

ATLAS-ის დეტექტორის გეომეტრიული აღწერის დამუშავება სიმულაციისა და რეკონსტრუქციის პროგრამული პაკეტებისათვის



ნიკო ცუცქირიძე

ხელმძღვანელი: პროფ. ალექსანდრე შარმაზანაშვილი



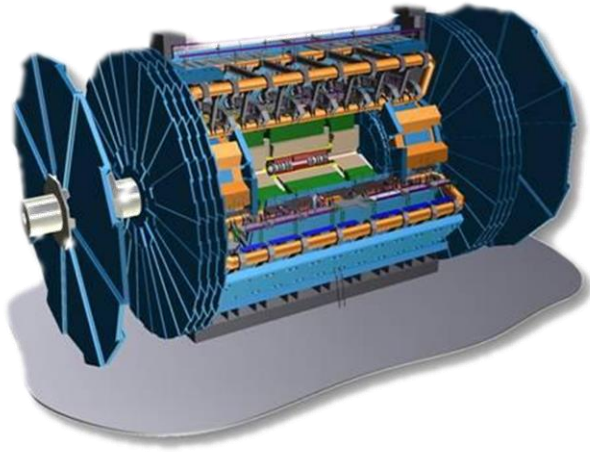
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

European Organization for Nuclear Research
CERN



03/09/2016

დიდი ადრონული კოლაიდერი



ATLAS დეტექტორი

სიგრძე: 44 მ.
დიამეტრი: 25 მ.
მასა: 7'000 ტ.



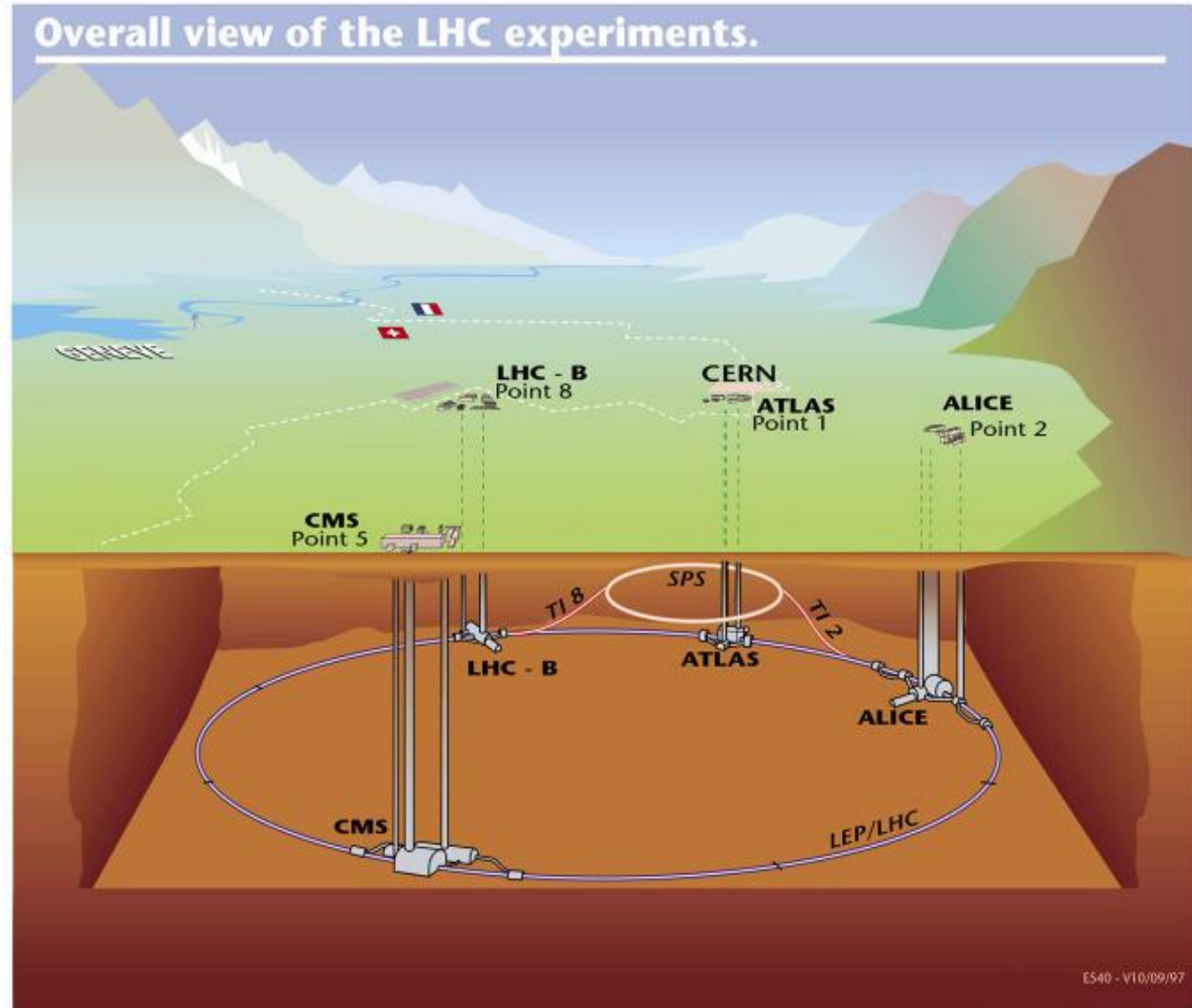
CMS დეტექტორი



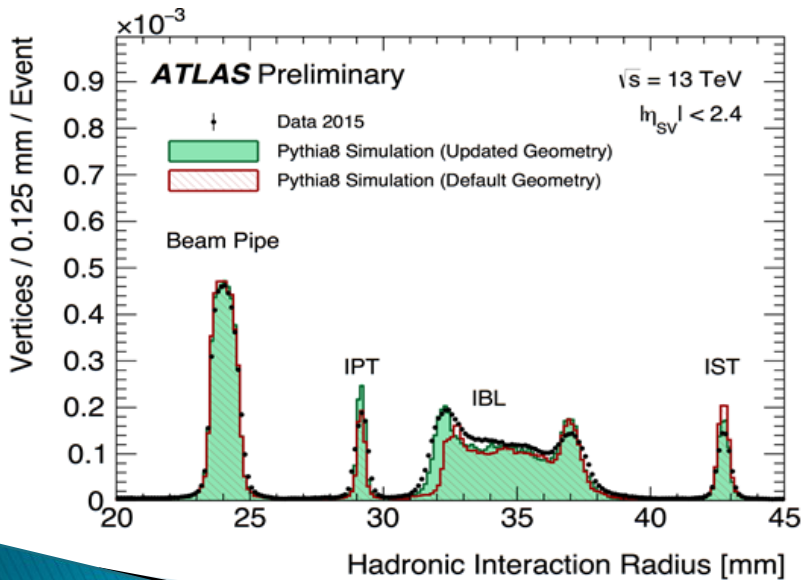
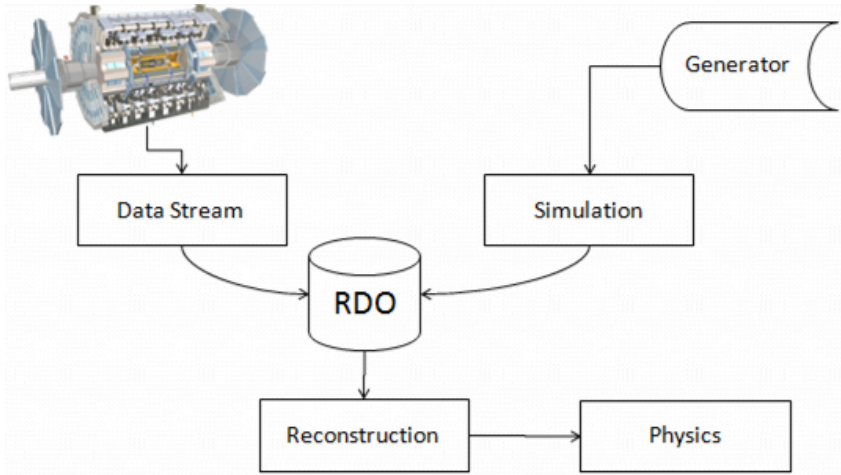
ALICE დეტექტორი



LHCb დეტექტორი



ATLAS-ის ექსპერიმენტი



პრობლემა:

სხვაობა რეალური ექსპერიმენტიდან და მოდელირებიდან მიღებულ მონაცემებს შორის

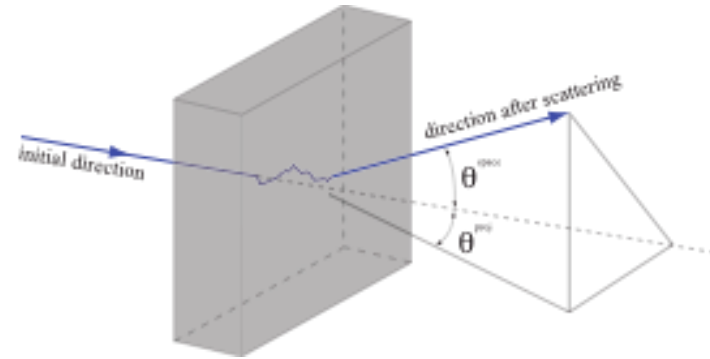
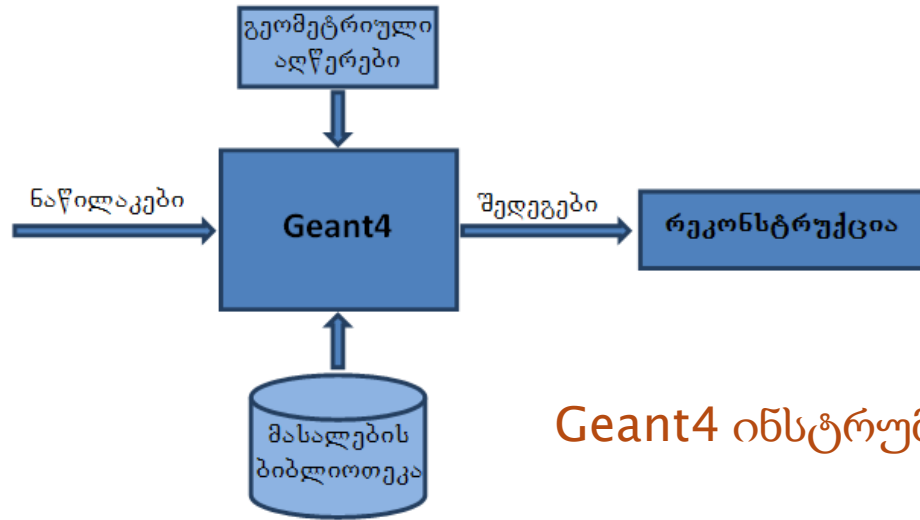
აქტუალობა:

დადგენა არის თუ არა რეალური ექსპერიმენტიდან და მოდელირებიდან მიღებულ მონაცემებს შორის სხვაობის გამომწვევი მიზეზი გეომეტრიული უზუსტობები

კვლევის მიზანი:

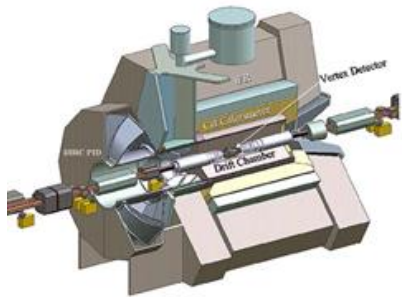
- ჰიპოთეზა I: უზუსტობები გამოწვეულია მოდელირების ინფრასტრუქტურაში არაზუსტი გეომეტრიული ტრანსფორმაციებით
- ჰიპოთეზა II: უზუსტობები გამოწვეულია რეალურად არსებულ და მოდელირებულ გეომეტრიებს შორის სხვაობით

Geant4-ი როგორც მოდელირების ინსტრუმენტი

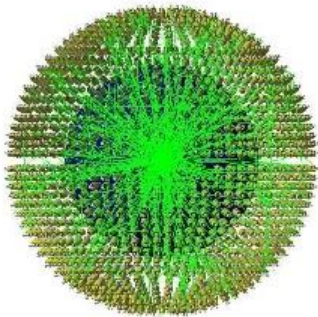


Geant4 ინსტრუმენტი გარკვეული მასალის მქონე ობიექტში ნაწილაკების გავლის პროცესის მოდელირებისათვის

Geant4-ი HEP პროექტებში



BaBar

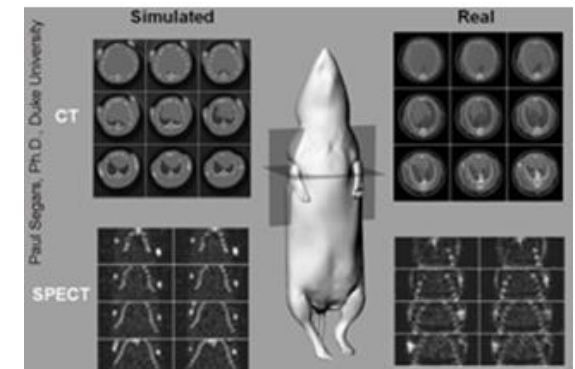
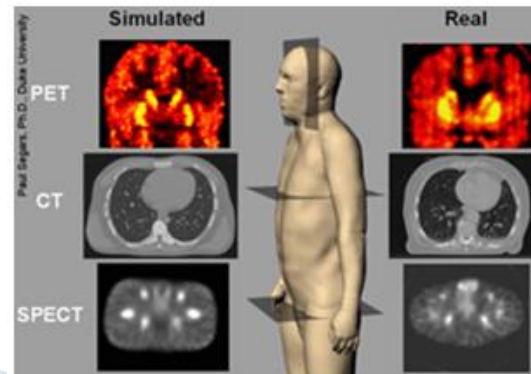


Borexino

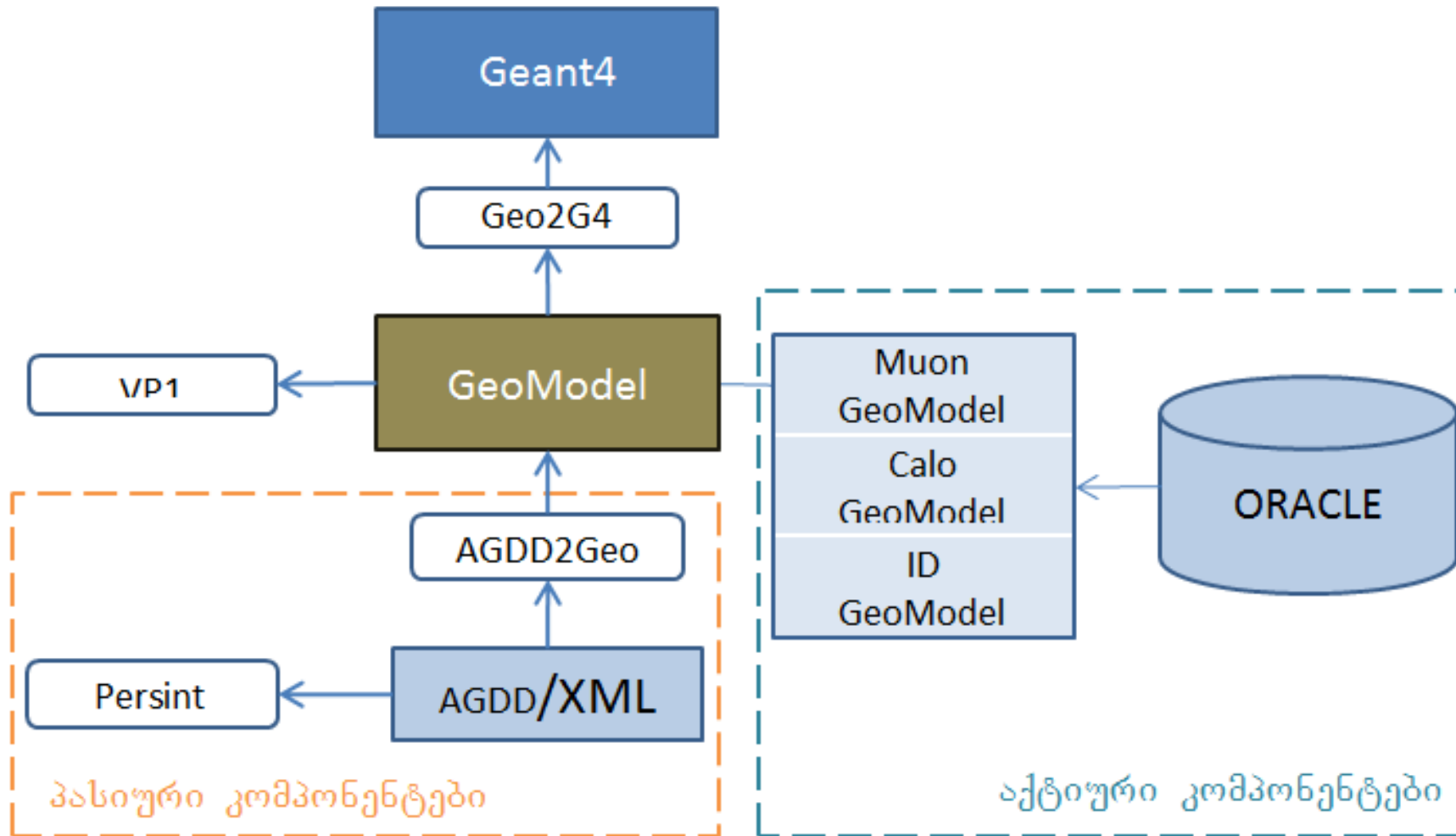
Geant4-ი მედიცინაში

GATE (Geant4 Application for Tomographic Emission)

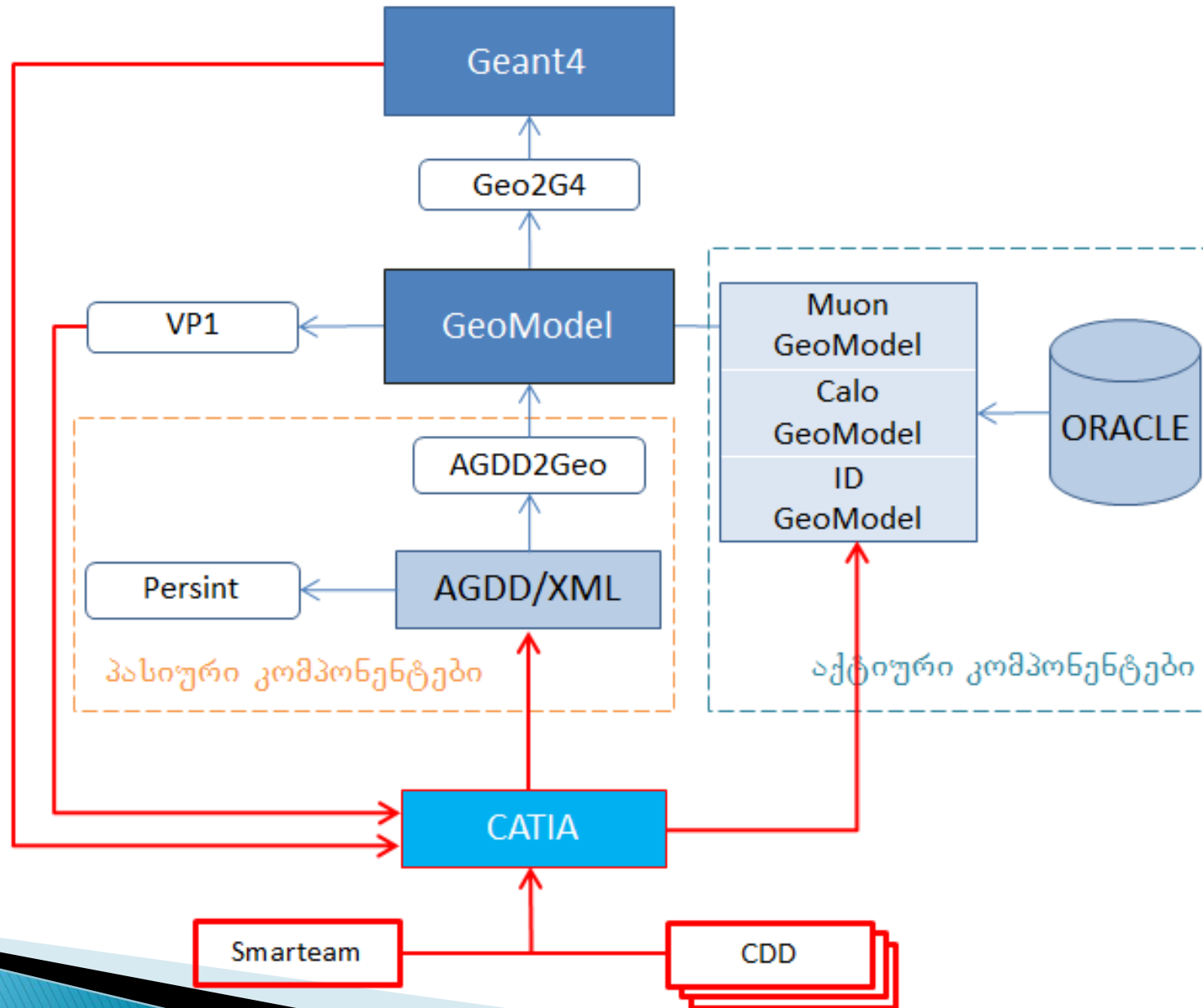
- რენტგენელოგია
- რადიოთერაპია
- სხივური ტომოგრაფია
- კომპიუტერული ტომოგრაფია



მოდელირების ინფრასტრუქტურა



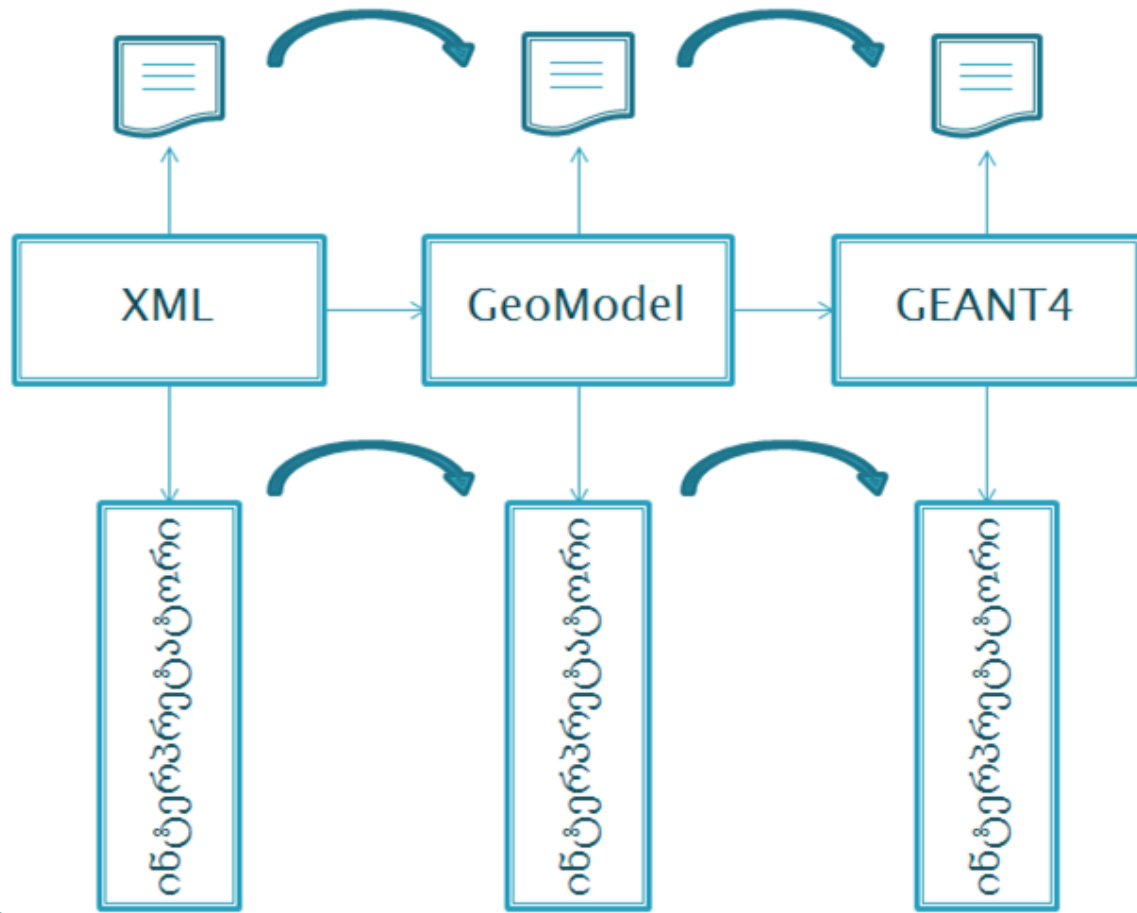
მოდელირების პლატფორმა



ჰიპოტეზა I-ის შემოწმება:

უზუსტობები გამოწვეულია მოდელირების ინფრასტრუქტურაში
არაზუსტი გეომეტრიული ტრანსფორმაციებით

მოდელირების ინფრასტრუქტურის გამოკვლევა



- I. ATLAS-ის დეტექტორის კომპონენტების ტიპიზაცია
- II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა
- III. მოდელირების საცდელი სესიების ჩატარება
- IV. ტრანზაქციის ოპერაციების შესწავლა
- V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

I. ATLAS–ის დეტექტორის კომპონენტების ტიპიზაცია

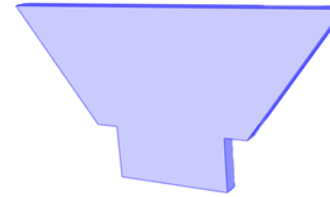
I. ATLAS-ის დეტექტორის კომპონენტების ტიპიზაცია

გეომეტრიული პრიმიტივები

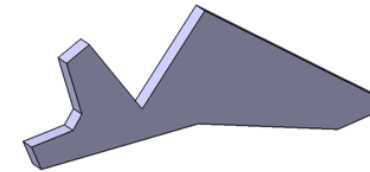
- ✓ პრიმიტივები, რომლებზეც არ სრულდება ლოგიკური ოპერაციები
- ✓ პრიმიტივები, რომლის ზედაპირები წარმოადგენენ წესიერ ან არაწესიერ პოლიგონებს
- ✓ პრიმიტივები, რომლის ზედაპირები წამოადგენენ ამოზნექილ ან ჩაზნექილ პოლიგონებს

შეირჩა 22 უნიკალური პრიმიტივი

Octagonal Prism



Dodecagonal Prism

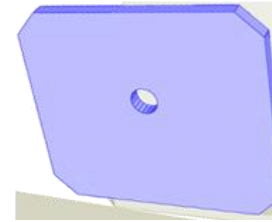


კომბინირებული ობიექტები

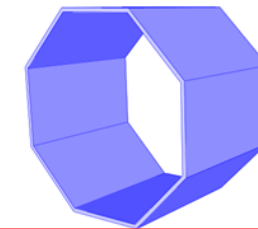
- ✓ პრიმიტივები, რომლებზედაც სრულდება ლოგიკური ოპერაციები

შეირჩა 26 უნიკალური პრიმიტივი

Octagonal Prism with cut



Octagonal prism with cut

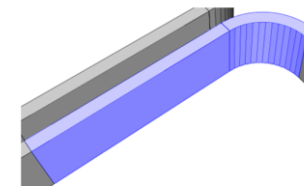


ტიპიური შეერთებები

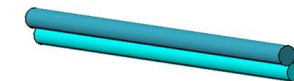
- ✓ ორ ან მეტ გეომეტრიულ პრიმიტივს შორის ტიპიური შეერთება

შეირჩა 29 უნიკალური ტიპიური შეერთება

Cube and Tube Joining



Tubes Joining



I. ATLAS-ის დეტექტორის კომპონენტების ტიპიზაცია

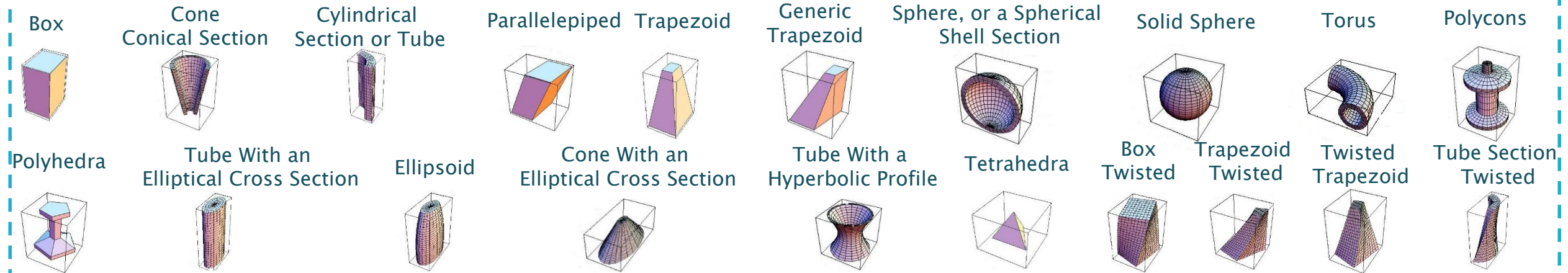
გეომეტრიული პრიმიტივები		22	სულ: 84
კომბინირებული ობიექტები		33	
ტიპიური შეერთებები		29	

სულ შერჩეულ იქნა 84 უნიკალური პრიმიტივი

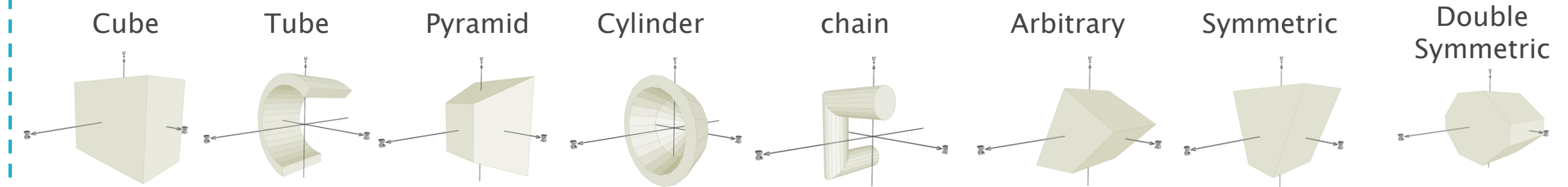
II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

Geant4



AGDD/XML

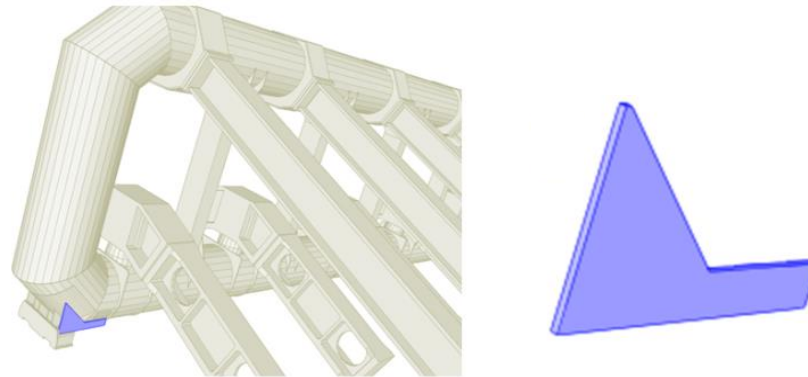


GeoModel



II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

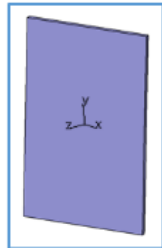
Pentagonal Prism



ვარიანტი 01

- | | |
|----|-------------|
| | Cube |
| | Arbitrary |
| T1 | Subtraction |
| T2 | Move |
| T3 | Rotation |

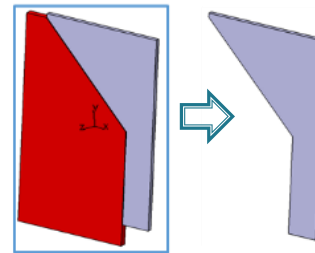
I. | Cube



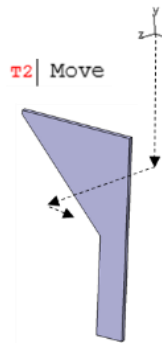
II. | Arbitrary



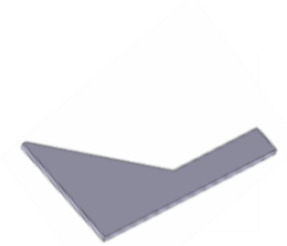
III. T1 | Subtraction



IV. T2 | Move



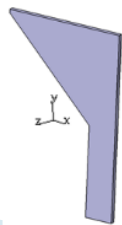
V. T3 | Rotation



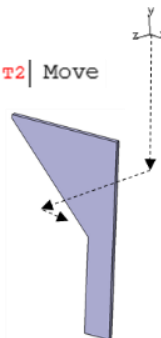
ვარიანტი 02

- | | |
|----|-----------|
| | Arbitrary |
| T1 | Move |
| T2 | Rotation |

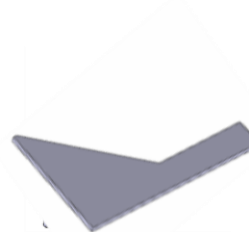
I. | Arbitrary



II. T2 | Move



III. T3 | Rotation



II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

კლასები		გეომეტრიული შემთხვევების რაოდენობა	დაპროგრამების ვარიანტების რაოდენობა
გეომეტრიული პრიმიტივები		22	4'460
კომბინირებული ობიექტები		33	6'579
ტიპიური შეერთებები		29	4'636
	სულ:	84	15'675

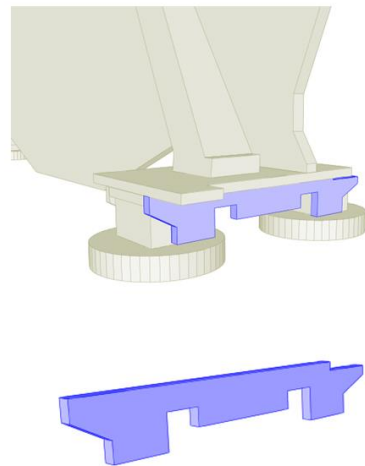
სულ შერჩეულ იქნა 15'675 დაპროგრამების ვარიანტი

II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

▶ კრიტერიუმი №1: Arbitrary polygon მეთოდი გამოიყოს როგორც უნიკალური მეთოდი

- 1) Arbitrary Polygon მეთოდით გეომეტრიული პრიმიტივის აღწერა მოითხოვს ლოგიკური ოპერაციებისა და გადაადგილება/შემობრუნება ტრანზაქციის ოპერაციების მინიმალურ რაოდენობას
- 2) გეომეტრიული პრიმიტივის საბოლოო პოზიციაზე აგებისათვის საჭიროა მხოლოდ Z კოორდინატთა ღერძის მიმართ მისი გადაადგილება

Octadecagonal Prism



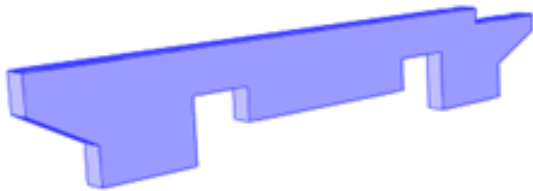
Arbitrary Move (Z) Rotation	Cube Arbitrary Subtraction Move rotation	Cube Pyramid Move Subtraction Cube Move Subtraction Cube Move Cube Move Cube Move Cube Pyramid Move Subtraction Union Move Rotation
-----------------------------------	--	--

II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

► კრიტერიუმი №2: გეომეტრიული ობიექტების აღწერისათვის გამოყენებული მეთოდების მინიმიზაცია

- 1) მიღებული კოდი არის კომპაქტური
- 2) ობიექტებს შორის დაშორებებს, კონტაქტებს და გადაფარვებს ადგილი აღარ აქვთ
- 3) დაშორებების კონტაქტებისა და გადაფარვების არარსებობის გამო მაღალია სისტემის წარმადობა

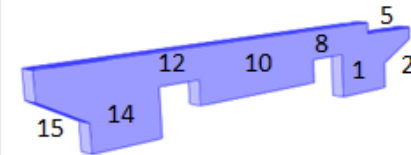
Octadecagonal Prism



```
Cube  
Arbitrary  
Subtraction  
Move  
rotation
```

Octadecagonal Prism

```
Cube  
Pyramid  
Move  
Subtraction  
Cube  
Move  
Subtraction  
Cube  
Move  
Cube  
Move  
Cube  
Pyramid  
Move  
Subtraction  
Union  
Move  
Rotation
```



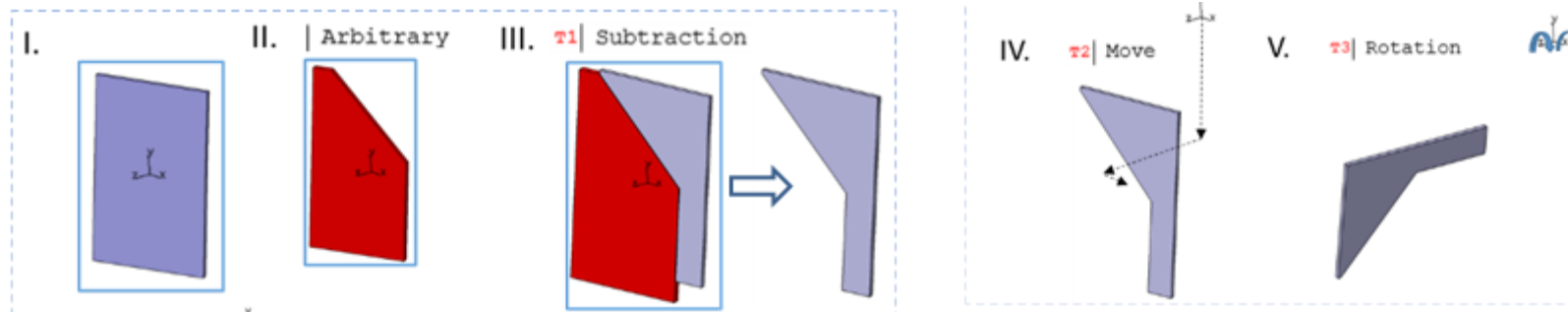
II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

▶ კრიტერიუმი №3: დაპროგრამებისას გამოყენებული მეთოდების მსგავსება

- 1) გეომეტრიული პრიმიტივის აგებისათვის უკვე ასეობს პრიმიტივის იდენტური მზა მეთოდი
- 2) სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებისას ხდება ერთი და იგივე გეომეტრიული პრიმიტივის აგება



I		II	
	Cube		Pyramid
	Arbitrary		Arbitrary
T1	Subtraction	T1	Subtraction
T2	Move	T2	Move
T3	Rotation	T3	Rotation



II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

კრიტიერიუმი №4: კოდის სტრუქტურის მსგავსება

Icositrahedronal Prism with Cuts



Cube
Symmetric
Move
Subtraction
Move
Subtraction
Arbitrary
Subtraction
Tube
Move
Subtraction
Cube
Move
Subtraction
Tube
Move
Subtraction

Pyramid
Symmetric
Move
Subtraction
Move
Subtraction
Arbitrary
Subtraction
Tube
Move
Subtraction
Cube
Move
Subtraction
Tube
Move
Subtraction

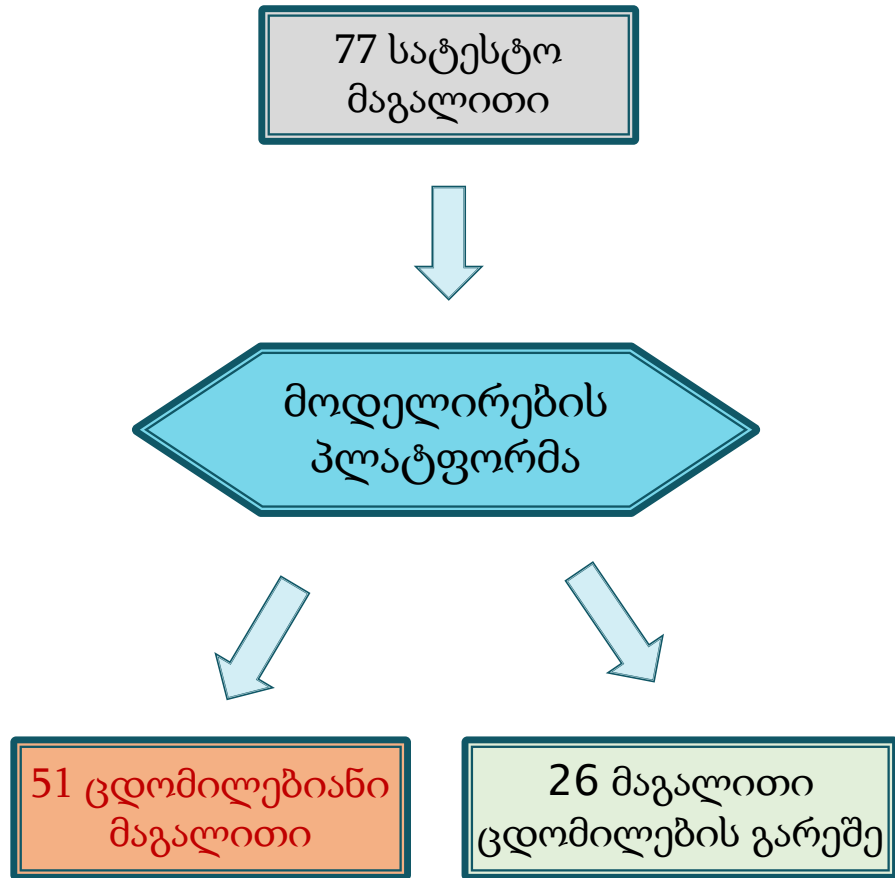
II. დაპროგრამების მეთოდების შერჩევა

კლასები		გეომეტრიული შემთხვევების რაოდენობა	დაპროგრამების ვარიანტების რაოდენობა
გეომეტრიული პრიმიტივები		4'460	11
კომბინირებული ობიექტები		6'579	38
ტიპიური შეერთებები		4'636	28
	სულ:	15'675	77

სულ შერჩეულ იქნა 77 უნიკარული დაპროგრამების ვარიანტი

III. მოდელირების საცდელი სესიების ჩატარება

III. მოდელირების საცდელი სესიების ჩატარება



მაგალითი N	მაქსიმალური ცდომილება (მმ)
1	0.25
2	0.03
3	0.00
4	0.03
5	0.00
6	0.23
7	0.09
8	0.01
9	0.01
10	0.04
11	0.09
12	0.09
13	0.03
14	0.03
15	0.01
16	0.04
17	0.04
16	0.19
19	0.06
20	0.14
21	0.00
22	0.03
23	0.23
24	0.02
25	0.21
26	0.2
27	0.26

მაგალითი N	მაქსიმალური ცდომილება (მმ)
28	0.26
29	0.03
30	0.03
31	0.03
32	0.08
33	0.08
34	0.01
35	0.01
36	0.17
37	0.21
38	0.03
39	0.24
40	0.12
41	0.12
42	0.00
43	0.00
44	0.00
45	0.00
46	0.00
47	0.00
48	0.00
49	0.00
50	0.00
51	0.00
52	0.00
53	0.00
54	0.00

მაგალითი N	მაქსიმალური ცდომილება (მმ)
55	0.08
56	0.03
57	0.07
58	0.21
59	0.26
60	0.09
61	0.09
62	0.00
63	0.09
64	0.00
65	0.00
66	0.00
67	0.00
68	0.06
69	0.00
70	0.00
71	0.08
72	0.00
73	0.08
74	1.44
75	1.75
76	0.00
77	0.00

III. მოდელირების საცდელი სესიების ჩატარება

```

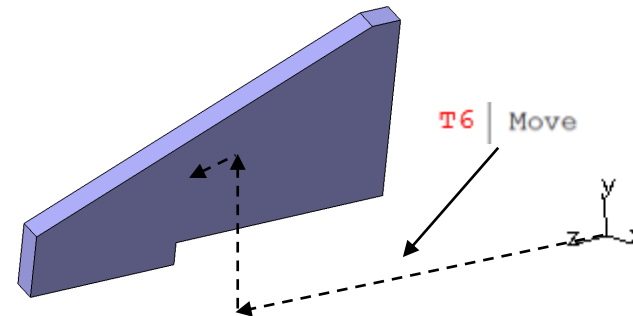
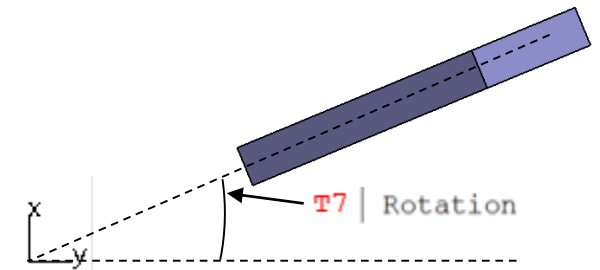
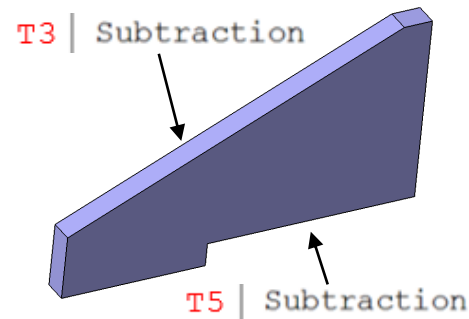
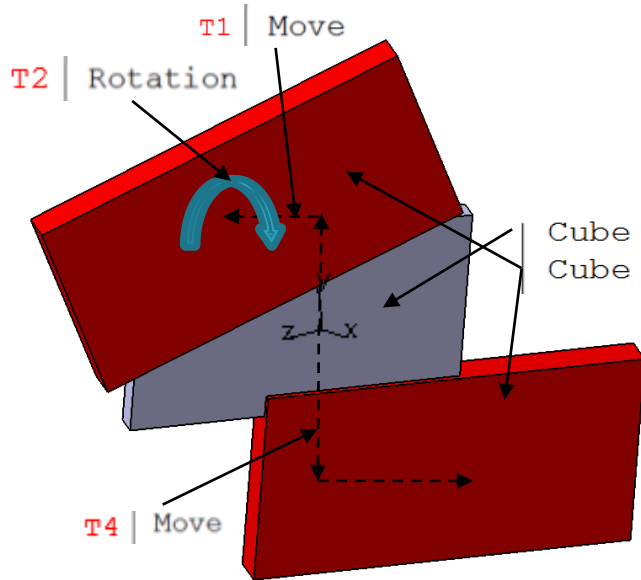
<box name="Box" material="Aluminium" X_Y_Z="20.; 180.; 305. " />
<box name="Box1" material="Aluminium" X_Y_Z="21.; 180.; 350 " />

<subtraction name="ExampleN02" >
  <posXYZ volume="Box" X_Y_Z=" 0.; 0. ; 0. " rot=" 0. ; 0. ; 0. "/>
  <posXYZ volume="Box1" X_Y_Z=" 0. ; 107. ; 55. " rot=" 24. ; 0. ; 0. "/>
  <posXYZ volume="Box1" X_Y_Z=" 0. ; -160. ; -147.5 " rot=" 0. ; 0. ; 0. "/>
</subtraction>

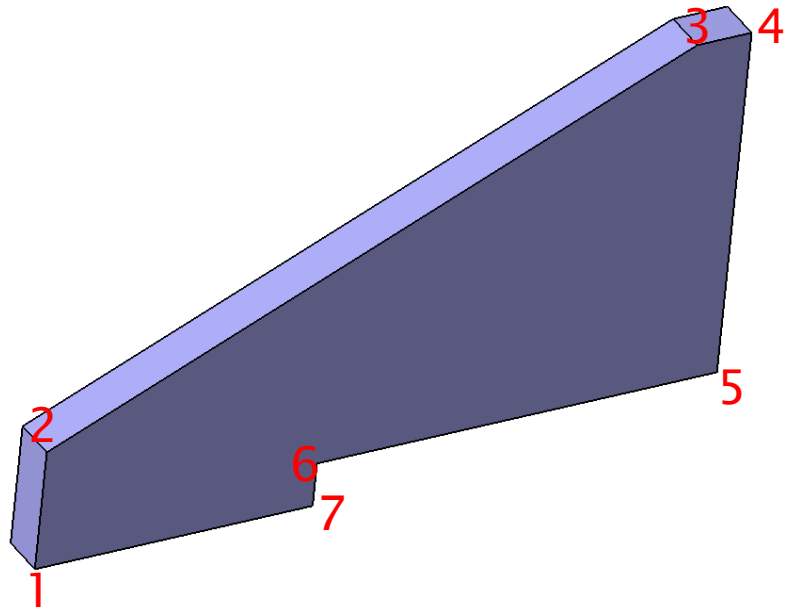
<composition name="ECT_Toroids" >
  <posXYZ volume="ExampleN02" X_Y_Z=" 2121. ; 4154. ; 12462.5" rot=" 0.; 0.; -22.5 " />
</composition>

```

	Cube
	Cube
T1	Move
T2	Rotation
T3	Subtraction
T4	Move
T5	Subtraction
T6	Move
T7	Rotation



III. მოდელირების საცდელი სესიების ჩატარება



		GeoM	G-4
		Δ_1	Δ_2
1	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
2	x	-0.01	-0.02
	y	0	0
	z	0	0
3	x	0	0
	y	0	0
	z	-0.02	0.01
4	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
5	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
6	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
7	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
მოცულობა		0	0

IV. ტრანზაქციის ოპერაციების შესწავლა

IV. ტრანზაქციის ოპერაციების შესწავლა

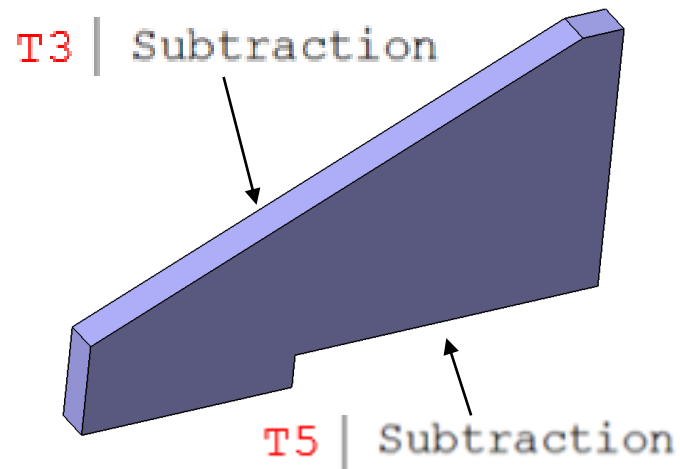
ქვე-შემთხვევა №01: T1, T2 და T4 ტრანზაქციის ოპერაციები Subtraction Boolean ოპერაციებთან ერთად

```
<box name="Box" material="Aluminium" X_Y_Z="20.; 180.; 305. " />
<box name="Box1" material="Aluminium" X_Y_Z="21.; 180.; 350 " />

<subtraction name="ExampleN02" >
  <posXYZ volume="Box" X_Y_Z=" 0.; 0. ; 0. " rot=" 0. ; 0. ; 0. "/>
  <posXYZ volume="Box1" X_Y_Z=" 0. ; 107. ; 55. " rot=" 24. ; 0. ; 0. "/>
  <posXYZ volume="Box1" X_Y_Z=" 0. ; -160. ; -147.5 " rot=" 0. ; 0. ; 0. "/>
</subtraction>

<composition name="ECT_Toroids" >
  <posXYZ volume="ExampleN02" X_Y_Z=" 0. ; 0. ; 0." rot=" 0.; 0.; 0." />
</composition>
```

	Cube
	Cube
T1	Move
T2	Rotation
T3	Subtraction
T4	Move
T5	Subtraction
T6	Move
T7	Rotation



		GeoM	G-4
		Δ_1	Δ_2
1	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
2	x	0	0
	y	-0.01	-0.01
	z	0	0
3	x	0	0
	y	0	0
	z	-0.02	-0.02
4	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
5	x	0	0
	y	0.01	0.01
	z	0	0
6	x	0	0
	y	0.01	0.01
	z	0	0
7	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
მოცულობა		0	0

IV. ტრანზაქციის ოპერაციების შესწავლა

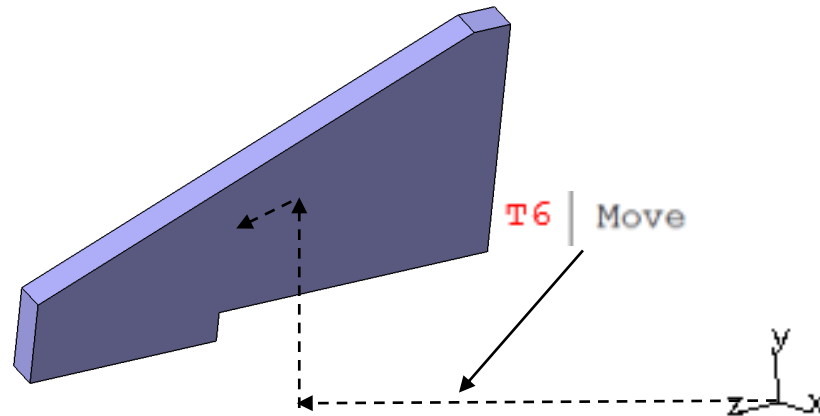
ქვე-შემთხვევა #02: T6 გადაადგილების ოპერაცია T1, T2, T4 ტრანზაქციის ოპერაციებსა და T3/T5 Subtraction Boolean ოპერაციებთან ერთად

```
<box name="Box" material="Aluminium" X_Y_Z="20.; 180.; 305. " />
<box name="Box1" material="Aluminium" X_Y_Z="21.; 180.; 350 " />

<subtraction name="ExampleN02" >
  <posXYZ volume="Box" X_Y_Z=" 0.; 0. ; 0. " rot=" 0. ; 0. ; 0. "/>
  <posXYZ volume="Box1" X_Y_Z=" 0. ; 107. ; 55. " rot=" 24. ; 0. ; 0. "/>
  <posXYZ volume="Box1" X_Y_Z=" 0. ; -160. ; -147.5 " rot=" 0. ; 0. ; 0. "/>
</subtraction>

<composition name="ECT_Toroids" >
  <posXYZ volume="ExampleN02" X_Y_Z=" 2121. ; 4154. ; 12462.5" rot=" 0.; 0.; 0. " />
</composition>
```

- T1 Move
- T2 Rotation
- T3 Subtraction
- T4 Move
- T5 Subtraction
- T6 Move
- T7 Rotation



		GeoM	G-4
		Δ_1	Δ_2
1	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
2	x	0	0
	y	-0.01	-0.01
	z	0	0
3	x	0	0
	y	0	0
	z	-0.02	0.01
4	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
5	x	0	0
	y	0.01	0.01
	z	0	0
6	x	0	0
	y	0.01	0.01
	z	0	0
7	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
მოცულობა		0	0

IV. ტრანზაქციის ოპერაციების შესწავლა

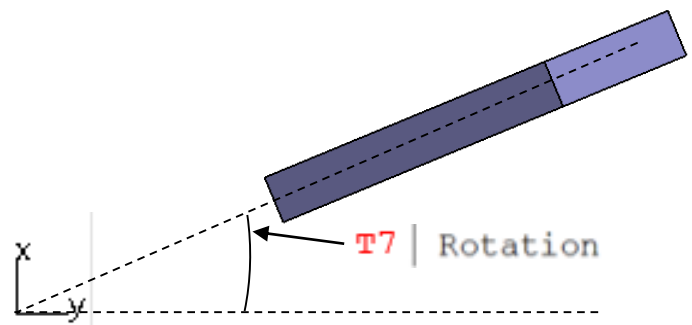
ქვე-შემთხვევა #03: T7 შემობრუნების ოპერაცია T1, T2, T4 ტრანზაქციის ოპერაციებსა და T3/T5 Subtraction Boolean ოპერაციებთან ერთად

```
<box name="Box" material="Aluminium" X_Y_Z="20.; 180.; 305. " />
<box name="Box1" material="Aluminium" X_Y_Z="21.; 180.; 350 " />

<subtraction name="ExampleN02" >
  <posXYZ volume="Box" X_Y_Z=" 0.; 0. ; 0. " rot=" 0. ; 0. ; 0. "/>
  <posXYZ volume="Box1" X_Y_Z=" 0. ; 107. ; 55. " rot=" 24. ; 0. ; 0. "/>
  <posXYZ volume="Box1" X_Y_Z=" 0. ; -160. ; -147.5 " rot=" 0. ; 0. ; 0. "/>
</subtraction>

<composition name="ECT_Toroids" >
  <posXYZ volume="ExampleN02" X_Y_Z=" 0. ; 0. ; 0." rot=" 0.; 0.; -22.5 " />
</composition>
```

- T1 Move
- T2 Rotation
- T3 Subtraction
- T4 Move
- T5 Subtraction
- T6 Move
- T7 Rotation



		GeoM	G-4
		Δ_1	Δ_2
1	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
2	x	-0.01	-0.02
	y	0	0
	z	0	0
3	x	0	0
	y	0	0
	z	-0.02	-0.02
4	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
5	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
6	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
7	x	0	0
	y	0	0
	z	0	0
მოცულობა		0	0

V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

ცლიმილები

№	აგვის მეთოდები										ტრანსპარენციის ოპერაციები						GeoModel						Geant4					
	Cub	Tube	Pyr	Trap	Cone	PolyC	PolyG	Arbitr	Sym	Dsym	M1	R1	Subt	M2	R2	M1	R1	Subtr.	M2	R2	Conf	M1	R1	Subt	M2	R2	Conf	
1			3X								5X	4X	5X	X	X	0	0	$\Delta X=0.25$ $\Delta Y=-0.15$ $\Delta V=0.0014$	$\Delta X=-0.02$ $\Delta Y=0.01$	$\Delta X=0.07$ $\Delta Y=-0.18$		0	0	$\Delta X=0.25$ $\Delta Y=-0.15$ $\Delta V=0.0014$	$\Delta X=-0.02$ $\Delta Y=0.01$	$\Delta X=0.06$ $\Delta Y=-0.17$		
2	2X										2X	X	2X	X	X	0	0	$\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=-0.02$	0	$\Delta X=0.01$		0	0	$\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta Z=0.03$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=-0.02$		
3	X							X					X	X	X			$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$	0	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=-0.02$ $\Delta Z=-0.02$				$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$	0	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=-0.02$		
4	2X										X		X	X	X	0		$\Delta X=-0.23$ $\Delta Z=-0.13$ $\Delta V=0.0002$	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.1$ $\Delta Z=0.01$		0		$\Delta X=-0.23$ $\Delta Z=-0.13$ $\Delta V=0.0002$	$\Delta Z=0.03$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.1$ $\Delta Z=0.01$		
5	X							X					2X	X	X			$\Delta X=-0.07$ $\Delta Y=-0.05$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=0.05$	$\Delta X=-0.02$ $\Delta Y=0.09$				$\Delta X=-0.07$ $\Delta Y=-0.05$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=0.05$	$\Delta X=0.04$ $\Delta Y=0.09$		
6	2X										X	X	X	X	X	0	0	$\Delta Z=-0.01$	0	0		0	0	$\Delta Z=-0.01$	0	0		
7								2X			2X		2X	X	X	0		0	0	$\Delta X=-0.01$		0		0	0	0	0	
8	3X										4X		4X	X	X	0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$	$\Delta X=-0.04$ $\Delta Y=-0.02$		0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$	$\Delta X=-0.04$ $\Delta Y=-0.02$		
9	2X												X	X	X			$\Delta Y=-0.09$ $\Delta Z=-0.06$	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.01$				$\Delta Y=-0.09$ $\Delta Z=-0.06$	$\Delta Y=-0.01$ $\Delta Z=-0.01$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$		
10								2X					X	X	X			$\Delta X=-0.09$ $\Delta Y=-0.06$	$\Delta Y=-0.02$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.01$				$\Delta X=-0.09$ $\Delta Y=-0.06$	$\Delta Y=-0.03$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$		
11	X	X							X		X		2X	X	X	0		$\Delta X=0.01$ $\Delta V=0.0002$	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.02$		0		$\Delta X=0.01$ $\Delta V=0.0002$	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.03$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.03$		
12	X	X						X			2X		2X	X	X	0		$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$ $\Delta V=0.0002$	0	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.02$		0		$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$ $\Delta V=0.0002$	0	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.03$		
13	X		X								X		X	X	X	0		0	0	$\Delta X=0.01$		0		0	0	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=-0.01$		
14		X						X			X		X	X	X	0		$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$	0	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.02$		0		$\Delta X=-0.04$ $\Delta Y=-0.03$	0	$\Delta X=-0.01$ $R=0.01$		
15		2X									2X	2X	2X	X	X	0	0	$\Delta X=0.04$ $\Delta Y=0.02$ $\Delta V=0.002$	$\Delta X=0.01$	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=0.03$ $R=0.01$		0	0	$\Delta X=0.04$ $R=0.02$ $\Delta V=0.002$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=0.01$	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=0.03$ $R=0.05$		
16		2X						X	X		2X		3X	X		0		$\Delta X=-0.11$ $\Delta Y=0.19$ $\Delta V=0.0003$	0			0		$\Delta X=-0.11$ $\Delta Y=0.19$ $R=0.01$ $\Delta V=0.0003$	$\Delta X=-0.07$ $\Delta Y=-0.04$ $R=0.08$			

V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

ცლილივანები

		აბგვის მეთოდები										ტრანსპარანსის ოპერაციები						GeoModel						Geant4					
№	Cub	Tube	Pyr	Trap	Cone	PolyC	PolyG	Arbitr	Sym	Dsym	M1	R1	Subt	M2	R2	M1	R1	Subtr.	M2	R2	Conf	M1	R1	Subt	M2	R2	Conf		
17	19		2X					X			2X		2X	X	X	0		$\Delta X=0.06$ $\Delta Y=0.04$ $\Delta V=0.0003$	0	$\Delta Y=-0.03$		0		$\Delta X=0.06$ $\Delta Y=0.01$ $R=0.03$ $\Delta V=0.0003$	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.04$ $R=0.05$	$\Delta X=0.04$ $\Delta Y=0.06$ $R=0.09$			
18	20		2X	X					X		3X	X	3X	X	X	0	0	$\Delta X=-0.14$ $\Delta Y=-0.08$ $\Delta V=0.0003$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=0.01$	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=0.06$		0	0	$\Delta X=-0.14$ $\Delta Y=-0.08$ $R=0.03$ $\Delta V=0.0003$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=-0.04$ $R=0.03$	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=0.06$ $R=0.01$			
19	22		X					X			X		X	X		0		$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$ $\Delta V=0.0001$	0	$\Delta Y=0.02$		0		$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$ $\Delta V=0.0001$	0	$\Delta Y=0.02$			
20	23		X	X				2X			X	2X	4X	X	X	0	0	$\Delta X=0.23$ $\Delta Y=-0.09$ $\Delta V=0.0001$	0	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.09$		0	0	$\Delta X=0.23$ $\Delta Y=-0.09$ $\Delta V=0.0001$	0	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.09$			
21	24	X	X								X		X	X		0		$\Delta X=-0.02$ $\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=-0.01$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=-0.01$ $\Delta Z=-0.01$	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=0.01$		0		$\Delta X=-0.02$ $\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=-0.01$	$\Delta X=-0.02$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=0.02$			
22	25		X					2X			2X		3X	X	X	0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$ $\Delta V=0.0005$ $R=0.01$	0	$\Delta Y=-0.02$		0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.21$ $\Delta V=0.0001$ $R=0.17$	0	$\Delta Y=0.23$ $R=0.05$			
23	26	2X	X								2X		3X	X	X	0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$	$\Delta Y=-0.02$ $R=0.01$	$\Delta X=0.02$		0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.2$ $R=0.02$	$\Delta Y=-0.01$ $R=0.02$	$\Delta X=0.07$ $\Delta Y=-0.03$ $R=0.05$			
24	27							4X			3X	2X	4X	X	X	0	0	$\Delta X=0.15$ $\Delta Y=-0.22$ $\Delta Z=-0.06$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta X=-0.09$ $\Delta Y=0.07$		0	0	$\Delta X=0.15$ $\Delta Y=-0.16$ $\Delta Z=0.08$	$\Delta X=0.26$ $\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta X=-0.07$ $\Delta Y=-0.04$			
25	28	2X								2X	3X	2X	4X	X	X	0	0	$\Delta X=0.15$ $\Delta Y=-0.22$ $\Delta Z=-0.06$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta X=-0.09$ $\Delta Y=0.07$		0	0	$\Delta X=0.15$ $\Delta Y=-0.16$ $\Delta Z=0.08$	$\Delta X=0.26$ $\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta X=-0.07$ $\Delta Y=-0.04$			
26	29		X					2X			X	2X	3X	X	X	0	0	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=0.01$ $\Delta V=0.0002$	$\Delta Y=-0.01$ $\Delta Z=0.01$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=0.01$		0	0	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=0.01$ $\Delta V=0.0002$	$\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=0.03$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=-0.01$			
27	30		X					2X			8X	7X	8X	X	X	0	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=-0.02$ $\Delta V=0.0003$	$\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=0.03$	$\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=0.04$		0	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=0.03$ $\Delta V=0.0003$	$\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=-0.03$ $R=0.01$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=0.02$ $R=0.01$			

V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

ცდომილებები

		აგების მეთოდები										ტრანსპარენციის ოპერაციები						GeoModel						Geant4					
№	№	Cub	Tube	Pyr	Trap	Cone	PolyC	PolyG	Arbitr	Sym	Dsym	M1	R1	Subt	M2	R2	M1	R1	Subtr.	M2	R2	Conf	M1	R1	Subt	M2	R2	Conf	
28	31		X							X	X	8X	8X	8X	X	X	0	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=-0.03$ $\Delta V=0.0003$ 1	$\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=0.03$	$\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=0.04$		0	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=-0.03$ $\Delta V=0.00031$	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=0.03$ $R=0.01$	$\Delta X=-0.02$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta Z=0.03$ $R=0.01$		
29	32					X			3X			7X	5X	7X	X	X	0	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=0.03$ $\Delta V=0.0016$	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Z=-0.02$ $\Delta V=0.0003$ 3	$\Delta X=0.01$ $\Delta Z=0.02$		0	0	$\Delta X=-0.05$ $\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=-0.03$ $\Delta V=0.0016$ $R=0.01$	$\Delta X=0.04$ $\Delta Y=0.06$ $\Delta Z=-0.05$ $\Delta V=0.0003$ 3 $R=0.02$	$\Delta X=0.05$ $\Delta Y=-0.08$ $\Delta Z=-0.02$ $R=0.04$		
30	33					X			2X	X		7X	5X	7X	X	X	0	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=0.03$ $\Delta V=0.0016$	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Z=-0.02$ $\Delta V=0.0003$ 3	$\Delta X=0.01$ $\Delta Z=0.02$		0	0	$\Delta X=-0.05$ $\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=-0.03$ $\Delta V=0.0016$ $R=0.01$	$\Delta X=0.04$ $\Delta Y=0.06$ $\Delta Z=-0.05$ $\Delta V=0.0003$ 3 $R=0.02$	$\Delta X=0.05$ $\Delta Y=-0.08$ $\Delta Z=-0.02$ $R=0.04$		
31	34		X						X			2X	2X	2X	X	X	0	0	$\Delta V=0.0001$	0	0		0	0	$\Delta Y=0.01$ $\Delta V=0.0001$	0	0		
32	35		X							X		2X	2X	2X	X	X	0	0	$\Delta V=0.0001$	0	0		0	0	$\Delta Y=0.01$ $\Delta V=0.0001$	0	0		
33	36		X						X			2X		2X	X	X	0		$\Delta X=0.02$ $\Delta V=0.0000$ 1	0	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Z=-0.01$		0		$\Delta X=0.02$ $\Delta Z=0.01$ $\Delta V=0.00007$	$\Delta X=0.02$ $\Delta Z=-0.02$ $R=0.03$	$\Delta X=-0.17$ $\Delta Z=0.17$ $R=0.25$		
34	37	2X	2X									3X		3X	X	X	0		$\Delta X=0.01$ $\Delta Z=0.01$ $\Delta V=0.0000$ 7	0	$\Delta Z=0.02$		0		$\Delta X=0.02$ $\Delta Z=0.01$	$\Delta X=-0.03$ $\Delta Z=0.05$ $R=0.05$	$\Delta X=-0.16$ $\Delta Z=-0.21$ $R=0.19$		
35	38		2X						X			X		2X	X		0		$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta V=0.0009$	0			0		$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.03$ $\Delta V=0.0009$	0			
36	39	X	2X						X	X		2X		4X	X		0		$\Delta X=-0.24$ $\Delta Y=-0.18$ $\Delta V=0.0009$	0			0		$\Delta X=-0.24$ $\Delta Y=-0.18$ $\Delta V=0.0009$	0			
37	40								5X				2X	4X	X	X	0		$\Delta X=0.11$ $\Delta Y=0.09$ $\Delta Z=-0.12$ $\Delta V=0.0004$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=-0.01$ $\Delta Z=0.01$	$\Delta X=0.09$ $\Delta Y=0.1$		0		$\Delta X=0.11$ $\Delta Y=0.09$ $\Delta Z=-0.12$ $\Delta V=0.0004$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=0.01$	$\Delta X=0.09$ $\Delta Y=0.1$		

V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

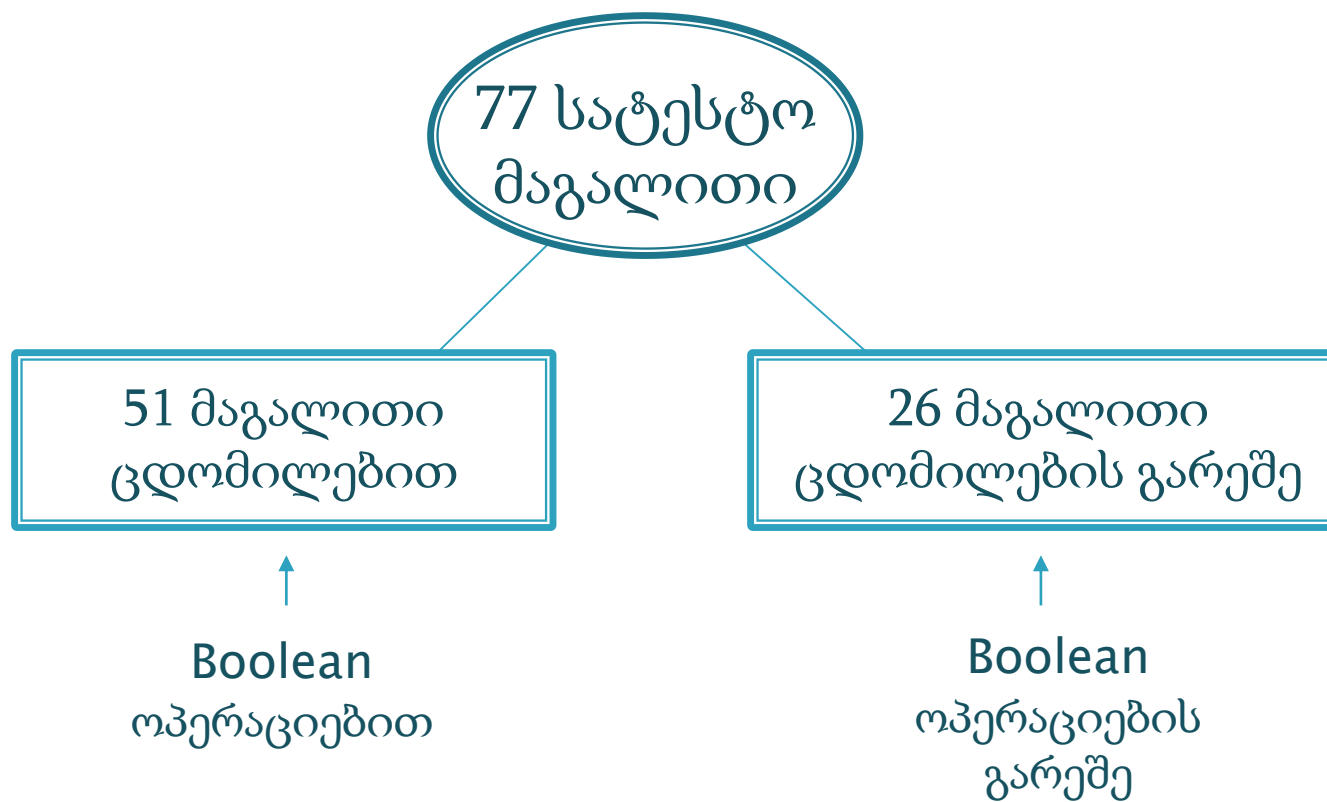
ცლიბილიზაცია

		აბავის მეთოდები										ტრანზაქციის ოპერაციები					GeoModel						Geant4					
№	Cub	Tube	Pyr	Trap	Cone	PolyC	PolyG	Arbitr	Sym	Dsym	M1	R1	Subt	M2	R2	M1	R1	Subtr.	M2	R2	Conf	M1	R1	Subt	M2	R2	Conf	
38	41	X						4X				3X	4X	X	X		0	$\Delta X=0.11$ $\Delta Y=0.09$ $\Delta Z=-0.12$ $\Delta V=0.0004$	$\Delta Y=0.01$	$\Delta X=0.09$ $\Delta Y=0.1$			0	$\Delta X=0.11$ $\Delta Y=0.09$ $\Delta Z=-0.12$ $\Delta V=0.0004$	$\Delta Y=0.01$	$\Delta X=0.09$ $\Delta Y=0.1$		
39	55	X		X							2X	2X	2X	X	X	0	0	$\Delta X=0.08$ $\Delta Y=0.01$	$\Delta Y=0.02$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.02$	-	0	0	$\Delta X=0.08$ $\Delta Y=0.01$	$\Delta Y=0.02$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.01$	-	
40	56	2X									3X		3X	X	X	0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$	0	$\Delta X=0.01$	-	0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$	0	0	-	
41	57		2X								2X	2X	X	X	X	0	0	$\Delta X=0.04$ $\Delta Y=0.02$ $\Delta V=0.002$	$\Delta X=0.01$	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=0.03$ $R=0.01$		0	0	$\Delta X=0.04$ $R=0.02$ $\Delta V=0.002$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=0.01$	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=0.03$ $R=0.05$	-	
42	58	2X	X								X		2X	2X	X	0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$	$\Delta Y=-0.02$ $R=0.01$	$\Delta X=0.02$		0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.2$ $R=0.02$	$\Delta Y=-0.01$ $R=0.02$	$\Delta X=0.07$ $\Delta Y=-0.03$ $R=0.05$	-	
43	59	2X	X								X		2X	2X	X	0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$ $\Delta V=0.0005$ $R=0.01$	0	$\Delta Y=-0.02$		0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.21$ $\Delta V=0.0001$ $R=0.17$	0	$\Delta Y=0.23$ $R=0.05$	-	
44	60	X							2X		X	X	2X	2X	2X	0	0	$\Delta X=0.15$ $\Delta Y=-0.22$ $\Delta Z=-0.06$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta X=-0.09$ $\Delta Y=0.07$		0	0	$\Delta X=0.15$ $\Delta Y=-0.16$ $\Delta Z=0.08$	$\Delta X=0.26$ $\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta X=-0.07$ $\Delta Y=-0.04$	-	
45	61							3X			X	X	2X	2X	2X	0	0	$\Delta X=0.15$ $\Delta Y=-0.22$ $\Delta Z=-0.06$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta X=-0.09$ $\Delta Y=0.07$		0	0	$\Delta X=0.15$ $\Delta Y=-0.16$ $\Delta Z=0.08$	$\Delta X=0.26$ $\Delta Y=0.03$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta X=-0.07$ $\Delta Y=-0.04$	-	
46	63	2X											X	X	X	0		$\Delta Y=-0.09$ $\Delta Z=0.06$	$\Delta Z=0.01$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.01$	-	0		$\Delta Y=-0.09$ $\Delta Z=0.06$	$\Delta Y=-0.01$ $\Delta Z=0.01$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$	-	
47	69	X	X								X		X	X		0		$\Delta X=-0.06$ $\Delta Y=-0.05$	0		-	0		$\Delta X=-0.06$ $\Delta Y=-0.05$	0		-	
48	72	X		X							3X	3X	2X	X	X	0	0	$\Delta X=0.08$ $\Delta Y=0.01$	$\Delta Y=0.02$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.02$	0	0	0	$\Delta X=0.08$ $\Delta Y=0.01$	$\Delta Y=0.02$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.01$	0	
49	74	4X		2X							6X	6X	5X	2X	2X	0	0	$\Delta X=0.08$ $\Delta Y=0.01$	$\Delta Y=0.02$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.02$	-	0	0	$\Delta X=0.08$ $\Delta Y=0.01$	$\Delta Y=0.02$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.01$	-	
50	75	2X	X								2X		X		X	0		$\Delta X=-1.34$ $\Delta Z=0.94$ $\Delta V=0.175$		$\Delta X=-0.47$ $\Delta Z=0.33$	Clash=1 .28	0		$\Delta X=-1.44$ $\Delta Z=-0.9$ $\Delta V=0.044$		$\Delta Z=-0.09$	Clash=0 .91	
51	77	X	2X								X	X	X	X	X	0		$\Delta X=-1.71$ $\Delta Z=-1.25$ $\Delta V=34.45$	0	0	-	0	0	$\Delta X=-1.75$ $\Delta Z=-1.25$ $R=0.05$ $\Delta V=34.45$	0		-	

V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

დასკვნა №01

- ფორმითი, ზომითი და კოზიციონირებითი ცდომილებები გამოწვეულია Boolean ოპერაციებით

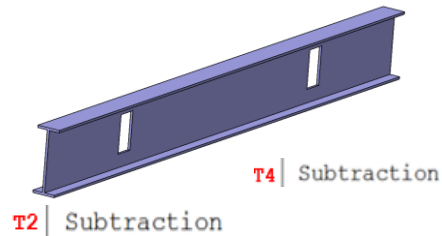


V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

დასკვნა №02

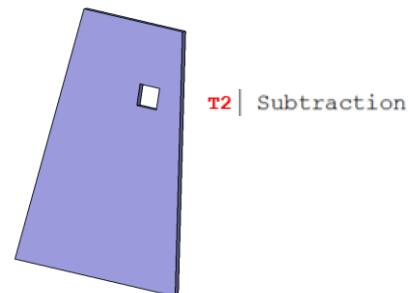
- **Subtraction Boolean** ოპერაცია არ იწვევს ცდომილებას იმ შემთხვევაში, როდესაც პრიზმის საშუალებით სრულდება შიდა ჭრა

▪ Test Example #09



	Arbitrary
	Arbitrary
T1	Move
T2	Subtraction
T3	Move
T4	Subtraction
T5	Move (Z)
T6	Rotation

▪ Test Example #15



	Pyramid
	Cube
T1	Move
T2	Subtraction
T3	Move
T4	Rotation

V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

დასკვნა №03

- Boolean ოპრაციები კორელირებენ გადაადგილება და შემობრუნება ტრანზაქციის ოპერაციაზე. ყველა სატესტო მაგალითში Boolean ოპრაციებამდე განხორციელებული გადაადგილება/შემობრუნება ტრანზაქცია არ იწვევს ცდომილებას

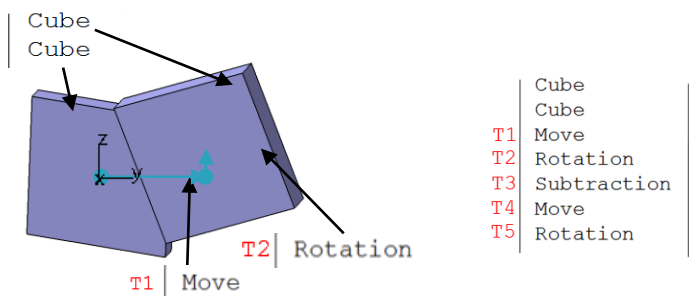
Ex. №	Geometric Primitives										Transactions					CATIA vs GeoModel (VP1)						CATIA vs Geant4						
	Cube	Tube	Pyr	Trap.	Cone	GeoModel					M	R	Subt.	M	R	M	R	Subtr.	M	R	Conf	M	R	Subt	M	R	Conf	
						PolyC.	PolyG.	Arbitr.	Sym.	Dsym																		
1	1		3X								5X	4X	5X	X	X	0	0	$\Delta X=0.25$ $\Delta Y=-0.15$ $\Delta V=0.0014$	$\Delta X=-0.02$ $\Delta Y=0.01$ $\Delta Y=0.18$	$\Delta X=0.07$ $\Delta Y=-0.18$		0	0	$\Delta X=0.25$ $\Delta Y=-0.15$ $\Delta V=0.0014$	$\Delta X=-0.02$ $\Delta Y=0.01$ $\Delta Y=0.17$	$\Delta X=0.06$ $\Delta Y=-0.17$		
2	2	2X									2X	X	2X	X	X	0	0	$\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=-0.02$	0	$\Delta X=0.01$		0	0	$\Delta Y=0.01$ $\Delta Z=-0.02$	$\Delta Z=0.03$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=-0.02$		
3	4	X											X	X	X			$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$	0	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=-0.02$ $\Delta Z=-0.02$				$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$	0	$\Delta X=0.02$ $\Delta Y=-0.02$		
4	6	2X									X		X	X	X	0		$\Delta X=-0.23$ $\Delta Z=-0.13$ $\Delta V=0.0002$	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.1$ $\Delta Z=0.01$		0		$\Delta X=-0.23$ $\Delta Z=-0.13$ $\Delta V=0.0002$	$\Delta Z=0.03$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.1$ $\Delta Z=0.01$		
5	7	X											2X	X	X			$\Delta X=-0.07$ $\Delta Y=-0.05$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=-0.05$	$\Delta X=-0.02$ $\Delta Y=0.09$				$\Delta X=-0.07$ $\Delta Y=-0.05$	$\Delta X=0.01$ $\Delta Y=0.05$	$\Delta X=0.04$ $\Delta Y=0.09$		
6	8	2X									X	X	X	X	X	0	0	$\Delta Z=-0.01$	0	0		0	0	$\Delta Z=-0.01$	0	0		
7	9										2X		2X	X	X	0		0	0	$\Delta X=-0.01$		0	0	0	0	0	0	
8	10	3X									4X		4X	X	X	0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$	$\Delta X=-0.04$ $\Delta Y=-0.02$		0		$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$	$\Delta X=-0.04$ $\Delta Y=-0.02$		
9	11	2X											X	X	X			$\Delta Y=-0.09$ $\Delta Z=-0.06$	0	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.01$				$\Delta Y=-0.09$ $\Delta Z=-0.06$	$\Delta Y=-0.01$ $\Delta Z=0.01$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$		
10	12												X	X	X			$\Delta X=-0.09$ $\Delta Y=-0.06$	$\Delta Y=-0.02$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.01$				$\Delta X=-0.09$ $\Delta Y=-0.06$	$\Delta Y=-0.03$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$		
11	13	X	X								X		2X	X	X	0		$\Delta X=0.01$ $\Delta V=0.0002$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.02$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.02$		0		$\Delta X=0.01$ $\Delta V=0.0002$	$\Delta X=0.03$ $\Delta Y=0.03$	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.03$		
12	14	X	X								2X		2X	X	X	0		$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$ $\Delta V=0.0002$	0	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.02$		0		$\Delta X=-0.03$ $\Delta Y=-0.02$ $\Delta V=0.0002$	0	$\Delta X=-0.01$ $\Delta Y=0.03$		

V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

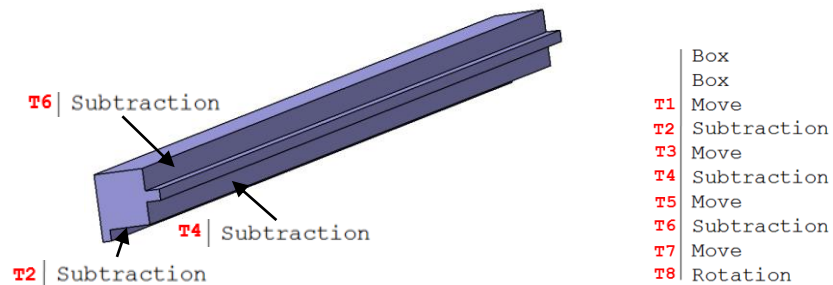
დასკვნა №04

- იმ შემთხვევაში, როდესაც **Box** გეომეტრიული პრიმიტივი იჭრება **Box** პრიმიტივით და იქმნება გარე ზედაპირი, მაშინ **Subtraction Boolean** ოპერაცია არ კორელირებს გადაადგილებას/შემობრუნება ტრანზაქციაზე

Test Example #08



Test Example #56

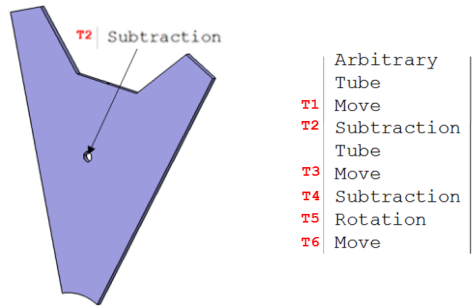


V. შედეგების სისტემატიზაცია და შესწავლა

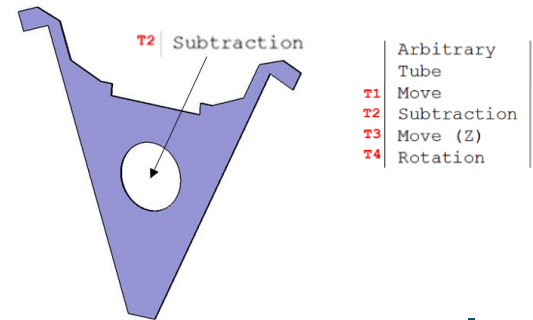
დასკვნა №05

- იმ შემთხვევაში, როდესაც Polygon მეთოდების გამოყენებით შექმნილ გეომეტრიულ პრიმიტივზე Tube გეომეტრიული პრიმიტივის საშუალებით სრულდება Subtraction Boolean ოპერაცია და მიიღება შიდა ჭრა Subtraction Boolean ოპერაცია არ კორელირებს გადაადგილება ტრანზაქციაზე

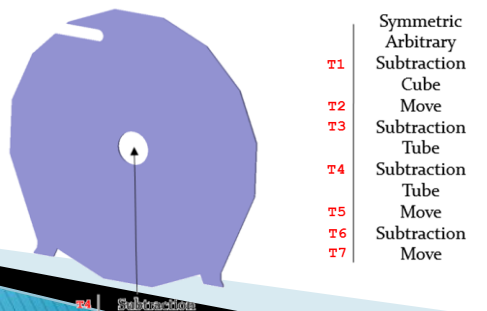
Test Example #19, #20



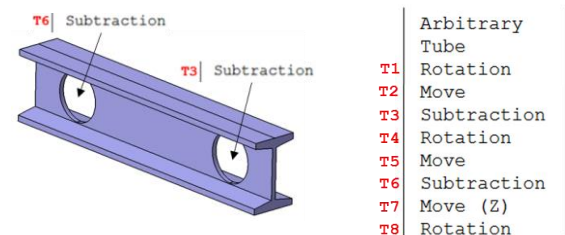
Test Example #22



Test Example #38, #39



Test Example #34, #35



ჰიპოტეზა I-ის დასკვნები

1. ჰიპოტეზა I დადასტურდა: უზუსტობები გამოწვეულია მოდელირების ინფრასტრუქტურაში უზუსტო გეომეტრიული ტრანსფორმაციებით
2. **Boolean** ოპერაცია არის ცდომილებების გამომწვევი ძირითადი მიზეზი
3. **Subtraction Boolean** ოპერაცია იწვევს გეომეტრიული პრიმიტივის ფორმის შეცვლას. რაც უფრო მეტი წერტილია ფორმირებული **Boolean** ოპერაციის გამოყენებით, მით უფრო იცვლის ფორმას გეომეტრიული პრიმიტივი
4. გეომეტრიული პრიმიტივის ფორმის შეცვლა თავის მხრივ იწვევს ცდომილებას მოცულობაში
5. **Subtraction Boolean** ოპერაცია არ იწვევს ცდომილებას იმ შემთხვევაში როდესაც ჭრა მიმდინარეობს პრიზმის გამოყენებით და ამავე დროს ადგილი აქვს შიდა ჭრას

6. **Boolean** ოპერაცია კორელირებს **Boolean** ოპერაციის შემდეგ არსებულ გადაადგილება/შემობრუნება ტრანზაქციებზე
7. **Subtraction Boolean** ოპერაცია არ კორელირებს გადაადგილება/შემობრუნება ტრანზაქციებზე იმ შემთხვევაში როდესაც ოთკუთხა პრიზმა იჭრება ოთკუთხა პრიზმით და ჭრის შედეგად მიიღება გარე ზედაპირი ანუ ადგილი აქვს გარე ჭრას.
8. **Subtraction Boolean** ოპერაცია არ კორელირებს გადაადგილების ტრანზაქციაზე იმ შემთხვევაში, როდესაც **Polygon** მეთოდების გამოყენებით შექმნილი გეომეტრიულ პრიმიტივი იჭრება **Tube** მეთოდების გამოყენებით მიღებული გეომეტრიული პრიმიტივით და ჭრის შედეგად მიიღება შიდა ზედაპირი (შიდა ჭრა).

ჰიპოტეზა II-ის შემოწმება:

უზუსტობები გამოწვეულია რეალურად არსებულ და მოდელირებულ გეომეტრიებს შორის სხვაობით

შესასრულებელი სამუშაოები

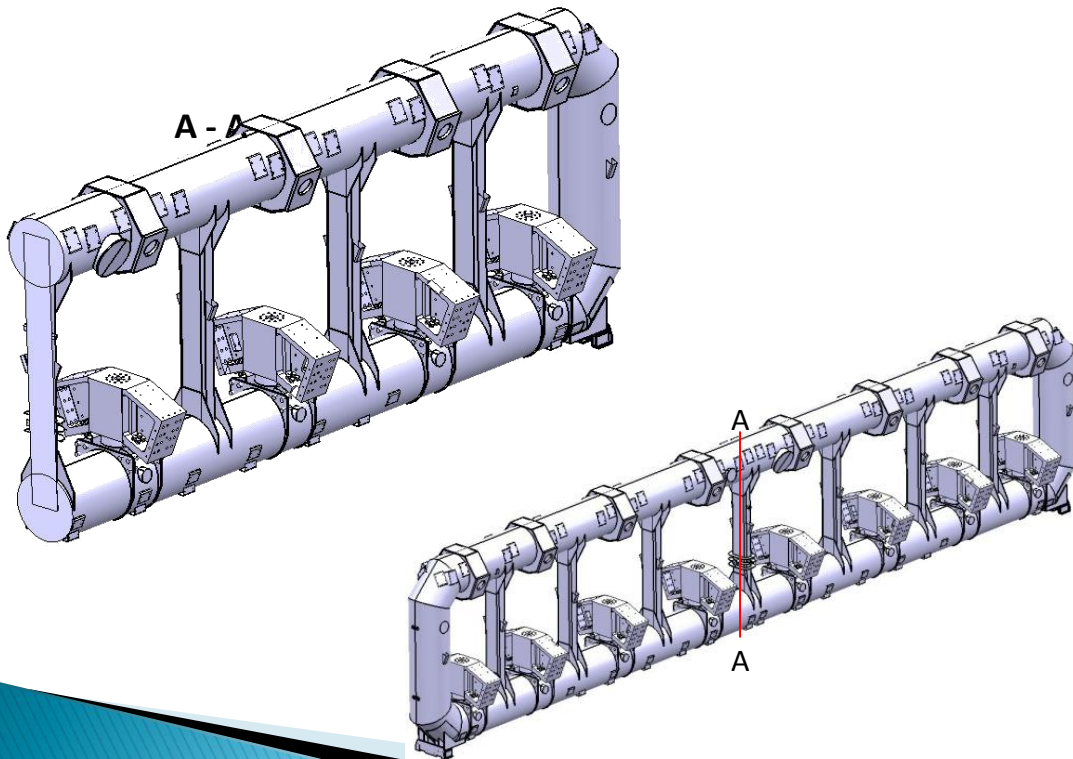
1. ATLAS-ის დეტექტორის მაგნიტური ღეროს გეომეტრიული მოდელის რეპროდუცირება
2. მაგნიტური ღეროს დეკომპოზიცია და მასის ანალიზი
3. რეპროდუცირებული გეომეტრიული მოდელის ურთიერთშედარებითი ანალიზი მოდელირებაში გამოყენებულ მოდელთან
4. მოდელირებაში გამოყენებული მაგნიტური ღეროს ინტეგრაციის კონფლიქტების ანალიზი.

I. ATLAS-ის დეტექტორის მაგნიტური ღეროს გეომეტრიული მოდელის რეპროდუცირება

მაგნიტური ღეროს რეპროდუცირება CATIA-ში

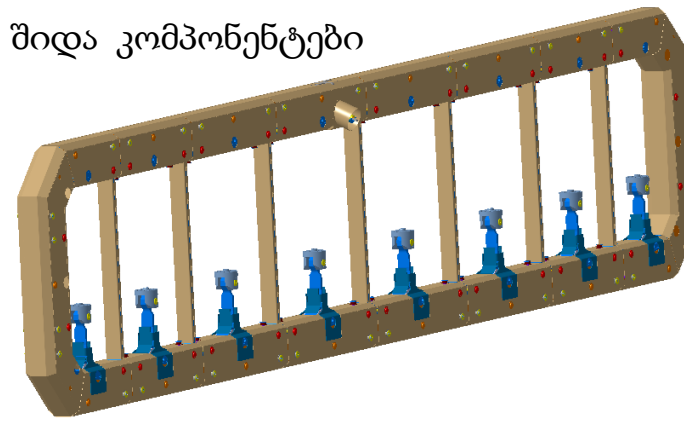
1. მაგნიტური ღეროს არსებული მოდელი ამოღებულ იქნა CERN-ის საინჟინრო მონაცემთა ბაზიდან
2. განხორციელდა მაგნიტური ღეროს გეომეტრიული მოდელის რეპროდუცირება დამატებითი 225 საწარმოო ნახაზის გამოყენებით

საინჟინრო მონაცემთა ბაზაში არსებული მოდელი

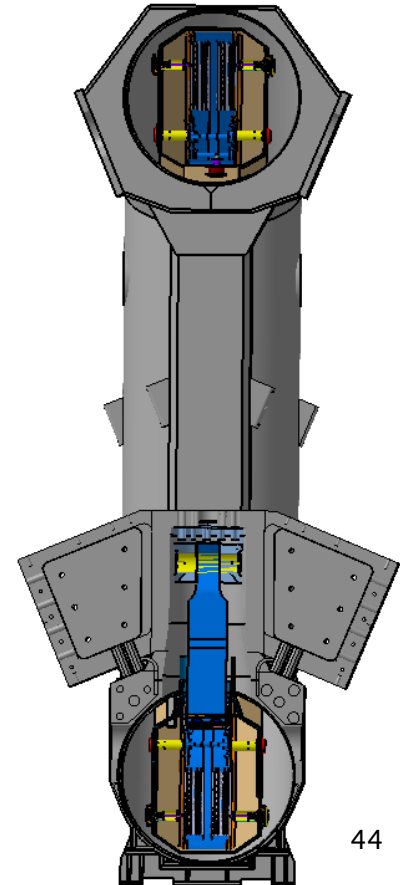
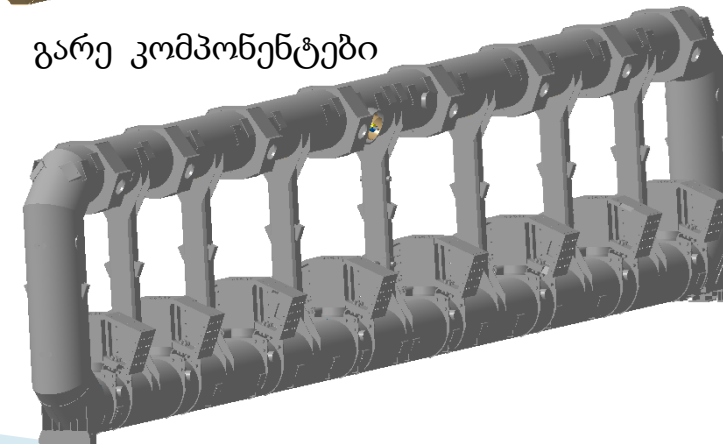


CATIA-ში რეპროდუცირებული მოდელი

შიდა კომპონენტები



გარე კომპონენტები

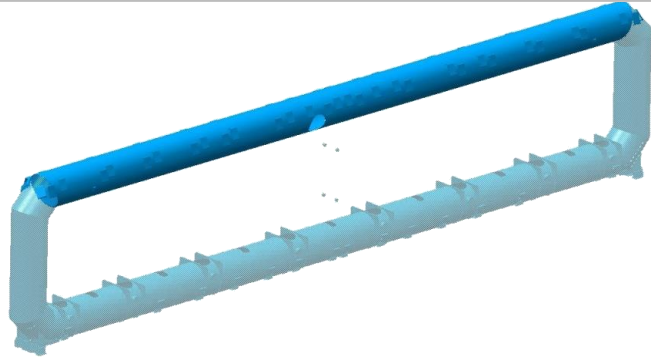


II. მაგნიტური ღეროს დეკომპოზიცია და მასის ანალიზი

მაგნიტური ღეროს დეკომპოზიცია და მასის ანალიზი

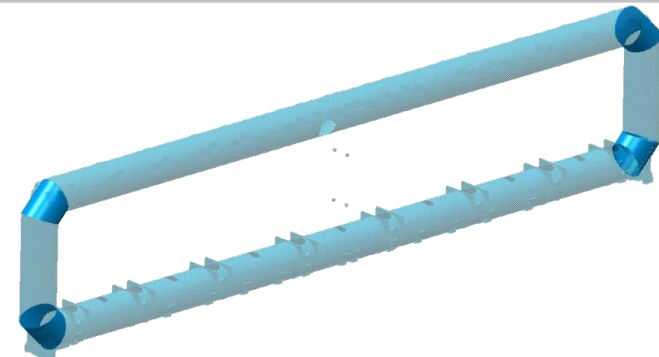
კვანძი I. სოლენოიდის ზედა ღერო

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
1	Stainless Steel 304L	8000	1.261	1.261	10088
					Total Mass (kg): 10088



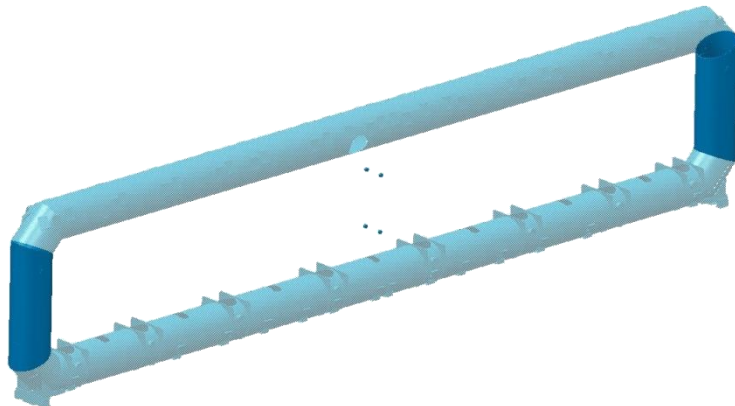
კვანძი II, IV, VI, VIII. სოლენოიდის კუთხეები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
4	Stainless Steel 304L	8000	0.042	0.168	1344
					Total Mass (kg): 1344



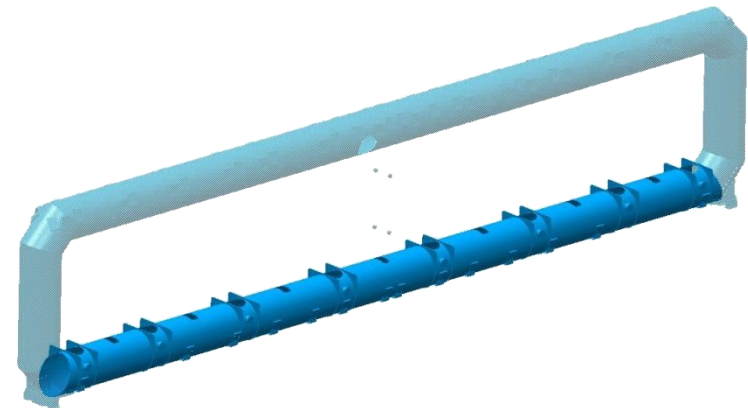
კვანძი III, VII. სოლენოიდის გვერდები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
2	Stainless Steel 304L	8000	0.169	0.338	2704
					Total Mass (kg): 2704



კვანძი V. სოლენოიდის ქვედა ღერო

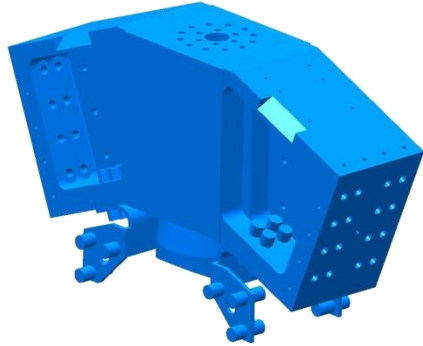
Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
1	Stainless Steel 304L	8000	1.421	1.421	11368
					Total Mass (kg): 11368



მაგნიტური ღეროს დეკომპოზიცია და მასის ანალიზი

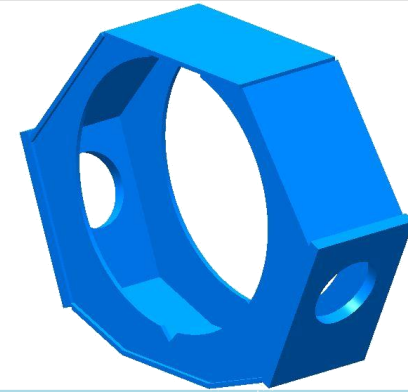
კვანძი IX. დამხმარე სტრუქტურის ბლოკები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
8	Aluminum/Stainless Steel 304L	2650	0.552	4.416	12344.4
					Total Mass (kg): 12344.4



კვანძი X. გარე სამაგრები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
8	Stainless Steel 304L	8000	0.083	0.667	5336
					Total Mass (kg): 5336



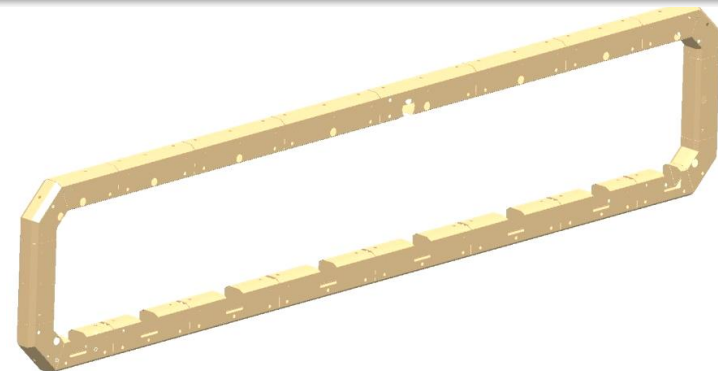
კვანძი XI. გარე მილტუჩები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
7	Stainless Steel 304L	8000	0.086	0.603	4824
					Total Mass (kg): 4824



კვანძი XII. თერმული დამცავი

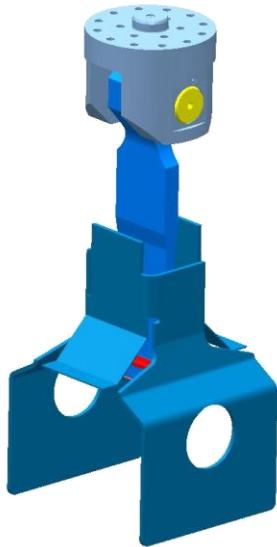
Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
1	Aluminum 3003.H22	2740	0.7373	0.7373	2020
					Total Mass (kg): 2020



მაგნიტური ღეროს დეკომპოზიცია და მასის ანალიზი

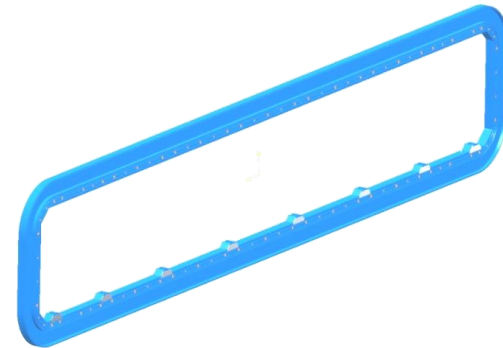
კვანძი XIII. შემკვრელი შტანგები

Number of Items	Material	Density (kgs/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kgs)
8	Titan TA5E-ELI	4480	0.016	0.1280	573.44
8	Stainless Steel Z3 CN18-10	8000	0.028	0.2240	1792.0
8	Titan TA5E-ELI	4480	0.005	0.0400	179.2
8	Stainless Steel Z3 CN18-10	8000	0.0002946	0.0024	18.9
16	Stainless Steel Z3 CN18-10	8000	0.00007062	0.0011	9.0
16	Stainless Steel Z3 CND 17-12 Az	8000	0.00008187	0.0013	10.5
16	Stainless Steel Z3 CND 17-12 Az	8000	0.0001569	0.0025	20.1
8	Aluminum 1050 H22	2705	0.015	0.12	324.6
Total Mass (kg):					2928



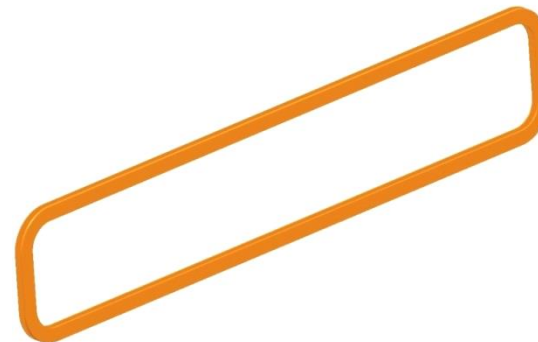
კვანძი XIV. ღეროს ყალიბი, ჭანჭიკები, მოკლე ხუფები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
1	Aluminum 5083	2650	6.959	6.959	18440.82
86	Aluminum 7075 T73	2810	0.00022	0.0189	53.1
16	Aluminum 5083	2650	0.0002	0.032	84.8
Total Mass (kg):					18578.7



კვანძი XV. გრძელი ხუფი

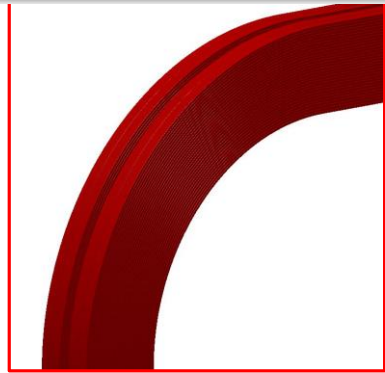
Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
1	Aluminum 5083 h112	2660	1.866	1.866	4963.6
Total Mass (kg):					4963.6



მაგნიტური ღეროს დეკომპოზიცია და მასის ანალიზი

კვანძი XVI. ხვები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
1	Aluminum	2650	4.367	4.367	11572.55
					Total Mass (kg): 11572.55

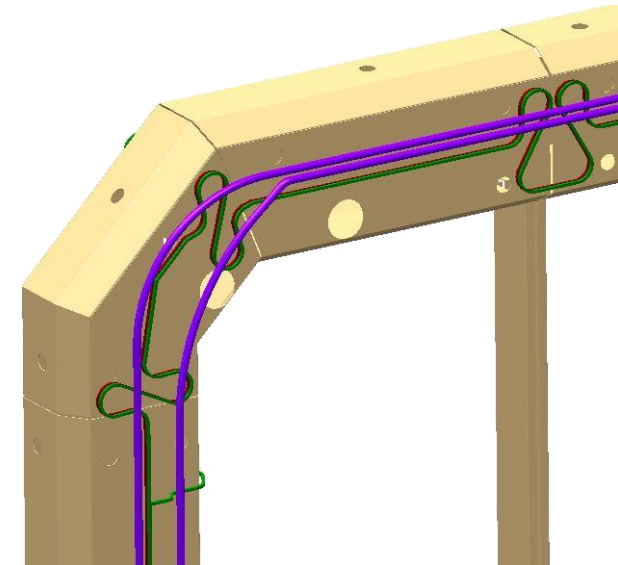
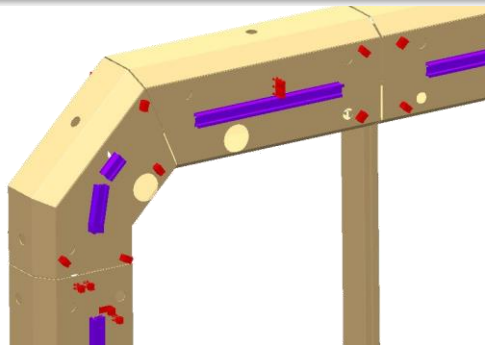


კვანძი XVII. სერვისები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
1	Aluminum 1050	2705	0.0640	0.0640	173.1
1	Stainless Steel 304L	8000	0.0040	0.0040	32.0
1	Stainless Steel 304L	8000	0.0040	0.0040	32.0
1	Stainless Steel 304L	8000	0.0006	0.0006	4.6
2	Stainless Steel 304L	8000	0.0003	0.0005	4.1
1	Stainless Steel 304L	8000	0.0005	0.0005	4.1
1	Stainless Steel 304L	8000	0.0004	0.0004	3.2
					Total Mass (kg): 253

კვანძი XVIII. მილის სამაგრები

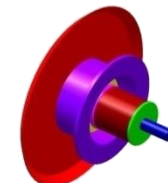
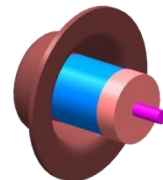
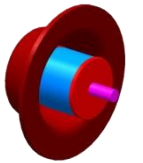
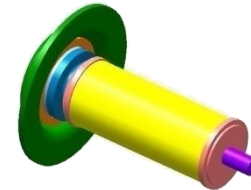
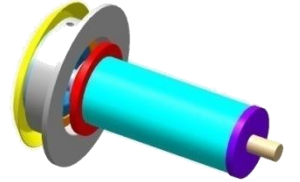
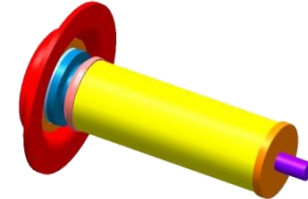
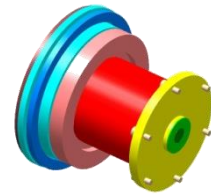
Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
139	Multiple*		0.000085	0.01	31.72
81	Multiple*		0.00018	0.01479	22.1
1	Aluminum 1050	2705	0.179	0.179	484.2
					Total Mass (kg): 538



მაგნიტური ღეროს დეკომპოზიცია და მასის ანალიზი

კვანძი XIX. დამატებითი სამაგრები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
108	Aluminum 5083 F	2660	0.0001048	0.0113184	30.1
108	Stainless Steel 304L	8000	0.00004723	0.00510084	40.8
108	Stainless Steel 304L	8000	0.00006412	0.00692496	55.4
100	Stainless steel AISI 304 L	8000	0.00002734	0.002734	21.9
52	Aluminum 5083 F	2660	0.0001228	0.0063856	17.0
58	Stainless Steel 304L/316L	8000	0.0000223	0.0012934	10.3
58	Stainless Steel 304L/316L	8000	0.00002888	0.00167504	13.4
28	Stainless Steel 304L/316L	8000	0.00005369	0.00150332	12.0
28	Aluminum 2024 T3	2780	0.0001857	0.0051996	14.5
44	Stainless Steel AISI 304 L	8000	0.0004261	0.0187484	150.0
44	PERMAGLAS TE630	1850	0.0005058	0.0222552	41.2
44	Aluminum	2700	0.0007714	0.0339416	91.6
44	Aluminum	2700	0.0005786	0.0254584	68.7
44	Aluminum	2700	0.0006777	0.0298188	80.5
44	Aluminum	2700	0.0001206	0.0053064	14.3
44	Aluminum	2700	0.0005685	0.025014	67.5
72	Stainless Steel 304L/316L	8000	0.00008567	0.00616824	49.3
72	Aluminum 2024 T3	2780	0.0001163	0.0083736	23.3
72	Stainless Steel 304L/316L	8000	0.00003998	0.00287856	23.0
72	Stainless Steel 304L/316L	8000	0.00009161	0.00659592	52.8
72	Stainless Steel AISI 304L	8000	0.00002725	0.001962	15.7
72	PERMAGLAS TE630	1850	0.00007735	0.0055692	10.3
Total Mass (kg):					903.7



მაგნიტური ღეროს დეკომპოზიცია და მასის ანალიზი

კვანძი XX. თერმული დამცავის შიდა მილტუჩები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
7	Aluminum 3003.H22	2740	0.0144	0.101	276
				Total Mass (kg): 276	

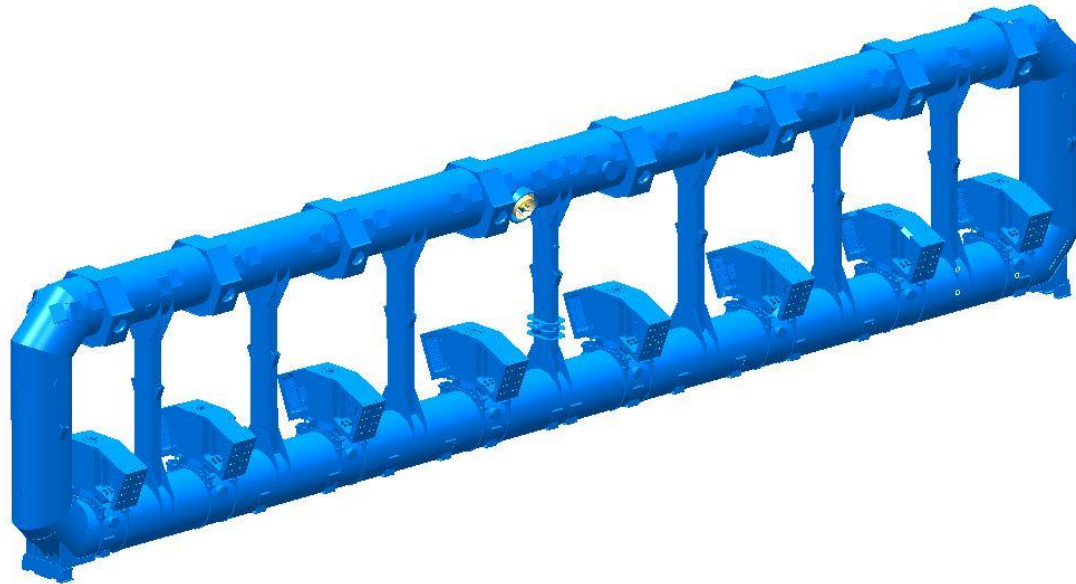


კვანძი XXI. ღეროს ყალიბის შიდა მილტუჩები

Number of Items	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Total Volume (m ³)	Total Mass (kg)
7	Aluminum 5083	2650	0.101	0.707	1873
				Total Mass (kg): 1873	

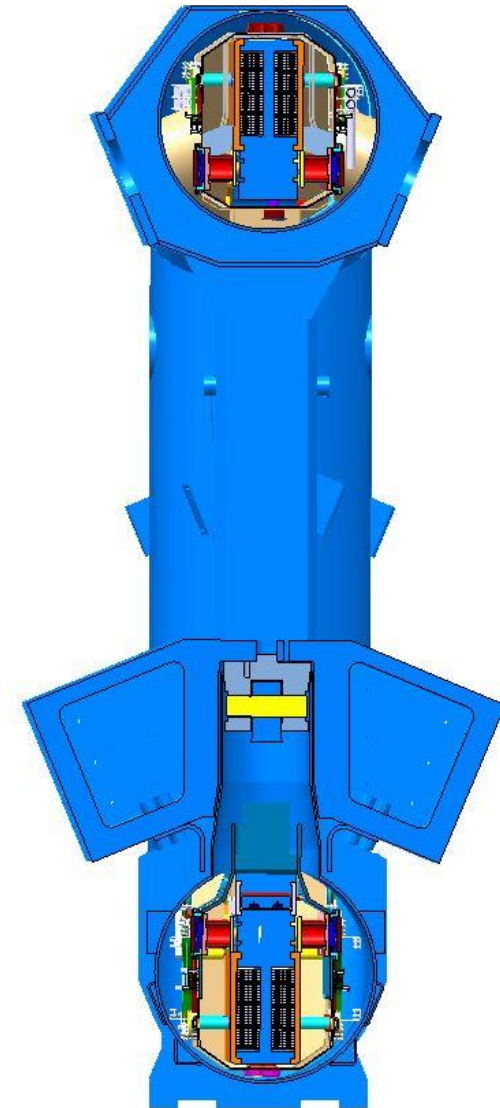


მაგნიტური ღეროს დეკომპოზიცია და მასის ანალიზი

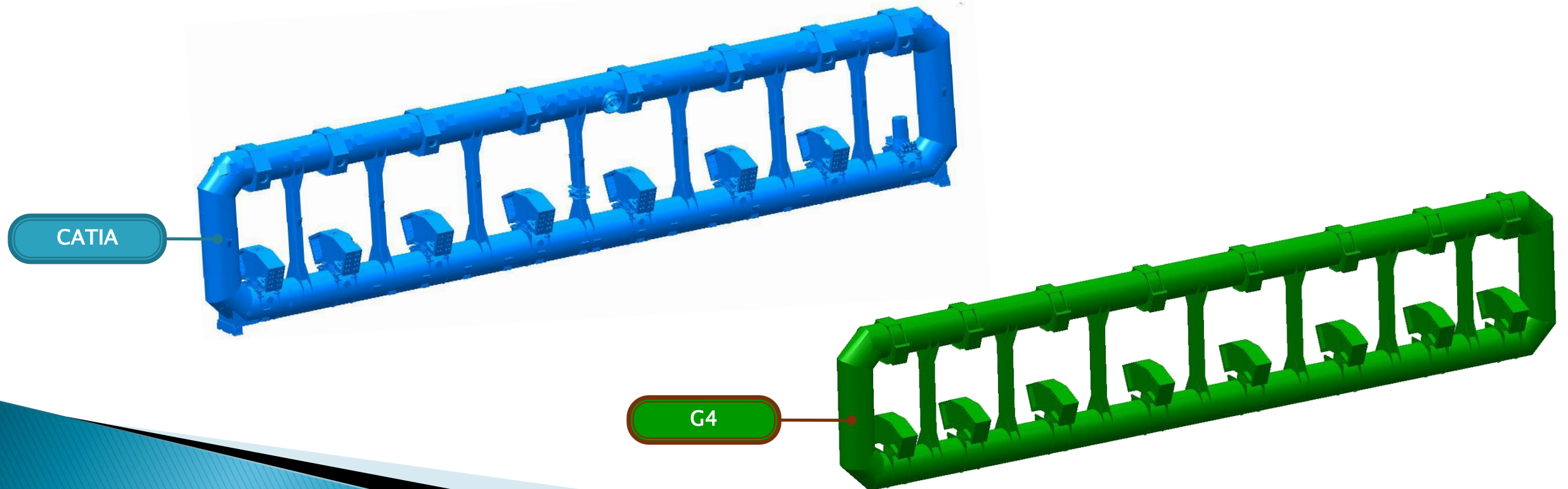


$$91'914 \text{ კგ} = 10'088 \text{ კგ} + 1'344 \text{ კგ} + 2704 \text{ კგ} + 11'368 \text{ კგ} + 12'344 \text{ კგ} + 5'336 \text{ კგ} \\ + 4'824 \text{ კგ} + 2'020 \text{ კგ} + 2'928 \text{ კგ} + 18'578.7 \text{ კგ} + 4963.6 \text{ კგ} + \\ 11'572.55 \text{ კგ} + 253 \text{ კგ} + 538 \text{ კგ} + 903.7 \text{ კგ} + 276 \text{ კგ} + 1'873 \text{ კგ}$$

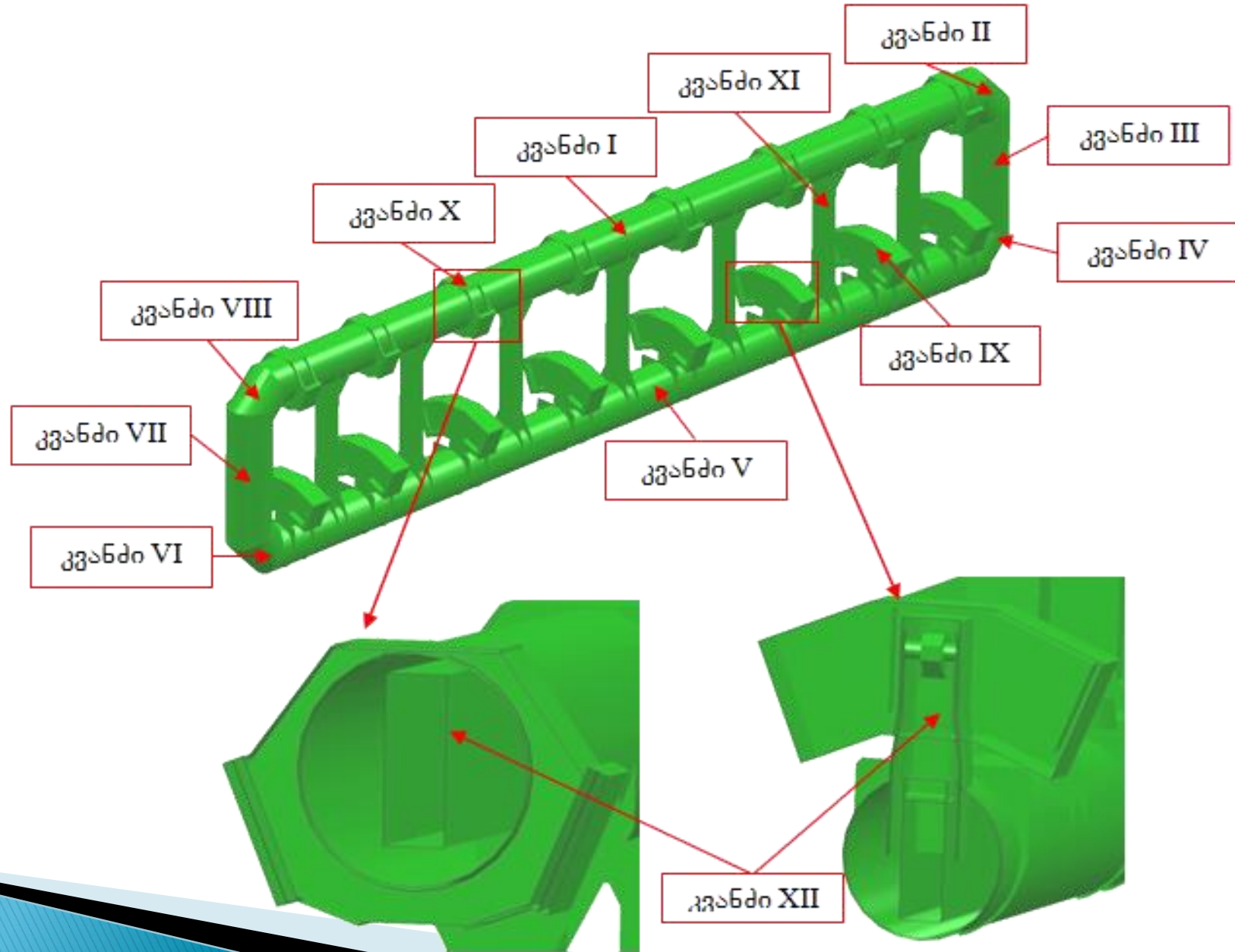
მაგნიტური ღეროს სრული მასა - 91'914 კგ.



III. რეპროდუცირებული გეომეტრიული მოდელის ურთიერთშედარებითი ანალიზი მოდელირებაში გამოყენებულ მოდელთან



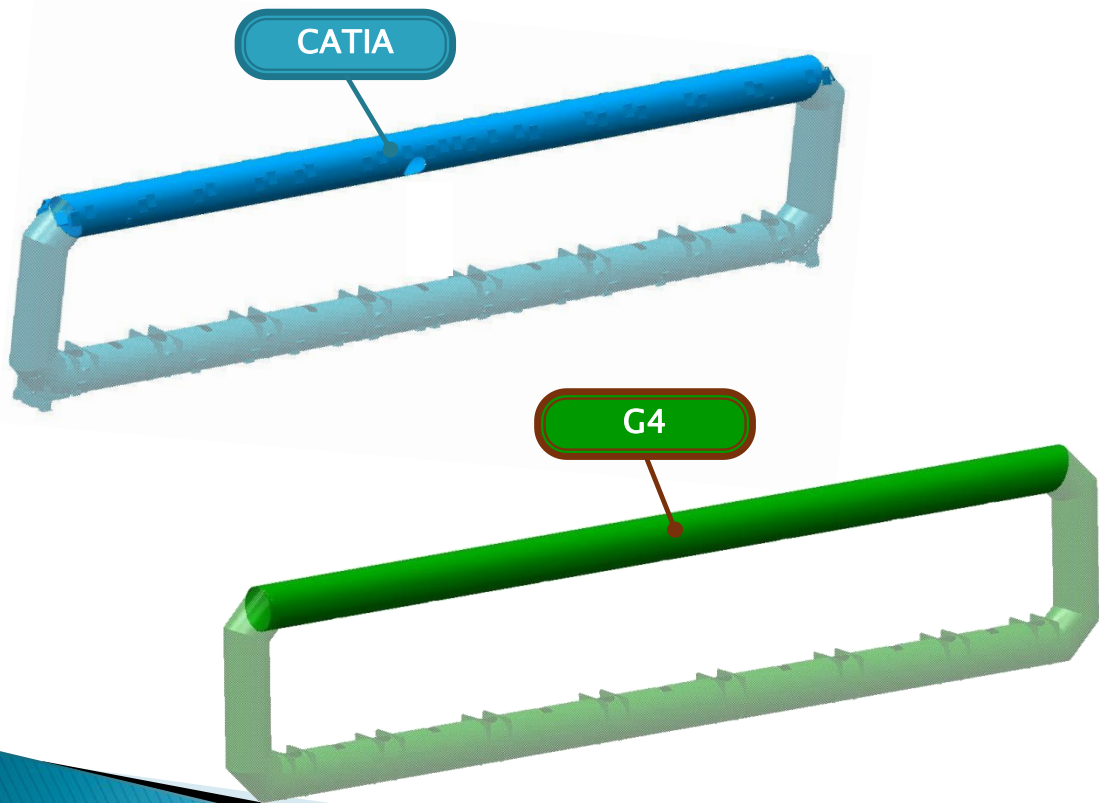
ურთიერთშედარებითი ანალიზი



ურთიერთშედარებითი ანალიზი

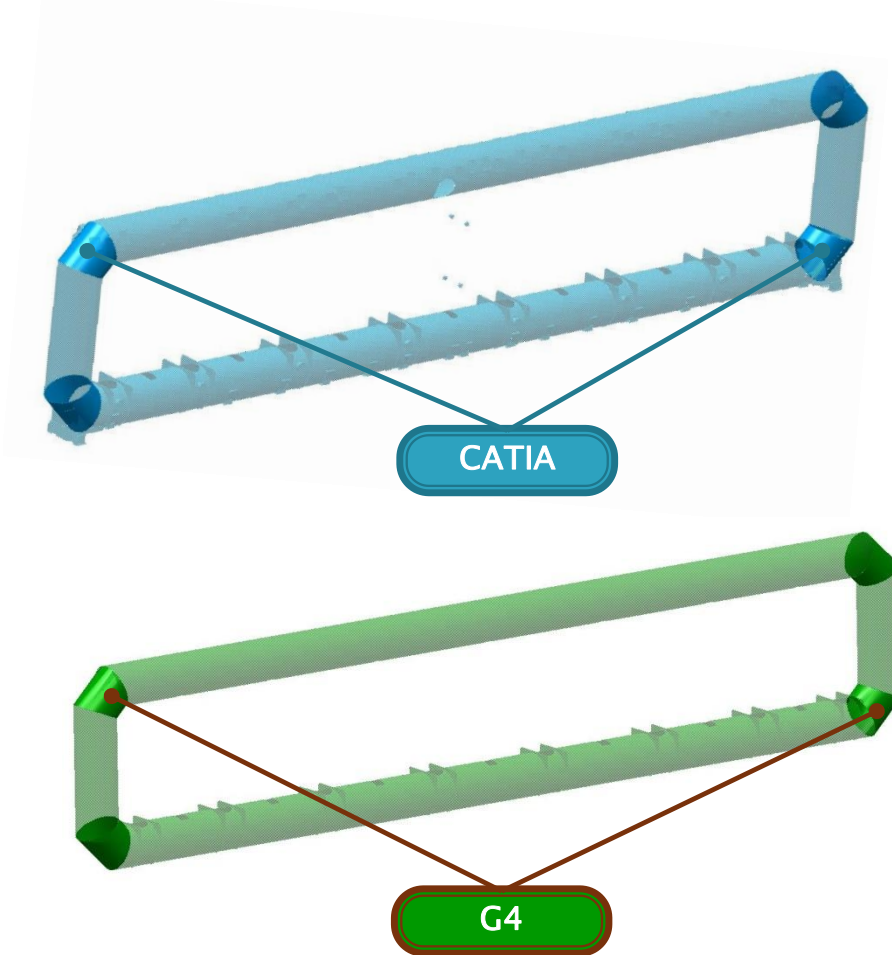
კვანძი I. სოლენოიდის ზედა ღერო

Model	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Mass (kgs)	Difference (kgs)
CATIA	SSteel 304L	8000	1.261	10088	
G4	Iron	7870	1.137	8950	-1138



კვანძი II, IV, VI, VIII. სოლენოიდის კუთხეები

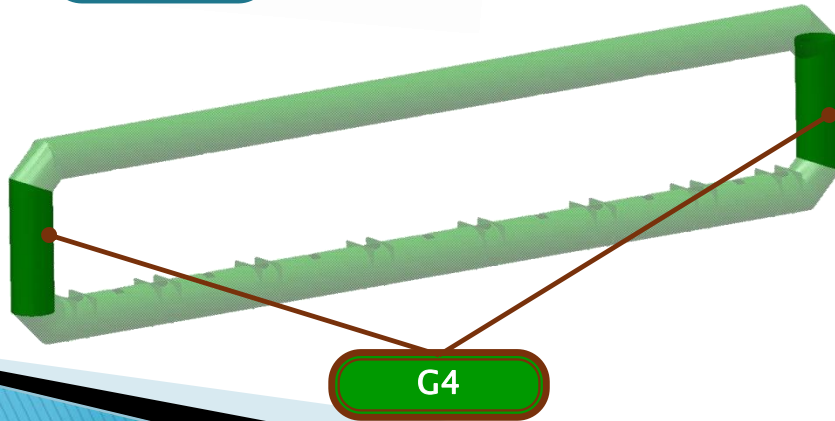
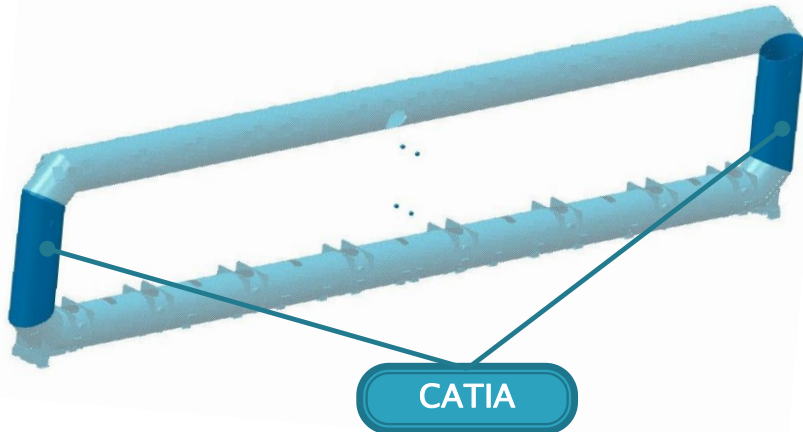
Model	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Mass (kgs)	Difference (kgs)
CATIA	SSteel 304L	8000	0.168	1344	
G4	Iron	7870	0.169	1330	-14



ურთიერთშედარებითი ანალიზი

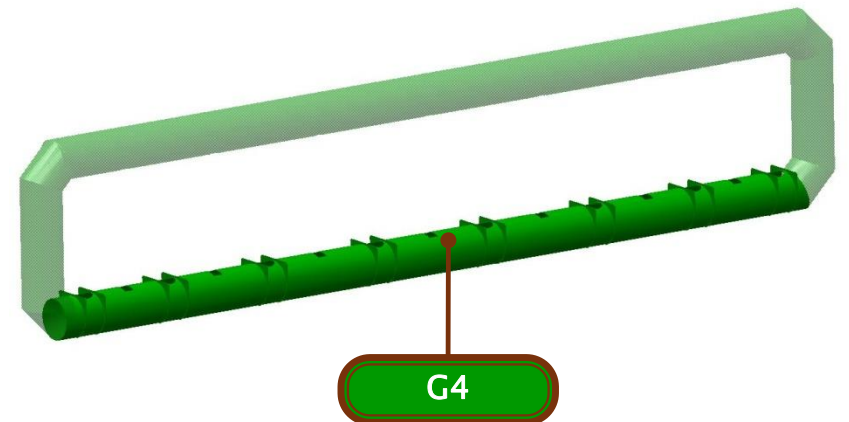
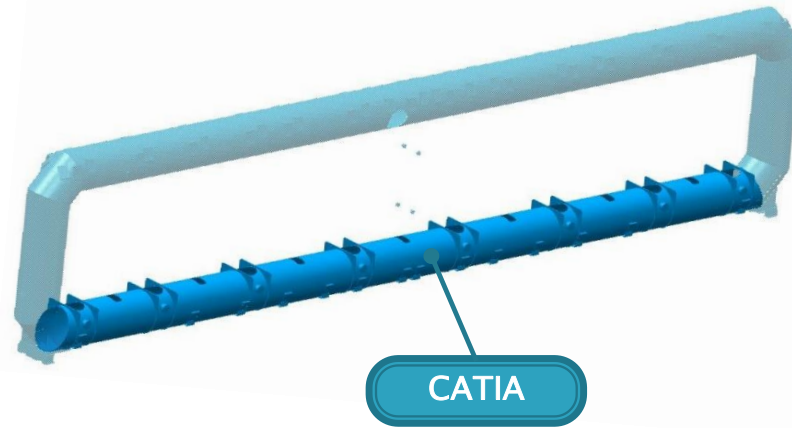
კვანძი III, VII. სოლენოიდის გვერდები

Model	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Mass (kgs)	Difference (kgs)
CATIA	SSteel 304L	8000	0.338	2704	
G4	Iron	7870	0.162	2546	-158



კვანძი V. სოლენოიდის ქვედა ღერო

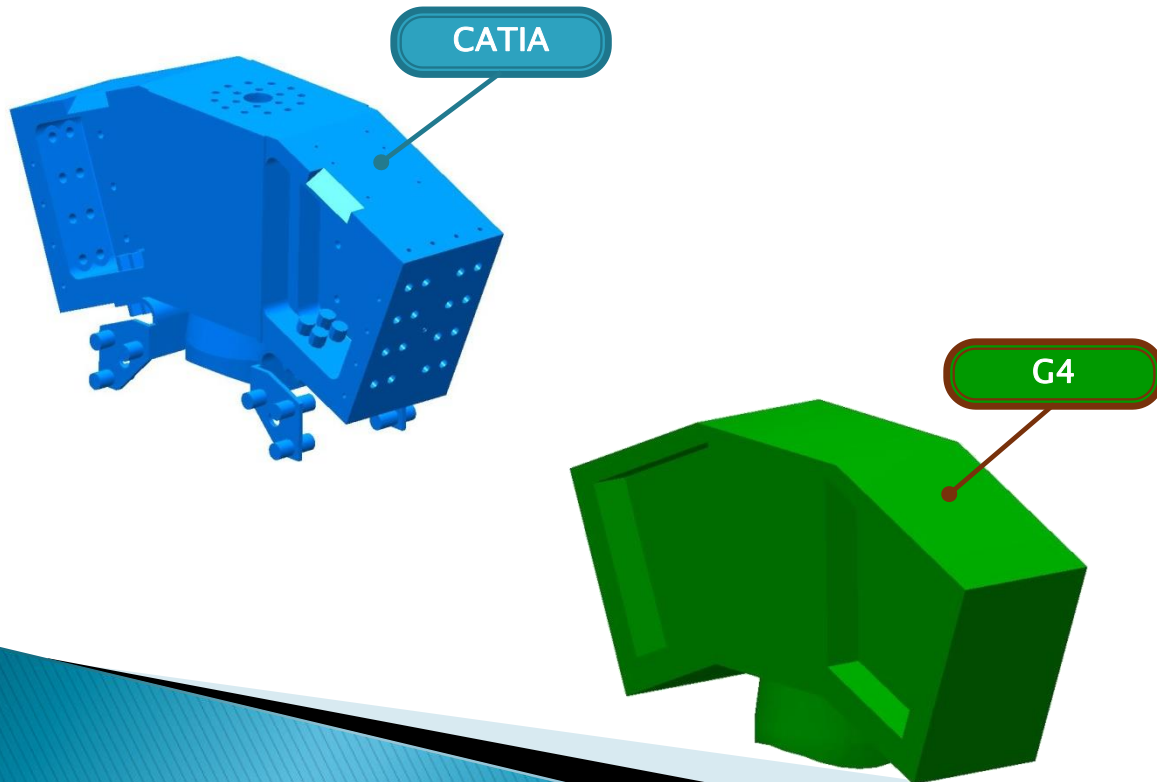
Model	Material	Density (kg/m ³)	Volume (m ³)	Mass (kgs)	Difference (kgs)
CATIA	SSteel 304L	8000	1.421	11368	
G4	Iron	7870	1.223	9630	-1738



ურთიერთშედარებითი ანალიზი

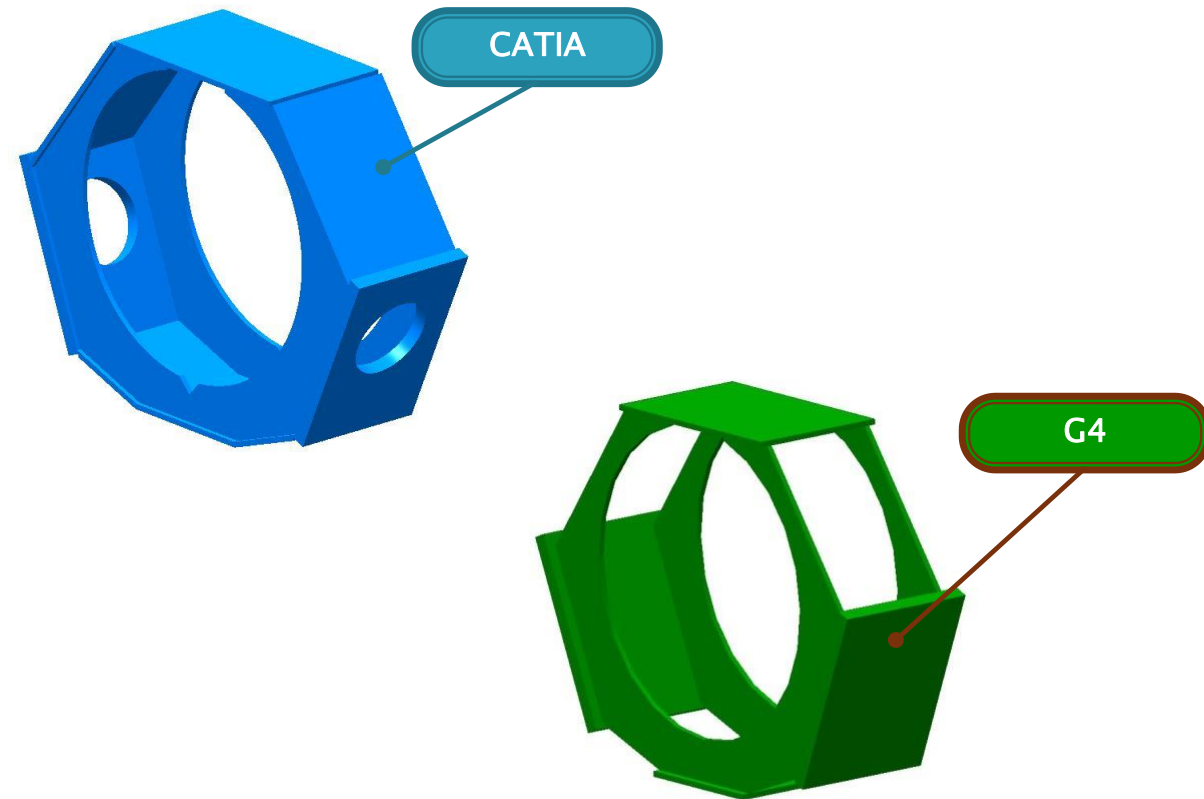
კვანძი IX. დამხმარე სტრუქტურის ბლოკები

Model	Material	Density (kg/m3)	Volume (m3)	Mass (kgs)	Difference (kgs)
CATIA	Ssteel 304L/Al	8000/2650	4.416	12344	
G4	Iron/Al	7870/2700	4.573	13255	+911



კვანძი X. გარე სამაგრები

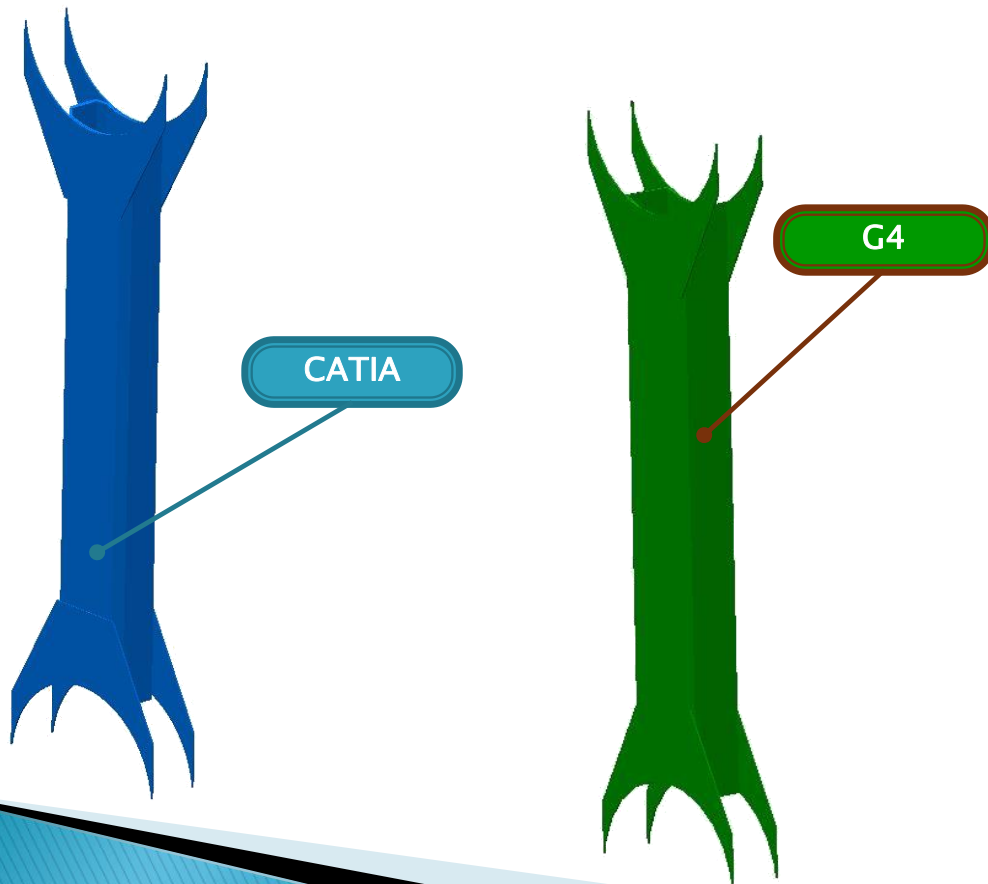
Model	Material	Density (kg/m3)	Volume (m3)	Mass (kgs)	Difference (kgs)
CATIA	Ssteel 304L	8000	0.667	5336	
G4	Iron	7870	0.579	4558	-778



ურთიერთშედარებითი ანალიზი

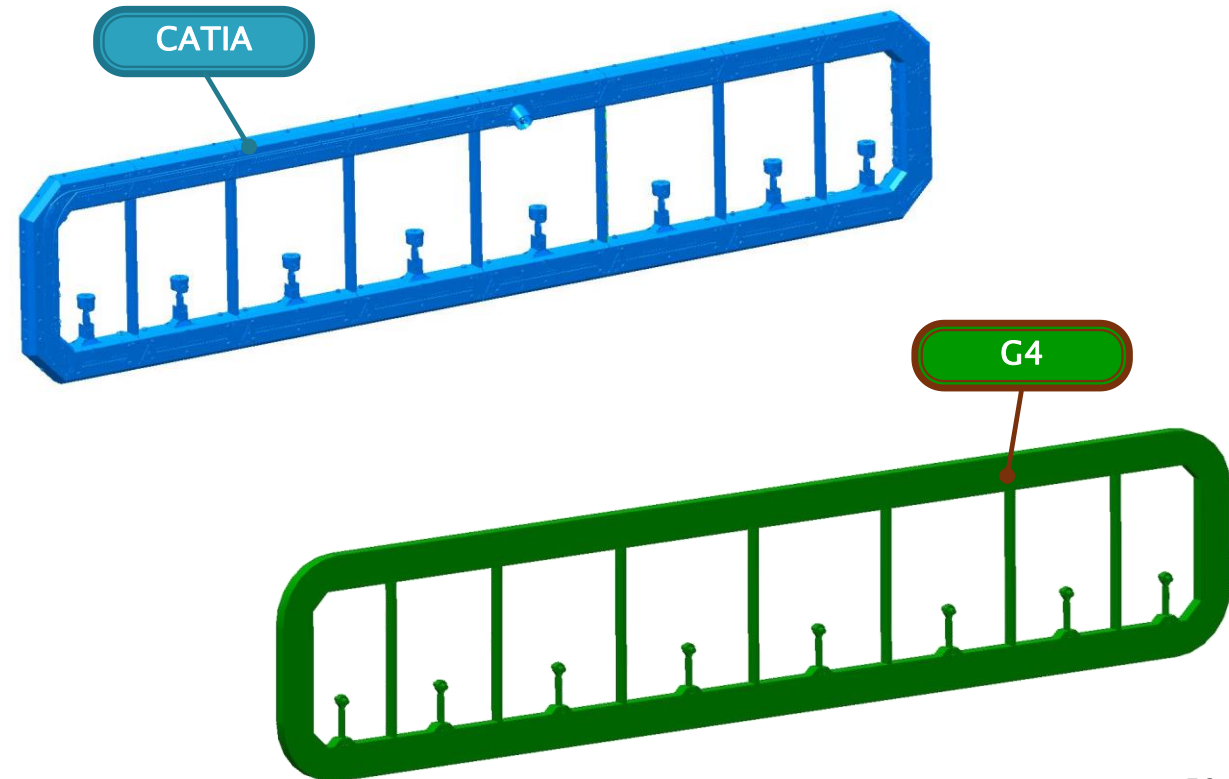
კვანძი XI. გარე მილტუჩები

Model	Material	Density (kg/m3)	Volume (m3)	Mass (kgs)	Difference (kgs)
CATIA	Ssteel 304L	8000	0.603	4824	
G4	Iron	7870	0.454	3576	-1248



შიდა კომპონენტები

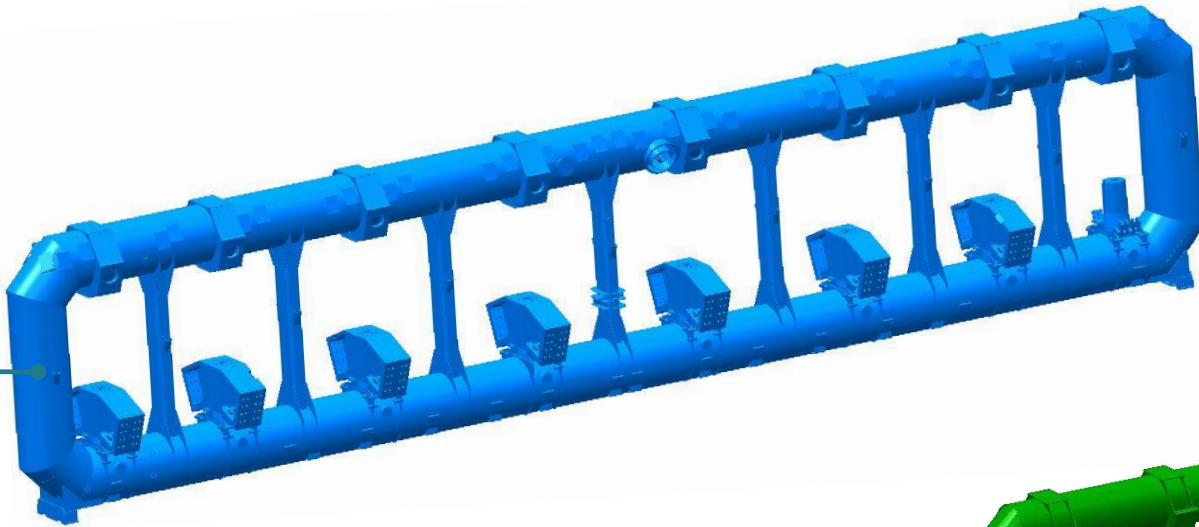
Model	Material	Density (kg/m3)	Volume (m3)	Mass (kgs)	Difference (kgs)
CATIA	Materials*		15.885	44122	
G4	Aluminum	2700	13.558	36607	-7299.5



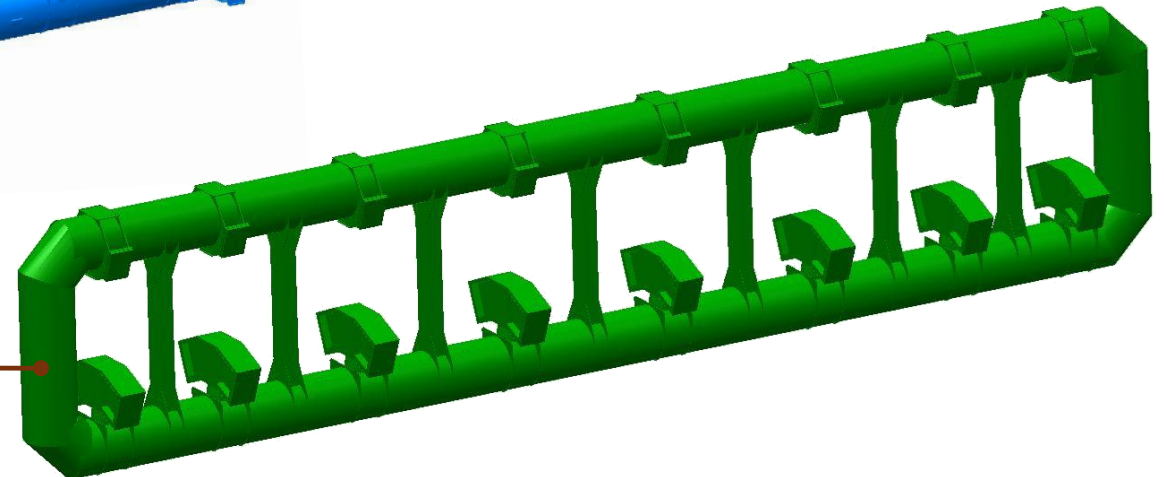
ურთიერთშედარებითი ანალიზი

Model	Volume (m3)	Mass (kgs)	Difference (kgs)
CATIA	24.75	91'914.5	
G4	22.13	80'452	-11'462.5

$$\Delta_{\Sigma/Dif} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 + \Delta_5 + \Delta_6 + \Delta_7 + \Delta_8$$
$$= 1'138 \text{ კგ} + 14 \text{ კგ} + 158 \text{ კგ} + 1'738 \text{ კგ} - 911 \text{ კგ}$$
$$+ 778 \text{ კგ} + 1'248 \text{ კგ} + 7'299.5 \text{ კგ} = 11'462.5 \text{ კგ}$$



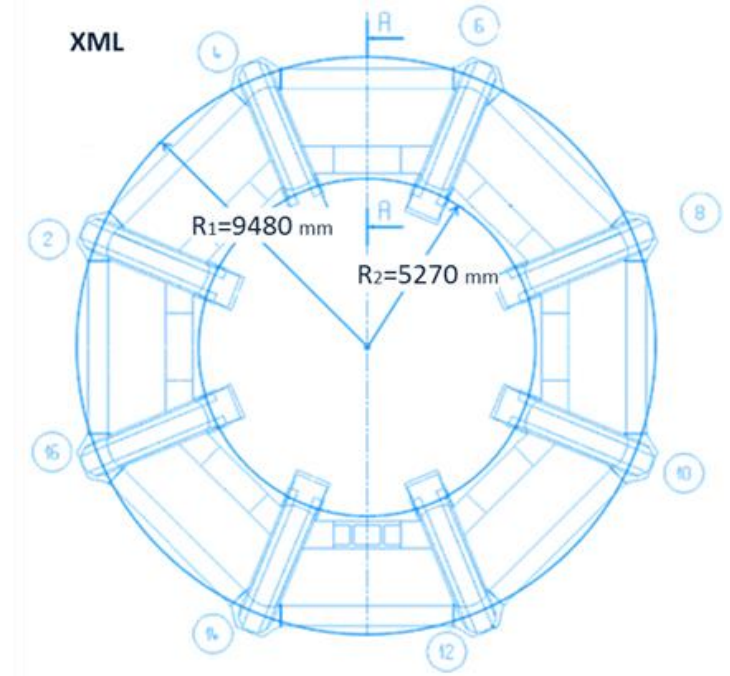
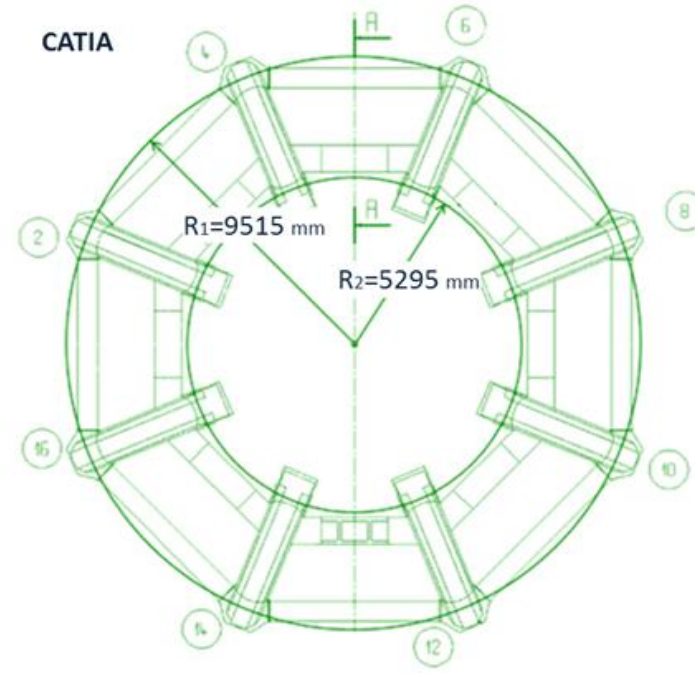
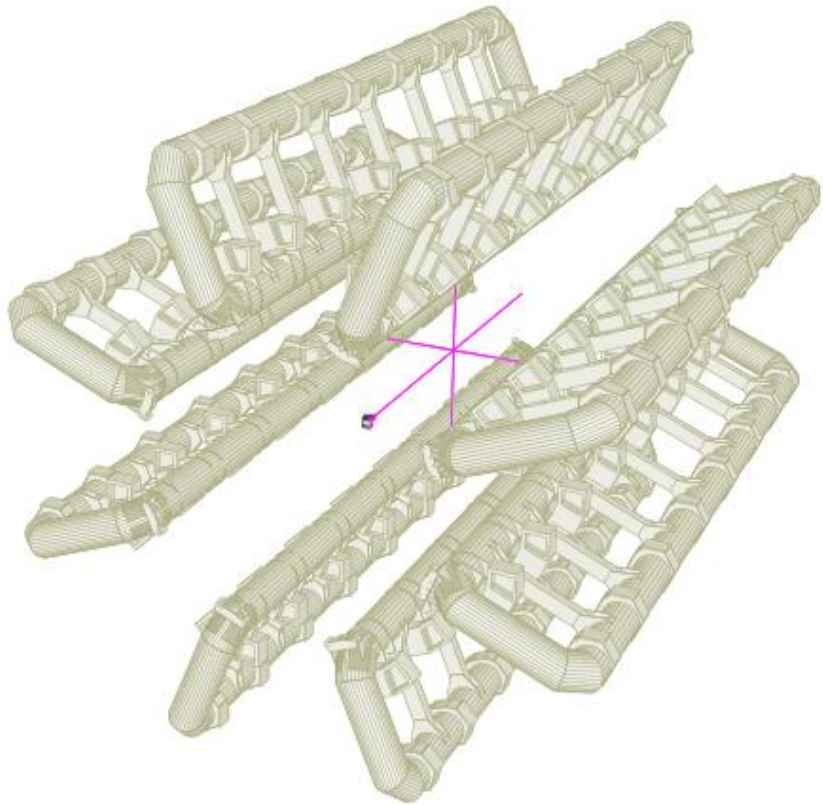
CATIA



G4

IV. მოდელირებაში გამოყენებული მაგნიტური ღეროს ინტეგრაციის კონფლიქტების ანალიზი

ინტეგრაციის კონფლიქტების ანალიზი



$$\Delta_{R1} = R1_{Catia} - R1_{Geant4} = 9'515 \text{ მმ} - 9'480 \text{ მმ} = 35 \text{ მმ}$$

$$\Delta_{R2} = R2_{Catia} - R2_{Geant4} = 5'295 \text{ მმ} - 5'270 \text{ მმ} = 25 \text{ მმ}$$

ჰიპოტეზა II-ის დასკვნები

1. ჰიპოტეზა II დადასტურდა: მოდელირებული გეომეტრია არ შეესაბამება რეალურად არსებულს
2. მაგნიტური ღეროს გეომეტრიული მოდელი ფუნქციონალური დანიშნულების მიხედვით დაიყო 21 კვანძად
3. განხორციელდა თითოეული კვანძის მოცულობისა და მასის ანალიზი; ასევე ურთიერთშედარებითი ანალიზი Geant4-ის შესაბამის კვანძებთან
4. მასებს შორის მნიშვნელოვანი სხვაობა იქნა აღმოჩენილი შემდეგი კვანძებისათვის: ქვედა სოლენოიდი - 1'738 კგ.; გარე მილტუჩები - 1'248 კგ.; თერმული დამცავი - 2'020 კგ.; მაგნიტური ღეროს შიდა კომპონენტები - 5'297.5 კგ.
5. როგორც აღმოჩნდა თერმული დამცავი (2'020 კგ.) საერთოდ არ იყო გათვალისწინებული მოდელირებულ გეომეტრიაში
6. მაგნიტური ღეროს ანალიზის შედეგად აღმოჩენილ იქნა 11.5 ტონიანი მასათა შორის სხვაობა რეალურად არსებულ და მოდელირებულ გეომეტრიულ ობიექტს შორის
7. მაგნიტური ღეროს ცენტრის პოზიცია 35 მმ.-ით არის დაძრული რეალურად პოზიციონირებული ღეროების ცენტრებიდან

ძირითადი დასკვნები

1. მოდელირების პაკეტში არსებული ATLAS-ის დეტექტორის კომპონენტების ტიპიზაციის შედეგად გამოიყო 84 გეომეტრიული პრიმიტივი
2. შერჩეული გეომეტრიული პრიმიტივების მოდელირების პაკეტებში დაპროგრამების შესაძლო ვარიანტებიდან შემუშავდა 77 სატესტო მაგალითი
3. ჰიპოთეზა I, იმის შესახებ, რომ მოდელირების ინფრასტრუქტურას შემოაქვს გეომეტრიული უზუსტობები, დადასტურდა
4. გეომეტრიული ცდომილებების ძირითად გამომწვევ მიზეზს წარმოადგენს Boolean ოპერაცია
5. გამოვლენილ იქნა ATLAS-ის დეტექტორის გეომეტრიული დაპროგრამების შემთხვევები, რომლის დროსაც Boolean ოპერაცია კორელირებს გადაადგილება/შემობრუნების გეომეტრიულ ტრანზაქციებზე
6. ჰიპოთეზა II, იმის შესახებ, რომ Geant4-ში გამოყენებული გეომეტრიული აღწერები არ შეესაბამება ATLAS-ის დეტექტორის რეალურად არსებულ გეომეტრიას, დადასტურდა
7. ATLAS-ის დეტექტორის მაგნიტური ღეროს მასის შედარებითმა ანალიზმა აჩვენა 11.5 ტონიანი სხვაობა რეალურად არსებულ და Geant4 გეომეტრიულ აღწერებს შორის
8. ATLAS-ის დეტექტორის მაგნიტური ღეროს ინტეგრაციის კონფლიქტებზე ანალიზმა აჩვენა Geant4 გეომეტრიული მოდელის 35 მმ.-იანი გადახრა რეალურად პოზიციონირებული დეტექტორის ცენტრებიდან

კვლევის შედეგები განხილულ იქნა საერთაშორისო კონფერენციებზე/სიმპოზიუმებზე:

1. “Development of CATIA_2_GEANT Interface for Simulation of High Energy Physics Experiments”. Tools and Methods of Competitive Engineering–TMCE 2016, Aix-en-Provence, France, 9–13 May, 2016
2. “Simulation Loop between CAD systems, Geant4 and GeoModel: Implementation and Results”. XXV International Symposium on Nuclear Electronics & Computing–NEC’2015; Montenegro, Budva, Becici, 28 Sep. - 2 Oct., 2015
3. “Development of Simulation Loop for the ATLAS Geant4 Packages”. Third ATLAS South Caucasus Grid & Cloud Computing Workshop & Tutorial, Organized by CERN/European Organization for Nuclear, Tbilisi, Georgia, 20–25 Oct., 2014
4. “Modification of G4 geometry baseline according to comparison with CATIA reference”. 2nd ATLAS–South Caucasus Software/Computing Workshop & Tutorial, Tbilisi, Georgia 23 –27 Oct., 2012

კვლევის შედეგები განხილულ იქნა CERN-ის მიერ ორგანიზებულ ATLAS-ის კვირეულზე:

1. “Investigation of Simulation Infrastructure. Study 2: Systematization and Learning of Results”. ATLAS Week, Geneva, Switzerland, 14 Jun, 2016
2. “The Results of Precision and Double Checking”. ATLAS Week, Geneva, Switzerland, 29 Mar 2016
3. “Geometry Infrastructure Quality Analyses”. ATLAS–SW–Week: Software & Computing Workshop, Geneva, Switzerland, 29 Feb. – 4 Mar., 2016
4. “Atlas Geometry Validation – Tools and Case Study”. ATLAS Week, Geneva, Switzerland, 12 Jun 2015
5. “Development of Loop for ATLAS Simulation Packages”. ATLAS Week, Switzerland, 15 Jul 2014
6. “Development of Loop for ATLAS Simulation Packages”. ATLAS Week, Geneva, Switzerland, 2 Jul 2014
7. “Updates on MS geometry including NSW based on CATIA drawings”. ATLAS–Muon–Week: Muon/Simulation workshop, Geneva, Switzerland, 8 Mar 2013

დისერტაციის მასალებზე მომზადდა და დაიბეჭდა 3 სტატია:

1. Sharmazanashvili A., Tsutskiridze N. Simulation Loop Between CAD Systems, Geant-4 and GeoModel: Implementation and Results. *Physics of Particles and Nuclei Letters*. 2016. Volume 13, issue 5. pp. 724–727
2. Sharmazanashvili A., Tsutskiridze N. Development of CATOA_2_Geant Interface for Simulation of High Energy Physics Experiments. *Proceedings of TMCE 2016*. 2016, 10, 363–372
3. შარმაზანაშვილი ა. , ცუცქირიძე ნ., სურმავა ა., კეკელია ბ. ATLAS-ის დეტექტორის მაგნიტური ღეროს გეომეტრიული აღწერების შედარებითი ანალიზი. მართვის ავტომატიზირებული სისტემები. 2015. №1(19), გვ. 13–22



ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE
EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH
Laboratoire Européen pour la Physique des Particules
European Laboratory for Particle Physics



Report on the presentations by Niko TSUTSKIRIDZE
(Technical University of Georgia) on

Development of Loop for ATLAS Simulation Packages

We attended Niko Tsutskiridze's presentations at CERN on 2 and 15 July 2014 and discussed the material that was shown. This work was performed during his stay at CERN from 1st February to 31st July 2014, and in the context of the PhD thesis activity on the development of methods and tools for the investigation of the Geant4 geometry in ATLAS simulation packages. This work is needed by the ATLAS Collaboration in order to have an accurate geometrical representation of the detector and therefore the best possible simulation and reconstruction results.

The "Simulation Loop" is a way to cross-check the geometry representations used by several packages: Geant4, GeoModel, AGDD/Persint (XML representation), SmartTeam. Converters have been developed to and from each of these applications with respect to the CATIA geometrical database. They are used to bring all the geometries into the same framework in order to compare them for mismatches, overlaps, and differences in total dimensions and/or mass of the components.

The presentations covered the development of the necessary geometrical transformations and showed several examples of the application of this code to geometrical shapes that are part of the ATLAS Muon System description. Each geometrical shape is first assigned to one of a small number of topological categories according to its geometrical properties, whether it is isolated or part of a composite structure, and if there are cut-outs or not. Then for each category automatic comparisons have been developed and can be performed systematically.

We consider Niko Tsutskiridze's work of the highest quality and wish him a successful career in computational engineering after the completion of his PhD thesis work.

Geneva, 23 July 2014

Dr. Richard Mount (SLAC, Stanford, USA), Computing Coordinator

Dr. Eric Lançon (CEA, Saclay, France), Deputy Computing Coordinator

Dr. John Apostolakis (CERN, Geneva, Switzerland), Geant4 Geometry

Dr. Dario Barberis (Genova University/INFN, Genova, Italy), Database Coordinator

Dr. John Chapman (Cambridge University, Cambridge, UK), Simulation Technical Coordinator

Dr. Philip Clark (Edinburgh University, Edinburgh, UK), Simulation Convener

Dr. Daniel Froidevaux (CERN, Geneva, Switzerland), Simulation Convener

Dr. Jochen Meyer (CERN, Geneva, Switzerland), Muon Software Coordinator



European Organization for Nuclear Research
Organisation européenne pour la recherche nucléaire



Statement on the PhD thesis with the subject

*Development of the Geometrical Description of the ATLAS Detector
for the Simulation and Reconstruction Software Packages*

submitted by
Niko TSUTSKIRIDZE (Technical University of Georgia)

The developed and actually realized procedures presented in the above-mentioned thesis are of high interest in themselves, as well as making further investigations possible. With the newly implemented ability to load geometrical representations as used inside the ATLAS simulation workflow into a program which is also capable of displaying the models designed for construction, it is possible for the first time to perform direct comparisons of these two descriptions. As a matter of principle the simulated detector geometry does not match what can be found in the technical drawings, however, the amount of discrepancies should be rather low or at least be well motivated.

The work done in this thesis allowed the identification of various examples for which this is not the case. In order to achieve a better agreement between simulated and real data, the differences listed in the thesis were reduced in later implementations of the detector description used during simulation. Therefore the results of this part of the thesis could even have impact on Physics results published by the ATLAS collaboration because they potentially contribute to a reduction of systematic uncertainties. Furthermore the applied techniques suggested that unexpected precision issues were occurring at some point during the geometry parsing. Additional checks are required to identify their source.

Even though the second major outcome of the performed studies is of a purely technical nature it has quite some relevance as well. The categorization of volume types employed in the simulation and investigation into different methods of implementing them is a strong basis for future research to follow. The presented result will be greatly helpful for studies regarding the stability and technical performance of the simulation software. Modifying the implementation of volumes in the various ways pointed out in this thesis and monitoring for example the resulting changes in CPU time could lead to interesting conclusions about the performance.

In summary, the research done in the context of this thesis uncovered some flaws which required immediate improvement. Additionally there were interesting indications for unexpected features to be followed up on. Finally it gives a good basis for further studies within the ATLAS simulation software environment.

Dr. Jochen Meyer (Nikhef, Amsterdam, Netherlands)
ATLAS Muon Software Coordinator

გმადლობთ ყურადღებისათვის!

ნიკო ცუცქირიძე

ხელმძღვანელი: პროფ. ალექსანდრე შარმაზანაშვილი



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

European Organization for Nuclear Research
CERN



03/09/2016