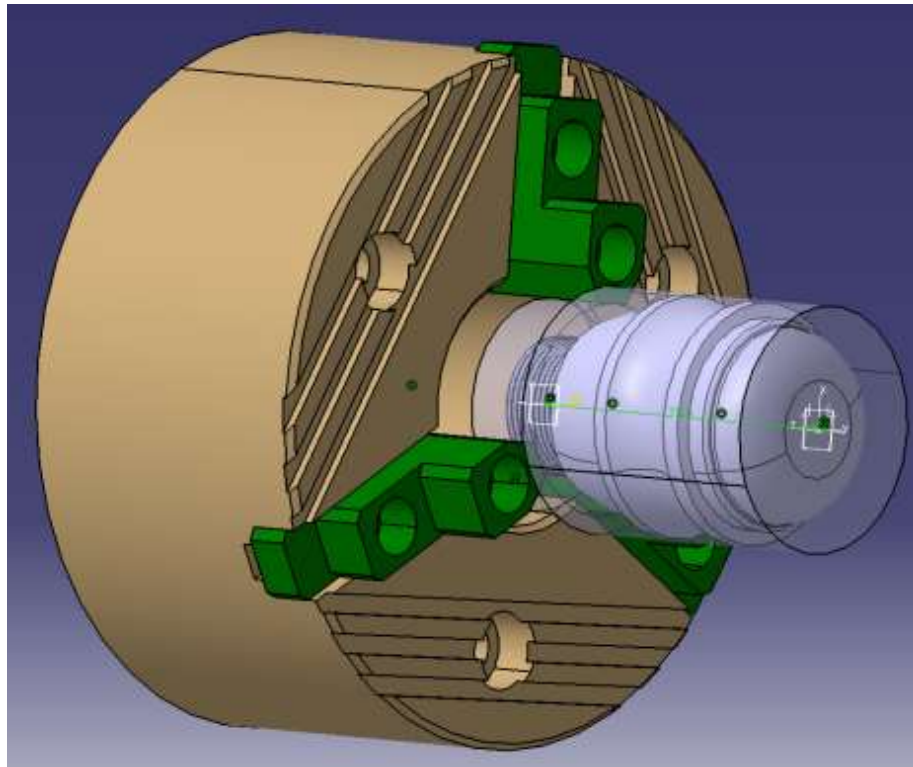
Слика 3.1.8: Увођење ограничења саосности

13. Активирати команду **Councidence Coinstraint** , затим обележити површине које треба поклопити (слика 3.1.9).



Слика 3.1.9: Увођење димензионих ограничења

14. Активирати команду **Update** . Успостављају се постављена ограничења (слика 3.1.10).

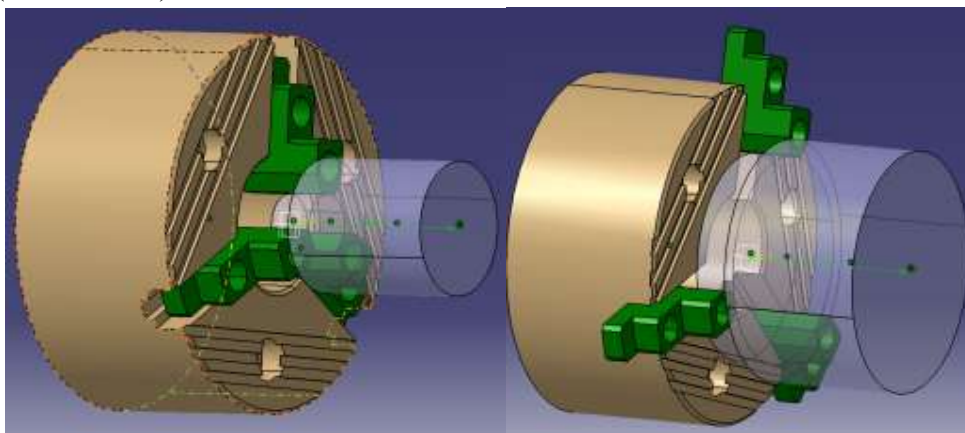


Слика 3.1.10: Склоп након ажурирања

3.1.1 Параметризовање стезне главе

У циљу остваривања стезања стезне главе, димензија удаљења чељусту стезне главе од осе стезне главе мора бити исто као и полупречник припремка. Ово је довољно да би се стезање потпуно приказало на моделу склопа, али да би се даље олакшало коришћење исте стезне главе са различитим пречницима припремка уводи се појам екстерне параметризације.

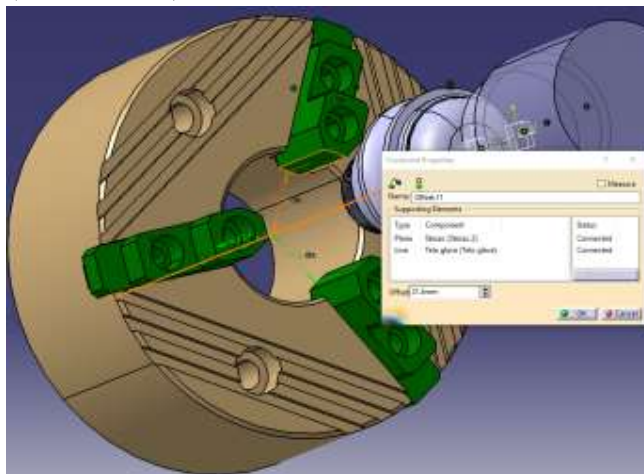
Екстерна параметризација подразумева везивање димензионог ограничења за екстерни параметар, односно параметар неког другог дела у склопу. У нашем случају ради се о параметру пречника, односно полупречника припремка. Екстерном параметризацијом чељусту стезне главе омогућавамо брзу и једноставну промену стезања припремка при промени димензија параметра. Тачније када се промени пречник који је раније параметризован у оквиру израде припремка као дела, промена ће бити регистрована у склопу и чељусту стезне главе ће се аутоматски подесити за коришћење са новим пречником. Приказани примери су примери стезања при промени само вредности параметра пречника припремка (слика 3.1.11)



Слика 3.1.11: Стезање при различитим пречницима припремка

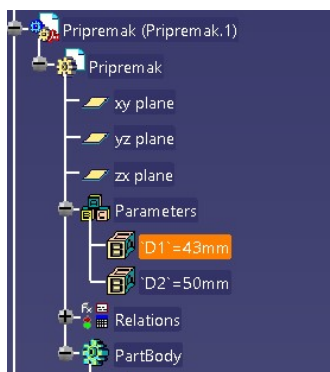
1. Да би се у оквиру тренутног склопа активирао подсклоп стезне главе потребно је кликнути два пута брзо на његово име у стаблу (дупли клик)

2. Активирати команду **Offset Coincident** , а затим обележити површину чељусту и осу као на слици 3.1.12. Након тога се отвара прозор **Constraint Properties** у коме се задају димензиона ограничење (слика 3.1.12).

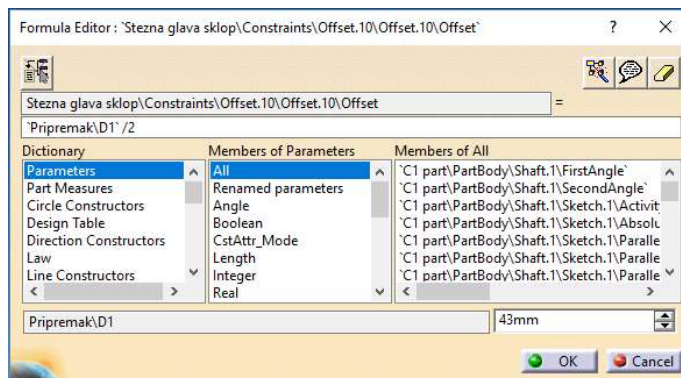


Слика 3.1.12: Приказ прозора **Constraint Properties**

Одговарајући параметри се у формулу уводе десним кликом на димензију у прозору и затим на команду **Edit Formula** и на крају селекцијом параметра у стаблу модела (слика 3.1.13). Када се параметризују пречници, вредности се деле са два како би се добио полупречник (слика 3.1.14). Поступак се поново изводи исто за сваку чељуст стезне гаве



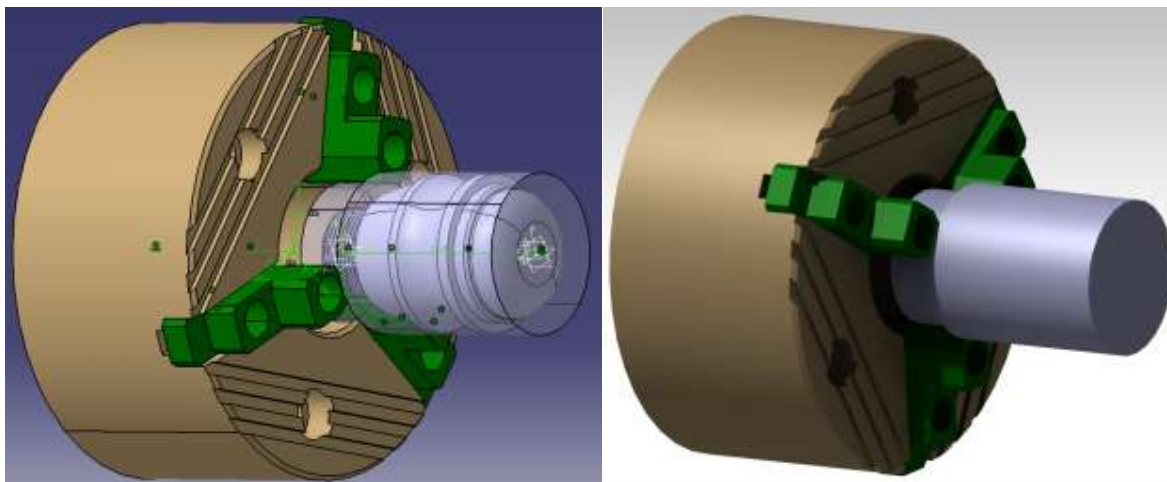
Слика 3.1.13: Приказ параметра у стаблу модела



Слика 3.1.14: Уношење параметара пречника

3. Дупли клик на име склопа на стаблу модела, активира се главни склоп.

4. Активирањем команде **Update**  успостављају се постављена ограничења (слика 3.1.14).

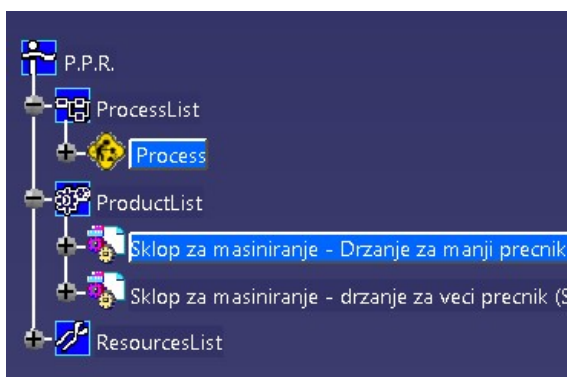


Слика 3.1.14: Склоп за прву технолошку операцију

Напомена: Стезна глава за процес моделирања технолошког поступка обраде ротационих делова сама по себи није толико битна, примењује се ради визуелног ефекта при симулацији.

3.2 Дефинисање технолошког модела за прву технолошку операцију

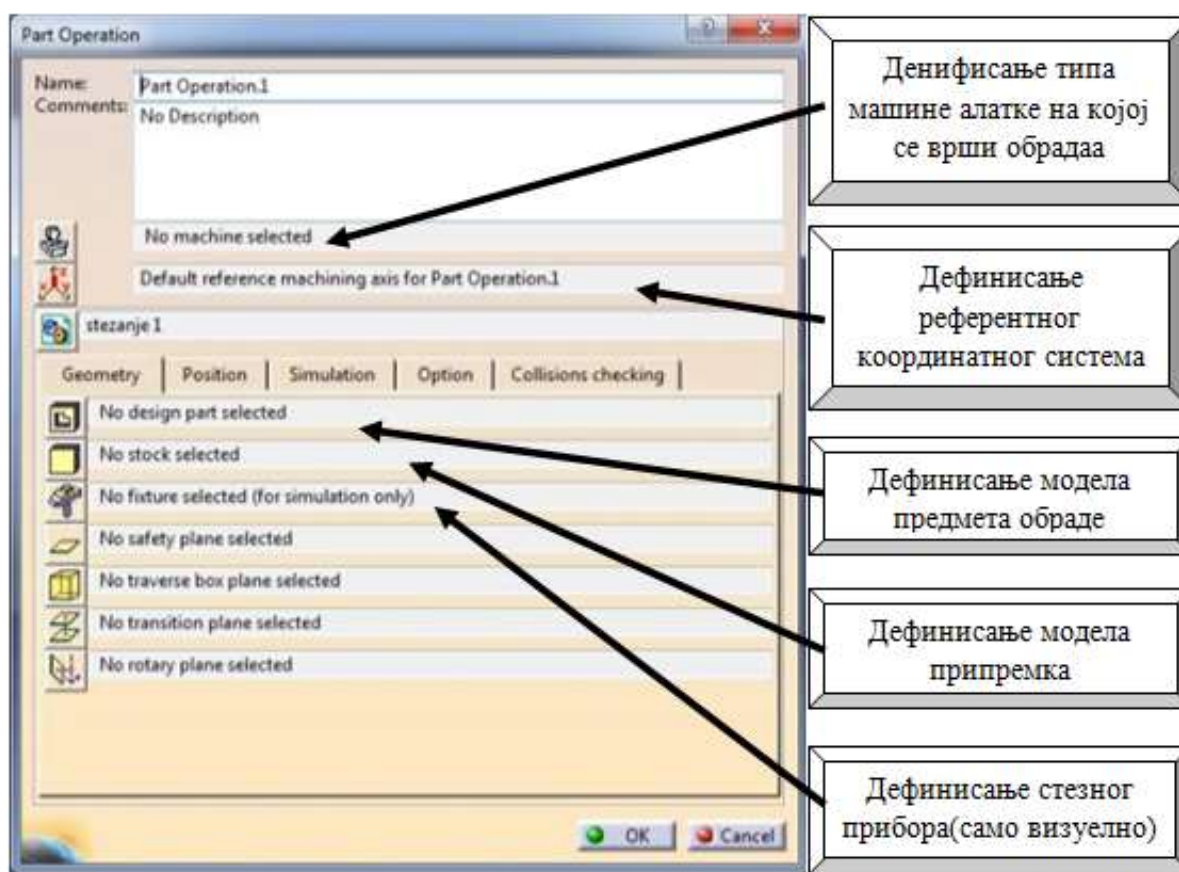
Након израде склопа, потребно је покренути модул за израду технолошког поступка резања стругањем (слика 3.2.1) **Start**→ **Machining**→ **Lathe Machining**.



Слика 3.2.1: Стабло модела *Lathe Machining*

3.2.1 Дефинисање основних параметра

1. Пре свега при изради технолошког процеса, потребно је дефинисати основне параметре. Прозор за поставке основних параметара се отвара дуплим кликом на **Part Operation.1** у стаблу **P.P.R.** → **Process** након чега ће се отворити прозор **Part Operation** (слика 3.2.2).



Слика 3.2.2: Прозор *Part Operation*

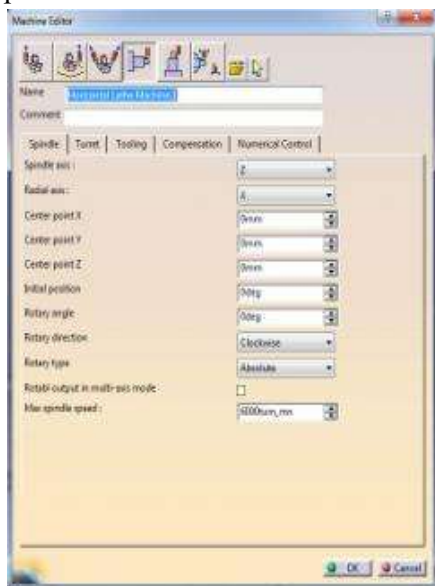


2. Активирањем иконице **Machine** отвара се прозор **Machine Editor** (слика 3.2.3). У овом прозору се врше поставке машине алатке на којој се врши обрада, типо машине, осе машине као и одређена ограничења машине.

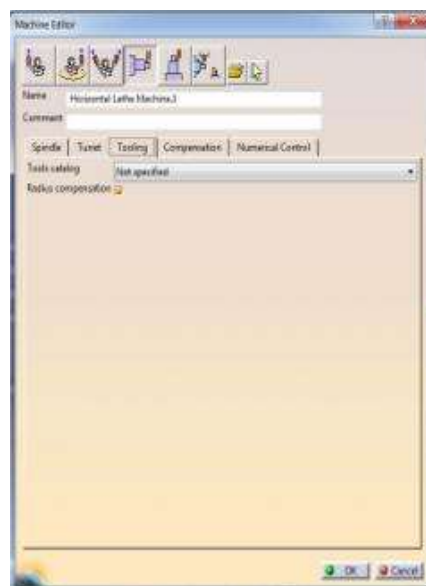


За тип машине одабрати **Horizontal Lathe Machine.1**, за ротирајућу осу (**Spindle axis**) одабрати осу **Z⁵** јер је то хоризонтална оса струга, а за радијалну осу (**Radial axis**) одабрати осу **X** у којој ће лежати скице путање алата.

У картици **Tooling**, чекирати опцију **Radius compensation** (слика 3.2.4) на тај начин се координате кретања алата дефинишу у односу на контуру коју треба обрадити а не у односу на центар алата.



Слика 3.2.3: Избор машине и дефинисање оса



Слика 3.2.4: Активирање компензације

3. Следећа ставка за подешавање јесте **Reference machining axis system**, односно референтни координатни систем технолошког поступка. Активирањем ове команде отвара се прозор **Default reference machining axis for Part Operation.1** (слика 3.2.5) у ком се дефинише референтни координатни систем. Селектовати тачку центра координатног система, а затим селектовати тачку центра координатног система предмета обраде.

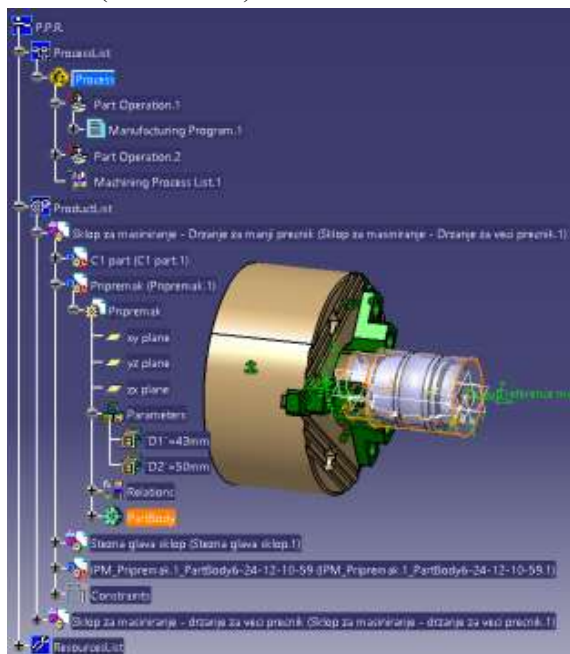


Слика 3.2.5: Дефинисање референтног координатног система

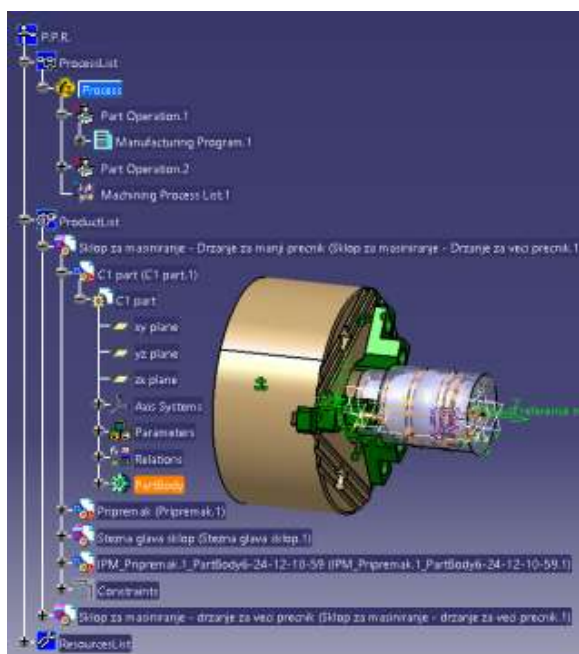
⁵ Оса **Z** мора да има правац осе предмета обраде и смер од стезне главе, док оса **X** мора бити у равни у којој су израђене скице модела.

4. Активирати команду **Design part for simulation** , затим обележити **PartBody** модела предмета обраде у стаблу модела (слика 3.2.6).

5. Активирати команду **Stock** , затим обележити **PartBody** модела припремка у стаблу модела (слика 3.2.7).

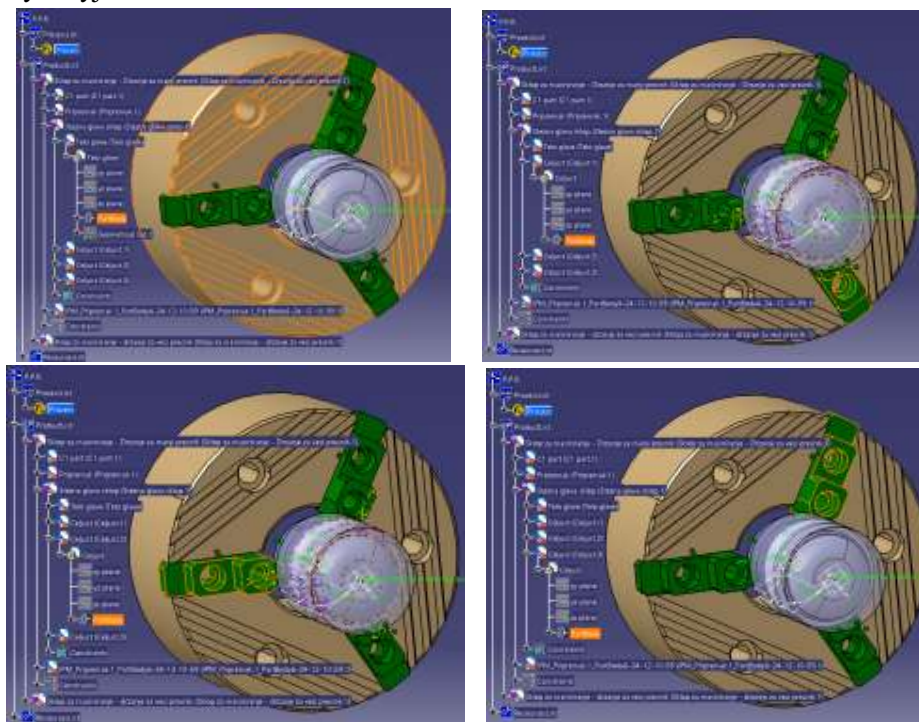


Слика 3.2.6: Дефинисање предмета обраде



Слика 3.2.7: Дефинисање припремка

6. Активирати команду **Fixtures for simulation** , затим обележити **PartBody** сваког елемента склопа стезне главе у стаблу модела (слика 3.2.8). Напомена: сваки елемент склопа стезне главе убацује се посебно.

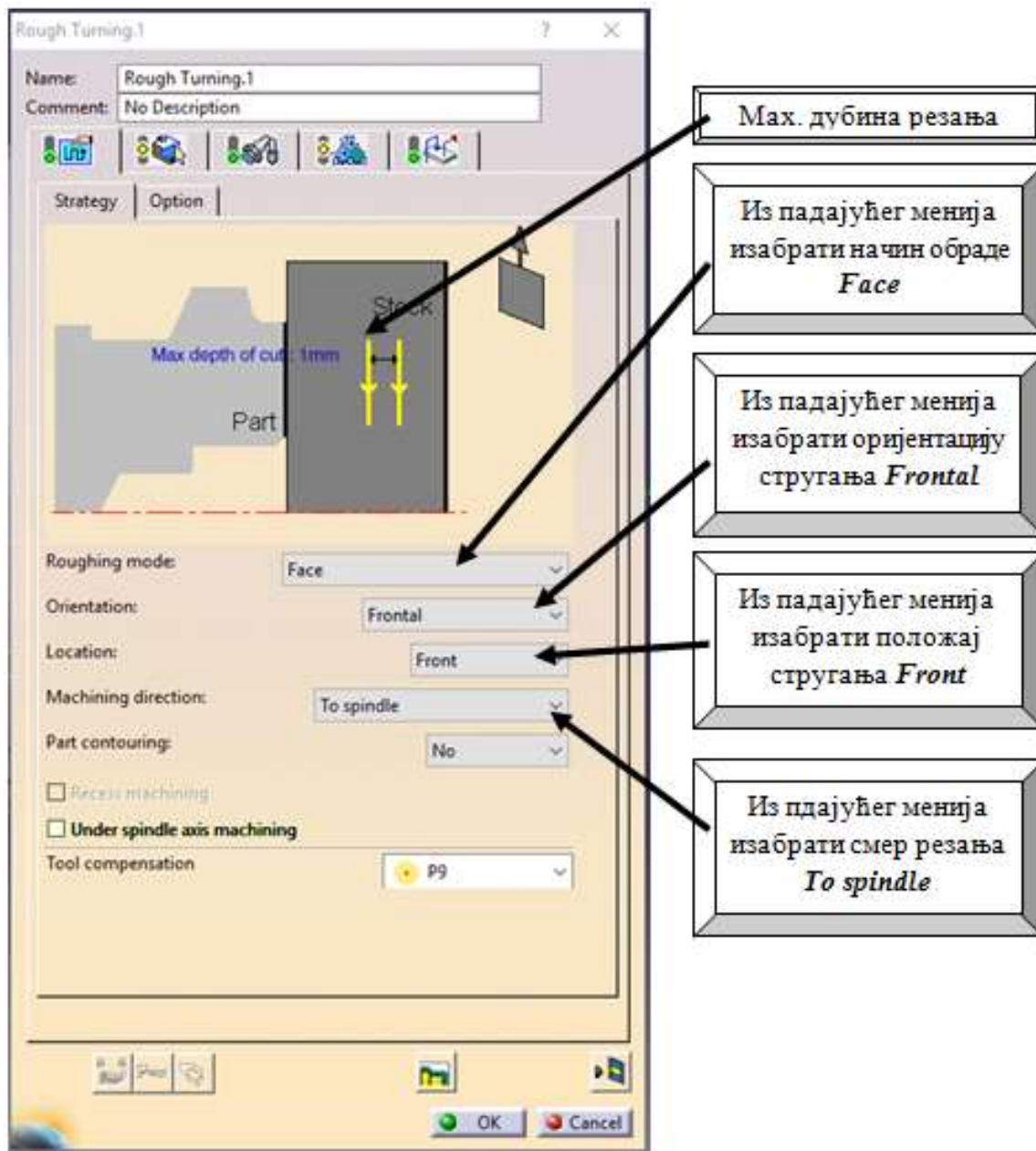


Слика 3.2.8: Дефинисање елемената стезне главе

3.2.2 Чеона обрада (*Rough Turning*)

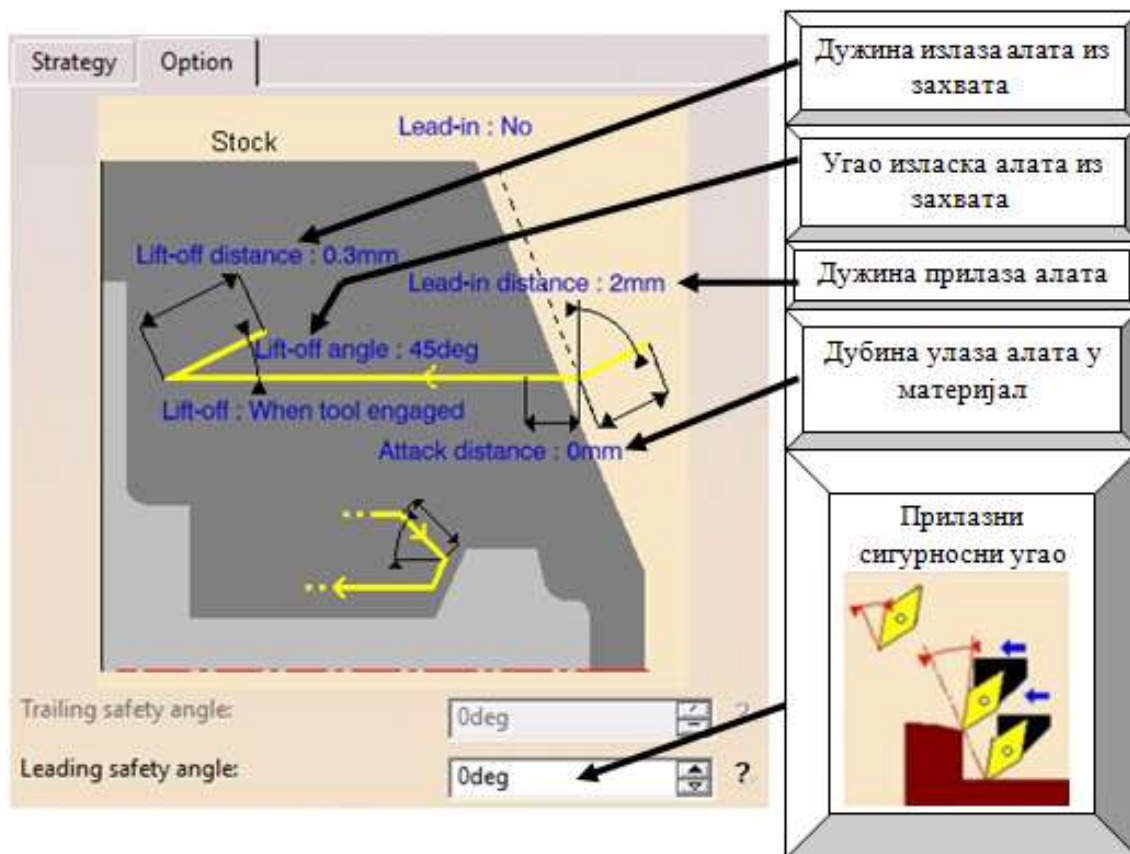
Активирати команду *Rough Turning*  па затим кликнути на *P.P.R*→ *Process List*→ *Process*→ *Part Operation 1*→ *Manufacturing Program. 1*⁶. Активирањем ове опције отвара се прозор *Rough Turning.1* који има 5 картица: дефинисање стратегије обраде, дефинисање равни које се обрађују, подешавање носача алата и плочице, режими обраде, прилаз и повлачње алата.

1. У првој картици  се врши подешавање стратегија обраде. Ова картица се састоји од две подкартице: *Strategy* (слика 3.2.9) и *Options* (слика 3.2.10).

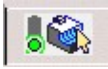


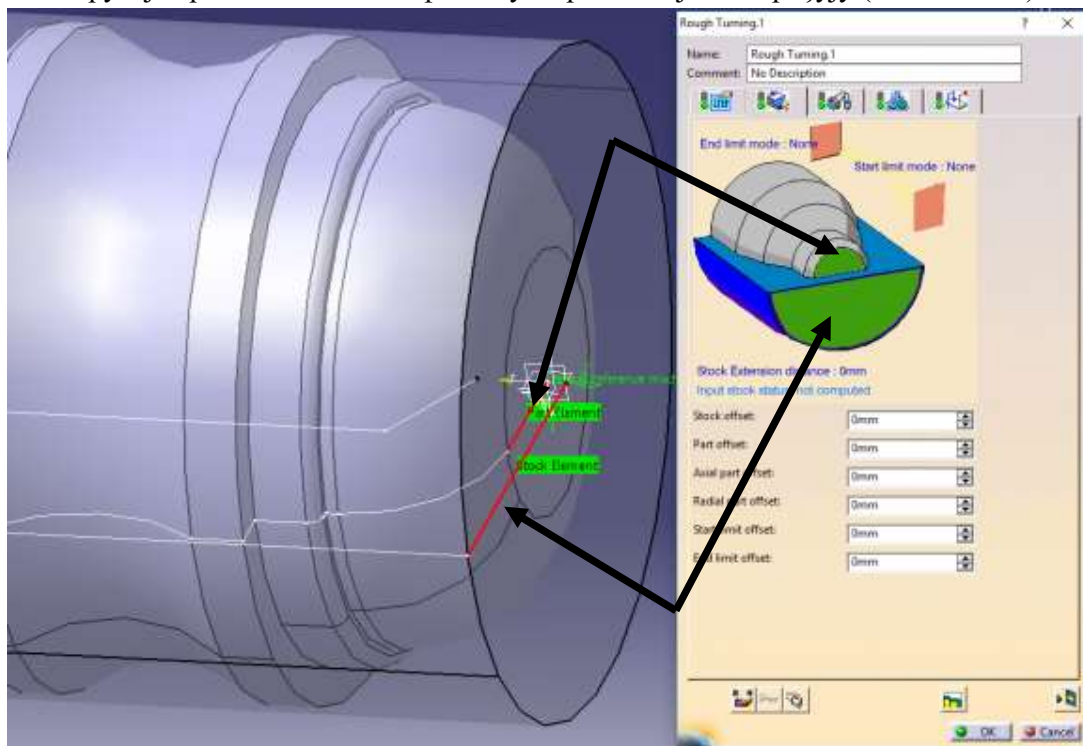
Слика 3.2.9: Дефинисање стратегије обраде

⁶ При додавању нове операције увек се мора селектовати претходно завршена операција. При додавању прве операције мора се селектовати производни програм



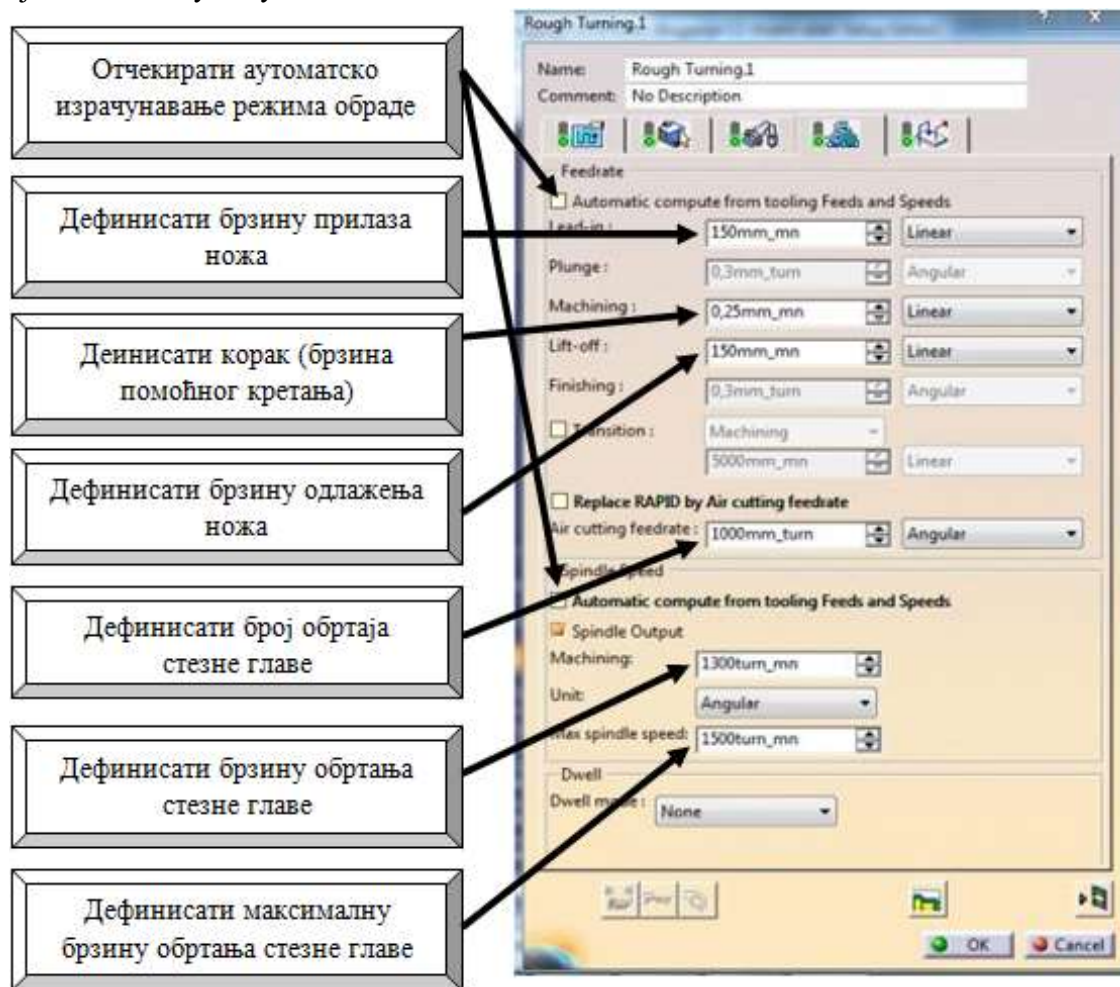
Слика 3.2.10 : Дефинисање стратегије обраде

2. У другој картици  дефинишу се равни које се обрађују (слика 3.2.11).



Слика 3.2.11: Дефинисање контура која се обрађује

4. У четвртој картици  се подешавају режими обраде (слика 3.2.14) који су претходно прорачунати на основу материјала који се обрађује и карактеристика машине и усвојени на основу искуства.

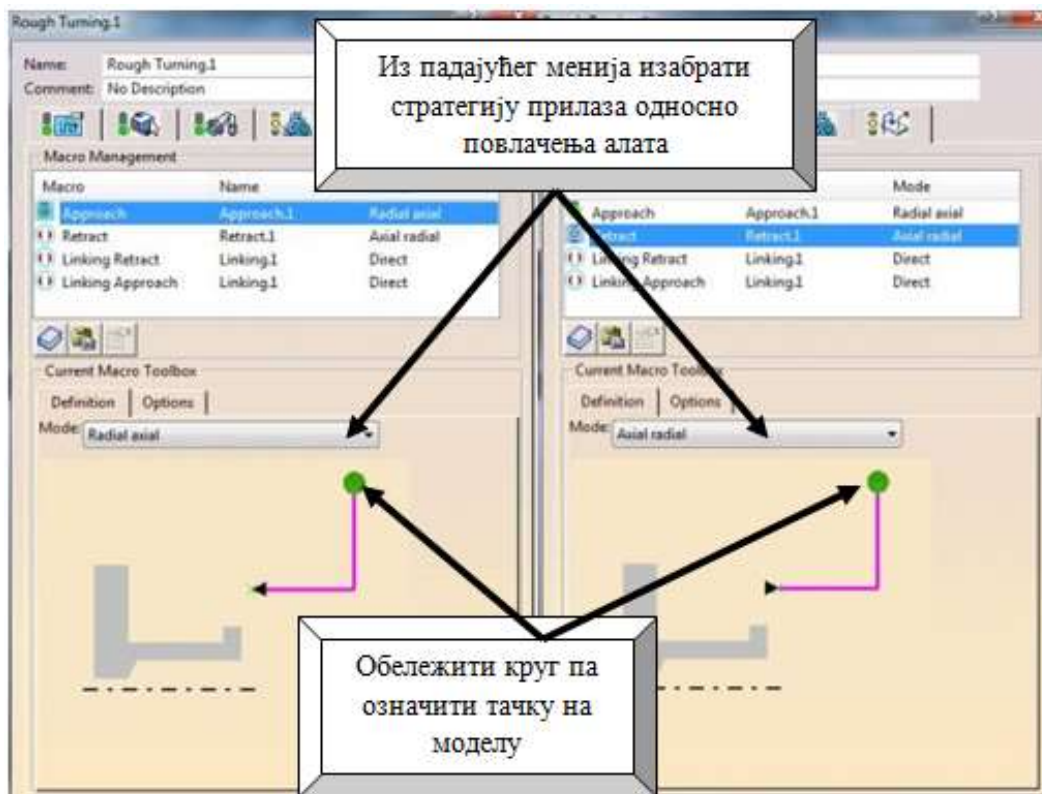


Слика 3.2.14: Подешавање режима обраде

5. У петој картици  се подешава прилаз и повлачење алата тј. дефинише се тачка из које креће алат и у коју се алат враћа по завршетку операције (слика 3.2.16). Активирање команде **Approach** се изводи: десни клик на команду → **Activate** на исти начин се активира и команда **Retract** (слика 3.2.15).



Слика 3.2.15: Активирање **Approach** и **Retract**

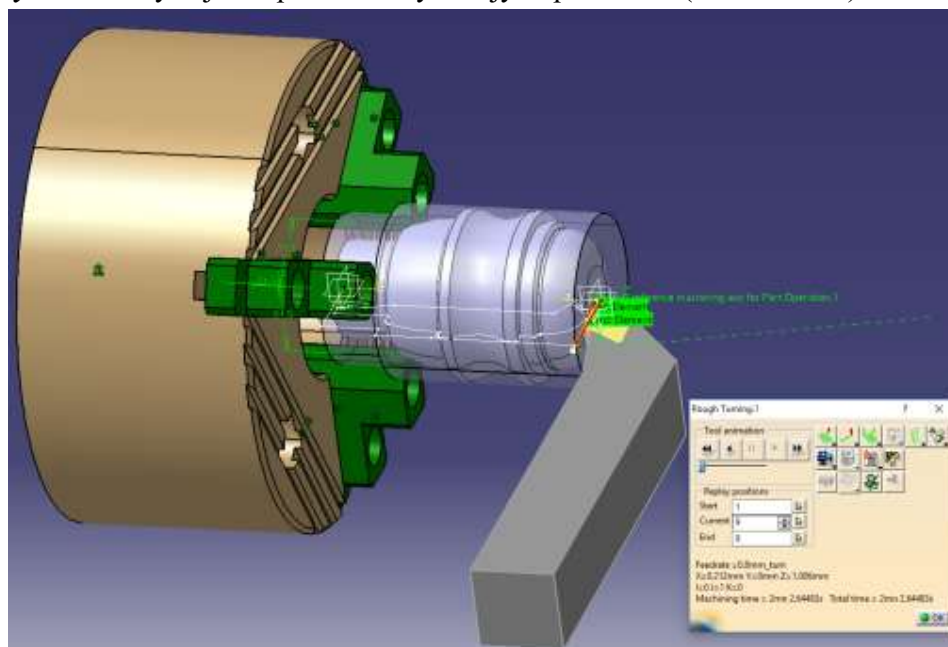


Слика 3.2.16: Дефинисање почетне и крајне тачке као и стратегије прилаза и повлачења алата

Напомена: Подешавања стратегије прилаза и повлачења алата као и дефинисање тачке у којој се врши измена алата су иста за све следеће операције

6. Након дефинисања свих потребних параметара захвата, активирањем команде **Tool**

Path Replay  могуће је извршити симулацију обраде дела (слика 3.2.17).

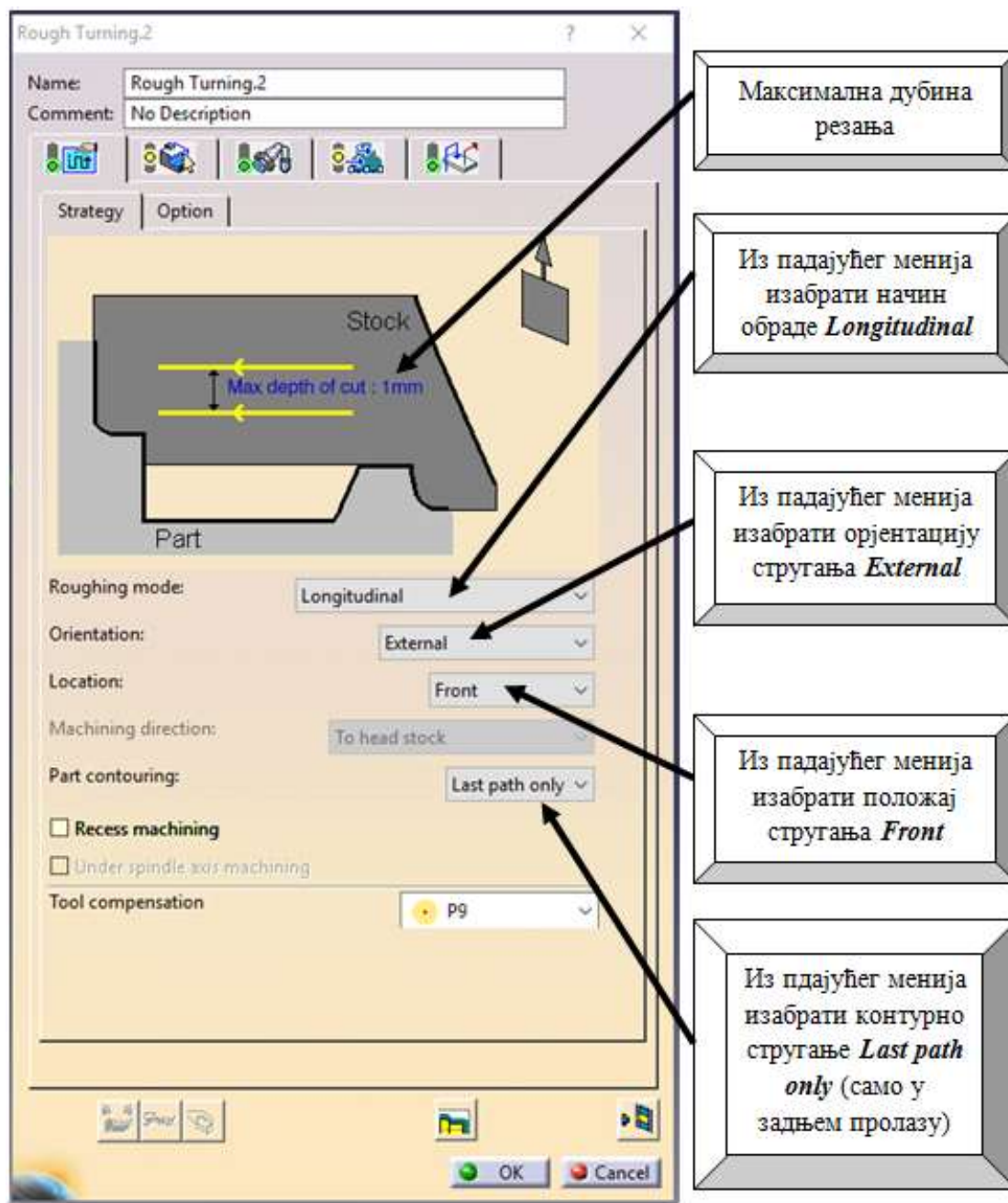


Слика 3.2.17: Симулација чеоне обраде

3.2.3 Груба уздужна обрада (*Rough Turning*)

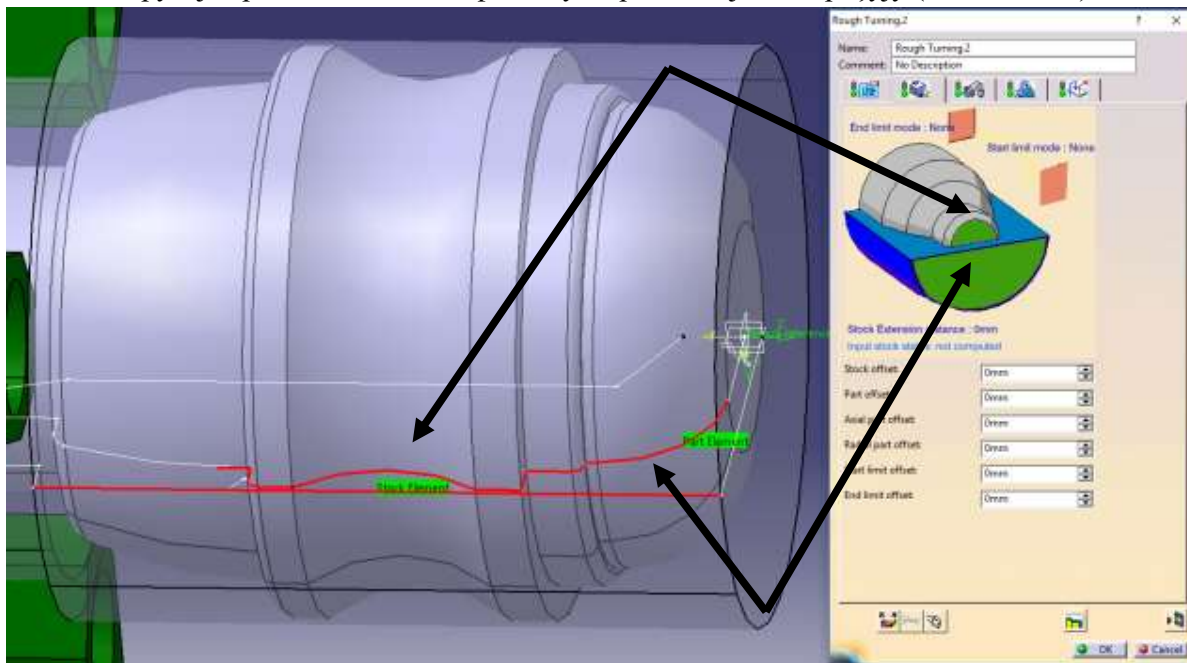
Коришћењем команде **Rough Turning**  отвара се прозор **Rough Turning.2** који као и претходна операција има 5 картица.

1. У првој картици  врши се подешавање стратегија обраде, ова картица се састоји од две под картице **Strategy** (слика 3.2.18) и под картице **Options** која је дефинисана у претходној тачки.



Слика 3.2.18: Дефинисање стратегије обраде

2. У другој картици  дефинишу се равни које се обрађују (слика 3.2.19).



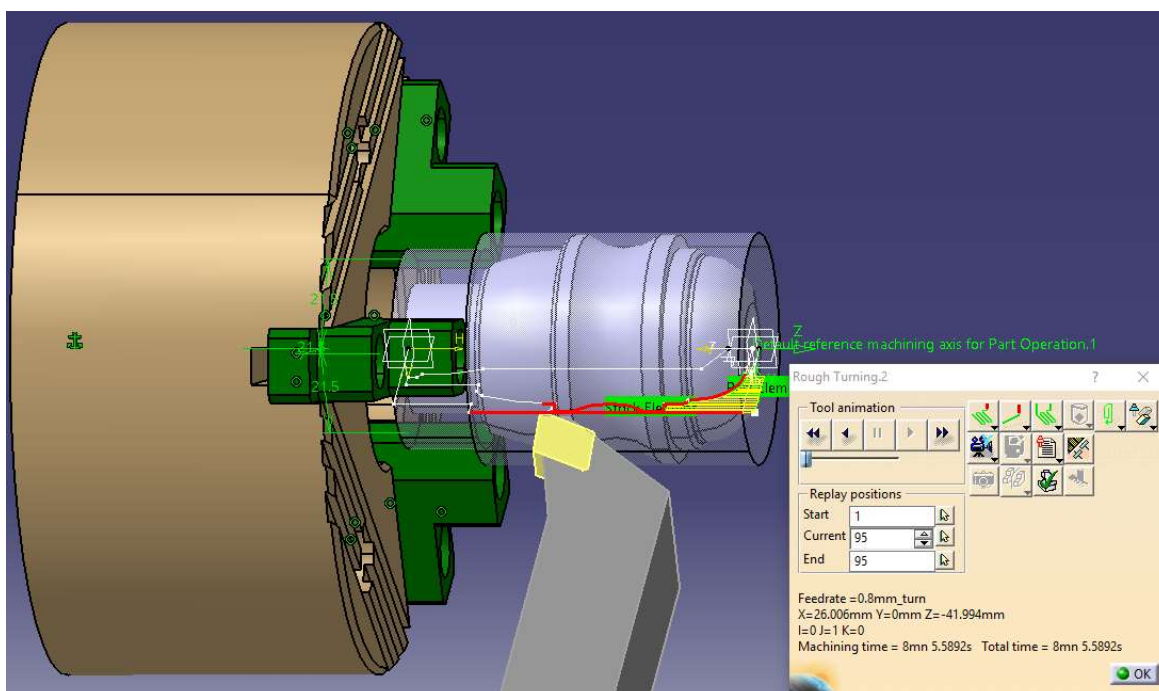
Слика 3.2.19: Дефинисање контуре која се обрађује

Дефинисање подешавања у осталим картицама је потпуно исто као и у претходној операцији (која су приказана у тачки 3.2.2) обзиром да је алат који се користи исти, и обзиром да је обрада иста.

3. Као и након подешавања сваке операције, активирањем команде **Tool Path Replay**



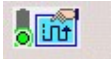
могуће је извршити симулацију обраде дела (слика 3.2.20).

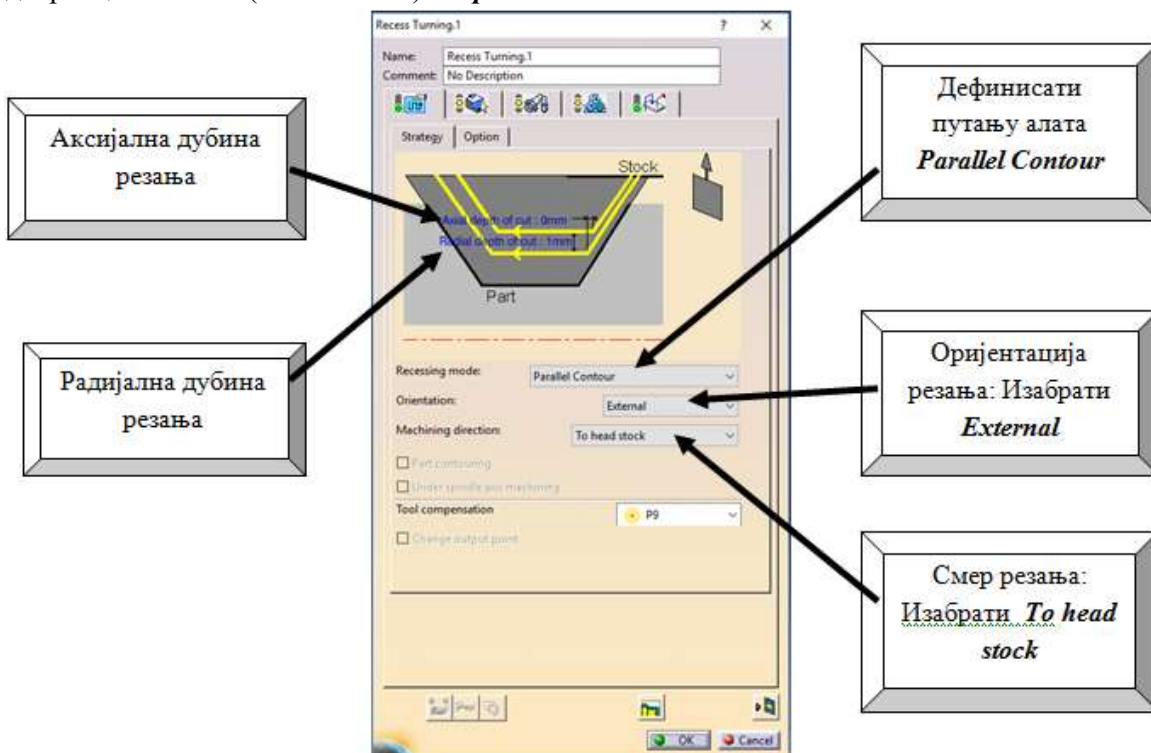


Слика 3.2.20: Симулација грубе уздужне обраде

3.2.4 Обрада удубљења (*Recess Turning*)

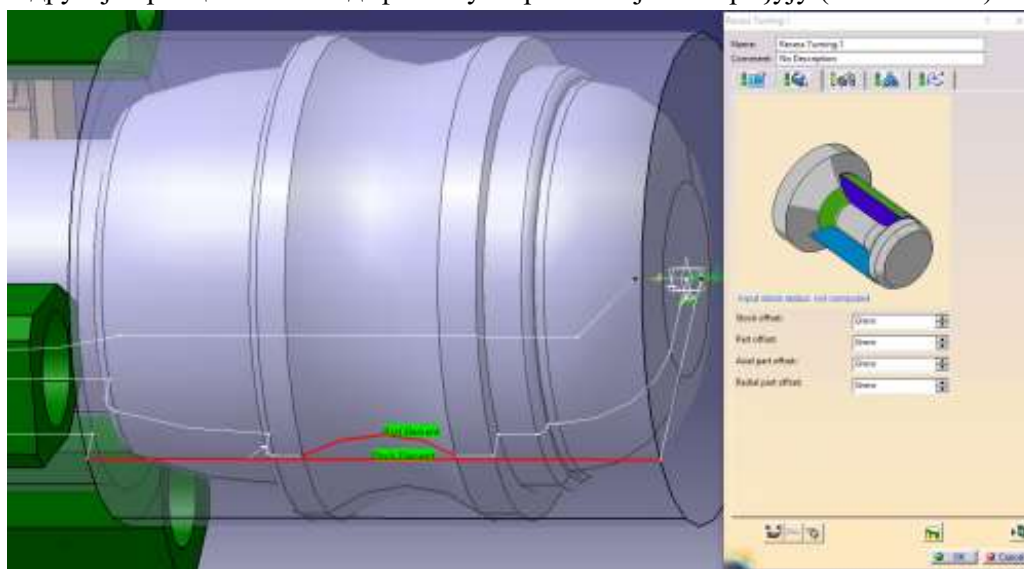
Активирати команду **Recess Turning** . Отвара се прозор **Recess Turning.1** са 5 картица.

1. У првој картици  се подешава стратегија обраде. Ова картица има две подкартице: **General** (слика 3.2.21) и **Option**⁷



Слика 3.2.21: Дефинисање стратегије обраде

2. У другој картици  дефинишу се равни које се обрађују (слика 3.2.22)



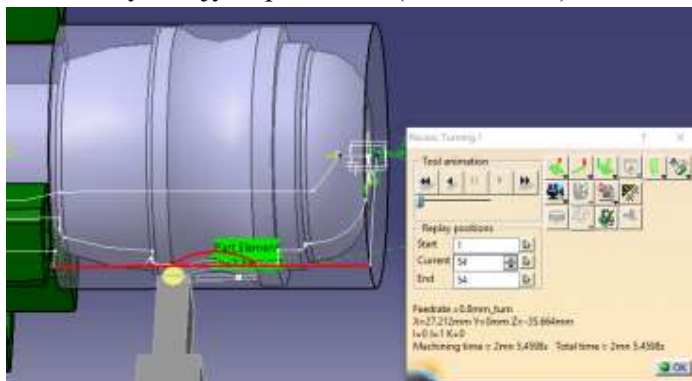
Слика 3.2.22: Дефинисање контуре која се обрађује

⁷ Подкартица **Options** је фабрички добро подешена и у овом случају је није потребно мењати

3. У трећој картици  се дефинишу резни алати, односно носачи и резне плочице на основу каталога произвођача.

4. У четвртој картици  се подешавају режими обраде. У овој операцији ће бити исти као и у претходне две операције (слика 3.2.15)

5. Као и након подешавања сваке операције, активирањем команде **Tool Path Replay**  могуће је извршити симулацију обраде дела (слика 3.2.23).

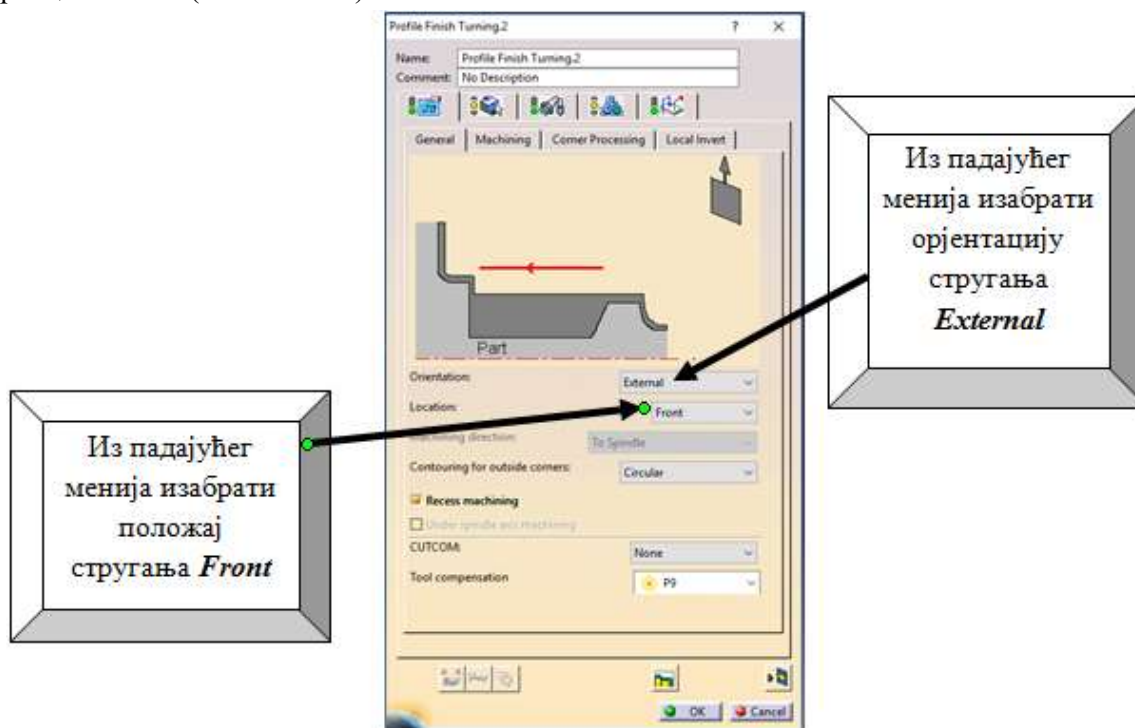


Слика 3.2.23: Симулација грубе уздужне обраде

3.2.5 Фина обрада (*Profile Finish Turning*)

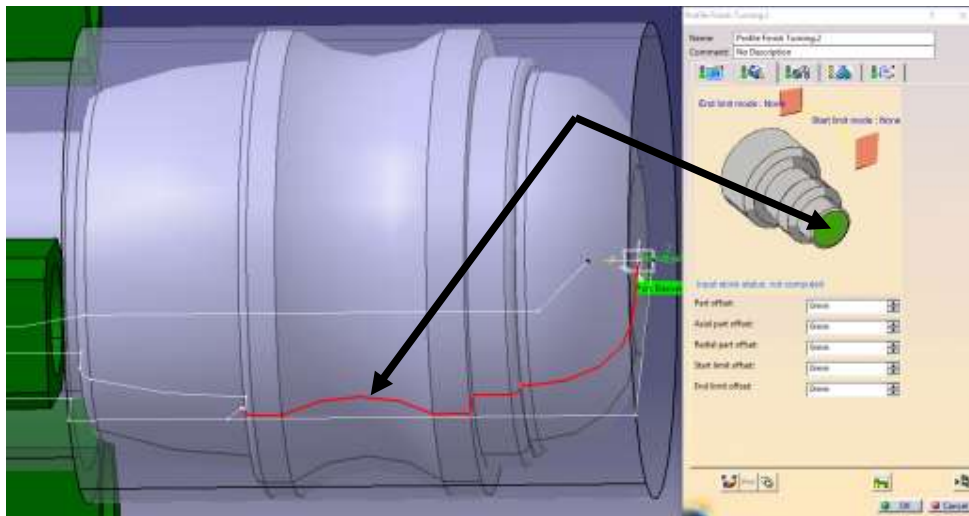
Активирати команду **Profile Finish Turning**  отвара се прозор **Profile Finish Turning.1** који има 5 картица.

1. У првој картици  врши се подешавање стратегија обраде у оквиру под картице **General** (слика 3.2.24).



Слика 3.2.24: Дефинисање стратегије обраде

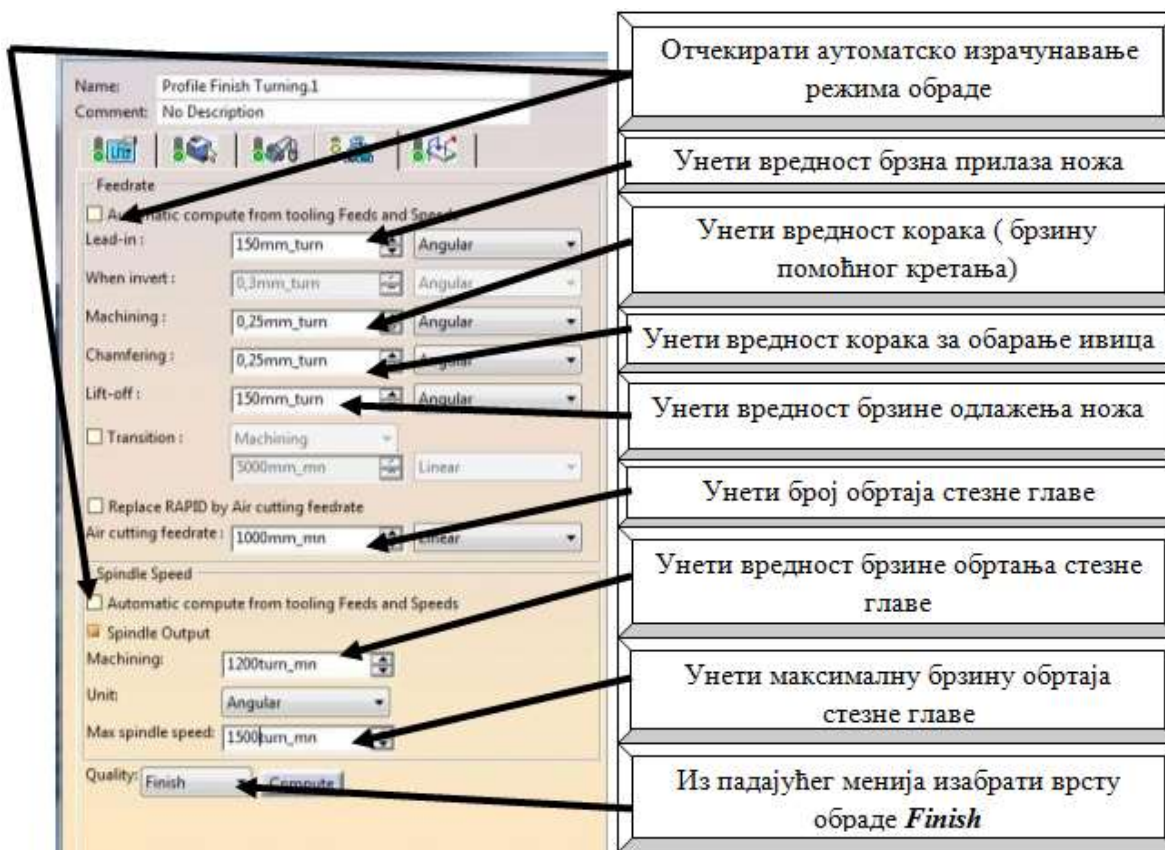
2. У другој картици  дефинишу се равни које се обрађују (слика 3.2.25).



Слика 3.2.25: Дефинисање контура која се обрађује

3. У трећој картици  се дефинишу резни алати, односно носачи и резне плочице на основу каталога произвођача.

4. У четвртој картици  подешавају се режими за фину обраде који су приказани на слици 3.2.26.

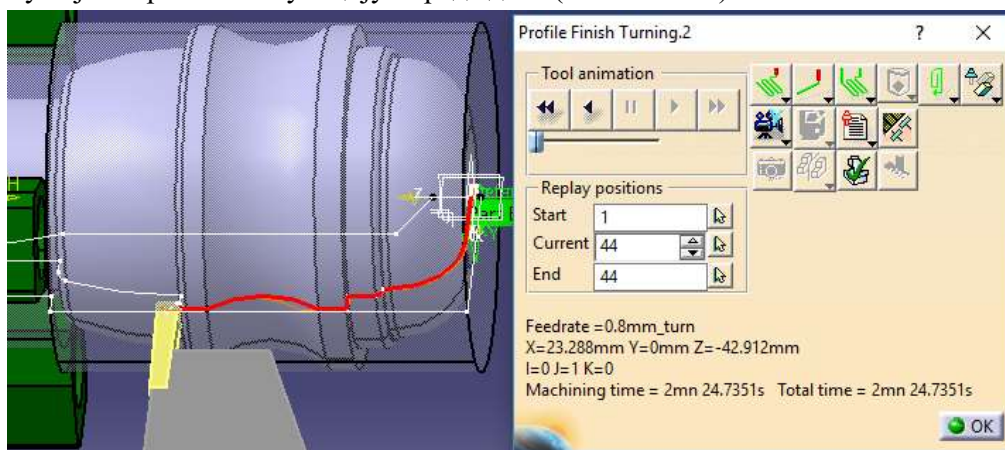


Слика 3.2.26: Подешавање режима за фину обраду

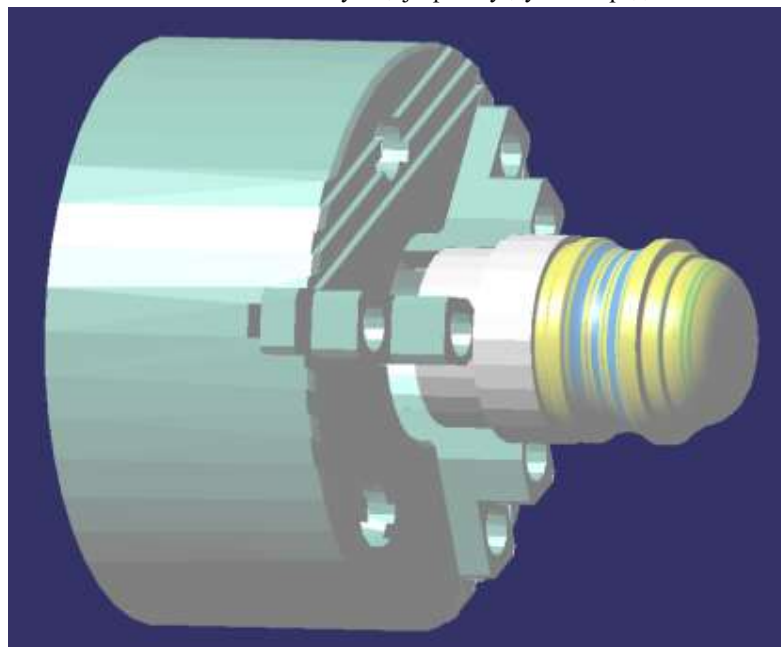
5. Као и након подешавања сваке операције, активирањем команде **Tool Path Replay**



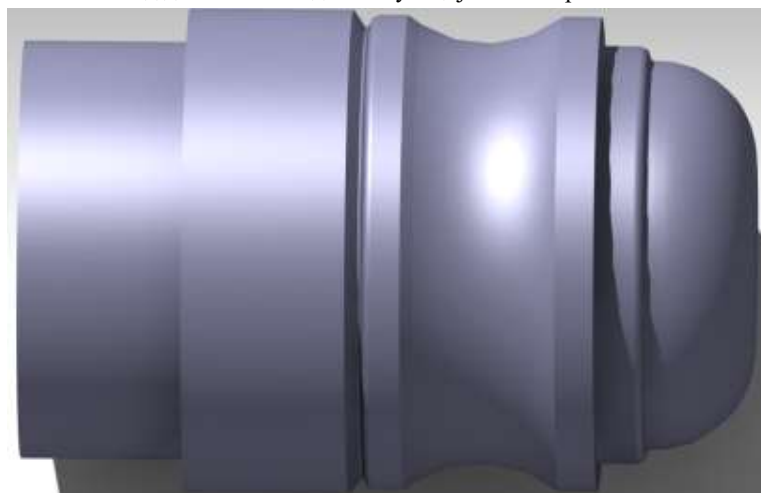
могуће је извршити симулацију обраде дела (слика 3.2.27).



Слика 3.2.27: Симулација фине уздужне обраде



Слика 3.2.28: Изглед дела након видео симулације након прве технолошке операције



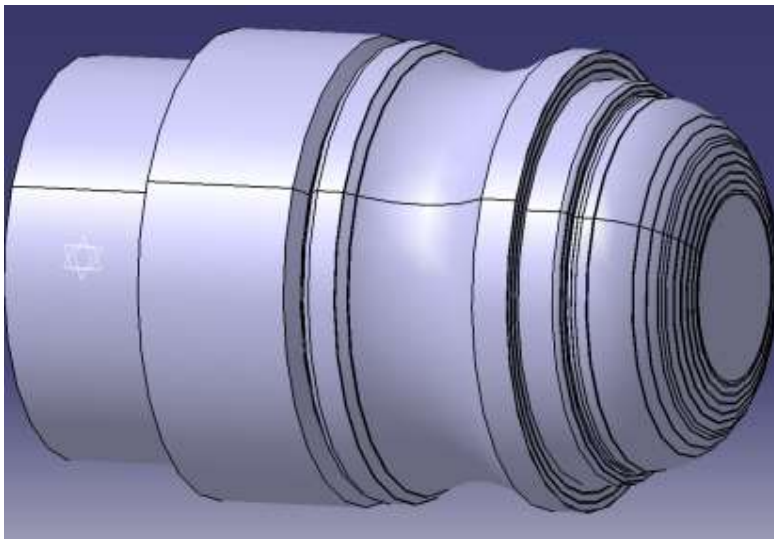
Слика 3.2.29: Рендер дела након прве технолошке операције

4. Процес моделирања друге технолошке операције

4.1 Креирање склопа за другу технолошку операцију

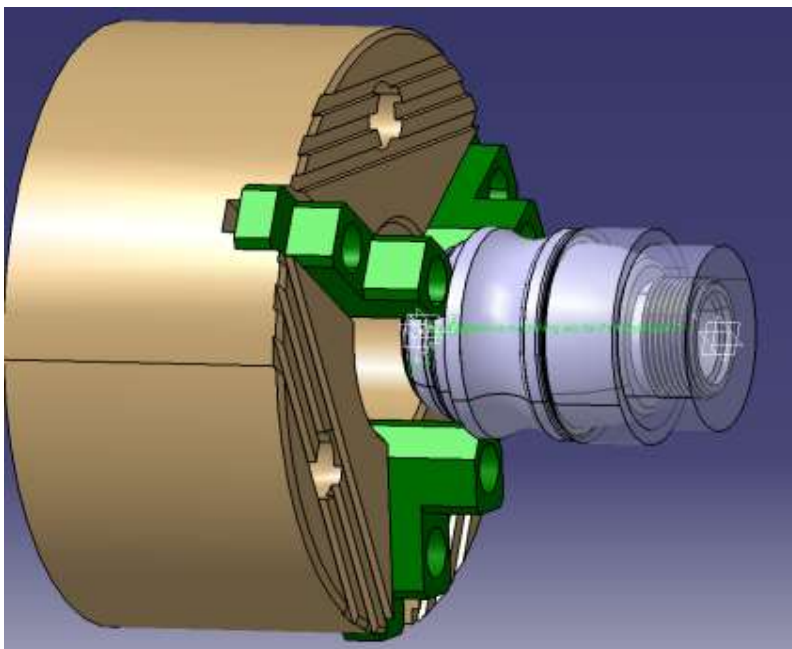
У циљу добијања модела предмета обраде у тренутном стању користимо команду

Update input stock  у прозору задњег захвата у првој технолошкој операцији. Овим се у фолдеру у коме се налазе досадашњи фајлови процеса као и склопова генерише **Part** модел.



Слика 4.1.1: Припремак након извршене прве технолошке операције

У другој технолошкој операцији се врши обрада на другој страни припремка. Да би се да страна обрађивала потребно је направити нови склоп стегања. Поступак креирања склопа је исти као и за прву технолошку операцију, али се као припремак користи новогенерисани припремак са стегањем на другој страни (слика 4.1.2).



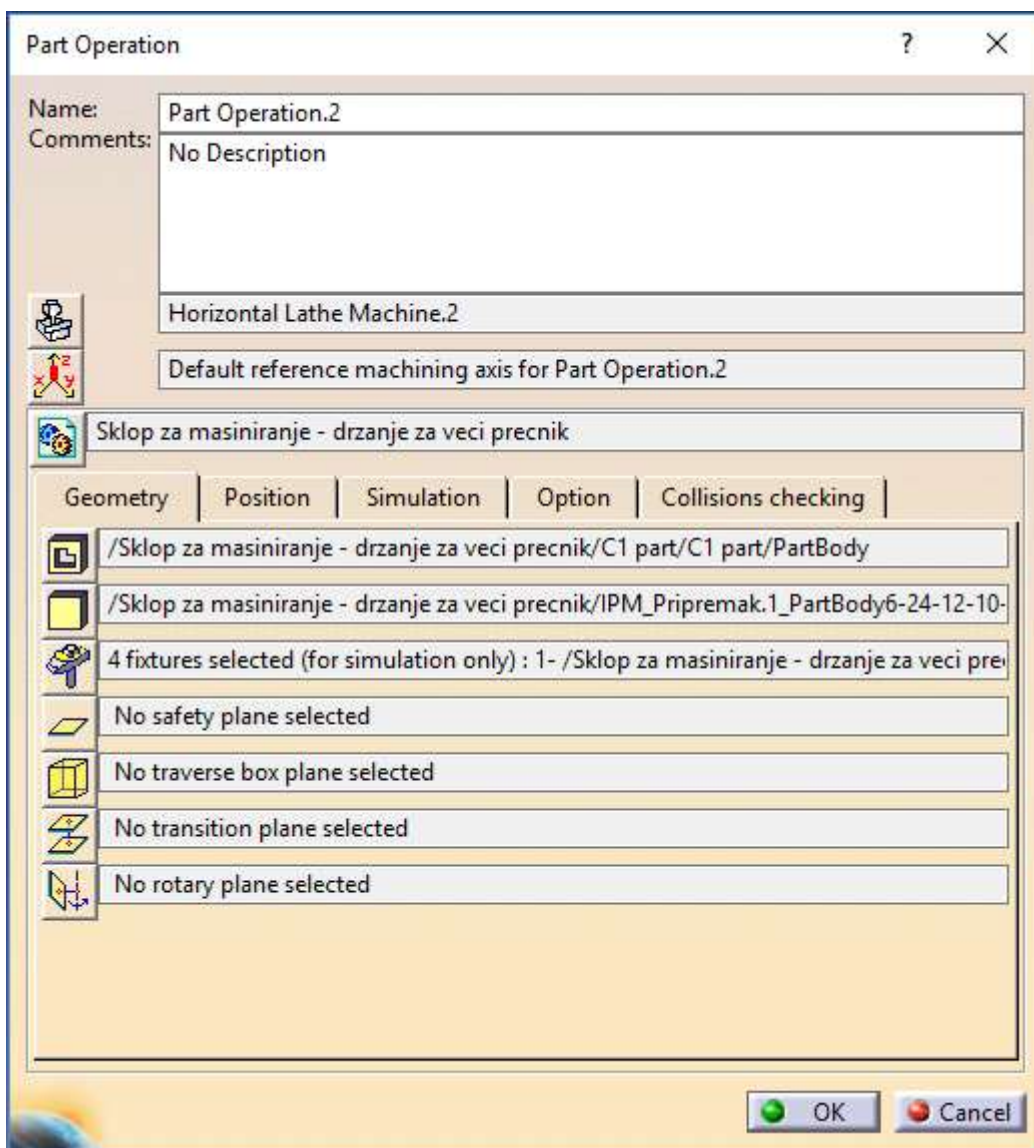
Слика 4.1.2: Склоп за другу технолошку операцију

4.2 Дефинисање технолошког модела за друго стезање

Креирање нове технолошке операције у оквиру процеса почиње креирањем нове **Part Operation** обележавањем **Part Operation.1** а затим активирањем команде  **Part Operation**. Када је нови **Part Operation** креиран потребно је креирати и нови **Manufacturing Program** активирањем команде  **Manufacturing Program**.

4.2.1 Дефинисање основних параметара

Као и у првој операцији дупли леви клик на **Part Operation.2** у стаблу **P.P.R.** отвара прозор **Part Operation** (слика 4.2.1). Сва подешавања су иста као у претходној операцији и објашњена су у тачки 3.2.1.

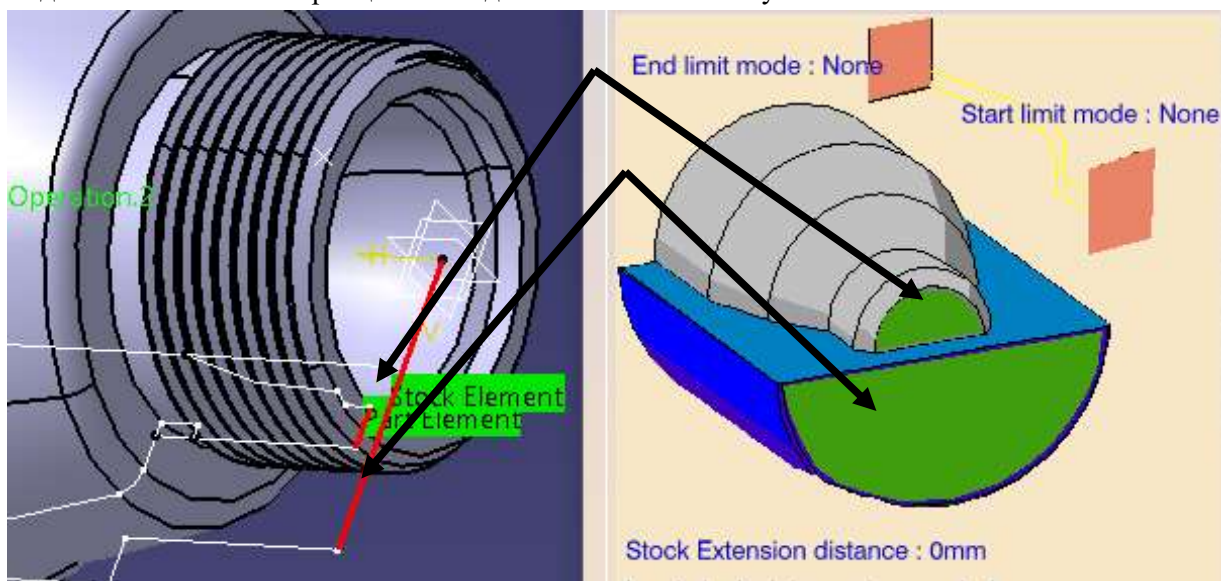


Слика 4.2.1: Подешавање **Part Operation.2**

4.2.2 Чеона обрада (Rough Turning)

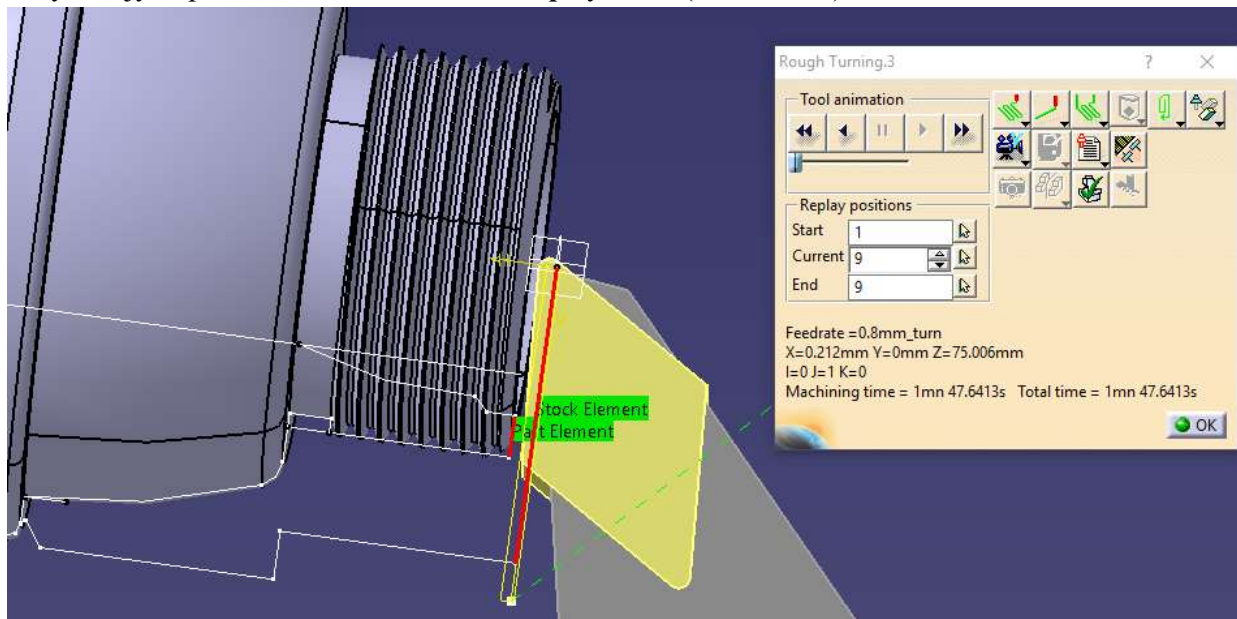
Да би се креирала прва команда у операцији потребно је селектовати тренутно празни *P.P.R* → *Process List* → *Process* → *Part Operation 2* → *Manufacturing Program. 2* и активирати команду . Активирањем ове опције отвара се прозор *Rough Turning.5* који има 5 картица.

У другој картици  се дефинишу равни које се обрађују (слика 4.2.1). Подешавање осталих картица се изводи на исти начин као у тачки 3.2.2.



Слика 4.2.1: Дефинисање контура која се обрађује

Као и до сада након дефинисања свих потребних параметара могуће је извршити симулацију обраде командом *Tool Path Replay*  (слика 4.2.2).

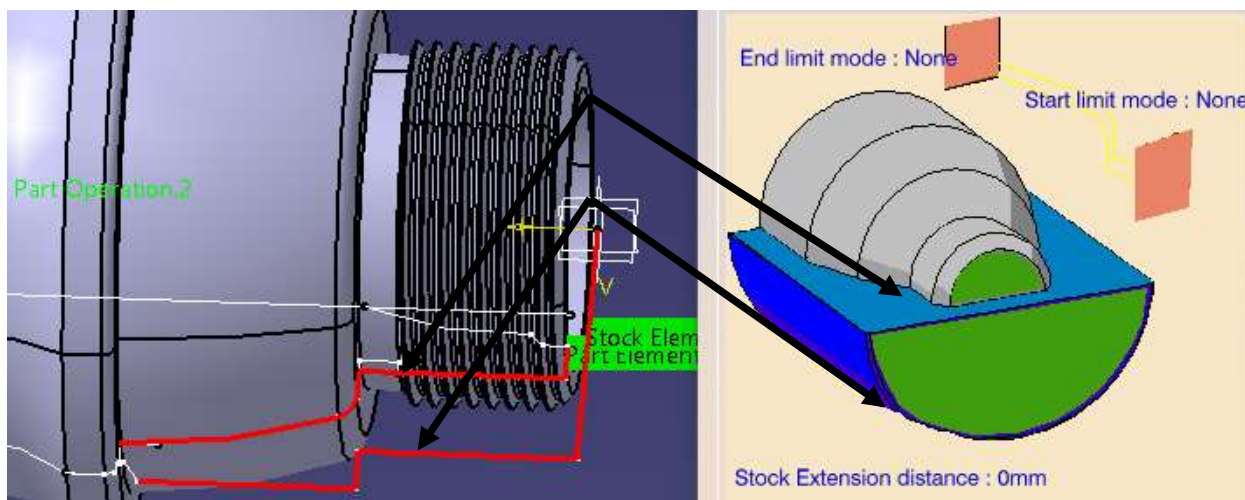


Слика 4.2.2: Симулација чеоне обраде

4.2.3 Груба уздужна обрада (Rough Turning)

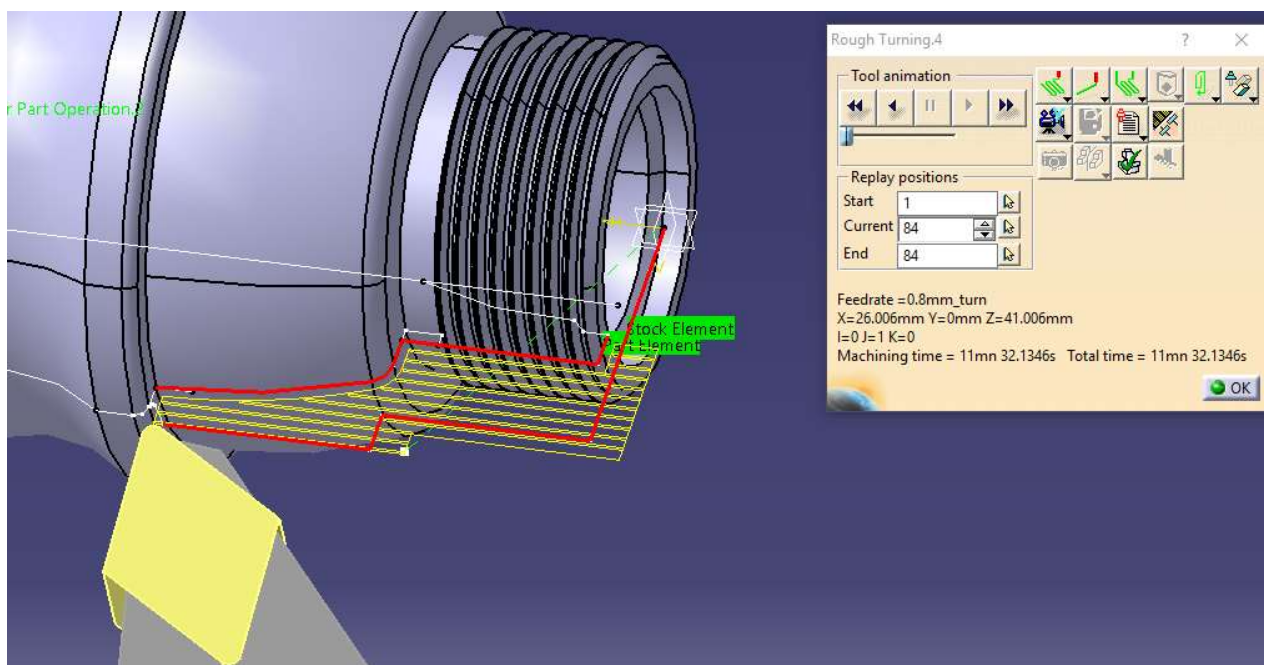
За креирање сваке команде, као и до сада, потребно је селектовати претходну обраду и затим селектовати жељену команду. У овом случају, команду **Rough Turning**. Активирањем ове команде отвара се прозор **Rough Turning.7** који има 5 картица.

У другој картици се дефинишу равни које се обрађују (слика 4.2.3). Подешавање осталих картица се изводи на исти начин као у тачки 3.2.3.



Слика 4.2.3: Дефинисање контура која се обрађује

Као и до сада након дефинисања свих потребних параметара могуће је извршити симулацију обраде командом **Tool Path Replay** (слика 4.2.4).

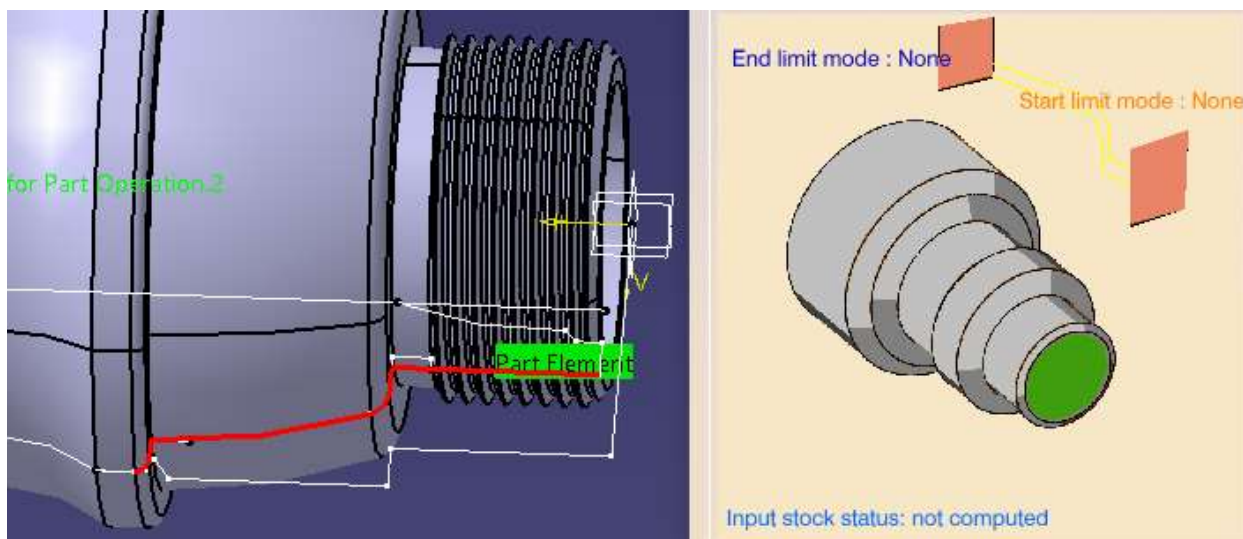


Слика 4.2.4: Симулација грубе уздужне обраде

4.2.4 Фина уздужна обрада (Profile Finish Turning)

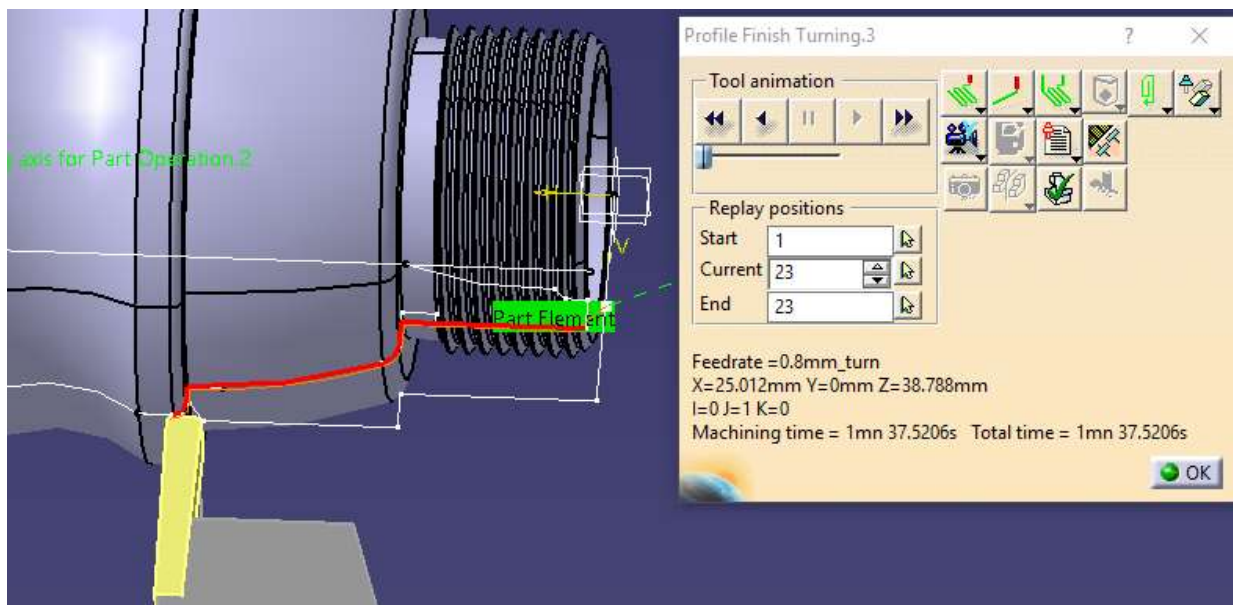
После грубе обраде, потребно је извршити фину обраду. Ово се извршава активирањем команде **Profile Finish Turning** , што отвара прозор **Profile Finish Turning.3** који има 5 картица.

У другој картици  се дефинишу равни које се обрађују (слика 4.2.5). Подешавање осталих картица се изводи на исти начин као у тачки 3.2.5.



Слика 4.2.5: Дефинисање контура која се обрађује

Као и до сада након дефинисања свих потребних параметара могуће је извршити симулацију обраде командом **Tool Path Replay**  (слика 4.2.6).

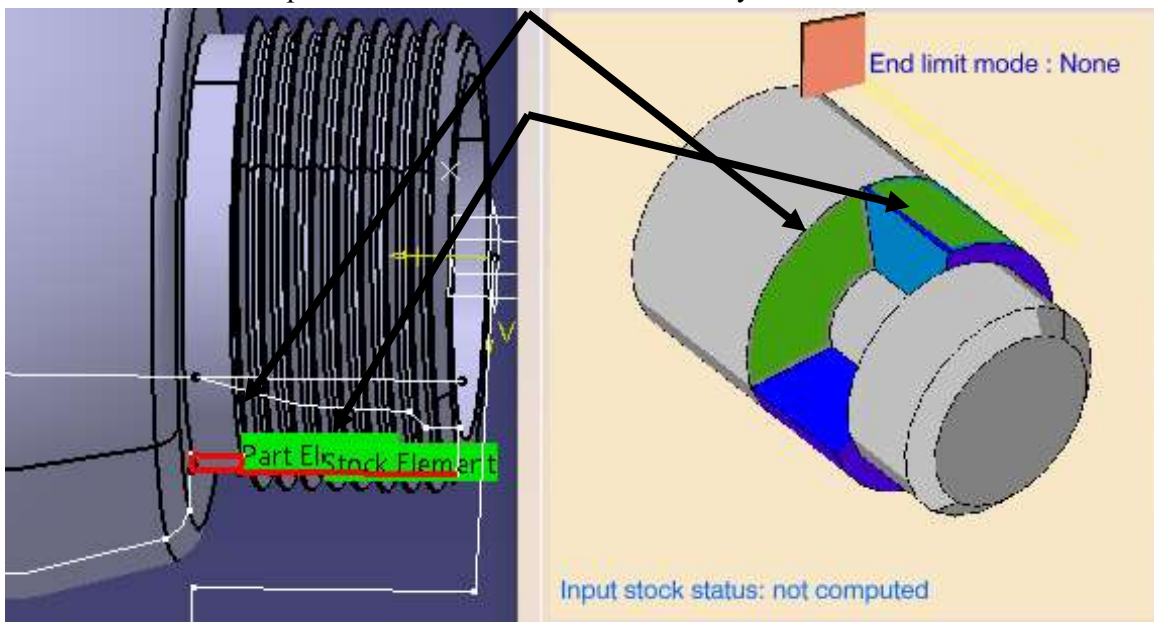


Слика 4.2.6: Симулација фине уздужне обраде

4.2.5 Обрада удубљења (Groove Turning)

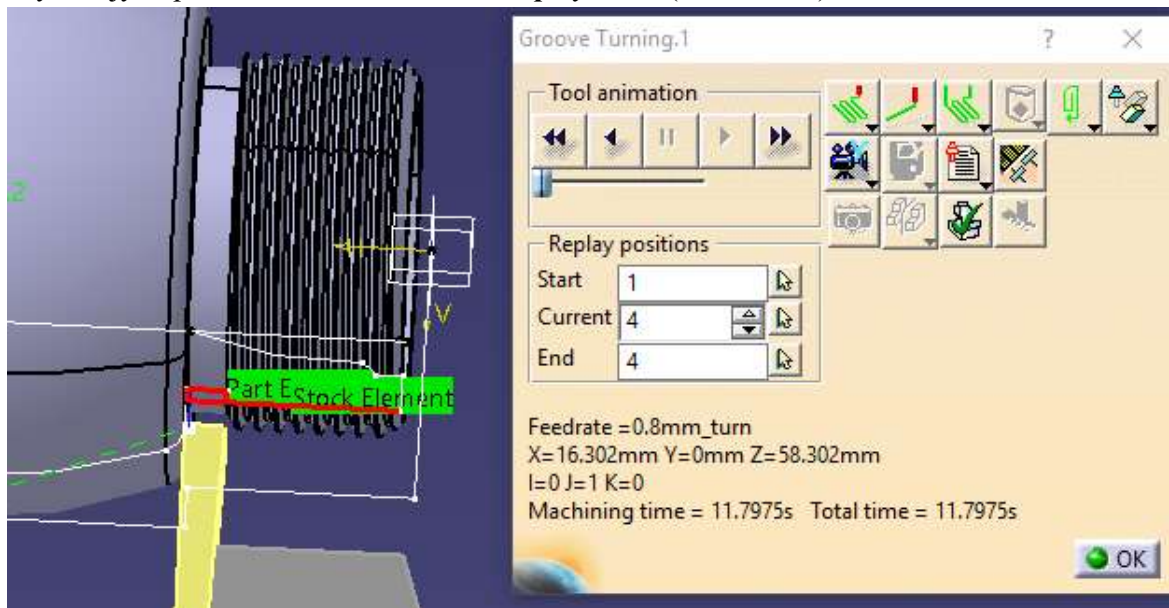
После грубе обраде, потребно је извршити фину обраду. Ово се извршава активирањем команде **Profile Finish Turning** , што отвара прозор **Profile Finish Turning.3** који има 5 картица.

У другој картици  се дефинишу равни које се обрађују (слика 4.2.7). Подешавање осталих картица се изводи на исти начин као у тачки 3.2.5.



Слика 4.2.7: Дефинисање контура која се обрађује

Као и до сада након дефинисања свих потребних параметара могуће је извршити симулацију обраде командом **Tool Path Replay**  (слика 4.2.8).

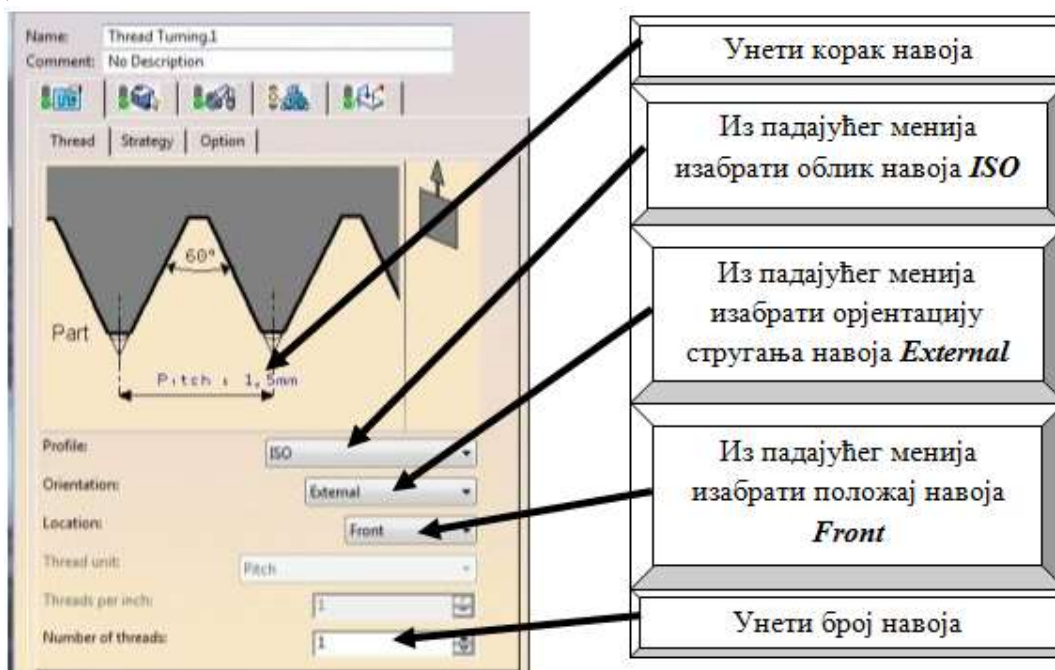


Слика 4.2.8: Симулација fine уздужне обраде

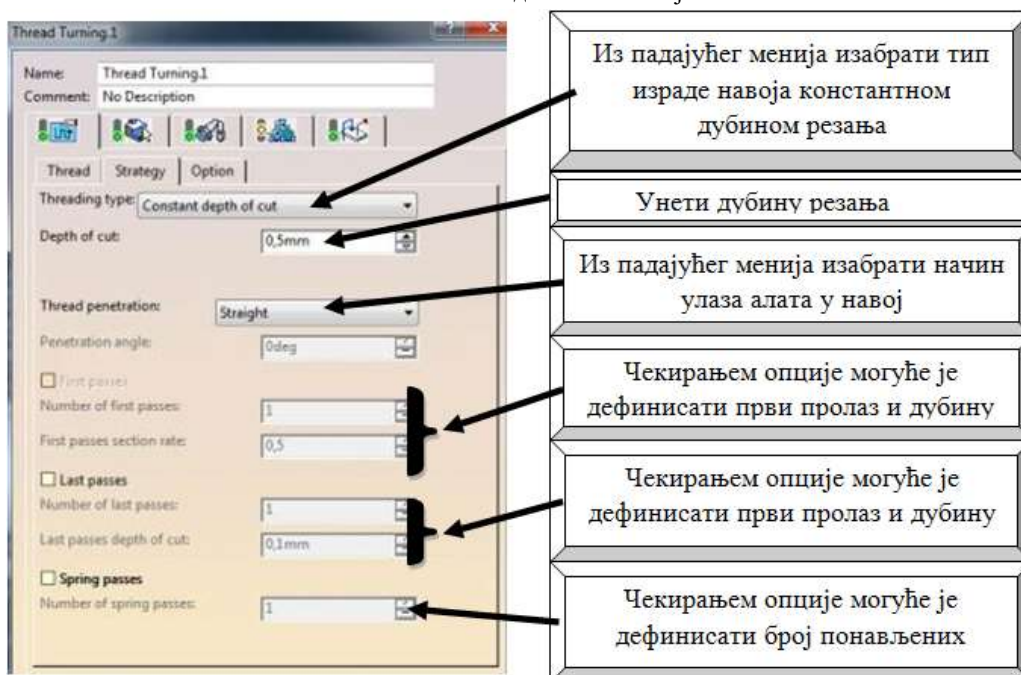
4.2.6 Израда навоја (Thread turning)

Покретањем команде **Thread turning**  отвара се прозор **Thread turning.1** који има 5 картица .

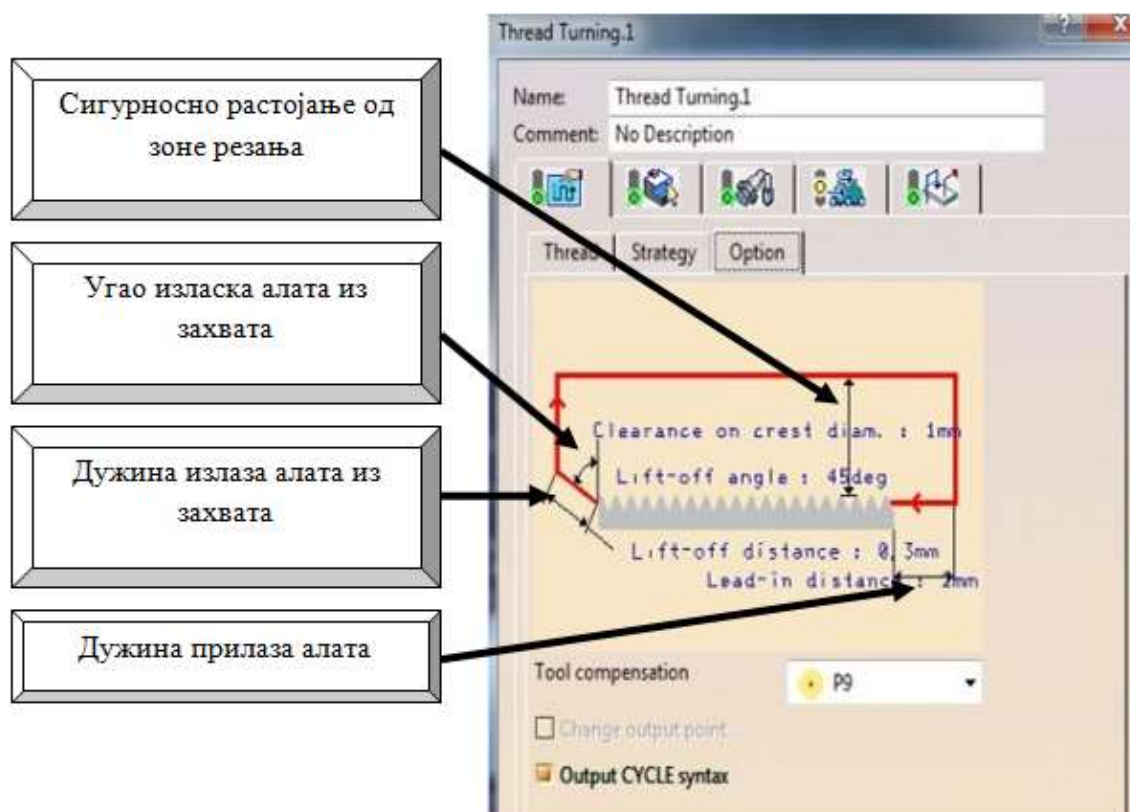
1. У првој картици  се подешавају врста и параметри навоја. Она има три под картице: **Thread** у којој се подешава навој (слика 4.2.9), **Strategy** у којој се подешава начин израде навоја (слика 4.2.10) и **Option** у којој се подешава стратегија кретања алата (слика 4.2.11) .



Слика 4.2.9: Подешавање навоја

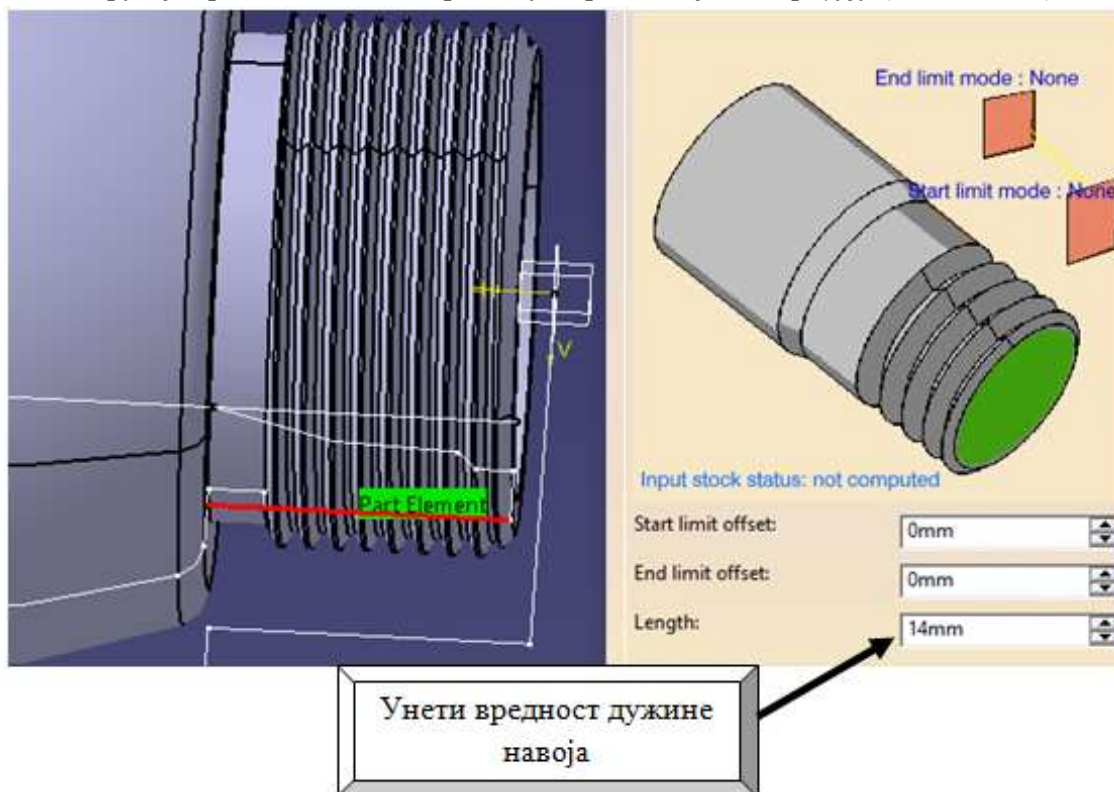


Слика 4.2.10: Подешавање начина израде навоја



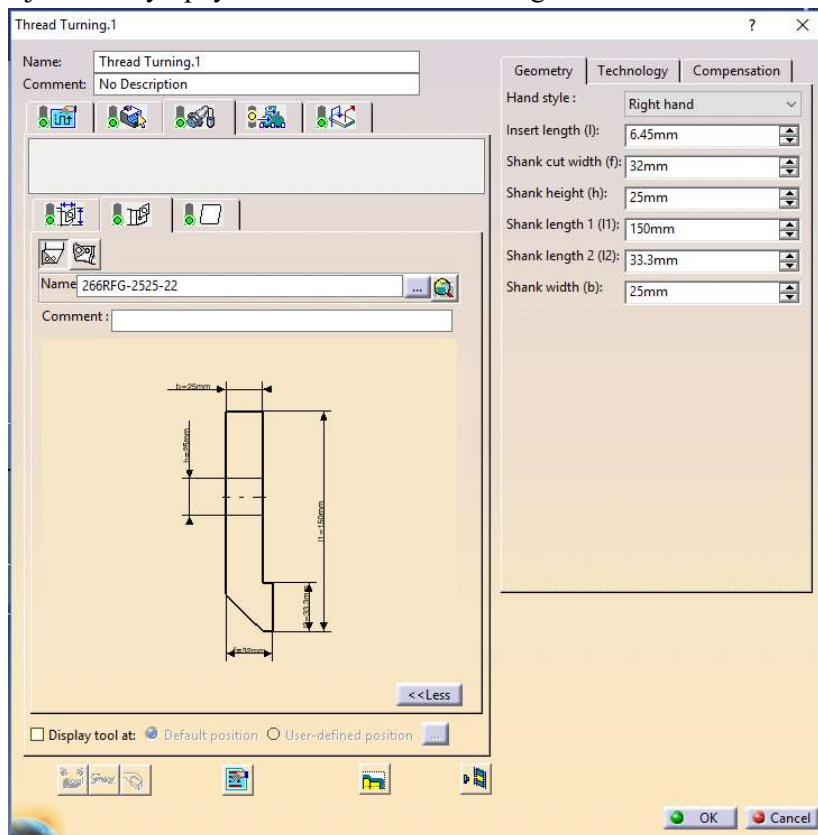
Слика 4.2.11: Дефинисање стратегије обраде

2. У другој картици  дефинишу се равни које се обрађују (слика 3.2.12).

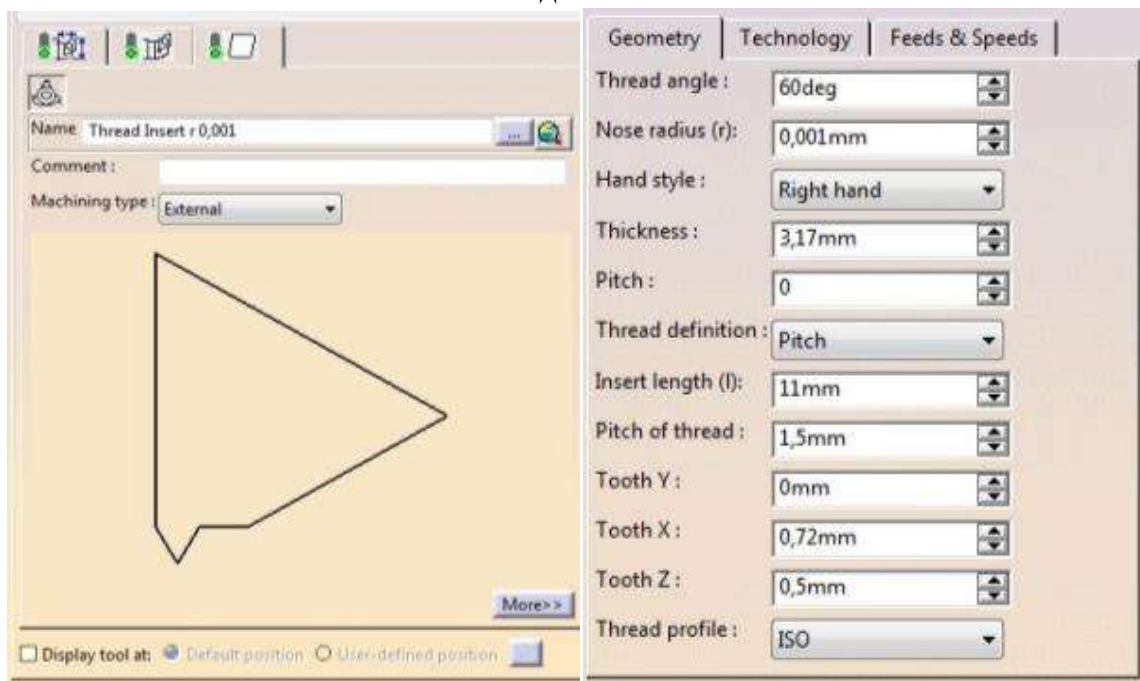


Слика 4.2.12 : Подешавање контуре навоја

3. У трећој картици  се дефинишу резни алати, односно носачи и резне плочице на основу каталога произвођача (слика 4.2.13) и резне плочице за израду навоја (слика 4.2.14). Димензије алата су преузете из SADVIK Catalog Tools 2012.

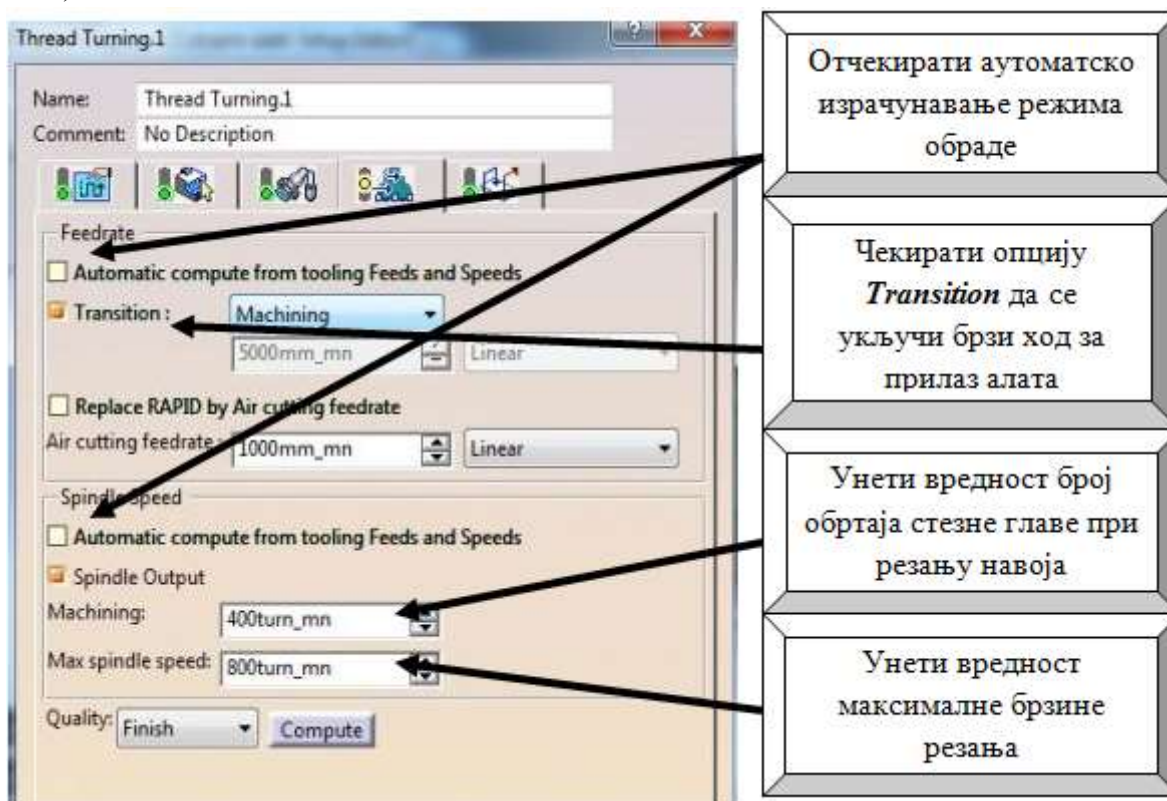


Слика 4.2.13: Димензионисање носача алата



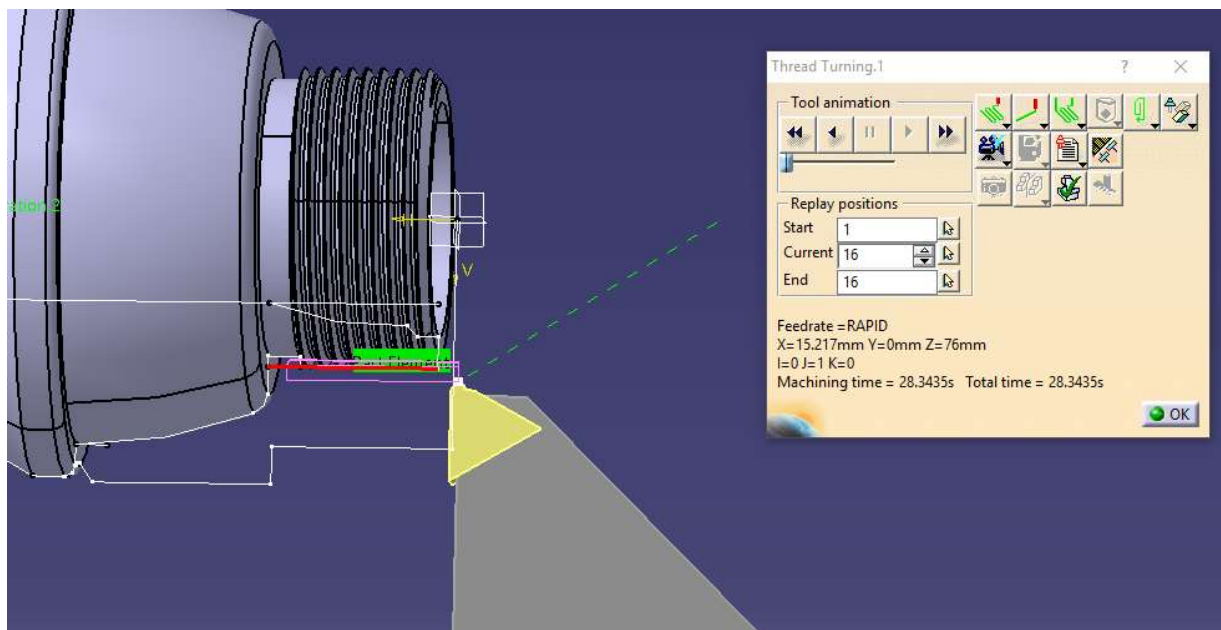
Слика 4.2.14: Димензионисање резних плочица

4. У четвртој картици  се подешавају режими обраде за израду навоја (слика 4.2.15).



Слика 4.2.15: Подешавање режима обраде за израду навоја

5. Као и до сада након дефинисања свих потребних параметара могуће је извршити симулацију обраде командом **Tool Path Replay**  (слика 4.2.16).

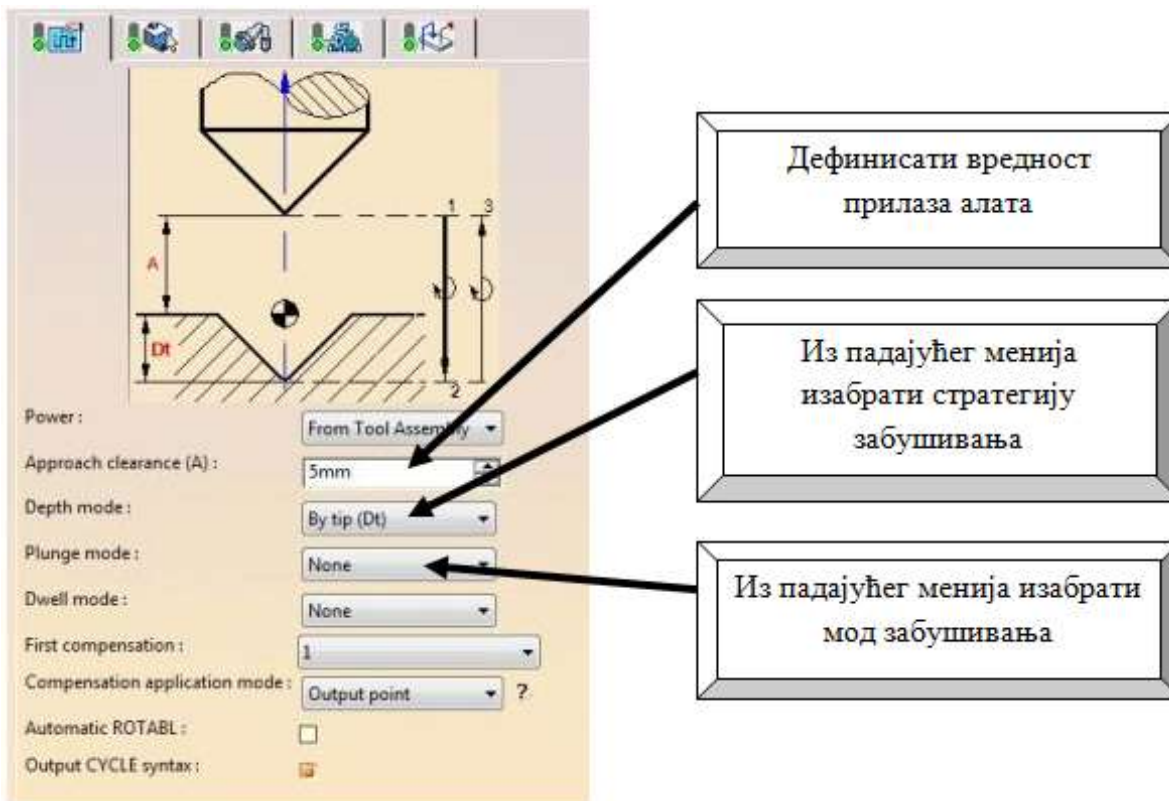


Слика 4.2.16: Симулација израде навоја

4.2.7 Забушивање (*Spot Drilling*)

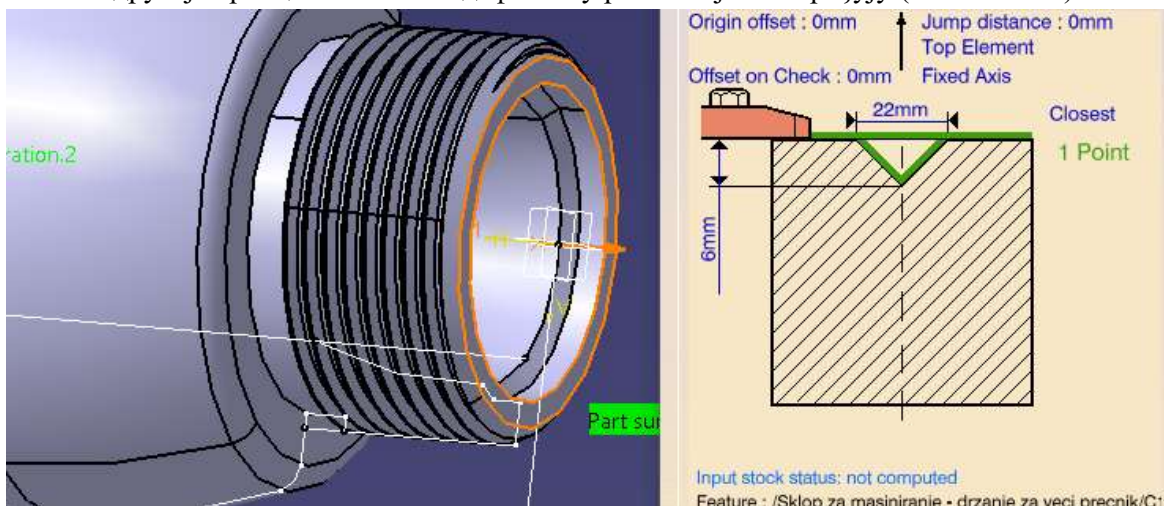
Активирањем команде **Spot Drilling**  отвара се прозор **Spot Drilling Turning.4** који има 5 картица.

1. У првој картици  врши се дефинисање стратегија обраде забушивања (слика 4.2.17).



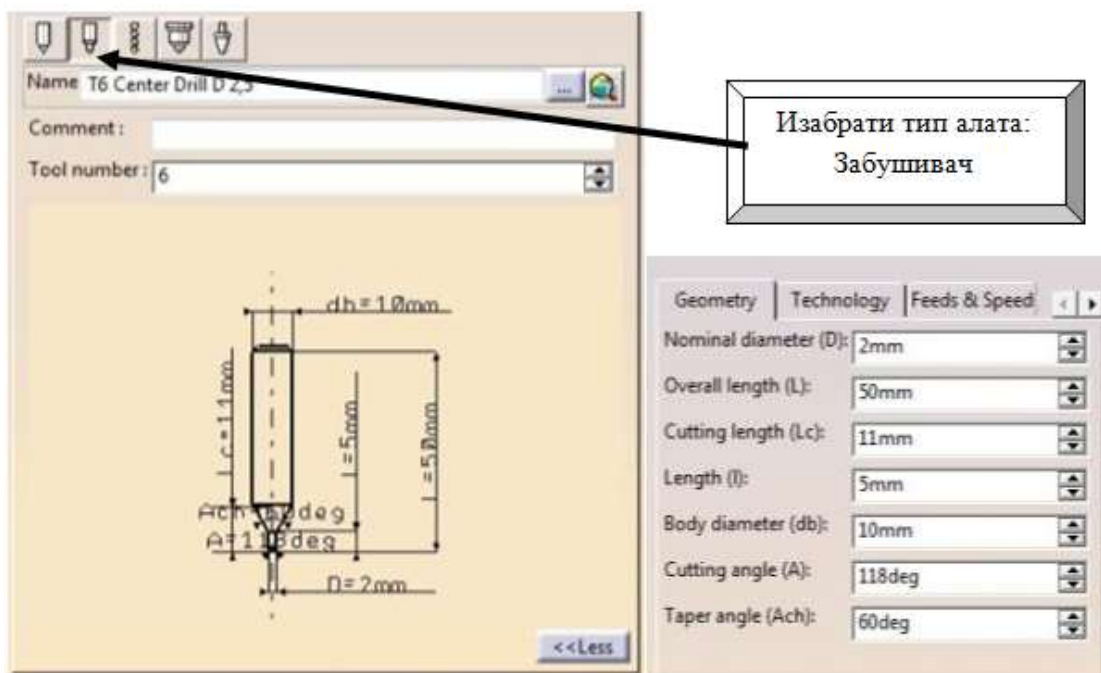
Слика 4.2.17: Подешавање забушивања

2. У другој картици  се дефинишу равни које се обрађују (слика 4.2.18).



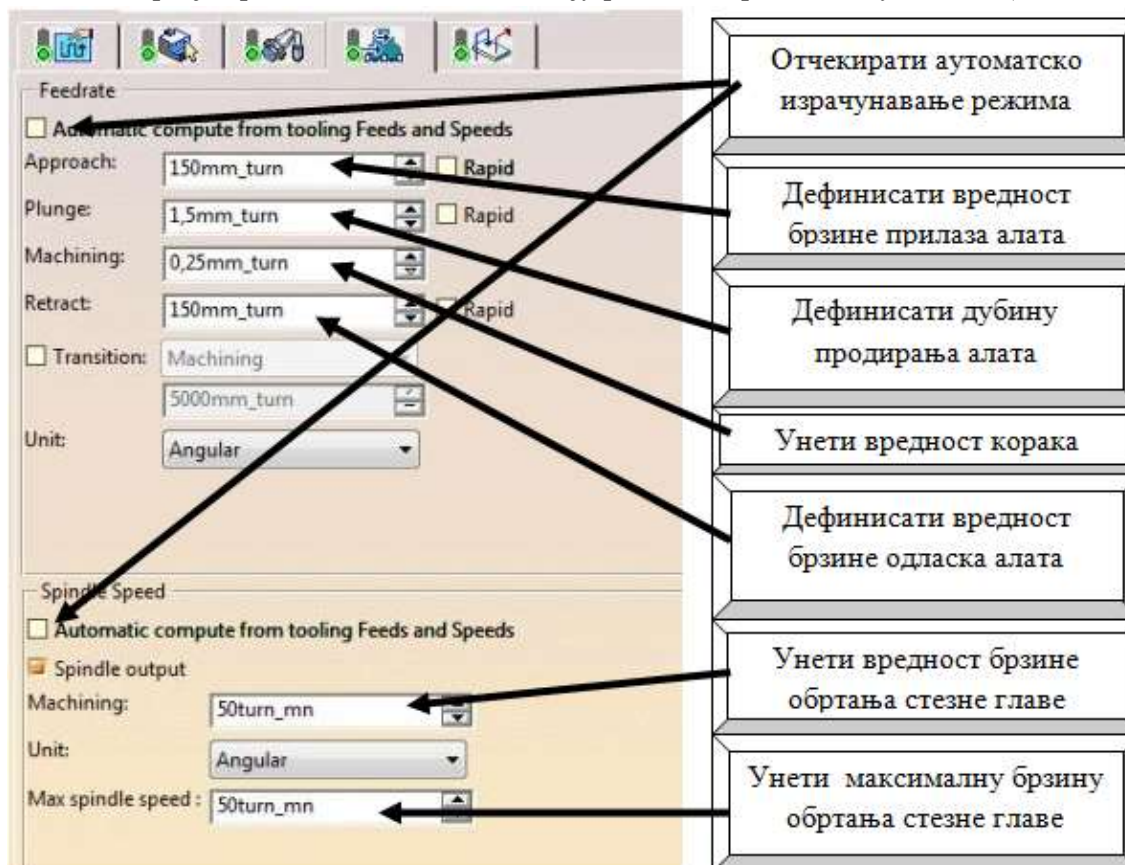
Слика 4.2.18: Дефинисање контура која се обрађује

3. У трећој картици  се врши подешавање забушивача (слика 4.2.19). Димензије алата су преузете из SADVIK Catalog Tools 2012.



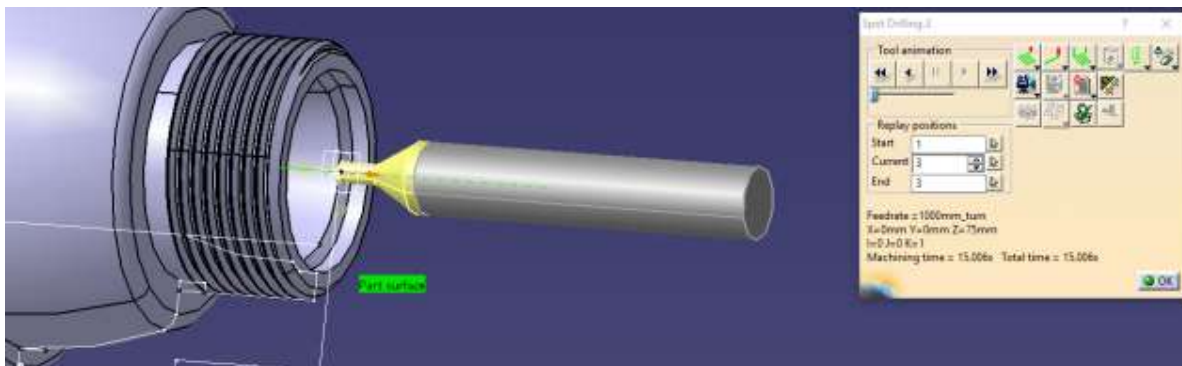
Слика 4.2.19: Димензионисање забушивача

4. У четвртој картици  се подешавају режими обраде за забушивање (слика 4.2.20).



Слика 4.2.20: Подешавање режима обраде за израду навоја

5. Као и до сада након дефинисања свих потребних параметара могуће је извршити симулацију обраде командом **Tool Path Replay**  (слика 4.2.21).

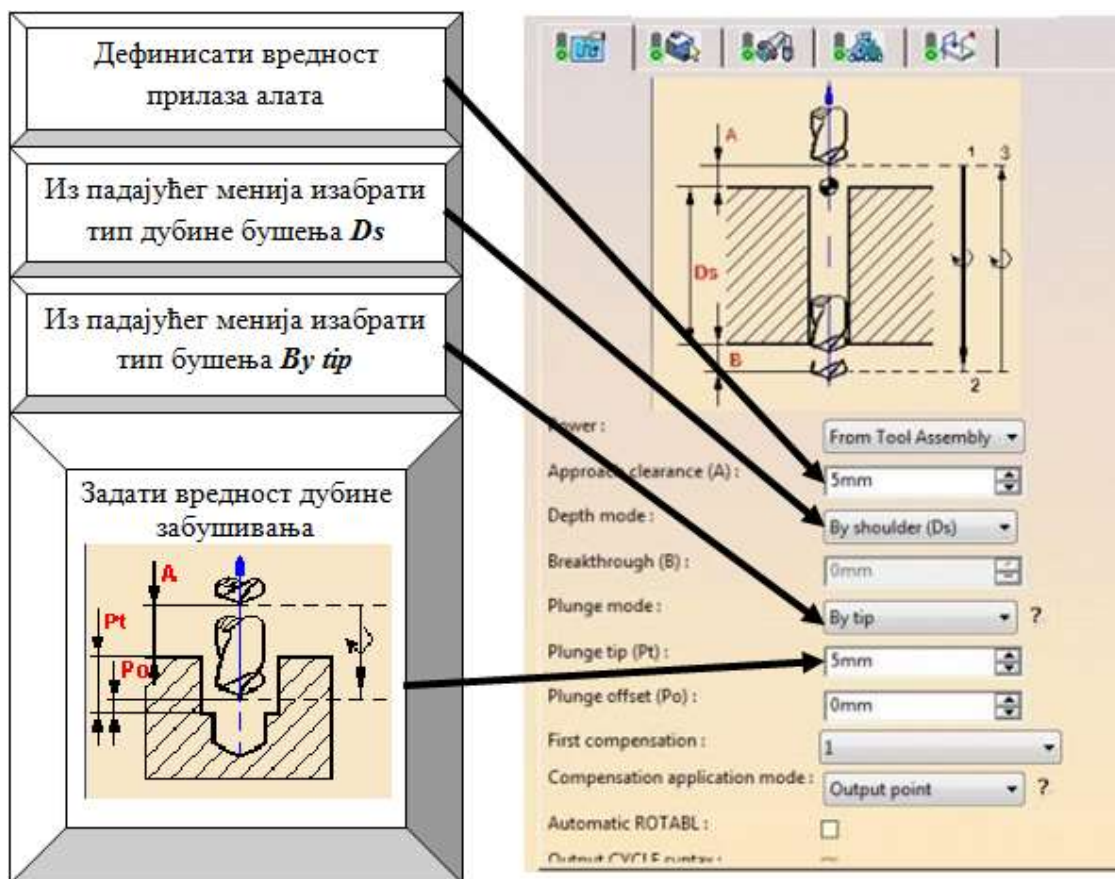


Слика 4.2.21: Симулација забушивања

4.2.8 Бушење (*Drilling*)

Покретањем команде **Drilling**  отвара се прозор **Drilling.1** који има 5 картица.

1. У првој картици  врши се дефинисање стратегија обраде бушивања (слика 4.2.22).

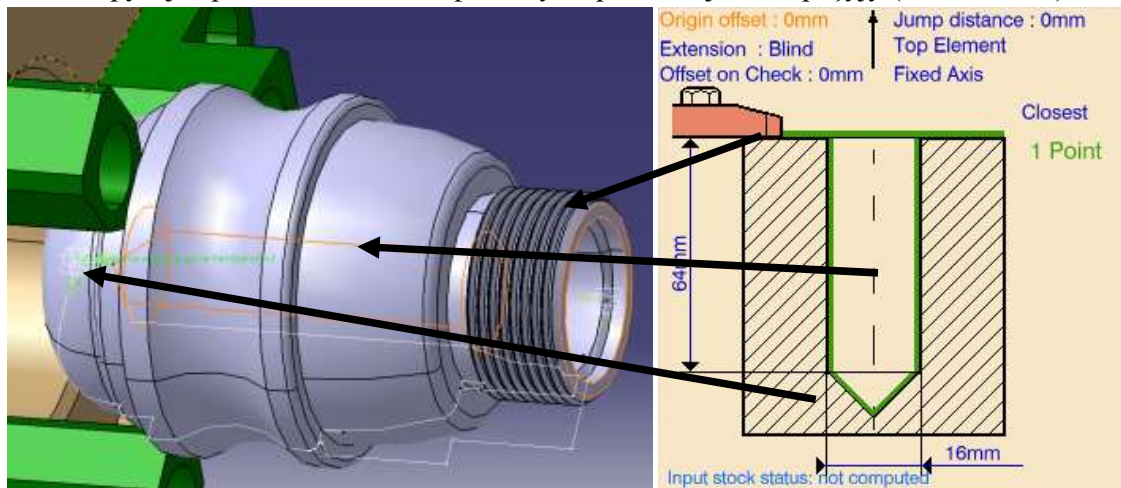


Слика 4.2.22: Подешавање бушења

2. У другој картици



дефинишу се равни које се обрађују (слика 4.2.23).

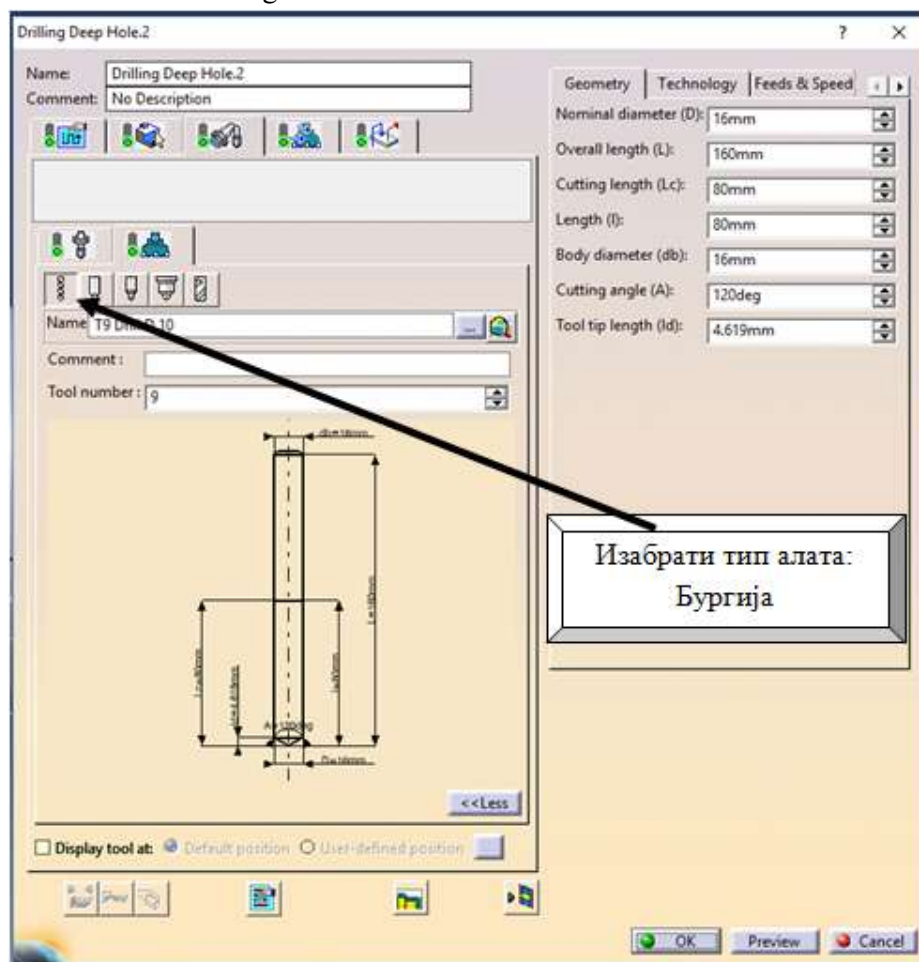


Слика 4.2.23: Дефинисање контура која се обрађује

3. У трећој картици



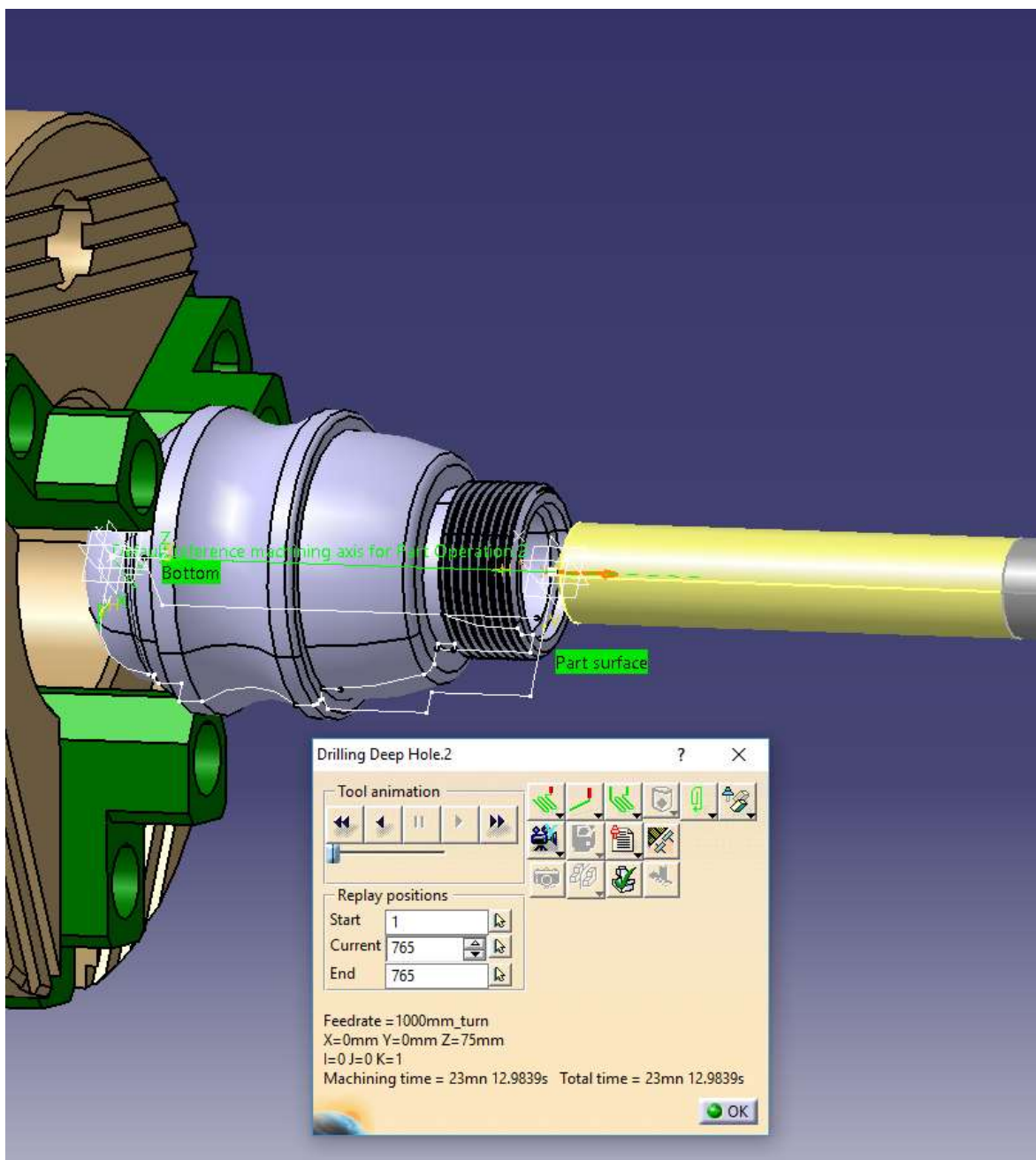
се врши подешавање бургије (слика 4.2.24). Димензије алата су преузете из SADVIK Catalog Tools 2012.



Слика 4.2.24: Димензионисање бургије

4. Подешавање четврте картице тј. режима обраде објашњено је у претходном захвату.

5. Као и до сада након дефинисања свих потребних параметара могуће је извршити симулацију обраде командом **Tool Path Replay**  (слика 4.2.25).

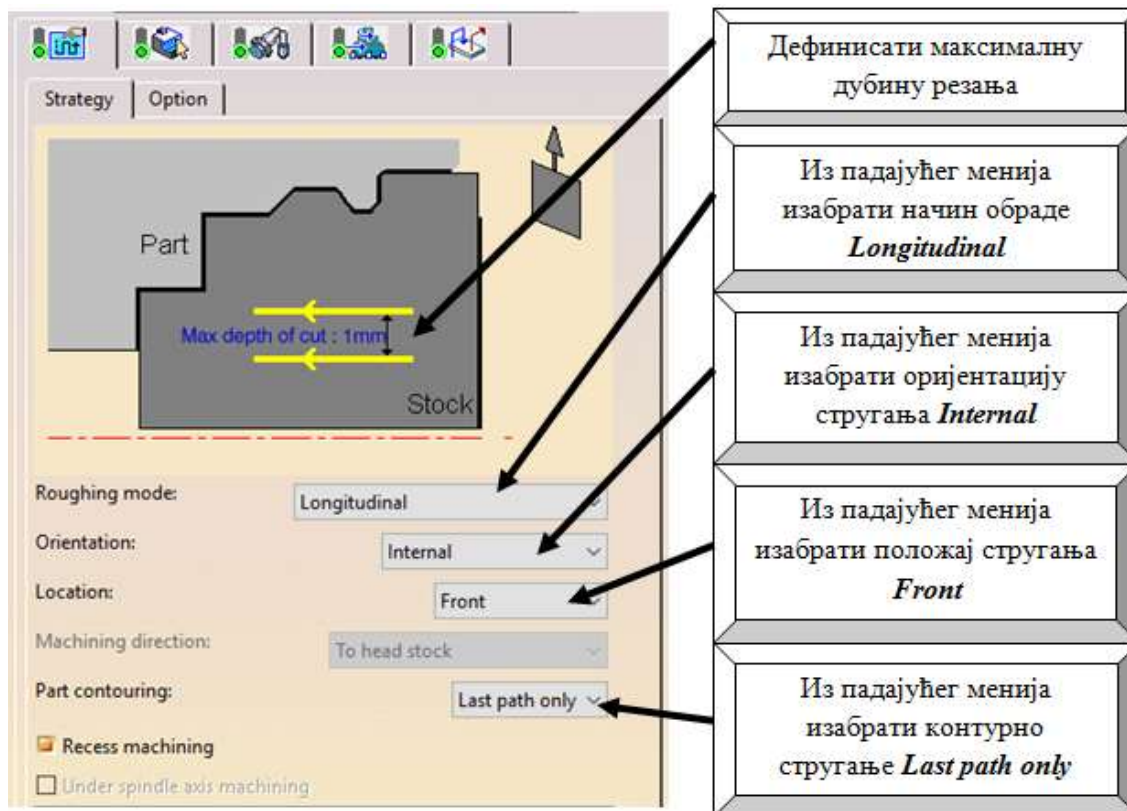


Слика 4.2.25: Симулација бушења

4.2.9 Унутрашња груба обрада (*Internal Rough Turning*)

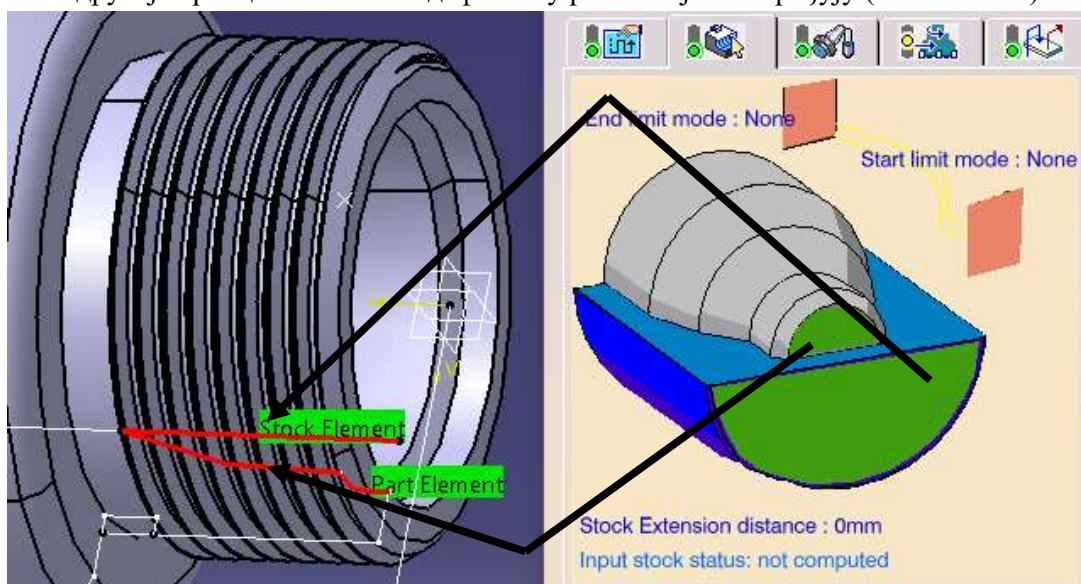
Бушење овтара могућност за унутрашњу обраду па је следећа команда која се користи **Rough Turning** . Отвара се прозор **Rough Turning.4** који има 5 картица.

1. У првој картици  врши се дефинисање стратегија обраде (слика 4.2.26).



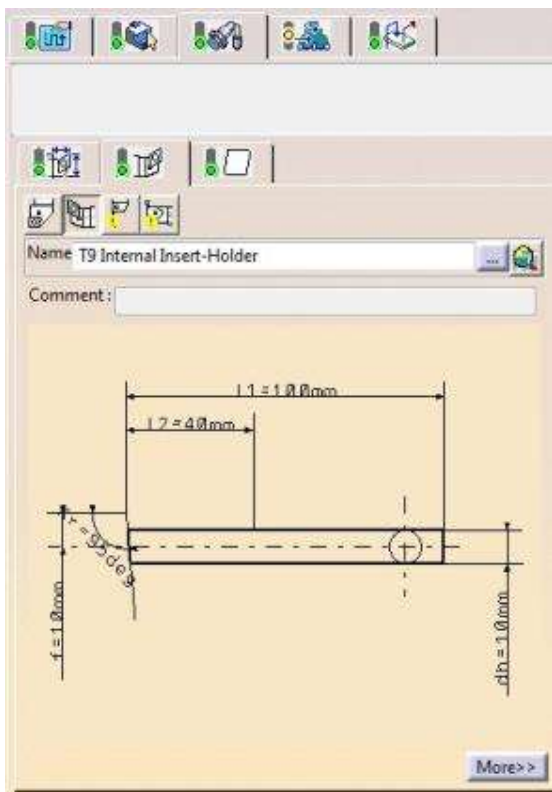
Слика 4.2.26: Дефинисање стратегије обраде

2. У другој картици  се дефинишу равни које се обрађују (слика 4.2.27)

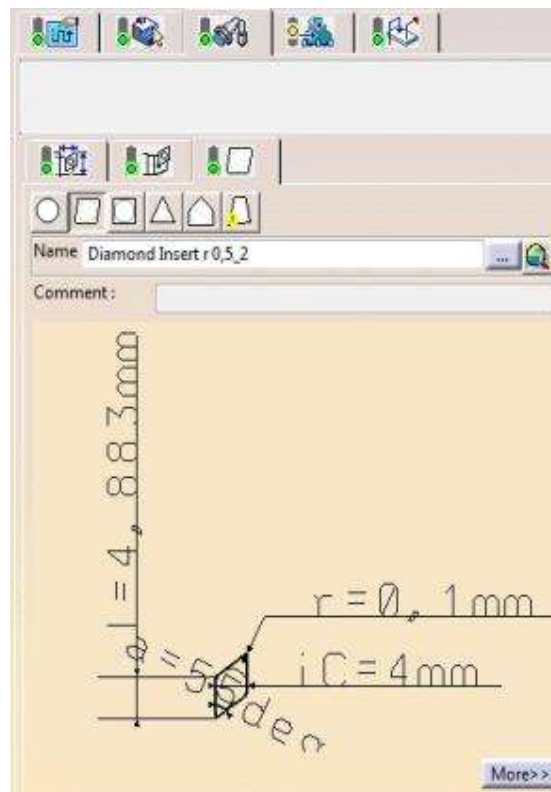


Слика 4.2.27: Дефинисање контура која се обрађује

3. У трећој картици  се врши димензионисање носача алата (слика 4.2.28) и резне плочице (слика 4.2.29). Димензије алата су преузете из SADVIK Catalog Tools 2012.



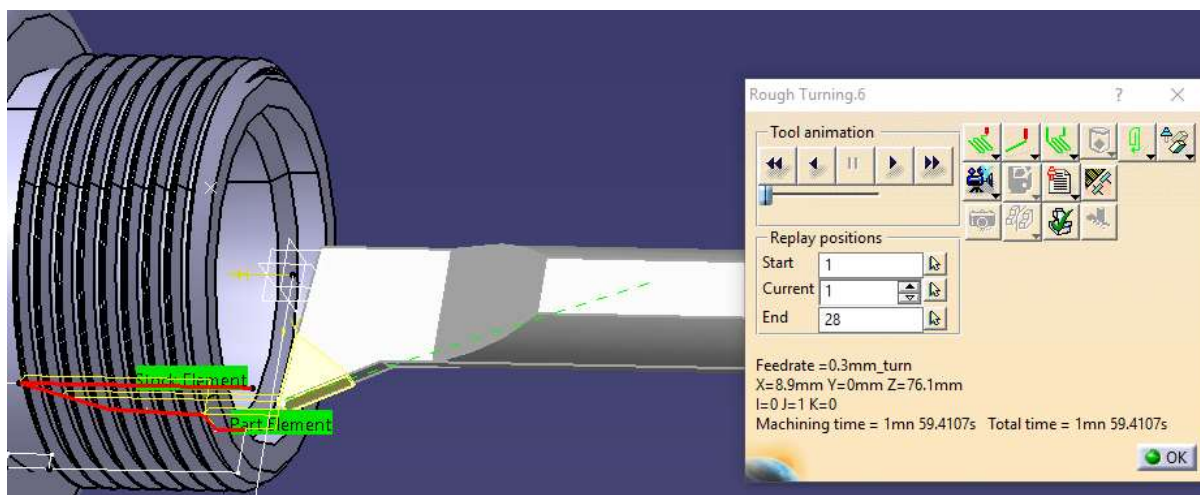
Слика 4.2.28: Димензионисање носача алата



Слика 4.2.29: Димензионисање резне плочице

4. Подешавање четврте картице тј. режима обраде објашњено је у тачки 3.2.2.

5. Као и до сада након дефинисања свих потребних параметара могуће је извршити симулацију обраде командом **Tool Path Replay**  (слика 4.2.30).

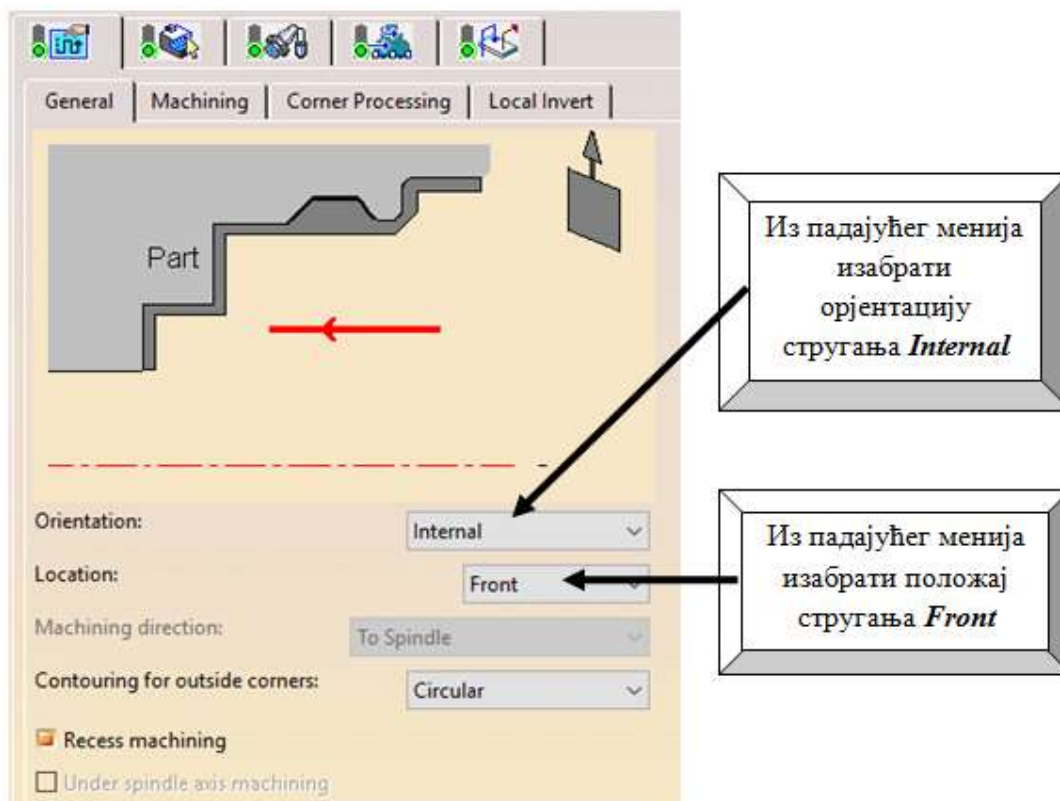


Слика 4.2.30: Симулација грубе унутрашње обраде

4.2.10 Унутрашња фина обрада (Internal Profile Finish Turning)

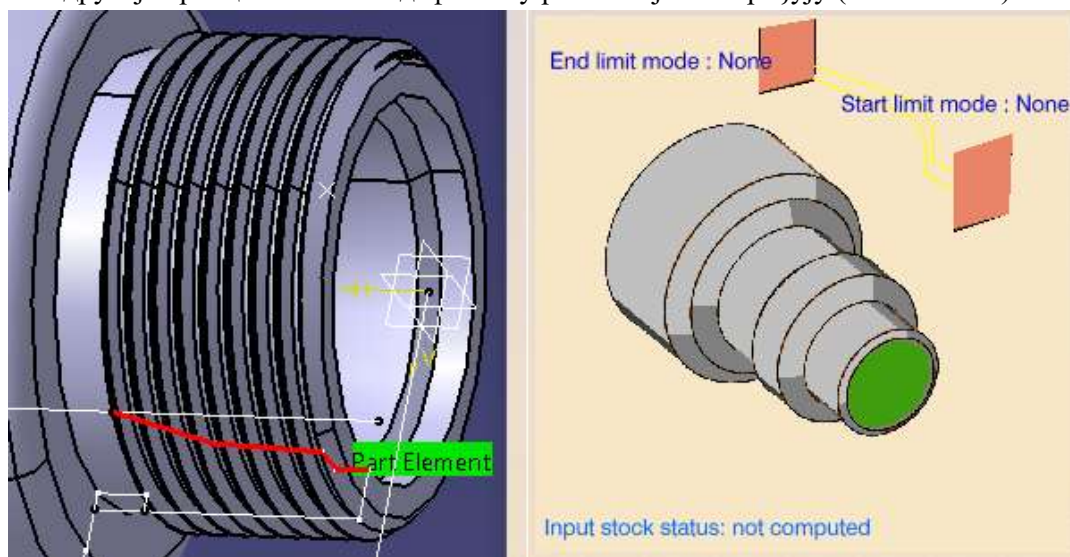
Као и код спољашње обраде задња врста обраде је фина, па се зато селекује команда **Profile Finish Turning** . Отвара се прозор **Profile Finish Turning.2** који има 5 картица.

1. У првој картици  врши се дефинисање стратегија обраде (слика 4.2.31).



Слика 4.2.31: Дефинисање стратегије обраде

2. У другој картици  се дефинишу равни које се обрађују (слика 4.2.32)

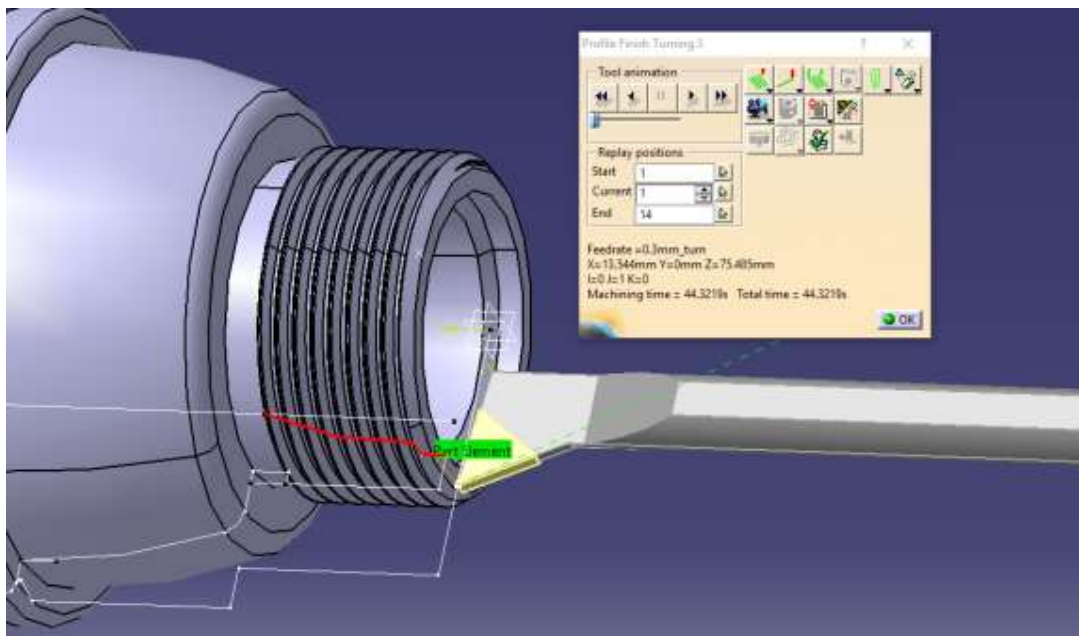


Слика 4.2.32: Дефинисање контура која се обрађује

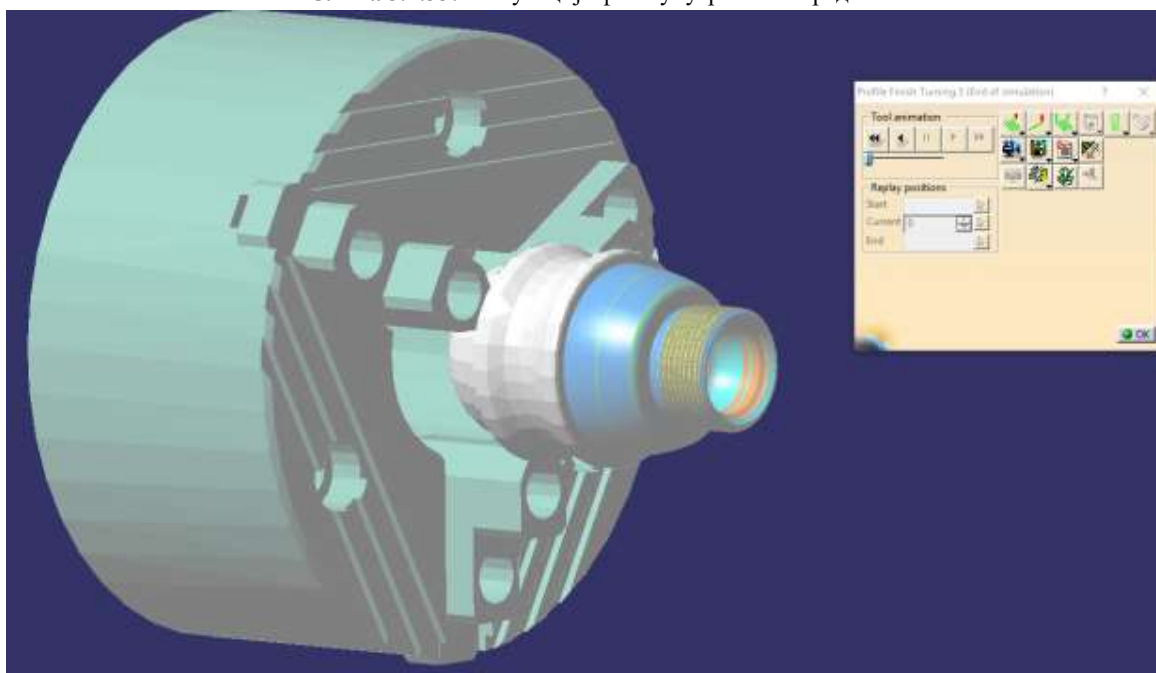
3. У трећој картици  се као и у осталим примерима подешавају димензије носача алата као и резних плочица. У овом случају, једина разлика у односу на унутрашњу грубу обраду јесу димензије алата за фину обраду које се усвајају на основу каталога произвођача. Димензије носача алата као и димензије резних плочица које су коришћена у даљим подешавањима преузета су из SADVIK Catalog Tools 2012.

4. Подешавање четврте картице тј. режима обраде објашњено је у тачки 3.2.5.

5. Као и до сада након дефинисања свих потребних параметара могуће је извршити симулацију обраде командом **Tool Path Replay**  (слика 4.2.33).



Слика 3.2.33: Симулација fine унутрашње обраде

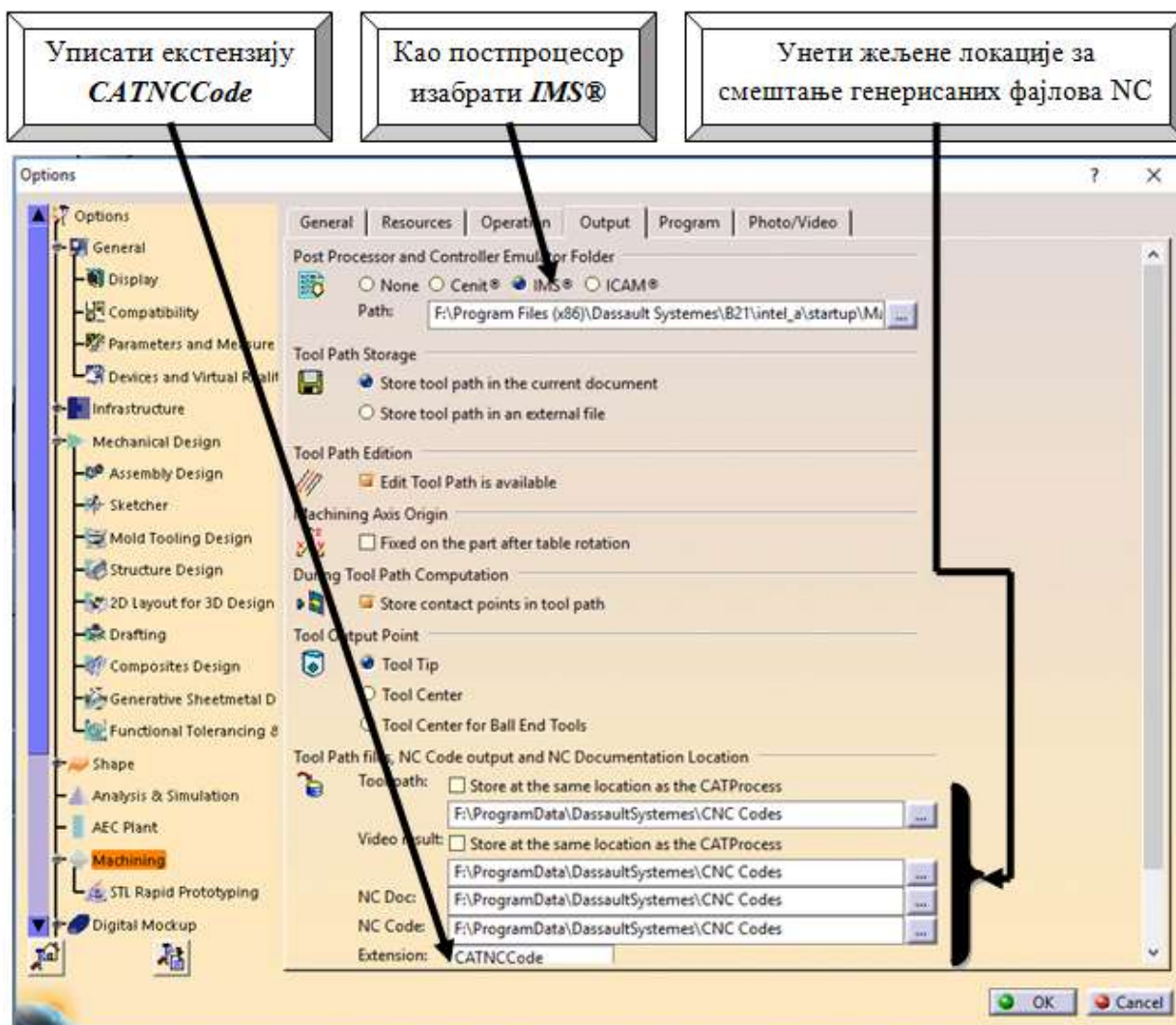


Слика 3.2.62: Изглед дела након видео симулације након прве технолошке операције

5. NC код

5.1 Генерисање NC кода

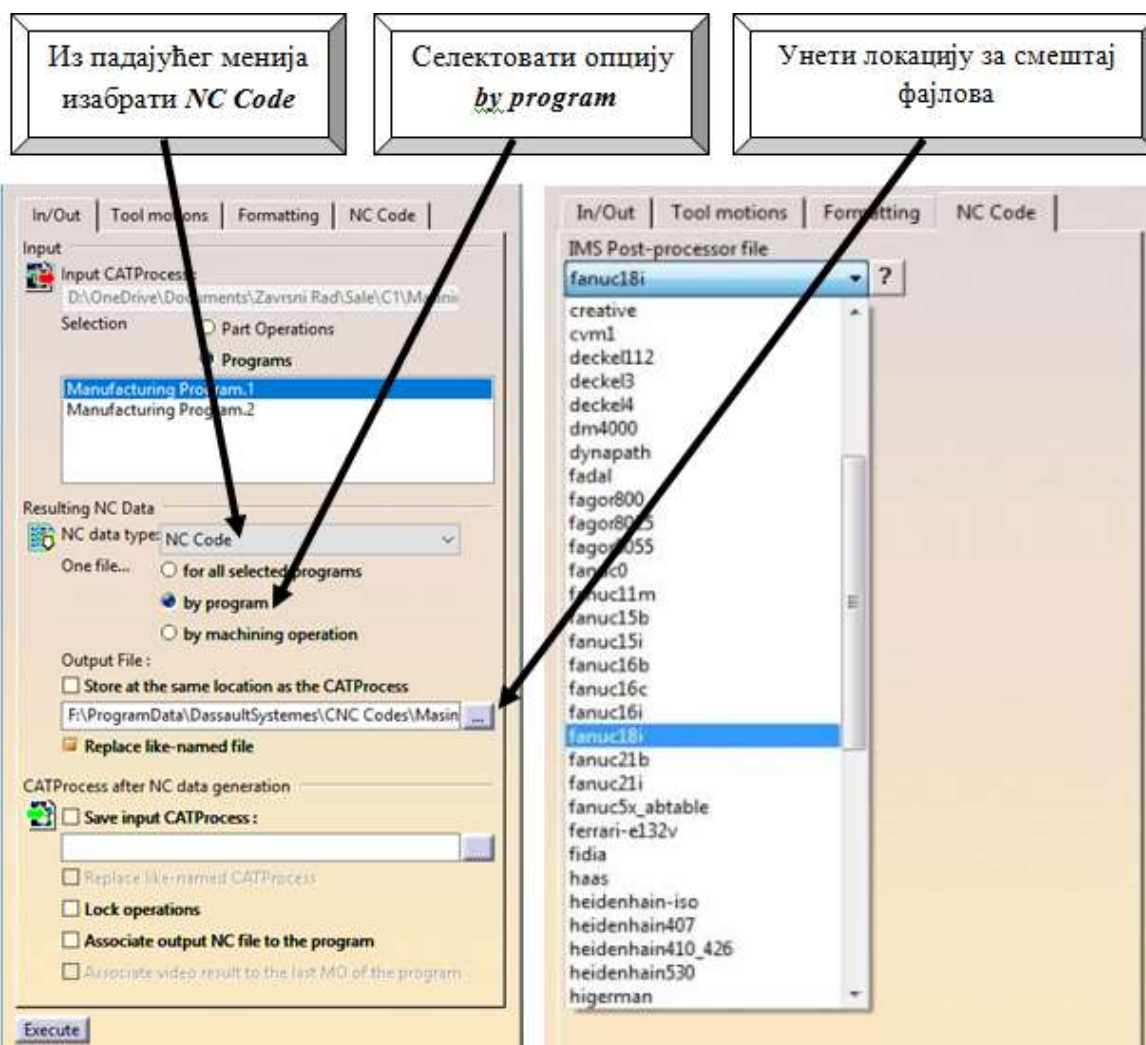
Пре него што се генерише NC код потребно је извршити подешавање постпроцесора на следећи начин: **Tools**→ **Options...**→ **Machining**→ **Output** (слика 5.1)



Слика 5.1: Подешавање постпроцесора

Генерисање кода почиње селектовањем десним кликом жељене технолошке операције за коју треба израдити код, *Manufacturing Program.1*. У менију који се отвара потребно је селектовати *Manufacturing Program.1 Object* а затим у новоотвореном менију селектовати *Generate NC Code Interactively*. Отвара се нови прозор у коме је, у картици *In/Out*, потребно извршити подешавање NC кода (слика 5.2)

У картици под називом *NC Code* бира се жељени постпроцесор, односно постпроцесор који машина алатка на којој ће се обрада вршити препознаје. После извршеног подешавања активира се команда *Execute* и тиме се генеришу кодови на жељеној локацији. На исти начин се креира код за другу технолошку операцију.



Слика 5.2: Подешавање генерисања NC кода

Слика 5.3: Одабир постпроцесора машине

Обично је потребно кориговати генерисани код пре него што се он пренесе у управљачку јединицу. Потребно је избрисати коментаре које софтвер сам креира тако да остане само потребан код. За кориговање програма може се искористити *Notepad* који ће кодове отворити у виду обичног текста и дати инжењеру могућност манипулисања кодом. Такође је потребно извршити симулацију на самој управљачкој јединици пре пуштања машине алатке у рад.

6. Реализација генерисаног кода у реалним условима

Тестирање NC кода извршено је у „д.о.о. Милановић инжењеринг“ у периоду од 15.-18. јула 2016. године. Машина на којој се изводи обрада резањем ротационих делова је **HAAS ST30** (слика 6.1). Управљачка јединица машине је **Fanuc**. Снага мотора машине је 22.4 kW , максимални број обртаја 3400 o/min , максималан број алата у магацину је 12, док је ход по x оси 318 mm .



Слика 6.1: HAAS ST30

Као што је већ поменуто пре употребе кода потребно је извршити корекције и симулацију на самој управљачкој јединици (слика 6.2). Такође је потребно у револвер главу (уколико је струг поседује) поставити алате потребне за извршавање свих операција (слика 6.3).



Слика 6.2: Корекција NC кода и извођење симулације на управљачкој јединици



Слика 6.3: Припрема машине за спровођење технолошких операција



Слика 6.4: Погрешно генерисан код доводи до грешке

Слика 6.5: Нови део са коригованим кодом



Слика 6.6: Део након израде навоја

Слика 6.7: Део након унутрашње обраде



Слика 6.8: Део након завршетка технолошке операције

На сликама 6.9 и 6.10 приказан је готов део након извршене прве и друге технолошке операције.



Слика 6.9: Део након завршетка технолошких операције



Слика 6.10: Део након завршетка технолошких операције

7. Закључак

У току процеса креирања модела потребно је водити рачуна о избору базне моделске форме, пошто је она неопходна за даљи ток моделирања, као и о њеној надоградњи и редоследу додавања других моделских форми. Како је свака моделска форма у вези са претходно креираним формама, између њих се успостављају везе којима се дефинишу њихови односи. Због потреба модификације модела, потребно је водити рачуна о међусобној зависности између формираних моделских форми.

У оквиру процеса моделирања технолошког поступка обраде, акценат је усмерен на смањење главног и помоћног времена обраде, као и на економичност при избору алата.

Пошто је завршен процес моделирања и израде програма, потребно је извршити његово процесирање, при чему је важно одабрати постпроцесор и стандард најсличнији управљачкој јединици машине која се користи. NC код који се добија постпроцесирањем није употребљив на самој машини, неопходно је извршити адаптацију одређених функција, као и упоређивање његове идентичности у односу на оно што смо дефинисали у самом програму софтверског пакета CATIA. Под адаптацијом функција се подразумева уклањање коментара и симбола, правилно уношење програмских наредби и карактеристика циклуса и уклањање функција које нису предвиђене за дату управљачку јединицу. Поред адаптације јако је важно извршити упоређивање путање који даје добијен NC код са путањом која је задата у процесу машинирања. Није пракса, али се могу наћи одступања између ове две путање. Она се обично огледају у губљењу појединих блокова (програмских реченица), а најчешће је то прилаз и излаз алата из обраде. Ове грешке се решавају дописивањем изгубљених блокова или пребацивањем са места где су они комплетни.

Примена савремених CAD/CAM система инжењерима пружа значајно олакшање у процесу моделирања технолошких поступака обраде, али уједно захтева и добро познавање технологије обраде метала резањем, алата и прибора, особина и карактеристика материјала, што представља и додатни изазов.



8. Литература

- [1] Devedžić G.: “CAD/CAM tehnologije”, Mašinski fakultet u Kragujevcu, CIRPIS centar, Kragujevac, 2009.
- [2] Zeid I.: “Mastering CAD/CAM”, McGraw Hill, New York, NY, USA, 2005.
- [3] Hoffmann M., Hack O., Eickenberg S.: “CAD/CAM mit CATIA V5 – NC-Programmierung, Postprocessing, Simulation“, Carl Hanser, 2005. ISBN: 3-446-22959-0
- [4] Ćuković S., Devedžić G., Pankratz F., Ghionea I., Subburaj K.: “PRAKTIKUM ZA CAD/CAM – Augmented Reality -”, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Centar za integrisan razvoj proizvoda i procesa i inteligentne sisteme - CIRPIS, Kragujevac, ISBN 978-86-6335-020-5, 2015.
- [5] Smid P.: “CNC Programming Handbook”, Industrial Press, Inc., 2002.
- [6] Девеџић Г., Ђуковић С, Максић Ј., Петровић С.: “3D моделирање производа – методичка збирка задатака”, Машински факултет у Крагујевцу, ЦИРПИС центар, Крагујевац, 2009.
- [7] http://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/T-Max_P/pages/default.aspx
- [8] Иво Сладе „CNC стругање“; Прва техничка школа Тесла у Загребу; 2003.
- [9] Недић, Б., Лазић, М., Производне технологије, Обрада метала резањем, скрипта, Машински факултет, Крагујевац, 2007.
- [10] http://solfins.com/download/DIPLOMSKI%20RAD_GD.pdf (21.10.2016.год.)