

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Производно машинство

Предмет: CAD/CAM/CAE1

Број индекса: 44/2010

Милош З. Милисављевић

3Д моделирање и параметарска оптимизација облика пластичних флаша

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 параметарских модела флаша,
4. изврши потребну оптимизацију параметара за различите варијанте модела,
5. примени специфичне технике умножавања и вишеструког коришћења модела и моделских форми,
6. изврши верификацију изведених инстанци.

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 оптимизација 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 површинских модела по принципима креирања робустних модела. То подразумева, између осталог, креирање адекватног скелетног модела и детаљну параметризацију геометријских и димензионих ограничења. Креирано је неколико примера модела флаше и табела фамилије различитих варијанти модела. Тај поступак детаљно је описан. Коришћењем специфичних техника *Knowledgeware* технологија (*Power Copy* и *Product engineering optimizer*) приказана је аутоматска регенерација модела у складу са вредностима граничних параметара и комбиновање различитих скупова моделских форми са циљем генерисања нових облика флаша.

Кључне речи:

- 3Д запреминско моделирање површи
- Параметарска оптимизација
- *Knowledgeware* технологије

Summary

Application of modern *CAD/CAM* systems enable engineers significant relief in modeling of complex 3D models and shapes 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 optimization 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 surface 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. A couple of 3D models of bottles and family table model with variations have been created. This procedure is described in detail. By using specific techniques called *Knowledgeware Technology* (*Power Copy*, and *Product Engineering Optimizer*) enable the automatic regeneration of the model in accordance to the values of threshold parameters and combining different sets of model's form with the aim of generating new classes of bottles.

Keywords:

- Surface 3D modeling
- Parametric optimization
- *Knowledgeware* technologies

Садржај

Резиме

1.	УВОД	1
1.1.	Knowledgeware технологије	1
1.2.	Модул за оптимизацију: Product engineering optimizer	2
1.3.	Формуле	2
1.4.	Примена опције Power Copy	3
1.5.	Табела фамилије делова	3
2.	КРЕИРАЊЕ МОДЕЛА ФЛАШЕ	6
2.1.	Пример 1	6
Корак 1:	Активирање модула за креирање модела	6
Корак 2:	Подешавање видљивости параметара	6
Корак 3:	Креирање параметра	7
Корак 4:	Постављање координатног систем	8
Корак 5:	Креирање геометријског скупа	8
Корак 6:	Креирање моделске форме <i>Revolute.1</i>	8
Корак 7а:	Креирање моделске форме <i>Volume Sweep.1</i>	11
Корак 7б:	Креирање моделске форме <i>CircPattern.1</i>	12
Корак 8:	Креирање моделске форме <i>Trim.1</i>	12
Корак 9:	Креирање заобљења	13
Корак 10:	Снимање и чување модела	13
Корак 11:	Креирање геометријског скупа	14
Корак 12:	Креирање моделске форме <i>Revolute.2</i>	14
Корак 13:	Креирање референтне равни <i>Plane.1</i>	15
Корак 14:	Креирање моделске форме <i>Intersect.1</i>	15
Корак 15:	Креирање моделске форме <i>Volume Sweep.2</i>	16
Корак 16:	Креирање моделске форме <i>RectPattern.1</i>	16
Корак 17:	Креирање моделске форме <i>Trim.2</i>	16
Корак 18:	Креирање заобљења <i>Edge Fillet.3</i>	17
Корак 19:	Креирање референтне равни <i>Plane.2</i>	17
Корак 20:	Креирање моделске форме <i>Intersect.2</i>	17
Корак 21:	Креирање моделске форме <i>Combine.1</i>	17
Корак 22:	Креирање моделске форме <i>Volume Sweep.3</i>	18
Корак 23:	Креирање моделске форме <i>Trim.3</i>	19
Корак 24:	Креирање заобљења <i>Edge Fillet.4</i>	19
Корак 25:	Креирање референтне равни <i>Plane.3</i>	19
Корак 26:	Креирање моделске форме <i>Intersect.3</i>	19
Корак 27:	Креирање моделске форме <i>Combine.2</i>	19

Корак 28:	Креирање моделских форми <i>Volume Sweep.4, Trim.4 и Edge Fillet.5</i>	20
Корак 29:	Креирање референтне равни <i>Plane.4</i>	20
Корак 30:	Креирање моделске форме <i>Intersect.4</i>	20
Корак 31:	Креирање моделске форме <i>Combine.3</i>	20
Корак 32:	Креирање моделских форми <i>Volume Sweep.5, Trim.5 и Edge Fillet.6</i>	21
Корак 33:	Креирање референтне равни <i>Plane.5</i>	21
Корак 34:	Креирање моделске форме <i>Intersect.5</i>	21
Корак 35:	Креирање моделске форме <i>Combine.4</i>	21
Корак 36:	Креирање моделских форми <i>Volume Sweep.6, Trim.6 и Edge Fillet.7</i>	22
Корак 37:	Креирање референтне равни <i>Plane.6</i>	22
Корак 38:	Креирање моделске форме <i>Intersect.6</i>	22
Корак 39:	Креирање моделске форме <i>Combine.5</i>	22
Корак 40:	Креирање моделских форми <i>Volume Sweep.7, Trim.7 и Edge Fillet.8</i>	23
Корак 41:	Креирање референтне равни <i>Plane.7</i>	23
Корак 42:	Креирање моделске форме <i>Intersect.7</i>	23
Корак 43:	Креирање моделске форме <i>Combine.6</i>	23
Корак 44:	Креирање моделских форми <i>Volume Sweep.8, Trim.8 и Edge Fillet.9</i>	24
Корак 45:	Снимање и чување модела	24
Корак 46:	Креирање геометријског скупа	25
Корак 47:	Креирање моделске форме <i>Revolute.3</i>	25
Корак 48:	Прелазак у модул <i>Part Design</i>	25
Корак 49:	Креирање референтне равни <i>Plane.8</i>	26
Корак 50:	Креирање моделске форме <i>Pad.1</i>	26
Корак 51:	Креирање референтне равни <i>Plane.9</i>	27
Корак 52:	Креирање моделске форме <i>Pad.2</i>	27
Корак 53:	Креирање моделске форме <i>Draft.1</i>	27
Корак 54:	Креирање референтне равни <i>Plane.10</i>	27
Корак 55:	Креирање моделске форме <i>Helix.1</i>	27
Корак 56:	Креирање референтне равни <i>Plane.11</i>	28
Корак 57:	Креирање моделске форме <i>Rib.1</i>	29
Корак 58:	Креирање моделске форме <i>Pocket.1</i>	29
Корак 59:	Креирање заобљења	30
Корак 60:	Додавање материјала	30
Корак 61:	Снимање и чување модела	31
2.2. Пример 2		32
Корак 1:	Активирање модула за креирање модела	32
Корак 2:	Креирање моделске форме <i>Revolute.1</i>	33
Корак 3:	Креирање моделске форме <i>Volume Sweep.1</i>	33
Корак 4:	Креирање заобљења на моделској форми <i>Volume Sweep.1</i> и умножавање	34
Корак 5:	Креирање моделске форме <i>Trim.1 и Edge Fillet.2</i>	34
Корак 6:	Снимање и чување модела	34

Корак 7:	Креирање геометријског скупа	35
Корак 8:	Креирање моделске форме <i>Revolute.2</i>	35
Корак 9:	Креирање референтне равни <i>Plane.1</i> и моделске форме <i>Intersect.1</i>	36
Корак 10:	Креирање моделске форме <i>Volume Sweep.2</i>	36
Корак 11:	Креирање моделских форми <i>RectPattern.1</i> , <i>Trim.2</i> и <i>Edge Fillet.3</i>	37
Корак 12:	Креирање моделске форме <i>Extrude.1</i>	37
Корак 13:	Креирање моделске форме <i>Split.1/Split.2</i>	38
Корак 14:	Креирање референтне равни <i>Plane.2</i> , тачке <i>Point.1</i> и моделске форме <i>Intersect.2</i>	38
Корак 15:	Креирање референтне равни <i>Plane.3</i> , тачке <i>Point.2</i> и моделске форме <i>Intersect.3</i>	39
Корак 16:	Креирање моделске форме <i>Line.1</i>	39
Корак 17:	Креирање моделске форме <i>CircPattern.2</i>	39
Корак 18:	Креирање моделске форме <i>Split.3/Split.4</i>	39
Корак 19:	Креирање моделске форме <i>Multi-sections Surface.1</i>	41
Корак 20:	Креирање моделске форме <i>CircPattern.3</i>	41
Корак 21:	Креирање моделске форме <i>Join.1</i>	41
Корак 22:	Креирање моделске форме <i>Edge Fillet.4</i>	41
Корак 23:	Креирање моделске форме <i>Join.2</i>	41
Корак 24:	Креирање моделских форми <i>Boundary.1</i> и <i>Boundary.2</i>	41
Корак 25:	Креирање тачке <i>Point.3</i>	42
Корак 26:	Креирање моделске форме <i>Blend.1</i>	42
Корак 27:	Креирање моделске форме <i>Join.3</i>	42
Корак 28:	Креирање моделске форме <i>Extrude.2</i>	42
Корак 29:	Креирање моделске форме <i>Split.5</i>	42
Корак 30:	Креирање референтне равни <i>Plane.6</i>	43
Корак 31:	Креирање моделске форме <i>Extrude.3</i>	43
Корак 32:	Креирање моделске форме <i>Split.6</i>	43
Корак 33:	Креирање моделске форме <i>Fill.1</i>	43
Корак 34:	Креирање моделске форме <i>Join.4</i>	43
Корак 35:	Креирање моделских форми <i>CircPattern.4</i> и <i>Split.7</i>	44
Корак 36:	Креирање моделских форми <i>Project.3</i> , <i>Extrude.4</i> , <i>Split.8</i> , <i>Fill.2</i> , <i>Join.5</i> , <i>CircPattern.5</i> и <i>Split.9</i>	44
Корак 37:	Креирање моделске форме <i>Join.6</i>	44
Корак 38:	Креирање моделске форме <i>Extrude.5</i>	44
Корак 39:	Креирање моделске форме <i>Split.10/Split.11</i>	44
Корак 40:	Креирање моделске форме <i>Extrude.6</i>	45
Корак 41:	Креирање моделске форме <i>Split.12/Split.13</i>	45
Корак 42:	Креирање моделске форме <i>Offset.1</i>	45
Корак 43:	Креирање моделске форме <i>Fillet.1</i>	45
Корак 44:	Креирање моделске форме <i>Split.14</i>	45
Корак 45:	Креирање моделске форме <i>Fillet.2</i>	46

Корак 46:	Креирање моделске форме <i>Split.15</i>	46
Корак 47:	Креирање моделске форме <i>Join.7</i>	46
Корак 48:	Снимање и чување модела	47
Корак 49:	Креирање геометријског скупа	47
Корак 50:	Креирање моделске форме <i>Revolute.3</i>	47
Корак 51:	Креирање референтне равни <i>Plane.7</i>	47
Корак 52:	Креирање моделских форми <i>Project.4, Extrude.7, Split.16, Fill.3, Join.8, CircPattern.6</i> и <i>Split.17</i>	48
Корак 53:	Креирање моделских форми <i>Project.5, Extrude.8, Split.18, Fill.4, Join.9, CircPattern.7</i> и <i>Split.19</i>	48
Корак 54:	Креирање моделских форми <i>Project.6, Extrude.9, Split.20, Fill.5, Join.10,</i> <i>CircPattern.8</i> и <i>Split.21</i>	48
Корак 55:	Креирање моделске форме <i>Split.22</i>	48
Корак 56:	Креирање моделске форме <i>Join.11</i>	49
Корак 57 и 58:	Снимање и чување модела	49
2.3. Пример 3 (Sprite флаша)		50
Корак 1:	Активирање модула за креирање модела	50
Корак 2:	Креирање моделске форме <i>Revolute.1</i>	50
Корак 3:	Креирање моделске форме <i>Volume Sweep.1</i>	50
Корак 4:	Креирање моделске форме <i>CircPattern.1</i>	51
Корак 5:	Креирање моделске форме <i>Trim.1</i>	51
Корак 6:	Креирање заобљења <i>EdgeFillet.1</i> и <i>EdgeFillet.2</i>	51
Корак 7:	Снимање и чување модела	51
Корак 8:	Креирање геометријског скупа	52
Корак 9:	Креирање моделске форме <i>Revolute.2</i>	52
Корак 10:	Креирање референтне равни <i>Plane.1</i>	52
Корак 11:	Креирање моделске форме <i>Extrude.1</i>	52
Корак 12:	Креирање моделске форме <i>Split.1</i>	53
Корак 13:	Креирање тачке <i>Point.1</i>	53
Корак 14:	Креирање моделске форме <i>Fill.1</i>	53
Корак 15:	Креирање тачке <i>Point.2</i> и моделске форме <i>Fill.2</i>	54
Корак 16:	Креирање тачке <i>Point.3</i> и моделске форме <i>Fill.3</i>	54
Корак 17:	Креирање тачке <i>Point.4</i> и моделске форме <i>Fill.4</i>	54
Корак 18:	Креирање тачке <i>Point.5</i> и моделске форме <i>Fill.5</i>	54
Корак 19:	Креирање моделске форме <i>Join.1</i>	54
Корак 20:	Креирање моделске форме <i>CircPattern.2</i>	54
Корак 21:	Креирање моделске форме <i>Split.2</i>	54
Корак 22:	Креирање моделске форме <i>Join.2</i>	54
Корак 23:	Креирање заобљења <i>EdgeFillet.3</i>	55
Корак 24:	Креирање моделске форме <i>Join.3</i>	55
Корак 25:	Креирање геометријског скупа	55
Корак 26:	Креирање моделске форме <i>Join.4</i>	55

Корак 27:	Креирање моделске форме <i>Extrude.2</i>	55
Корак 28:	Креирање моделске форме <i>Split.2</i>	56
Корак 29:	Креирање моделске форме <i>RectPattern.1</i>	56
Корак 30:	Креирање моделске форме <i>Split.4</i>	56
Корак 31:	Креирање налепнице (омота)	56
Корак 32:	Снимање и чување модела	57
3.	KNOWLEDGEWARE ТЕХНОЛОГИЈЕ	58
3.1.	Модул за оптимизацију: Product engineering optimizer	58
Корак 1:	Подешавање одговарајуће јединице за запремину флаше	58
Корак 2:	Креирање геометријског скупа	58
Корак 3:	Креирање моделске форме <i>Join.1</i>	58
Корак 4:	Додавање параметра	58
Корак 5:	Активирање модула за оптимизацију	59
Корак 6:	Поступак оптимизације	60
3.2.	Примена опције PowerCopy	62
Корак 1:	Поступак креирање <i>Power Copy-a</i>	62
Корак 2:	Снимање и чување модела	62
Корак 3:	Креирање каталога	62
Корак 4:	Креирање каталога тела флаше	63
Корак 5:	Комбиновање данцета из примера 1 и тела из примера 2	63
3.3.	Креирање каталога данаца – табела фамилије делова	66
Корак 1:	Креирање потребних параметара	66
Корак 2:	Додавање параметара	66
Корак 3:	Креирање табеле	67
Корак 4:	Уређивање табеле	68
Корак 5:	Провера генеричких инстанци	69
ЗАКЉУЧАК		70
Литература		71

1. УВОД

1.1. *Knowledgeware* технологије

Knowledgeware технологије обухватају алате који омогућавају да се формализују инжењерска знања и да се та знања придодају моделу производа. *Knowledgeware* технологије омогућавају моделирање и коришћење знања неопходног током процеса развоја производа, применом правила која укључују системске параметре или корисничке дефинисане параметре и друге слупове о знању.

Knowledgeware није један специфичан радни простор, већ се састоји од неколико радних простора. Једноставно речено, то је група алата која вам омогућава да креирате, манипулишете и проверавате CATIA моделе.

Постоји више начина којима се *Knowledgeware* елементи могу применити у софтверском пакету CATIA тј. постоји шест модула у оквиру *Knowledgeware*. *Knowledgeware* чине следећи модули (радни простори):

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

Сваки од ових модула има различиту комбинацију алата у свакој палети (*toolbar*). Прелазећи из једног модула у други, могу се видети исти алати у различитим палетама, због мултимодалне асоцијативности.

У оквиру *Knowledgeware* модула, могу се креирати интелигентни и аутоматизовани шаблони модела. Ово се може једноставно урадити помоћу унутрашњих или корисничких дефинисаних параметара, или креирањем скупа параметара који омогућавају брзо стварање новог модела производа на основу постојећег, пратећи инжењерска знања која су уграђена у њима. Ови параметри се могу контролисати релацијама који омогућавају да се успостави однос између параметара (текстуална датотека која контролише различите конфигурације ових параметара – Excel табела).

Поред модификовања карактеристичних параметара, моделска форма или скуп модлских форми (*features*) која је раније креирана може се поново користити у другим моделима. Ово се постиже коришћењем *Power Copy*-а и корисничких дефинисаних функција. Ове функције могу да садрже улазе који омогућавају да се инжењерска правила доследно прате у целом предузећу и да је у стању да се прилагођава различитим потребама. Моделске форме се могу убацити у електронски каталог за једноставније коришћење.

Поред тога, могу се креирати правила и провере, ради верификације различитих решења модела производа. Ове провере могу да покрену реакцију која прилагођава модел новом облику и која прати знање уграђено у модел. Идеални су за спорвођење стандардних метода креирања моделских форми.

Наравно, све ове алате треба примењивати пажљиво, ради креирања правилног и робустног модела, да би остали корисници у ланцу развоја производа могли исправно да га користе.

1.2. Модул за оптимизацију: *Product engineering optimizer*

Оптимизација има значајну улогу у пројектовању модела. Значај минималне (оптималне) тежине пројектованог модела је важна у већини индустријске делатности, јер тежина утиче на перформансе система или на трошење конвекционалних извора енергије. Међутим, оптимизација се може користити за оптимизовање било које врсте података. У стварним инжењерским проблемима, такође је уобичајено да се оптимизује стварна функција која описује податке као што је нпр. време, тежина, маса, температура, укупна запремина суда, флаша, резервоара...

Product Engineering Optimizer пружа инжењеру који моделира (дизајнира) предмете једноставним коришћењем алата и ради са два алгорита. У зависности од функције која се анализира, програм бира један или други алгоритам (није потребно претходно припремање у техникама оптимизације):

- *The Conjugate Gradient* ,
- *The Simulated Annealing*.

1.3. Формуле

Формуле се користе за креирање односа између параметара. Кориснички дефинисани параметри постају корисни када се креира однос (релација) између њих и унутрашњих (системских) параметара који контролошу модел. Формуле могу бити прилично компликоване, али и омогућавају кориснику да брзо и смислено моделира и уређује модел. Једноставно речено, корисници могу да предефинишу релације које чине измену модела лакшом. Уз мало размишљања, корисник може да осмисли модел који се мења у ходу и да не задаје изнова релације.

Додељивање ограничења (димензионих и геометријских) моделским формама математички је подржано. Избором одговарајућих команди, покрећу се алгоритми који реализују математичке операције за формирање елементарних геометријских облика или за њихово компоновање према инжењерској потреби.

Постоји много начина које вам омогућавају да приступите формула едитору. Неки од начина су следећи:

- Притиснути десни клик миша, док је на параметру и изабрати *Object name* → *Edit formula*,
- Притиснути десни клик миша у пољу где се налази параметар и изабрати *Edit formula*,
- Преко формула иконице у Knowledge палети алата.

1.4. Примена опције Power Copy

Power Copy је у суштини сет моделских форми који имају различито дефинисане улазе и који се као такви могу користити више пута. То омогућава да се један сет података употреби у више ситуација и увек задржава исти основни концепт. Код инстанци корисник има приступ свим моделским формама, које чине *Power Copy*, као да су израђени ручно (корак по корак). *Power Copy* може бити инстанца из постојећег документа или каталога, а може се користити и у деловима (не као цео сет, већ као жељена моделска форма из сета).

Цела структура модела може бити копирана:

- Геометријске моделске форме (*Sketches, Pads, Holes, Bodies, User Features*),
- Knowledge (*Parameters, Design Tables, Rules, Checks*).

1.5. Табела фамилије делова

Табела фамилије делова је колекција делова који су у суштини слични, али се незнатно разликују у одређеном броју карактеристика, као што је величина или облик неке моделске форме.

Основни део за формирање табеле фамилије делова чини генерички део (базни део) и на основу њега се формирају сви остали чланови фамилије делова који се називају инстанце.

Употребом фамилије делова, може се постићи:

- Уштеда времена и труда за креирање стандардне групе делова,
- Креирање и чување великог броја објеката једноставно и компактно,
- Генерисање варијација једног дела, без потребе да креира и генерише сваки од њих,
- Креирати мање варијације у деловима у односу на генерички део,
- Креирање табеле делова који се могу чувати, штампати и примењивати у каталозима.

Палете алата



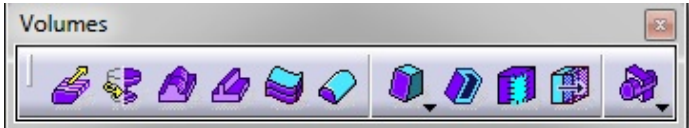
Команда	Назив	Опис
	Extrude	Операција извлачења профила
	Revolve	Операција ротације профила
	Offset	Померање површи у односу на постојећу површ
	Sweep	Омогућава више различитих опција за добијање профила површи
	Fill	Попуњавање(крпљење) отвора на површи
	Multi-Sections Surface	Добијање површи од више различитих профила
	Blend	Формира нову површ која спаја две раздвојене површи



	Join	Сједињавање више површи у једну целину
	Split	Раздвајање површи
	Trim	Сечење површи
	Boundary	Креирање линија на ивици површи
	Shape Fillet	Ствара заобљење између две површи које се секу
	Edge Fillet	Заобљавање ивице
	Symmetry	Пресликавање површи



	Point	Креира референтну (помоћну) тачку у простору
	Line	Креира референтну (помоћну) линију у простору
	Plane	Креира референтну (помоћну) раван

		
	Projection	Пројектовање линије на површ
	Combine	Операција за комбиновање две линије
	Intersection	Добијање нове линије у пресеку између равни и површи
	Parallel Curve	Добијање паралелне криве у односу на површ
	Circle	Команда за креирање кружнице
	Helix	Команда за креирање завојнице
		
	Volume Sweep	Омогућава више различитих опција за добијање профила површи са додавањем материјала
		
	Geometrical set	Убацује нов геометријски скуп

Табела 1 – Палете, алати и команде коришћене у процесу моделирања

2. КРЕИРАЊЕ МОДЕЛА ФЛАШЕ

Корак 1: Активирање модула за креирање модела

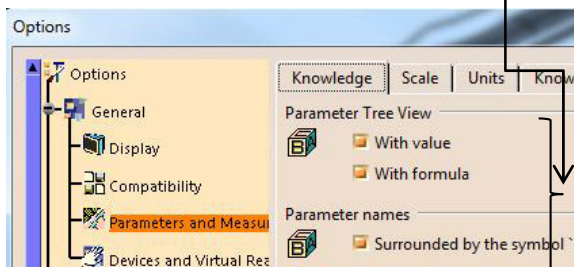
Пример 1

- 1) Изабрати **Start** → **Shape** → **Generative Shape Design**,
- 2) У поље Enter part name прозора [New Part] уписати **Flasa** → **OK**.

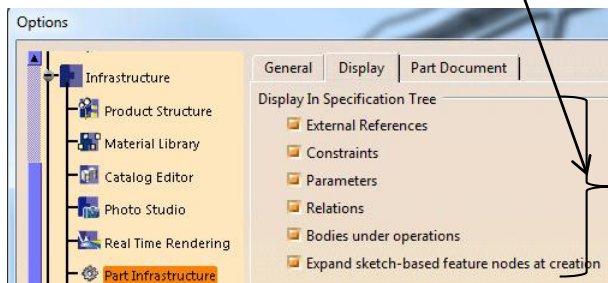
Корак 2: Подесити видљивост параметара

- 1) Пре почетка дефинисања параметара треба подесити њихову видљивост у стаблу модела:

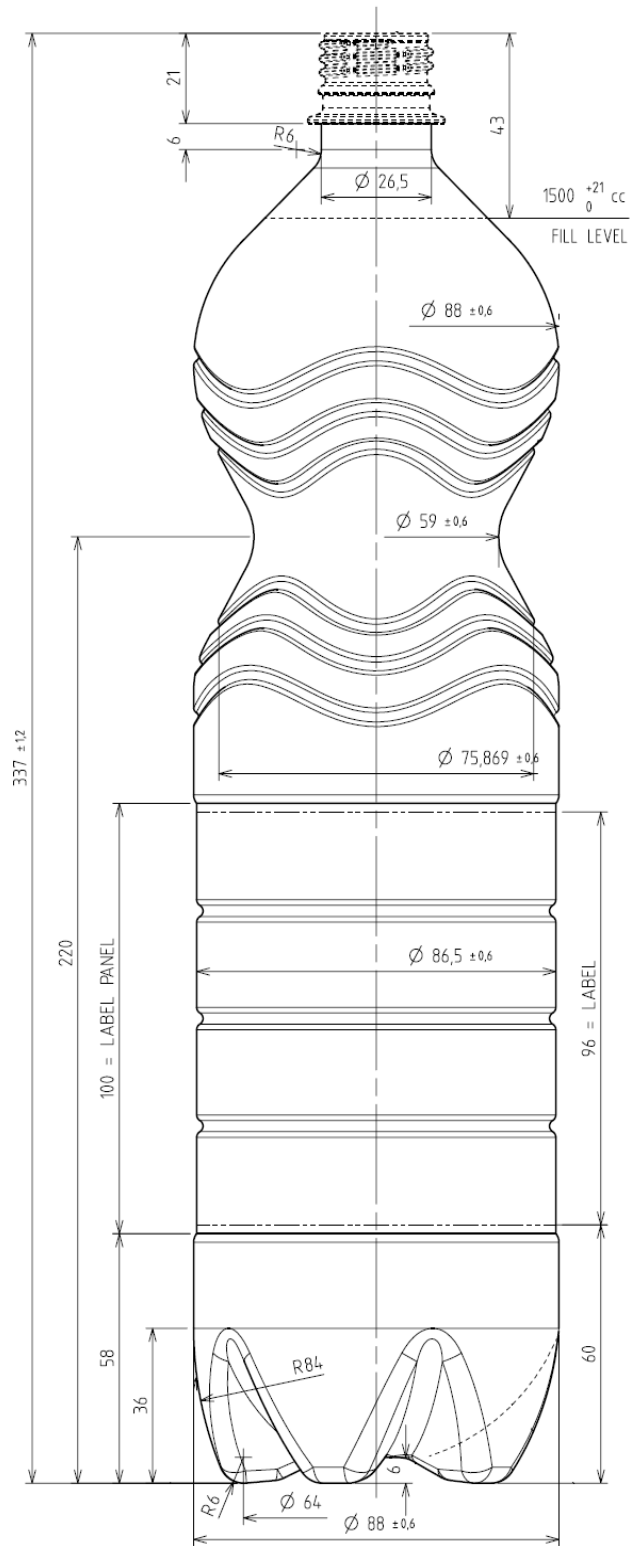
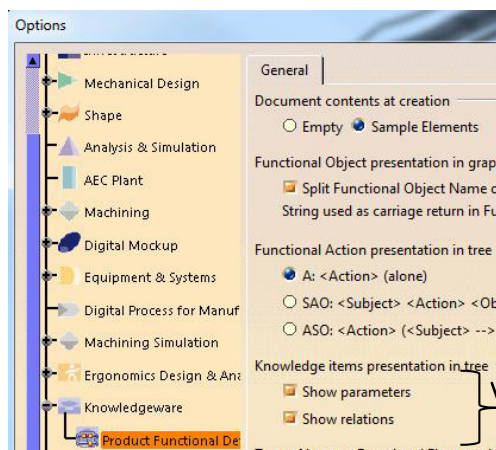
Tools → *Options* → *General Parameters and Measure* → *Knowledge*, чекирати,



Tools → *Options Infrastructure* → *Part Infrastructure* → *Display*, чекирати,



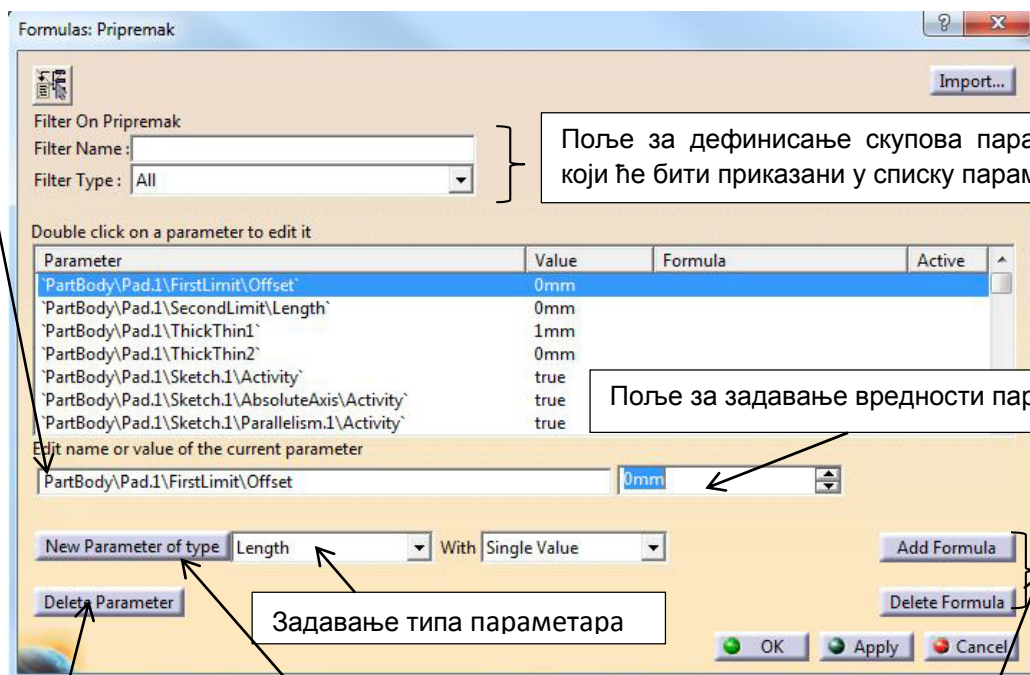
Tools Options → *Knowledgeware* → *Product Functional Definition* → *General*, чекирати.



Слика 1. - Приказ цртежа флаше

Корак 3: Креирање параметра1) Активирати команду **Formula**  (Сл.1.1):

Поље за преименовање параметара



Поље за дефинисање скупца параметара који ће бити приказани у списку параметара

Поље за задавање вредности параметра

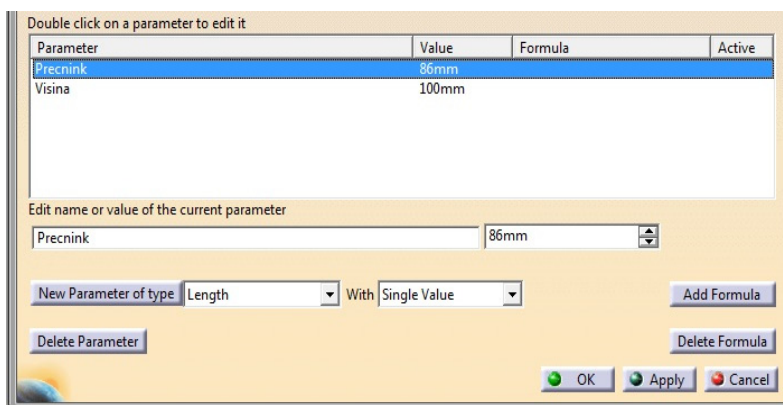
Задавање типа параметара

Додавање новог параметра

Брисање изабраног параметра

Команде за додавање и брисање формула

Слика 1.1. - Прозор за дефинисање нових параметара Formulas



Слика 1.2. Прозор са дефинисаним параметрима

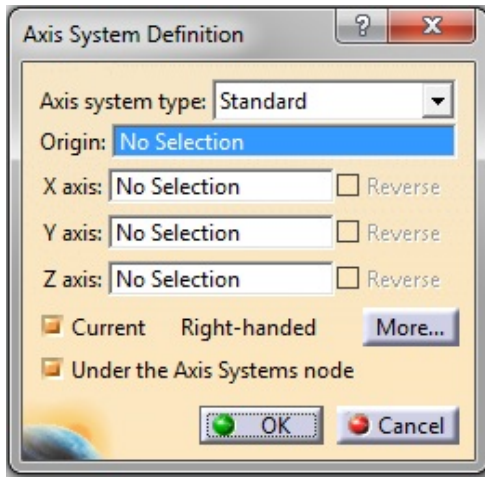
- Изабрати тип параметра *Length* и кликнути на команду *New Parameter of type*, затим променити назив у *Precnik* и задати вредност параметра 85mm → *Apply*.
- Поновити поступак, за назив унети *Visina* и задати вредност 100mm → *OK* (Сл.1.2).

НАПОМЕНА:

У пољу за дефинисање скупца параметара изабрати *Renamed parameters*, тако да ће се у списку параметара наћи само кориснички параметри.

Корак 4: Постављање координатног система

- 1) Активирати команду  из падајућег менија **Insert** → **Axis System...** :



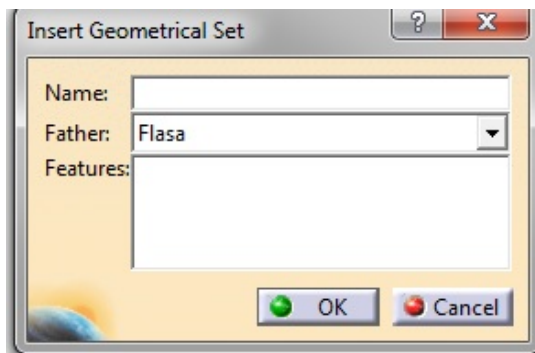
Слика 1.3. – Дефинисање координатног система

- У оквиру прозора *Axis System Definition* изабрати стандардни деснооријентисани координатни систем (*Standard*).
- Кликнути на **OK** (није потребна тачка, координатни систем се смешта у средиште три равни са координатама $X=0\text{mm}$, $Y=0\text{mm}$, $Z=0\text{mm}$) (Сл.1.3).



Корак 5: Креирање геометријског скупа

- 1) Активирати команду  из падајућег менија **Insert** → **Geometrical Set...**



Слика 1.4. – Убацавање геометријског скупа

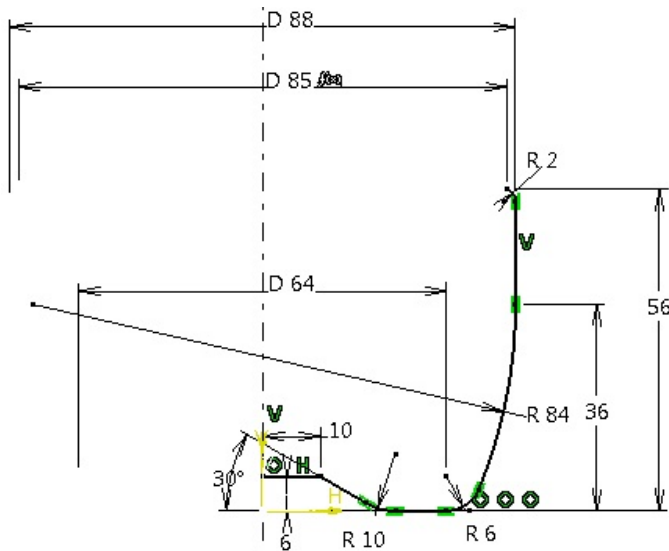
- У оквиру прозора *Name* задати назив *Dance* → **OK** (Сл.1.4).

НАПОМЕНА:

Пре почетка рада, у модулу Generative Shape Design је под обавезом да се убаца геометријски скуп, да би се касније модул могао комбиновати са другим модулима !

Корак 6: Креирање моделске форме *Revolute.1*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван *XY*, чиме се прелази у модул за скицавање.



Слика 1.5. – Скица базне моделске форме

2) Скицирање сложених скица може се вршити на више начина: компоновањем различитих линијских сегмената или понуђених раванских профила (кружнице, правоугаоници...), а као основа често се користе и помоћне тачке дефинисане координатама.

- На самом почетку дефинисати осу помоћу команде **Axis** тако да буде вертикална,

- Активирати команду **Profile** и скицирати профил као на слици 1.5.

3) Прелаз из праве линије у радијус врши се тако што се задржи леви клик или кликом на опцију **Three Point Arc**.



4) Након завршеног скицирања профила, неопходно је и димензионо ограничити профил.

- То се врши помоћу команде

Constraint

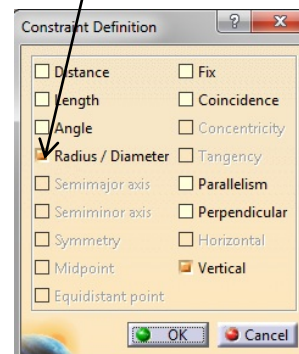
- Двоструким кликом на котну вредност, променити текуће вредности у оне које се захтевају на слици 1.5.

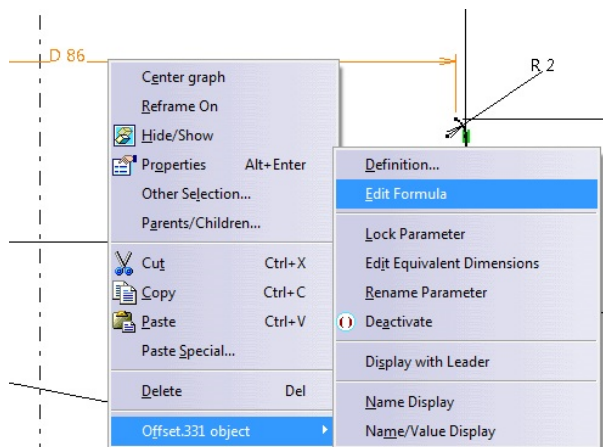
- Димензионисање пречника врши се кликом на линију или тачку, а затим кликом на осу (држати **Ctrl** да се истовремено означе жељени елементи) и активирати команду **Constraints Defined in Dialog Box**

, чекирати и унети жељену вредност.

НАПОМЕНА:

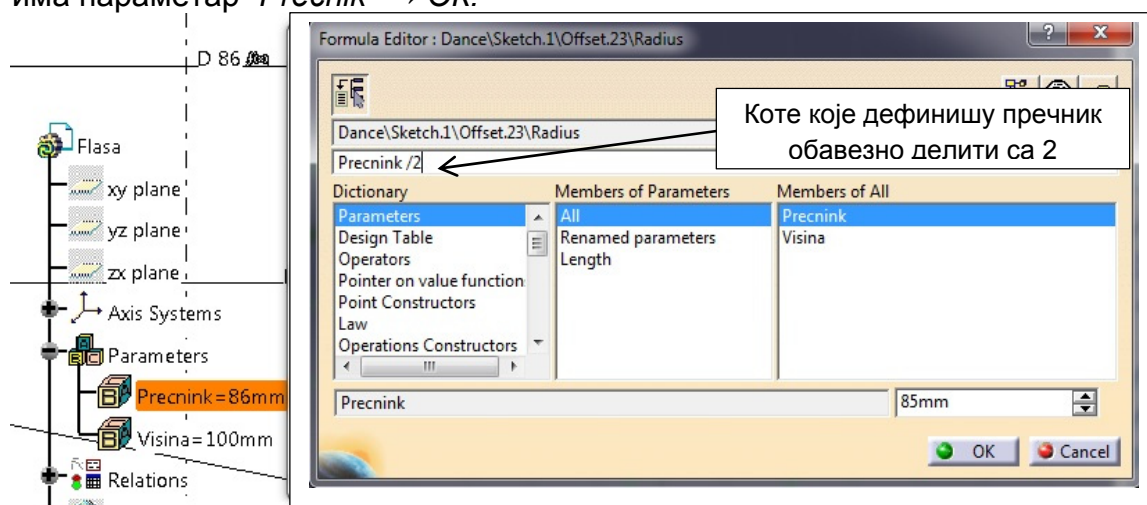
Опција *Radius/Diameter* је доступна једино са осом, у случају са другим линијама опција неће бити доступна.





- Да би кота D 85 $f(x)$ била у функцији параметара, потребно је да се дефинише раније формираним параметром (слика 1.2).
- Десним кликом на коту D 85 отвара се контекстуални мени у коме бирамо опцију *Edit formula*.

5) Након отварања прозора *Formula Editor*, кликом на параметар *Precnik* у стаблу модела (Сл. 1.6.), у прозору *Formula Editor*, извршено је додавање вредности коју има параметар *Precnik* → OK.



Слика 1.6. - Додавање параметра

6) Изабрати команду за излазак из модула за скицавање **Exit workbench**



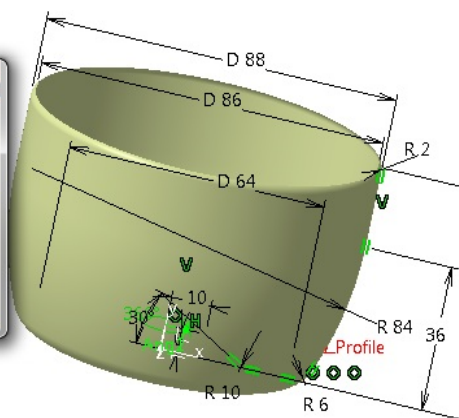
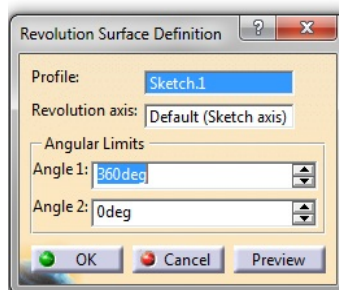
ради дефинисања треће димензије.

7) Активирати команду



Revolve за покретање операције ротације профила.

- У оквиру прозора *Revolution Surface Definition*, изабрати за профил *Sketch.1*, а угао ротирања 360deg.



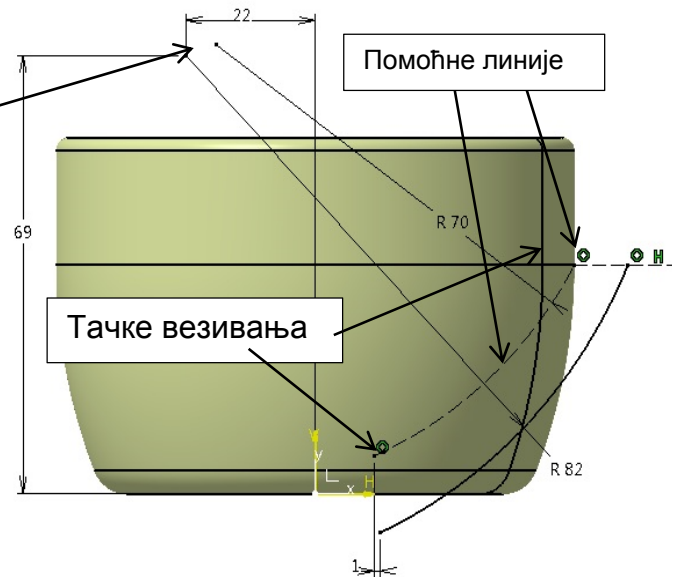
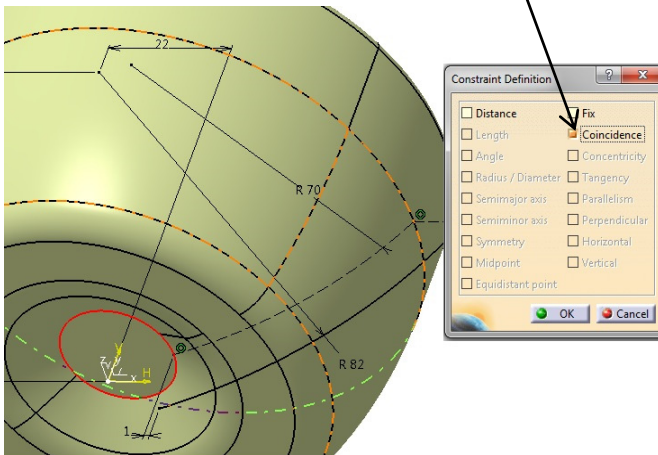
Слика 1.7. – Дефинисање моделске форме *Revolute.1*

- Кликком на OK формира се базна моделска форма данцета (Сл.1.7).

Корак 7а: Креирање моделске форме *Volume Sweep.1*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицање.
- 2) Полаз за ову моделску форму је дефинисање помоћних линија.

- 3) Активирати команду **Arc**  са центром ван модела и повући лук од тачке до тачке као на слици 1.8.
 - Везвање крајних тачака лука се врши командом **Constraints Defined in Dialog Box**, тако што се означе тачка лука и жељени елемент везивања, а затим чекира **Coincidence**.

Слика 1.8. – Скица моделске форме *Volume Sweep.1*

- Претварање линије у помоћну врши се командом **Construction/Standard Element** .

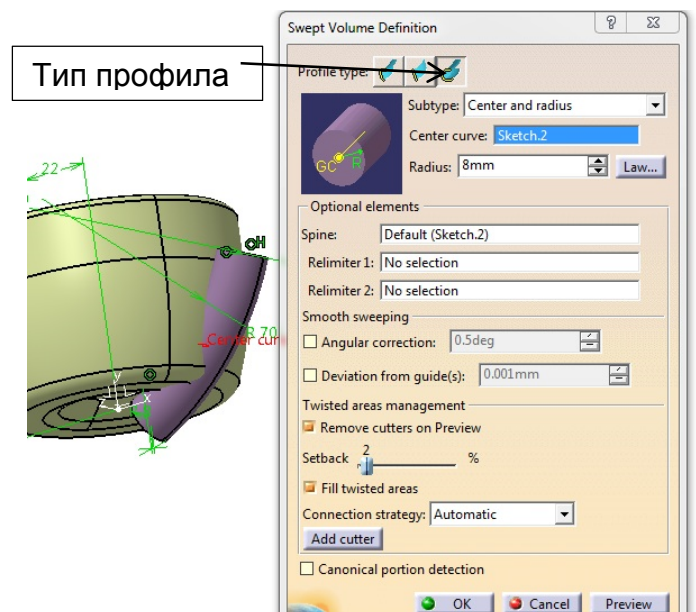
- 4) Изабрати команду за излазак из модула за скицање **Exit**

workbench .

- 5) Активирати команду **Volume Sweep** .

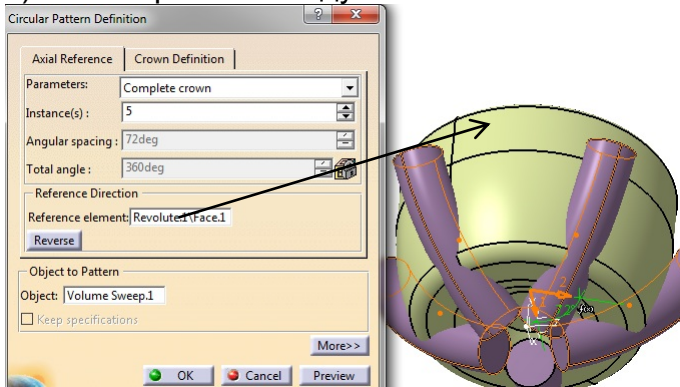
- У оквиру прозора *Swept Volume Definition*, изабрати за тип профила *Circle*, у пољу *Subtype* изабрати *Center and radius*, за *Center curve* изабрати *Sketch.2* и унети радијус од 8mm.
- Кликом на **OK** потврдити команду (Сл.1.9).

- Другу помоћну линију повући хоризонтално командом **Line**  и претворити у помоћну.
- Главна линија се такође креира командом **Arc**.
- Потрбна ограничења и димензионисање за главну линију моделске форме одрадiti као на слици 1.8.

Слика 1.9.- Дефинисање моделске форме *Volume Sweep.1*

Корак 76: Креирање моделске форме *CircPattern.1*

1) Активирати команду **CircularPattern**



Слика 1.10.- Дефинисање моделске форме *CircPattern.1*

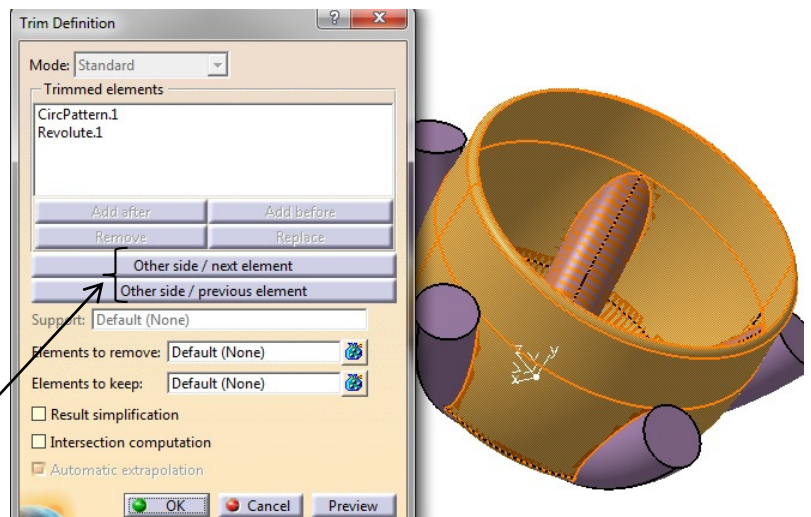
- У оквиру поља *Parameters* изабрати *Complete crown*.
- За број инстанци које желимо креирати унети 5.
- За поље *Reference element* изабрати раван део данцета или Y осу координатног система.
- За објекат изабрати претходно одрађену форму *Volume Sweep.1*.
- Потврдити операцију са командом **OK** (Сл.1.10).

Корак 8: Креирање моделске форме *Trim.1*

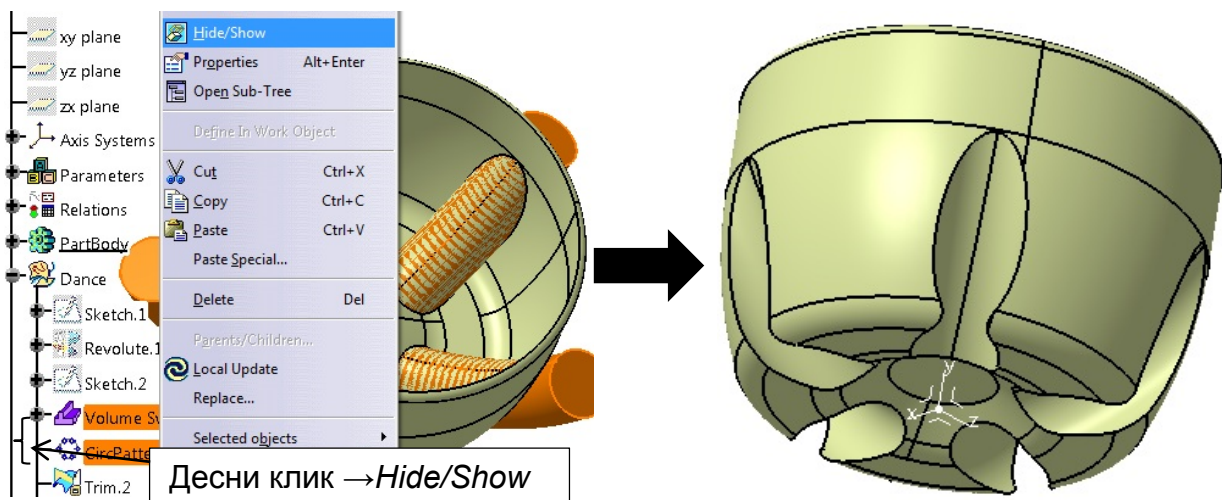
1) Активирати команду **Trim**

- У оквиру прозора *Trim Definition*, у делу *Trimmed elements* изабрати из стабла модела *CircPattern.1* и *Revolute.1* → **OK** (Сл.1.11).

НАПОМЕНА: Користити команде *Other side/next element/previous element* да би се дошло до жељене моделске форме.

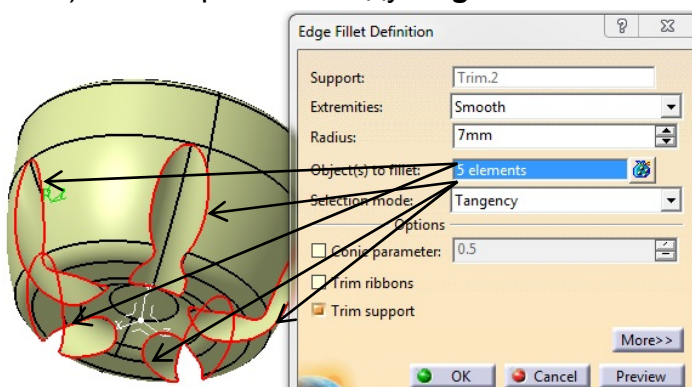


Слика 1.11. - Дефинисање моделске форме *Trim.1*



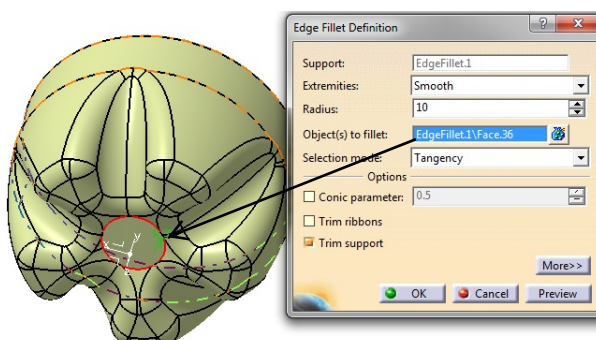
Слика 1.12. – Моделска форма *Trim.1* након потпуне визуелизације

- Такође, да се у потпуности визуелизује команда **Trim**, врши се сакривање моделских форми *Volume Sweep.1* и *CircPattern.1* (Сл.1.12).

Корак 9: Креирање заобљења1) Активирати команду **Edge Fillet**

1.13. – Дефинисање заобљења

- У оквиру прозора **Edge Fillet Definition**, за радијус заобљења унети **7mm** и селектовати оштре ивице → **OK** (Сл.1.13).

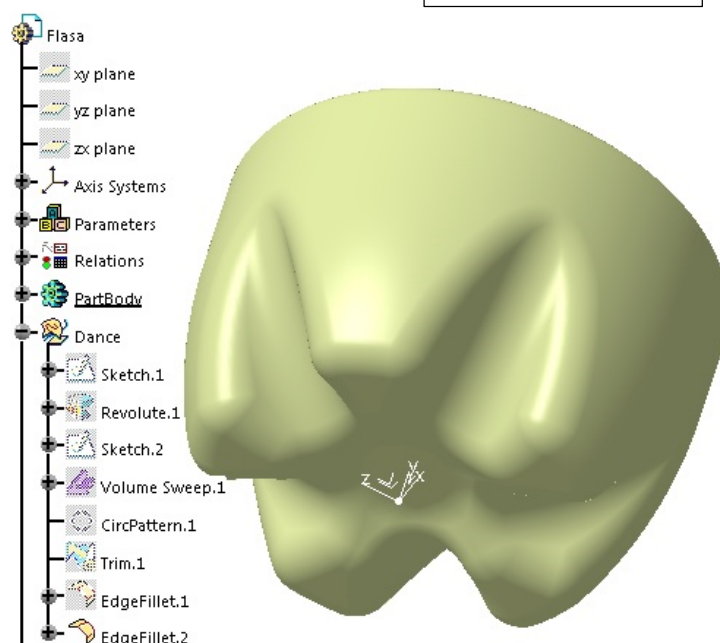
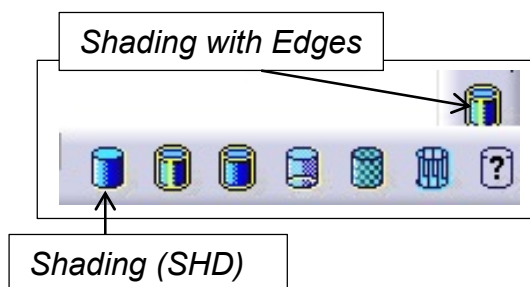


- Заоблити преосталу оштру ивицу командом **Edge Fillet** са радијусом заобљења **10 mm** → **OK**.

Корак 10: Снимање и чување модела

1) Модел сачувати у радни директоријум под називом **Flasa.CATPart** избором команде из падајућег менија **File** → **Save**.

- За бољу визуелизацију прећи са **Shading with Edges** на **Shading (SHD)**.



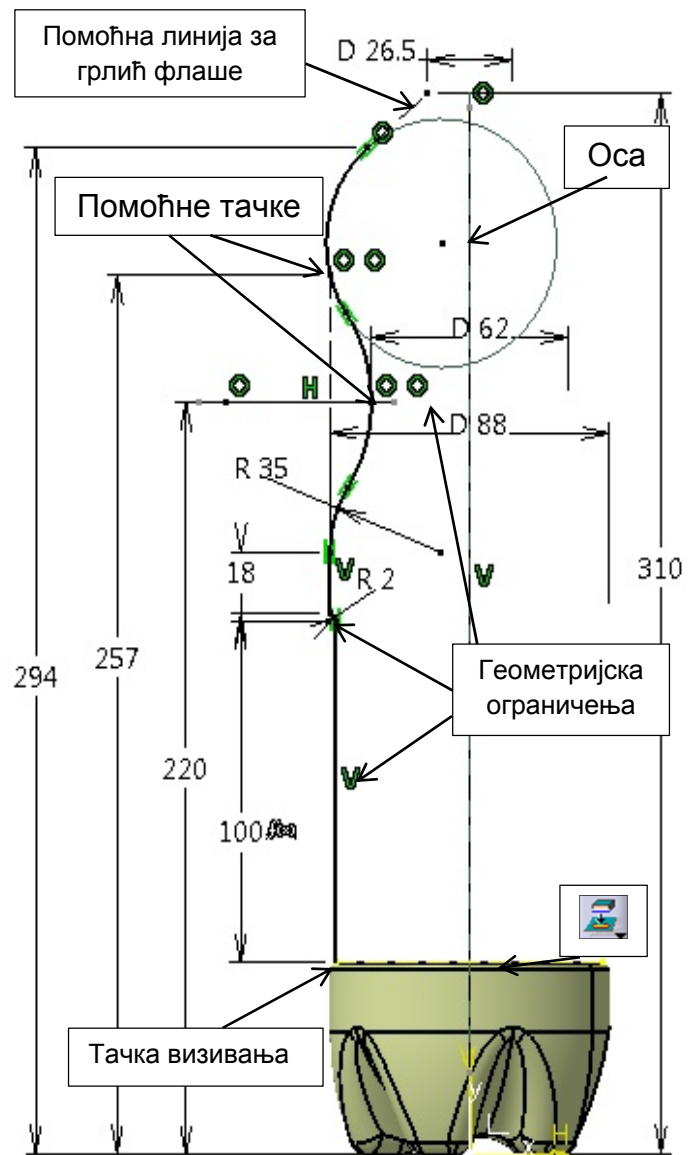
Слика 1.14. – Коначни изглед модела данцета и стабла моделских форми

Корак 11: Креирање геометријског скупа

- 1) Активирати команду  из падајућег менија **Insert** → **Geometrical Set...**
 - У оквиру поља *Name* задати назив Telo → OK.

Корак 12: Креирање моделске форме *Revolute.2*

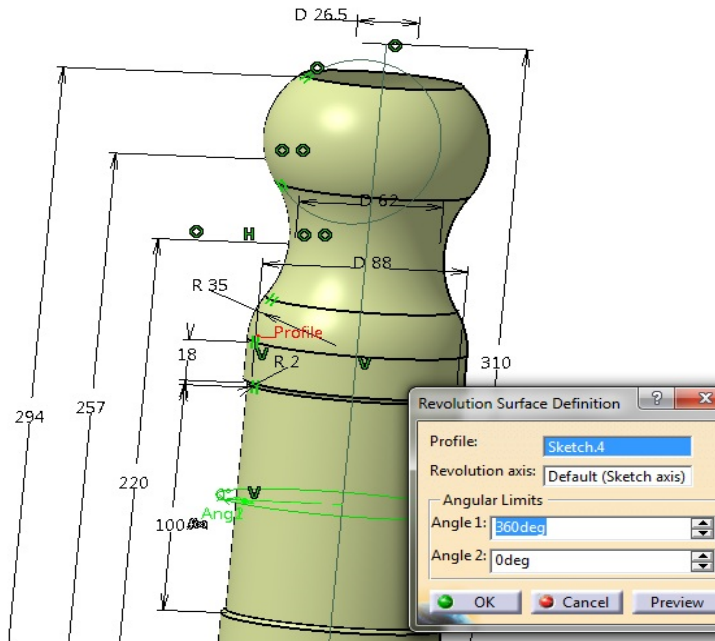
- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицирање.
 - Након активирања команде **Sketch**, извршити пројетовање праве ивице на раван скицирања коришћењем команде **Project 3D Elements** .
 - Пројектовану линију превести у конструкциону (испрекидану) коришћењем команде **Construction/Standard Element**  (визуелно постаје испрекидана и жута).
 - Деактивирати команду **Construction/Standard Element** .
 - Активирати команду **Profile** , узети за крајњу тачку пројектоване линије (профил модела могуће је урадити комбинацијом команди **Line** , **Arc**  и **Circle** ) и скицирати профил као на слици 1.15.
 - Уколико се ради другом опцијом, водити рачуна да скица буде у потпуности ограничена у геометријском смислу (*Coincidence*, *Tangency*, *Vertical*...).
 - Након скицирања профила, димензионисати исти командом **Constraint** .
 - Коту 100 f(x) параметризоавати, као у кораку 6, (слика 1.5.) са параметром *Visina*.
 - Скица је потпуна ограничена у геометријском и димензионом смислу (Сл.1.15).



Слика 1.15. – Скица базне моделске форме тела

- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench**  ради дефинисања треће димензије.

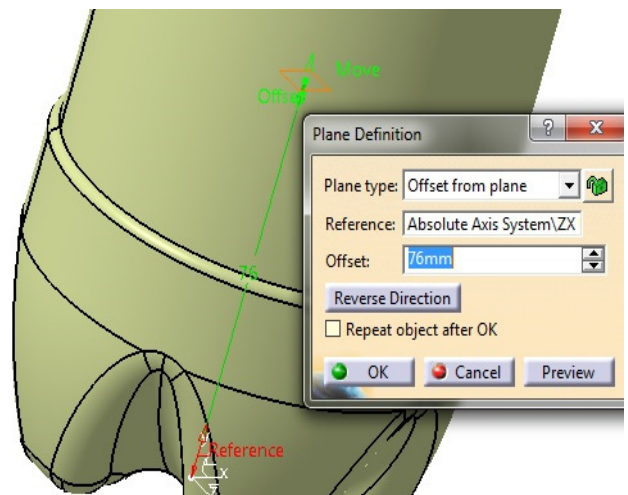
3) Активирати команду **Revolve**  за покретање операције ротације профила.



Слика 1.16. – Дефинисање моделске форме *Revolute.2*

Корак 13: Креирање референтне равни *Plane.1*

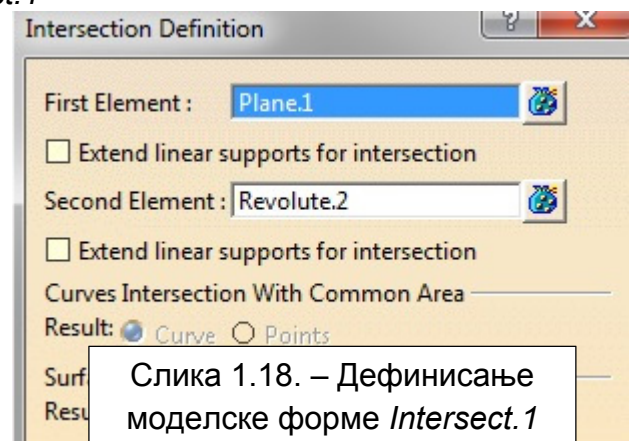
- Изабрати раван **ZX** из стабла модела, па активирати команду за креирање референтне равни **Plane** .
- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу раван (*Offset from plane*).
- Као меру дужинског померања унети 76mm.
- Потврђивањем дефинисаних параметара кликом на **OK** формира се нова референтна раван **Plane.1** у позитивном смеру Y осе (Сл.1.17).



Слика 1.17. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.1*

Корак 14: Креирање моделске форме *Intersect.1*

- Активирати команду **Intersection** .
- У оквиру прозора *Intersection Definition*, у пољу *First Element* изабрати из стабла модела *Plane.1*, а у пољу *Second Element* изабрати из стабла модела *Revolute.2*.
- Потврдити команду кликом на **OK** (Сл. 1.18).



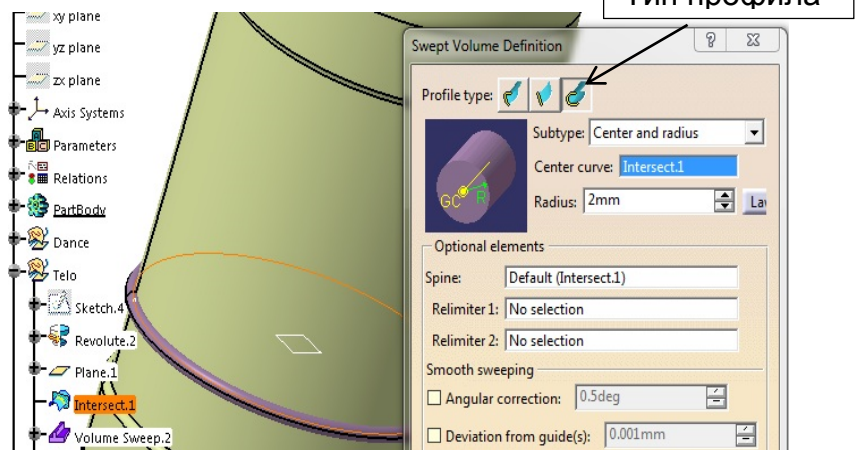
Слика 1.18. – Дефинисање моделске форме *Intersect.1*

Корак 15: Креирање моделске форме *Volume Sweep.2*

1) Активирати команду

Volume Sweep

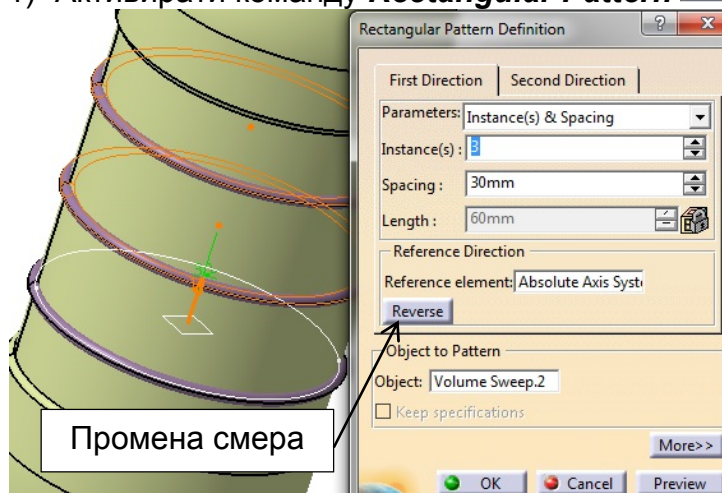
- У оквиру прозора *Swept Volume Definition*, изабрати за тип профила *Circle*, у пољу *Subtype* изабрати *Center and radius*, за *Center curve* изабрати *Intersect.1* и унети радијус од 2mm.
- Кликом на *OK* потврдити команду (Сл.1.19).



Слика 1.19.- Дефинисање моделске форме *Volume Sweep.2*

Корак 16: Креирање моделске форме *RectPattern.1*

1) Активирати команду **Rectangular Pattern**



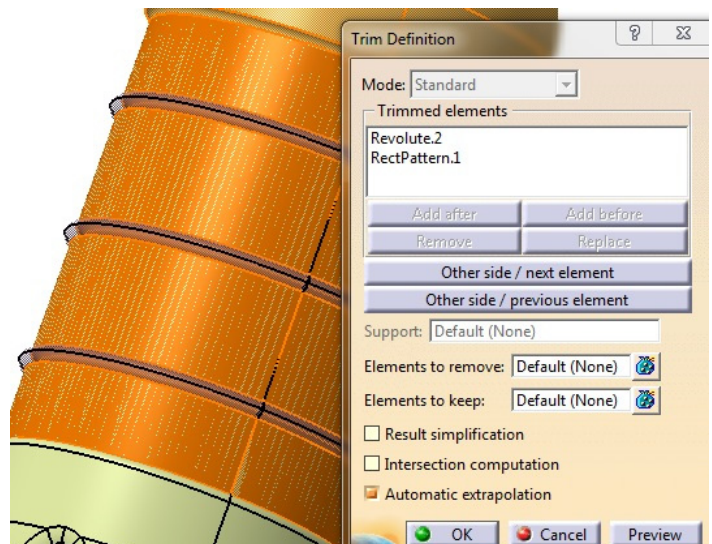
Слика 1.20.- Дефинисање моделске форме *RectPattern.1*

- У оквиру поља *Parameters* изабрати *Instance(s) & Spacing*.
- За број инстанци које желимо копирати унети 3 на растојању 30mm.
- За поље *Reference element* изабрати *Y* осу координатног систем.
- За објекат изабрати претходно одрађену форму *Volume Sweep.2*.
- Потврдити операцију са командом *OK* (Сл.1.20).

Корак 17: Креирање моделске форме *Trim.2*

1) Активирати команду **Trim**

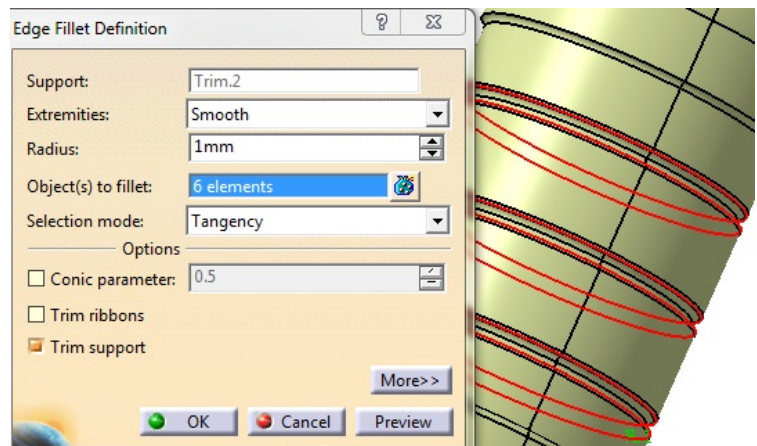
- У оквиру прозора *Trim Definition*, у делу *Trimmed elements* изабрати из стабла модела *Revolute.2* и *RectPattern.1* → *OK* (Сл.1.21).
- Извршити сакривање (из стабла модела) моделских форми *Volume Sweep.2* и *RectPattern.1*.



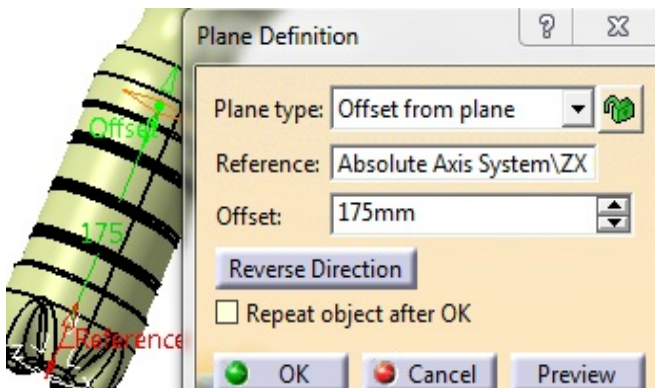
Слика 1.21. – Дефинисање операције *Trim.2*

Корак 18: Креирање заобљења *Edge Fillet.3*1) Активирати команду **Edge Fillet**

- У оквиру прозора *Edge Fillet Definition*, за радијус заобљења унети 1mm и селектовати оштре ивице → OK (Сл.1.22).



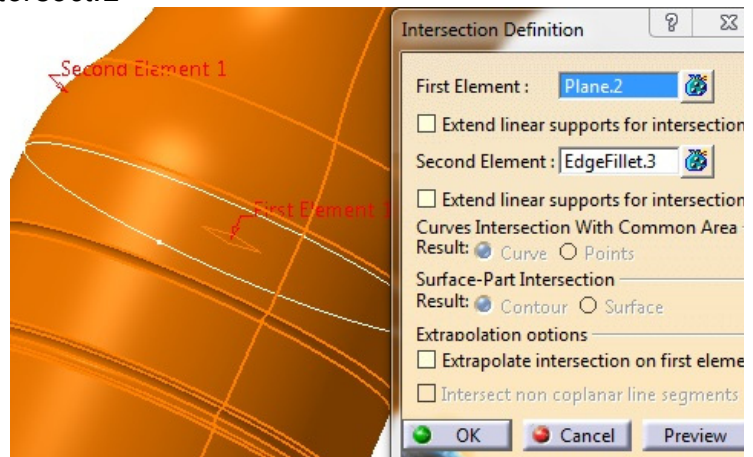
1.22. – Дефинисање заобљења

Корак 19: Креирање референтне равни *Plane.2*Слика 1.23. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.2*

- Изабрати раван **ZX** из стабла модела, па активирати команду за креирање референтне равни **Plane**.
- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу раван (*Offset from plane*).
- Као меру дужинског померања унети 175mm → OK (Сл.1.23).

Корак 20: Креирање моделске форме *Intersect.2*1) Активирати команду **Intersection**

- У оквиру прозора *Intersection Definition*, у пољу *First Element* изабрати из стабла модела *Plane.2*, а у пољу *Second Element* изабрати из стабла модела *Edge Fillet.3*.
- Потврдити команду кликом на OK (Сл.1.24).

Слика 1.24.- Дефинисање моделске форме *Intersect.2***Корак 21:** Креирање моделске форме *Combine.1*1) Активирати команду **Sketch**

и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицирање.

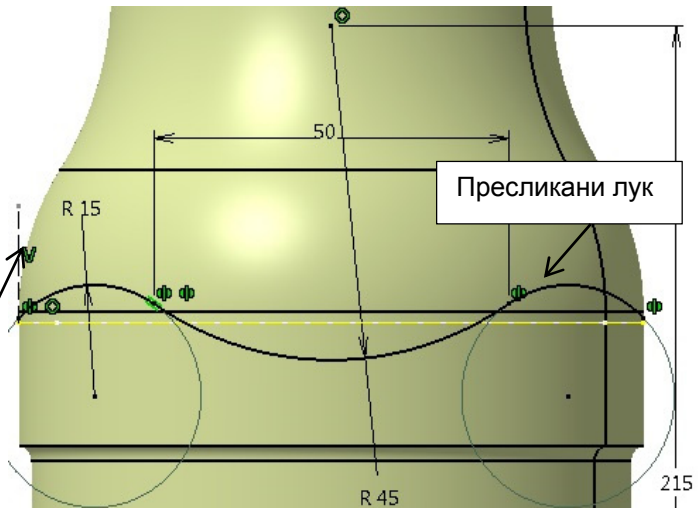
- Извршити пројетовање кружнице (*Intersect.2*) на раван скицирања коришћењем команде **Project 3D**

Elements 

- Пројектовану линију превести у конструкциону (испрекидану) коришћењем команде **Construction/Standard Element**



- Активирати команду **Line** , везати за крајњу тачку пројектоване линије, повући тако да буде вертикална. Линију превести у конструкциону.



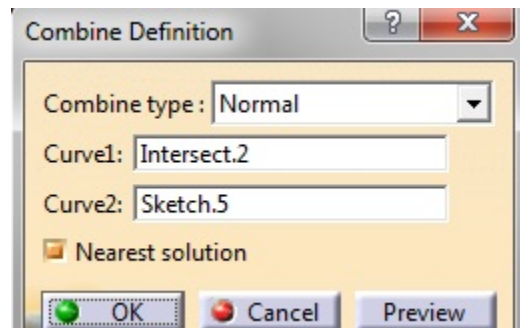
Слика 1.25.- Скица за моделску форму *Combine.1*

- Активирати команду **Arc** , са центром лука у оси флаше и изнад пројектоване линије. Крајње тачке лука су симетричне у односу на Y осу.
- Поново активирати команду **Arc** , са центром лука испод пројектоване линије. Прву тачку лука везати за крајњу тачку претходно креираног лука и успоставити тангентност два лука. Другу тачку везати за конструкциону линију (слика1.25).
- Други формирану лук пресликати преко Y осе командом **Mirror** .
- Димензионисати скицу командом **Constraint**  (коту 215mm димензионисати у односу на X осу).

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

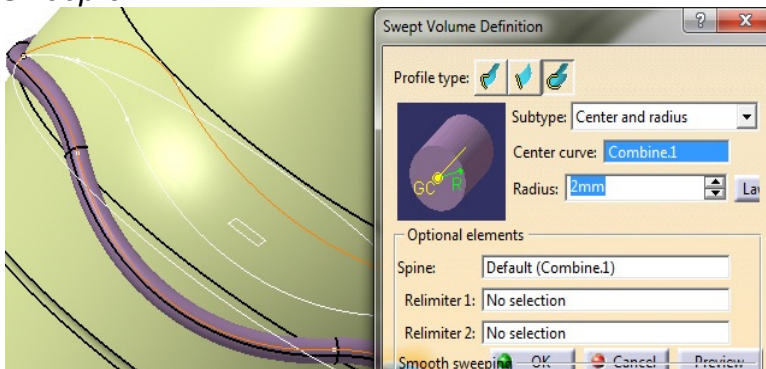
3) Активирати команду **Combine** .

- У оквиру прозора *Combine Definition*, у пољу *Combine type* изабрати *Normal*, у пољу *Curve.1* изабрати из стабла модела *Intersect.2*, а у пољу *Curve.2* изабрати из стабла модела претходно формирану *Sketch.5*. → OK (Сл.1.26).



Слика 1.26. – Дефинисање моделске форме *Combine.1*

Корак 22: Креирање моделске форме *Volume Sweep.3*



Слика 1.27.- Дефинисање моделске форме *Volume Sweep.3*

1) Активирати команду **Volume Sweep** .

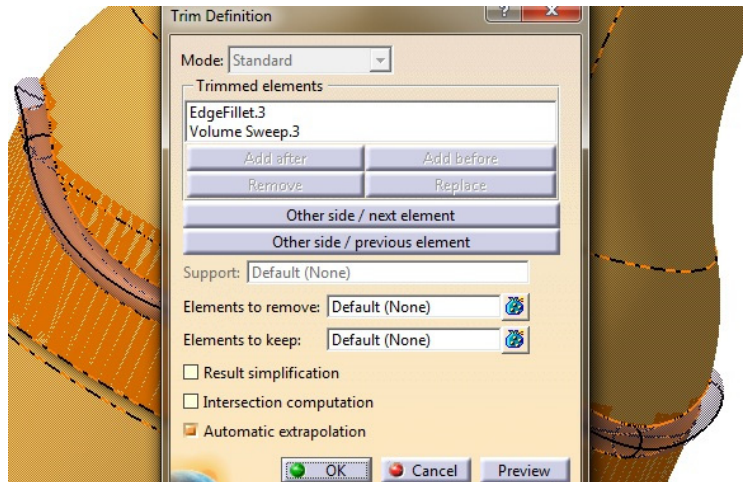
- У оквиру прозора *Swept Volume Definition*, изабрати за тип профила *Circle*, у пољу *Subtype* изабрати *Center and radius*, за *Center curve* изабрати *Combine.1* и унети радијус од 2mm → OK (Сл.1.27).

Корак 23: Креирање моделске форме *Trim.3*

- 1) Сакрити из стабла модела *Intersect.2*, *Sketch.5* и *Combine.1*, а затим активирати команду **Trim**

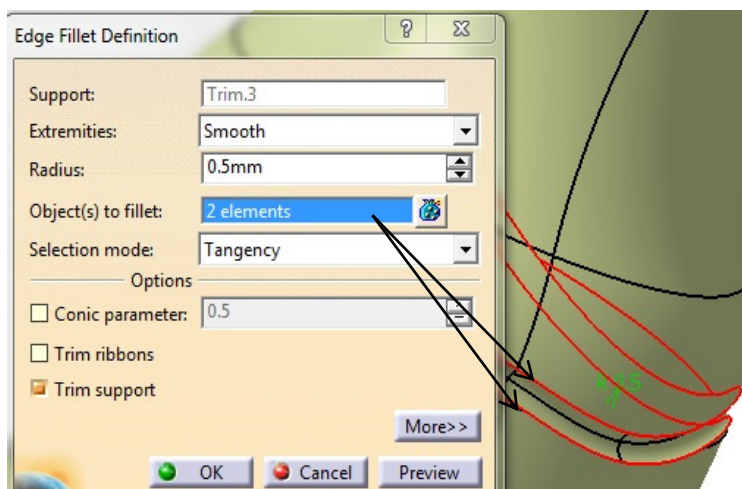


- У оквиру прозора *Trim Definition*, у делу *Trimmed elements* изабрати из стабла модела *Edge Fillet.3* и *Volume Sweep.3*.
- Потврдити команду са **OK** (Сл.1.28).



Слика 1.28. – Дефинисање операције *Trim.3*

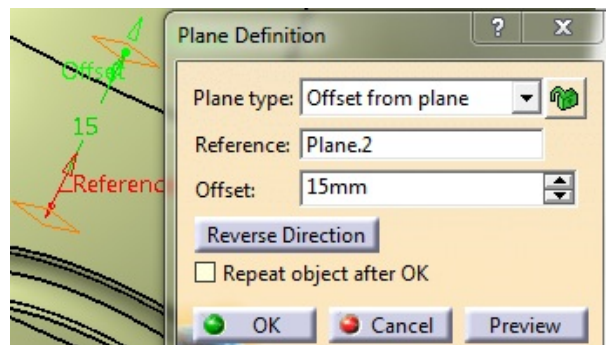
Корак 24: Креирање заобљења *Edge Fillet.4*



1.29. – Дефинисање заобљења

Корак 25: Креирање референтне равни *Plane.3*

- Изабрати раван *Plane.2* из стабла модела, па активирати команду за креирање референтне равни **Plane**.
- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу раван (*Offset from plane*).
- Као меру дужинског померања унети 15mm → **OK** (Сл.1.30).



Слика 1.30. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.3*

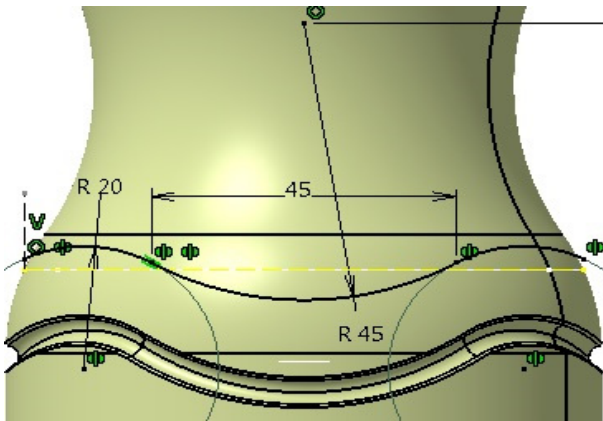
Корак 26: Креирање моделске форме *Intersect.3*

- Поновити корак 20 – за *First Element* изабрати из стабла модела *Plane.3*, а за *Second Element* изабрати из стабла модела *Edge Fillet.4*.

Корак 27: Креирање моделске форме *Combine.2*

- 1) Активирати команду **Sketch** и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицање.

2) Поновити поступак из корака 21.



Слика 1.31.- Скица за моделску форму *Combine.2*

- Извршити пројектовање кружнице (*Intersect.3*)
- Димензионисати скицу командом **Constraint** (коту 230mm димензионисати у односу на X осу).

3) Изаћи из модула за скицавање **Exit workbench** .

- 4) Активирати команду **Combine** .
- У пољу *Curve.1* изабрати из стабла модела *Intersect.3*, а у пољу *Curve.2* изабрати из стабла модела *Sketch.6*
- Потврдити кликом на OK (Сл.1.31).

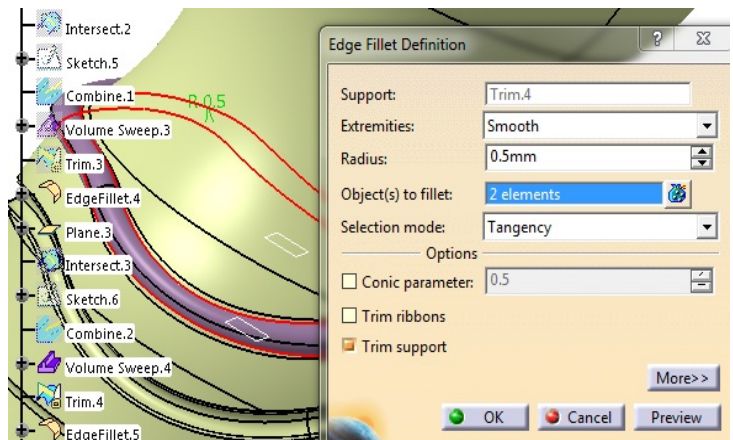
Корак 28: Креирање моделских форми *Volume Sweep.4*, *Trim.4* и *Edge Fillet.5*

1) Поновити кораке 22, 23 и 24.

- У оквиру команде **Volume Sweep** изабрати за *Center curve* *Combine.2*, и унети радијус од 2.5 mm.

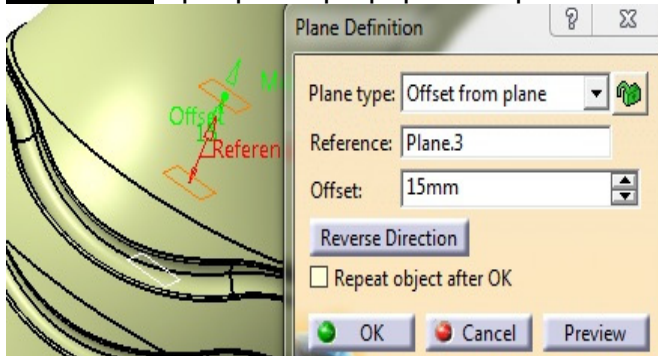
- У оквиру команде **Trim** изабрати из стабла модела *Edge Fillet.4* и *Volume Sweep.4*.

- У оквиру команде **Edge Fillet** за радијус заобљења унети 0.5mm (Сл.1.32).



Слика 1.32.- Дефинисање моделских форми *Volume Sweep.4*, *Trim.4* и *Edge Fillet.5*

Корак 29: Креирање референтне равни *Plane.4*



Слика 1.33. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.4*

- Изабрати раван *Plane.3* из стабла модела, па активирати команду за креирање референтне равни **Plane** .
- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу раван (*Offset from plane*).
- Као меру дужинског померања унети 15mm → OK (Сл.1.33).

Корак 30: Креирање моделске форме *Intersect.4*

- 1) Поновити корак 20 – за *First Element* изабрати из стабла модела *Plane.4*, а за *Second Element* изабрати из стабла модела *Edge Fillet.5*.

Корак 31: Креирање моделске форме *Combine.3*

- 1) Активирати команду **Sketch** и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицавање.

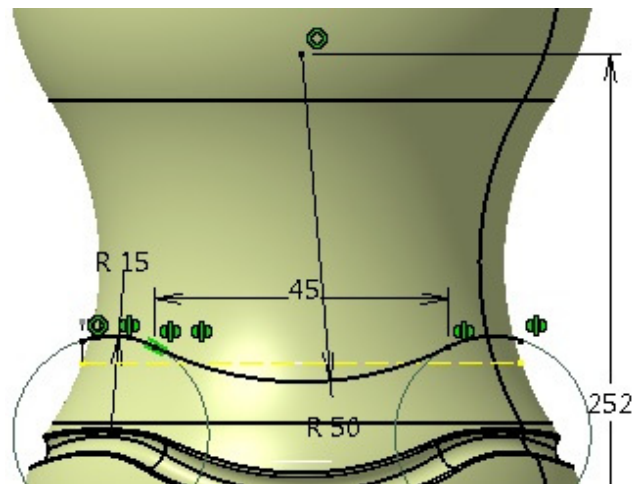
2) Поновити поступак из корака 21.

- Извршити пројектовање кружнице (*Intersect.4*).
- Димензионисати скицу командом **Constraint**  (коту 252mm димензионисати у односу на Х осу).

3) Изаћи из модула за скицавање **Exit workbench** .

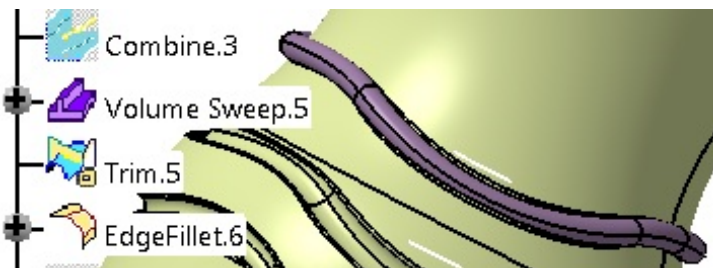
4) Активирати команду **Combine** .

- У пољу *Curve.1* изабрати из стабла модела *Intersect.4*, а у пољу *Curve.2* изабрати из стабла модела *Sketch.7*
- Потврдити кликом на **OK** (Сл.1.34).



Слика 1.34.- Скица за моделску форму *Combine.3*

Корак 32: Креирање моделских форми *Volume Sweep.5*, *Trim.5* и *Edge Fillet.6*



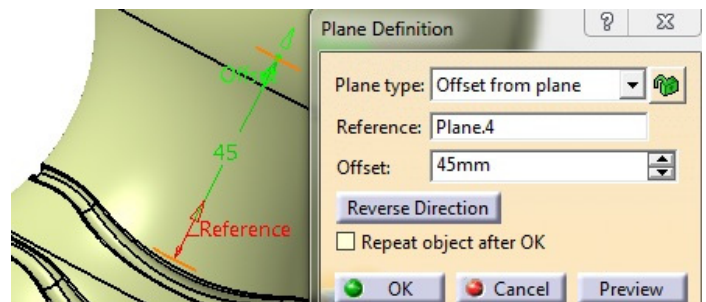
Слика 1.35.- Дефинисање моделских форми *Volume Sweep.5*, *Trim.5* и *Edge Fillet.6*

1) Поновити кораке 22, 23 и 24.

- У оквиру команде **Volume Sweep**  изабрати за *Center curve* *Combine.3*, и унети радијус од 2 mm.
- У оквиру команде **Trim**  изабрати из стабла модела *Edge Fillet.5* и *Volume Sweep.5*.
- У оквиру команде **Edge Fillet**  за радијус заобљења унети 0.5mm (Сл.1.35).

Корак 33: Креирање референтне равни *Plane.5*

- Изабрати раван *Plane.4* из стабла модела, па активирати команду за креирање референтне равни **Plane** .
- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу раван (*Offset from plane*).
- Као меру дужинског померања унети 45mm → **OK** (Сл.1.36).



Слика 1.36. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.5*

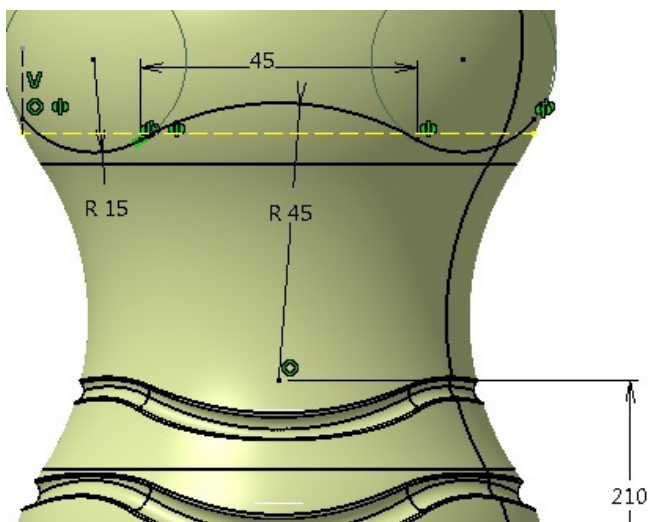
Корак 34: Креирање моделске форме *Intersect.5*

- 1) Поновити корак 20 – за *First Element* изабрати из стабла модела *Plane.5*, а за *Second Element* изабрати из стабла модела *Edge Fillet.6*.

Корак 35: Креирање моделске форме *Combine.4*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицавање.

2) Поновити поступак из корака 21.

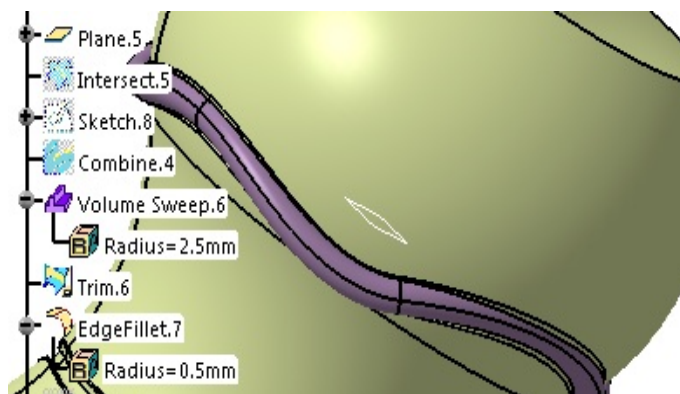


Слика 1.37.- Скица за моделску форму *Combine.4*

- Извршити пројектовање кружнице (*Intersect.5*)
- Димензионисати скицу командом **Constraint** (коту 210mm димензионисати у односу на X осу).
- 3) Изаћи из модула за скицавање **Exit workbench** .
- 4) Активирати команду **Combine** .
 - У пољу *Curve.1* изабрати из стабла модела *Intersect.5*, а у пољу *Curve.2* изабрати из стабла модела *Sketch.8*
 - Потврдити кликом на *OK* (Сл.1.37).

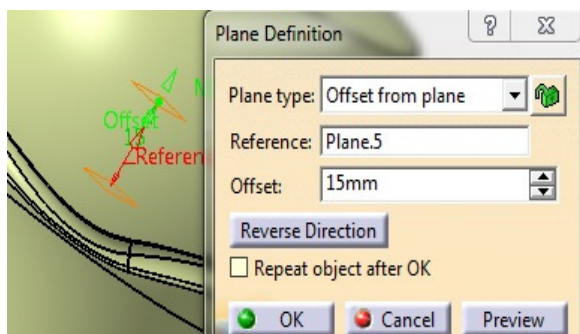
Корак 36: Креирање моделских форми *Volume Sweep.6*, *Trim.6* и *Edge Fillet.7*

- 1) Поновити кораке 22, 23 и 24.
- У оквиру команде **Volume Sweep** изабрати за *Center curve* *Combine.4*, и унети радијус од 2.5 mm.
- У оквиру команде **Trim** изабрати из стабла модела *Edge Fillet.6* и *Volume Sweep.6* (Сл.1.38).
- У оквиру команде **Edge Fillet** за радијус заобљења унети 0.5mm.



Слика 1.38.- Дефинисање моделских форми *Volume Sweep.6*, *Trim.6* и *Edge Fillet.7*

Корак 37: Креирање референтне равни *Plane.6*



Слика 1.39. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.6*

- Изабрати раван *Plane.5* из стабла модела, па активирати команду за креирање референтне равни **Plane** .
- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу раван (*Offset from plane*).
- Као меру дужинског померања унети 15mm. Потврдити са *OK* (Сл.1.39).

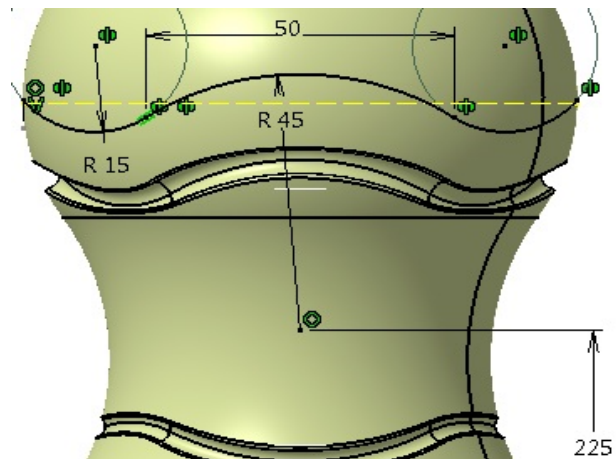
Корак 38: Креирање моделске форме *Intersect.6*

- 1) Поновити корак 20 – за *First Element* изабрати из стабла модела *Plane.6*, а за *Second Element* изабрати из стабла модела *Edge Fillet.7*.

Корак 39: Креирање моделске форме *Combine.5*

- 1) Активирати команду **Sketch** и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицавање.

- 2) Поновити поступак из корака 21.
 - Извршити пројектовање кружнице (*Intersect.6*).
 - Димензионисати скицу командом **Constraint**  (коту 225 mm димензионисати у односу на Х осу).
- 3) Изаћи из модула за скицавање **Exit workbench** .
- 4) Активирати команду **Combine** .
 - У пољу *Curve.1* изабрати из стабла модела *Intersect.6*, а у пољу *Curve.2* изабрати из стабла модела *Sketch.9*.
 - Потврдити кликом на ОК (Сл.1.40).



Слика 1.40.- Скица за моделску форму *Combine.5*

Корак 40: Креирање моделских форми *Volume Sweep.7*, *Trim.7* и *Edge Fillet.8*



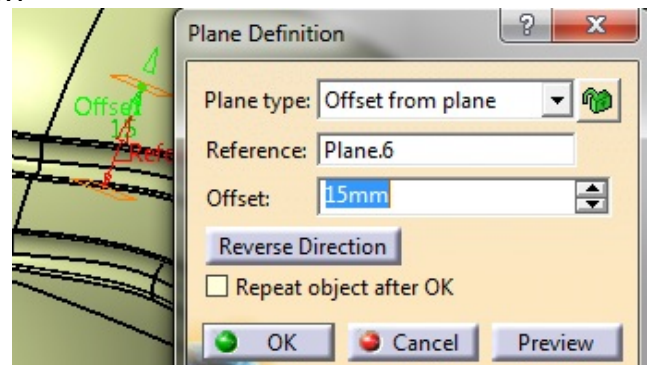
Слика 1.41.- Дефинисање моделских форми *Volume Sweep.7*, *Trim.7* и *Edge Fillet.8*

- 1) Поновити кораке 22, 23 и 24.

- У оквиру команде **Volume Sweep**  изабрати за *Center curve* *Combine.5*, и унети радијус од 2.5 mm.
- У оквиру команде **Trim**  изабрати из стабла модела *Edge Fillet.7* и *Volume Sweep.7* (Сл.1.41).
- У оквиру команде **Edge Fillet**  за радијус заобљења унети 0.5mm.

Корак 41: Креирање референтне равни *Plane.7*

- Изабрати раван *Plane.6* из стабла модела, па активирати команду за креирање референтне равни **Plane** .
- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу раван (*Offset from plane*).
- Као меру дужинског померања унети 15mm → ОК (Сл.1.42).



Слика 1.42. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.7*

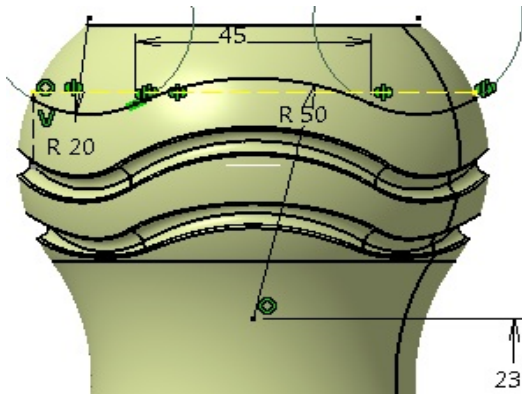
Корак 42: Креирање моделске форме *Intersect.7*

- 1) Поновити корак 20 – за *First Element* изабрати из стабла модела *Plane.7*, а за *Second Element* изабрати из стабла модела *Edge Fillet.8*.

Корак 43: Креирање моделске форме *Combine.6*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и клинути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицавање.

2) Поновити поступак из корака 21.



Слика 1.43.- Скица за моделску форму *Combine.6*

- Извршити пројектовање кружнице (*Intersect.7*).

- Димензионисати скицу командом **Constraint** (коту 233mm димензионисати у односу на X осу).

3) Изаћи из модула за скицирање **Exit workbench** .

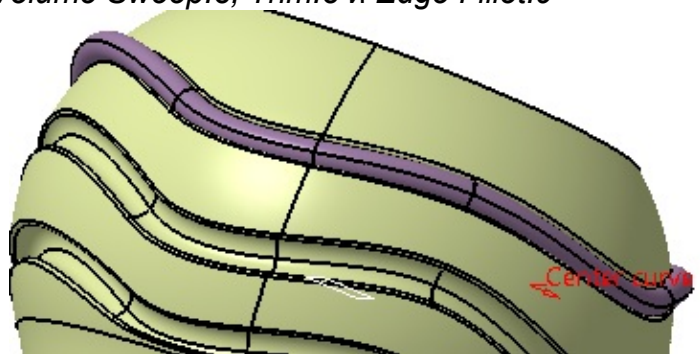
4) Активирати команду **Combine** .

- У пољу *Curve.1* изабрати из стабла модела *Intersect.7*, а у пољу *Curve.2* изабрати из стабла модела *Sketch.10*.
- Потврдити кликом на **OK** (Сл.1.43).

Корак 44: Креирање моделских форми *Volume Sweep.8*, *Trim.8* и *Edge Fillet.9*

1) Поновити кораке 22, 23 и 24.

- У оквиру команде **Volume Sweep** изабрати за *Center curve* *Combine.5*, и унети радијус од 2mm.
- У оквиру команде **Trim** изабрати из стабла модела *Edge Fillet.8* и *Volume Sweep.9* (Сл.1.44).
- У оквиру команде **Edge Fillet** за радијус заобљења унети 0.5mm.

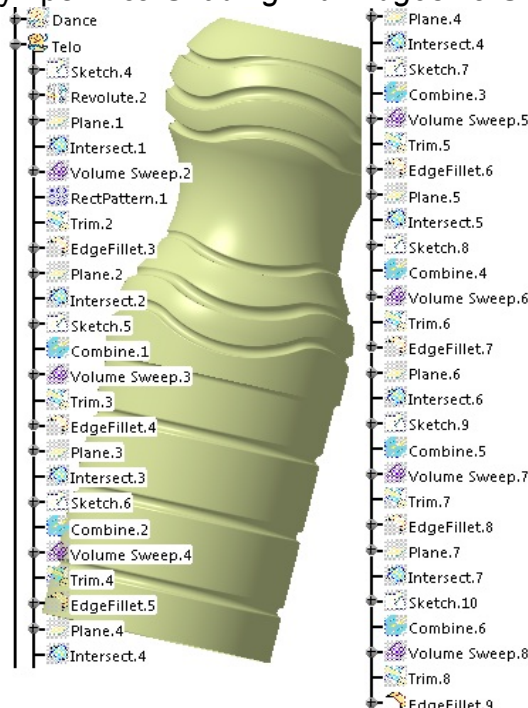


Слика 1.44.- Дефинисање моделских форми *Volume Sweep.8*, *Trim.8* и *Edge Fillet.9*

Корак 45: Снимање и чување модела

1) Модел сачувати избором команде из падајућег менија **File** → **Save**.

- За бољу визуелизацију прећи са *Shading with Edges* на *Shading (SHD)*.



Слика 1.45. – Коначни изглед модела тела и стабла моделских форми

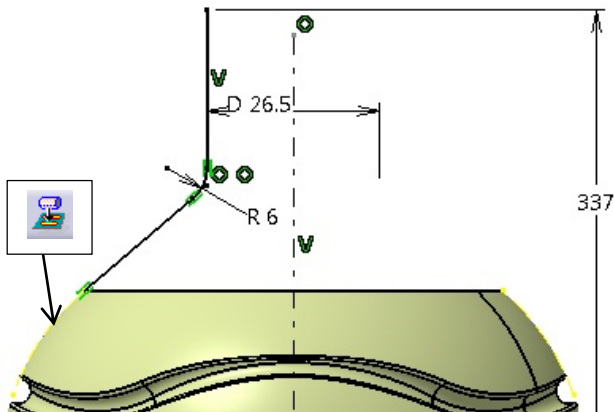
Корак 46: Креирање геометријског скупа

- 1) Активирати команду  из падајућег менија **Insert** → **Geometrical Set...**

У оквиру поља *Name* задати назив *Grlic* → **OK**

Корак 47: Креирање моделске форме *Revolute.3*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицавање.



Слика 1.46. – Скица базне моделске форме грлића

- Извршити пројектовање изводнице на раван скицавања коришћењем команде

Project 3D Silhouette Edges

- Пројектовану линију превести у конструкциону (испрекидану) коришћењем команде

Construction/Standard Element

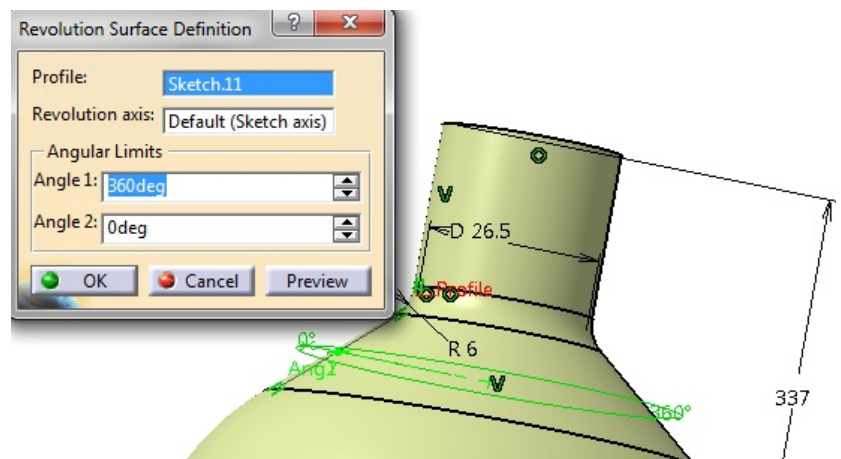
- Активирати команду **Profile** , везати за крајњу тачку пројектоване изводнице (успоставити тангентност) и скицирати као на слици 1.46.

- Након скицавања профила, димензионисати исти командом

Constraint  (коту 337mm димензионисати у односу на X осу).

- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицавање **Exit workbench**  ради дефинисања треће димензије.
- 3) Активирати команду **Revolve**  за покретање операције ротације профила.

- У оквиру прозора *Revolution Surface Definition*, изабрати за профил *Sketch.11*, а за угао ротирања 360deg.
- Кликом на **OK** формира се базна моделска форма грлића (Сл.1.47).



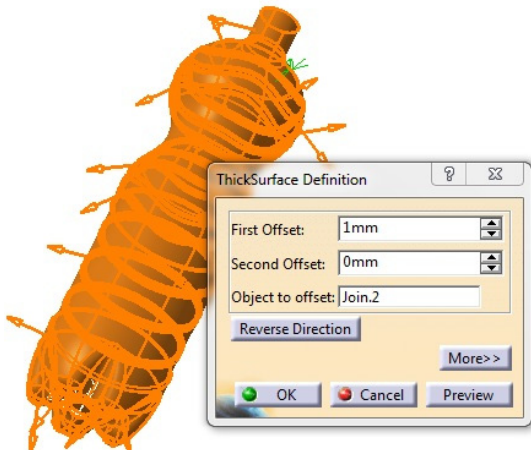
Слика 1.47. – Дефинисање моделске форме *Revolute.3*

Корак 48: Прелазак у модул **Part Design**

- 1) Изабрати **Start** → **Mechanical Design** → **Part Design**

НАПОМЕНА:

Пре уласка у овај модул, пожељно је урадити оптимизацију флаше, што је детаљно објашњено у поглављу 3.

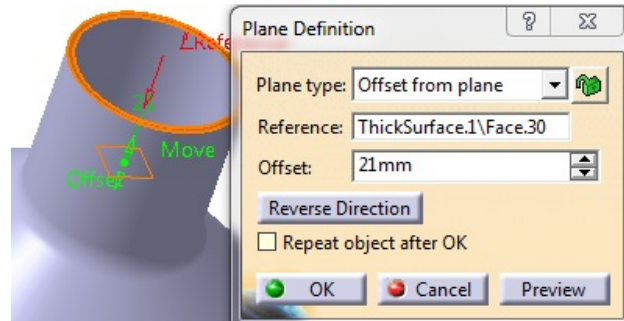
2) Активирати команду **Thick Surface** .

Слика 1.48. – Дефинисање дебљине флаше

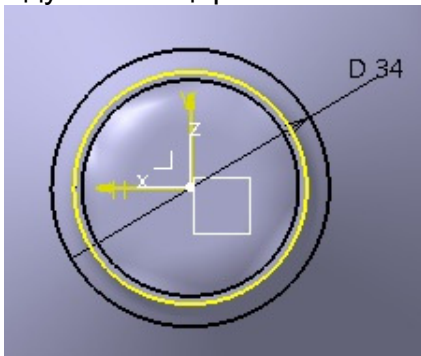
Корак 49: Креирање референтне равни *Plane.8*

- 1) Активирати команду за креирање референтне равни **Plane** , а затим кликнути на равну површину грлића.

- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу раван (*Offset from plane*).
- Као меру дужинског померања унети 21mm → OK (Сл.1.49).

Слика 1.49. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.8***Корак 50:** Креирање моделске форме *Pad.1*

- 1) Активирати команду **Sketch** , и кликнути на раван *Plane.8*, чиме се прелази у модул за скицирање.



Слика 1.50. Скицирање базне моделске форме

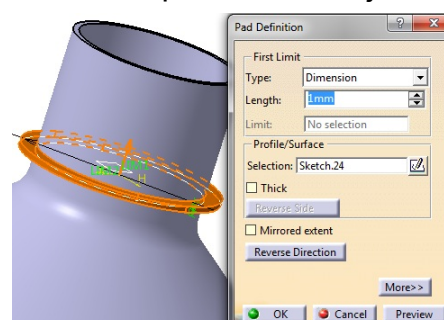
3) Активирати команду **Pad** .

- У оквиру прозора *Pad Definition* задати у пољу *Length* 1mm.
- Потврдити командом OK (Сл.1.51).

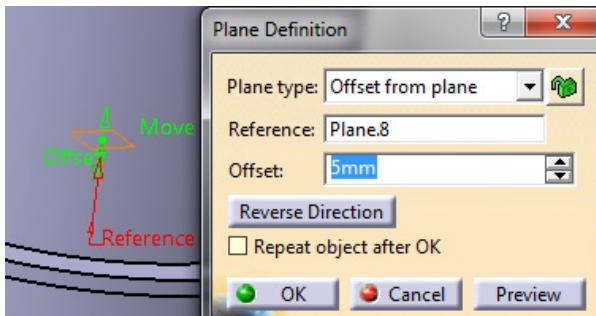
- Извршити пројетовање кружнице на раван скицирања коришћењем команде **Project 3D Elements** .

- Активирати комадну **Circle**  и везати центар кружнице за центар оса (Сл.1.50).

- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench**  ради дефинисања треће димензије.

Слика 1.51. – Дефинисање моделске форме *Pad.1*

Корак 51: Креирање референтне равни *Plane.9*



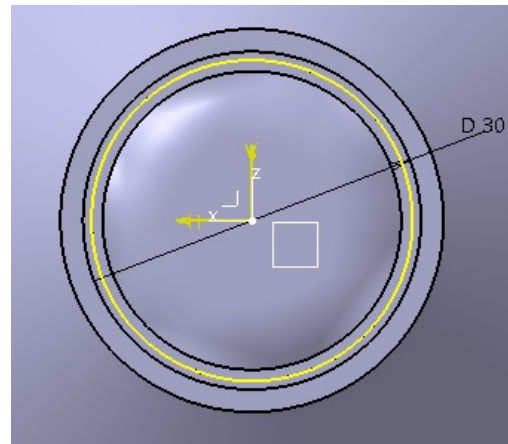
Слика 1.52. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.9*

Корак 52: Креирање моделске форме *Pad.2*

1) Активирати команду **Sketch** и кликнути на раван *Plane.9*, чиме се прелази у модул за скицавање.

- Извршити пројектовање кружнице на раван скицавања коришћењем команде **Project 3D Elements**.

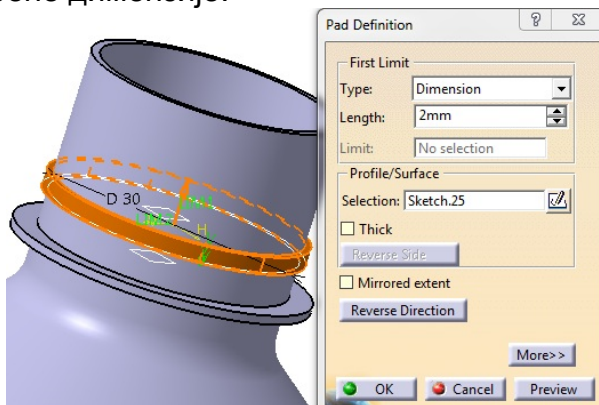
- Активирати команду **Circle** и везати центар кружнице за центар оса са пречником 30 mm (Сл.1.53).



Слика 1.53. Скицавање базне моделске форме

2) Изабрати команду за излазак из модула за скицавање **Exit**

workbench ради дефинисања треће димензије.



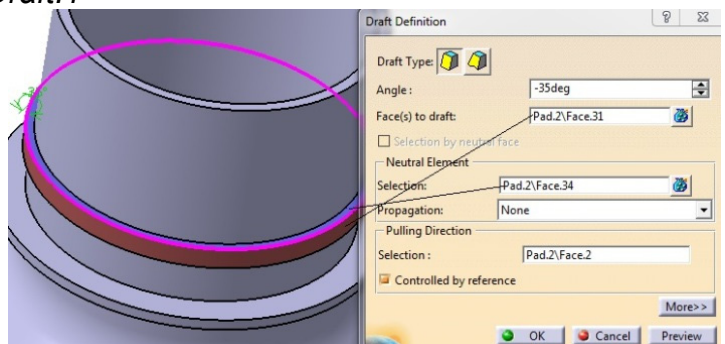
Слика 1.54. – Дефинисање моделске форме *Pad.2*

Корак 53: Креирање моделске форме *Draft.1*

1) Активирати команду **Draft Angle**



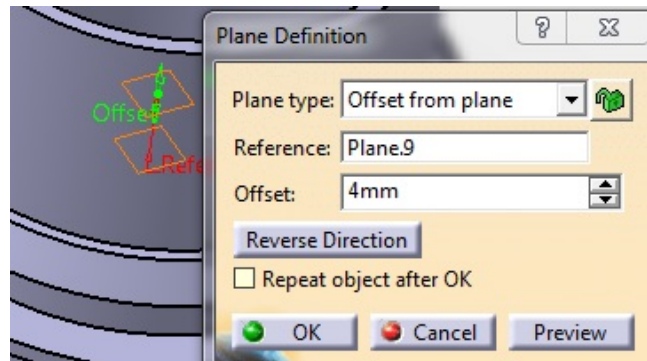
- У оквиру прозора *Draft Definition* у пољу *Angle* унети -35 mm.
- У пољу *Face(s) to draft* изабрати обим(омотач) круга, а као неутрални елемент, од којег се врши закошење, изабрати горњу базу круга → OK (Сл.1.55).



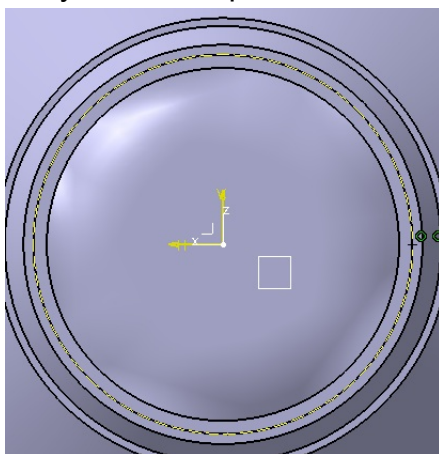
Слика 1.55. – Дефинисање моделске форме *Draft.1*

Корак 54: Креирање референтне равни *Plane.10*

- 1) Активирати команду за креирање референтне равни **Plane** , а затим кликнути на раван *Plane.9*.
- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу раван (*Offset from plane*).
- Као меру дужинског померања унети 4mm → OK (Сл.1.56).

Слика 1.56. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.10***Корак 55:** Креирање моделске форме *Helix.1*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван *Plane.10*, чиме се прелази у модул за скицирање.



Слика 1.57. Скицирање тачке

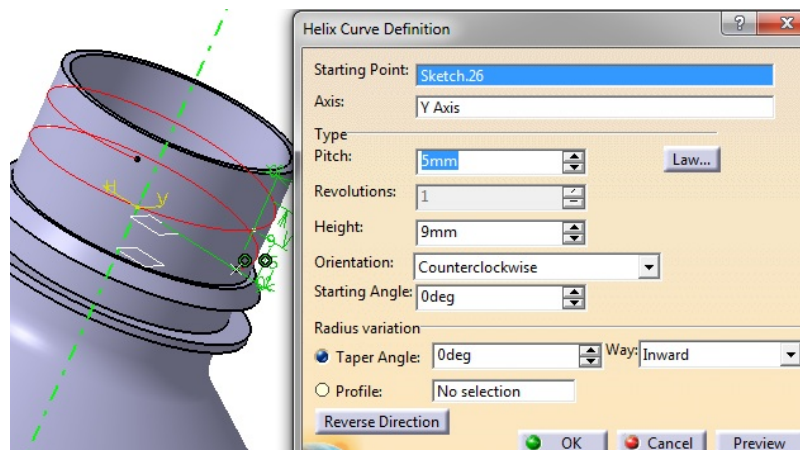
- 3) Прећи у модул **Generative Shape Design**.

- 4) Активирати команду **Helix** .

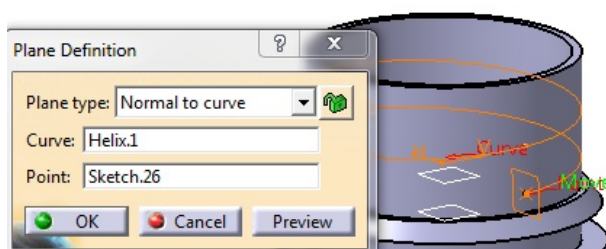
- За почетак завојнице изабрати претходно формирану тачку.
- За осу ротације завојнице изабрати Y осу.
- За корак унети 5 mm, а за висину 9mm → OK (Сл.1.58).

- Пројектовати спољашњу ивицу данцета командом **Project 3D Elements**  и превести у конструкциону коришћењем команде **Construction/Standard Element** .
- Активирати команду **Point by Clicking** , поставити тачку у правцу са X (хоризонталном) осом и да буде на пројектованој линији (Сл.1.57).

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



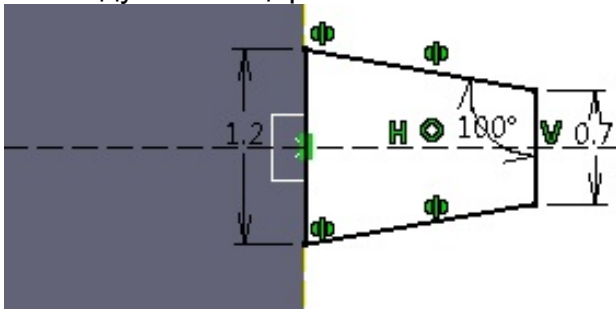
Слика 1.58. – Дефинисање завојнице (спирале)

Корак 56: Креирање референтне равни *Plane.11*Слика 1.59. – Дефинисање нове референтне равни *Plane.11*

- 1) Поново се вратити у модул **Part Design**.
- Активирати команду за креирање референтне равни **Plane**.
- У оквиру прозора *Plane Definition* изабрати тип дефинисања равни у односу на постојећу криву (*Normal to curve*).
- За криву изабрати *Helix.1*, а у пољу *Point* изабрати почетну тачку завојнице → OK (Сл.1.59).

Корак 57: Креирање моделске форме *Rib.1*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван *Plane.11*, чиме се прелази у модул за скицирање.



Слика 1.60. Скицирање базне моделске форме

Извршити пројектовање изводнице на раван скицирања коришћењем команде **Project**

3D Silhouette Edges

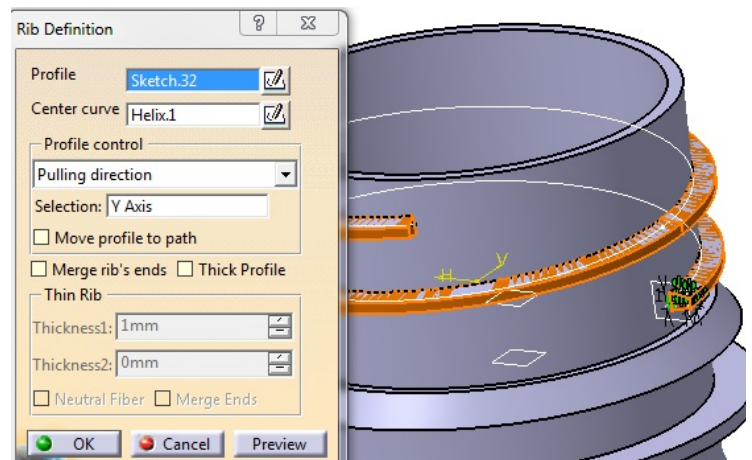
Активирати команду **Profile** , везати за пројектовану линију и скицирати профил као на слици 1.60.

Након скицирања профила,

димензионисати командом **Constraint** .

- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench**  ради дефинисања треће димензије.

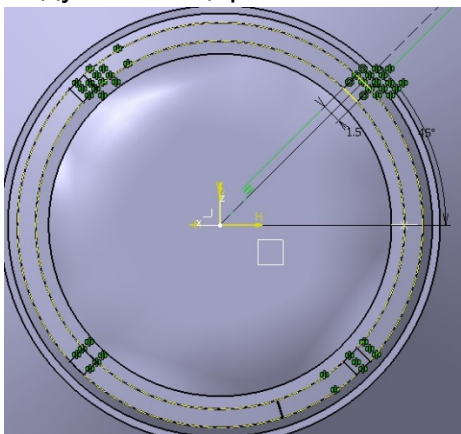
- 3) Активирати команду **Rib** .
- У прозору *Rib Definition*, за поље *Profile* изабрати претходни профил, а за централну криву изабрати *Helix.1*.
 - У делу *Profile control* изабрати *Pulling direction*, а у пољу *Selection* изабрати Y осу → OK (Сл.1.61).



Слика 1.61. – Дефинисање моделске форме *Rib.1* (навоја)

Корак 58: Креирање моделске форме *Pocket.1*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на чеону површ грлића, чиме се прелази у модул за скицирање.



Слика 1.62. Скицирање базне моделске форме

- Пројектовати ивице навоја командом **Project 3D Elements** .
- Активирати команду **Line** , повући је тако да она буде паралелна са конструкционом линијом (повучена под углом 45 степени) и да додирује обе пројектоване ивице.
- Формирану линију пресликати преко конструкционе линије командом **Mirror**  (Сл.1.62).

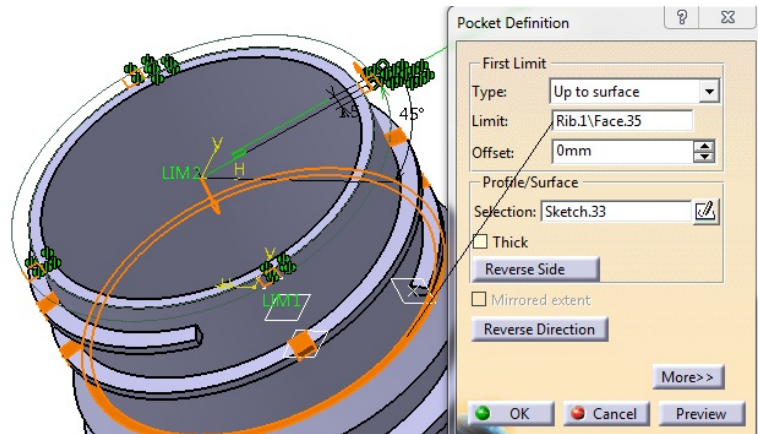
- Активирати команду **Quick Trim**  двоструким кликом и избрисати пројектоване ивице са спољне стране формиране линије.
- Обележити новоформирану линију и пресликати преко хоризонталне и вертикалне осе, коришћењем команде **Mirror** .

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

3) Активирати команду **Pocket**

којом се уклања вишак материјала.

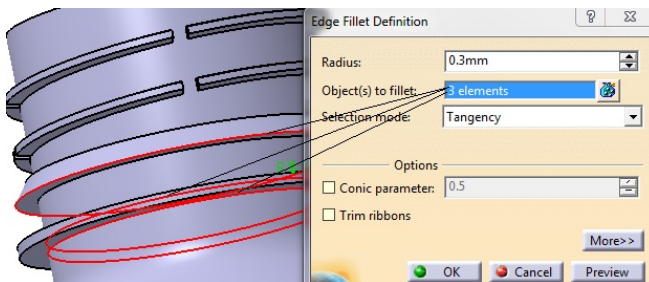
- У оквиру поља *Type* изабрати *Up to surface*.
- У оквиру поља *Limit* изабрати површ приказану на слици 1.63.
- Потврдити кликом на **OK**.



Слика 1.63. – Дефинисање моделске форме **Pocket**. 1

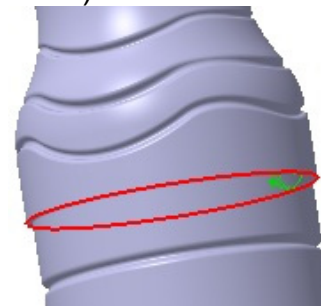
Корак 59: Креирање заобљења

1) Активирати команду **Edge Fillet**



Слика 1.64. – Дефинисање заобљења

- У оквиру прозора **Edge Fillet Definition**, за радијус заобљења унети 0.3mm и селектовати оштре ивице → **OK** (Сл.1.64).



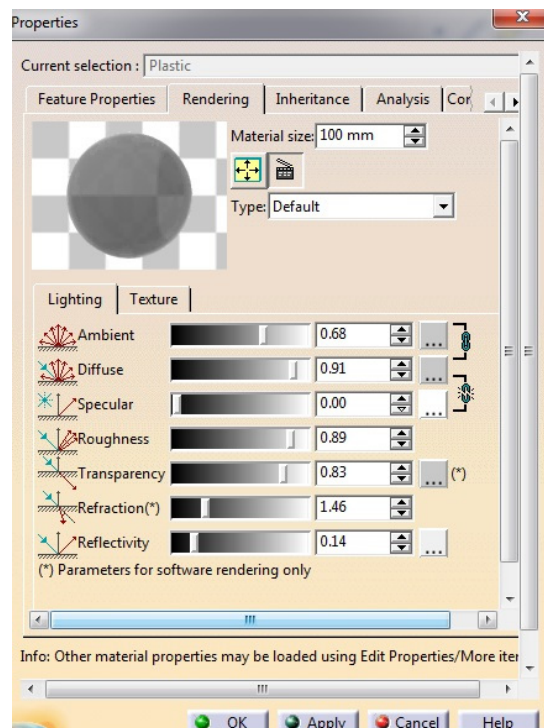
- Заоблити преосталу оштру ивицу командом **Edge Fillet** са радијусом заобљења 2mm → **OK**.

Корак 60: Додавање материјала

1) Активирати команду **Apply Material**

2) У оквиру прозора **Library** кликунти на картицу **Other** и превићи материјал **Plastic** на стабло модела **PartBody**.

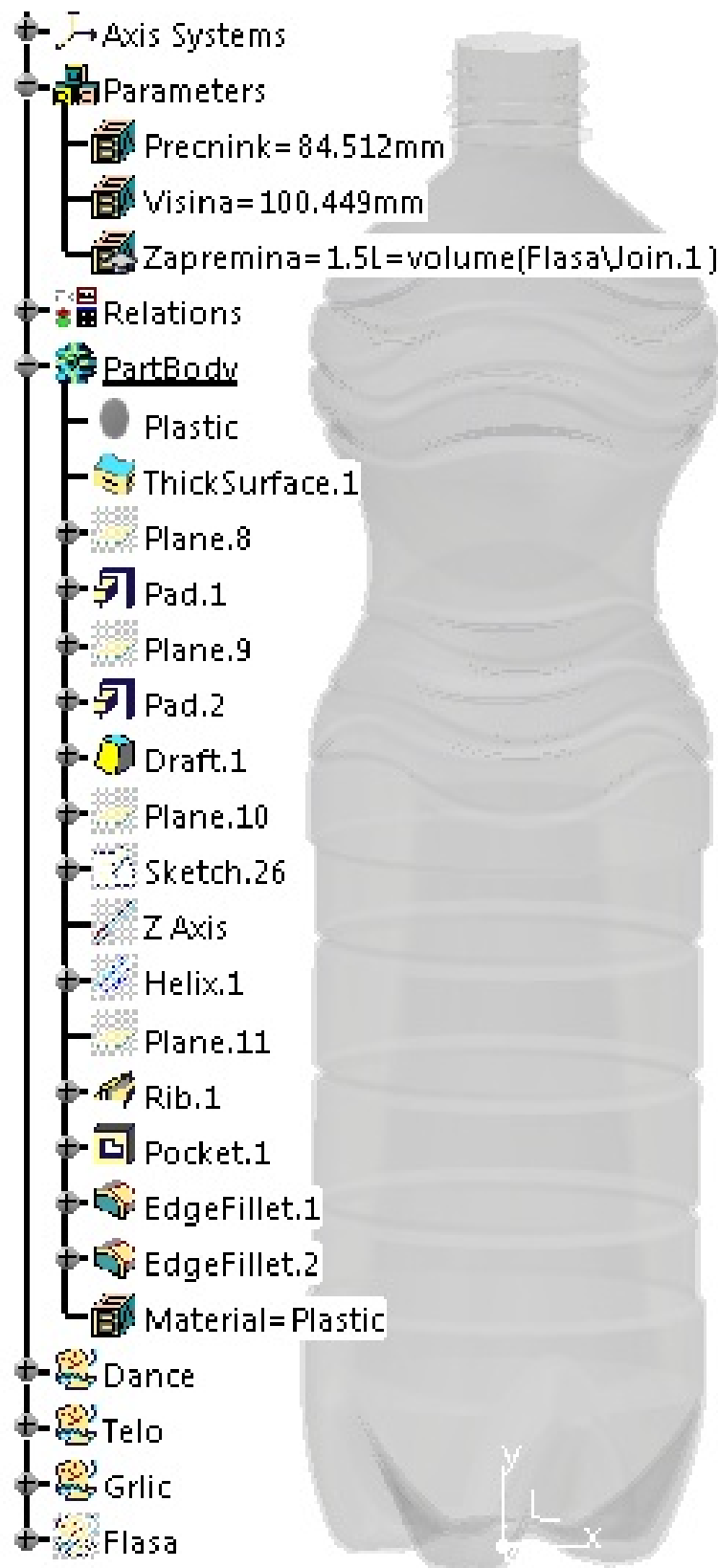
- Ради боље визуелизације материјала, извршити двоструки клик на **Plastic** из стабла модела.
- Затим, у оквиру прозора **Properties** кликунти на картицу **Rendering**.
- Подесити параметре као што је приказано на слици 1.65.



Слика 1.65. – Дефинисање материјала

Корак 61: Снимање и чување модела

- 1) Модел сачувати избором команде из падајућег менија **File** → **Save**.
- За бољу визуелизацију прећи са *Shading with Edges* на *Shading with Material*.



Слика 1.66. – Коначни изглед модела флаше и стабла моделских форми

Корак 1: Активирање модула за креирање модела**Пример 2**

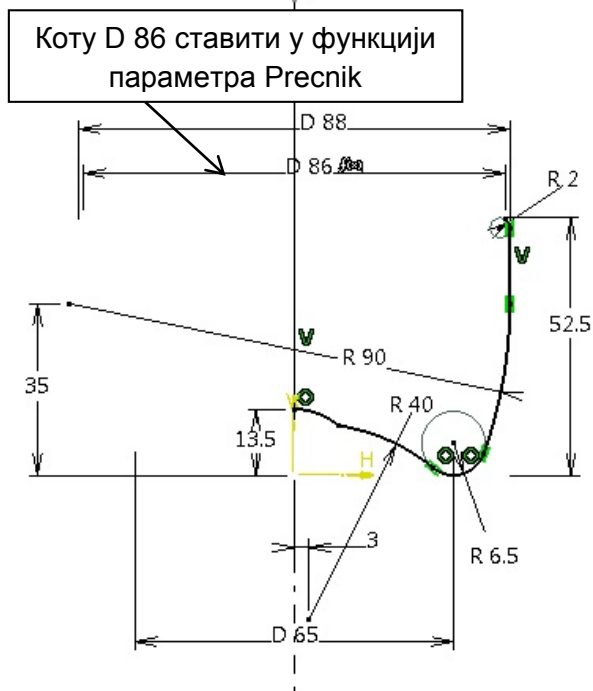
- 1) Изабрати **Start** → **Shape** → **Generative Shape Design**
- 2) У поље Enter part name прозора **[New Part]** уписати **Flasa2** → **OK**.

1) Поновити кораке 3, 4 и 5 из примера 1.

- У оквиру корака 3 за додавање параметра изабрати тип параметра *Length* и кликнути на команду *New Parameter of type*, затим променити назив у Presnik и задати вредност параметра 86mm → *Apply* (Слика 1.2., у овом примеру се не параметризује висина).

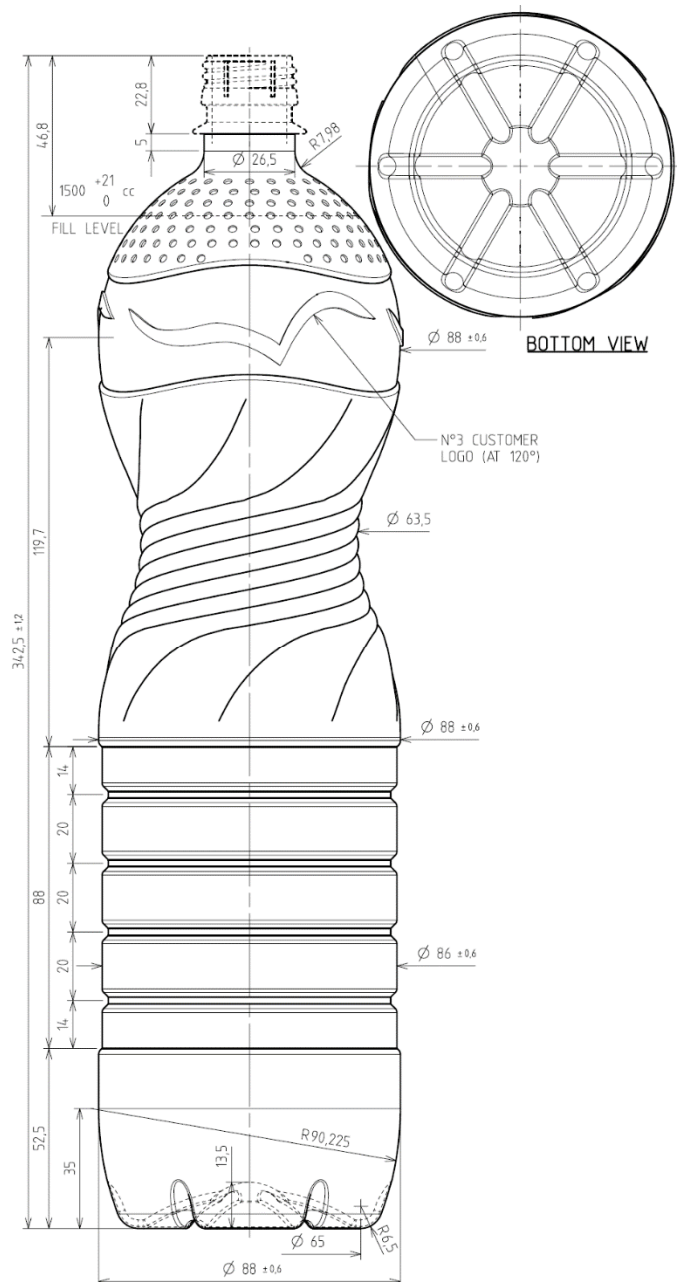
Корак 2: Креирање моделске форме *Revolute.1*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицирање.



Слика 2.1. – Скица базне моделске форме

- Активирати команду **Profile**  и скицирати профил као на слици 2.1.
- Профил модела могуће је урадити комбинацијом команди **Line** , **Arc**  и **Circle** .



Слика 2 - Приказ цртежа флаше

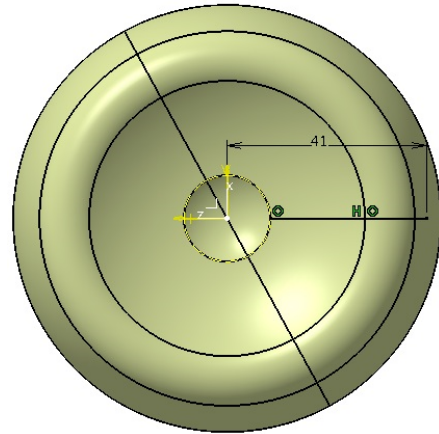
- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench**  ради дефинисања треће димензије.

3) Активирати команду **Revolve**  за покретање операције ротације профила.

- У оквиру прозора *Revolution Surface Definition*, изабрати за профил *Sketch.1*, а угао ротирања 360deg → OK.

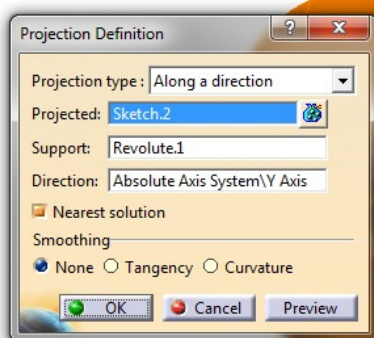
Корак 3: Креирање моделске форме *Volume Sweep.1*

- Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван ZX, чиме се прелази у модул за скицавање.
- Пројектовати оштру ивицу данцета командом **Project 3D Elements**  и претворити у конструкциону линију.
- Другу линију повући хоризонтално командом **Line**  и везати за конструкциону линију као на слици 2.2.



Слика 2.2. – Скица моделске форме *Volume Sweep.1*

3) Активирати команду **Projection** .



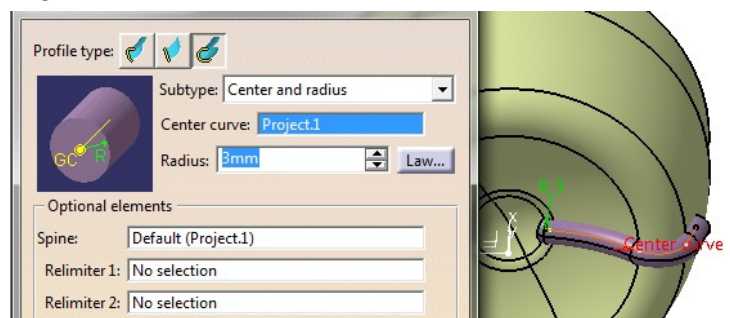
Слика 2.3. – Пројектовање моделске форме *Sketch.2*

- У оквиру прозора *Projection Definition*, изабрати за тип пројекције *Along a direction*.
- У пољу *Projected* изабрати *Sketch.2*.
- У пољу *Support* изабрати *Revolute.1*.
- За правац пројекције узети Y осу.
- Потврдити са командом OK (Сл.2.3).

4) Заоблити оштру ивицу данцета (која је на слици 2.2. пројектована) командом **Edge Fillet**  за радијус заобљења унети 5mm.

5) Активирати команду **Volume Sweep** .

- У оквиру прозора *Swept Volume Definition*, изабрати за тип профила *Circle*, у пољу *Subtype* изабрати *Center and radius*, за *Center curve* изабрати *Projection.1* и унети радијус од 3mm → OK (Сл.2.4).

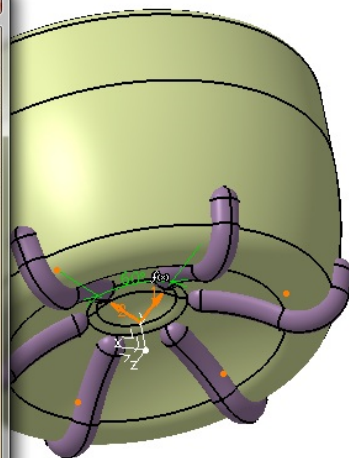
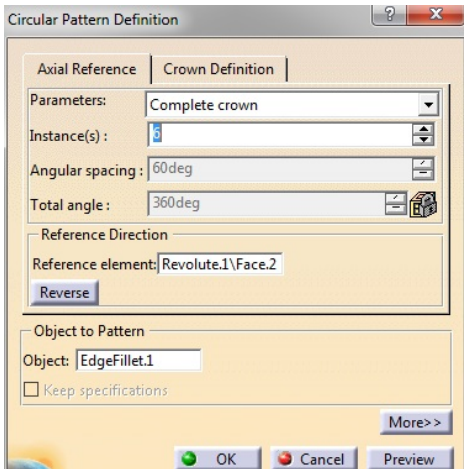


Слика 2.4.- Дефинисање моделске форме *Volume Sweep.1*

Корак 4: Креирање заобљења на моделској форми *Volume Sweep.1* и умножавање

1) Активирати команду **Edge Fillet** , а затим изабрати оштре ивице моделске форме *Volume Sweep.1*, унети радијус заобљења 3mm.

2) Затим активирати команду **CircularPattern** .



- У оквиру поља *Parameters* изабрати *Complete crown*.
- За број инстанци које желимо креирати унети 6.
- За поље *Reference element* изабрати раван део данцета или Y осу координатног система.
- За објекат изабрати претходно одрађену форму *Edge Fillet.1* → OK (Сл.2.5).

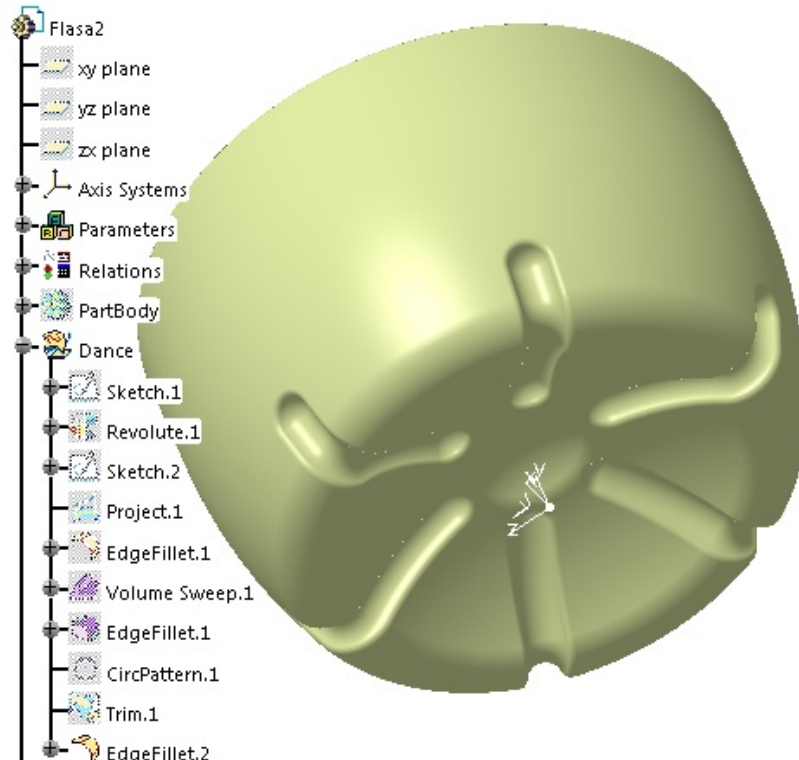
Слика 2.5.- Дефинисање моделске форме *CircPattern.1*

Корак 5: Креирање моделске форме *Trim.1* и *Edge Fillet.2*

1) Поновити поступак корака 8 и 9 (слике 1.11, 1.12, 1.13) из *примера 1*.

Корак 6: Снимање и чување модела

- 1) Модел сачувати у радни директоријум под називом **Flasa2.CATPart** избором команде из падајућег менија **File** → **Save**.
 - За бољу визуелизацију прећи са *Shading with Edges* на *Shading (SHD)*.



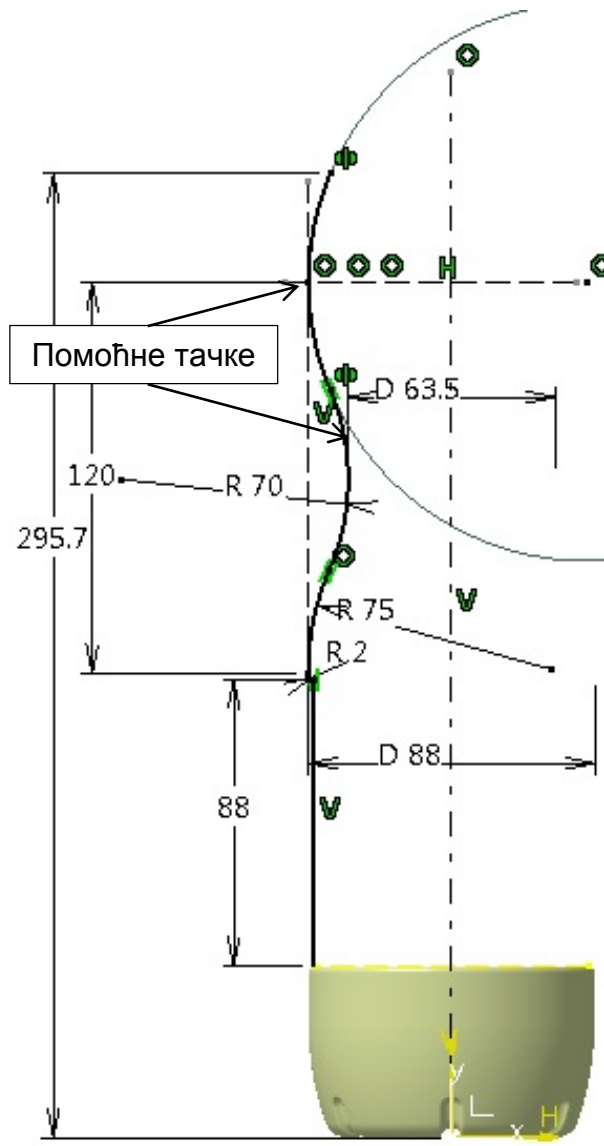
Слика 2.6. – Коначни изглед модела данцета и стабла моделских форми

Корак 7: Креирање геометријског скупа

- 1) Активирати команду  из падајућег менија **Insert** → **Geometrical Set...**
 - У оквиру поља *Name* задати назив Telo → OK.

Корак 8: Креирање моделске форме *Revolute.2*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицирање.
 - Након активирања команде **Sketch**, извршити пројектовање праве ивице на раван скицирања коришћењем команде **Project 3D Elements** .
 - Пројектовану линију превести у конструкциону (испрекидану) коришћењем команде **Construction/Standard Element**  (визуелно постаје испрекидана и жута).
 - Деактивирати команду **Construction/Standard Element** .
 - Активирати команду **Profile** , везати за крајну тачку пројектоване линије(профил модела могуће је урадити комбинацијом команди **Line** , **Arc**  и **Circle** ) и скицирати профил као на слици 2.7.
 - Уколико се ради другом опцијом, водити рачуна да скица буде у потпуности ограничена у геометријском смислу (*Coincidence*, *Tangency*, *Vertical*...).
 - Након скицирања профила, димензионисати исти командом **Constraint** .



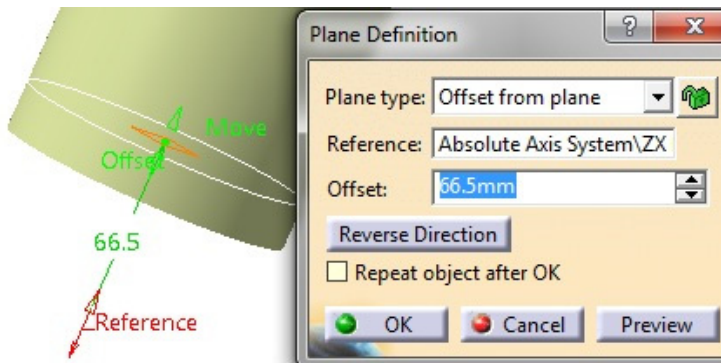
Слика 2.7. – Скица базне моделске форме тела

Скица је потпуна ограничена у геометријском и димензионом смислу (Слика 2.7).

- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench**  ради дефинисања треће димензије.

- 3) Активирати команду **Revolve**  за покретање операције ротације профила.
- У оквиру прозора *Revolution Surface Definition*, изабрати за профил *Sketch.3*, а за угао ротирања 360deg.

Корак 9: Креирање референтне равни *Plane.1* и моделске форме *Intersect.1*



Слика 2.8.- Дефинисање моделских форми *Plane.1* и *Intersect.1*

- 1) Изабрати раван **ZX** из стабла модела, па активирати команду **Plane** .

- Као меру дужинског померања унети 66.5mm у односу на ZX раван (Сл.2.8).

- 2) Активирати команду

Intersection .

- У оквиру прозора *Intersection Definition*, у пољу *First Element* изабрати из стабла модела *Plane.1*, а у пољу *Second Element* изабрати из стабла модела *Revolute.2*.

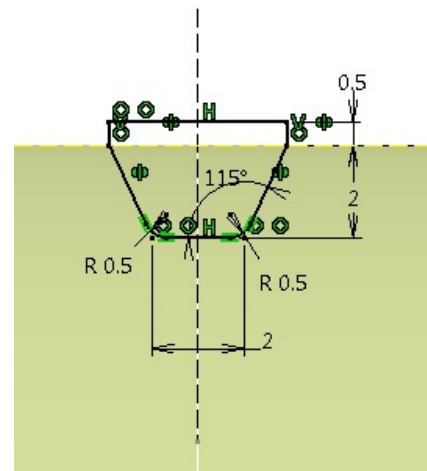
Корак 10: Креирање моделске форме *Volume Sweep.2*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван YZ, чиме се прелази у модул за скицавање.

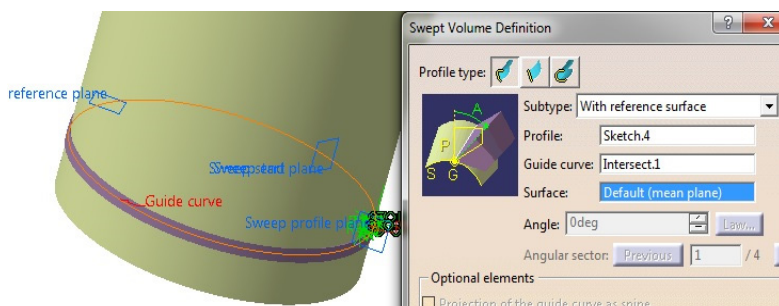
- Извршити пројектовање изводнице на раван скицавања коришћењем команде **Project 3D**

Silhouette Edges  и превести у конструкцију.

- Вертикална помоћна линија је подударна са *Intersect.1*
- Активирати команду **Profile**  и скицирати профил као на слици 2.9.
- Након скицавања профила, димензионисати командом **Constraint** .



Слика 2.9. Скицавање базне моделске форме



Слика 2.10.- Дефинисање моделске форме *Volume Sweep.2*

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

- 3) Активирати команду **Volume Sweep** .

- У оквиру прозора *Swept Volume Definition*, изабрати за тип профила *Explicit*, у пољу *Subtype* изабрати *With reference surface*, за *Profile* изабрати *Sketch.4*, а за поље *Guide Curve* изабрати *Intersect.1* → OK (Сл.2.10).

Корак 11: Креирање моделских форми *RectPattern.1*, *Trim.2* и *Edge Fillet.3*

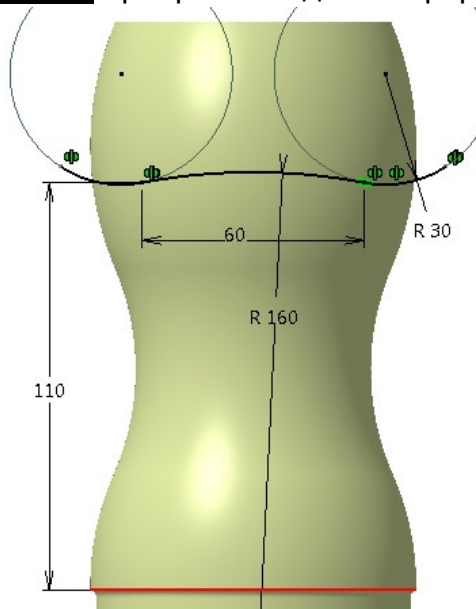
1) Поновити кораке 16, 17 и 18 (слике 1.20, 1.21. и 1.22.) из примера 1.

- У оквиру прозора *Rectangular Pattern Definition*, за број инстанци које желимо креирати унети 4 на међусобном растојању 20mm.
- У оквиру прозора *Edge Fillet Definition*, за радијус заобљења унети 0.5mm и селектовати оштре ивице → OK (Сл.2.11).



Слика 2.11.- Дефинисање моделских форми *RectPattern.1*, *Trim.2* и *Edge Fillet.3*

Корак 12: Креирање моделске форме *Extrude.1*



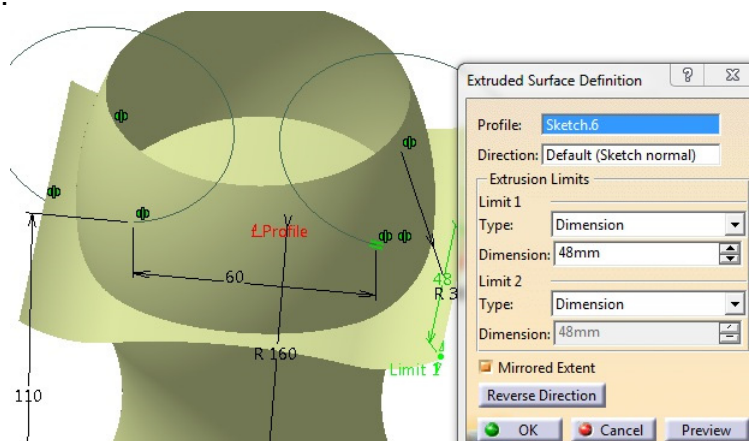
Слика 2.12. Скицирање базне моделске форме

- Активирати команду **Sketch** и кликнути на раван XY.
- Активирати команду **Arc** , са центром лука у оси флаше и крајње тачке лука су симетричне у односу на Y осу.
- Поново активирати команду **Arc** , прву тачку лука везати за крајњу тачку претходног лука и успоставити тангентност два лука.
- Други формирани лук пресликати преко Y осе командом **Mirror** . (Сл.2.12).

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

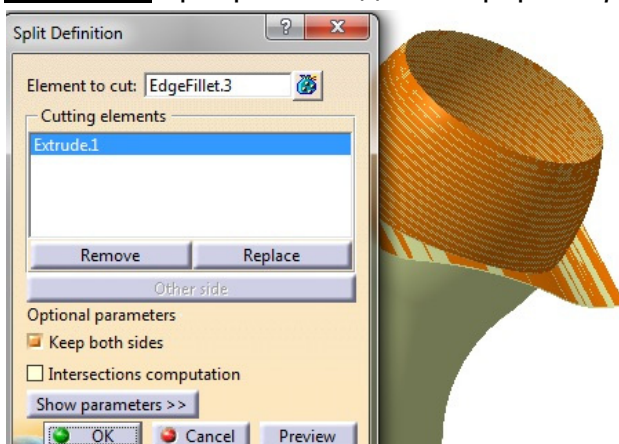
3) Активирати команду **Extrude** .

- За профил изабрати претходно креирану моделску форму.
- За димензију извлачења унети 48mm.
- Чекирати опцију *Mirrored Extent*.
- Клик на команду OK (Сл.2.13).



Слика 2.13.- Дефинисање моделске форме *Extrude.1*

Корак 13: Креирање моделске форме *Split.1/Split.2*



Слика 2.14.- Дефинисање моделске форме *Split.1*

1) Активирати команду **Split** .

- У оквиру прозора *Split Definition*, за поље *Element to cut* изабрати *Edge Fillet.3*
- У делу *Cutting elements* изабрати *Extrude.1*.
- Чекирати опцију *Keep both side*, ради задржавања оба дела тела флаше (Сл.2.14).

Корак 14: Креирање референтне равни *Plane.2*, тачке *Point.1* и моделске форме *Intersect.2*

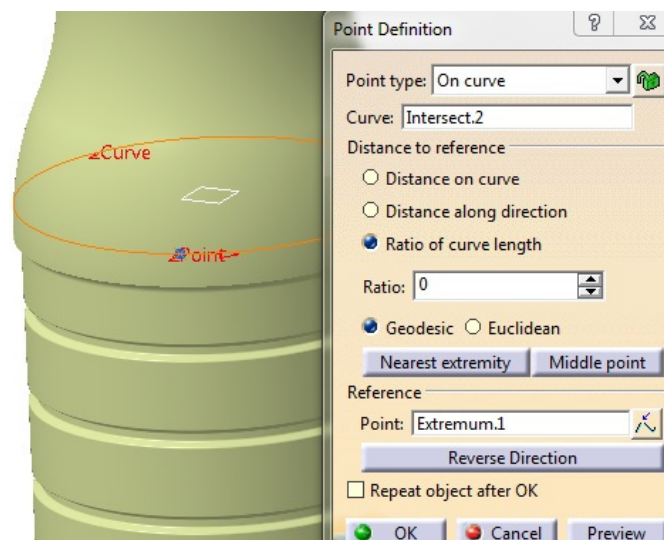
1) Изабрати раван **ZX** из стабла модела, па активирати команду **Plane** .

- Као меру дужинског померања унети 150mm у односу на ZX раван.

2) Извршити интерсекцију тела флаше и равни.

3) Активирати команду **Point** .

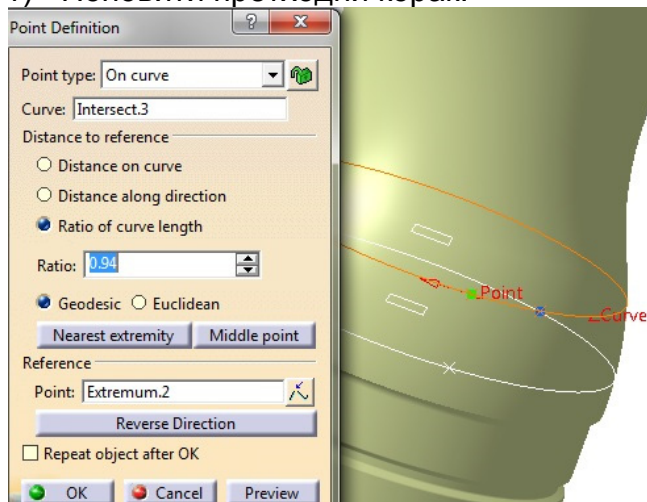
- У оквиру прозора *Point Definition*, за тип тачке изабрати *On curve*, за криву на којој се налази тачка изабрати *Intersect.2*.
- Чекирати *Ratio of curve length* и унети за *Ratio* 0 (Сл.2.15).



Слика 2.15.- Дефинисање моделских форми *Plane.2*, *Point.1* и *Intersect.2*

Корак 15: Креирање референтне равни *Plane.3*, тачке *Point.2* и моделске форме *Intersect.3*

1) Поновити претходни корак.



Слика 2.16.- Дефинисање моделских форми *Plane.3*, *Point.2* и *Intersect.3*

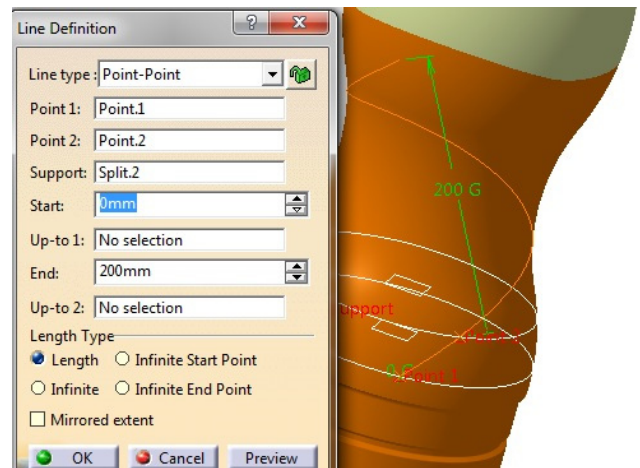
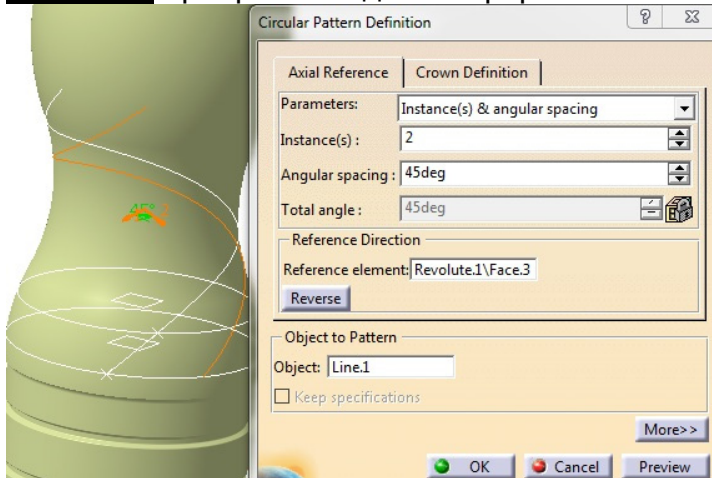
- За раван као меру дужинског померања унети 15mm у односу на *Plane.2*.
- Извршити интерсекцију тела флаше и новоформиране равни.

2) Активирати команду **Point** .

- У оквиру прозора *Point Definition*, за тип тачке изабрати *On curve*, за криву на којој се налази тачка изабрати *Intersect.3*.
- Чекирати *Ratio of curve length* и унети за *Ratio* 0.94 → OK (Сл.2.16).

Корак 16: Креирање моделске форме *Line.1*

- 1) Активирати команду **Line** .
- У оквиру прозора *Line Definition*, за тип линије изабрати *Point-Point*, затим кликнути на *Point.1* и *Point.2*.
- За поље *Support* изабрати *Split.2*.
- За почетак линије унети *0mm*, а за завршетак *200mm* → OK (Сл.2.17).

Слика 2.17.- Дефинисање моделске форме *Line.1***Корак 17:** Креирање моделске форме *CircPattern.2*Слика 2.18.- Дефинисање моделске форме *CircPattern.2*

- 1) Активирати команду **CircularPattern** .

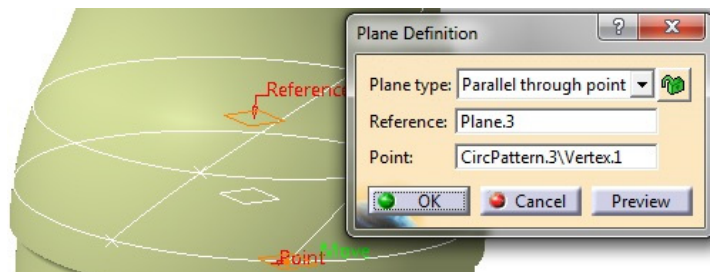
- У оквиру поља *Parameters* изабрати *Instance(s) & angular spacing*.
- За број инстанци које желимо креирати унети 2.
- За поље *Reference element* изабрати део тела флаше чији је пречник константан или Y осу координатног система.
- У пољу *Angular spacing* унети *45deg*.
- За објекат изабрати претходно одрађену форму *Line.1* → OK (Сл.2.18).

Корак 18: Креирање моделске форме *Split.3/Split.4*

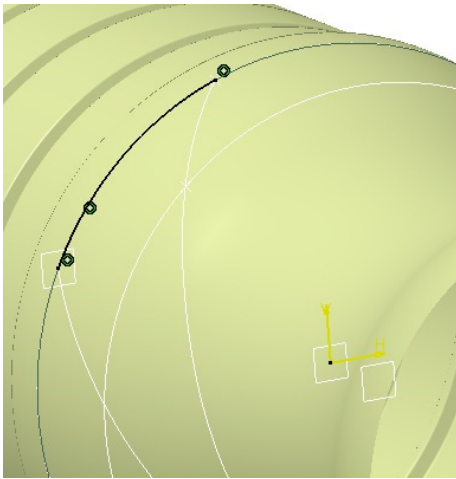
- 1) Поновити поступак из корака 13(слика 2.14.)
 - У оквиру прозора *Split Definition*, за поље *Element to cut* изабрати *Split.2*.
 - У делу *Cutting elements* изабрати *Plane.2*.
 - Чекирати опцију *Keep both side*, ради задржавања оба дела тела флаше.

Корак 19: Креирање моделске форме *Multi-sections Surface.1*

- 1) Активирати команду **Plane** .
- У оквиру прозора *Plane Definition*, за тип равни изабрати *Parallel through point*.
- У пољу *Reference* изабрати *Plane.2* или *Plane.3*.
- За поље *Point* изабрати тачку на копираној линији(завојници) као на слици 2.19.

Слика 2.19.- Дефинисање моделске форме *Plane.4*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван *Plane.4*, чиме се прелази у модул за скицирање.



Слика 2.20. Скицирање базне моделске форме

- Кликнути на команду **Arc** , са производним центром лука у телу флаше и крајње тачке лука везати за крајње тачке завојнице (користити опцију *Coincidence*) (Сл.2.20).
- Линија лука прати линију моделске форме *Intersect.2* (користити опцију *Coincidence*). 

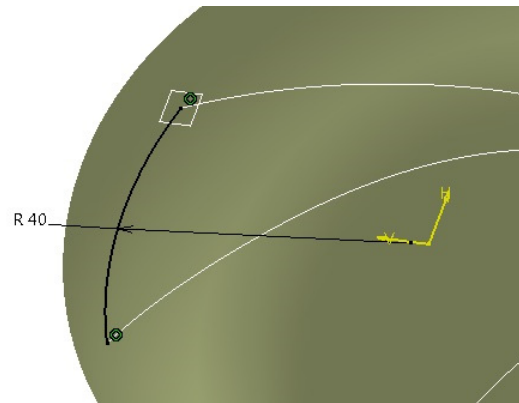
НАПОМЕНА:

Поглед није паралелан у односу на изабрану раван скицирања, већ је закренут, ради лакше прегледности.

- Поновити поступак за креирање равни из овог корака, са тим да се сада раван *Plane.5* налази на врху завојнице (на крајњој тачки).
- Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван *Plane.5*, чиме се прелази у модул за скицирање.

- Кликнути на команду **Arc** , са производним центром лука у телу флаше и крајње тачке лука везати за крајње тачке завојнице (користити опцију *Coincidence*).

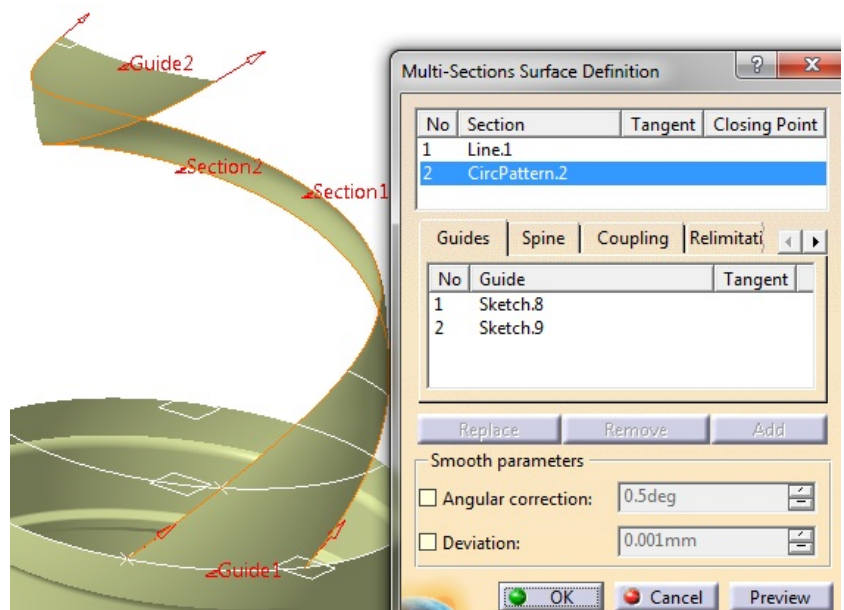
- Димензионисати профил (са котом R40mm) командом **Constraint**  као на слици 2.21.



Слика 2.21. Скицирање базне моделске форме

- Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .
- Активирати команду **Multi-Sections Surface** .

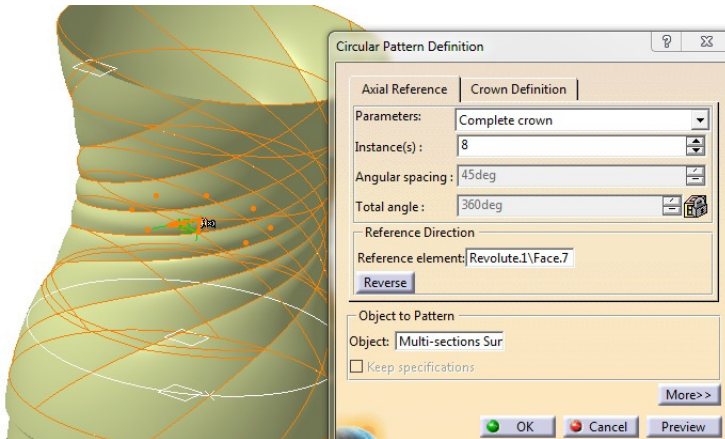
- Извршити сакривање моделске форме *Split.2* из стабла модела.
- У оквиру прозора *Multi-Sections Surface Definition* у пољу *Section* изабрати из стабла модела *Line.1* и *CircPattern.2*.
- У оквиру картице *Guide* изабрати претходне две формиране скице.
- Водити рачуна да су све стрелице у истом смеру и правцу као на слици 2.22.



Слика 2.22.- Дефинисање моделске форме *Multi-sections Surface.1*

Корак 20: Креирање моделске форме *CircPattern.3*

1) Кликнути на *Multi-sections Surface.1*, а затим активирати комадну **CircularPattern** .



Слика 2.23.- Дефинисање моделске форме *CircPattern.3*

- У оквиру поља *Parameters* изабрати *Complete crown*.
- За број инстанци које желимо креирати унети 8.
- За поље *Reference element* изабрати Y осу координатног система (Сл.2.23).

Корак 21: Креирање моделске форме *Join.1*

1) Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *CircPattern.3* и *Multi-sections Surface.1*.

Корак 22: Креирање моделске форме *Edge Fillet.4*

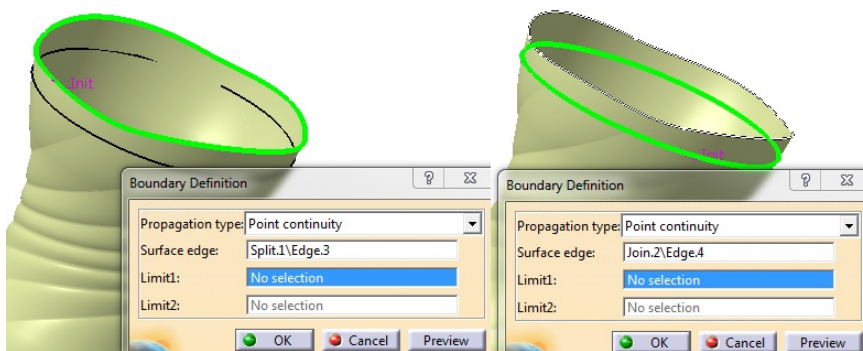
1) Активирати команду **Edge Fillet**  и изабрати осам оштрих ивица из моделске форме *Join.1*, а затим унети радијус заобљења 2mm.

Корак 23: Креирање моделске форме *Join.2*

1) Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *Edge Fillet.4* и *Split.4*.

Корак 24: Креирање моделских форми *Boundary.1* и *Boundary.2*

1) Активирати команду **Boundary** .



Слика 2.24.- Дефинисање моделских форми *Boundary.1* и *Boundary.2*

- У оквиру прозора *Boundary Definition* у пољу *Propagation type* изабрати *Point continuity*.
- У делу *Surface edge* изабрати ивицу површи *Split.1*.
- Поновити поступак за *Boundary.2*.
- У делу *Surface edge* изабрати ивицу површи *Join.2* (Сл.2.24).

Корак 25: Креирање тачке *Point.3*

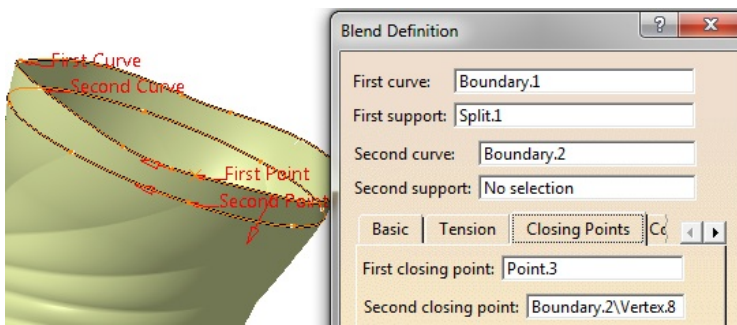
1) Поновити поступак из корака 14 (слика 2.15).

2) Активирати команду **Point** .

- У оквиру прозора *Point Definition*, за тип тачке изабрати *On curve*, за криву на којој се налази тачка изабрати *Boundary.1*.
- Чекирати *Ratio of curve length* и унети за *Ratio* 0.35.

Корак 26: Креирање моделске форме *Blend.1*

1) Из стабла модела сакрити моделску форму *Split.4*, па активирати команду **Blend** .



Слика 2.25.- Дефинисање моделске форме *Blend.1*

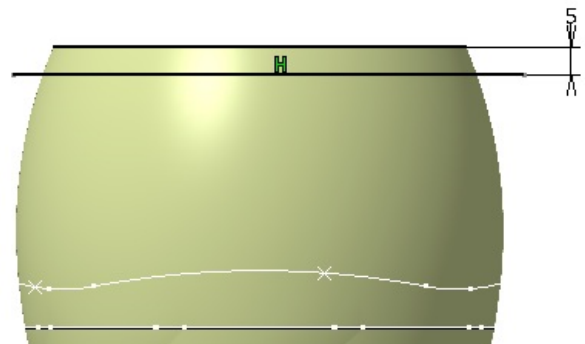
- У оквиру прозора *Blend Definition* у пољу *First curve* изабрати *Boundary.1*.
- За *First support* изабрати *Split.1*.
- У пољу *Second curve* изабрати *Boundary.2*.
- Изабрати картицу *Closing Points* и за прву тачку узети *Point.3*, а за другу тачку изабрати паралелну тачку у вертикалном правцу из *Boundary.2* (Сл.2.25).

Корак 27: Креирање моделске форме *Join.3*

1) Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *Join.2*, *Blend.1* и *Split.1*.

Корак 28: Креирање моделске форме *Extrude.2*

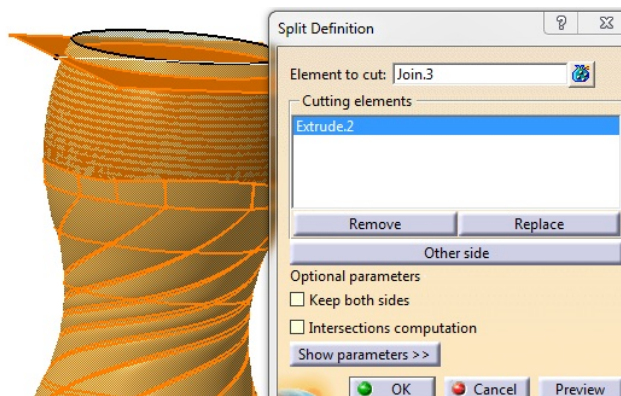
- Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван *XY*.
 - Активирати команду **Line**  и повући линију као на слици 2.26.
- Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench** .



Слика 2.26. Скицирање базне моделске форме

3) Активирати команду **Extrude**  и поновити поступак из корака 12 (слика 2.13).

Корак 29: Креирање моделске форме *Split.5*



Слика 2.27.- Дефинисање моделске форме *Split.5*

1) Активирати команду **Split** .

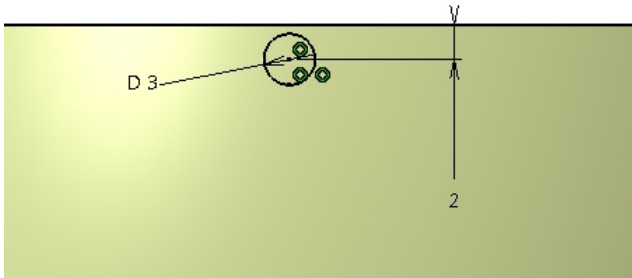
- У оквиру прозора *Split Definition*, за поље *Element to cut* изабрати *Join.3*.
- У делу *Cutting elements* изабрати *Extrude.2*.
- Одстранити горњи део површи (Сл.2.27).

Корак 30: Креирање референтне равни *Plane.6*

1) Изабрати раван *XY* из стабла модела, па активирати команду **Plane** , а као меру дужинског померања унети 60mm у односу на *XY* раван.

Корак 31: Креирање моделске форме *Extrude.3*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицавање.



Слика 2.28. Скицавање базне моделске форме

- Активирати команду **Circle** .
- Центар круга безати за осу тела флаше са пречником 3mm (Сл.2.28).

- 2) Извршити пројектовање круга командом **Projection** .

- 3) Активирати команду **Extrude**  и за профил изабрати моделску форму *Project.2*, за правац изабрати Z осу са смером ка центру флаше, дужине 1mm.

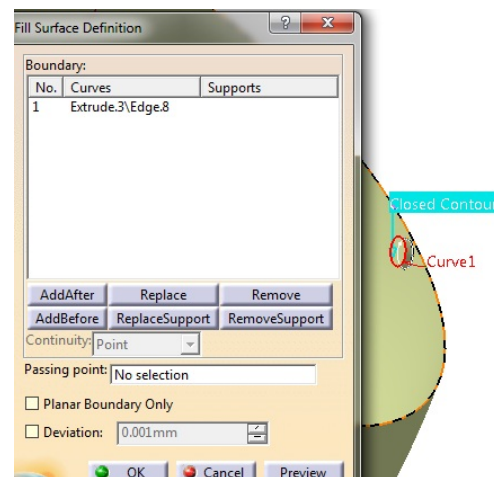
Корак 32: Креирање моделске форме *Split.6*

- 1) Активирати команду **Split**  и у оквиру поља *Element to cut* изабрати *Split.5*, а у делу *Cutting elements* изабрати *Extrude.3*, тако да се направи рупа у телу флаше.

Корак 33: Креирање моделске форме *Fill.1*

- 1) Активирати команду **Fill** .

- У оквиру прозора *Fill Surface Definition*, у делу *Boundary* изабрати ивицу моделске форме *Extrude.3*.
- Потврдити команду са **OK** (Сл.2.29).

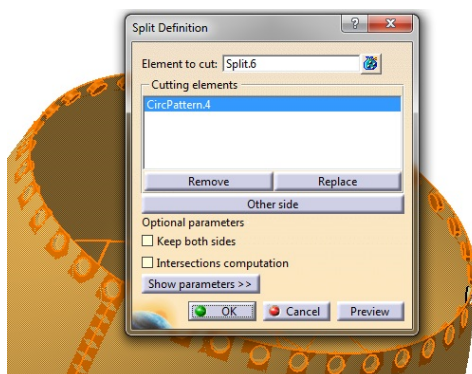


Слика 2.29.- Дефинисање моделске форме *Fill.1*

Корак 34: Креирање моделске форме *Join.4*

- 1) Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *Fill.1* и *Extrude.3*.

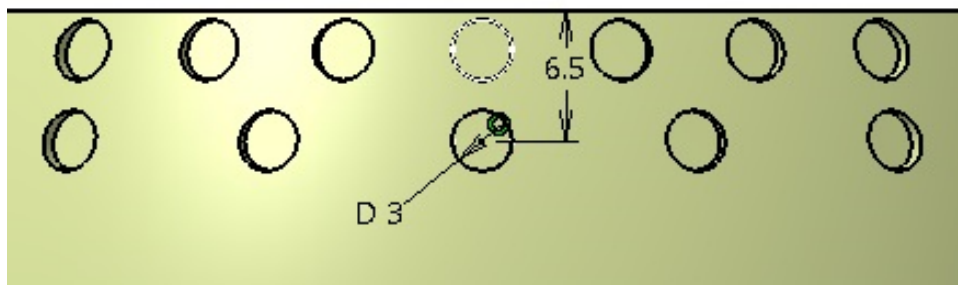
Корак 35: Креирање моделских форми *CircPattern.4* и *Split.7*



Слика 2.30.- Дефинисање моделских форми *CircPattern.4* и *Split.7*

- 1) Активирати комадну **CircularPattern**.
 - У оквиру поља *Parameters* изабрати *Complete crown*.
 - За број инстанци које желимо креирати унети 36 око Y осе .
- 2) Активирати команду **Split**
 - За поље *Element to cut* изабрати *Split.6*.
 - У делу *Cutting elements* изабрати *CircPattern.4* (Сл.2.30).

Корак 36: Креирање моделских форми *Project.3*, *Extrude.4*, *Split.8*, *Fill.2*, *Join.5*, *CircPattern.5* и *Split.9*



Слика 2.31. Скицирање базне моделске форме за *Project.3*

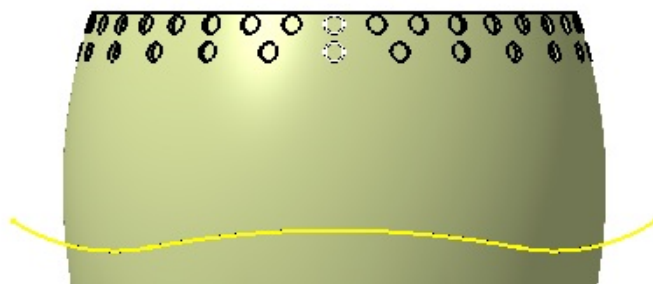
1) Поновити кораке 31, 32, 33, 34, 35.

- У оквиру команде **CircularPattern** , за број инстанци које желимо креирати изабрати 24.

Корак 37: Креирање моделске форме *Join.6*

1) Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *Join.5*, *CircPattern.5*, *Split.9*, *CircPattern.4* и *Join.4*.

Корак 38: Креирање моделске форме *Extrude.5*



Слика 2.32. Скицирање базне моделске форме

1) Поновити поступак из корака 12 (слика 2.13).

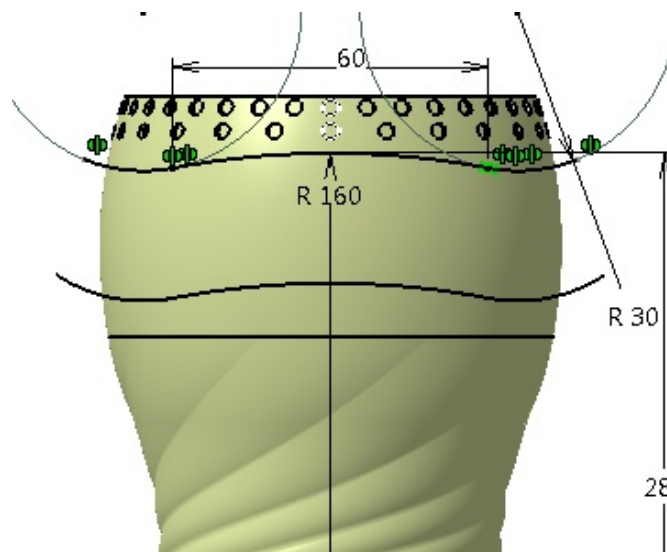
- Могуће је извршити пројетовање скице базне моделске форме *Extrude.1* на раван скицирања коришћењем команде **Project 3D Elements**  (Сл.2.32).

Корак 39: Креирање моделске форме *Split.10/Split.11*

1) Поновити поступак из корака 13 (слика 2.23).

Корак 40: Креирање моделске форме *Extrude.6*

- Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY.
- Активирати команду **Arc** , са центром лука у оси флаше и крајње тачке лука су симетричне у односу на Y осу.
- Поново активирати команду **Arc** , прву тачку лука везати за крајњу тачку претходног лука и успоставити тангентност два лука.
- Други формирани лук пресликати преко Y осе командом **Mirror** .
- Коту 280mm димензионисати са ZX равни (Сл.2.33).



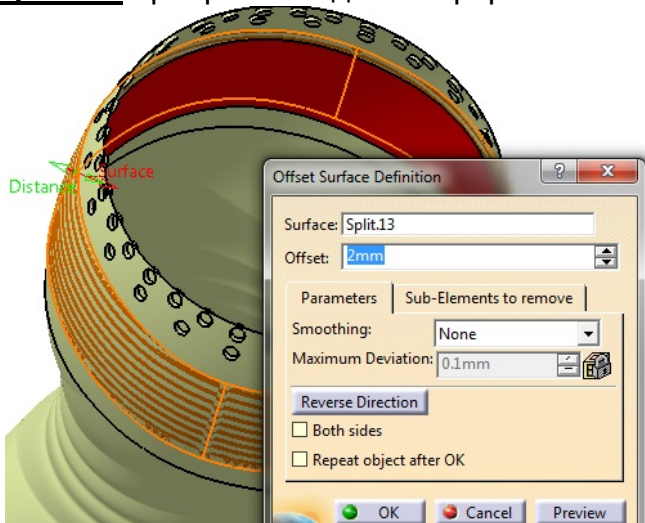
Слика 2.33. Скицирање базне моделске форме

1) Поновити поступак из корака 12 (слика 2.12).

Корак 41: Креирање моделске форме *Split.12/Split.13*

1) Поновити поступак из корака 13 (слика 2.14).

Корак 42: Креирање моделске форме *Offset.1*

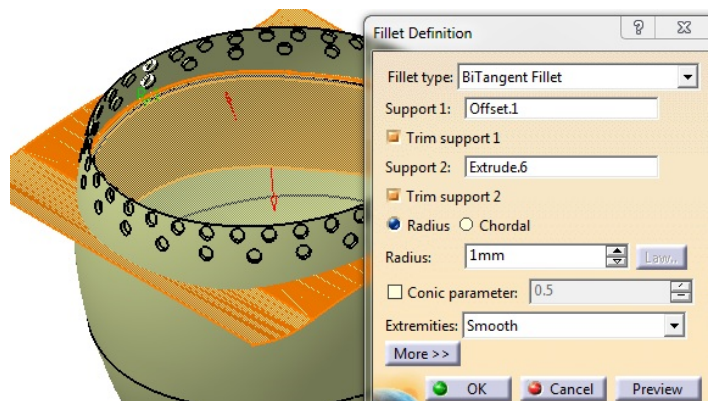


Слика 2.34.- Дефинисање моделске форме *Offset.1*

Корак 43: Креирање моделске форме *Fillet.1*

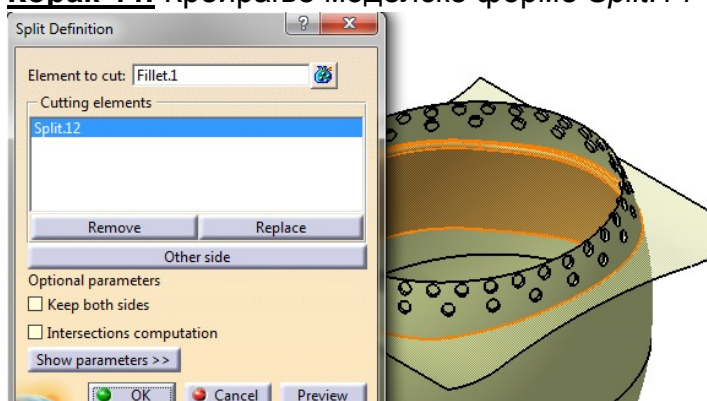
1) Активирати команду **Shape Fillet**.

- У оквиру прозора *Fillet Definition*, у делу *Support 1* изабрати моделску форму *Offset.1*.
- У делу *Support 2* изабрати моделску форму *Extrude.6*.
- Чекирати опцију *Trim support*
- За радијус унети 1mm → OK (Сл.2.35).



Слика 2.35.- Дефинисање моделске форме *Fillet.1*

Корак 44: Креирање моделске форме *Split.14*



Слика 2.36.- Дефинисање моделске форме *Split.14*

Корак 45: Креирање моделске форме *Fillet.2*

1) Поновити поступак из корака 43 (слика 2.109), за *Support 1* изабрати *Extrude.5*, а за *Support 2* изабрати *Split.14*, радијус 1mm.

2) Активирати команду **Offset**.

- У оквиру прозора *Offset Surface Definition*, у делу *Surface* изабрати моделску форму *Split.13*.
- У пољу *Offset* унети 2mm, тако да буде унутар тела флаше → OK (Сл.2.34).

Активирати команду **Split**.

- У оквиру прозора *Split Definition*, за поље *Element to cut* изабрати *Fillet.1*
- У делу *Cutting elements* изабрати *Split.14*
- Одстранити спољашњи део површи (Сл.2.36).

Корак 46: Креирање моделске форме *Split.15*

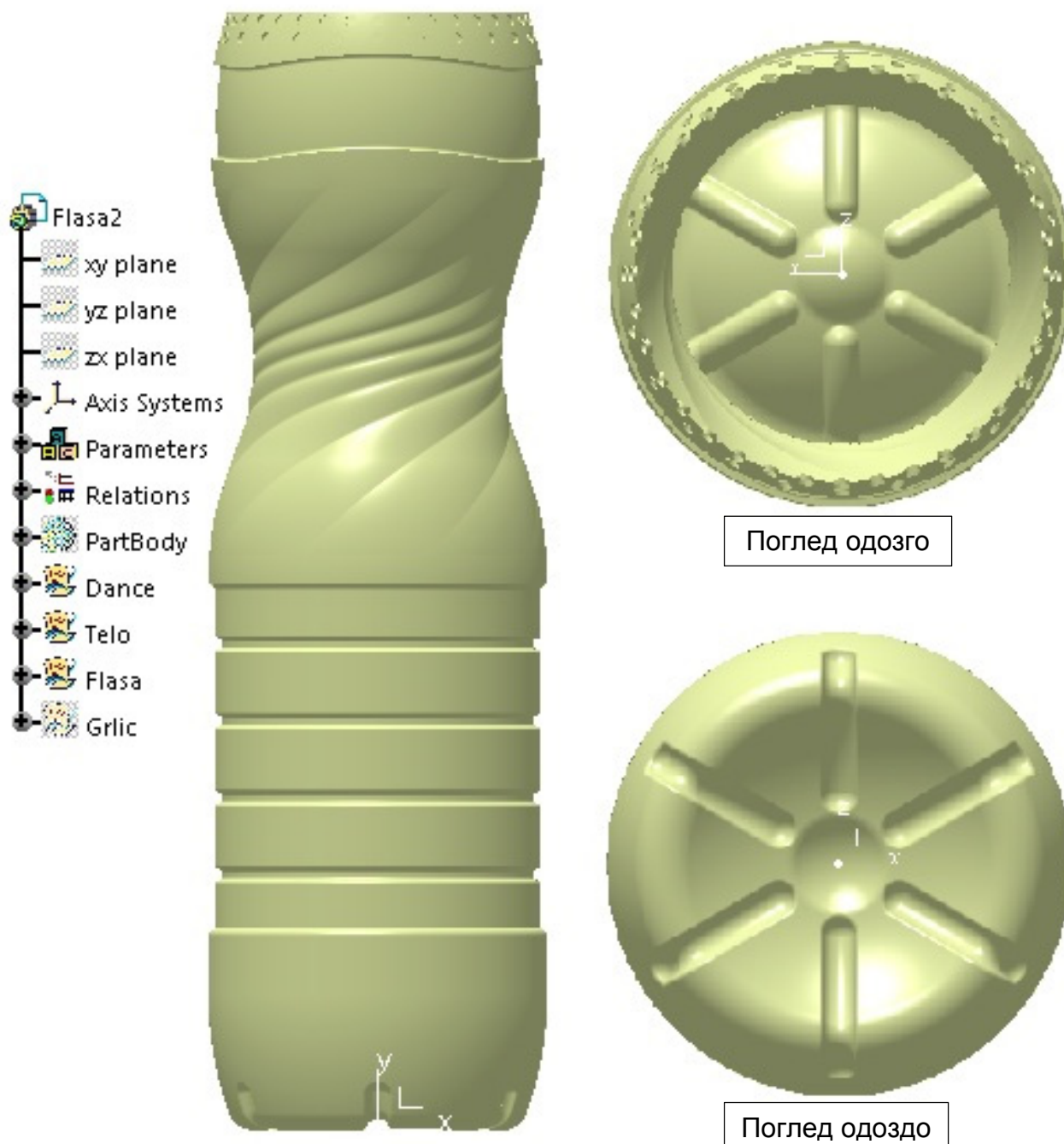
1) Поновити поступак из корака 44 (слика 2.36).

Корак 47: Креирање моделске форме *Join.7*

1) Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *Split.11*, *Split.12* и *Split.15*.

Корак 48: Снимање и чување модела

1) Модел сачувати избором команде из падајућег менија **File** → **Save**.



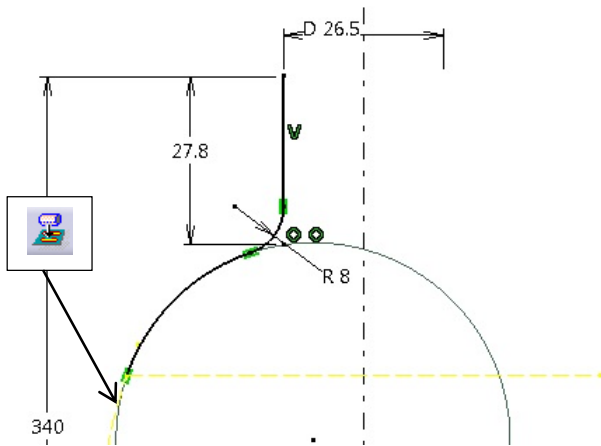
Слика 2.37. – Коначни изглед модела тела флаше и данцета и стабла моделских форми

Корак 49: Креирање геометријског скупа

- 1) Активирати команду  из падајућег менија **Insert** → **Geometrical Set...**
 - У оквиру поља *Name* задати назив Grlic → OK.

Корак 50: Креирање моделске форме *Revolute.3*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицање.



Слика 2.38. – Скица базне моделске форме грлића

- Извршити пројектовање изводнице на раван скицања коришћењем команде

Project 3D Silhouette Edges

- Пројектовану линију превести у конструкциону (испрекидану) коришћењем команде **Construction/Standard Element** .

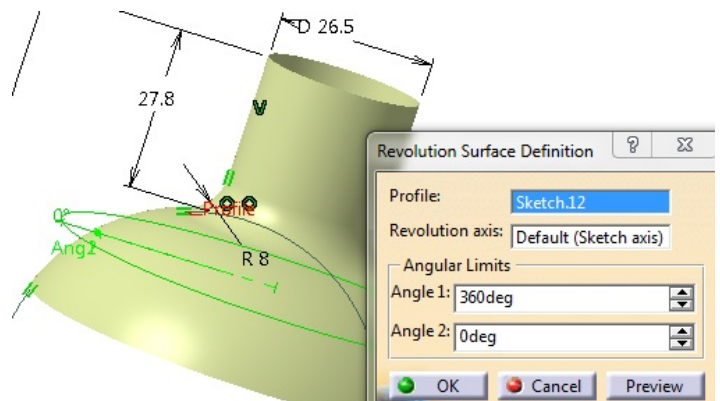
- Активирати команду **Profile** , везати за крајњу тачку пројектоване изводнице (успоставити тангентност) и скицирати као на слици 2.38.
- Након скицања профила, димензионисати исти командом **Constraint**  (коту 340mm димензионисати у односу на X осу).

- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицање **Exit**

workbench  ради дефинисања треће димензије.

- 3) Активирати команду **Revolve**  за покретање операције ротације профила.

- У оквиру прозора *Revolution Surface Definition*, изабрати за претходни профил, а за угао ротирања 360deg (Сл.2.39).



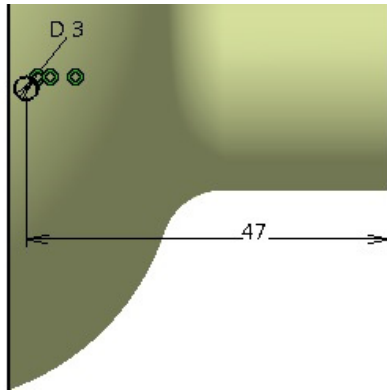
Слика 2.39. – Дефинисање моделске форме *Revolute.3*

Корак 51: Креирање референтне равни *Plane.7*

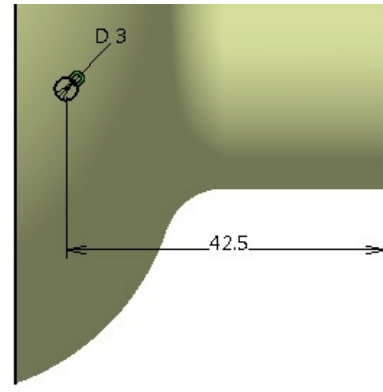
- 1) Изабрати раван **YZ** из стабла модела, па активирати команду **Plane** , а као меру дужинског померања унети 60mm у односу на YZ раван.

Корак 52: Креирање моделских форми *Project.4*, *Extrude.7*, *Split.16*, *Fill.3*, *Join.8*, *CircPattern.6* и *Split.1*.

- 1) Поновити кораке 31, 32, 33, 34, 35.
 - У оквиру команде **CircularPattern** , за број инстанци које желимо креирати изабрати 24.



Слика 2.40. Скицирање базне моделске форме за *Project.4*



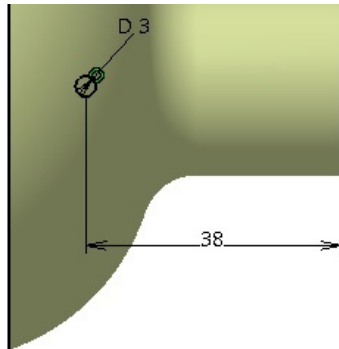
Слика 2.41. Скицирање базне моделске форме за *Project.5*

Корак 53: Креирање моделских форми *Project.5*, *Extrude.8*, *Split.18*, *Fill.4*, *Join.9*, *CircPattern.7* и *Split.19*

1) Поновити кораке 31, 32, 33, 34, 35.

- У оквиру команде **CircularPattern** , за број инстанци које желимо креирати изабрати 12.

Корак 54: Креирање моделских форми *Project.6*, *Extrude.9*, *Split.20*, *Fill.5*, *Join.10*, *CircPattern.8* и *Split.21*



Слика 2.42. Скицирање базне моделске форме за *Project.6*

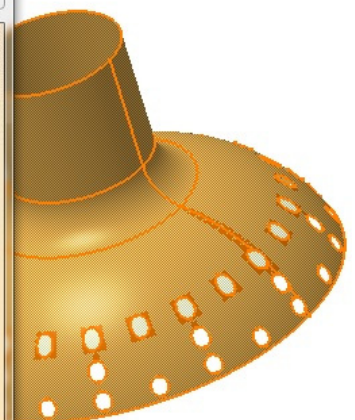
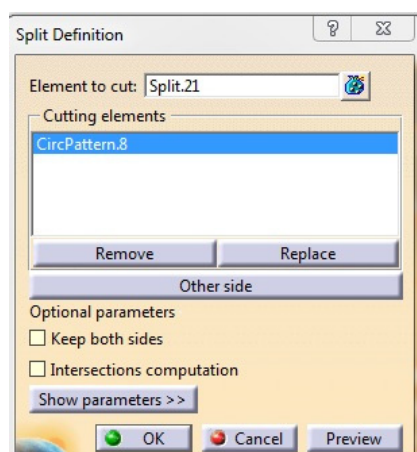
1) Поновити кораке 31, 32, 33, 34, 35.

- У оквиру команде **CircularPattern** , за број инстанци које желимо креирати изабрати 24.

Корак 55: Креирање моделске форме *Split.22*

1) Активирати команду **Split** .

- У оквиру прозора *Split Definition*, за поље *Element to cut* изабрати *Split.21*.
- У делу *Cutting elements* изабрати *CircPattern.8*.
- Одстранити унутрашњи део површи, тако да остану рупе (Сл.2.43).



Слика 2.43. – Дефинисање моделске форме *Split.22*

Корак 56: Креирање моделске форме *Join.11*

- 1) Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *Split.22*, *Join.8*, *Join.9*, *Join.10*, *CircPattern.6*, *CircPattern.7* и *CircPattern.8*.

Корак 57: Снимање и чување модела

1) Модел сачувати избором команде из падајућег менија **File** → **Save**.

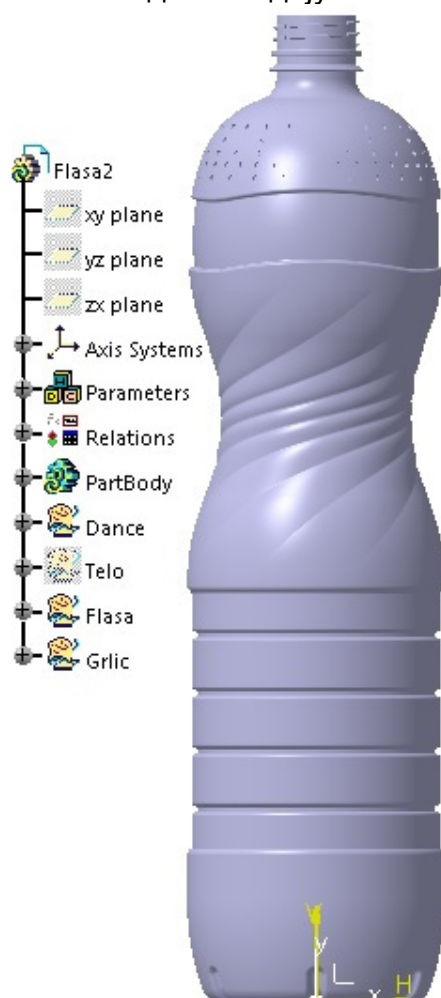


Слика 2.44. – Коначни изглед модела грлића и стабла моделских форми

- Урадити оптимизацију флаше, тако да она има запремину 1.5L, а затим додати дебљину зида флаше 0.5mm и доделити материјал (*Plastic*) - (детаљно објашњено у примеру 1 од корака 48 до корака 60).

Корак 58: Снимање и чување модела

1) Модел сачувати избором команде из падајућег менија **File** → **Save**.



Слика 2.45. – Коначни изглед модела флаше и стабла моделских форми

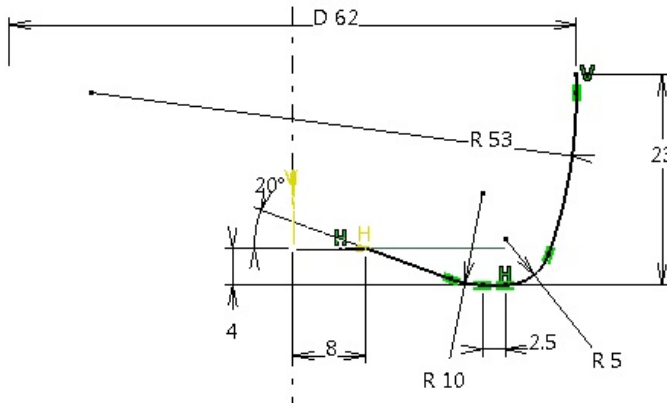
2.3. Пример 3 (Sprite флаша)

Корак 1: Активирање модула за креирање модела

- 1) Изабрати **Start** → **Shape** → **Generative Shape Design**
- 2) У поље Enter part name прозора **[New Part]** уписати **Sprite** → **OK**.
- 1) Поновити кораке 4 и 5 из *примера 1*.
- У овом случају се не ради корак 3 *примера 1* тј. параметризација.

Корак 2: Креирање моделске форме *Revolute.1*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицирање.



Слика 3. – Скица базне моделске форме

- Активирати команду **Profile**  и скицирати профил као на слици 3.
- Профил модела могуће је урадити комбинацијом команди **Line** , **Arc**  и **Circle** .

- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench**  ради дефинисања треће димензије.

- 3) Активирати команду **Revolve**  за покретање операције ротације профила.

- У оквиру прозора *Revolution Surface Definition*, изабрати за профил *Sketch.1*, а угао ротирања 360deg → **OK**.

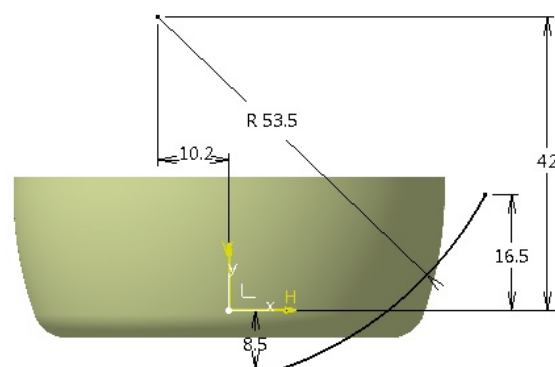
Корак 3: Креирање моделске форме *Volume Sweep.1*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицирање.

Линију повући командом **Arc**  са центром као на слици 3.1.

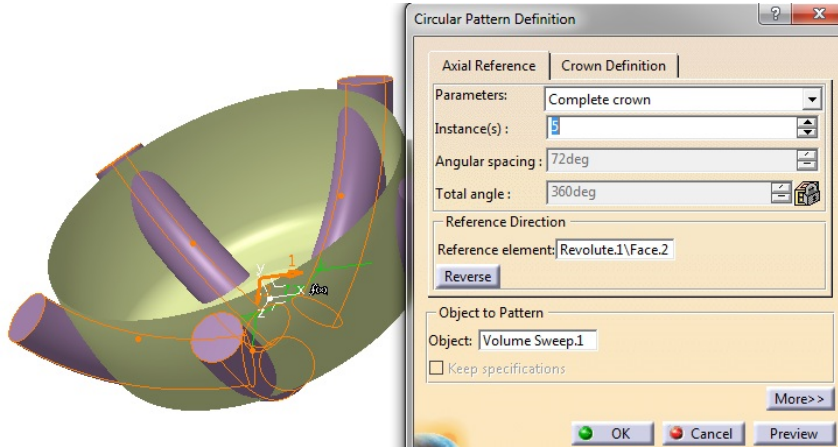
Потрбна ограничења и димензионисање за главну линију моделске форме одрадити као на слици 3.1.

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



Слика 3.1. – Скица моделске форме *Volume Sweep.1*

- 3) Активирати команду **Volume Sweep** .
 - Поновити корак 7 из *примера 1* (слика 1.9).
 - У оквиру прозора *Swept Volume Definition*, изабрати за тип профила *Circle*, у пољу *Subtype* изабрати *Center and radius*, за *Center curve* изабрати *Sketch.2* и унети радијус од 4.5mm.

Корак 4: Креирање моделске форме *CircPattern.1*Слика 3.2. – Дефинисање моделске форме *CircPattern.1*

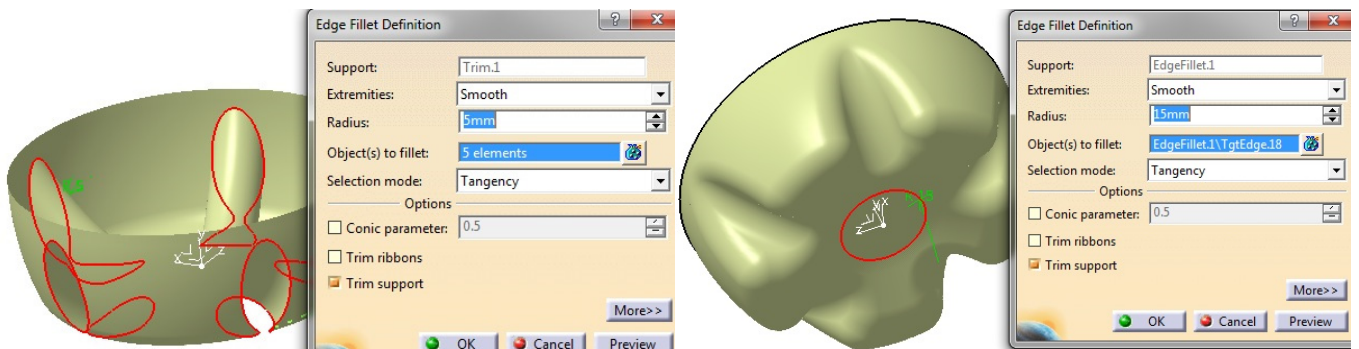
1) Активирати команду

CircularPattern

- У оквиру поља *Parameters* изабрати *Complete crown*.
- За број инстанци које желимо креирати унети 5.
- За поље *Reference element* изабрати раван део данцета или Y осу координатног система.
- За објекат изабрати претходно одрађену форму *Volume Sweep.1* → OK (Сл.3.2).

Корак 5: Креирање моделске форме *Trim.1*

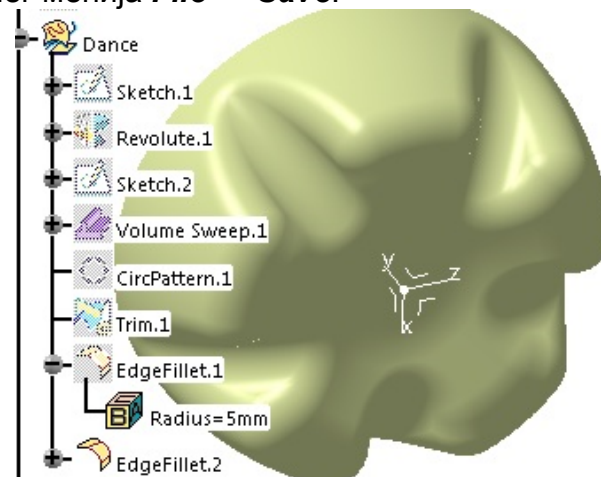
1) Поновити корак 8 из примера 1 (слика 1.11).

Корак 6: Креирање заобљења *EdgeFillet.1* и *EdgeFillet.2*3.3. – Дефинисање заобљења *EdgeFillet.1* и *EdgeFillet.2*

- У оквиру прозора *Edge Fillet Definition*, за радијус заобљења унети 5mm и селектовати оштре ивице → OK.
- Заоблити преосталу оштру ивицу командом **Edge Fillet** са радијусом заобљења 15mm (Сл.3.3).

Корак 7: Снимање и чување модела

- Модел сачувати у радни директоријум под називом **Sprite.CATPart** избором команде из падајућег менија **File** → **Save**.



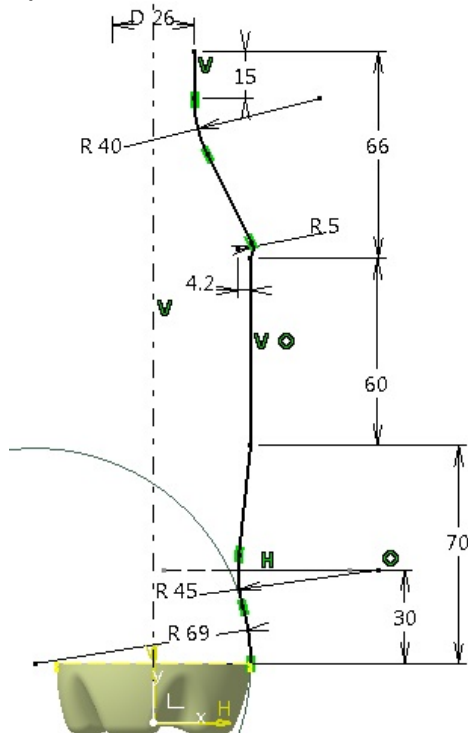
Слика 3.4. – Коначни изглед модела данцета и стабла моделских форми

Корак 8: Креирање геометријског скупа

- 1) Активирати команду  из падајућег менија **Insert** → **Geometrical Set...**
 - У оквиру поља *Name* задати назив Telo → OK.

Корак 9: Креирање моделске форме *Revolute.2*

Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY, чиме се прелази у модул за скицирање.



Слика 3.5. – Скица базне моделске форме тела

- Извршити пројетовање праве ивице на раван скицирања коришћењем команде **Project 3D Elements** .
- Пројектовану линију превести у конструкциону (испрекидану) коришћењем команде **Construction/Standard Element**  (визуелно постаје испрекидана и жута).
- Деактивирати команду **Construction/Standard Element** .
- Активирати команду **Profile** , везати за крајну тачку пројектоване линије (профил модела могуће је урадити комбинацијом команди **Line** , **Arc**  и **Circle** ) и скицирати профил као на слици 3.5.

- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench**  ради дефинисања треће димензије.

- 3) Активирати команду **Revolve**  за покретање операције ротације профила.
 - У оквиру прозора *Revolution Surface Definition*, изабрати за профил *Sketch.3*, а за угао ротирања 360deg.

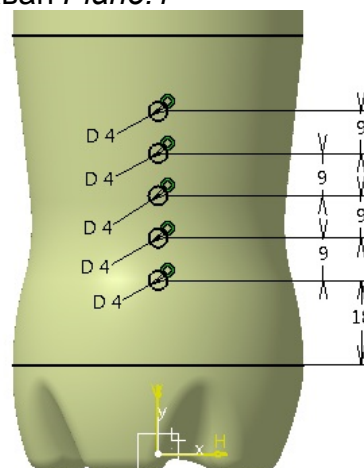
Корак 10: Креирање референтне равни *Plane.1*

- 1) Изабрати раван **XY** из стабла модела, па активирати команду **Plane** , а као меру дужинског померања унети 37mm у односу на XY раван.

Корак 11: Креирање моделске форме *Extrude.1*

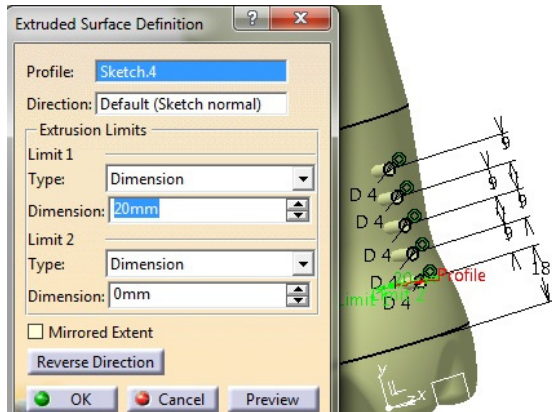
- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван *Plane.1*

- Активирати команду **Circle**  и скицирати пет кругова са центром у оси флаше као на слици 3.6.
 - Сви кругови су истог пречника од 4mm и на једнаком међусобном растојању од 9mm.
- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицирање **Exit workbench**  ради дефинисања треће димензије.



Слика 3.6. – Скица моделске форме *Extrude.1*

3) Активирати команду **Extrude** .

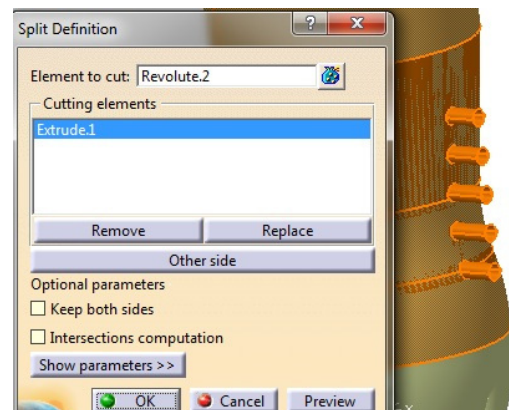


Слика 3.7. – Дефинисање моделске форме *Extrude.1*

Корак 12: Креирање моделске форме *Split.1*

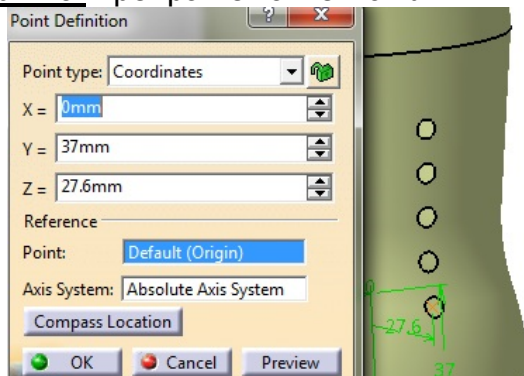
1) Активирати команду **Split** .

- У оквиру прозора *Split Definition*, за поље *Element to cut* изабрати *Revolute.2*.
- У делу *Cutting elements* изабрати *Extrude.1*.
- Одстранити унутрашњи део површине, тако да остану рупе у флаши (Сл.3.8).



Слика 3.8.- Дефинисање моделске форме *Split.1*

Корак 13: Креирање тачке *Point.1*

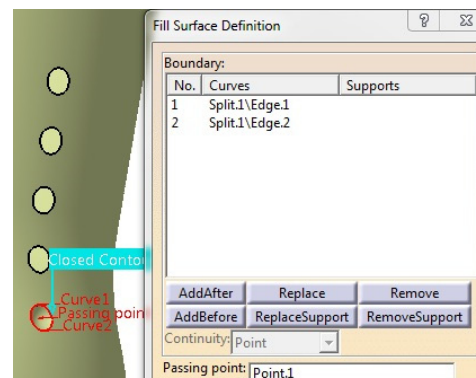


Слика 3.9.- Дефинисање тачке *Point.1*

Корак 14: Креирање моделске форме *Fill.1*

1) Активирати команду **Fill** .

- У оквиру прозора *Fill Surface Definition*, у делу *Boundary* изабрати ивицу првог отвора.
- У пољу *Passing point* изабрати *Point.1*.
- Потврдити команду са **OK** (Сл.3.10).



Слика 3.10.- Дефинисање моделске форме *Fill.1*

Корак 15: Креирање тачке *Point.2* и моделске форме *Fill.2*

- 1) Поновити претходне кораке 13 и 14.
 - координате тачке X= 0mm; Y= 46mm; Z= 26mm

Корак 16: Креирање тачке *Point.3* и моделске форме *Fill.3*

- 1) Поновити претходне кораке 13 и 14.
 - координате тачке X= 0mm; Y= 55mm; Z= 26.3mm

Корак 17: Креирање тачке *Point.4* и моделске форме *Fill.4*

- 1) Поновити претходне кораке 13 и 14.
 - координате тачке X= 0mm; Y= 64mm; Z= 27.3mm

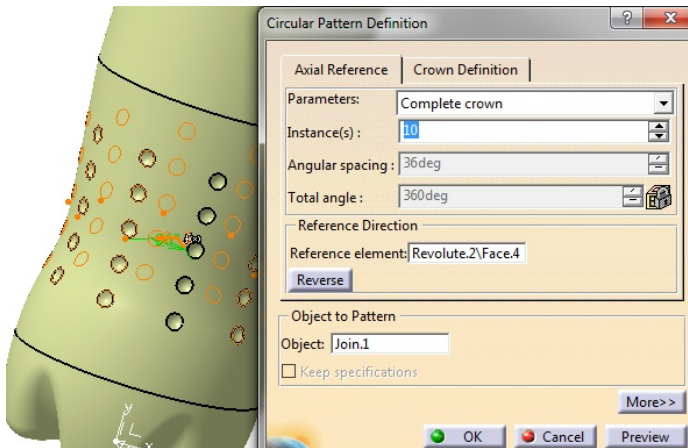
Корак 18: Креирање тачке *Point.5* и моделске форме *Fill.5*

- 1) Поновити претходне кораке 13 и 14.
 - координате тачке X= 0mm; Y= 73mm; Z= 28.3mm

Корак 19: Креирање моделске форме *Join.1*

- 1) Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *Fill.1*, *Fill.2*, *Fill.3*, *Fill.4* и *Fill.5*.

Корак 20: Креирање моделске форме *CircPattern.2*



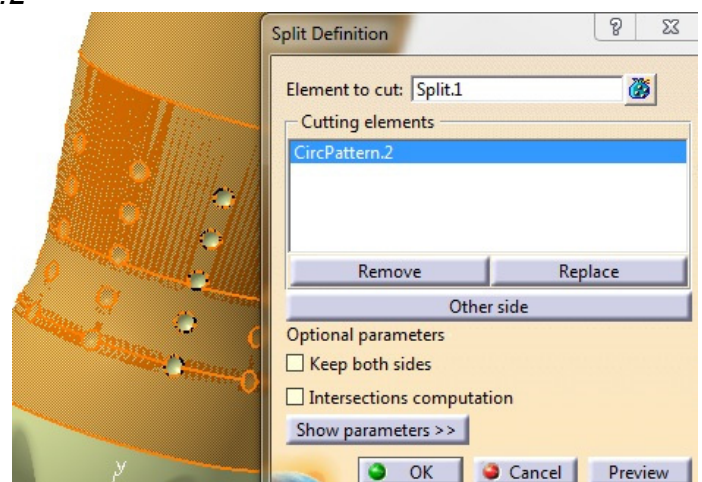
Слика 3.11. – Дефинисање моделске форме *CircPattern.2*

- 2) Активирати команду **CircularPattern** .

- У оквиру поља *Parameters* изабрати *Complete crown*.
- За број инстанци које желимо креирати унети 10.
- За поље *Reference element* изабрати Y осу координатног система.
- За објекат изабрати одрађену форму *Join.1* → OK (Сл.3.11).

Корак 21: Креирање моделске форме *Split.2*

- 1) Активирати команду **Split** .
- У оквиру прозора *Split Definition*, за поље *Element to cut* изабрати *Split.1*.
- У делу *Cutting elements* изабрати *CircPattern.2* (Сл.3.12).

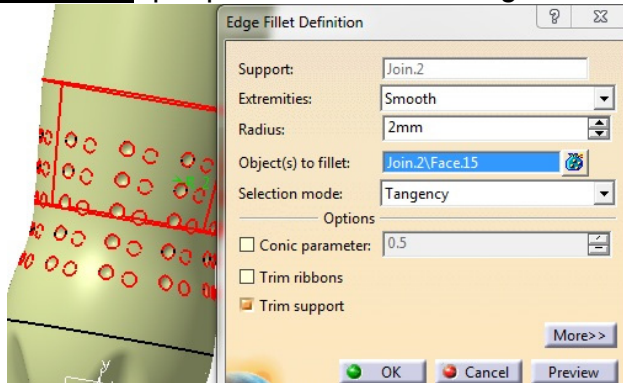


Слика 3.12.- Дефинисање моделске форме *Split.2*

Корак 22: Креирање моделске форме *Join.2*

- 1) Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *Split.2*, *Join.1* и *CircPattern.2*.

Корак 23: Креирање заобљења *EdgeFillet.3*



3.13. – Дефинисање заобљења *EdgeFillet.3*

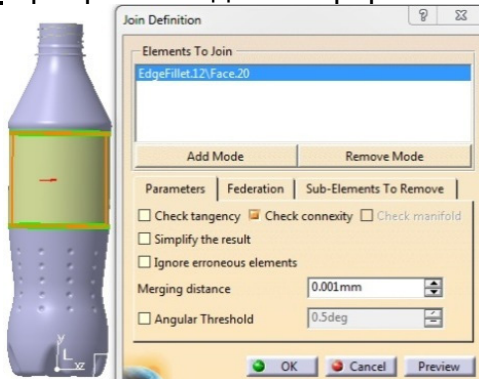
Корак 24: Креирање моделске форме *Join.3*

Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати *EdgeFillet.2* и *EdgeFillet.3*

Корак 25: Креирање геометријског скупа

- 1) Пре тога, потребно је додати дебљину зида флаше 0.5mm и доделити материјал (*Plastic*) - пример 1 од корака 48 до корака 60.
- 2) Активирати команду из падајућег менија **Insert** → **Geometrical Set...**
 - У оквиру поља *Name* задати назив *Nalepnica* → OK.

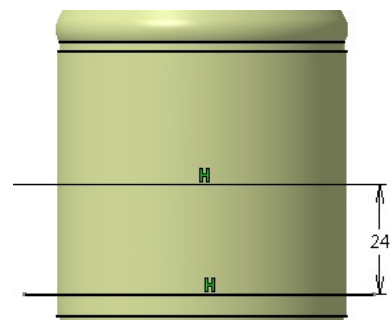
Корак 26: Креирање моделске форме *Join.4*



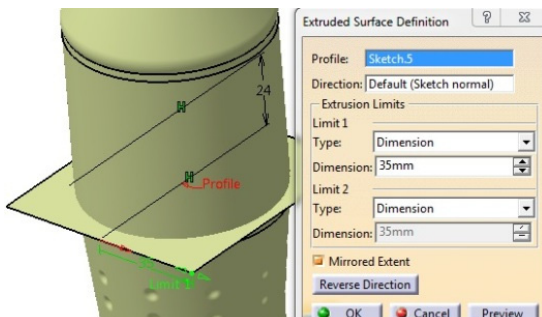
Слика 3.14.- Дефинисање моделске форме *Join.4*

Корак 27: Креирање моделске форме *Extrude.2*

- 1) Активирати команду **Sketch**  и кликнути на раван XY.
 - Активирати команду **Line**  и повући линију као на слици 3.15.
- 2) Изабрати команду за излазак из модула за скицање **Exit workbench** .



Слика 3.15. Скицање базне моделске форме



Слика 3.16.- Дефинисање моделске форме *Extrude.2*

- 1) Активирати команду **Edge Fillet** .

- У оквиру прозора *Edge Fillet Definition*, за радијус заобљења унети 2mm и селектовати површ флаше → OK (Сл.3.13).

- 1) Активирати команду **Join** .

- У оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати површ на којој треба да буде налепница (омот) (Сл.3.14).

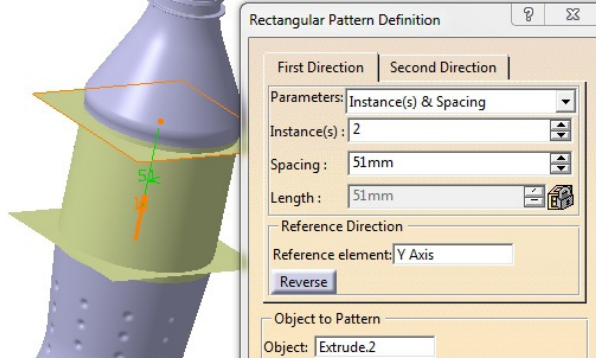
- 3) Активирати команду **Extrude** .

- За профил изабрати претходно креирану скицу.
- За димензију извлачења унети 35mm.
- Чекирати опцију *Mirrored Extent* (Сл.3.16).

Корак 28: Креирање моделске форме *Split.2*

1) Активирати команду **Split** .

- У оквиру прозора *Split Definition*, за поље *Element to cut* изабрати *Join.4*.
- У делу *Cutting elements* изабрати *Extrude.2*.
- Одстранити доњи део површи омота.

Корак 29: Креирање моделске форме *RectPattern.1*

Слика 3.17.- Дефинисање моделске форме *RectPattern.1*

1) Активирати команду **Rectangular Pattern**



- У оквиру поља *Parameters* изабрати *Instance(s) & Spacing*.
- За број инстанци које желимо креирати унети 2 на растојању 51mm.
- За поље *Reference element* изабрати Y осу координатног систем.
- За објект изабрати претходно одрађену форму *Extrude.2* → OK (Сл.3.17).

Корак 30: Креирање моделске форме *Split.4*

1) Активирати команду **Split** .

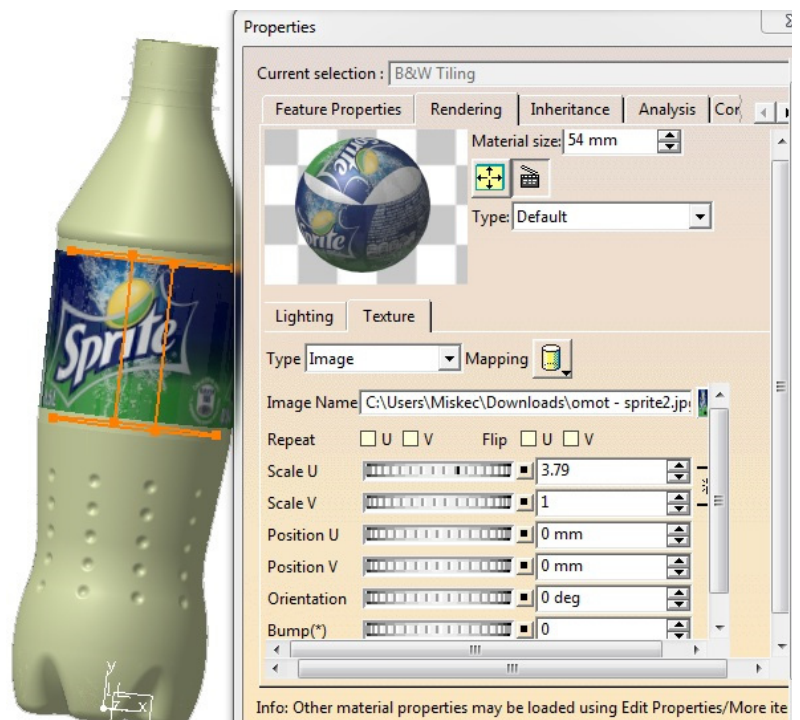
- У оквиру прозора *Split Definition*, за поље *Element to cut* изабрати *Split.3*.
- У делу *Cutting elements* изабрати *RectPattern.1*.
- Одстранити горњи део површи омота.

Корак 31: Креирање налепнице (омота)

1) Активирати команду **Apply Material** .

- У оквиру прозора *Library* изабрати било који материјал и превући на геометријски скуп **Налепница** у стаблу модела.

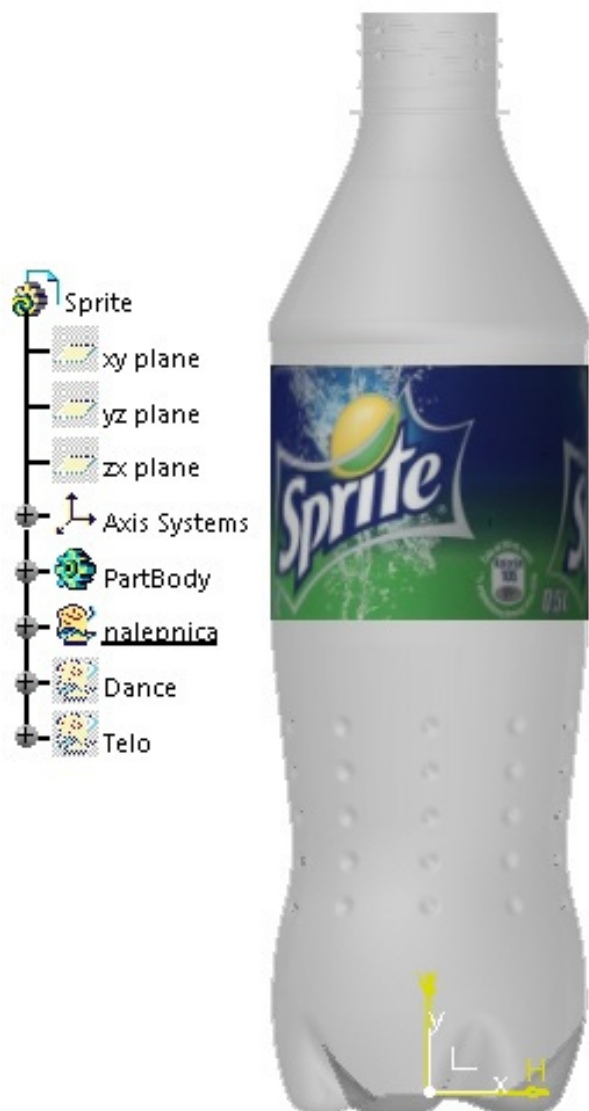
- Извршити двоструки клик на материјал из стабла модела.
- Затим, у оквиру прозора *Properties* кликнути на картицу *Rendering* → картица *Texture*.
- У оквиру поља *Material size* унети 54 mm.
- У оквиру поља *Type* изабрати *Image*, као и *Cylindrical Mapping*.
- У пољу *Image Name* изабрати слику коју желите за налепницу из директоријума где се та слика налази.
- Подесити параметре као што је приказано на слици 3.18.



Слика 3.18. – Дефинисање налепнице

Корак 32: Снимање и чување модела

1) Модел сачувати избором команде из падајућег менија **File** → **Save**.



Слика 3.19. – Коначни изглед модела флаше *Sprite* и стабла моделских форми



Слика 3.20. – Коначни изглед модела флаше *Sprite* са урађеним рендером у програму *KeyShot 4*

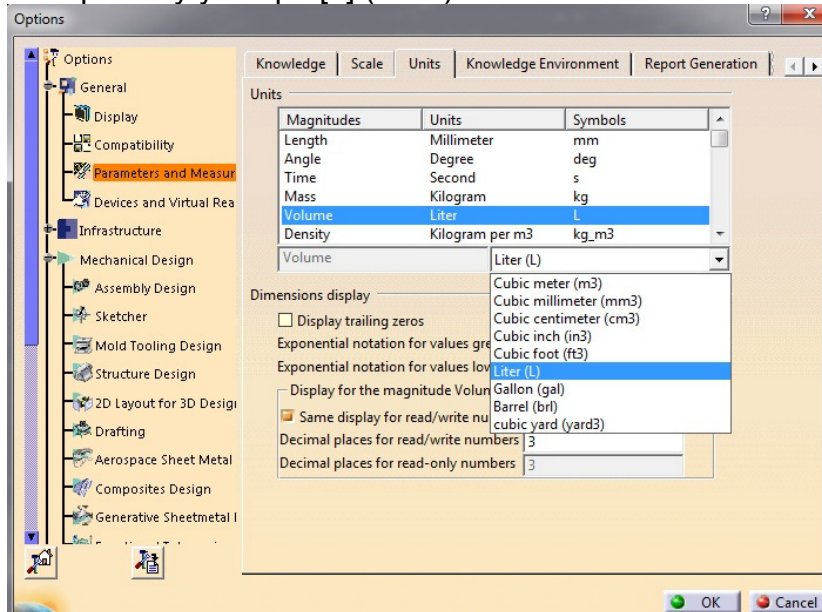
НАПОМЕНА: У програмском пакету *CATIA V5* није доступан велики избор материјала, као и њихових боја, па је зато примењен програм *KeyShot 4*, који пружа бољу визуелизација (велики спектар боја и избор материјала).

3. KNOWLEDGEWARE ТЕХНОЛОГИЈЕ

3.1. Product engineering optimizer

Корак 1: Подешавање одговарајуће јединице за запремину флаше

- Tools → Options → General Parameters and Measure → Units
- Променити запремину у литре [L] (Сл.1):



Слика 1. – Подешавање јединице за запремину

Корак 2: Креирање геометријског скупа

- Активирати команду  из падајућег менија **Insert** → **Geometrical Set...**

- У оквиру поља *Name* задати назив *Flasa* → OK.

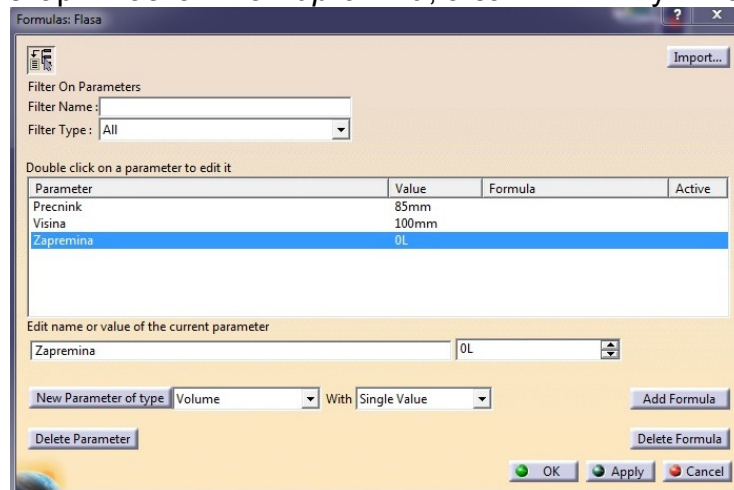
Корак 3: Креирање моделске форме *Join.1*

- Активирати команду **Join**  и у оквиру прозора *Join Definition* у делу *Elements To Join* изабрати последњу моделску форму из данцета *EdgeFillet.2* и последњу моделску форму из тела флаше *EdgeFillet.9*.
 - Сада данце и тело, сједињени заједно, заправо представљају запремину течности која може да стане у ту ограничавајућу 3D површ.

Корак 4: Додавање параметра

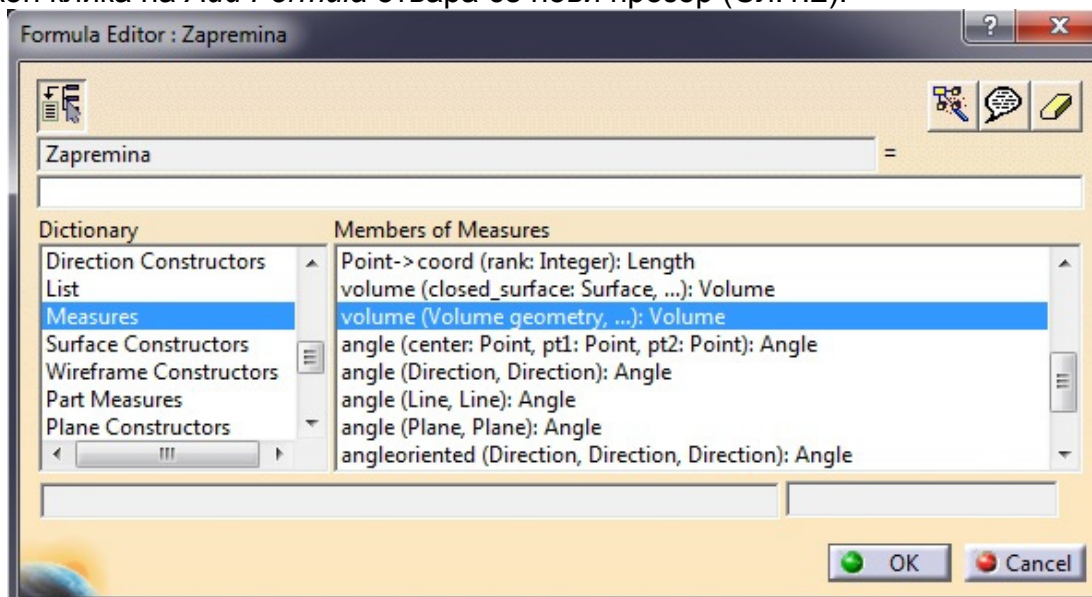
- Активирати команду **Formula**  (Сл.1.1):

Додати нови параметар и назвати га *Zapremina*, а затим кликнути на *Add Formula*.



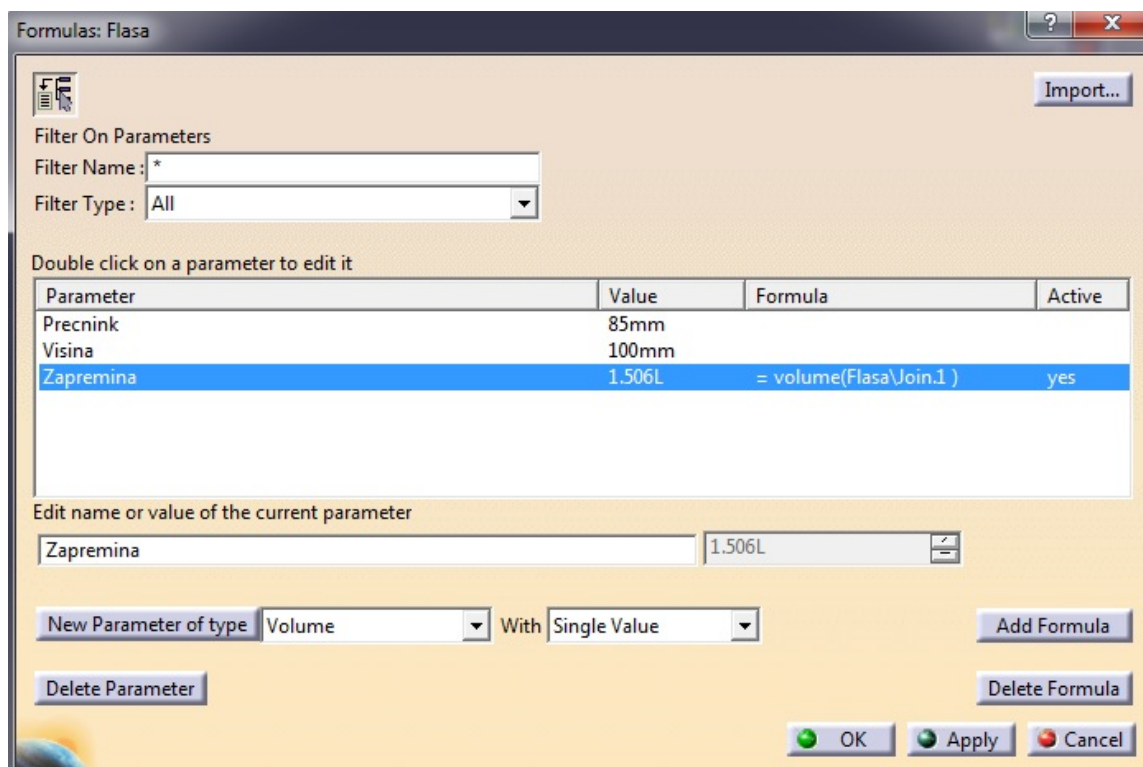
Слика 1.1. - Прозор за дефинисање параметара

2) Након клика на *Add Formula* отвара се нови прозор (Сл.1.2):



Слика 1.2. - Нови прозор за дефинисање параметара

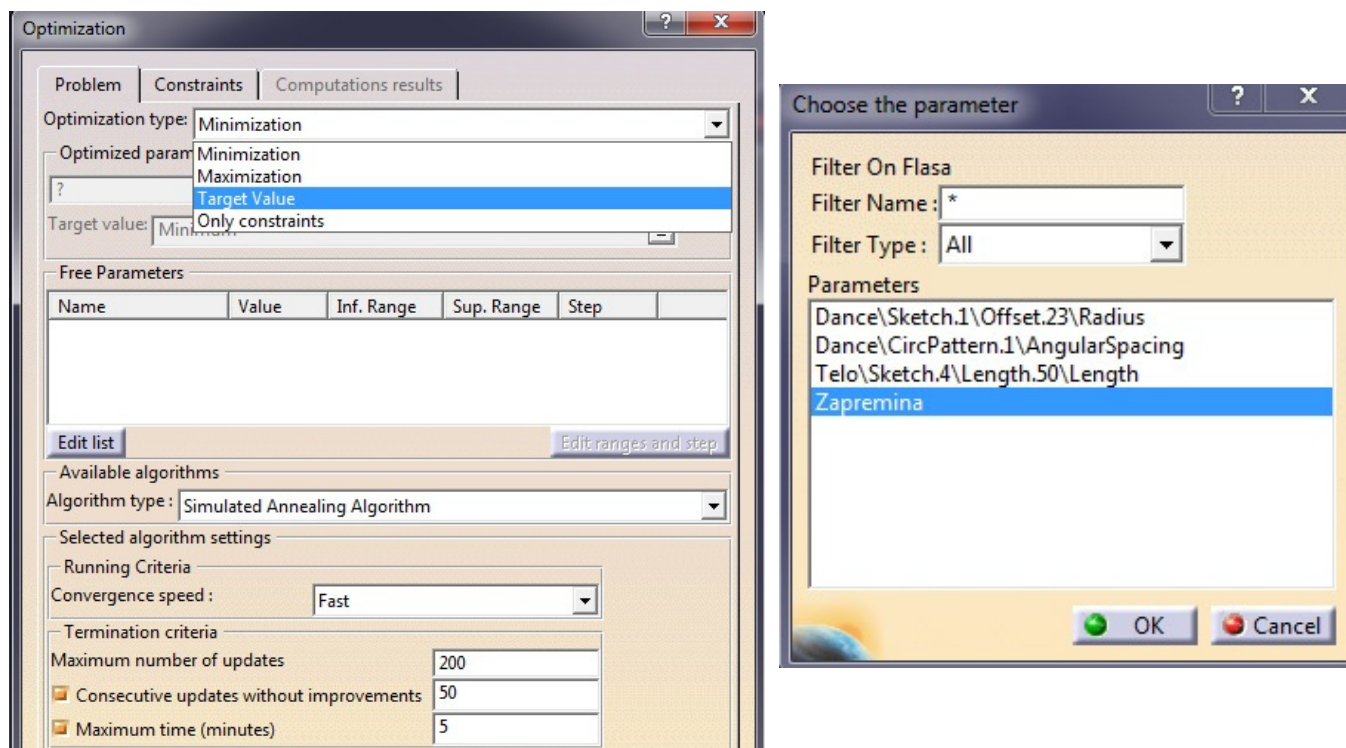
- У оквиру поља *Dictionary* кликнути на *Measures*.
- У пољу *Members of Measures* извршити дупли клик на *volume (Volume geometry...)*.
- Извршити дупли клик на *Join.1* из стабла моделских форми → OK.
- Након потврђивања, појављује се још један прозор са аутоматским ажурирањем параметара → YES.



Слика 1.3. – Прозор са дефинисаним параметром запремине

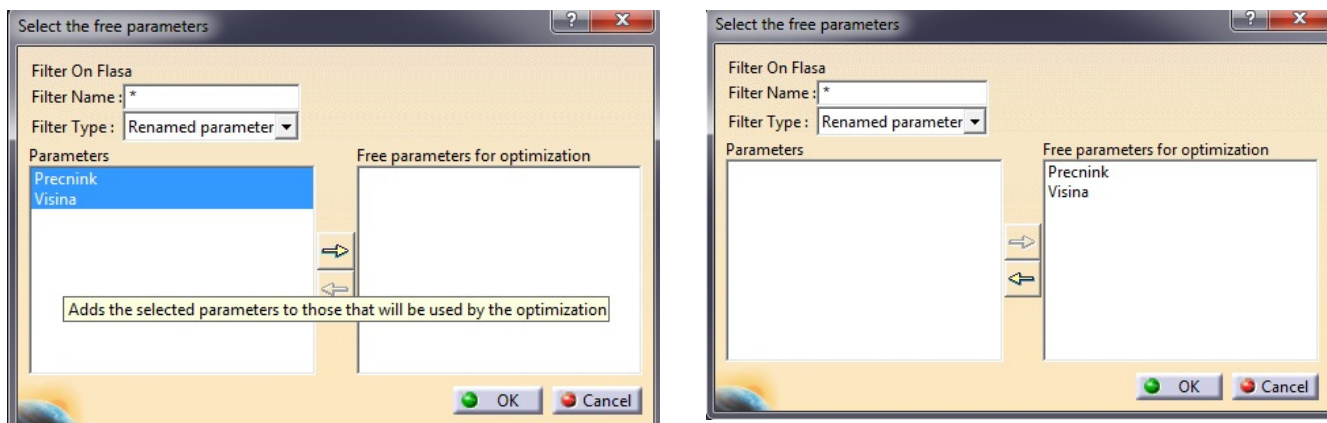
Корак 5: Активирање модула за оптимизацију

1) Изабрати **Start** → **Knowledgeware** → **Product Engineering Optimizer**.

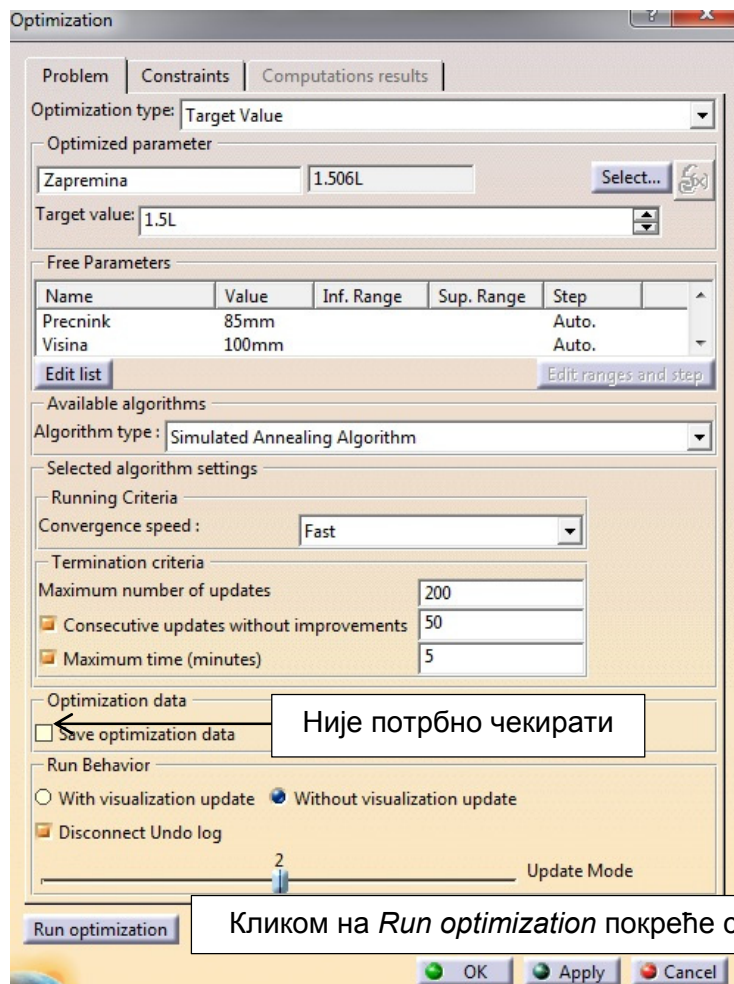
Корак 6: Поступак оптимизације1) Активирати команду **Optimization** (Сл.1.4):

Слика 1.4. – Прозор за дефинисање оптимизације са потпрозором

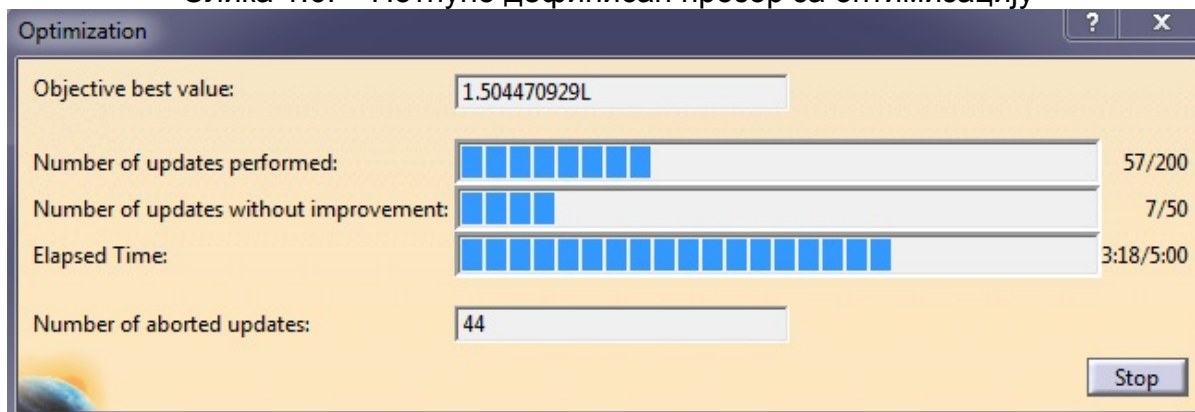
- У пољу *Optimization type* изабрати *Target Value*.
- Кликом на *Select* отвара се потпрозор у којем одабрати запремину → OK.
- Сада ће се активирати поље *Target Value*, где се уноси жељена запремина, а то је 1.5L.
- Кликом на *Edit list* отвара се потпрозор у коме се бирају параметри преко којих се врши параметризација.
- Пребацити параметре пречник и висина на десну страну, као што је приказано на слици 1.5. → OK.



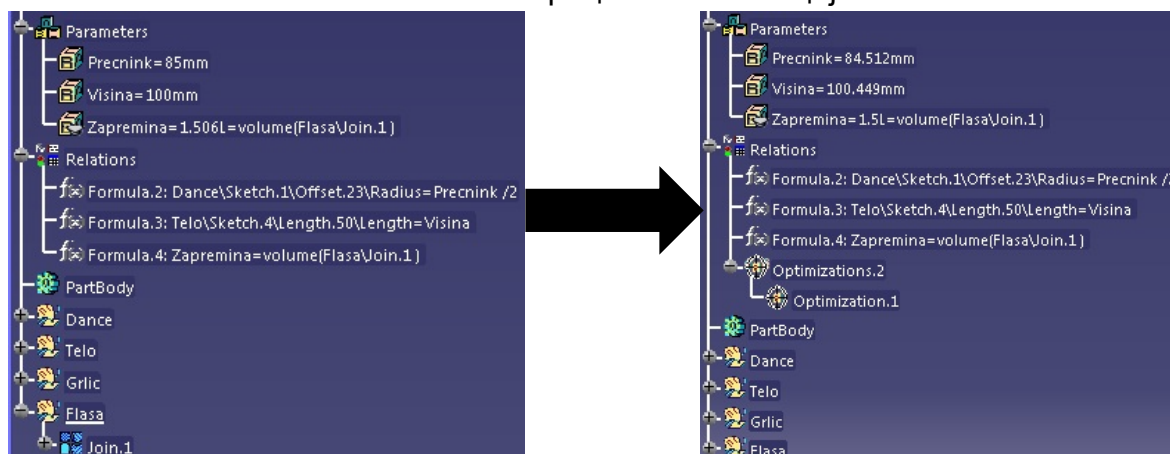
Слика 1.5. – Одабир параметара



Слика 1.6. – Потпуно дефинисан прозор за оптимизацију



Слика 1.7. – Процес оптимизације

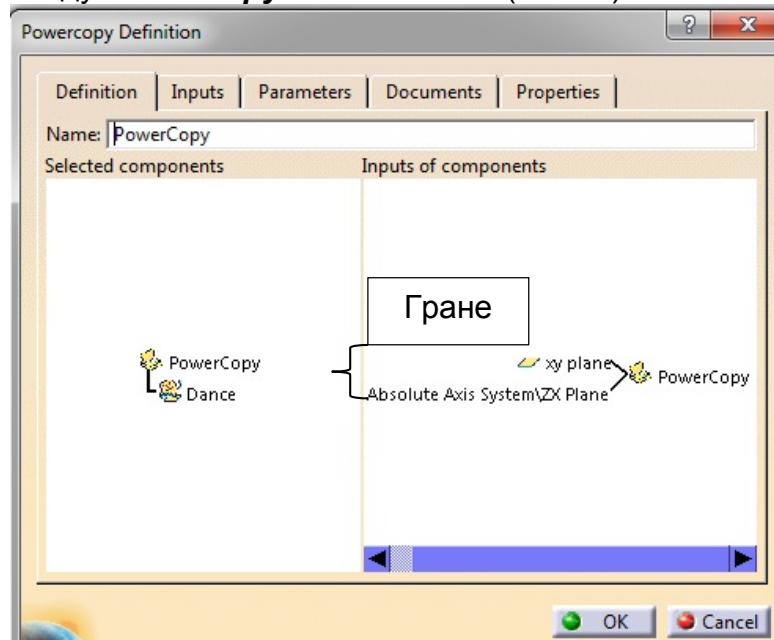


Слика 1.8. – Стабло модела пре и после оптимизације

3.2. Примена опције Power Copy

Корак 1: Поступак креирање Power Copy-а

- 1) Активирати команду **PowerCopy Creation**  (Сл.1.9):



Слика 1.9. – Прозор за дефинисање Power Copy-а

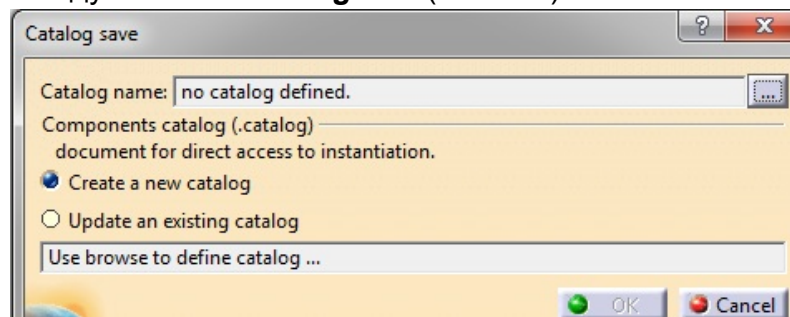
- Кликнути из стабла модела на геометријски скуп под називом *Dance* (из примера 1).
- У каритци *Inputs* могу се мењати имена грана коју је задао програм (није препоручљиво – зашто? објашњено у кораку 5, слика 1.13).

Корак 2: Снимање и чување модела

- Након потврђивања команде неопходно је сачувати модел.
- 1) Модел сачувати у радни директоријум под називом **Dance.CATPart** избором команде из падајућег менија **File** → **Save As**.

Корак 3: Креирање каталога

- 1) Активирати команду **Save In Catalog**  (Сл.1.10):

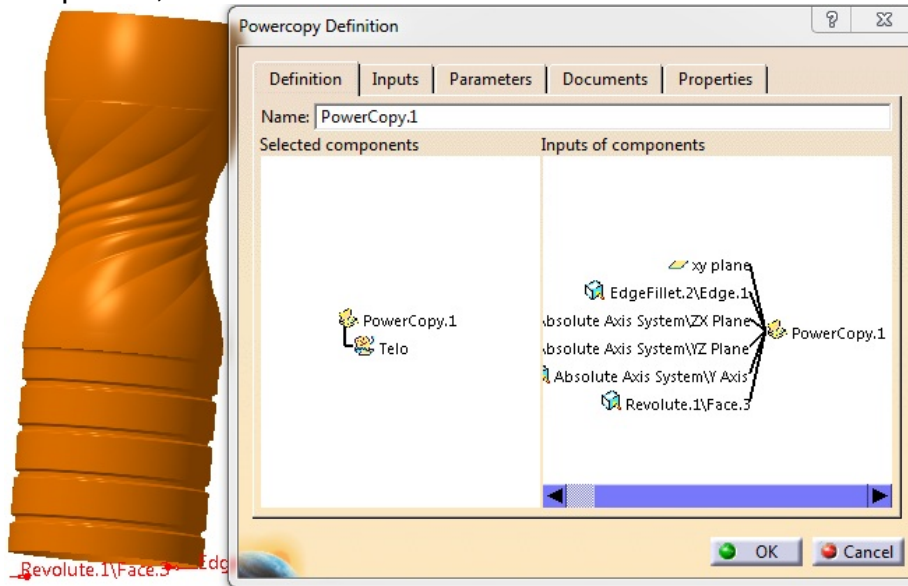


Слика 1.10. – Прозор за дефинисање каталога

- У оквиру поља *Catalog name* се дефинише директоријум где ће се налазити формиран каталог.
- Креирати нови фолдер под називом *Katalog* и у новоформирани фолдер сместити каталог који се креира под називом *Dance*.
- За следеће формиране каталоге данцета користити команду *Update an existing catalog*.

Корак 4: Креирање каталога тела флаше

1) Поновити кораке 1,2 и 3.



Слика 1.11. – Прозор за дефинисање *Power Copy*-а

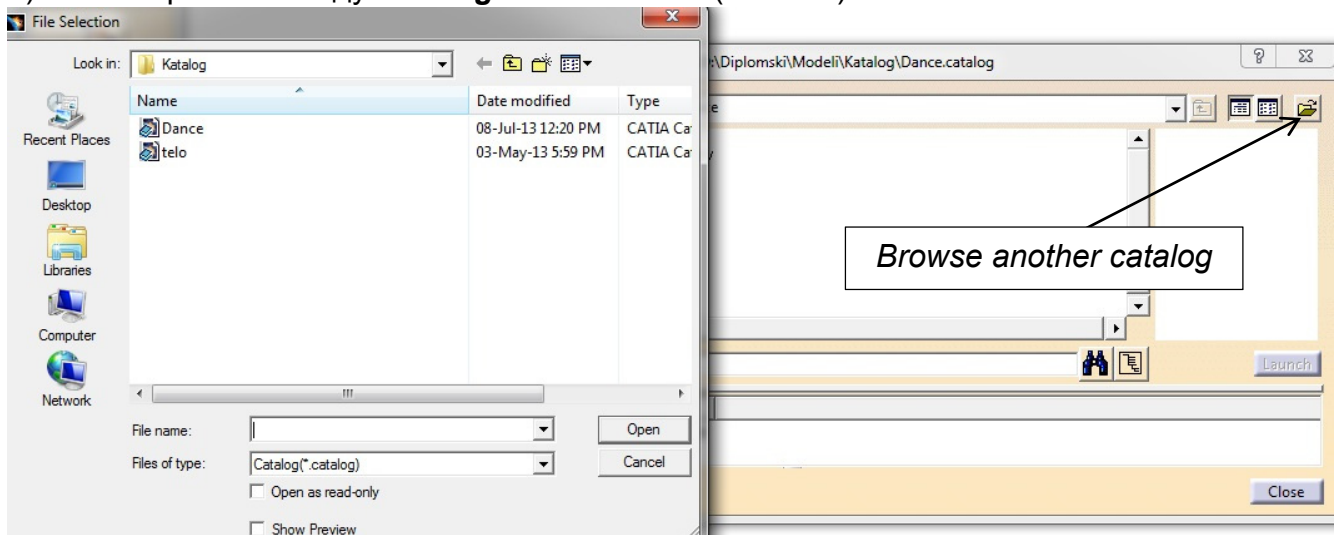
- У фолдеру *Katalog* сместити каталог који се креира под називом *Telo*.
- За следеће формирање каталога тела користити команду *Update an existing catalog*.

Корак 5: Комбиновање данцета из примера 1 и тела из примера 2

1) Изабрати **Start** → **Shape** → **Generative Shape Design**.

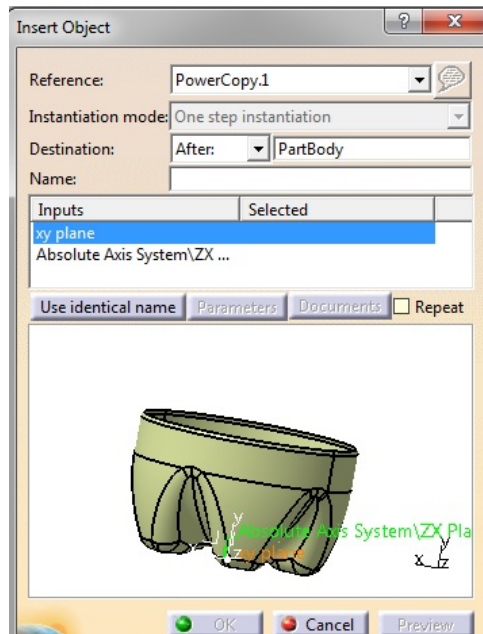
2) У поље Enter part name прозора **[New Part]** уписати **Kombinacija sa PowerCopy** → **OK**.

3) Активирати команду **Catalog Browser** (Сл.1.12):



Слика 1.12. – Прозор за одабир каталога

- Кликом на команду *Browse another catalog* отвара се потпрозор .
- Изабрати жељени каталог, у овом случају *Dance* → *Open* → *PowerCopy* → *2 inputs* → *PowerCopy.1*.
- Дуплим кликом на *PowerCopy.1* отвара се нови прозор.

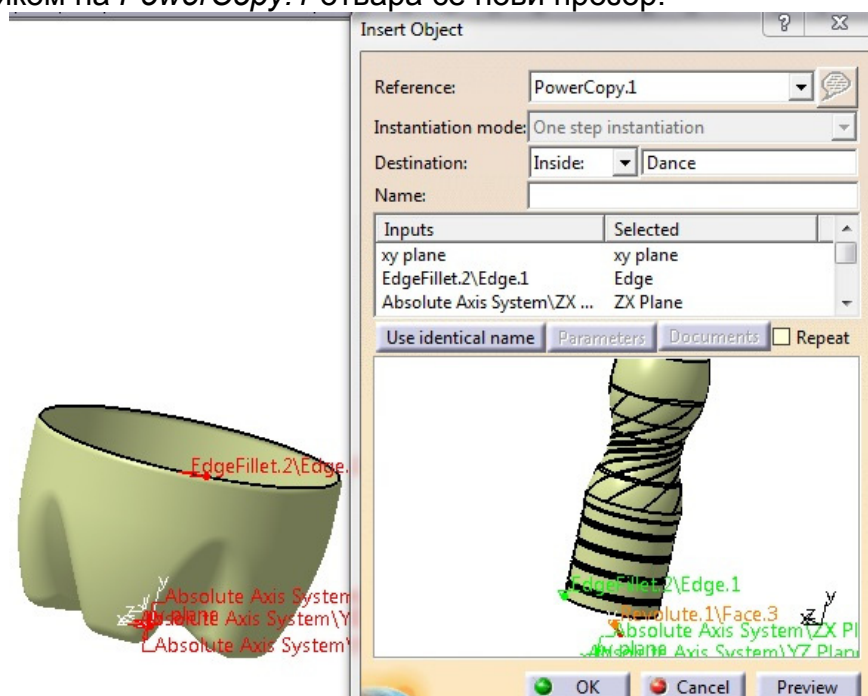


Слика 1.13. – Прозор за дефинисање улазних делова

- Кликнути на *Use identical name*, са којом програм сам препознаје улазне делове (*inputs*) и смешта моделску форму у радни простор (аутоматски препознаје осу и равни) (Сл.1.13).
- Уколико се промени назив улазних делова, тада се мора вршити ручно позиционирање моделске форме, што додатно продужује време при раду.
- Потврђивањем са ОК, данце се смешта у радни простор.

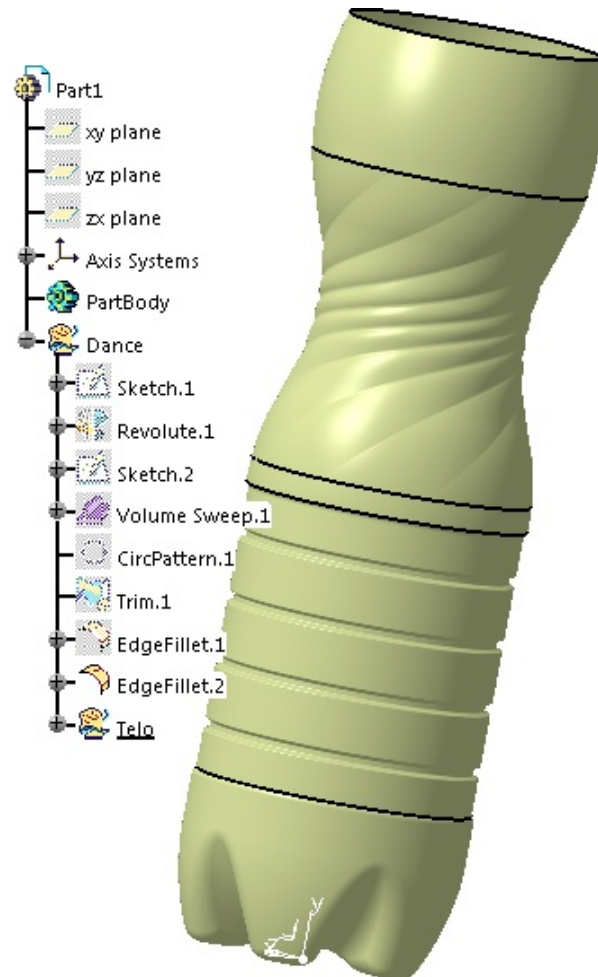
4) Активирати команду **Catalog Browser** (Сл.1.14):

- Изабрати жељени каталог Telo → Open → PowerCopy → 6 inputs → PowerCopy.1.
- Дуплим кликом на *PowerCopy.1* отвара се нови прозор.



Слика 1.14. – Прозор за дефинисање улазних делова тела флаше

- Кликком на *Use identical name*, програм препознаје четири улазна дела.
- Преостала два улазна дела се ручно позиционирају.
- Треба дефинисати ивицу спајања тела и данцета, тако што се прво одабере из дела *Inputs* ивица тела, а затим се одабере ивица данцета, који је већ убачен у радни простор.
- Последњи улазни део је дефинисање површи које се спајају (потребно је кликнути на површ данцета).



Слика 1.15. – Комбинација моделских форми

Пример комбиновања данцета са другим телом флаше који није описан у раду



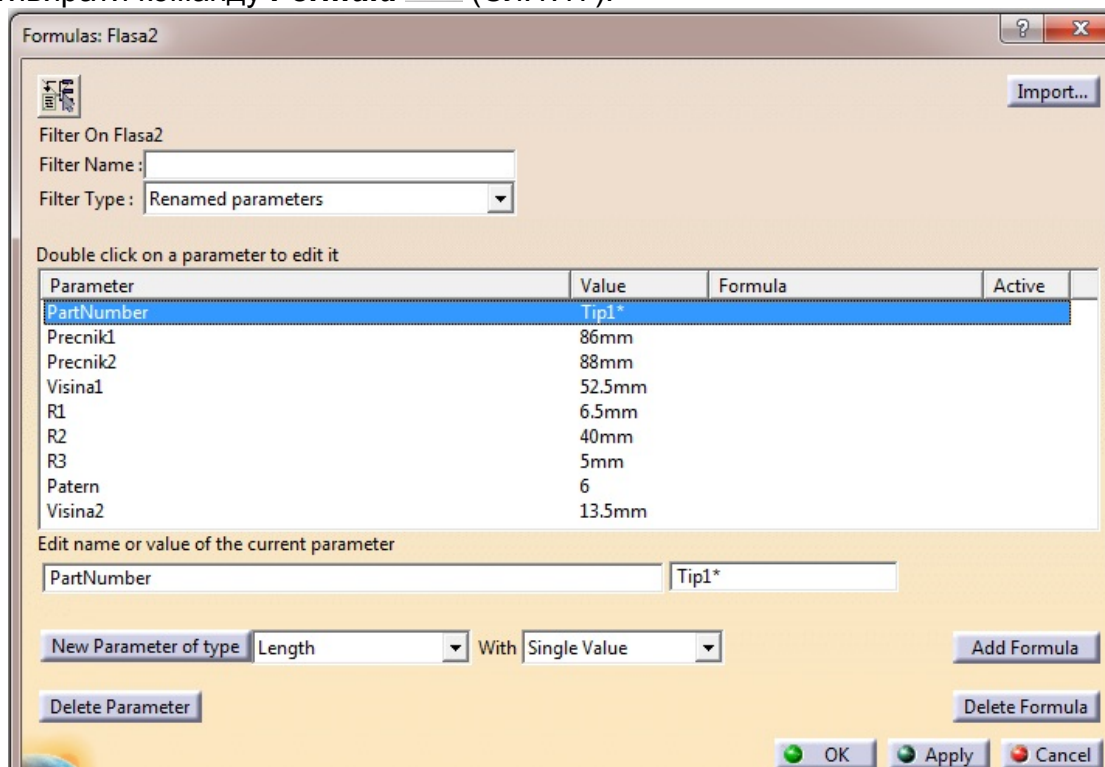
Слика 1.16. – Комбинација моделских форми данцета и тела

3.3. Креирање каталога данца – табела фамилије делова

- За приказивање ове опције користиће се данце из примера 2 (слике од 2.1. до 2.6).

Корак 1: Креирање потребних параметара

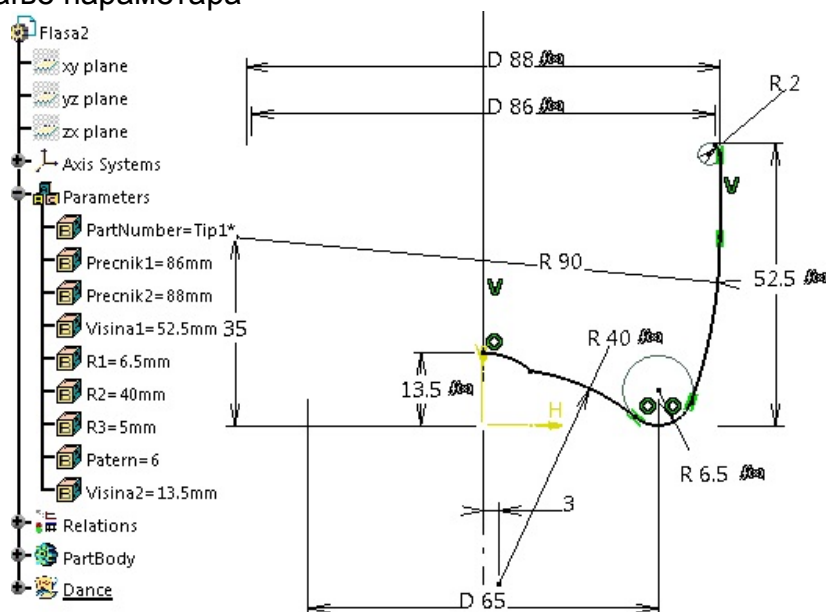
- Активирати команду **Formula**  (Сл.1.17):



Слика 1.17. – Прозор за дефинисање нових параметара Formulas

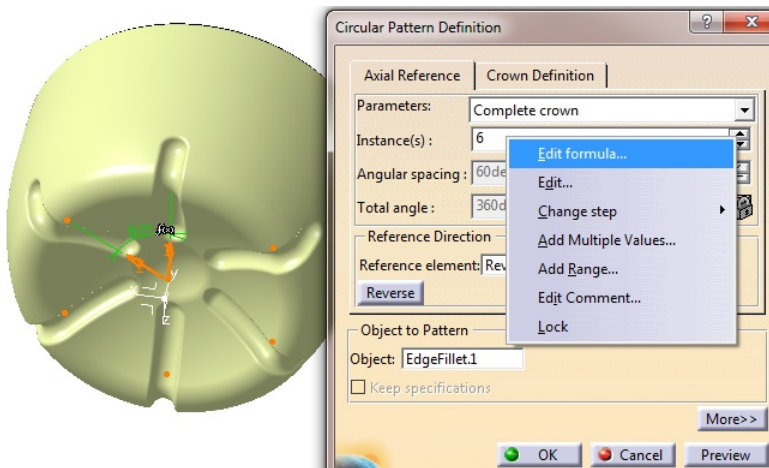
- Параметри Precnik1, Precnik2, Visina1, Visina2. R1, R2, R3 су у оквиру типа параметра *Length*.
- Задати дужинске параметре као на слици 1.17.
- Параметар PartNumber је у оквиру типа параметра *String* и задати назив Tip1* (звездика(*) означава да је у питању генерички део данцета, а да ће сви остали типови данцета бити генеричке инстанце).
- Параметар Patern је у оквиру типа параметра *Integer* и задати вредност 6.

Корак 2: Додавање параметара



Слика 1.18. - Додавање параметра у скицу базне моделске форме

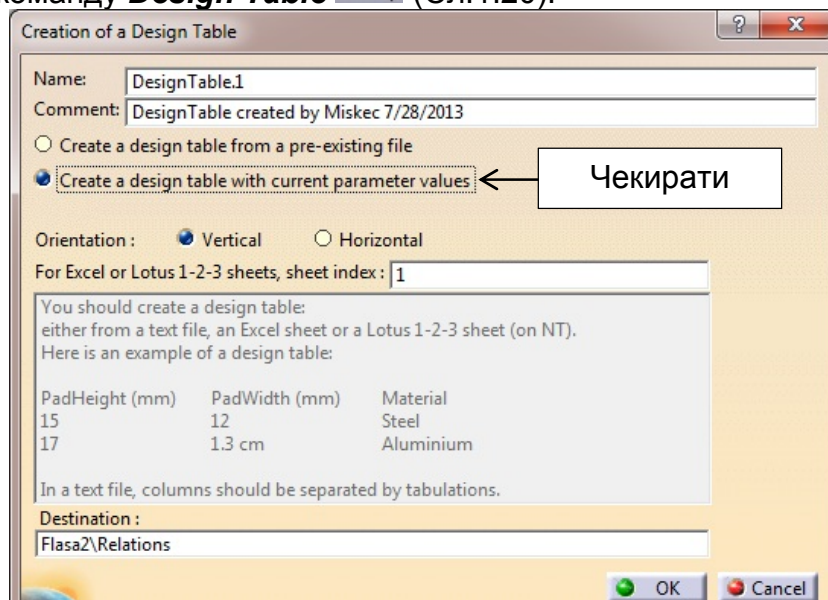
1) Опис додавања параметара у скицу је приказано у примеру 1, корак 6, слика 1.6.



Слика 1.19. - Додавање параметра Pattern

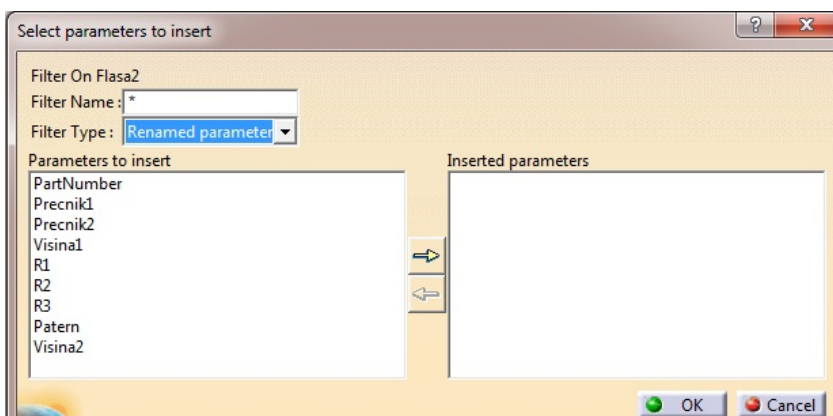
Корак 3: Креирање табеле

1) Активирати команду **Design Table** (Сл.1.20):



Слика 1.20. – Дефинисање табеле

2) Након потврђивања командом ОК, појављује се следећи прозор:

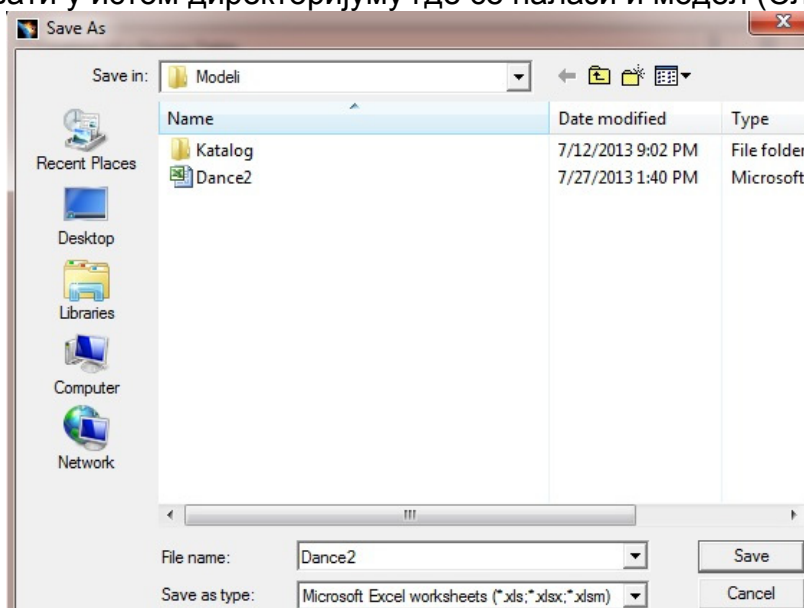


Слика 1.21. – Одабир параметара

- Преостали параметар Pattern додати активирањем моделске форме *CircPattern.1* из стабла модела данцета
- У пољу *Instance(s)* кликнути десним кликом и изабрати *Edit Formula...*
- Затим кликнути на параметар Pattern из стабла модела и извршено је додавање → ОК (Сл.1.19).

- У пољу *Filter Type* изабрати *Renamed parameter*, како би се видели само кориснички параметри, без системских.
- Пребацити све корисничке параметре у десну страну → ОК (Сл.1.21).

- После пребацивања параметара, појављује је потпрозор за чување Excel табеле.
- Табелу сачувати у истом директоријуму где се налази и модел (Сл.1.22).

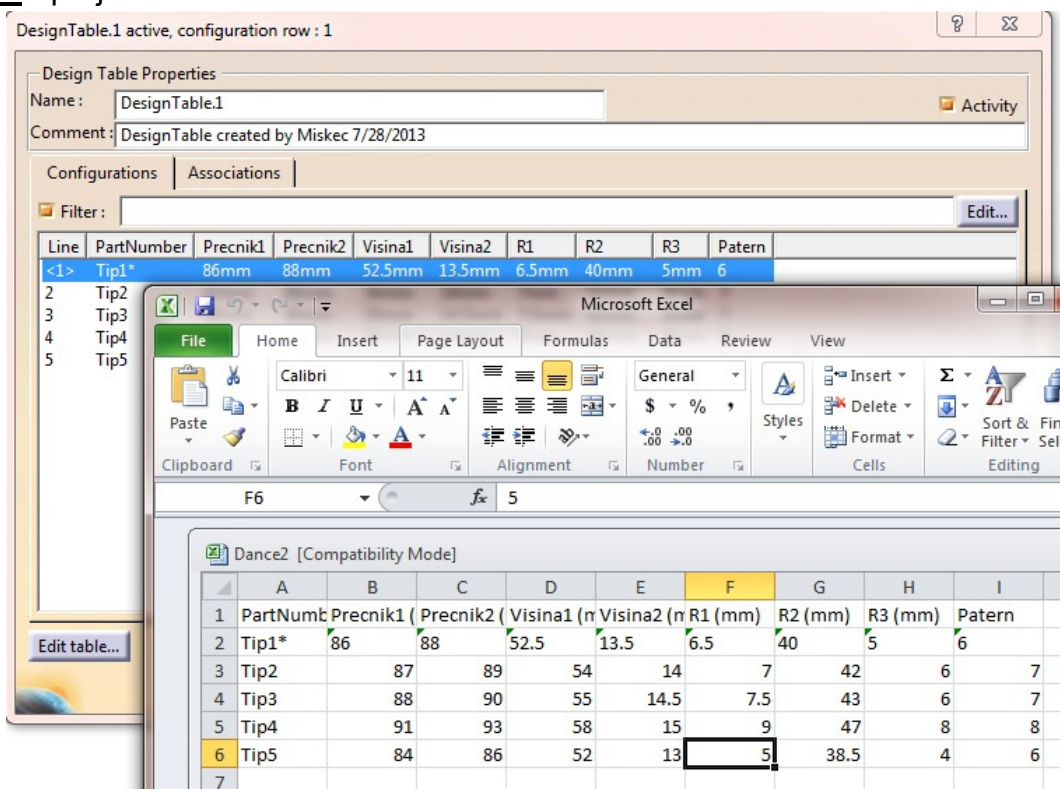


Слика 1.22. – Чување Excel табеле

НАПОМЕНА: Поједине верзије Office-а и CATIA нису компатибилне, CATIA не препознаје Excel табелу, тако да табелу креирати у Notepad-у, одабиром Text files у пољу Save as type.

У овом случају коришћена је верзија CATIA V5R20 и Office 2010.

Корак 4: Уређивање табеле

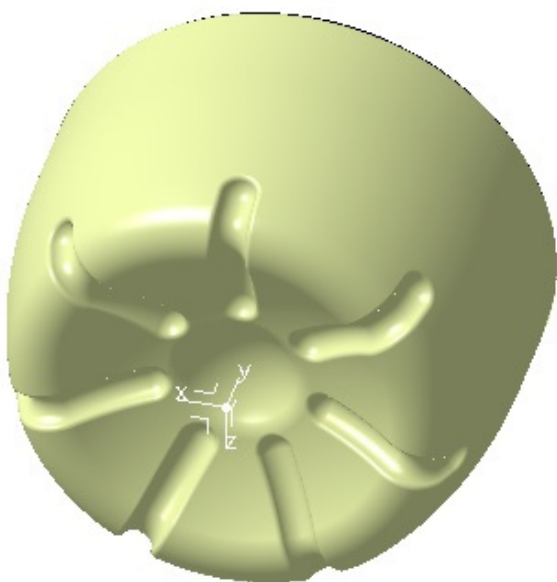


Слика 1.23. – Уређивње Excel табеле

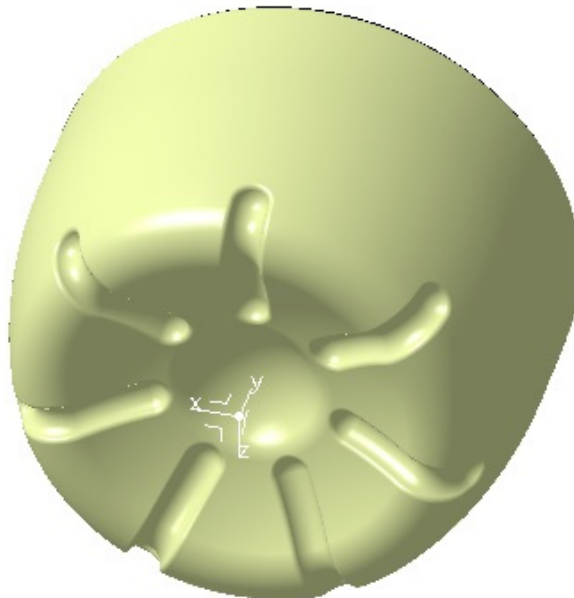
- Кликком на *Edit table...* појављује се потпрозор са Excel табелом.
- Попунити Excel табелу као што је приказано на слици 1.23.
- Сачувати Excel табелу и изаћи из ње.
- Сви унети подаци се након изласка импортују у CATIA табелу.

Корак 5: Провера генеричких инстанци

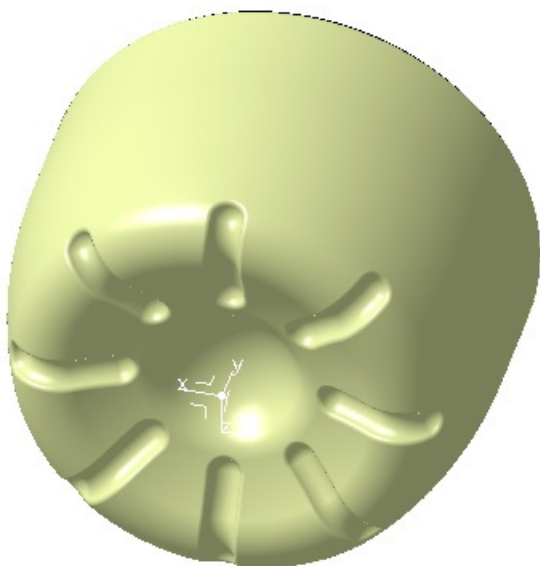
- Дуплим кликом на било који тип данцета из CATIA табеле, врши се измена и аутоматска реконструкција целокупног модела по одговарајућим параметрима унетих у табелу.



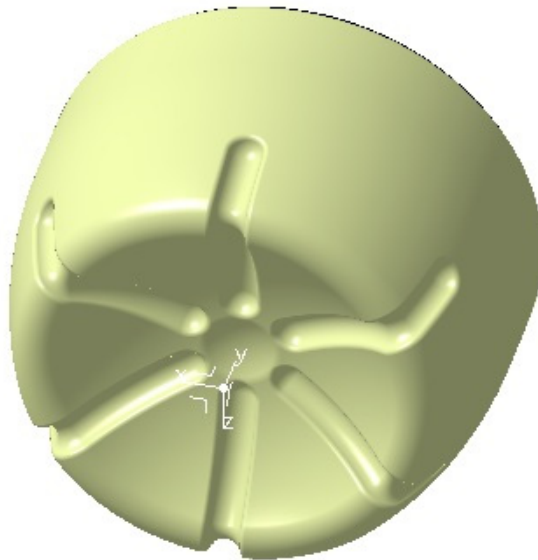
Слика 4.33. – Тип 2



Слика 4.34. – Тип 3



Слика 4.35. – Тип 4



Слика 4.36. – Тип 5

ЗАКЉУЧАК

Приликом моделирања треба водити рачуна да се модел флаше састоји од више делова, конкретно од данцета, тела и грлића, да би се касније ове исте компоненте могле комбиновати са другим моделима флаша.

Делови се могу параметризовати, али у одређеним границама, јер у супротном, што више параметара, то је програму теже да изведе оптимизацију и наравно потребно је дуже време рада прорачунавања.

Оно што је веома битно је да опција *Power Copy* омогућава копирање било које моделске форме (*features*) и да скица (*sketch*) остаје валидна (потпуно ограничена у геометријском и димензионом смислу), што није могуће са традиционалним *Copy-Paste*. Такође, омогућава скраћења потребно времена креирања нових модела, на основу постојећих модела се могу добити нови модели, брзо и лако, уз жељену измену моделских форми.

Значај табеле фамилије делова је у томе што се уз помоћ њих може израдити велики број каталога, сачињених од стандардних машинских елемената као што су завртњеве, навртке, осовине, подлошке, па чак и зупчаници, каишници, носачи алата итд. Иако се чини да су неки од елемената једноставни за моделирање, они у ствари само одузимају време конструктору. Сви делови који се користе изнова и изнова, а имају мање-више исти облик (разликују у величини) и обављају исту функцију, погодне су за табелу фамилије делова.

Све ово се сврстава у *Knowledgeware* технологију, која се користи за креирање „паметних” модела производа који омогућавају примену експертског знања, које се описују табелама, формулама, правилима и користе се у разним пројектима, а и чувају за неку каснију сличну употребу.

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.catiadesign.org/doc/catia/v5r14/catpdfkwoug_C2/kwoug.pdf

<http://www.scribd.com/doc/20669999/Catia-V5-Parameters-and-Formulas-Tutorial>

http://www.eng.cam.ac.uk/DesignOffice/cad/proewild3/usascii/proe/fundamentals/fund_tables_1.htm

<http://www.sdcpublications.com/pdfsamples/1-58503-321-9-1.pdf>