

## Fyzika na kolesách - CERN

Šagátová Andrea · Prírodné vedy

11.06.2012



V máji 2012 sa uskutočnila exkurzia študentov na najdokonalejšie vedecké pracovisko na svete CERN. Akciu zorganizoval Ústav jadrového a fyzikálneho inžinierstva za odmenu pre najlepších študentov jednotlivých ročníkov FEI STU v Bratislave za finančnej podpory Nadačného fondu Slovenských elektrární v Nadácii Pontis.



CERN z francúzskeho Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire znamená Európske centrum jadrových výskumov. Jeho hlavnou úlohou je zabezpečiť urýchlovače častíc a ďalšie zariadenia potrebné na výskum vysokoenergetických častíc. Areál CERNu sa nachádza na hranici Švajčiarska a Francúzska v blízkosti Ženevy. Štátna hranica prechádza zhruba v polovici hlavného areálu CERNu (Site Meyrin). Medzinárodné laboratórium CERN bolo založené 11-timi európskymi krajinami v roku 1954. V súčasnosti združuje 20 členských krajín, má 2400 zamestnancov a 10 000 užívateľov 113 národností.



*Schaffhausenské vodopády na hranici Nemecka a Švajčiarska.*

Cesta autobusom z Bratislavy do Ženevy trvala 15 hodín. Začala sa neskoro večer 5. mája. Po noci strávenej v autobuse nasledovala prvá zo zaujímavých zastávok: Schaffhausenské vodopády. Hodina strávená v prekrásnom prostredí s valiacou sa vodou a starobylym hradom na hranici Nemecka a Švajčiarska bola veľmi osviežujúca. Ďalšie hodiny v autobuse ubiehali veľmi rýchlo aj vďaka referátom študentov. Každý

študent si pripravil niekoľkostranový referát na tému týkajúcu sa CERNu podľa vlastného výberu, ktorý prečítal do mikrofónu pre všetkých účastníkov exkurzie.

Začínal referát Martina Sara o Podstate a cieľoch CERNu, pokračovali príspevky o nositeľoch Nobelovej ceny pracujúcich v CERNe a nasledovali články o urýchľovačoch nachádzajúcich sa v CERNe a ich využití ako aj témy týkajúce sa vzniku a rozpínania vesmíru, hmoty a antihmoty, elementárnych častíc a subatomárnych častíc i čiernych dier. Prečítanie referátov trvalo 3 hodiny a už sa nám otvoril krásny výhľad na mesto na brehu jazera a s najvyššími vrcholmi Álp v pozadí, Ženevu. O hodinu sme vystupovali pred hotelom v mestečku blízko Ženevy: Saint-Genis-Pouilly, ktoré sa tak ako aj susedné obce nachádza nad časťou najväčšieho urýchľovača CERNu: The Large Hadron Collider (LHC). Po namáhavej ceste mali všetci možnosť si dobre oddýchnuť, najbližší program sa začínal až nasledujúci deň ráno.





*Pätnäšť hodinová cesta autobusom z Bratislavy*

Po výdatných sladkých raňajkách sme 7. mája o 8 hodine vyrazili do laboratórií CERNu. Cesta trvala pár minút, stihli sme sa odfotiť pred „Globe of Science and Innovation“ - drevená guľa s expozíciou o hlavných úlohách CERNu vo vnútri, pred ktorou je vystavený jeden z magnetov z urýchľovača LHC. Premiestnili sme sa pred recepciu, kde si nás vyzdvihol náš nanajvyšš fundovaný sprievodca, doc. Peter Chochula, ktorý v CERNe pracuje na jednom z detektorov LHC: ALICE (A Large Ion Collider Experiment). Pochádza z Bratislavy, študoval a pracoval na Fakulte matematiky fyziky a informatiky UK a všetci sme ocenili jeho výklad v našej rodnej reči. Najskôr sme si vypočuli pôsobivú prednášku o CERNe v hlavnom auditoriu, miestnosti, ktorá slúži aj na zasadnutia council: riadiaceho organu CERNu.

Tu sme sa dozvedeli o najväčšom urýchľovači CERNu LHC (Large Hadron Collider - Velký hadrónový urýchľovač), že je najchladnejším a súčasne najprázdnejším miestom vo vesmíre. Supravodivé magnety LHC sú chladené na 1,9 K, pričom teplota vesmíru je 2,7 K. Vákuum v LHC je o dva rády prázdnejšie ako vesmír (LHC  $10^{-14}$  atm, vesmír  $10^{-12}$  atm). 27 km obvod urýchľovača tvorí vyše 9000 supravodivých magnetov, s polom do 8,6 T. Celková dĺžka titán-nióbových vlákien, z ktorých sú vyrobené vinutia cievok supravodivých magnetov LHC presahuje 5-násobok vzdialenosti Zem - Slnko.

LHC urýchľuje dva zväzky buď protónov alebo iónov olova, a vygeneruje 600 miliónov zrážok za sekundu. Od roku 2010 je LHC urýchľovačom s najvyššou dosiahnutou energiou častíc na svete, dnes je to 4 TeV a po jeho úprave v budúcom roku to bude 7 TeV. Protón je vpustený do LHC už s takmer rýchlosťou svetla a v priebehu zhruba 20 min, s frekvenciou 11 tisíc obehov za sekundu získa maximálnu kinetickú energiu.

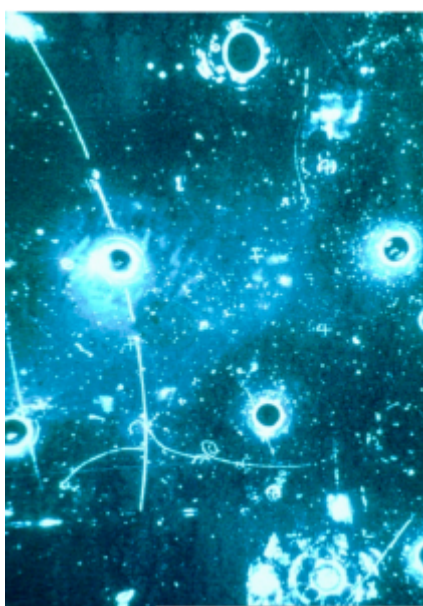
Dozvedeli sme sa o najväčších objavoch uskutočnených v CERNe: a) objav W a Z bozónov, nositeľov elektroslabej sily, b) potvrdenie existencie troch generácií hmoty na predchodcovi LHC LEP (Large Elektron Positron Collider), c) 1995 výroba prvých atómov antivodíka a dnes už udržia antiatómy vodíka viac než 1000 s. d) preukázanie narušenia CP parity, ktoré je jedným z možných kľúčov k pochopeniu nerovnováhy medzi hmotou a antihmotou pri vzniku vesmíru.

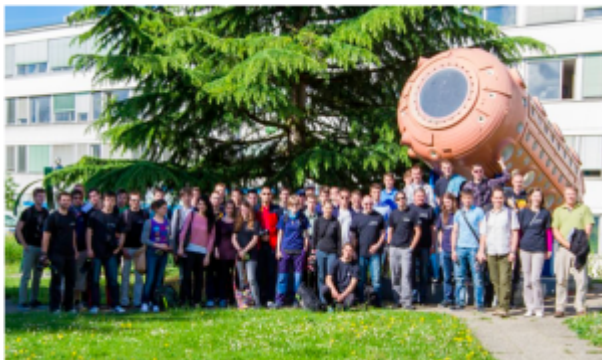


Taktiež nám priblížil 5-tich nositeľov Nobelových cien, ktorí v CERNe pracovali. Doc. Chochula hovoril aj o experimente OPERA, ktorý je zameraný na osciláciu neutrín, kedy sa ich zväzok posielal popod zem do 700 km vzdialeného pracoviska v Taliansku. Spomínané pracovisko vyhlásilo, že zaznamenalo neutrína skôr ako by mali prísť rýchlosťou svetla, avšak z dôvodu chyby v synchronizácii tomu tak nebolo. Cestou z prednášky sme sa vyfotili pri detektore Gargamelle na ktorom v roku 1972 pozorovali neutrálne prúdy, ktoré potvrdili, že elektromagnetická a slabá sila sú prejavom tej istej interakcie.



*Recepcia CERNe s detektorom kozmického žiarenia na zemi a hlavné auditórium*

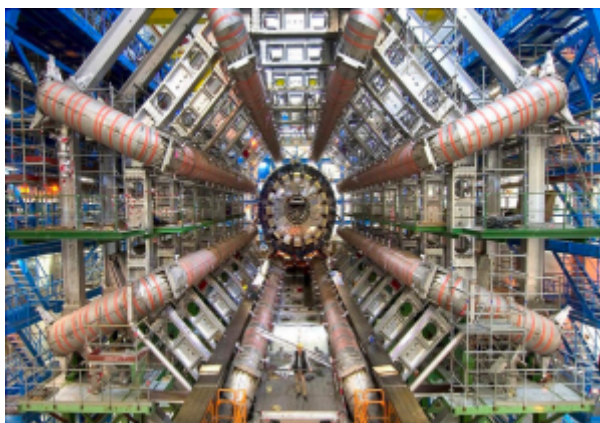




*Prvá z 300 000 fotografií Gargamelle zobrazujúca neutrálne prúdy. Dnes Gargamelle spestruje areál CERNu (vpravo).*

Po úvodnej prednáške sme sa presunuli do najväčšieho detektora na LHC, do ATLASu, presnejšie do budovy nad ním, keďže detektor sa nachádza v jaskyni 100 metrov pod zemou a za prevádzky LHC nie je prístupný kvôli vysokej radiácii. Tu nás sprevádzal Dr. Stanislav Němeček pôvodcom

z Česka. Detektor ATLAS (A Toroidal Large ApparatuS) bol spustený do prevádzky pred štyrmi rokmi, a meria všetko, k čomu dochádza keď sa nechajú do seba narážať protóny alebo ióny s veľmi vysokou energiou urýchlené v LHC. Vďaka ich vysokej energii sú schopné vytvoriť nové častice, aj doposiaľ neznáme. V súčasnosti je asi najhľadanejšou časticou tzv. Higgsov bozón, ktorý by podľa štandardného modelu častíc mal spôsobovať hmotnosť elementárnych častíc. Na mieste sme videli 3D film o zavádzaní 7 000 ton ťažkého a 44 m dlhého ATLASu a pozreli sme si aj riadiace centrum, odkiaľ sa ATLAS riadi a kde sa zbierajú dáta a rozosielajú na ďalšie spracovanie.



*ATLAS, najväčší detektor na LHC v CERNe. Vpravo riadiace centrum ATLASu.*

Doobeda sme sa ešte presunuli do haly SH18, v ktorej sa testujú a rozbiehajú náhradné diely pre LHC. Sprevádzal nás opäť pracovník CERNu pôvodom zo Slovenska, Viliam Senaj. V SH18 sa nachádzajú dipólové aj kvadrupólové magnety pre LHC. Mohli sme sa pozrieť do ich vnútra. Videli sme urýchľujúcu kavitu, náhradný rezonátor z ôsmich kavít, zakryvovacie magnety i ako vyzerajú vo vnútri, ako je vyriešené, že pri schladení zmenšia svoj objem, čo znamená, že celý kruh LHC sa skrúti o cca 300 m na svojich 27 km.

Celý LHC je citlivý na príťažlivosť mesiaca ako príliv a odliv, každý z 9000 kusov 16 m dlhých magnetov, váži 35 ton a nachádza sa 100 m pod zemou. Všetky magnety sú usporiadané s presnosťou 100 mikrometrov, na čo sa používajú roboty vyrobené na Slovensku. Od februára do decembra je LHC v prevádzke, takže nie je možné dolu vstúpiť. Zväzok z urýchľovača sa ukončuje v jaskyni v pohorí Jura tzv. „dump“, na druhej strane Ženevského jazera ako sú Alpy. Tu zväzok stratí neuveriteľných 350 MJ svojej nominálnej energie.

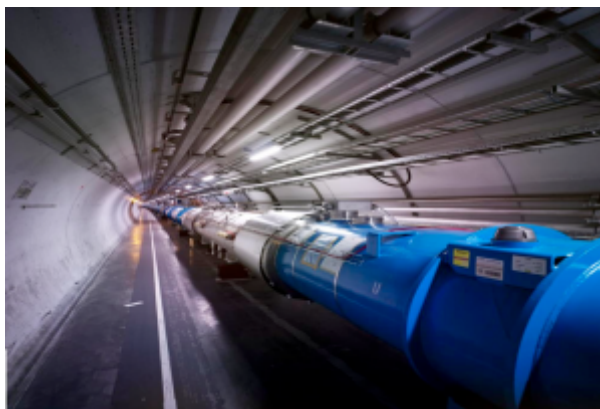


*Hala SH 18 pre testovanie náhradných dielov LHC. Vľavo časť zakryvovacieho magnetu, vpravo na zemi urýchľujúca kavita*

Po prehliadkach sme sa naobedovali priamo v areáli CERNu a pokračovali sme prehliadkou verejne prístupného „Globe of Science and Innovation“ a výstavy „Microcosm“. O tretej poobede sme sa presunuli autobusom do centra Ženevy. V Ženeve sme mohli vidieť vodnú fontánu, Kvetné hodiny, miesto, kde atentátnik bodol cisárovnú Sisi, protestantskú Katedrálu sv. Petra, Stenu reformácie postavenú na počesť vodcov Medzinárodného reformačného hnutia, Národný pamätník tvorený súsoším dvoch mladých žien: Republiky Ženevy a Helvetie symbolizujúce pripojenie Ženevy k Švajčiarsku ale aj previezť sa cez Ženevské jazero loďou, ktorá tu premáva ako MHD.



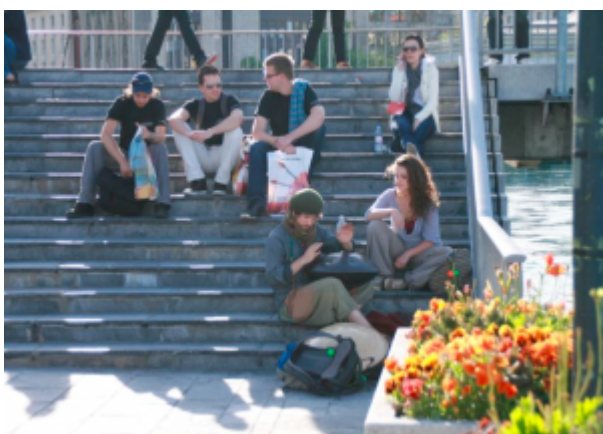
Program bol voľný, každý mohol navštíviť, čo si vybral. Na záver dňa sme sa ešte previezli na Námestie národov, vyzdobené množstvom fontán a obrovskou stoličkou, pod ktorou práve v čase našej návštevy prebiehala demonštrácia Pakistancov. Po náročnom dni, sme sa vrátili do hotela, kde sme si odpočinuli ešte poslednú noc, pred náročnou cestou autobusom.



*LHC v\_avo a v\_stava vo vnútri Globe*









Ženeva



Ženeva, Námestie národov: vľavo od stoličky demonštrácia, vpravo naši študenti.  
Ženevské jazero

Ráno sme opäť vyrazili o ôsmej. Smerovali sme do Beznau, jadrovej elektrárne s v súčasnosti najstarším energetickým reaktorom na svete v prevádzke, beží už 43 rokov a predpokladajú, že ešte 10 rokov bude. Tu sa nás ujalo 6 veľmi milých dám, ktoré nás po úvodnej prednáške previedli celou elektrárnou. Veľmi milým prekvapením bola pani Dr. Ludmila Krouhliková, ktorá ako študentka emigrovala v 1969 z Čiech do Švajčiarska žije tu dodnes, a pred odchodom na dôchodok v elektrárni Beznau pracovala. Jadrová elektráreň Beznau je jedna zo štyroch jadrových elektrární Švajčiarska, ktoré pokrývajú spolu 40 % energetickej spotreby štátu. Zvyšných 60 % zabezpečujú vodné elektrárne. Jadrová elektráreň Beznau pozostáva z dvoch blokov, každý o netto elektrickom výkone 365 MW. V každom bloku je jeden tlakovodný reaktor s tepelným výkonom 1130 MW, využívajúci obohateý urán ako palivo.

Cez presklené dvere sme nazreli do velínov oboch prevádzkových blokov a prešli sme do strojovne s vysoko- a nízko-tlakou turbínou, generátorom a kondenzátorom pary i ostatnými časťami sekundárneho okruhu elektrárne. Na všetkých zapôsobila čistota a poriadok na navštívených pracoviskách. Pohľad na strojné zariadenia nenasvedčoval

43 rokom prevádzky, tie budili dojem akoby boli uvedené do prevádzky najviac pred piatimi rokmi. Z terasy nad transformátorom sme mohli sledovať tiahle elektrické vedenia. Sekundárny okruh elektrárne využíva na chladenie kondenzátora rieku Aare, ktorá obmýva po oboch stranách ostrov, na ktorom sa elektrárne nachádza. Po prehliadke elektrárne sme sa vydali na spiatočnú cestu domov a o tretej nad ránom sme šťastne dorazili do Bratislavy.

---