

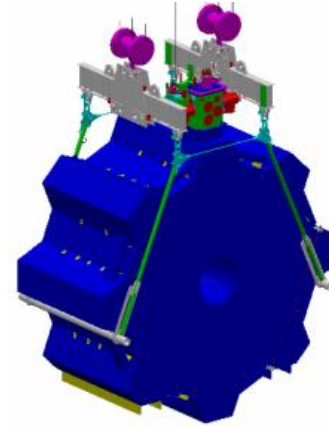


# „ATLAS დეტექტორის ინფორმაციული მოდელის ანალიზისა და სინთეზის მეთოდების დამუშავება“

# CAD/EDM სისტემები



კომპიუტერული დაპროექტების სისტემა  
CAD (Computer Aided Design) System



საინჟინრო მონაცემთა მართვის სისტემა  
EDM (Engineering Data Management) System



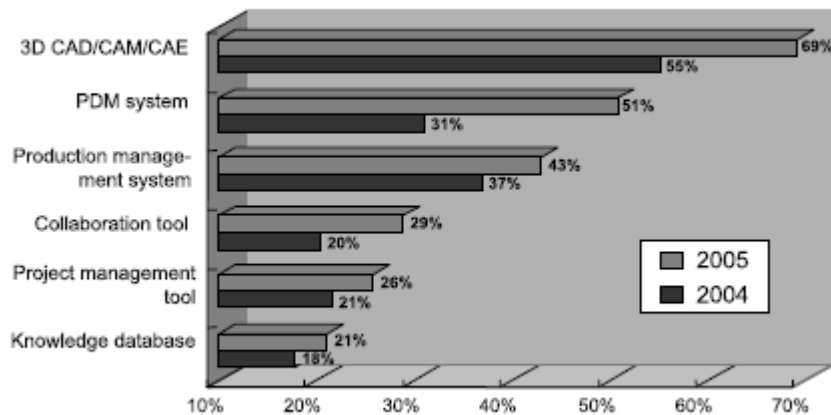
შენახვა

გაზიარება

მართვა

დაცვა

PLM Systems Currently Used or Being Considered for Use




\*Source: Nikkei Monozukuri September 2005

# მსხვილი საინჟინრო პროექტები. CAD/EDM პლატფორმის ცვლილება



**AIRBUS A380**

კომპონენტი	1150
კვანძი	40'000
კაბელი	100'000



**Daimler Benz**

მოდელის მიგრაცია	235'000
ინჟინრების გადამზადება	6200
მიგრაციაზე მომუშავე ინჟინრები	300

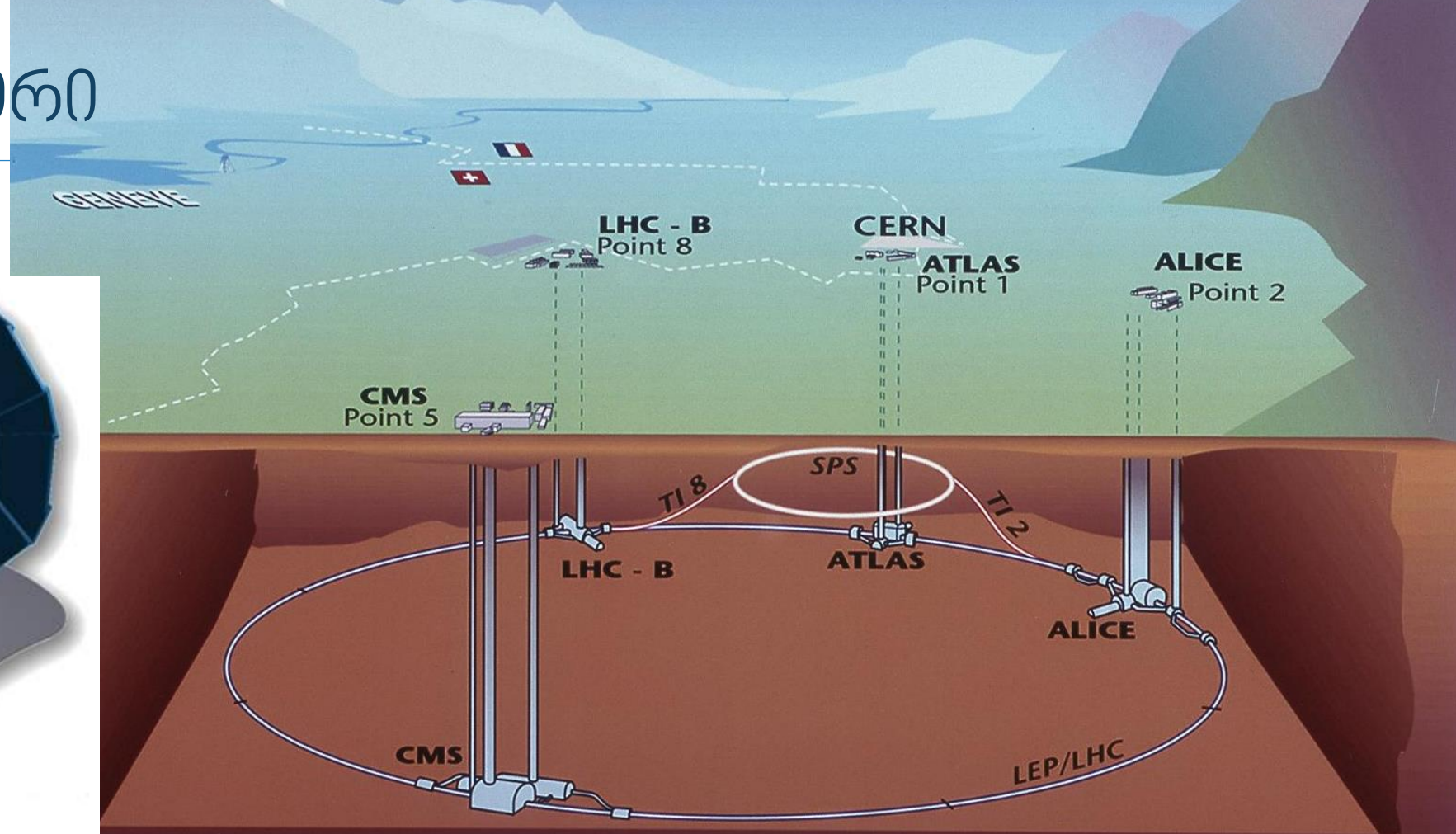
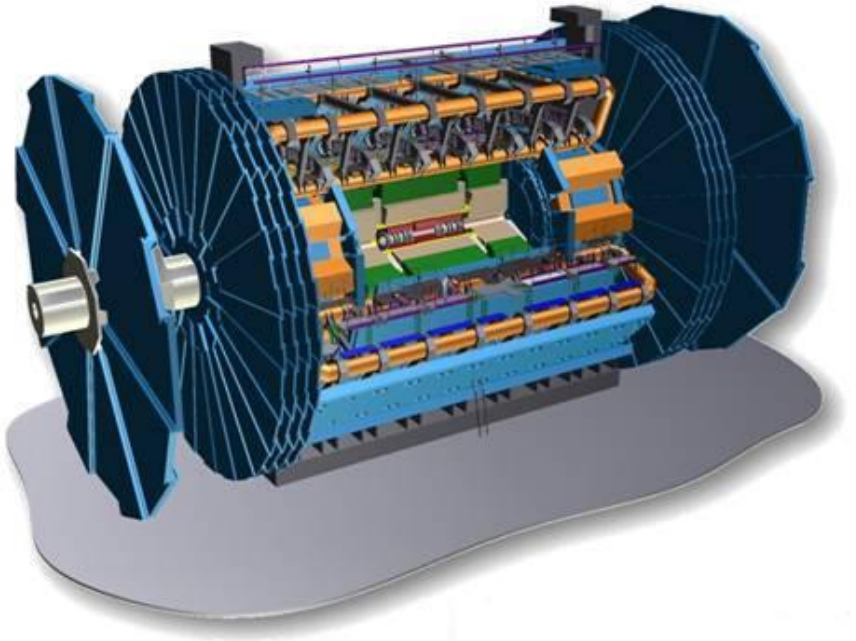
CAD/EDM პლატფორმის ცვლილება

CATIA V4 → CATIA V5

CAD/EDM პლატფორმის ცვლილება

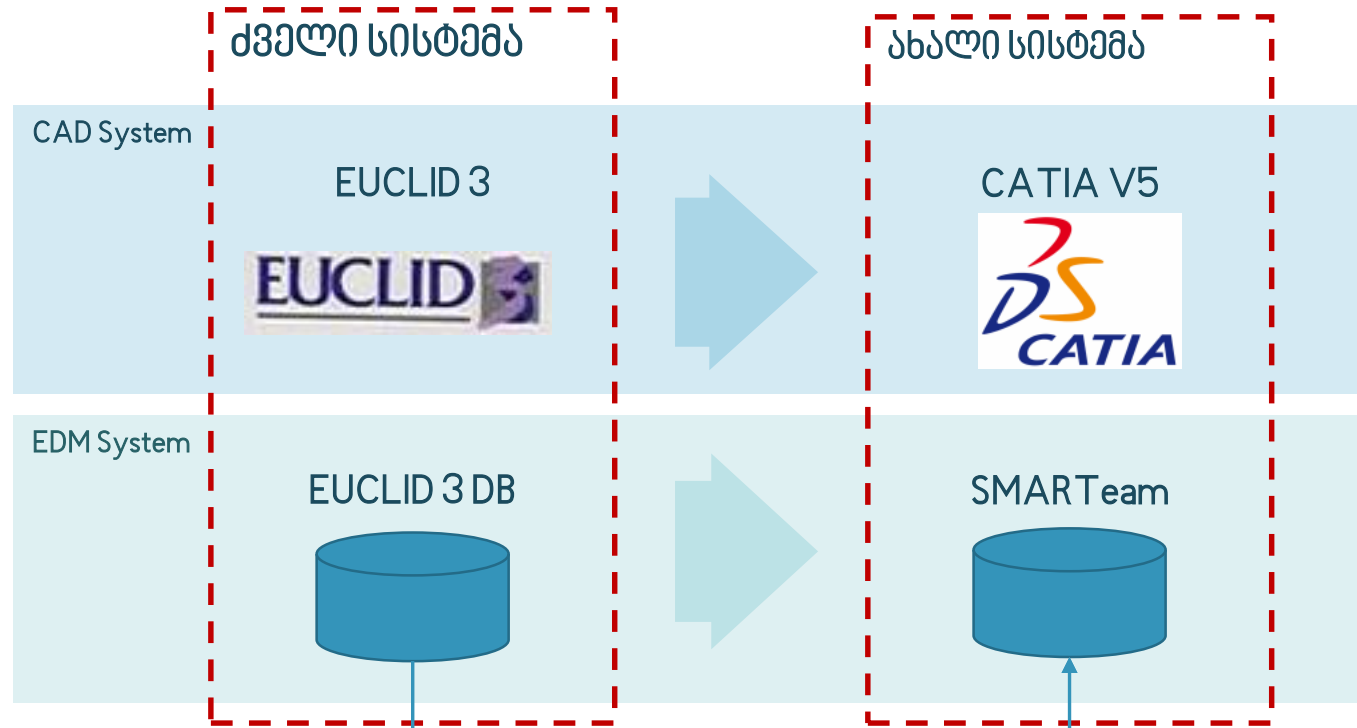
CATIA V5 → Siemens NX

# ATLAS დეტექტორი



- სიგრძე 44 მეტრი
- სიმაღლე 25 მეტრი
- წონა ~7'000 ტონა
- 10'000'000 ფუნქციონალური ელემენტი

# CERN-ის EDM/CAD სისტემის ცვლილება. მოდელის მიგრაცია



## მიგრაციის პრობლემები

1. არ არის სტრუქტურული (CATIA V5) ხე
2. მსგავსი 3D გეომეტრიული მოდელები
3. ზოგი გეომეტრიული მოდელი არ არსებობს
4. გეომეტრიული მოდელები კონვერტაციის შეცდომებით
5. გამარტივებული და დეტალური მოდელის სინქრონიზება
6. არასრული გეომეტრიული მოდელები
7. იდენტური გეომეტრიული მოდელებში
8. საეჭვო მოდელების არსებობა, რომლებიც არცერთი კომპონენტის სტრუქტურაში არ შედის
9. არასტრუქტურირებული მოდელები - მცდარი მიკუთვნა აქვს ხეზე
10. კონვერტაციით მიღებული მოდელები არასწორი სახელებით
11. მოდელები არასწორი პოზიციონირებით
12. მოდელებს მოყვებოდა არასაჭირო მოდელები

# ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელი



## სტრუქტურული ფორმალიზმის დამუშავება

კომპონენტების  
კლასიფიკაცია

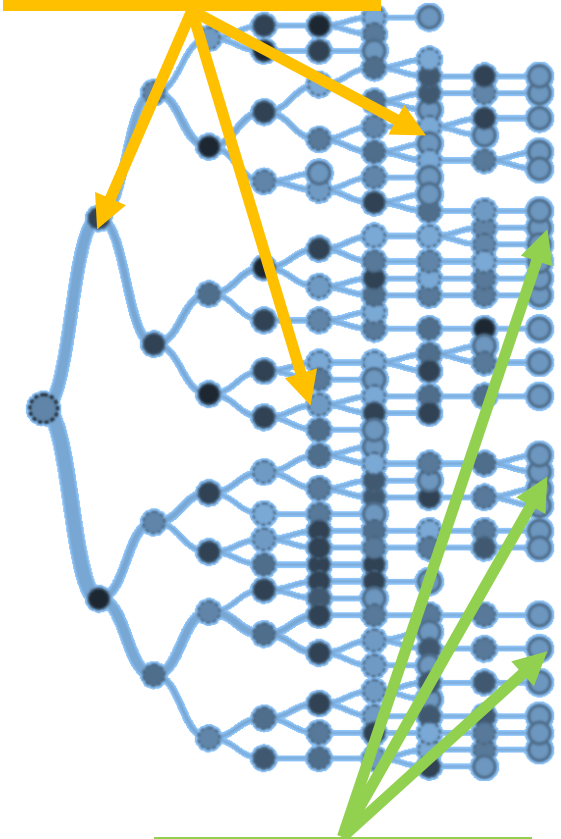
დეკომპოზიცია

ტიპური  
სტრუქტურების  
გამოყოფა



...

კომპონენტები



ელემენტარული  
ანაწყობები

# დისერტაციის საკვლევი ამოცანები

---

- კომპონენტების დეკომპოზიციის კრიტერიუმების დამუშავება
- კლასიფიკატორების შერჩევა
- სტრუქტურაში იერარქიული დონეების გამოყოფა
- სტრუქტურული კლასებისა და ქვეკლასების გამოყოფა
- თითოეულ კლასში იერარქიული დონეების მიხედვით ობიექტების სტრუქტურირება

# ATLAS დეტექტორის დეკომპოზიციის კრიტერიუმები

I ეტაპი

{Φ} ფუნქციონალური კრიტერიუმების მიხედვით

II ეტაპი

{Γ} სივრცეში განაწილების კრიტერიუმების მიხედვით

III ეტაპი

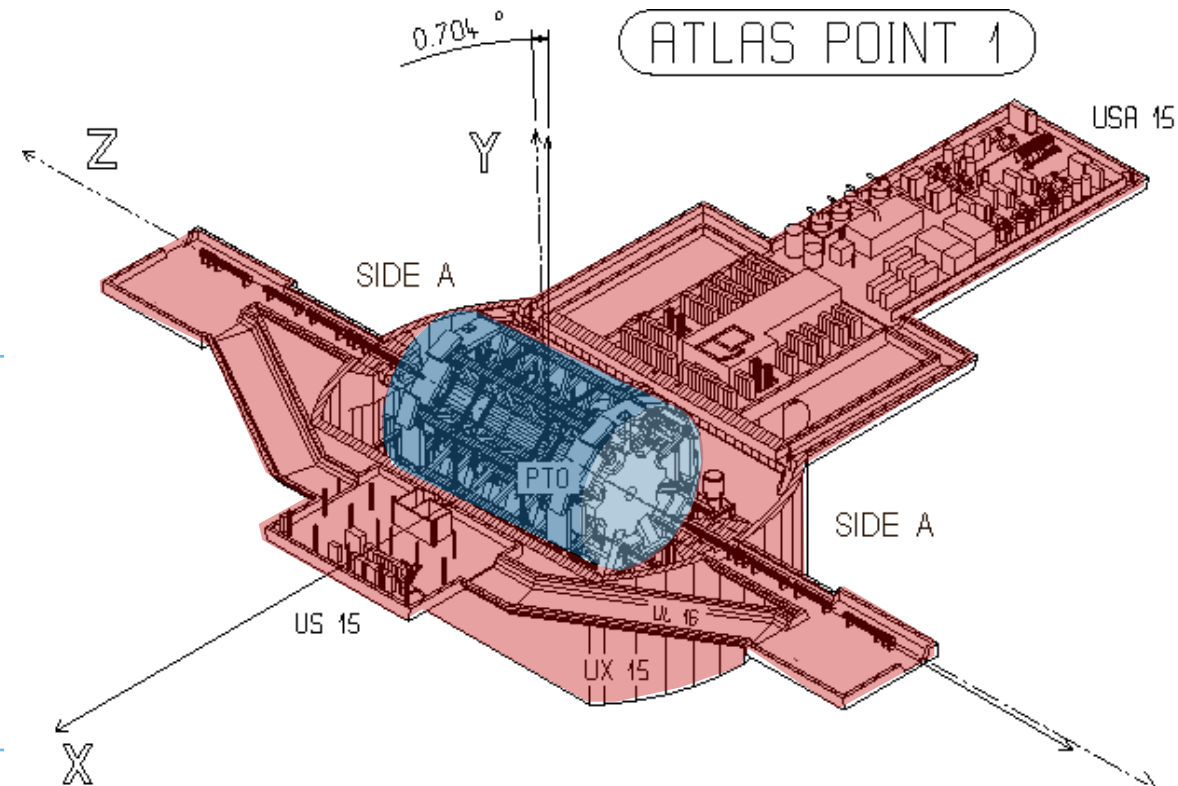
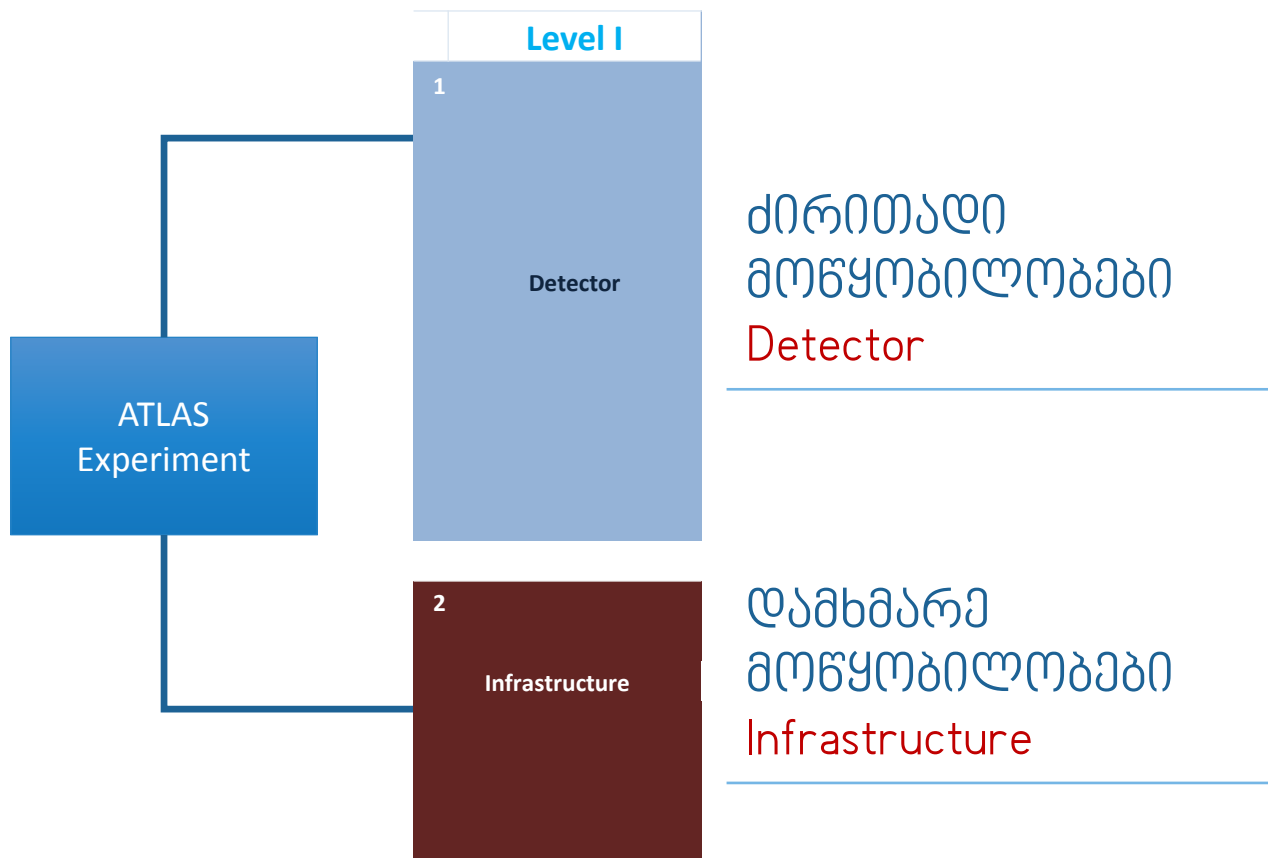
{Ψ} სიმეტრიულობის კრიტერიუმების მიხედვით

- პირველი რიგის ანალიზი (Side A / Side C )
- მეორე რიგის ანალიზი (US15 / USA15 )



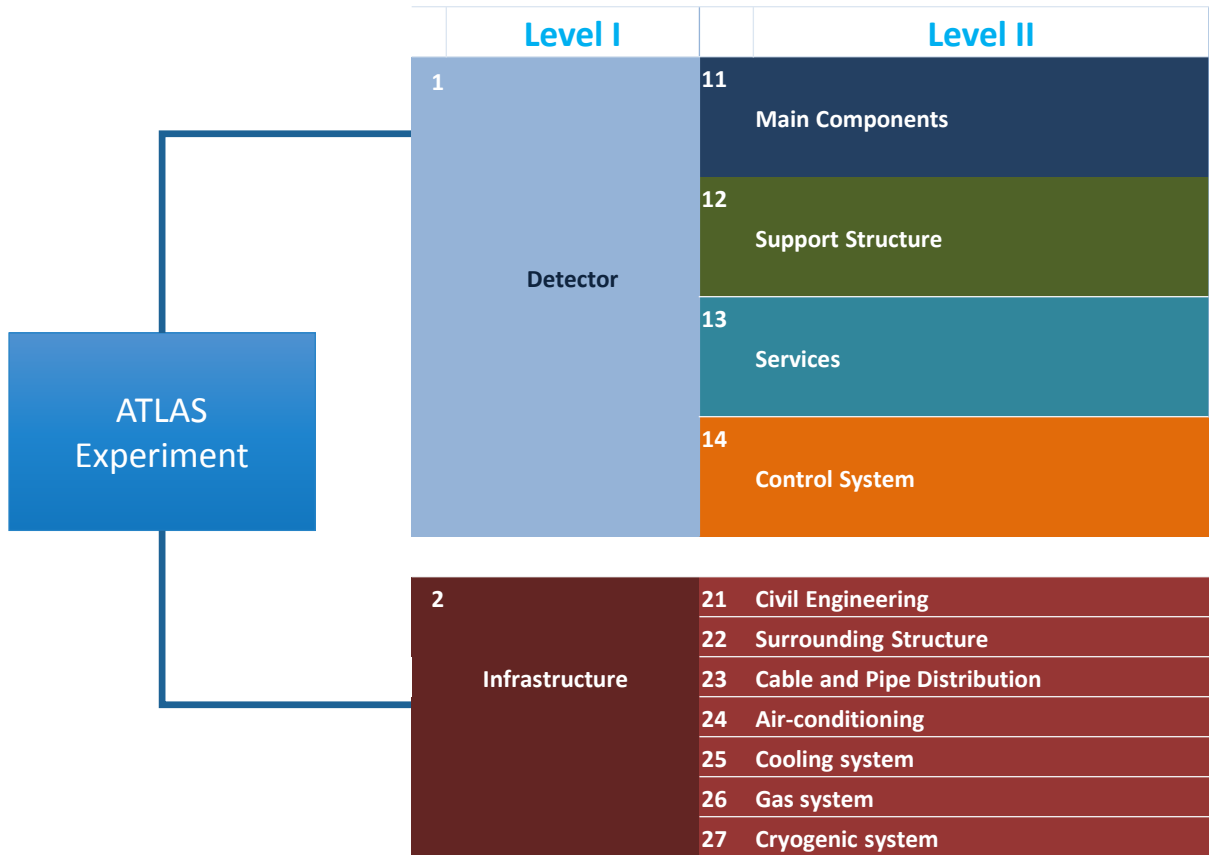
# დეკომპოზიციის | ეტაპი

{Φ} ფუნქციონალური კრიტერიუმების მიხედვით



# დეკომპოზიციის | ეტაპი

{Φ} ფუნქციონალური კრიტერიუმების მიხედვით



ძირითადი კომპონენტები

დამხმარე კომპონენტები

სერვისები

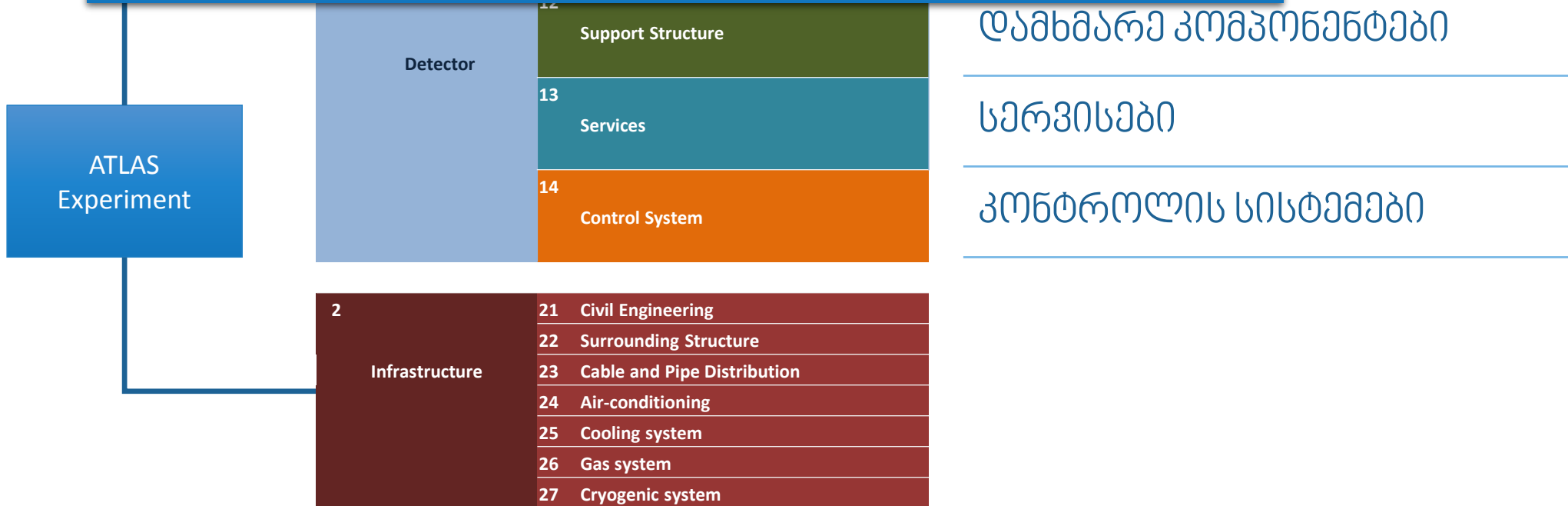
კონტროლის სისტემები

# დეკომპოზიციის | ეტაპი

{Φ} ფუნქციონალური კრიტერიუმების მიხედვით

6 დონიანი იერარქიული ხე  
 153 ქვეკომპონენტი  
 243 EA ელემენტარული ანაწყოები

კომპონენტები



დამხმარე კომპონენტები

სერვისები

კონტროლის სისტემები

# დეკომპოზიციის II ეტაპი

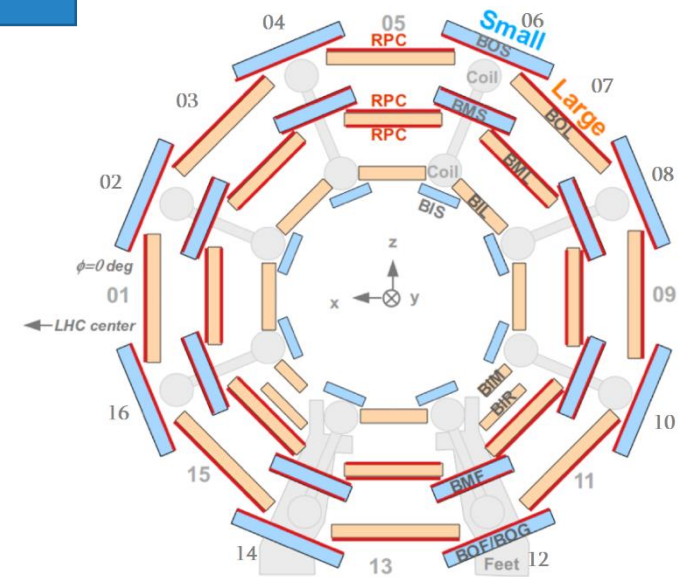
{ } სივრცეში განაწილების კრიტერიუმების მიხედვით

## სივრცული დეკომპოზიციის სექტორების მიხედვით

No.	EA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.1.1.2.1.	Barrel Toroid	-	v	-	v	-	v	-	v	-	v	-	v	-	v	-	v
1.1.3.2.1.	Tile Barrel	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.3.2.2.	Tile Barrel Extended	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.1.1	BI Muon Barrel Inner	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.1.2	BM Muon Barrel Middle	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.1.3	BO Muon Barrel Outer	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.2.1	EI Muon Small wheel	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.2.2	EE Muon Extra wheel	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.2.3	EM Muon Big wheel	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v

## სივრცული დეკომპოზიციის დონეების მიხედვით

No.	EA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
221.	Surrounding Structure HO	-	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
221.	Surrounding Structure HS	v	v	v	v	v	v	v	v	v	-	-	-	-
234.1	Toroid Magnet Flexible Chain	-	-	-	-	-	-	-	-	v	-	-	-	-
234.2	Muon EI Flexible Chain	-	-	-	-	-	v	-	-	-	-	-	-	-
234.3	Calorimeter Flexible Chain	-	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
271.	Magnet Cryogenic System	v	-	-	-	-	-	-	-	-	v	-	-	-
272.	LAr Cryogenic System	v	-	-	-	-	v	-	-	-	v	-	-	-

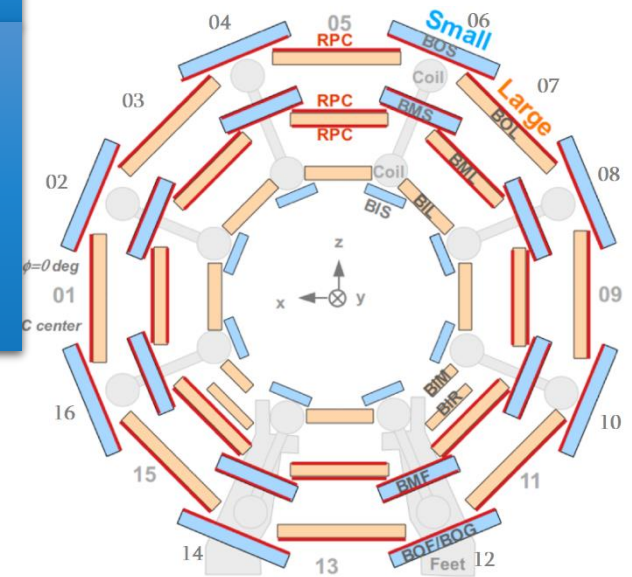


# დეკომპოზიციის II ეტაპი

{Γ} სივრცეში განაწილების კრიტერიუმების მიხედვით

- 7 დონიანი იერარქიული ხე
- 54 ქვეკომპონენტი
- 54 EA ელემენტარული ანაწყოები

No.																		
1.1.1.																		
1.1.3.																		
1.1.3.																		
1.1.4.1.1	BI Muon Barrel Inner	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.1.2	BM Muon Barrel Middle	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.1.3	BO Muon Barrel Outer	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.2.1	EI Muon Small wheel	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.2.2	EE Muon Extra wheel	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
1.1.4.2.3	EM Muon Big wheel	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v



## სივრცული დეკომპოზიციის დონეების მიხედვით

No.	EA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
221.	Surrounding Structure HO	-	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
221.	Surrounding Structure HS	v	v	v	v	v	v	v	v	v	-	-	-	-
234.1	Toroid Magnet Flexible Chain	-	-	-	-	-	-	-	-	v	-	-	-	-
234.2	Muon EI Flexible Chain	-	-	-	-	-	v	-	-	-	-	-	-	-
234.3	Calorimeter Flexible Chain	-	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
271.	Magnet Cryogenic System	v	-	-	-	-	-	-	-	-	v	-	-	-
272.	LAr Cryogenic System	v	-	-	-	-	v	-	-	-	v	-	-	-

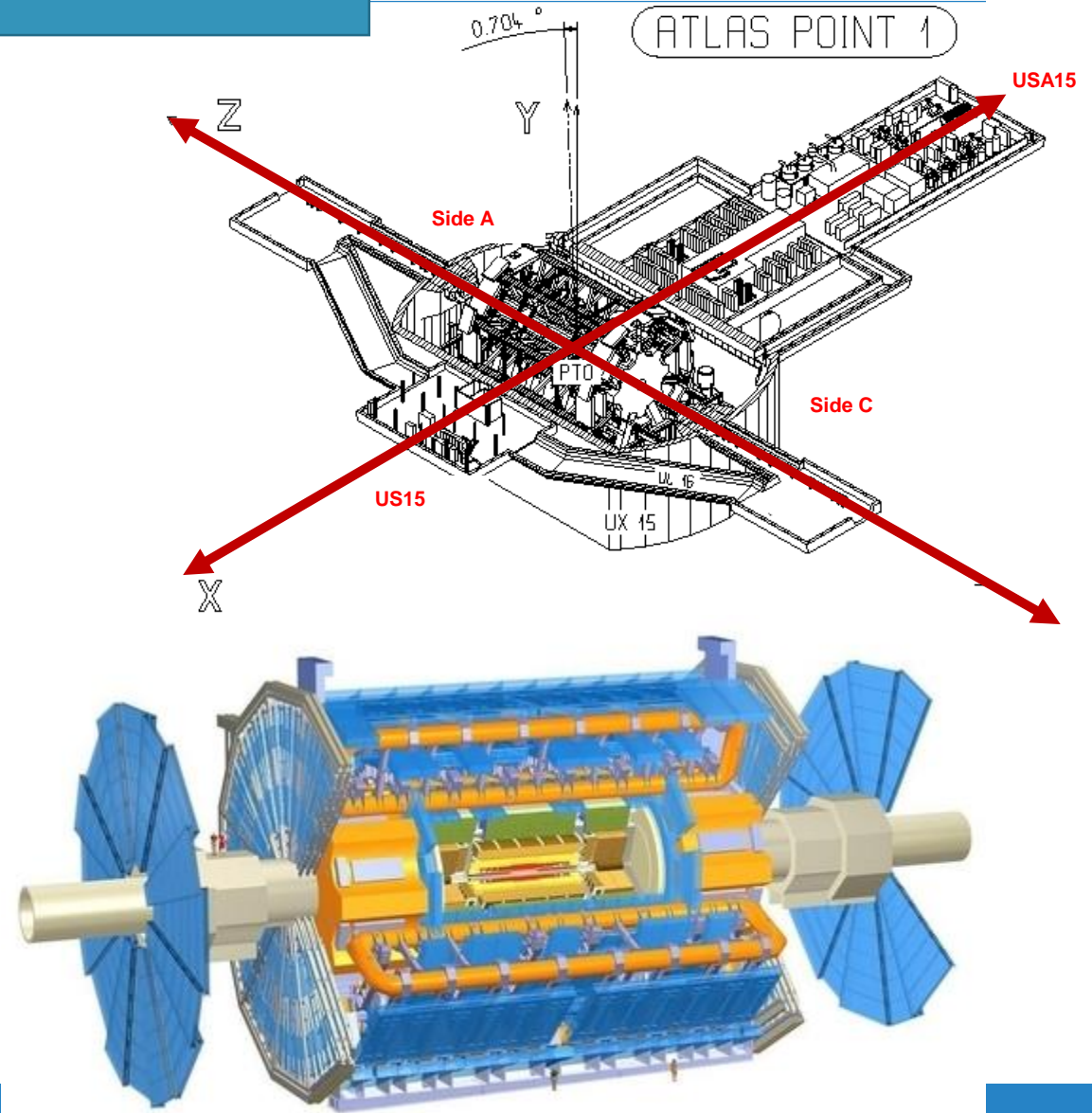


# დეკომპოზიციის III ეტაპი

{ $\Psi$ } სიმეტრიულობის კრიტერიუმების მიხედვით

No.	EA	Side A/C	US15/USA15
1.1.1.2.2.	EndCap Toroid	v	
1.1.2.1.2.1	Pixel Endcap Disk 1	v	
1.1.2.1.2.2	Pixel Endcap Disk 2	v	
1.1.2.1.2.3	Pixel Endcap Disk 3	v	
1.1.2.2.2.1	SCT Endcap Disk 4	v	
1.1.2.2.2.2	SCT Endcap Disk 5	v	
1.1.2.2.2.3	SCT Endcap Disk 6	v	
1.1.2.2.2.4	SCT Endcap Disk 7	v	
1.1.2.2.2.5	SCT Endcap Disk 8	v	
1.1.2.2.2.6	SCT Endcap Disk 9	v	
1.1.2.2.2.7	SCT Endcap Disk 10	v	
1.1.2.2.2.8	SCT Endcap Disk 11	v	
1.1.2.2.2.9	SCT Endcap Disk 12	v	

121.04.21	TRT Type-A Supp	v	
121.04.22	TRT Type-B Supp	v	
121.05.2	LAr Endcap Cryostat	v	
121.06.1	Tile Barrel Feet		v
121.06.2	Tile Barrel Extended Feet	v	v
121.07.11	BI Muon Innel Bracket	v	
121.07.12	BM Muon Middle Bracket	v	
121.07.13	BO Muon Outer Bracket	v	



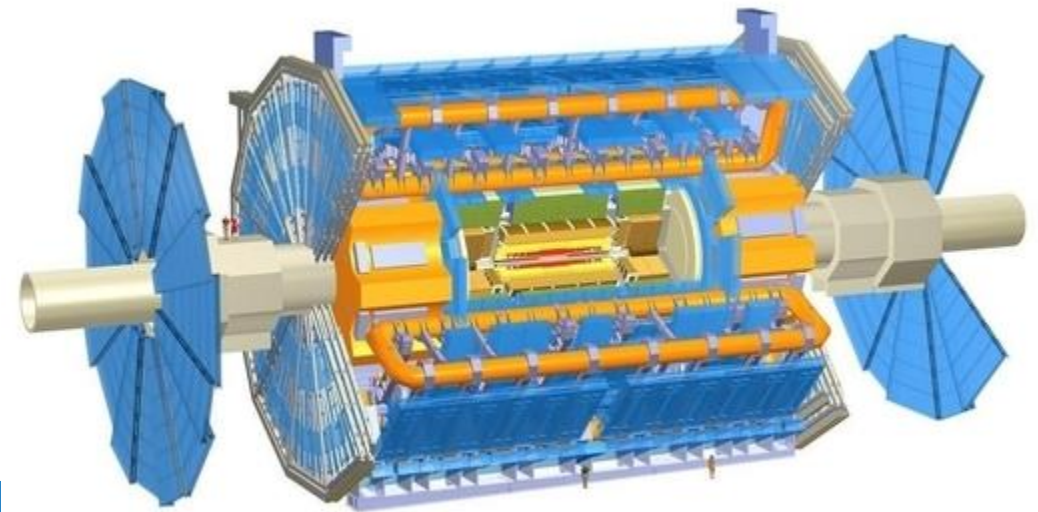
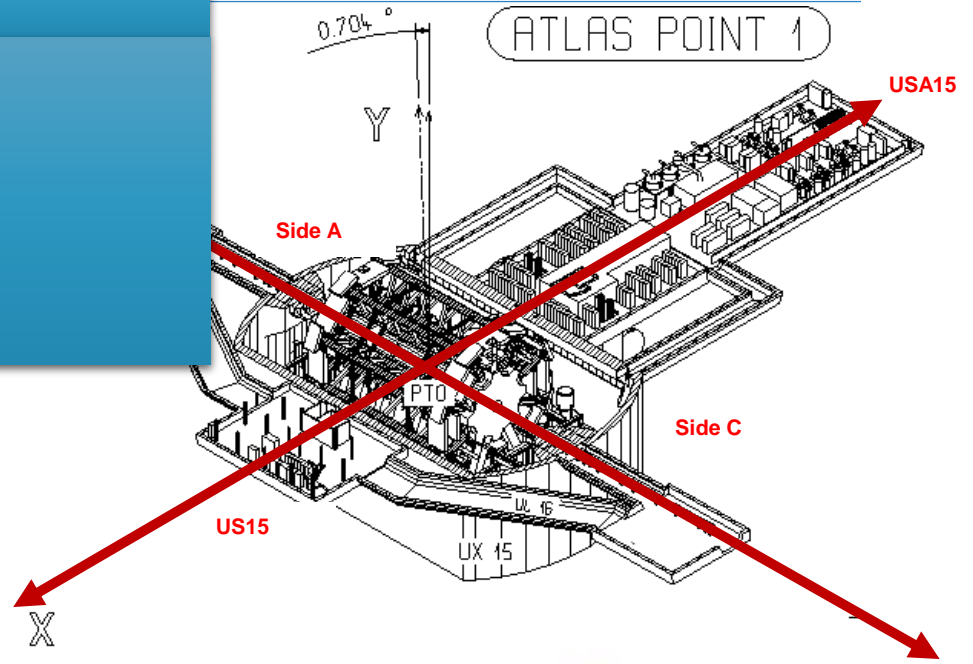
# დეკომპოზიციის III ეტაპი

{Ψ} სიმეტრიულობის კრიტერიუმების მიხედვით

8 დონიანი იერარქიული ხე  
 153 ქვეკომპონენტი  
 153 EA ელემენტარული ანაწყოები

No.			
1.1.1.2.2.			
1.1.2.1.2.1			
1.1.2.1.2.2			
1.1.2.1.2.3			
1.1.2.2.2.1	SCT Endcap Disk 4	v	
1.1.2.2.2.2	SCT Endcap Disk 5	v	
1.1.2.2.2.3	SCT Endcap Disk 6	v	
1.1.2.2.2.4	SCT Endcap Disk 7	v	
1.1.2.2.2.5	SCT Endcap Disk 8	v	
1.1.2.2.2.6	SCT Endcap Disk 9	v	
1.1.2.2.2.7	SCT Endcap Disk 10	v	
1.1.2.2.2.8	SCT Endcap Disk 11	v	
1.1.2.2.2.9	SCT Endcap Disk 12	v	

121.04.21	TRT Type-A Supp	v	
121.04.22	TRT Type-B Supp	v	
121.05.2	LAr Endcap Cryostat	v	
121.06.1	Tile Barrel Feet		v
121.06.2	Tile Barrel Extended Feet	v	v
121.07.11	BI Muon Innel Bracket	v	
121.07.12	BM Muon Middle Bracket	v	
121.07.13	BO Muon Outer Bracket	v	



# ATLAS დეტექტორის სტრუქტურული ფორმალიზმი

Level I	Level II	Level III	Level IV	Level V	Level VI	Level VII	Level VIII	
11	111	Magnet system						
		111.1	Solenoid					
		111.2	Toroid					
	112	Inner Detector						
		112.1	Pixel					
		112.1	Barrel					
			112.111	Layer 0				
			112.113	Layer 2				
			112.121	Disk 1		112.121.1	Disk 1 Sym.	
			112.122	Disk 2		112.122.1	Disk 2 Sym.	
112.123			Disk 3		112.123.1	Disk 3 Sym.		
112.2		EndCap						
		112.211	Layer 3					
		112.212	Layer 4					
		112.213	Layer 5					
	112.214	Layer 6						
	112.221	Disk 4		112.221.1	Disk 4 Sym.			
112.3	SCT							
	112.31	Barrel						
		112.311	Layer 7					
		112.312	Layer 8					
		112.313	Layer 9					
		112.314	Layer 10					
		112.315	Layer 11					
	112.32	EndCap						
		112.321	Disk 5		112.321.1	Disk 5 Sym.		
		112.322	Disk 6		112.322.1	Disk 6 Sym.		
		112.323	Disk 7		112.323.1	Disk 7 Sym.		
		112.324	Disk 8		112.324.1	Disk 8 Sym.		
112.325		Disk 9		112.325.1	Disk 9 Sym.			
112.33	IT							
	112.331	Barrel						
		112.3311	Type 1					
		112.3312	Type 2					
	112.3313	Type 3						
	112.332	EndCap						
112.3321		Type A		112.3321.1	Type A Sym.			
112.3322		Type B		112.3322.1	Type B Sym.			
113	Calorimetry							
	113.1	ECAL						
		113.11	Barrel					
		113.12	EndCap					
113.121	EMEC		113.121.1	EMEC Sym.				
113.122	HFC		113.122.1	HFC Sym.				
113.123	FCAL		113.123.1	FCAL Sym.				
113.2	Tile							
113.21	Barrel		113.21.1	Barrel 1-56				
113.22	Barrel extended		113.22.1	Barrel extended 1-36				
114	Muon Spectrometer							
	114.1	Barrel						
		114.11	BI Inner		114.11.1	BI L		
		114.112	BI S		114.11.2	BI S		
		114.113	BI R/BI M		114.11.3	BI R/BI M		
		114.12	BM Middle					
			114.121	BM L		114.121.1	BM L	
			114.122	BM S		114.122.1	BM S	
			114.123	BM R		114.123.1	BM R	
		114.13	RO Outer					
			114.131	RO L		114.131.1	RO L	
	114.132		RO S		114.132.1	RO S		
	114.133		RO R/RO G		114.133.1	RO R/RO G		
	114.2	Endcap						
114.21		E Small wheel						
		114.211	EM/SCCL		114.211.1	EM/SCCL Sym.		
		114.212	EM/SCCS		114.212.1	EM/SCCS Sym.		
114.213		TSCC		114.213.1	TSCC Sym.			
114.22		EE Extra wheel		114.22.1	EE Sym.			
114.23	EM Big wheel		114.23.1	EM Sym.				
114.24	ID Outer wheel							
	114.241	EM/SCCL		114.241.1	EM/SCCL Sym.			
	114.242	EM/SCCS		114.242.1	EM/SCCS Sym.			
	114.243	TSCC		114.243.1	TSCC Sym.			
115	Shielding							
	115.1	Disk shielding		115.1.1	Disk Sym.			
	115.2	Forward shielding		115.2.1	Forward Sym.			
	115.3	Monopole shielding		115.3.1	Monopole Sym.			
	115.4	Lar cal. shield plug		115.4.1	Lar cal. shield plug			
	115.5	Toroid shielding		115.5.1	Toroid Inner Bore Tube			
115.51	Toroid Inner Bore Tube		115.51.1	Toroid Inner Bore Tube				
115.52	Endcap Toroid Shielding		115.52.1	Endcap Toroid Shielding				
116	Beam Pipe							
	116.1	Beam Pipe		116.1.1	Beam Pipe			
12	Mechanical Structure							
	121.01	Feet and Rails						
		121.01.1	Feet		121.01.1.1	Feet Sym.		
		121.01.2	Rails		121.01.2.1	Rails Sym.		
		121.01.3	Rails		121.01.3.1	Rails Sym.		
	121.02	Pixel Supports						
		121.02.1	Pixel Barrel Supp		121.02.1.1	Pixel Barrel Supp		
		121.02.2	Pixel Endcap Supp		121.02.2.1	Pixel Endcap Supp		
		121.02.3	Pixel Endcap Supp		121.02.3.1	Pixel Endcap Supp		
	121.03	SCT						
		121.03.1	SCT Barrel Supp		121.03.1.1	SCT Barrel Supp		
		121.03.2	SCT Barrel Supp		121.03.2.1	SCT Barrel Supp		
		121.03.3	SCT Barrel Supp		121.03.3.1	SCT Barrel Supp		

Level I	Level II	Level III	Level IV	Level V	Level VI
1	11	111. Magnet system			
			111.1 Solenoid		
			111.2 Toroid		
				111.21 Barrel	111.211 Barrel 2/4/6/8/10/12/14/16
				111.22 EndCap	111.221 Toroid EndCap Sym.
		112. Inner Detector			
			112.1 Pixel		
				112.11 Barrel	
					112.111 Layer 0
					112.112 Layer 1

8 ღონიანი იერარქიული ხე

207 ქვეკომპონენტი

247 EA ელემენტარული ანაწყობი



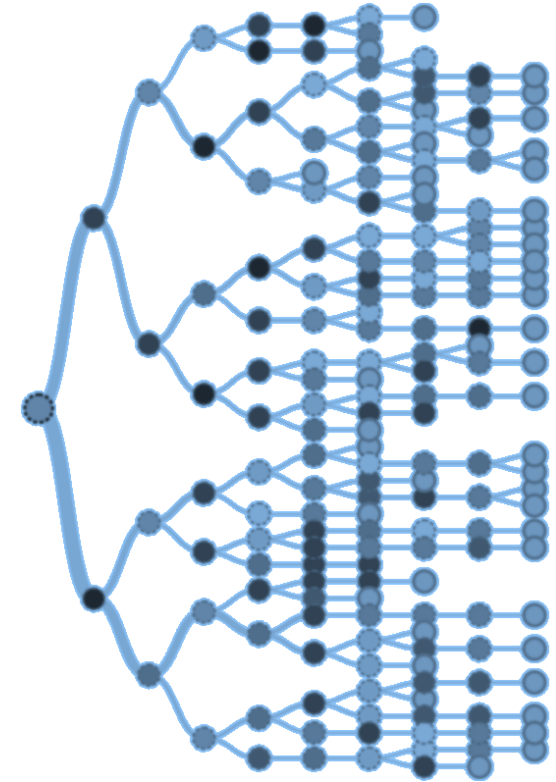
ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელი



სტრუქტურული ფორმალიზმის  
დამუშავება



ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელის  
პირველი მიახლოების  
დამუშავება



# ATLAS დეტექტორის ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელი

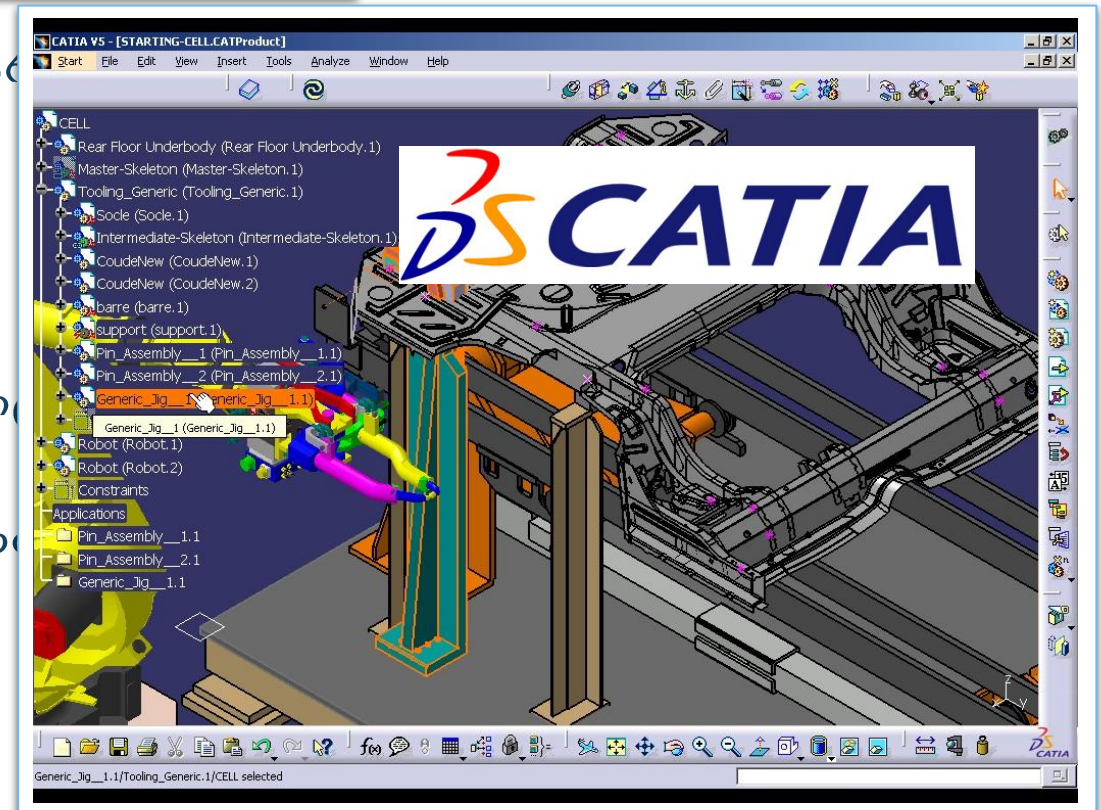
---

1. საინჟინრო დაპროექტების სისტემის CAD შერჩევა
2. დეტექტორის კომპონენტების საძიებო წყაროების შერჩევა (საინჟინრო მონაცემთა ბაზების, ლოკალური ბაზები და აშ.)
3. საინჟინრო მონაცემთა ბაზის შერჩევა;
4. გეომეტრიული მოდელების შეფასების კრიტერიუმების შერჩევა;
5. გეომეტრიული მოდელების შერჩევა და ერთიან მოდელში ინტეგრაცია

# ATLAS დეტექტორის ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელი

## 1. საინჟინრო დაპროექტების სისტემის CAD შერჩევა

- დეტექტორის კომპონენტების საძიებო წყაროების, ლოკალური ბაზები და აშ.)
- საინჟინრო მონაცემთა ბაზის შერჩევა;
- გეომეტრიული მოდელების შეფასების კრიტერიუმების შერჩევა;
- გეომეტრიული მოდელების შერჩევა და ერთიანი მოდელირების გეგმის დამუშავება.



# ATLAS დეტექტორის ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელი


1. საინჟინრო დაპროექტების სისტემის CAD შერჩევა

2. დეტექტორის კომპონენტების საძიებო წყაროების შერჩევა (საინჟინრო მონაცემთა ბაზების, ლოკალური ბაზები და აშ.)

3. საინჟინრო მონაცემთა ბაზის შერჩევა;

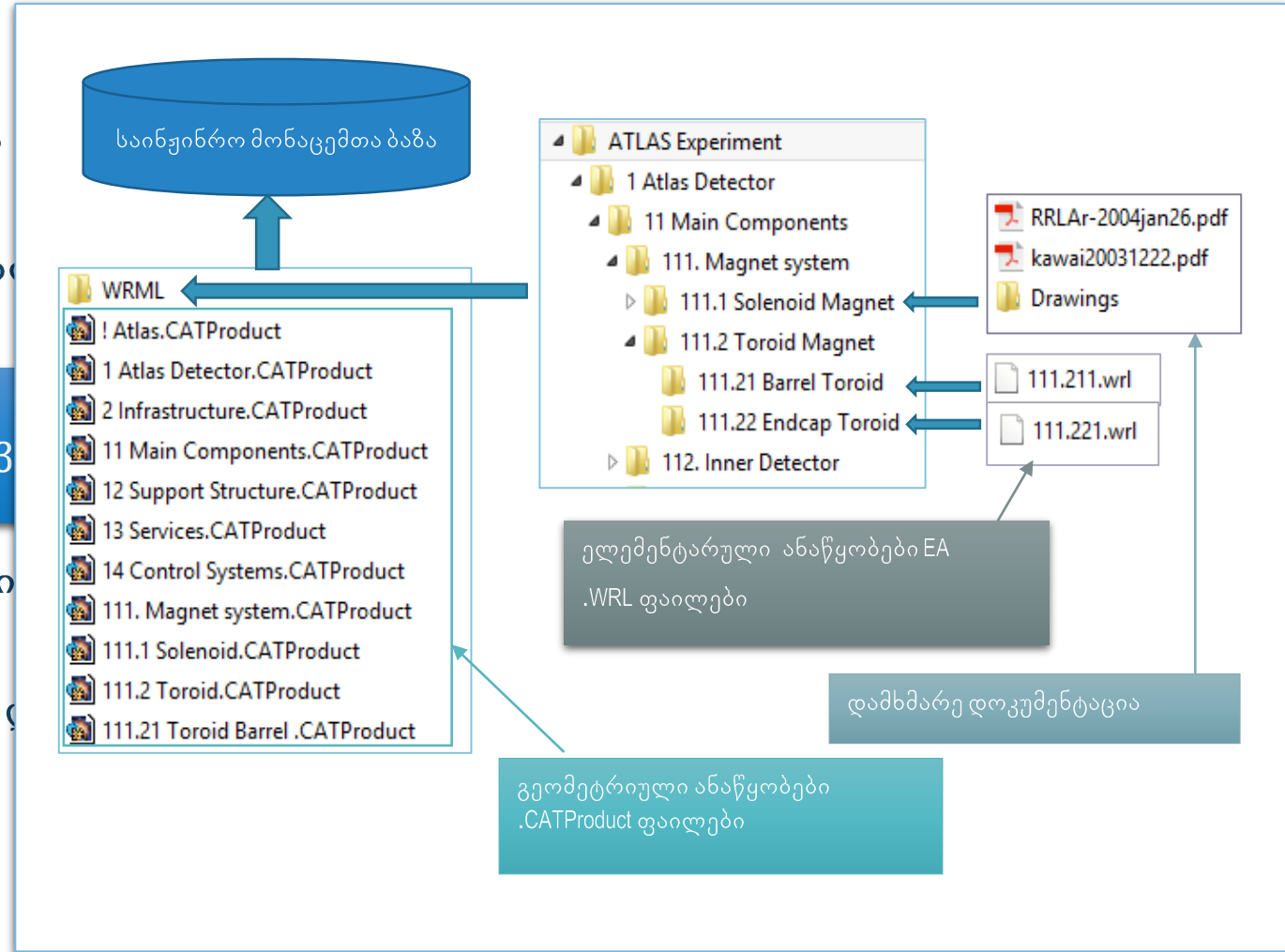
4. გეომეტრიული მოდელების შეფასების კრიტერიუმების შერჩევა

5. გეომეტრიული მოდელების შერჩევა და ერთიანი მოდელის შექმნა

- 
- SmarTeam
  - Geant4
  - Local Database

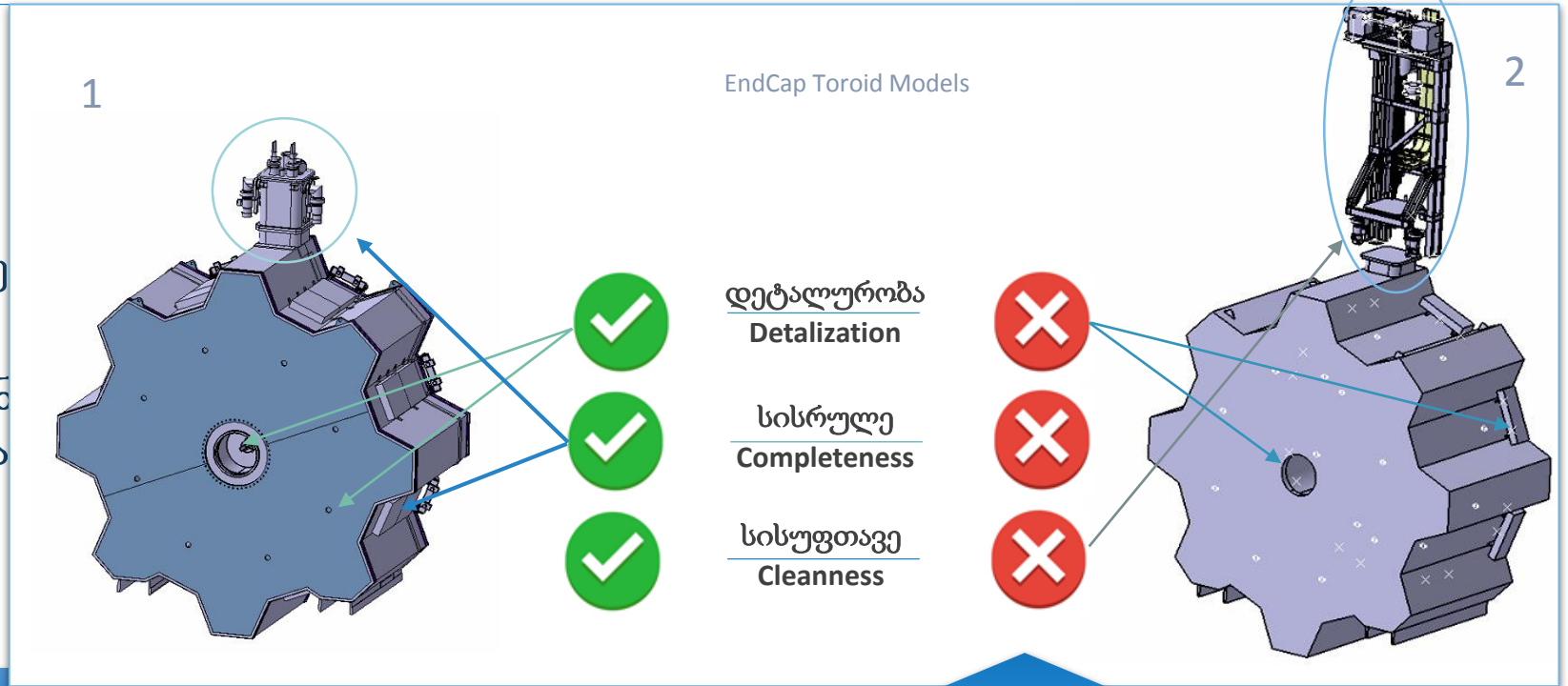
# ATLAS დეტექტორის ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელი

1. საინჟინრო დაპროექტების სისტემის
2. დეტექტორის კომპონენტების საძიებო ბაზების, ლოკალური ბაზები და აშ.)
3. საინჟინრო მონაცემთა ბაზის შერჩევ
4. გეომეტრიული მოდელების შეფასები
5. გეომეტრიული მოდელების შერჩევა



# ATLAS დეტექტორის ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელი

1. საინჟინრო დაპროექტე
2. დეტექტორის კომპონენტების, ლოკალური ბაზების, ლოკალური ბაზების
3. საინჟინრო მონაცემთა



4. გეომეტრიული მოდელების შეფასების კრიტერიუმების შერჩევა;

5. გეომეტრიული მოდელების შერჩევა და ერთიან მოდელში ინტეგრაცია

# ATLAS დეტექტორის ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელი

1. საინჟინრო და

2. დეტექტორის კომპონენტების, ლოკაციების, ლოკაციების

3. საინჟინრო მოდელი

4. გეომეტრიული მოდელი

nom	EA	Status	Smarteam			Local			Geant4			Status	Selected
			Detailization	Completnes	Cleanness	Detailization	Completnes	Cleanness	Detailization	Completnes	Cleanness		
121.04.221	TRT Endcap Type-B Supp Sym.	✓ 77%	0	0	0	0	0	0	8	8	7	Finished	Geant4
121.05.1	LAr Barrel Cryostat	✓ 77%	7	6	10	0	0	0	8	8	7	Finished	Smarteam
121.05.2	LAr Endcap Cryostat	✓ 77%	7	6	10	0	0	0	8	8	7	Finished	Smarteam
121.06.11	Tile Barrel Feet Sym.	✓ 83%	9	6	10	7	7	10	5	5	5	Finished	Smarteam
121.06.21	Tile Barrel Extended Feet Sym	✓ 90%	9	6	10	7	10	10	5	5	5	Finished	Local
121.07.111	Muon BI Bracket 1-16	✓ 93%	8	10	10	8	10	10	0	0	0	Finished	Local
121.07.121	Muon BM Bracket 1-16	✓ 93%	8	10	10	8	10	10	5	5	5	Finished	Local
121.07.131	Muon BO Bracket 1-16	✓ 93%	8	10	10	8	10	10	5	5	5	Finished	Local
121.07.211.1	Muon EI supports Sym.	✓ 100%	10	10	10	1	0	0	0	0	0	Finished	Smarteam
121.07.221.1	Muon EE supports Sym.	✓ 80%	7	7	10	0	0	0	0	0	0	Finished	Smarteam
121.07.231.1	Muon EM supports Sym.	✓ 90%	9	7	10	10	7	10	7	7	9	Finished	Local



5. გეომეტრიული მოდელების შერჩევა და ერთიან მოდელში ინტეგრაცია

# ერთიანი საინჟინრო გეომეტრიული მოდელის პირველი მიახლოება

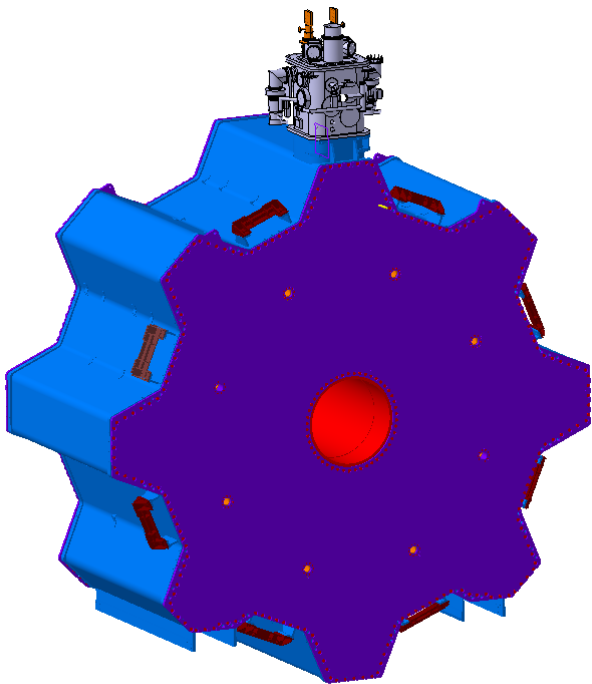
---



# საინჟინრო პროექტებში გამოყენებული გეომეტრიული მოდელები

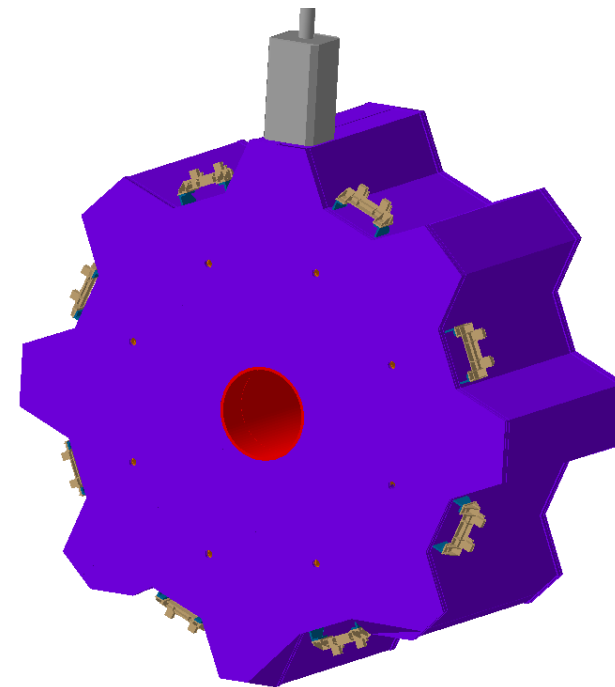
EndCap Toroid – Endcap ტოროიდული მაგნიტი გამოიყენეს Geant4-ის სიმულაციური მოდელის ანალიზისთვის.

საინჟინრო გეომეტრიული მოდელი



	CATIA	VP1	Difference
1 Cold Mass	116740 kgs	123012 kgs	5.4%
2 Thermal Silding	15988 kgs	15957 kgs	0.2%
3 Cover	57966 kgs	57185 kgs	1.3%
4 BoreTube	13433 kgs	10208 kgs	24.0%
5 Yoke	1820 kgs	1338 kgs	26.5%
6 Stay Tube	2028 kgs	2214 kgs	9.2%
7 JTV Shilding	4161 kgs	4510 kgs	8.4%
8 Turret	2476 kgs	1512 kgs	38.9%
9 Tie Rod	3077 kgs	1268 kgs	58.8%
10 Bolts/	2965 kgs		100.0%
11 Services	869 kgs		100.0%
<b>Total</b>	<b>221523</b>	<b>217204</b>	

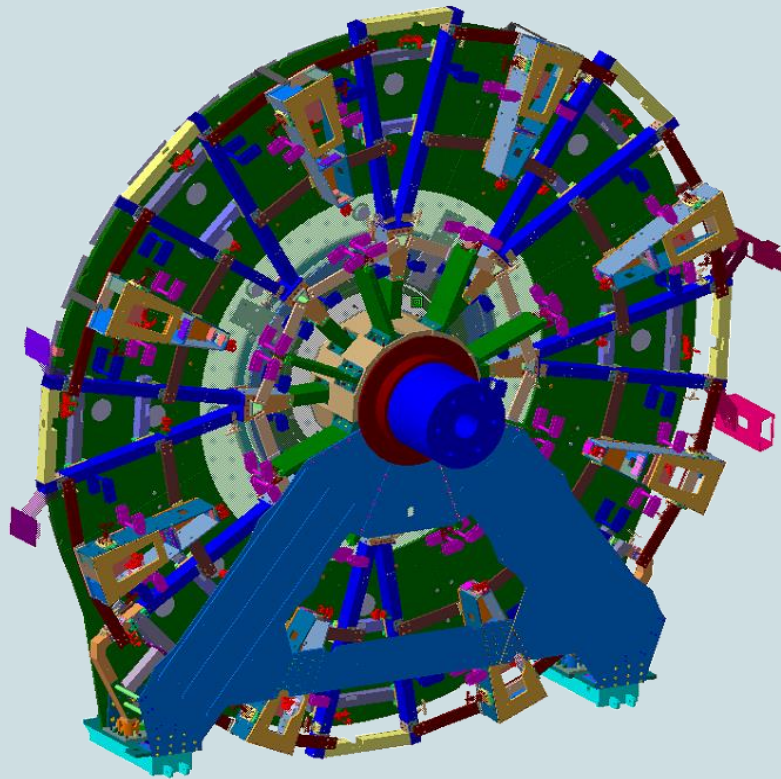
Geant4-ის გეომეტრიული მოდელი



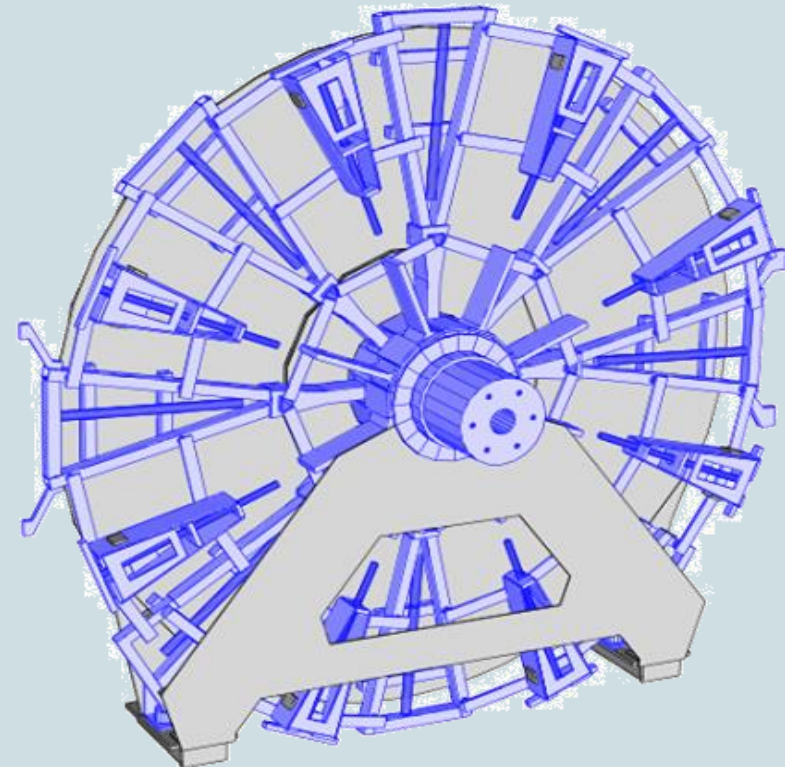
# საინჟინრო პროექტებში გამოყენებული გეომეტრიული მოდელები

NSW – New Small Wheel-ის გეომეტრიული მოდელის აგება Geant4-თვის.

CATIA GEOMETRY

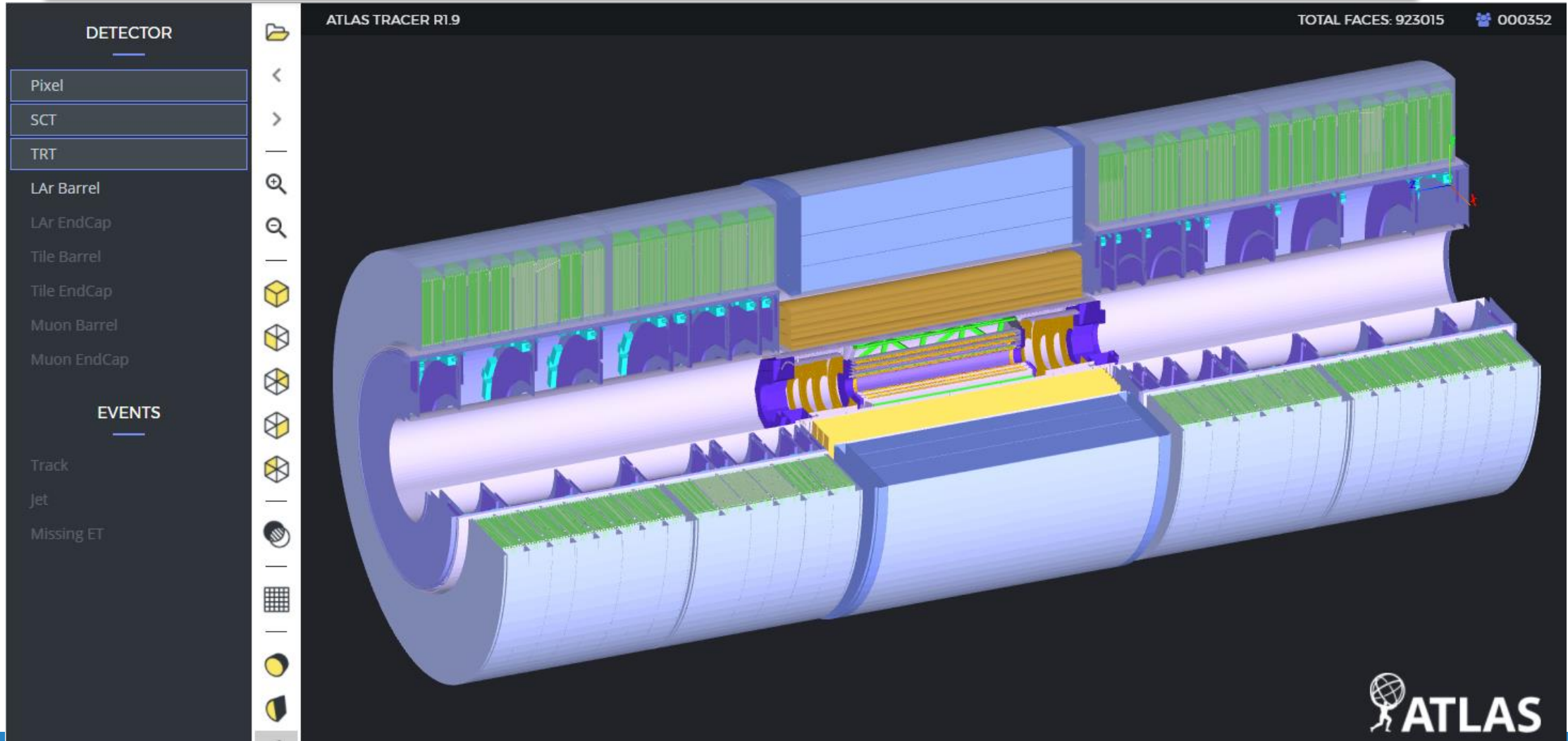


XML GEOMETRY



# საინჟინრო პროექტებში გამოყენებული გეომეტრიული მოდელები

Inner Detector- შიდა დეტექტორის გეომეტრიული მოდელები გამოიყენეს Tracer ივეთ-ვიზუალიზატორში გეომეტრიების ვიზუალიზაციისთვის.



---

# მადლობა ყურადღებებისთვის