

CERN, otvorené príležitosti

P. Stríženec, Ústav experimentálnej fyziky SAV, Košice,
strizene@saske.sk

- ♦ Čo je CERN ?
 - ♦ veda, ľudia a inštitúcia
 - ♦ zapojenie Slovenska
- ♦ Čo v CERNe nájdeme ?
 - ♦ urýchľovače, detektory a všetko okolo
 - ♦ technológie
 - ♦ ľudia
- ♦ Prínosy CERNu pre mladých zo Slovenska
- ♦ Ďalšie perspektívy

CERN, otvorené príležitosti

♦ Čo je CERN ?

- ♦ CERN je skratka “Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire” (Európsky výbor pre jadrový výskum), založený 1952 za účelom ustanovenia medzinárodnej fyzikálnej organizácie v Európe. Výsledkom bolo vytvorenie laboratória neďaleko Ženevy v 1954
- ♦ v súčasnosti je CERN najväčšie svetové laboratórium fyziky elementárnych častíc, slúži na základný výskum, na objavovanie “základných kameňov” hmoty, ale veľa poznatkov získaných sa prenáša do praxe
- ♦ CERN je v prvom rade laboratóriom, kde je umiestnené množstvo experimentálnych zariadení, ktoré pomohli vybudovať našu znalosť o hmote a Vesmíre, momentálne sa pokúšajú aj namerať, či existujú javy, ktoré doterajší model nepopisuje – v snahe objaviť cestu k tzv. “teórii všetkého”
- ♦ CERN prevádzkuje celý komplex urýchľovačov (aj jeden spomaľovač) častíc, z ktorých najnovší je “Large Hadron Collider” (LHC), je to vlastne najväčší “mikroskop” sveta, ktorý nedávno objavil poslednú chýbajúcu časticu Štandardného Modelu tzv. Higgsov bozón

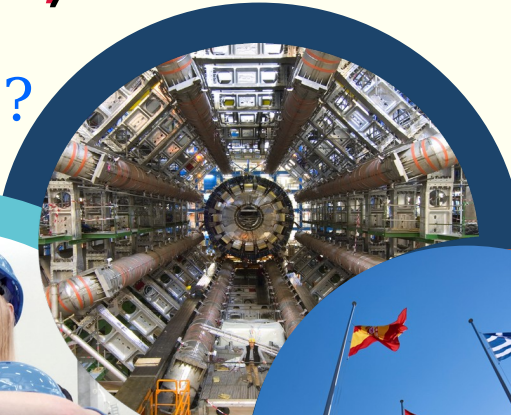
CERN, otvorené príležitosti

♦ Čo v CERNe nájdeme ?

VÝUKA
& ŠKOLENIE



VEDA A VÝSKUM



SPOLUPRÁCA



TECHNOLÓGIA
& INOVÁCIE



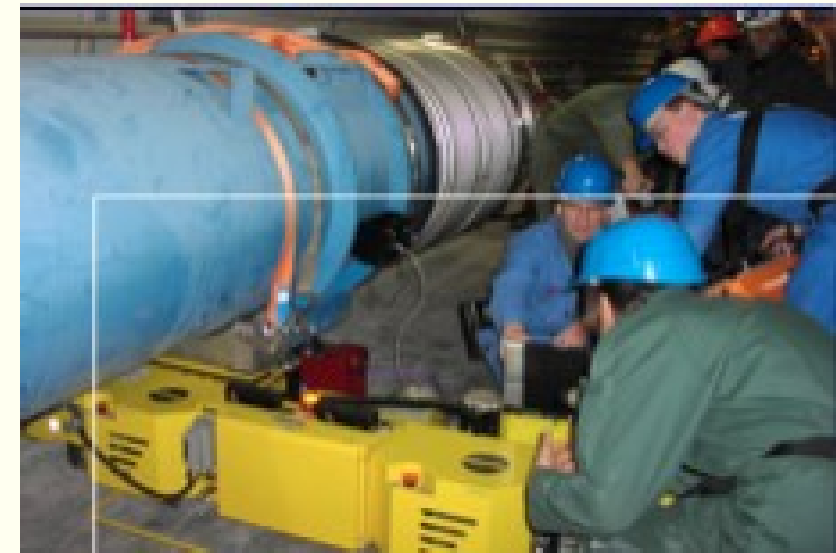
♦ Kto v CERNe pracuje ?

- ♦ Celý svet (vedci, inžinieri, technici, ale aj hasiči a sekretárky sú z mnohých krajín), organizácia dbá na vyvážené počty zamestnancov z členských krajín vo všetkých oblastiach
- ♦ Málo kmeňových zamestnancov (asi 2500), ale veľké množstvo “užívateľov” (okolo 15 tis. zo 70 krajín sveta), ktorí sa podieľajú na konštrukcii detektorov, ich behu a analýze nameraných dát, veľké množstvo PhD študentov (stovky každý rok), ale aj študentov technických odborov (IT, elektro, strojárstvo,...)

CERN, otvorené príležitosti

♦ Zapojenie Slovenska v CERN

- ♦ Slovensko je členskou krajinou CERN od svojho vzniku (1993), výnimočne rýchlo po rozdelení Československa
- ♦ Priamo do výskumu sú zapojené ústavy SAV (FÚ BA, ÚEF KE), ako aj vysoké školy (UK, UPJŠ, TU BA, TU KE, Žilinská univerzita), niekoľko Slovákov je v CERN aj zamestnaných, prípadne tam pracujú dlhšie obdobie
- ♦ Mnoho študentov (nielen fyziky) dostáva možnosť učiť sa najnovším poznatkom v špičkových tímoch v CERNe. Pravidelne sa organizujú aj návštevy stredoškolákov v CERNe, aby sme povzbudili ich záujem študovať prírodné vedy či techniku (viac detailov neskôr)
- ♦ Slovenské firmy sú zapojené do dodávok pre CERN (do pandémie návratový koeficient vysoko nad 1)
- ♦ Výnimočný je prípad ZŤS VVÚ, ktorí vyvinuli a dodali roboty na pokládku LHC magnetov s vysokou presnosťou
- ♦ Technológie a znalosti v CERNe vyvinuté sú dostupné všetkým členským štátom, túto oblasť Slovensko zatiaľ málo využíva



CERN, otvorené príležitosti

♦ Technológie

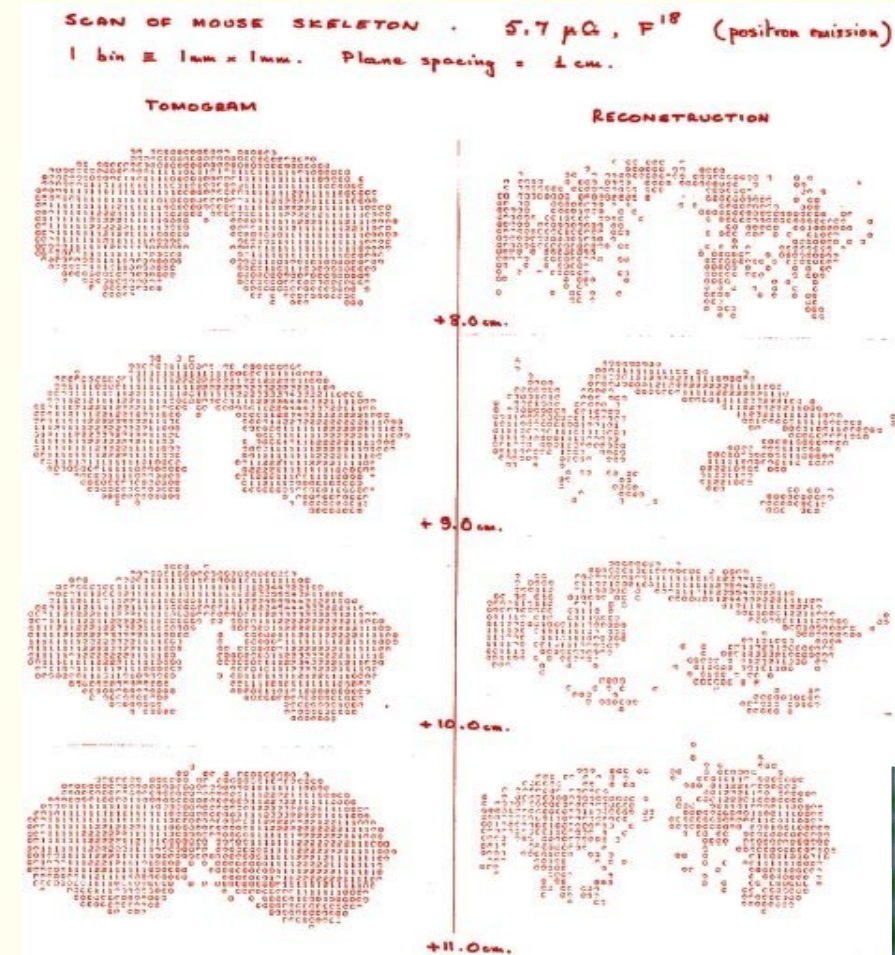
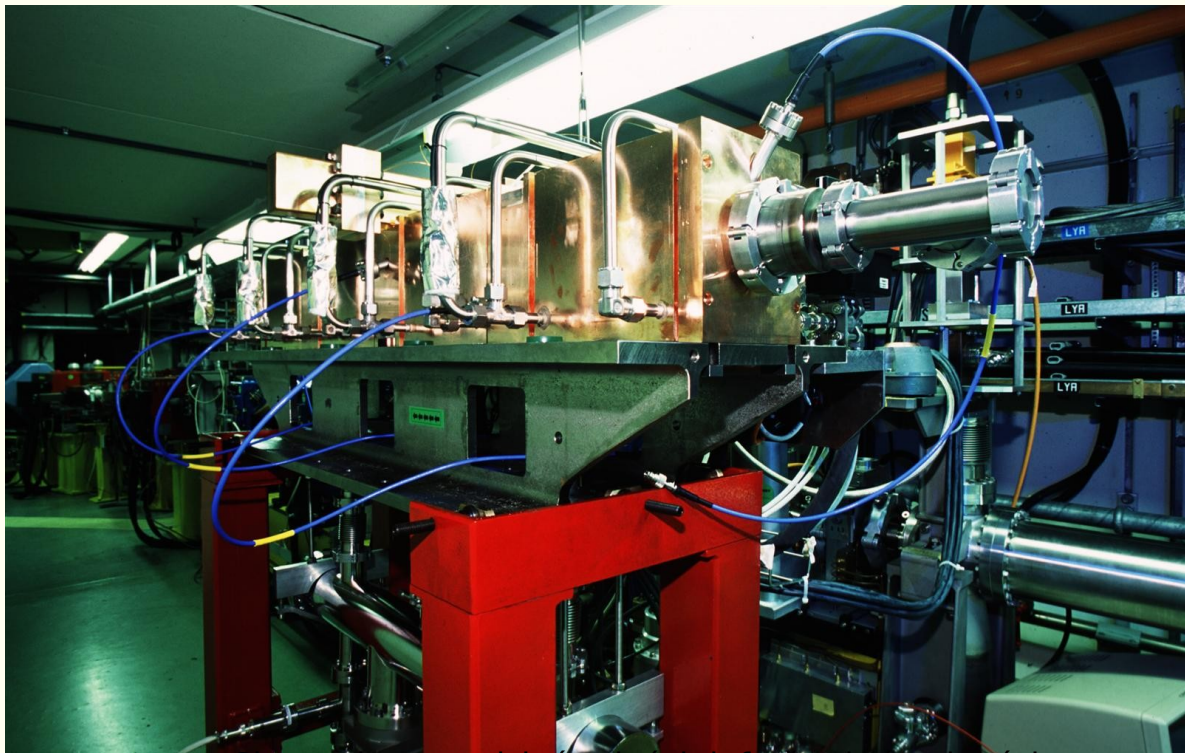
- ♦ Takýto komplex je nabitý rôznorodou technológiou (vákuová, magnety, kryogenika, riadiaca a zabezpečovacia elektronika,.....), ktorú CERN nielen nakupuje, ale často aj vyvíja
- ♦ Vývoj urýchľovačov a detektorov so sebou prináša mnohé požiadavky, ktoré štandardná technológia nespĺňa a preto vznikajú rôzne vylepšenia, či úplne nové technológie, nielen detektorové, ale aj výpočtové (WWW)
- ♦ Klasickým príkladom je multivláknová proporcionálna komora, ktorá znamenala prelom v detekcii častíc – rýchla, má možnosť registrovať veľa častíc naraz, elektronické meranie (G.Charpak, Nobelova cena), využívaná v biológii, rádiológii a nukleárnej medicíne
- ♦ Príklad možno bližším k súčasnému životu je dotykový display, ktorý skonštruovali inžinieri F. Beck a B. Stumpe v CERNe a uviedli do regulárnej prevádzky v r. 1973 (slúžil na SPS až do spustenie LHC)



CERN, otvorené príležitosti

♦ Technológia

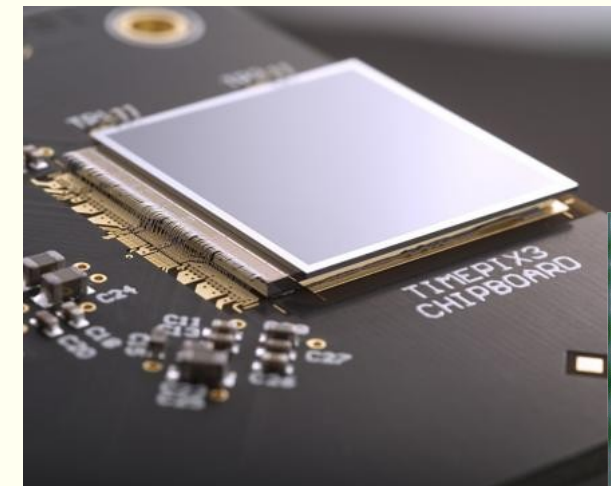
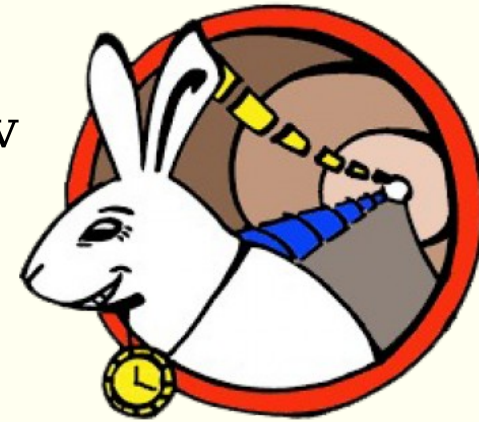
- ♦ Všetky moderné medicínske zobrazovacie prístroje sú založené na technológiách vyvinutých pre meranie častíc
- ♦ Prvý pozitronový emisný tomograf (PET) bol zostrojený v CERN v roku 1977, tu je jeden z prvých obrázkov myši:
- ♦ Z novších treba spomenúť že CERN je jedným zo zakladateľov hadrónovej terapie rakoviny, na obr. prvý lineárny urýchľovač ktorý ukázal efektívnosť tejto terapie



CERN, otvorené príležitosti

♦ Iné, asi menej známe príklady

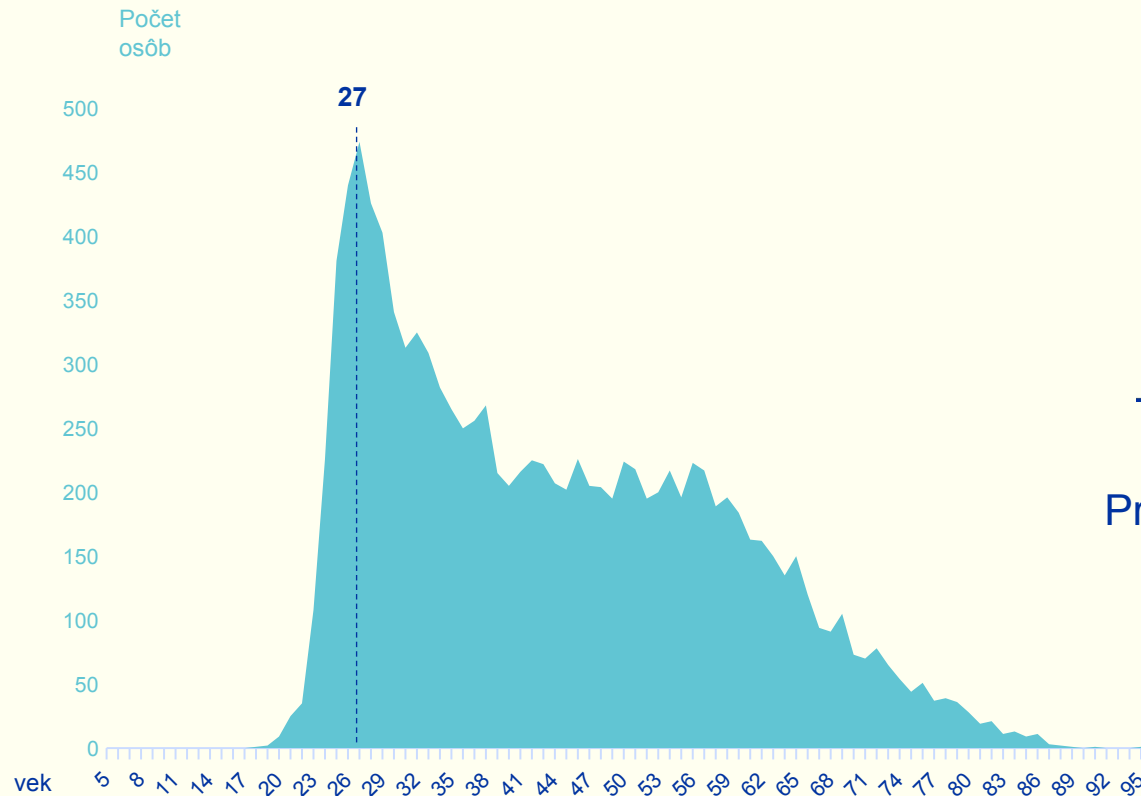
- ♦ Počuli ste niečo o “White Rabbit” ? Je to protokol vyvinutý v CERN na monitoring a synchronizáciu rôznych zariadení s presnosťou 10 ps (10^{-12}), čo je presnosť vyžadovaná v komplexe urýchľovačov. Opäť je k dispozícii ako “open hardware a software” riešenie.
 - ♦ Kde našiel uplatnenie mimo vedeckých aplikácií? Okrem synchronizácie elektrických sietí v tzv. “Smart City” riešeniach, ho masívne používa nemecká burza, na časové “značkovanie” rýchleho elektronického obchodovania
- ♦ Medipix chipy boli vyvinuté pre LHC detektory a sú schopné registrovať jednotlivé fotóny s veľmi dobrým časovým a priestorovým rozlíšením. Licencie sú dostupné spolupracujúcim firmám na rôzne aplikácie
 - ♦ Používajú sa v medicínskom zobrazovaní, analýze materiálov, nedeštruktívnej analýze umeleckých diel či archeologických artefaktov, ale aj dozimetrii vo Vesmíre



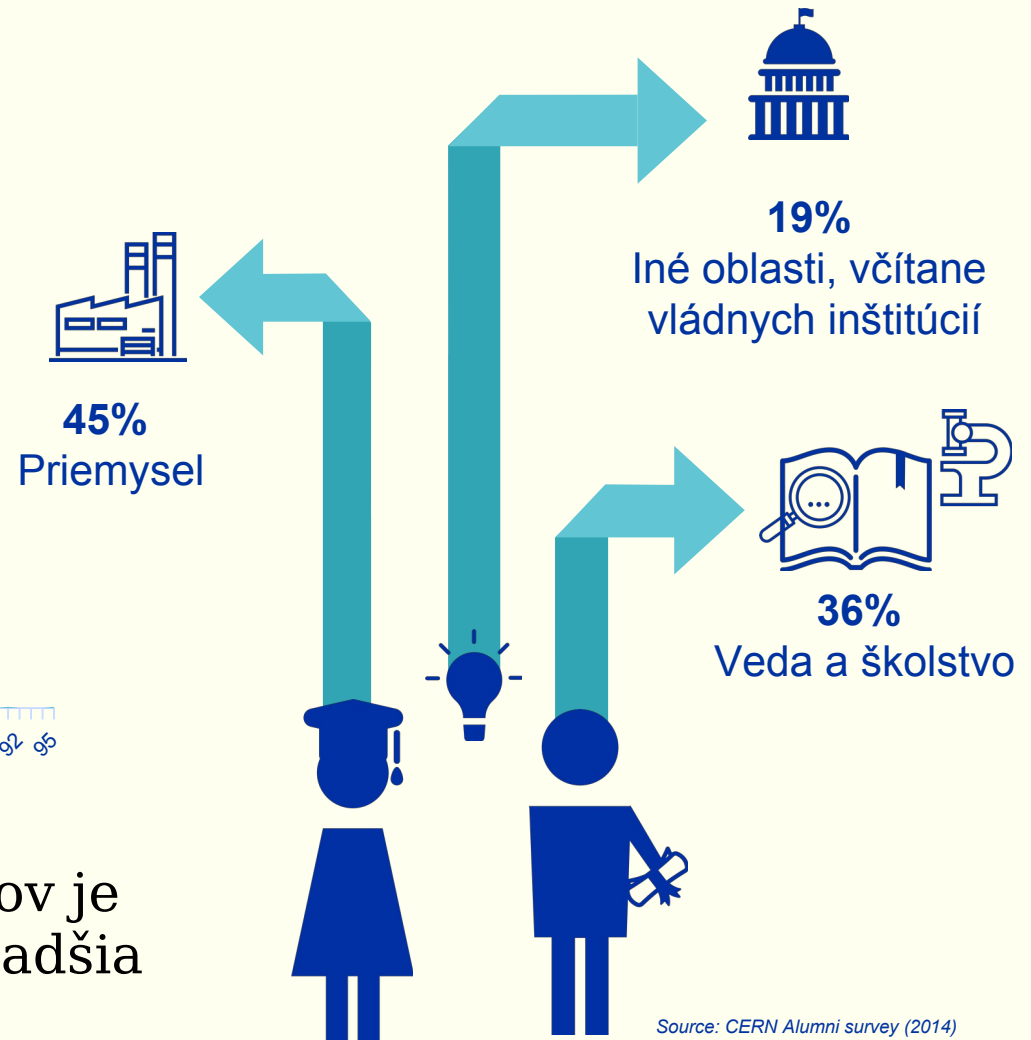
CERN, otvorené príležitosti

♦ Ľudia

- ♦ CERN je mladá organizácia a školí ľudí pre všetky oblasti



- ♦ Vekové zloženie slovenských užívateľov je veľmi podobné, takmer polovica je mladšia ako 30 rokov



PhD and Technical študenti vyškolení v CERN

CERN, otvorené príležitosti

♦ Programy pre študentov

♦ Možnosti začínajú už pre stredné školy:

- ♦ Návštevy CERNu, školy si zorganizujú zájazd, Visit service im ponúkne rôzne exkurzie na zariadenia CERNu, snažíme sa aby sa mohli stretnúť aj so slovenskými vedcami
- ♦ Virtuálne návštevy CERNu, kde školám sprostredkujú videokonferenčne hodiny fyziky priamo z CERNu slovenskými vedcami
- ♦ **Beamline for Schools**, medzinárodná súťaž stredoškolských tímov v návrhu experimentu na urýchľovači, tri najlepšie návrhy získajú pobyt v CERNe a možnosť svoj experiment zrealizovať (dva-tri tímy každý rok zo SR)
- ♦ **Učiteľský program**, pravidelné exkurzie stredoškolských učiteľov do CERNu, s prednáškami a školeniami v rôznych disciplínach fyziky (absolvovalo vyše 500 učiteľov doteraz)
- ♦ **HSSIP**, program 2 týždňových stáží pre študentov 16-19 rokov na získanie praktických skúseností vo vede, technike a inováciách

CERN, otvorené príležitosti

♦ Masterclasses

- ♦ medzinárodná súťaž stredoškolských študentov v analýze fyzikálnych dát, koordinovaná CERNom, a hostovaná na slovenských univerzitách (niekoľko sto žiakov v SR zapojených každý rok)
- ♦ International Cosmic Day (podobne ako Masterclasses, ale študenti merajú kozmické žiarenie)



CERN, otvorené príležitosti

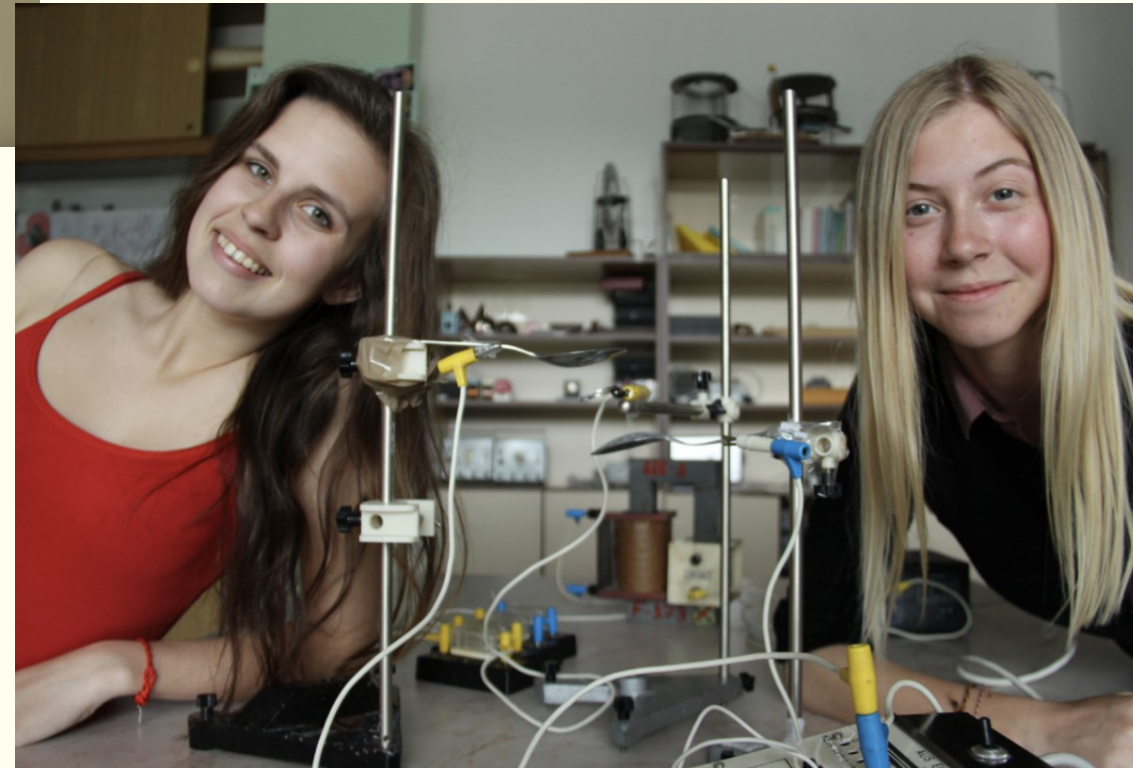
♦ Cascade

- ♦ súťaž stredoškolských tímov v príprave videoprezentácie o časticovej fyzike a kozmológii



♦ Particles4You

- ♦ medzinárodná súťaž stredoškolákov vo vytvorení vzdelávacieho nástroja, ktorý demonštruje prítomnosť elementárnych častíc v našom každodennom živote
- ♦ víťazky zo Slovenska v roku 2018



CERN, otvorené príležitosti

♦ Programy pre študentov

♦ Pokračujú na ďalšom stupni:

- ♦ **Summer students**, až 3 mesačný pobyt pre univerzitných študentov fyziky, inžinierstva alebo počítačov, praktické zapojenie do konkrétnych projektov pod vedením špičkových odborníkov v CERNe. Študenti sa plne zapájajú do práce kolektívov, zúčastňujú sa ich seminárov a diskutujú s najlepšimi odborníkmi danej oblasti (jednodvaja študenti zo SR každoročne)
- ♦ **Openlab summer students**, pre študentov IT ponúka možnosť pracovať na pokročilých projektoch, navštevovať prednášky, špeciálne pripravené IT odborníkmi z CERNu a iných organizácií, navštíviť firmy spolupracujúce s CERNom. (zatiaľ nevyužívané zo SR)
- ♦ **Krátkodobé stáže**, (1-6 mesiacov), vo všetkých oblastiach činnosti CERNu, študenti pomáhajú pri riešení reálnych projektov
- ♦ **Bakalárske a diplomové práce**, študenti vysokých škôl v SR majú možnosť vypracovať bakalársku či diplomovú prácu na témach riešených v CERNe či už kolektívmi zo Slovenska, alebo našimi pracovníkmi v CERNe. Tieto nemusia byť len z fyziky, máme príklady takýchto prác z oblasti IT či technických odborov (hojne využívané fyzikálnymi katedrami, menej z ostatných oblastí)

CERN, otvorené príležitosti

♦ Programy pre študentov

♦ Nielen pre študentov fyziky či IT:

- ♦ **Administrative students program**, pre študentov odborov administratívneho zamerania, možnosť 2 až 12 mesačnej praxe v administrácii veľkej medzinárodnej organizácie v rôznych odboroch (HR, právo, financie, účtovníctvo, logistika, PR, knihovníctvo, science communication,...), vyžaduje sa dobrá znalosť anglického alebo francúzskeho jazyka. Zo SR zatiaľ málo využívana
- ♦ **Technical students program**, pre študentov technických smerov, možnosť 4 až 14 mesačnej praxe v unikátnom prostredí so špičkovými technológiami, pod vedením najlepších špecialistov v odbore (aplikovaná fyzika, elektrické inžinierstvo, elektronika a robotika, strojárstvo, stavebníctvo, IT, materiálové inžinierstvo, veda o povrchoch,...), vyžaduje sa motivácia pracovať na náročných projektoch, v medzinárodnom prostredí. Zo SR využívané čiastočne, ale ako pravidlo sa absolventi programu uplatnia na špičkových pracoviskách vo svojom odbore
- ♦ **PhD štúdium:**
 - ♦ **Doctoral students program**, pre univerzitných absolventov experimentálnej fyziky, technických a počítačových vied, možnosť absolvovania 3 ročného PhD programu, prácou na najnovších technológiách a špičkových projektoch vo veľmi rôznorodých oblastiach (aplikovaná fyzika, IT, matematika, detektorová fyzika, elektronika, radiačná ochrana, bezpečnosť a ochrana prostredia, materiálové vedy, ultra vysoké vákuum, strojárstvo...).
 - ♦ Marie-Curie PhD pozície

CERN, otvorené príležitosti

- ♦ CERN ponúka programy aj pre učiteľov:
 - ♦ **Národný učiteľský program**, pre učiteľov fyziky a matematiky, týždenný pobyt v CERNe s prednáškami a praktickými cvičeniami v slovenskom jazyku so slovenskými vedeckými pracovníkmi
 - ♦ **Medzinárodné učiteľské programy**, 2 týždňové programy v angličtine, ktoré slúžia na profesionálny rozvoj učiteľov, na výmenu poznatkov medzi učiteľmi rôznych krajín a na stimuláciu aktivít v propagácii časticovej fyziky
- ♦ **Záver**
 - ♦ CERN ponúka širokú škálu možností pre štart kariéry nielen v oblasti fyziky, ale v mnohých technických a IT oblastiach.
 - ♦ Využitie je nerovnomerné, v niektorých programoch treba viac osvetly a najmä podpory zo strany SR (potreba spolufinancovania niektorých projektov)
 - ♦ V prípade akýchkoľvek otázok, obráťte sa na ľubovoľné pracovisko spolupracujúce s CERN, prípadne na Ivana Mela zo Žilinskej univerzity, či na [mňa](#).

◆ Backup

♦ Priame prínosy CERN pre spoločnosť

- ♦ Špičkový základný výskum zložitých problémov v širokej medzinárodnej spolupráci prispieva k podpore myšlienky podobnej spolupráce aj v iných oblastiach a to aj v problematických regiónoch (SEZAME v Jordánsku)
- ♦ Takýto rozsiahly výskum vyžaduje technológie za hranicami súčasných možností, ktoré si buď sám vyvíja a potom dáva k dispozícii spoločnosti, alebo v spolupráci s komerčnými firmami prispieva k posúvaniu hraníc existujúcich technológií
- ♦ Časť poznatkov časticového výskumu je priamo využiteľná v energetike (spracovanie jadrového odpadu, bezpečnejšie reaktory, medicíny (MR, CT a iné zobrazovacie prístroje, protónová terapia), bezpečnosti (scanery), kultúre (neinvazívny skúmanie artefaktov)
- ♦ Takýto výskum, vyžadujúci spoluprácu mnohých odborníkov z rôznych oblastí nachádza aj riešenia v oblastiach, ktoré nemajú nič s priamym cieľom výskumu CERN, ale sú neskôr široko použité v spoločnosti (našťastie väčšina vlád si to uvedomuje a aktívne financuje svoje skupiny pracujúce v CERN)
- ♦ Výcvik a školenie špecialistov rôznych odborov (elektronika, kryogenika, strojárstvo, riadenie systémov, ...) na špičkové technológie

♦ Nepriame prínosy CERN pre spoločnosť

- ♦ Práca v širokej medzinárodnej spolupráci na špičkovom výskume a technológiách pomôže vychovať novú generáciu, ktorá aj keď sa nebude ďalej venovať základnému výskumu prinesie znalosti (nielen technologické do širšieho spoločenstva)
- ♦ Ako apolitická organizácia, združujúca mnohé, aj nie veľmi priateľské krajiny, slúži ako vzor možnej spolupráce aj v iných oblastiach
- ♦ Dlhodobá spolupráca, stabilita a úspech CERNu podnietili aj iné vedné oblasti rozbehnúť širšiu medzinárodnú spoluprácu, prípadne zakladať celoeurópske či celosvetové výskumné konzorciá
- ♦ Dlhodobé úspešné fungovanie veľkej organizácie základného výskumu, ktorej činnosť prináša aj iné benefity spoločnosti, ukazuje ľuďom – a najmä politikom – dôležitosť podpory a financovania základného výskumu všeobecne. Pripomína, že všetky tie technologické zázraky, ktoré okolo seba denne vidíme by tu neboli (alebo by ich bolo podstatne menej), keby nebola podpora pre ľudí, ktorých baví spoznávať nepoznané, rozmýšľať a vymýšľať ako preniknúť k tajomstvám prírody