

ტოროიდული მაგნიტის გეომეტრიული ანალიზი ATLAS-ის მოდელირების ამოცანებისათვის

არჩილ სურმავა, ბესიკ კველია, ნიკო ცუცქირიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ATLAS ექსპერიმენტისთვის (LHC, CERN, ჟენევა, შვეიცარია) რეალური ექსპერიმენტის მოდელირება წარმოადგენს ერთერთ მნიშვნელოვან ამოცანას. ერთის მხრივ DATA მონაცემებს იძლევა დეტექტორული აპარატურა, ხოლო მეორეს მხრივ პროგრამულ პაკეტებში გამოყენებული MonteCarlo-ს მეთოდი. Data/MC მონაცემების სიზუსტე წარმოადგენს ერთერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ნაწილს მოდელირებაში. მონაცემების სხვაობის ერთერთ მნიშვნელოვან ფაქტორად ATLAS დეტექტორის გეომეტრიული მოდელი მიიჩნევა. ასეთ პრობლემატურ რეგიონად მოიაზრება End-CAP Toroid (ECT) ტოროიდული მაგნიტის ადგილი. შესაბამისად ბირთვული ინჟინერიის ჯგუფმა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტიდან მოახდინა ECT ტოროიდული მაგნიტის საინჟინრო მოდელისა და მოდელირების პაკეტებში გამოყენებული ECT მოდელის ურთიერთშედარებითი ანალიზი.

საკვანძო სიტყვები: CERN. ATLAS ექსპერიმენტი. CATIA v5. გეომეტრიული ანალიზი.

1. ATLAS-ის დეტექტორის სტრუქტურა

CERN-ში არსებული დიდი ადრონული კოლაიდერი (The Large Hadron Collider, LHC), რომელიც შვეიცარია საფრანგეთის საზღვარზე მიწისქვეშ 100 მეტრის სიღრმეში მდებარეობს მსოფლიოში ყველაზე დიდი და ძლიერი ნაწილაკების ამაჩქარებელია. LHC წრიული ფორმისაა სიგრძით 27კმ. ამაჩქარებლის ძირითადი მიზანია პროტონების ნაკადის აჩქარებით და შეჯახებით მიღებულ იქნას დიდი ენერგიები რაც თავის მხრივ სამყაროს შექმნის თეორიის მოდელირების წინაპირობა იქნება [1].

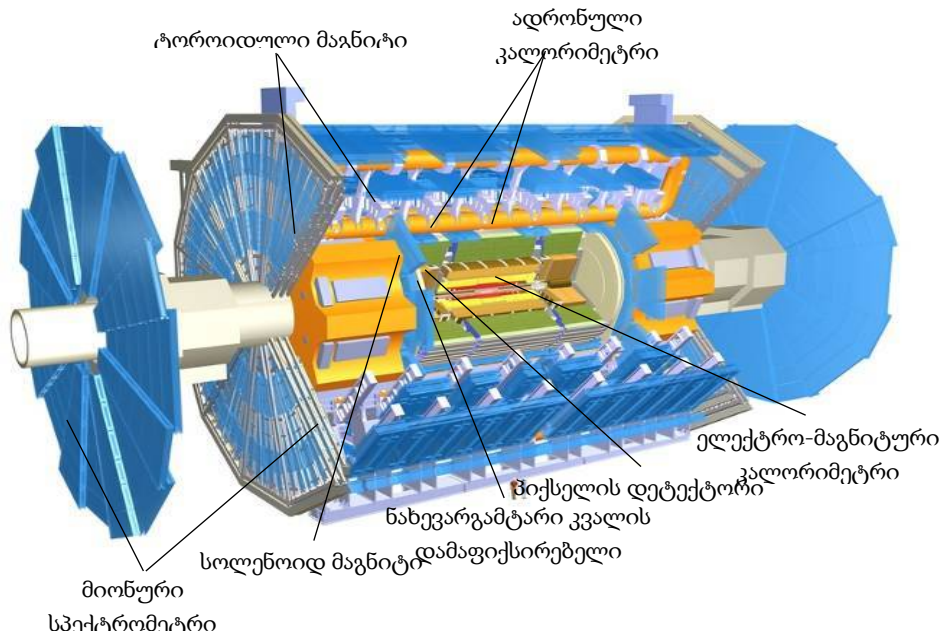
ელემენტარული ნაწილაკების ნაკადი მოძრაობს LHC-ს ორ მილში - საათის ისრის მიმართულებით, ხოლო მეორეში, საწინააღმდეგო მიმართულებით. აღნიშნული ნაკადები მართვადია და აჩქარების შემდეგ ხდება მათი კონკრეტულ ადგილებში დაჯახება. ეს ადგილები საექსპერიმენტო ადგილებია რომლებიც ამაჩქარებლის ოთხ ძირითად წერტილშია განაწილებული - ATLAS, CMS, ALICE და LHCb [2].

ATLAS დეტექტორი ყველაზე დიდ და კომპლექსურ საინჟინრო ანაწყოებს წარმოადგენს. მისი სიგრძე 44 მეტრია, ხოლო სიმაღლე 25 მეტრი; იწონის ~7'000 ტონას და შედგება 10'000'000 საინჟინრო კვანძისგან.

დეტექტორი იყოფა 4 ძირითად კომპონენტად, ხოლო ეს კომპონენტები თავის მხრივ ქვეკომპონენტებად (ნახ.1).

1. შიგა დეტექტორი (Inner Detector, ID)

შიგა დეტექტორი მდებარეობს ATLAS დეტექტორის ცენტრალურ ნაწილში და მისი ძირითადი ფუნქცია ელემენტარული ნაწილაკების დაფიქსირება და მათი ტიპის და იმპულსის განსაზღვრაა.



ნახ.1. ATLAS დეტექტორი

1.1. *პიქსელის დეტექტორი (Pixel Detector)*-ID დეტექტორის შიდა ნაწილია, რომელიც დაყოფილია სამი შრედ. შრეები შედგება 1744 მოდულისგან. თითოეული მათგანი აწარმოებს გაზომვებს 2x6 სმ ფართობზე.

1.2. *ნახევარგამტარული კვალის დამაფიქსირებელი (Semi-Conductor Tracker, SCT)* - ID დეტექტორის შუა ნაწილია. პიქსელისგან განსხვავებით SCT სისტემა უფრო დიდ (61 მ²) ფართობზე ახდენს ნაწილაკების დაფიქსირებას.

1.3. *გარდამავალი რადიაციული კვალის დამაფიქსირებელი (Transition Radiation Tracker, TRT)*-ID დეტექტორის გარე ნაწილია. მას ორი დატვირთვა აქვს: ერთი - როგორც ნაწილაკების კვალის და მეორე - გარდამავალი რადიაციის დამაფიქსირებელი. TRT შედგება 4 მმ-იანი მილებისგან, რომელთა სიგრძე 144 სმ-ია.

2. კალორიმეტრი (Calorimeter)

კალორიმეტრი მდებარეობს სოლენოიდური მაგნიტის გარეთ. მისი მიზანია გაზომოს ნაწილაკების ენერგია. კალორიმეტრის ორი სისტემა არსებობს:

- *ელექტრო-მაგნიტური კალორიმეტრი (ემკ)*, რომელიც მასში გამავალი იმ ნაწილაკების ენერგიას შთანთქავს, რომლებსაც გააჩნიათ ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება.

- *ადრონული კალორიმეტრი* - შთანთქავს ძლიერ ურთიერთქმედებაში მყოფ ნაწილაკების ენერგიას რომლებიც გაივლიან ელექტრომაგნიტურ კალორიმეტრს.

3. მიონური სპექტრომეტრი

მიონური სპექტრომეტრი ATLAS დეტექტორის ყველაზე დიდი სისტემაა, რომელიც განაწილებულია კალორიმეტრის გარშემო 4-11 მეტრიანი რადიუსის დიაპაზონში. ის 3 შრედ არის დაყოფილი, რომლებიც მიონის საზომი კამერებისგან შედგება სულ 12 000 კამერა.

4. მაგნიტური სისტემა

ATLAS დეტექტორი იყენებს 2 დიდ მაგნიტის სისტემას, რათა მოახდინოს ელემენტარული ნაწილაკების გადახრა.

- შიგა სოლენოიდი ქმნის 2 ტესლა მაგნიტურ ველს შიდა დეტექტორის გარშემო
- გარე ტოროიდული მაგნიტები მიონურ სპექტრომეტრშია განაწილებული წრიულად 8 ადგილას, რომლის სიგრძე 26 მეტრია.

2. ATLAS-ის დეტექტორის IT ამოცანები

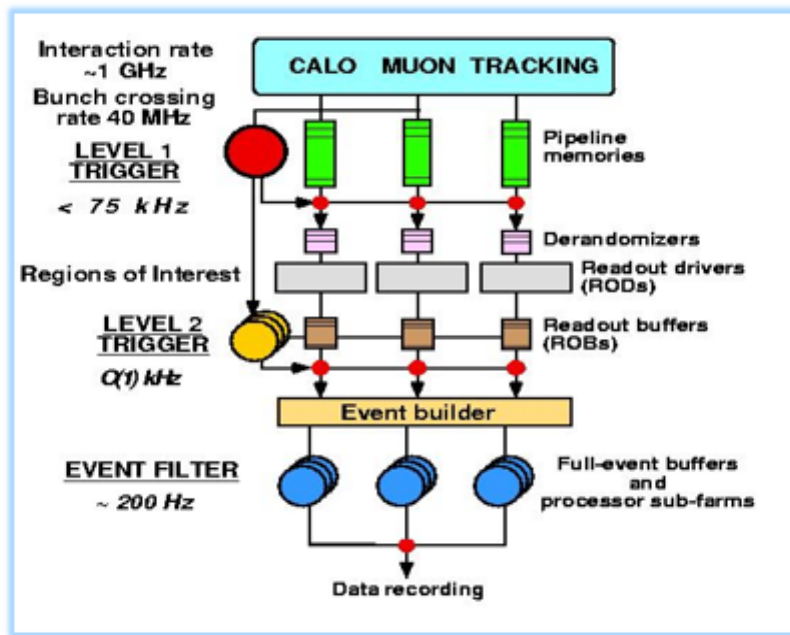
ატლასის დეტექტორის მიერ დაფიქსირებული ელემენტარული ნაწილაკების შესახებ ინფორმაციის მიღებას, დამუშავებას და საინტერესო მონაცემების გადარჩევას აწარმოებს ტრიგერული სისტემა.

ტრიგერული სისტემა 3 დონიანია:

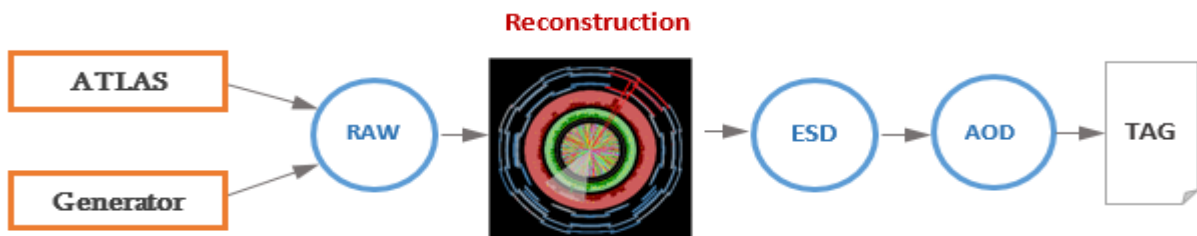
- პირველი დონის ტრიგერი აპარატურული დონეზეა რეალიზებული, ცენტრალური ტრიგერული პროცესორით, რომელიც სიგნალებს ძირითადად კალორიმეტრის და მიონის დეტექტორის სისტემის აპარატურული ხელსაწყოებიდან იღებს. პირველი დონის ტრიგერის დანიშნულებაა 40MHz სიხშირის ხდომილების შემცირება 75kHz-მდე. ამით ნაწილაკების ნაკადი მცირდება 100 მილიონამდე, რომელიც გადაეცემა შემდეგ დონეს 120 GB/s სიჩქარით.
- მეორე დონის ტრიგერი პროგრამულად ახდენს ნაწილაკის ტრაექტორიის რეკონსტრუქციას და შემდგომ ახორციელებს საინტერესო ნაწილაკების გაფილტვრას. ამით მეორე დონეზე ხდომილების სიხშირე მცირდება 1 KHz-მდე, ანუ დაფიქსირებული ნაწილაკების საინტერესო რეგიონი მეორე დონეზე მცირდება 3'000 ხდომილება/წმ-ით, ხოლო ფილტრს ხდომილების რაოდენობა 200 Hz-მდე დაყავს და საინტერესო ნაწილაკების რაოდენობა წამში 200-მდე დადის. საბოლოოდ ხდომილების საშუალო ზომა 1.6Mb-ია [3], რომელიც 300 MB/s სიჩქარით ინახება მონაცემთა ბაზაში (ნახ.2).

ATLAS-ში ექსპერიმენტის შედეგების პარალელურად offline რეჟიმში მიმდინარეობს ექსპერიმენტის მოდელირება. რაც გულისხმობს მონტე-კარლოს მეთოდის გამოყენებით ელემენტარული ნაწილაკების ნაკადის გენერირებას; ნაწილაკების იმიტირებულ დაფიქსირებას მოდელირებული დეტექტორებით და ტრიგერებით; ფიზიკური მახასიათებლების ციფრული სახით წარმოდგენას; ნაწილაკების რეკონსტრუქციას და ფიზიკურ ანალიზს. ამისთვის რეალური ატლასის ექსპერიმენტით და გენერირებით მიღებული შედეგები მიეწოდება რეკონსტრუქციის ალგორითმს, რომლიდანაც გამოდის ESD (Event Summary Data) - დაფიქსირებული ნაწილაკის ჯამური მონაცემი (ზომით 500kByte თითოეული ხდომილებისთვის) (ნახ.3).

ESD შეიცავს სრულ ინფორმაციას, რადგან რეკონსტრუქციის ალგორითმს საკმარისი კომბინირებული ინფორმაცია გააჩნია. ESD-დან ობიექტის ანალიზით მიიღება AOD (Analysis Object Data) მონაცემი (ზომით 100kByte თითოეული ხდომილებისთვის), რომელიც გამოიყენება შემდგომი ანალიზისთვის. გარდა ამისა განისაზღვრება TAG-ები (ზომით 1kByte თითოეული ხდომილებისთვის), რომელიც საბოლოო ეტაპზე მიიღება ფაილის სახით. TAG-ით შესაძლებელია ხდომილების სწრაფი გადარჩევა.



ნახ.2



ნახ.3

TAG ფაილები ატვირთულია ORACLE მონაცემთა ბაზებში, რომლებიც თავის მხრივ განთავსებულია განაწილებული კომპუტინგის GRID სისტემის კლასტერებში.

მათემატიკური მოდელი საშუალებას იძლევა განხორციელდეს ფიზიკური ექსპერიმენტების მოდელირება სხვადასხვა პირობებისთვის და ამით უკეთესად იქნეს გამოკვლეული ელემენტარული ნაწილაკის ბუნება. ექსპერიმენტის მოდელირება ხორციელდება Geant4 აპლიკაციის საშუალებით. მისი დახმარებით შესაძლებელია 10^9 რაოდენობის ელემენტარული ნაწილაკების დაფიქსირება. ეს პროცესი იყოფა სამ ძირითად ნაწილად: 1 - ელემენტარული ნაწილაკების გენერირება 2 - ნაწილაკების დეტექტორით დაფიქსირება; 3 - ფიზიკური სიდიდეების გამოსახვა ციფრული სახით.

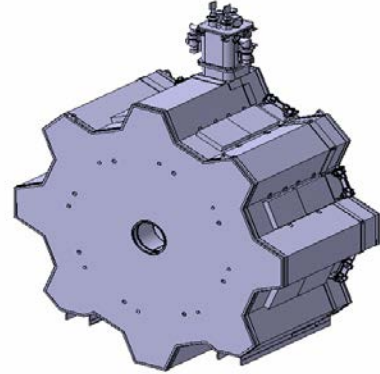
3. პრობლემის დასმა

მათემატიკური მოდელის გასავითარებლად და რეალურ ექსპერიმენტთან ადეკვატურობის შესამოწმებლად საჭიროა დეტექტორიდან (DATA) და მოდელირებით მიღებული შედეგების (MC) ურთიერთშედარება.

DATA/MC შედარების პროცესზე მუშაობა დღემდე აქტუალურია და პრობლემატური, რადგან შედეგების DATA-სა და MC-ს შედარებით დეტექტორის ზოგიერთ უბანში ფიქსირდება სხვაობები, რაც შესაძლებელია გამოწვეული იყოს დეტექტორის გეომეტრიული მოდელების ფორმის, მოცულობის და მასალების აღწერის უზუსტობებით.

ერთ-ერთ ასეთი უბანია ECT (End-Cap Toroid) (ნახ.4), სადაც DATA/MC სხვაობა მნიშვნელოვანია.

შედეგად, ამ სხვაობის გამომწვევი მიზეზების კვლევა და იმის დადგენა გამოწვეულია თუ არა ეს სხვაობა გეომეტრიული აღწერების განსხვავებებით, წარმოადგენს ATLAS-ის ექსპერიმენტის აქტუალურ ამოცანას.



ნახ.4

4. მეთოდის აღწერა

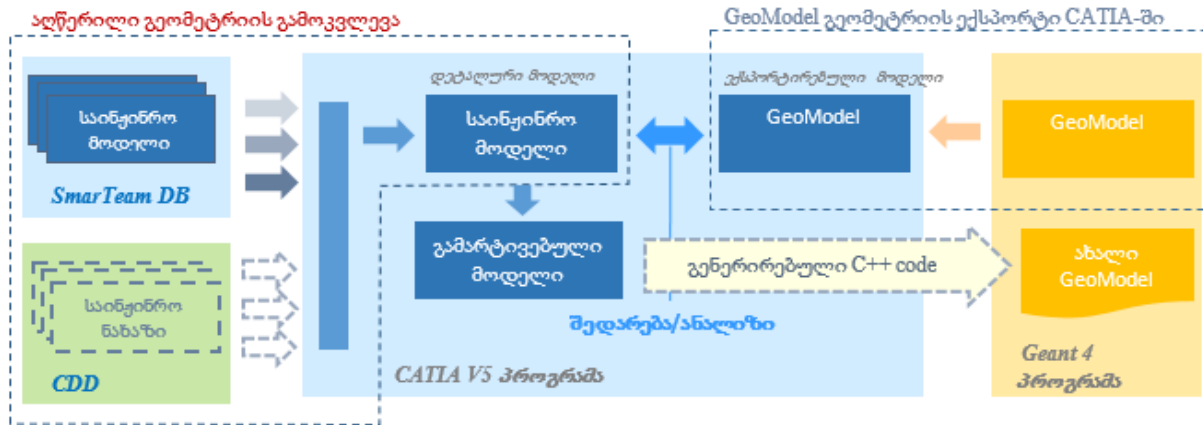
დეტექტორის დეტალური გეომეტრიული პარამეტრები ინახება CERN-ის 3 განზომილებიანი მოდელების საინჟინრო ბაზაში SmarTeam, ხოლო ნახაზები, CDD (CERN Drawing Directory) ბაზაში. დეტალური გეომეტრიის და გამარტივება ხდება CATIA V5 გამოყენებით (ნახ.5). Geant4-ში დეტექტორის გეომეტრიული მოდელის აღწერა ხორციელდება XML საშუალებით.

XML გეომეტრიული პრიმიტივების ბიბლიოთეკაა და მისი გამოყენებით შესაძლებელია კომპლექსური გეომეტრიების აგება C++ კოდში. დეტექტორის ყველა კომპონენტის აღწერა დეტალურად შეუძლებელია, რადგან კომპიუტერული და პროგრამული რესურსები ამის საშუალებას არ იძლევა. G4 გეომეტრიაში პრიორიტეტი ენიჭება არა გეომეტრიის დეტალიზაციას, არამედ მის ზუსტ მოცულობას, წონას და პოზიციონირებას, რათა გეომეტრიის კონკრეტულმა მოცულობამ რეალური ექსპერიმენტის იდენტური დაბრკოლება შეუქმნას ნაწილაკებს და მაქსიმალურად გამოავლინოს მათი თვისებები.

GeoModel არის C++ მონათესავე ენა რომელიც საშუალებას იძლევა დეტექტორის გეომეტრია აღიწეროს გეომეტრიული პრიმიტივებით და პარამეტრებით [4]. იგი დამუშავდა სპეციალურად მოდელირებისა და რეკონსტრუქციის ამოცანებისთვის და შესაძლებელს ხდის განხორციელდეს სხვადასხვა გეომეტრიული აღწერების ინტეგრაცია ერთ პლატფორმაზე მეხსიერების მინიმალური დანახარჯებით.

CATIA V5 (Dassault Systèmes) არის MS Windows და UNIX ოპერაციულ სისტემებზე მომუშავე საინჟინრო პროგრამა [5], რომელიც 2007 წლიდან CERN-ში ძირითადი საინჟინრო საპროექტო პლატფორმაა.

საინჟინრო მოდელისა (CATIA-ს მოდელი) და GeoModel-ის გეომეტრიაზე ურთიერთშედარებითი ანალიზის ჩასატარებლად (ნახ.5), განხორციელდა შემდეგი ეტაპები:



ნახ.5

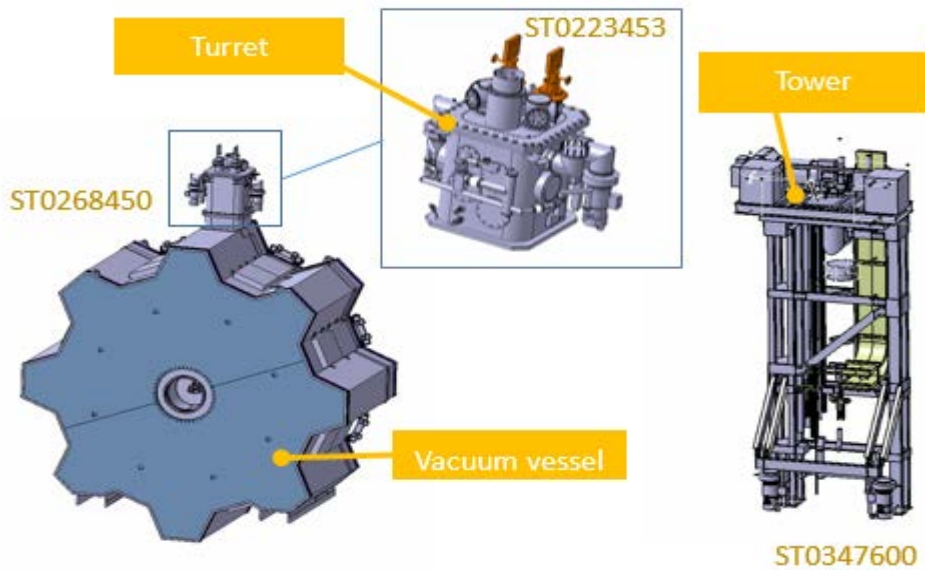
1. GeoModel გეომეტრიის კონვერტაცია WRML ფორმატში და ექსპორტი CATIA V5-ში ანალიზის ჩატარების მიზნით;
2. დეტალური საინჟინრო მოდელის აგება CATIA-ში, რომელსაც უნდა შეეძლოს GeoModel-ის გეომეტრია ზუსტი შედეგების მისაღებად;
3. SmarTeam მოდელის კვლევა გეომეტრიის დეტალურობის თვალსაზრისით. თუ მოდელი არ არის სათანადოდ დეტალური, მაშინ უნდა მოიძებნოს საწარმოო ნახაზები და მოხდეს დეტალური მოდელის რეპროდუცირება;
4. CATIA V5 ბაზაზე საინჟინრო მოდელის და GeoModel-ის გეომეტრიის თითოეული კომპონენტის მოცულობისა და მასის განსაზღვრა;
5. ანალიზის საფუძველზე იმის დადგენა თუ რამდენად საჭიროა ახალი მოდელის დამუშავება და გენერირება C++ კოდში.

5. ურთიერთშედარებითი ანალიზი

პირველ ეტაპზე განხორციელდა Geant4-დან ECT-ის GeoModel მოდელის კონვერტაცია .WRML ფორმატში, ხოლო საინჟინრო CATIA მოდელის მოსაძებნად გამოყენებულ იქნა ATLAS-ის საინჟინრო ბაზა SmarTeam. თუმცა არასრულყოფილი ბაზის გამო შეუძლებელი გახდა ერთი მთლიანი დეტექტორის გეომეტრიული მოდელის მოძებნა - SmarTeam-დან მოიძებნა ECT-ის 5 მსგავსი მოდელი.

CATIA-ში ანალიზის საფუძველზე მოცემული მოდელებიდან გადაირჩა შედარებით დეტალური ნაწილები (Vacuum vessel, Turret და Tower) და აიგო კომბინირებული მოდელი, რომელიც შედარებით დეტალურია (ნახ.6).

შემდეგ ეტაპზე შემოწმდა მიღებული მოდელის დეტალურობა. ამისთვის 3D გეომეტრია შედარდა შესაბამისი ანაწყოების საინჟინრო ნახაზებს და ფოტო მასალას, რამაც გამოავლინა მოდელის არადეტალურობა. ამისათვის თითოეულ დეტალს სათითაოდ ჩაუტარდა ანალიზი თუ რამდენად დეტალურია მათში შემავალი თითოეული კომპონენტი.

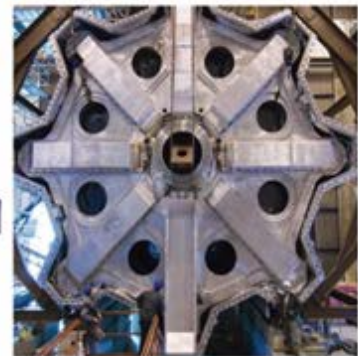
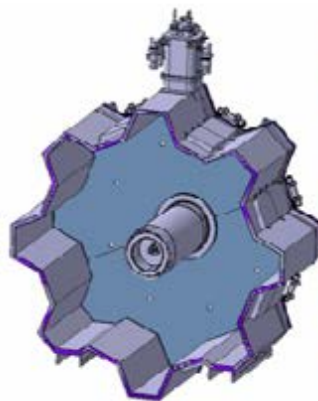


ნახ.6

ECT (Vacuum vessel) მოდელის გარე ნაწილი არ აღმოჩნდა სრულად დეტალური, როგორც ფოტოზე ჩანს (ნახ.7), რეალურ ანაწყოებს ბევრი ნახვრეტი და სამაგრი აქვს, რაც ჩვენს მიერ არჩეულ მოდელზე არ არის დატანილი. რამაც განაპირობა ECT მოდელის Cover ნაწილის გეომეტრიის რეპროდუცირების აუცილებლობა, ხოლო ECT მოდელის შიგა ნაწილები (Shielding, Coils, Keybox, Services, Tie Rod, Bore Tube, Supports) კი საერთოდ არ აღმოჩნდა არსებულ მოდელში (ნახ.8).



ნახ.7

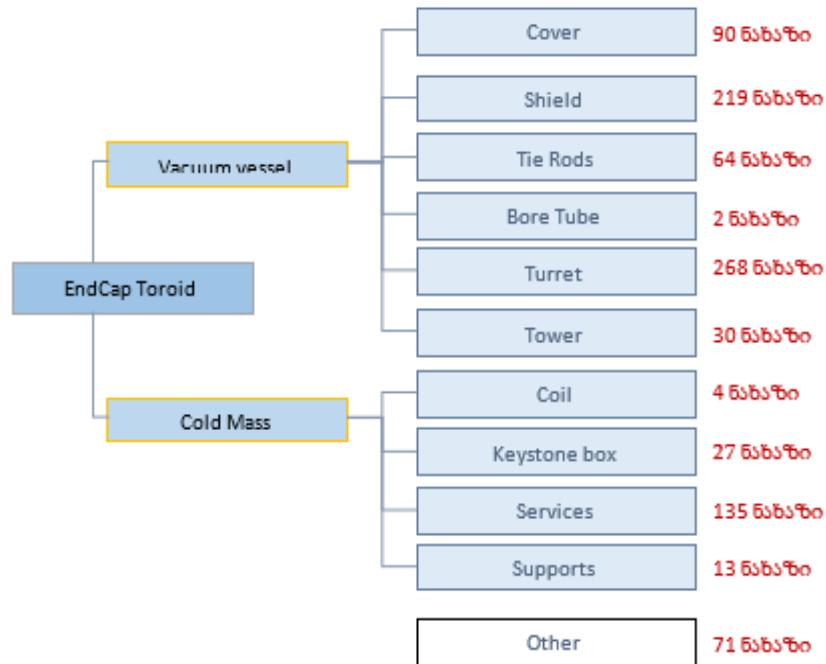


ნახ.8

შესაბამისად აუცილებელი გახდა მათი თავიდან აგება საწარმოო ნახაზებიდან, რომელთა მოძიებისთვის გამოყენებულ იქნა CDD, EDMS და ლოკალური ბაზები.

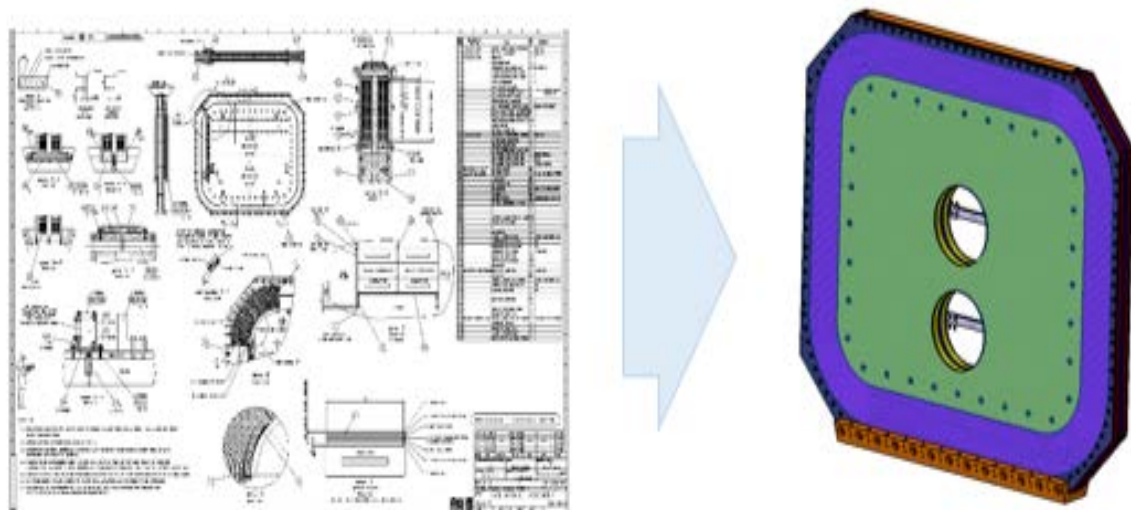
მოცემული ბაზებიდან მოიძებნა 902 საწარმოო ნახაზი, რომლებიც დახარისხდა და დაჯგუფდა კომპონენტების შესაბამისად (ნახ.9).

ECT კომპონენტების რეკონსტრუქცია განხორციელდა CATIA V5 საინჟინრო პროგრამაში ქვედეტალების დონეზე, რომელთა რაოდენობა 330 მოდელზე მეტია.



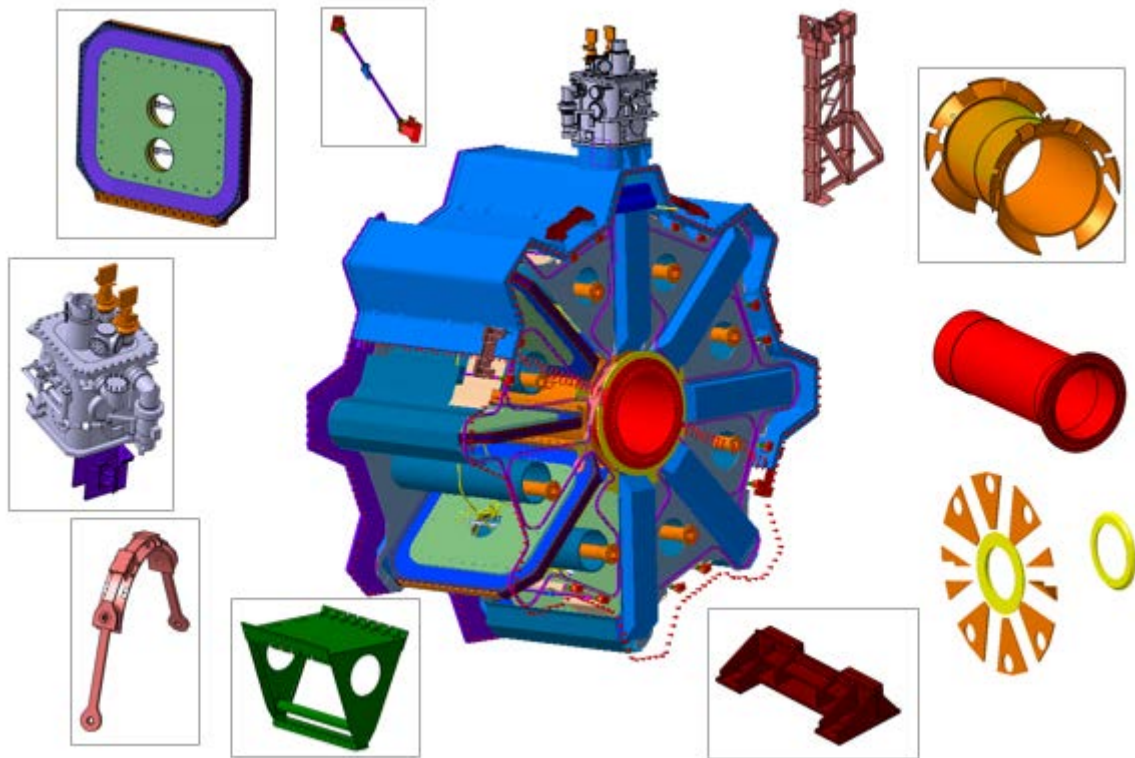
ნახ.9

ასევე განისაზღვრა თითოეული დეტალის მასალა, რაც აუცილებელია ურთიერთშედარების ანალიზის ჩასატარებლად. მიღებული დეტალური ქვედეტალებიდან მოხდა კომპონენტების ანაწილების შექმნა (ნახ.10).



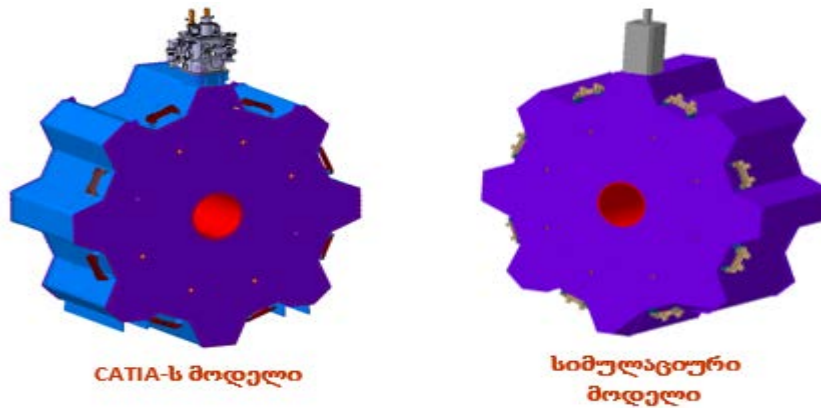
ნახ.10

ხოლო კომპონენტებით მთლიანი ECT დეტალური გეომეტრიული მოდელის აგება (ნახ. 11).



ნახ.11

ბოლო ეტაპზე, ურთიერთშედარებისთვის განხორციელდა ECT საინჟინრო (CATIA) მოდელის და XML მოდელის მოცულობის და მასის კალკულაცია ქვენაწილების დონეზე (ნახ.12).



ნახ.12

CATIA-ს და XML მოდელის თითოეული კომპონენტის შედარებით მიღებული სხვაობები განსაზღვრავს EndCapTorroid-ის კონკრეტულ მონაკვეთში წონით უზუსტობას. უმეტეს კომპონენტზე ეს უზუსტობა 20%-ზე მეტია, ხოლო რამდენიმე მათგანი საერთოდ არ არსებობდა სიმულაციურ მოდელში. განსაკუთრებული უზუსტობები აღმოჩნდა ისეთი ანაწყოებისათვის როგორცაა BoreTube – 3ტ., TieRod – 2ტ., Turret – 960კგ. ანალიზის შედეგად მიღებული სურათი (ცხრილი 1) განმარტავს ექსპერიმენტის მოდელირებით მიღებულ ცდომილებებს, რომლებიც მასის ცდომილებების პირდაპირპროპორციულია.

ცხრ. 1

	CATIA	VP1	Difference
1 Cold Mass	116740 kgs	XML 12 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%
Total	221523	217204	

ანალიზის შედეგები ტექნიკური ანგარიშის სახით წარდგენილ იქნა CERN-ში 16/12/2014-ში მიონური კვირეულის მოსმენებზე [6]. განხილვის შედეგებმა ცხადყო ჩატარებული სამუშაოს მნიშვნელობა. ATLAS-ის მოდელირების ექსპერტებმა მიიღეს გადაწყვეტილება მოდელირების პაკეტებში საბაზისო გეომეტრიული აღწერების მოდიფიცირების შესახებ. ამ მიზნით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბირთვული ინჟინერიის ჯგუფს დაევალა ECVT-ს ახალი გეომეტრიული აღწერების დამუშავება მოდელირების პაკეტებისთვის. ამ მიზნით CATIA-ში რეპროდუცირებული ECT-ს დეტალური გეომეტრია გამარტივდა შესაბამისი მოცულობებისა და მასების დაცვით. გამარტივებით გამოწვეულმა მაქსიმალურმა მოცულობითმა და წონითმა გაზრდებმა შეადგინა შესაბამისად 0.01მ³ და 27კგ. რაც აბსოლუტურად მისაღები სიზუსტეა მოდელირების პაკეტებისთვის (ცხრილი 2).

ცხრ.2

	Detailed	Simplified	Difference/ m ³	Detailed	Simplified	Difference/ kgs	Material	Density
	Volume/ m ³	Volume/ m ³		Mass/ kgs	Mass/ kgs			
Cold Mass	43,24	43,23	0,01	116`748	116`721	27	Aluminum	2700
Thermal Silding	6,057	6,056	0,001	16`353,9	16`351,2	2,7	Aluminum	2700
Cover	20,8	20,804	-0,004	56`160	56`170,8	-10,8	Aluminum	2700
Brackets	0,22	0,2201	-0,0001	1760	1760,8	-0,8	Steel	8000
BoreTube	1,679	1,678	0,001	13`432	13`424	8	Steel	8000
Yoke	0,231	0,231	0	1848	1848	0	Steel	8000
Stay Tube	0,751	0,751	0	2027,7	2027,7	0	Aluminum	2700
JTV Shilding	1,65	1,649	0,001	4158	4155,48	2,52	Polyboron	2520
Tie Rod	0,393	0,393	0	3144	3144	0	Steel	8000
Bolts/	0,148	0,147	0,001	1184	1176	8	Steel	8000
Services	0,06	0,06	0	480	480	0	Steel	8000

შედეგები წარდგენილ იქნა CERN-ში 2/06/2015-ში ATLAS-ის მიონური კვირეულის მოსმენებზე [7]. შედეგად მიღებული გეომეტრიიდან ბირთვული ინჟინერიის ცენტრმა მოახდინა XML კოდის გენერაცია, რომელმაც ჩაანაცვლა მოდელირების პაკეტებში არსებული ECT-ს გეომეტრიული აღწერები.

3. დასკვნა

1. ATLAS-ის დეტექტორი კომპლექსური საინჟინრო დანადგარია, რომლის კომპონენტების გეომეტრიული აღწერების სიზუსტეს მნიშვნელოვანი გავლენა აქვს ექსპერიმენტის მოდელირების შედეგებზე;

2. დეტექტორის ერთერთი ყველაზე მოცულობითი და მძიმე კომპონენტის - EndCap Toroid (ECT) გეომეტრიული აღწერების კვლევისთვის CERN-ის საინჟინრო ბაზაში არსებული მოდელებისა და 902 ნახაზის მიხედვით განხორციელდა გეომეტრიული მოდელის სინთეზი;

3. ECT-ს რეპროდუცირებული და არსებული მოდელების შედარებითმა ანალიზმა აჩვენა მნიშვნელოვანი მოცულობითი და წონითი ცდომილებები 5%-დან 58%-დე დიაპაზონში;

4. დაფიქსირდა ზოგიერთი კომპონენტების არ არსებობა: ჭანჭიკები - 3 ტონა; სერვისები - 870 კგ;

5. ანალიზის საფუძველზე გადაწყდა მოდელირების პაკეტებში (Gean4) არსებული გეომეტრიული აღწერების ჩანაცვლება ახალი აღწერებით, რისთვისაც ECT-ს რეპროდუცირებული მოდელი გამარტივდა მოცულობითი და წონითი პარამეტრების დაცვით და მოხდა მისი კოდირება XML ფორმატში.

ლიტერატურა:

1. The Large Hadron Collider. <http://home.web.cern.ch/topics/large-hadron-collider>
2. The accelerator complex. <http://home.web.cern.ch/about/accelerators>
3. Data Acquisition and Trigger System. <http://www.fsp101-atlas.de/e197881/e200233/>
4. GeoModel - Andreas SALZBURGER. <https://twiki.cern.ch/twiki/bin/view/AtlasComputing/GeoModel?redirectedfrom=Atlas.GeoModel>
5. CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application). <http://en.wikipedia.org/wiki/CATIA>
6. Alexander SHARMAZANASHVILI et al "End-CAP Toroid Investigation" - Muon & NSW Software Muon Week, 16 December, 2014 CERN, Switzerland. <https://indico.cern.ch/event/356850/>
7. Alexander SHARMAZANASHVILI et al "Updates on Geometry Comparison and Related Studies" - Muon & NSW Software Muon Week, 2 June, 2015 CERN, Switzerland, <https://indico.cern.ch/event/394320/>

GEOMETRICAL ANALYSIS OF TOROIDAL MAGNET FOR SIMULATION TASKS OF ATLAS

Surmava Archil, Kekelia Besik, Tsutskiridze Niko
Georgian Technical University

Summary

Simulation of real experiment is one of the most important task for ATLAS experiment (Large Hadron Collider, CERN, Geneva, Switzerland). Data from detector generated by hardware while in simulation source is MonteCarlo software. Data/MC discrepancy is one of the main field of investigation for the simulation. There are several reasons which cause Data/MC discrepancy, but most big influence has inaccuracies of ATLAS detector geometry descriptions. One of the problematic regions from this point of view was End-CAP Toroid (ECT). So Nuclear Engineering team from Georgian Technical University investigated consistency of ECT geometry using in simulation packages with ECT “as-built” geometry.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТОРОИДАЛЬНОГО МАГНИТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧИ ATLAS

Сурмава А., Кекелия Б., Цуцкиридзе Н.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Моделирование реального эксперимента является одним из наиболее важных задач для работы Атлас эксперимента (Большого адронного коллайдера, CERN, Женева, Швейцария). От Атлас детектора данные генерируются аппаратно, а моделирование осуществляется программным пакетом с использованием метода Monte Carlo. Точность данных Data / MC является главнейшим фактором при моделировании. Важнейшим фактором различия данных считается геометрическая модель ATLAS детектора. Под таким проблемным регионом подразумевается место тороидального магнита End-CAP Toroid (ECT). Группа ядерной инженерии Грузинского Технического Университета провела сравнительный анализ инженерной модели тороидального магнита ECT с моделью ECT из моделирующего программного пакета.