



Měření luminozity urychlovače LHC v CERN detektorem ALFA

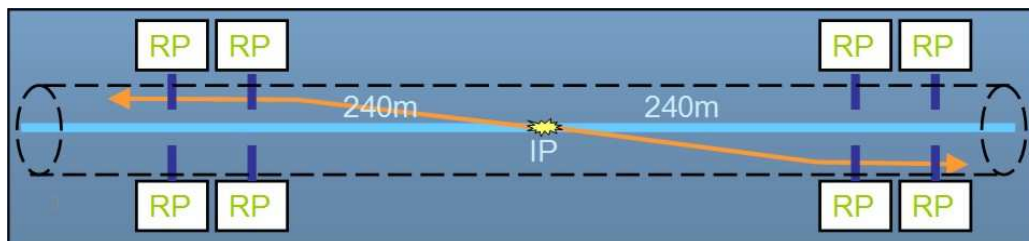
Dne 30. března v 13:06 SELČ byla vyvolána první vysokoenergetická srážka mezi svazky protonů na novém Velkém hadronovém srážeci LHC (Large Hadron Collider) v evropském středisku jaderného výzkumu CERN poblíž Ženevy. Touto událostí začal velmi očekávaný výzkumný program v oblasti částicové fyziky, jehož cílem je umožnit lidem pohlédnout do tajemství přírody, která jsou nám dosud ukrytá.

Hlavní cíle výzkumných programů, které se na LHC uskutečňují, spadají do oblasti poznávání základních kamenů hmoty. Především se jedná o nalezení Higgsovy částice, původu temné hmoty, otázky supersymetrie, studium fyziky za podmínek blízkých těm, které panovaly těsně po velkém třesku vesmíru a také očekáváme, že se nám při srážkách v LHC odhalí tajemství, která nanejdříve jen tušíme.

Už samotný urychlovač, společně s jeho detektory, je obrazem špičkové vědecko-technologické úrovně lidstva 21. století. Urychlovač LHC byl zkonstruován v kruhovém tunelu přibližně 100 metrů pod úrovní terénu na švýcarsko-francouzských hranicích a jeho obvod je přibližně 27 km. Jsou v něm ve dvou tubusech proti sobě urychlovány svazky protonů nebo iontů olova na energie až 14 TeV. Na čtyřech místech jsou urychlené svazky namířené proti sobě a kolem nich, ve velkých podzemních štolách, vyrostly čtyři velké detektory – ATLAS, CMS, ALICE a LHCb. Prvně jmenovaný je zároveň se svými rozměry 44x22x22 metrů a váhou 7000 tun největším detektorem v historii. Účelem detektorů je zachytit co nejvíce produktů (částic), které vznikly při srážkách mezi urychlenými protony nebo ionty olova.

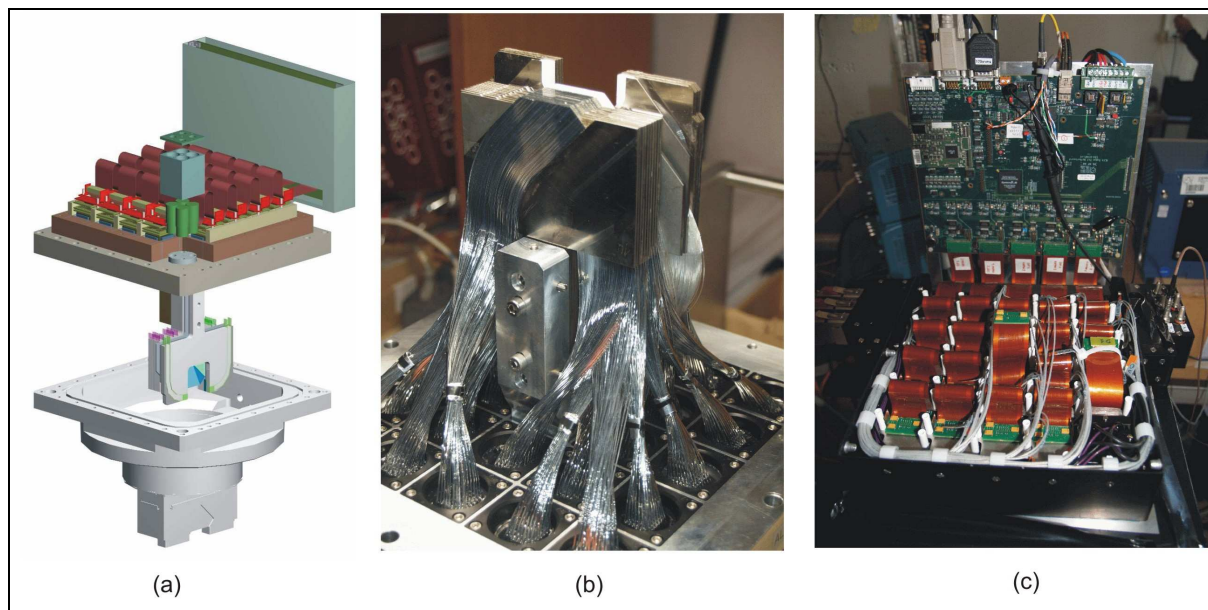
Česká republika se aktivně podílí na experimentech probíhající na LHC. Nejvýznamnější roli hrají Akademie věd ČR, ČVUT Praha a Univerzita Karlova v Praze. Od ledna 2010 je členem projektu ATLAS i Univerzita Palackého v Olomouci v rámci RCPTM. Naše skupina je zapojena do simulací, měření a vyhodnocování dat na tzv. předřazeném detektoru ALFA, který je určen pro absolutní kalibraci luminozity (intenzity) protonových svazků pro detektor ATLAS.

Detektor ALFA je scintilační trasovací detektor navržený pro stanovení absolutní luminozity. Detektor sleduje trajektorie protonů elasticky odchylených pod úhly v řádu mikroradiánů v interakčním bodě detektoru ATLAS, nebo-li v dopředné oblasti interakčního bodu. Detektor ALFA sestává z celkem 4 stanic, dvě na obou stranách od interakčního bodu ve vzdálenosti 240 m, Obrázek 1. Každá stanice je tvořena dvojicí tzv. horního a dolního Římského hrnce, Obrázek 2. Každý Římský hrnec je tvořen soustavou scintilačních vláken, Obrázek 2b, pro zaznamenávání drah rozptýlených protonů. Charakteristika protonového svazku v této oblasti je neznámá a pro rozumný popis je třeba, aby poloha Římských hrnců byla určena s přesností do 10 μm .



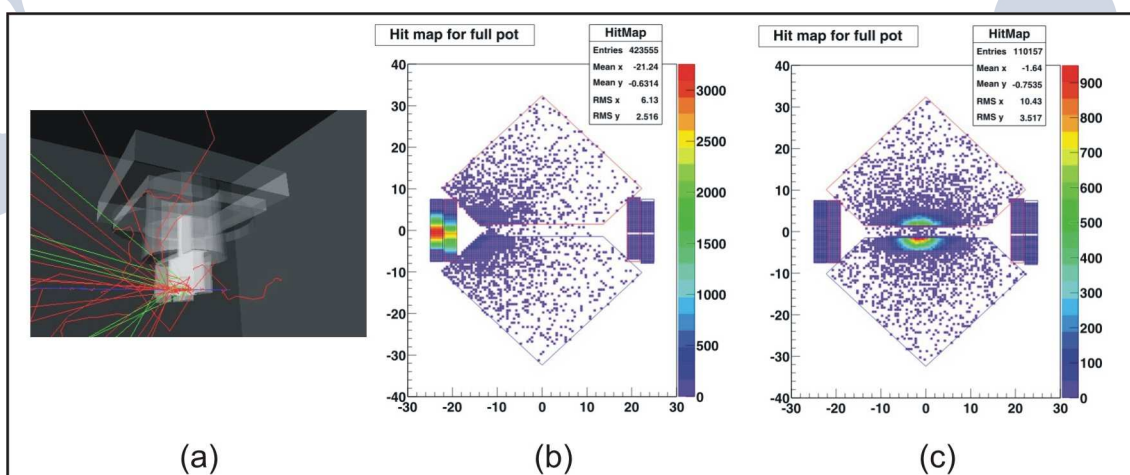
Obrázek 1 – Umístění stanic detektoru ALFA.





Obrázek 2 – (a) Schéma Římského hrnce, (b) soustava scintilačních vláken, (c) náhled elektroniky.

Konkrétně, naše pracoviště pracuje na modelování samotných detektorů pod jednotným softwarovým prostředím ATHENA, na kterém běží celý projekt ATLAS, a vytváření vyhodnocovacích algoritmů pro zpracování naměřených dat. V případě modelování se jedná o zapracování geometrie detektorů ALFA, včetně jejich materiálových vlastností a reálné metrologie. Toto modelování je nezbytné nejen pro pochopení fyzikálních procesů v dopředné oblasti detektoru ATLAS, ale také pro přesnou rekonstrukci drah protonového svazku při měření luminozity. V případě návrhu vyhodnocovacích algoritmů pracujeme na několika typech algoritmů pro rekonstrukci a rozbor protonových drah, které jsou používány pro zjištění rozlišení detektorů a stanovení luminozity.



Obrázek 3 – (a) příklad vizualizace, (b)-(c) příklady rekonstrukce protonového svazku při testování.