

Oddelenie subjadrovej fyziky

**Fyzika ťažkých iónov
pri vysokých energiách
2012-2015**

Akreditačný seminár

18.5.2016

Riešitelia

Experiment ALICE

- **PhD**
- J. Bán (do 2013)
- P. Kaliňák
- I. Králik
- M. Krivda
- J. Mušinský
- L. Šándor
- M. Vaľa
- **Technickí pracovníci**
- I. Kuřková
- M. Straka
- R. Bílek
- J. Špalek

ALICE Košice

- V kolaborácii ALICE vystupujú 3 Košické inštitúcie ako jeden klaster
 - 1 hlas v kolaborčnej rade
 - spoločný postup na riešení výskumných úloh
 - **UPJŠ** (M. Bombara, A. Kravčáková, J. Vrláková)
 - **TUKE** (skupina doc. Jadlovského)

Medzinárodné projekty

CERN MŠ ALICE

- Experiment ALICE na LHC v CERN: Štúdium vlastností silno interagujúcej hmoty pri extrémnych hustotách energie
- *ALICE experiment at the CERN LHC: a study of strongly interacting matter properties at high energy densities*
 - doba riešenia: 1.1.2011 - 31.12.2015
 - **L. Šándor** od 1.1.2011 do 31.12.2012
 - **I. Králik** od 1.1.2013 do 21.12.2015
 - PhD: J. Bán (do 2013), P. Kaliňák, I. Králik, M. Krivda, J. Mušínský, L. Šándor, (M. Vaľa)
 - **I. Kuřková, M. Straka, R. Bílek, J. Špalek**

Domáce projekty

VEGA 2/0082/13

- Vývoj nových metód zberu a spracovania dát v distribuovanom experimentálnom prostredí v reálnom čase
- *Development of novel real time methods of acquisition and data analysis in distributed experimental environment*
 - doba riešenia: od 1.1.2013 - 31.12.2015
 - **I. Králik**
 - I. Králik, L. Šándor, J. Mušínský, J. Vaľa

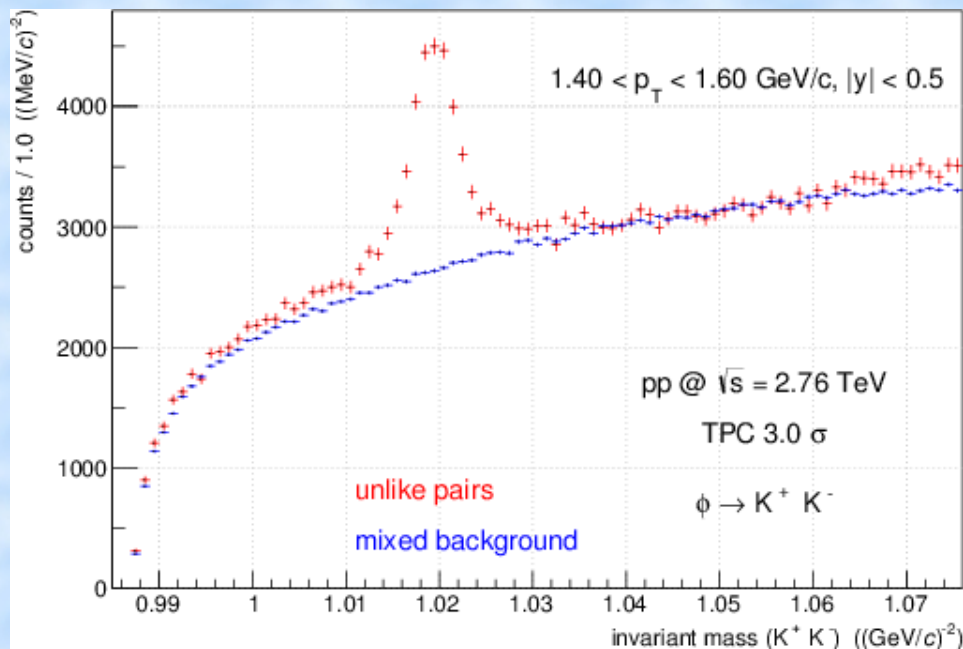
Riešené témy

Štúdium produkcie rezonancií

J. Mušínský, M. Vaľa

Produkcia $\phi(1020)$ v p-p zrážkach pri $\sqrt{s}=2.76$ TeV

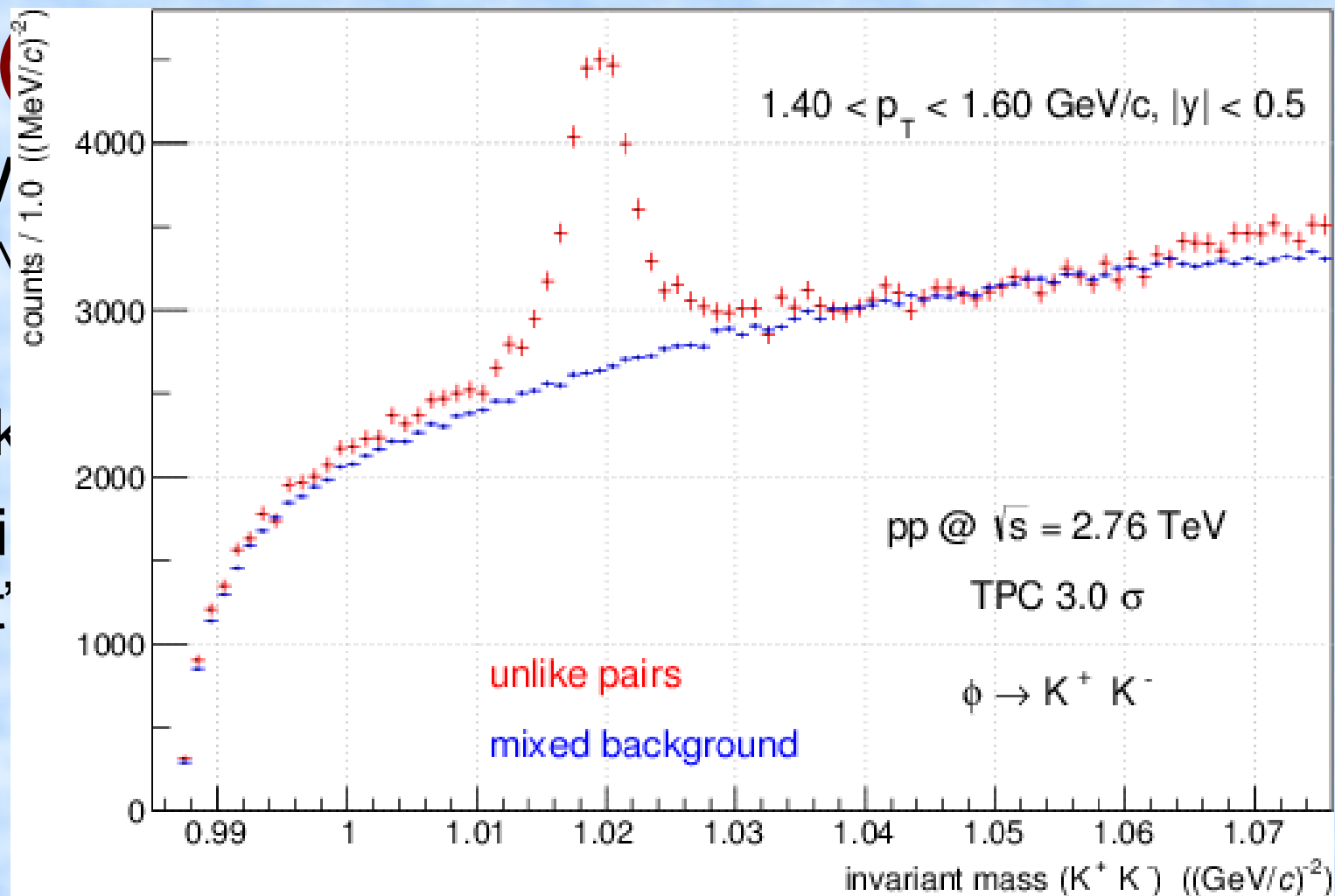
- M. Vaľa, J. Mušínský, ϕ resonance production in pp collisions at $\sqrt{s}=2.76$ TeV (2011 data), ALICE analysis note, 2014
 - analýza ukončená, materiál pripravený na publikáciu
 - kolaborácia určí v akej forme sa výsledky budú publikovať



Produkcia ϕ

- M. Val'a, J. M. Collins, *collisions at $\sqrt{s} = 2.76$ TeV*, note, 2014

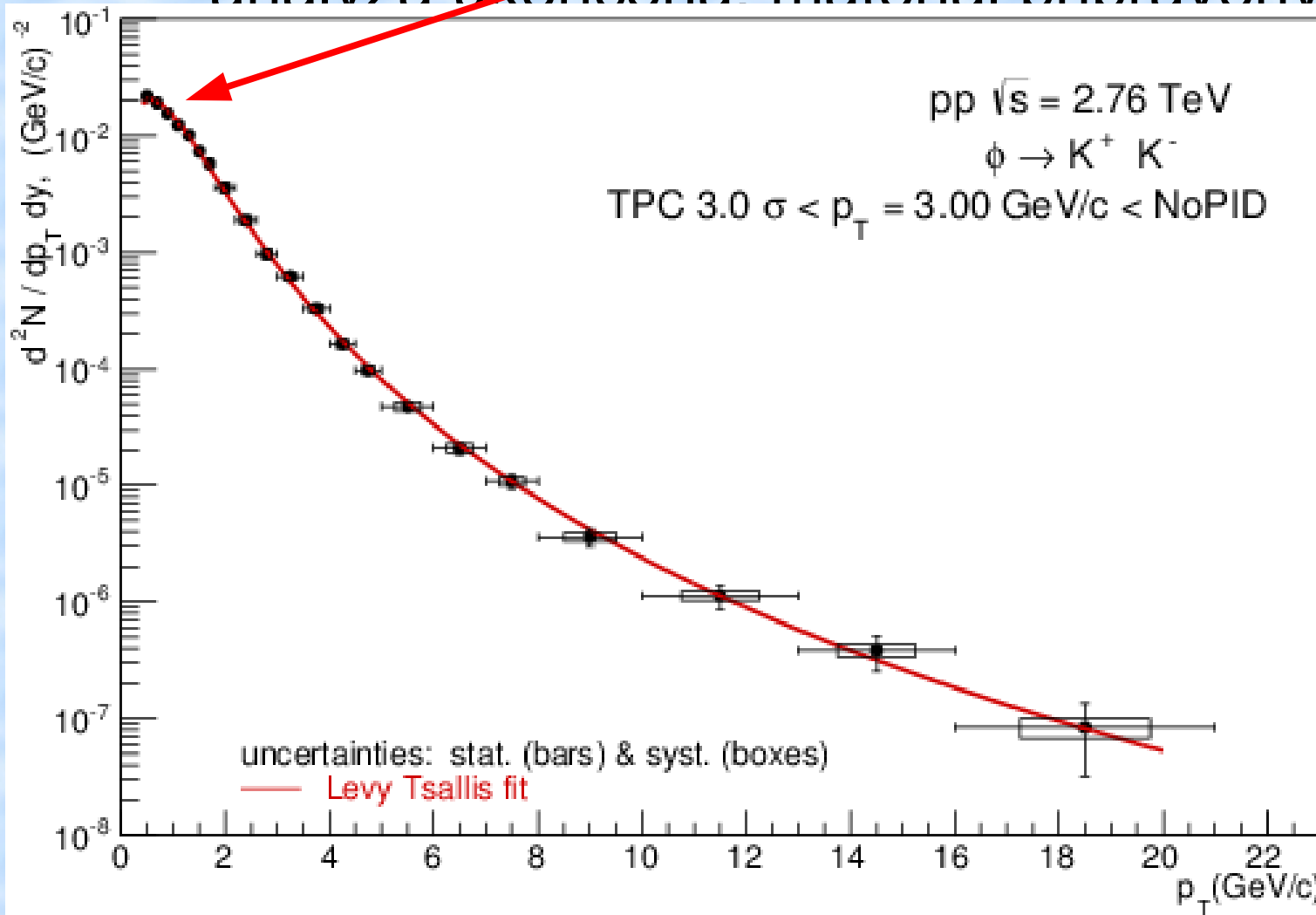
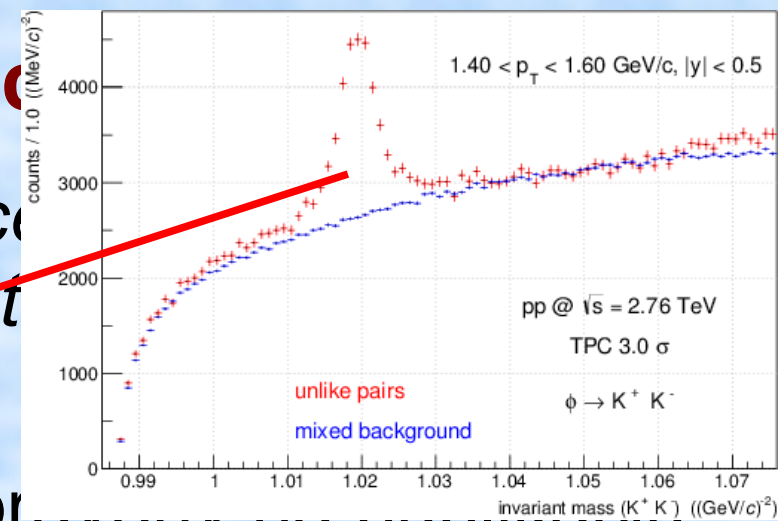
- analýza uk
- kolaboráci
- publikovať



Produkcia $\phi(1020)$ v p-p zrážkach

- M. Vaľa, J. Mušínský, ϕ resonance collisions at $\sqrt{s}=2.76$ TeV (2011 data note, 2014

– analýza ukončená materiál prin...



ky budú

**On-line monitorovanie luminozity
v interakčnom bode experimentu
ALICE
a
Meranie normalizačných účinných
prierezov**

I. Králik

ALICE-LHC interface

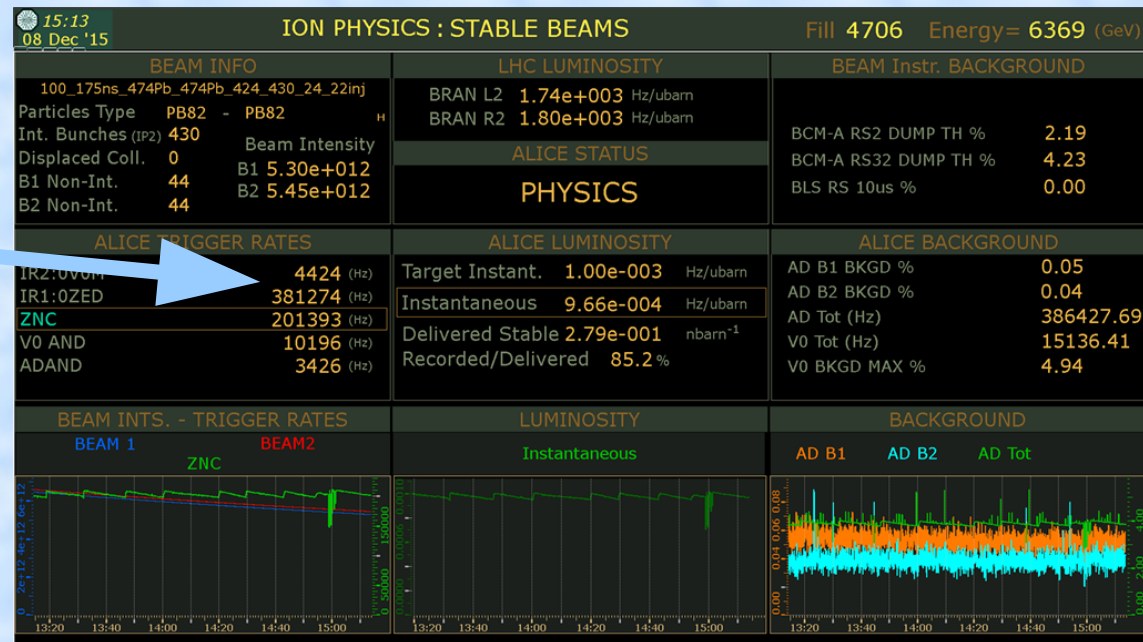
- On-line monitorovanie luminozity počas RUN1
 - plne integrované do informačného systému v ALICE control room
 - bezchybná prevádzka počas celého roka 2012
 - dopĺňanie nových funkcií na základe požiadaviek experimentu a LHC



LHC interface

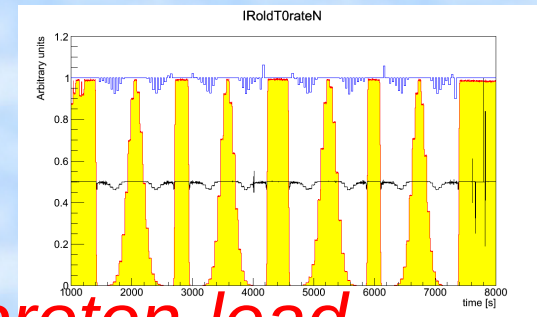
- Monitoring luminosity počas RUN2

- V novembri 2015 dodaný druhý dátový kanál z CTP (trigger) DDL2



- existujúci **DDL1**: 2 bity, 2 logické funkcie v HW
- nový **DDL2**: 48 bitov (L0 signály), X možných logických funkcií realizovateľných v SW
- prototyp SW na čítanie kanálu DDL2 použitý počas Pb-Pb VdM skanu
- plán na 2016 - nahradiť v monitoringu luminosity DDL1 kanálom DDL2

LHC interface



- *Measurement of visible cross sections in proton-lead collisions* at $\sqrt{s}=5.02$ TeV in van de Meer scans with the ALICE detector, **JINST 9 (2014) P11003**
 - zber dát z monitorovacieho systému pre CTP
 - analýza časovania dátových zdrojov a príprava dátových súborov na analýzu
 - program na výpočet vplyvu elektromagnetickej interakcie zrážajúcich sa zväzkov LHC na uhol ich prekríženia
- *Vypracovanie metodiky na meranie náboja v “Abort Gap LHC”* pre konfiguráciu zrážajúcich sa zväzkov v 2015
 - otestovanie použiteľnosti a citlivosti metodiky na dátach z p-p VdM skanov z roku 2013
- *Adaptácia on-line monitorovacieho systému merania luminozity na testovacie účely so simulovaným zväzkom*

Prevádzka a upgrade ITS a CTP, Meranie prenosových charakteristík elektronických komponentov pre ITS pri radiačnej zát'aži

J. Špalek, M. Krivda

Prevádzka a upgrade ITS (pixelový detektor) a centrálneho rozhodovacieho systému (trigger) ALICE

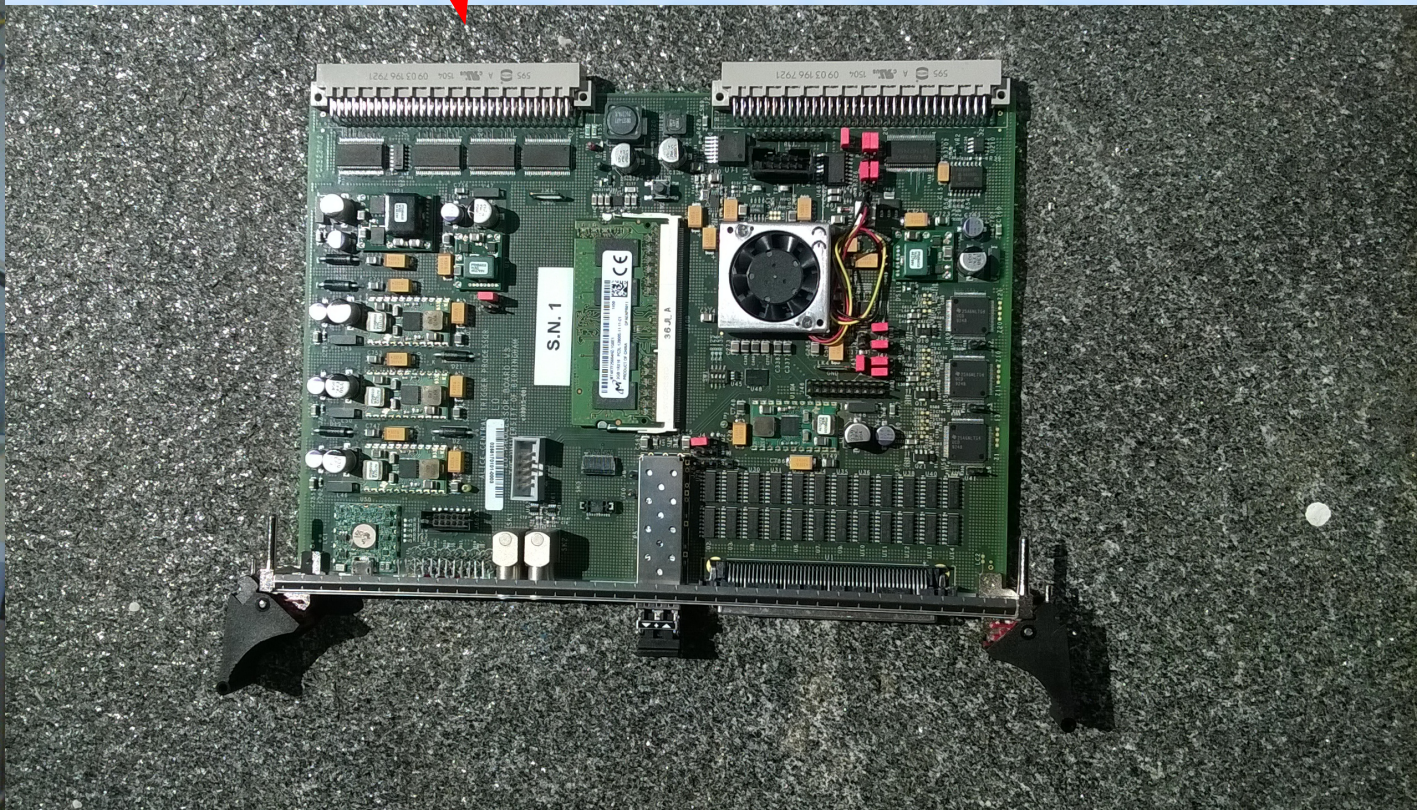
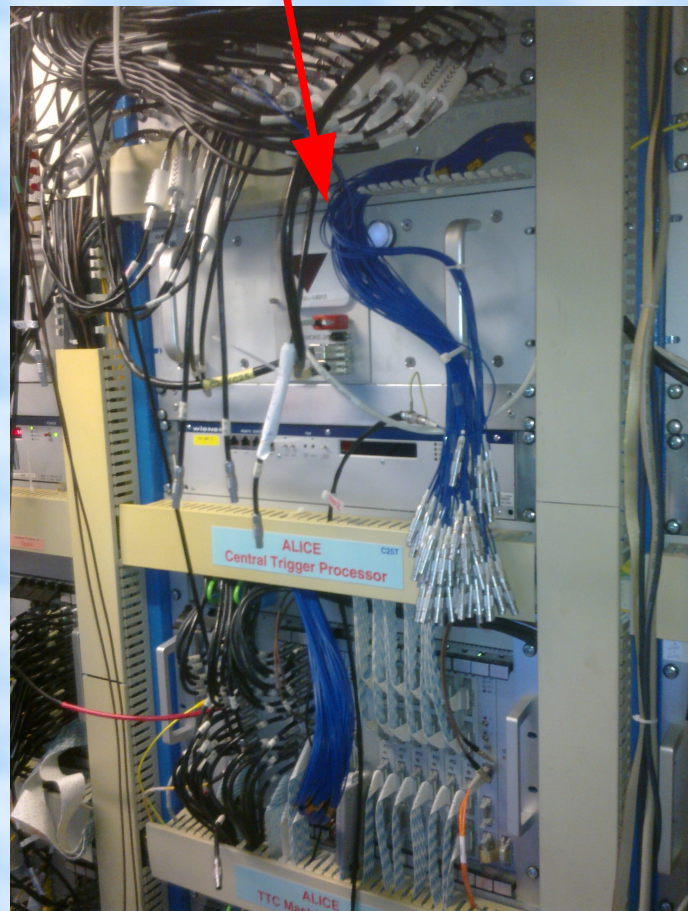
- oživenie a testy náhradných SPD routerov
- upgrade firmware pre L0 modul CTP ALICE
- prenos technológie z experimentu ALICE na NA62 (LTU moduly)
- radiačné testy SEU chipov na cyklotróne U-120M v Řeži
 - návrh a výroba prevodníkov LVCMOS-LVDS a LVDS-LVCMOS
 - oživovanie vyčítavacej elektroniky

ITS upgrade počas Long Shutdown 2

- **Prenosové vlastnosti elektronických komponentov pre ITS pri radiačnej zát'aži**
- (+ J. Ferencei, Řež)
 - meranie prenosových vlastností konektorov mnohožilových káblov a elektroniky vystavených radiačnej zát'aži
 - ožarovanie na cyklotróne v Řeži

Hardware

- Výroba nového patch-kábla pre CTP (centrálny trigger)
- Práce na odlad'ovaní novej L0 dosky pre CTP
- Meranie vysokofrekvenčných charakteristík vybraného kábla pre ITS upgrade



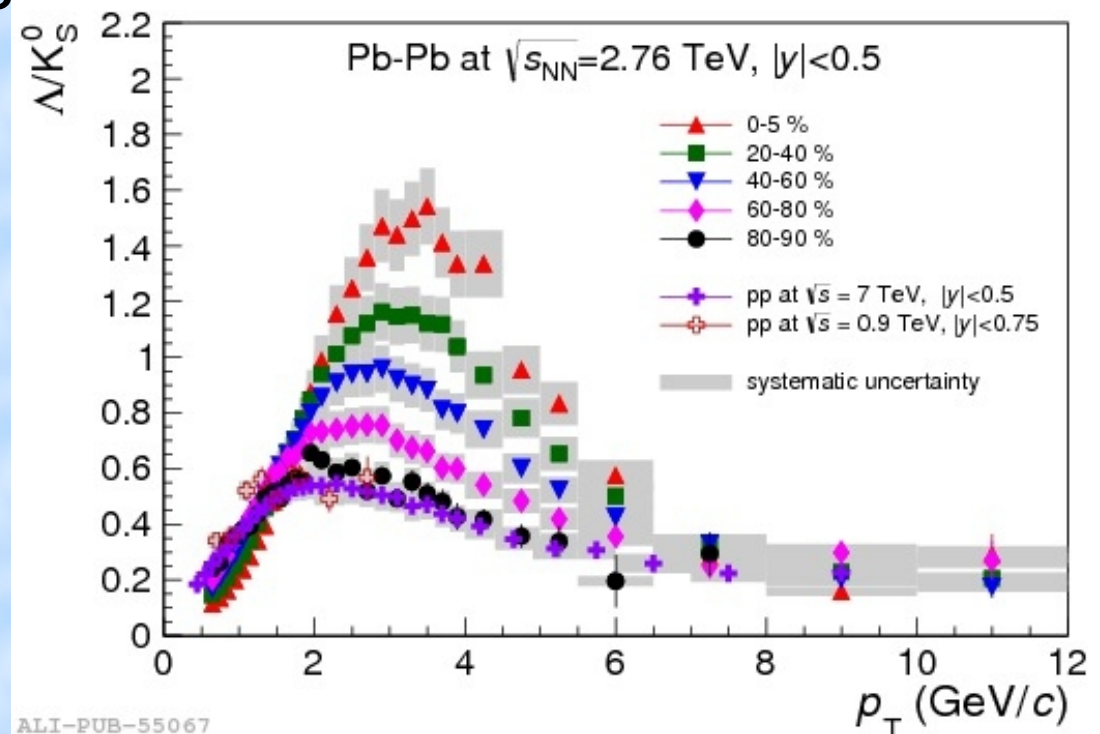
a
Najlepší výsledok
2012-2015

Štúdium produkcie podivných častíc
na LHC

P. Kaliňák, I. Králik, L. Šándor

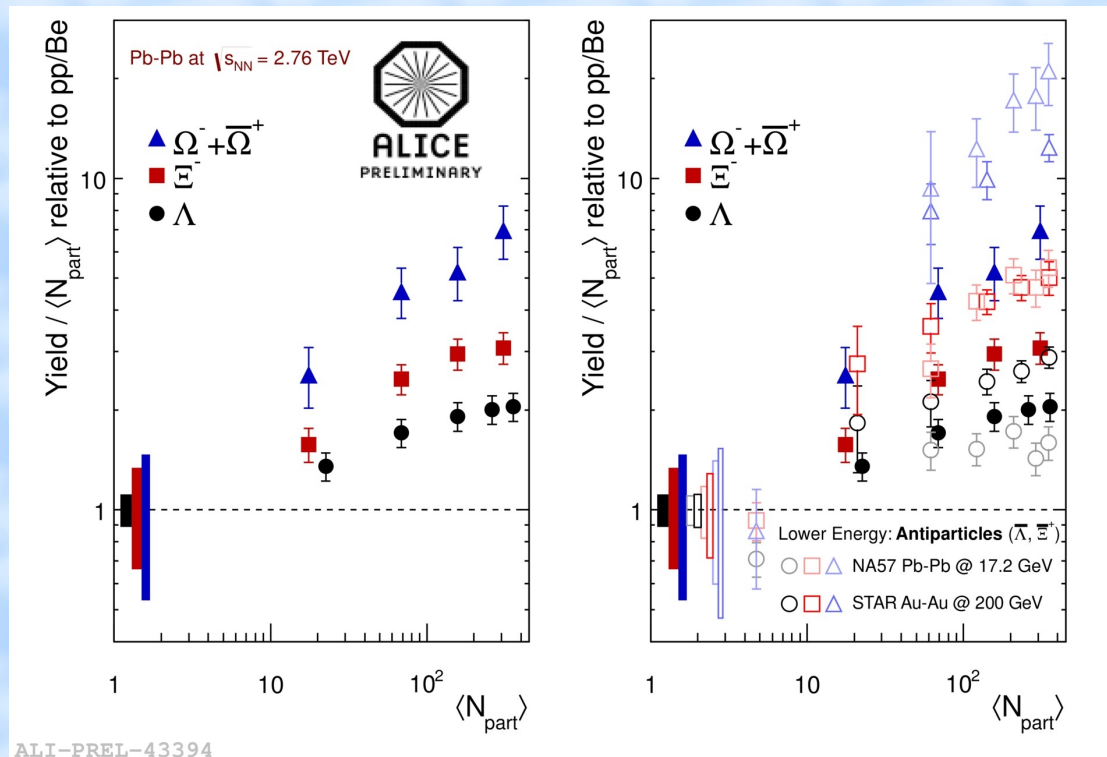
Štúdium produkcie podivných častíc na LHC

- P. Kaliňák, L. Šándor
- nárast počtu baryónov Λ/K pri $p_T \sim 3$ GeV/c v Pb-Pb nepozorovaný v p-p
- hydrodynamická expanzia média vzniklého v Pb-Pb ovplyvňuje mechanizmus



Štúdium produkcie podivných častíc na LHC

- závislosť produkcie podivných častíc na multiplicitate nabitých častíc v Pb-Pb zrážkach pri $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV

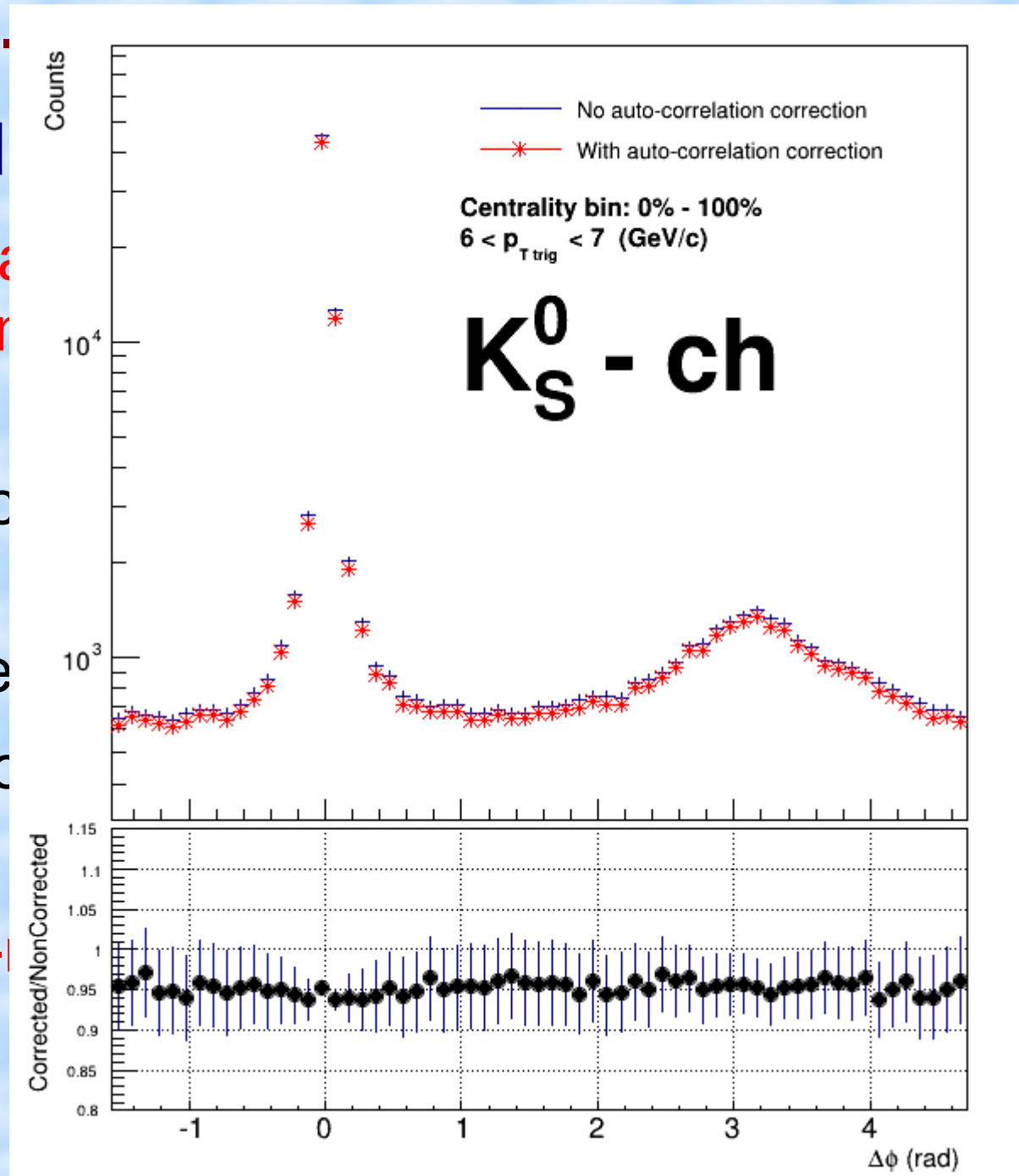


Produkcia podivných baryónov v zrážkach p-Pb a Pb-Pb

- P. Kaliňák, L. Šándor
- Vývoj nezávislého analyzačného kódu použitého k previerke existujúcej mainstreamovej analýzy Ξ a Ω v p-Pb zrážkach
 - štúdium systematických efektov v dôsledku chybnnej identifikácie Ξ a Ω
 - štúdium a pochopenie pozadia
 - významný príspevok k odladeniu “oficiálneho” kódu
 - ...
- Štúdium korelácií V0-nabitá častica
 - Λ -nabitá častica
 - K^0_S -nabitá častica

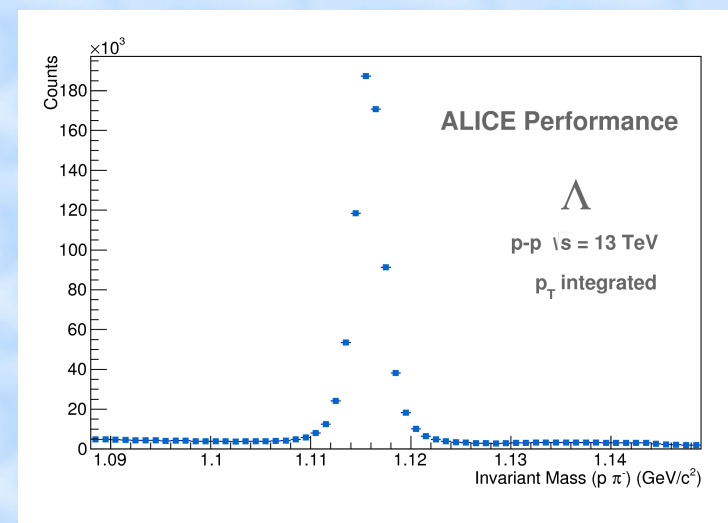
Produkcia podivných baryónov v zrážkach

- P. Kaliňák, L. Šánd
- Vývoj nezávislého analýzy a previerke existujúcej literatúry v zrážkach
 - štúdium systematickej chyby pri identifikácii Ξ a Ω
 - štúdium a pochopenie fyzikálnych procesov
 - významný príspevok k poznaniu
 - ...
- Štúdium korelácií V0- Λ a V0- K_S^0
 - Λ -nabitá častica
 - K_S^0 -nabitá častica



Štúdium produkcie podivných baryónov v p-p @13 TeV

(P. Kaliňák, I. Králik, L. Šándor)

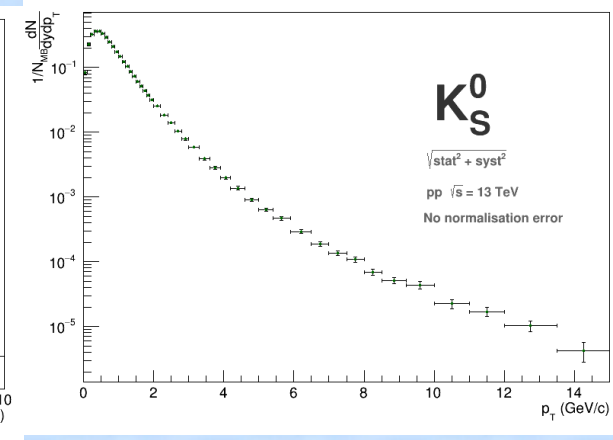
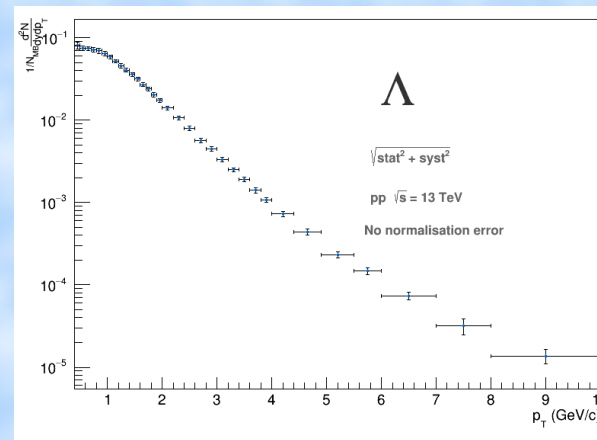


- **RUN2** - nový rekord v energii LHC: pp @ $\sqrt{s} = 13$ TeV
- začiatok zberu dát pre fyziku: 3. jún 2015
- **QM2015** (27.9-3.10.2015):
 - stanovený cieľ prezentovať prvé dáta z pp pri 13 TeV
 - P. Kaliňák a naša skupina boli oslovení, či by sme si nevzali K^0 , Λ a $\bar{\Lambda}$ (P.K. mal skúsenosti s analýzou v RUN1)
 - našu časť analýzy sa viac menej podarilo v termíne urobiť, problémy s neodladenou MC produkciou (korekcie) viedlo k odloženiu publikovania fyzikálnych výsledkov
 - poster na QM2015 obsahoval iba “performance plots”

Λ , $\bar{\Lambda}$ a K^0 pp @ $\sqrt{s} = 13$ TeV

- **Stav analýzy v 2015:**

- 56 runov (80M prípadov) z ~314M
- Identifikácia Λ , K_S^0 na základe topológie rozpadu
- Koncové produkty p , π identifikované podľa dE/dx v TPC
- Spočítané spektrá Λ , $\bar{\Lambda}$ a K_S^0
 - korekcie na účinnosť detekcie a rekonštrukcie
 - korekcie na “feeddown” z rozpadov Ξ a Ω
 - štatistické a systematické chyby
- Chýba absolútna normalizácia a jej systematická chyba
- **V súčasnosti je analýza podstatne ďalej...**



Λ , $\bar{\Lambda}$ a K^0 pp @ $\sqrt{s} = 13$ TeV

- **Poster na QM 2015:**
 - D. Colella: *Strangeness production in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV measured with ALICE*
- **ALICE analysis note:**
 - P. Kaliňák, M. Šefčík, M. Bombara, I. Králik: K_S^0 , Λ and $\bar{\Lambda}$ production in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV, ALICE *analysis note* in preparation
- **Poster na ISMD 2015:**
 - L. Šándor: *Strangeness enhancements in heavy-ion collisions from SPS to LHC*
- **Publikácie:**
 - **uvedené sú publikované vzniklé v PWG LF**
 - jednotlivé analýzy sa navzájom ovplyvňujú....

Časopisecké publikácie

- ALICE Collaboration (**BÁN Jaroslav, KALIŇÁK Peter, KRÁLIK Ivan, KRIVDA Marián, ŠÁNDOR Ladislav, VALA Martin**), Multiplicity dependence of pion, kaon, proton and lambda production in p-Pb collisions at $\sqrt{s(NN)}=5.02$ TeV, PHYSICS LETTERS B, Volume: 728, Pages: 25-38, Published: 2014. (IF: 6.131)
Citations: 15
- ALICE Collaboration (**BÁN Jaroslav, KALIŇÁK Peter, KRÁLIK Ivan, KRIVDA Marián, ŠÁNDOR Ladislav, VALA Martin**), Multi-strange baryon production at mid-rapidity in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s(NN)}=2.76$ TeV, PHYSICS LETTERS B, Volume: 728, Pages: 216-227, Published: 2014. (IF: 6.131)
Citations: 7
- ALICE Collaboration (**BÁN Jaroslav, KALIŇÁK Peter, KRÁLIK Ivan, KRIVDA Marián, ŠÁNDOR Ladislav, VALA Martin**), K-S(0) and Lambda Production in Pb-Pb Collisions at $\sqrt{s(NN)}=2.76$ TeV, PHYSICAL REVIEW LETTERS, Volume: 111, Issue: 22, Article number: 222301, Published: 2013. (IF: 7.512)
Citations: 16
- ALICE Collaboration (**BÁN Jaroslav, KALIŇÁK Peter, KRÁLIK Ivan, KRIVDA Marián, ŠÁNDOR Ladislav, VALA Martin**), Multi-strange baryon production in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV with ALICE, PHYSICS LETTERS B, Volume: 712, Issue: 4-5, Pages: 309-318, Published: 2012. (IF: 6.131)
Citations: 11

Infraštruktúra

GRID IEPSAS Košice

- **Financovanie:**

- projekty MŠ CERN ALICE a ATLAS (2012-2015)
- ŠF (P. Kopčanský)
 - nová klimatizácia
 - záložný motorgenerátor

- **Administrácia a budovanie**

- M. Straka, I. Kuřková, R. Bílek

- **Asistencia pri nepretržitej prevádzke**

- V. Kočan, M. Brasová z CITKE
 - poďakovanie

GRID IEPSAS Košice

- **2012**

- 88 CPU ALICE batch
- 64 CPU ALICE SKAF
- 152 CPU ATLAS
- **304 CPU total**

- 98 TB ALICE batch
- 60 TB ALICE batch
- 72 TB ATLAS
- **230 TB total**

- **2015**

- **726 CPU**

- **938 TB**

SKAF

AAF – ALICE Analysis Facilities

určené na rýchlu analýzu dát pre prípravu publikácií

SKAF – Slovak Kosice Analysis Facility (M. Vaľa)

15 x 4 jadrá (60 workers)

M. Vaľa – skúsenosti z vývoja SKAF využité aj pri rozvíjaní CAF v CERN

**Zo 132 inštitúcií združených v ALICE iba CERN
a 6 ďalších ústavov prevádzkovalo a budovalo AAF.**

SKAF na ÚEF SAV bol v stabilnej prevádzke
od augusta 2010 do roku 2013.

Pedagogická činnost'

2012

- **Prednášky:**

- **I. Králik**, Úvod do štandardného modelu elektroslabých interakcií (doktorandské štúdium)

- **Iné:**

- **M. Krivda**, vedenie a konzultácie doktorandov pri prácach na experimente v CERN

2013

- **Prednášky**
 - **I. Králik**, Úvod do štandardného modelu elektroslabých interakcií (P, doktorandské, PF UPJŠ)
 - **I. Králik**, Vybrané kapitoly z jadrovej a subjadrovej fyziky (P, doktorandské, PF UPJŠ)
 - **I. Králik**, Programovanie a spracovanie dát v jadrovej fyzike I, (P+C, magisterské, PF UPJŠ)

2014

I. Králik

- Programovanie a spracovanie dát v jadrovej fyzike I, ZS, 2014/15

2015

- I. Králik

- Vybrané kapitoly z jadrovej a subjadrovej fyziky
- 6 hodín

Popularizácia

2012

- **L. Šándor**: 19.7. magazín rádia Regina, Košice, rozhlasová beseda
- **L. Šándor**: 12.10. **Česi a Slováci v CERN**, prednáška pre Československý spolek “Domov”, Basel, Švajčiarsko
- **I. Králik**: 15.3. **Našli, alebo nenašli? 15 minút slávy**, prednáška na Masterclasses 2012, PF UPJŠ Košice
- **I. Králik**: 24.10. **LHC 2008-2012: Urýchľovače, detektory, Štandardný model**, Regionálne Masterclasses 2012, Gymnázium P.J.Šafárika v Rožňave
- M. Veselský, **I. Králik**: **Naučil ľuďi kontrolovať rádioaktivitu**, QUARK 9/2012
- **I. Kuľková, M. Straka**: Deň otvorených dverí, exkurzie v miestnostiach VT GRID
- **M. Krivda**: sprevádzanie návštev v CERN (učitelia a študenti)

11.9.2012: Návšteva prezidenta SR v CERN

Prezentácia hardwarového príspevku ÚEF SAV do experimentov v CERN za prítomnosti predsedu SAV



2013

- **L. Šándor**, 19.6.2013, **20 rokov Slovenska v Európskom laboratóriu pre časticovú fyziku CERN**, Gymnázium v Gelnici
- **L. Šándor**, jún 2013, interview v SRo o hlavných výsledkoch SR v CERN
- **I. Králik**, 14.2.2013, **LHC 2008-2013**, 2x prednáška, Múzeum Spiša, Spišská Nová Ves
- **I. Králik**, 22.10.2013, **Slovenská účasť na experimente ALICE**, 3x prednáška v CERN pre členov Slovenskej vedecko-technickej spoločnosti
- **I. Králik**, 11.10.2013, Beseda so stredoškolskými študentami v CERN

- Dňa **25. júna 2013** sa v budove **Centra vedecko-technických informácií SR** konalo slávnostné zasadnutie k **20. výročiu členstva SR v CERN-e**



2014: Popularizácia vedy: 60 výročie CERN

- **L. Šándor**
 - Koordinátor aktivít k 60. výročiu CERN na východe Slovenska
 - Prednášky k 60. výročiu CERN
 - **Masterclasses** (*60 rokov CERNu*, prednáška)
 - Košice
 - Prešov
 - Gymnázium Pezinok
 - **Výstava Slovenská cesta do mikrokozmu** (*60 rokov CERNu*)
 - 2x Košice
 - Hvezdáreň Prešov
 - *60. rokov CERNu*, Prešovská univerzita, 11.11.2014
 - *60 years of CERN*, 18th Conference of Slovak and Czech Physicists, Olomouc, 16.-19.9.2014

2014: Popularizácia vedy: 60 výročie CERN

- **I. Králik**

- *Ako sme hľadali kvarkovo-gluónovú plazmu*, CVM Rožňava, 5.6.2014
- *Úvod do fyziky vysokých energií*, Prešovská univerzita, 11.11.2014
- *Veľký hadronový urýchl'ovač LHC v CERN-e*, Prešovská univerzita, 11.11.2014
- *Ako sme hľadali kvarkovo-gluónovú plazmu*, Prešovská univerzita, 11.11.2014
- *Experiment ALICE na LHC*, Prešovská univerzita, 12.11.2014

Okná CERN-u dokorán, UPJŠ, 28.5.2015

- ÚEF SAV, UPJŠ, TUKE, CERN
- cieľová skupina: **stredoškolskí študenti**
- **P. Stríženec**: K čomu potrebujeme Higgsov bozón
- **I. Králik**: K počiatkom Vesmíru: Cesta tam a späť
- **M. Val'a**: Cesta do CERN-u cez počítač
- **J. Bán**: Elektronika v experimentoch a úloha inžinierov v CERN



Okná CERN-u dokorán II, TUKE, 19.11.2015

- ÚEF SAV, UPJŠ, TUKE, CERN
- cieľová skupina: **vysokoškolskí študenti, doktorandi**
- **L. Šándor**: Ako sa Slovensko dostalo do CERN-u a čo tam Slováci robia
- **P. Stríženec**: Higgsov bozón a čo všetko k nemu treba spočítať
- **J. Bán**: Elektronika v experimentoch v CERN-e
- **M. Straka**: Computing pre LHC



2015: Ostatné popularizačné aktivity

- **I. Králik**: Ako sme hľadali kvarokovo-gluónovú plazmu, Masterclasses, Prešov, 27.3.2015
- **P. Kaliňák**: Práca v CERN otvára dvere do Google či IBM, Košice:dnes, 4.3.2015
- **M. Straka**: niekoľko exkurzií pre študentov na LHC Grid ÚEF SAV Košice
- **L. Šándor**: beseda so študentami Gymnázia na Školskej ul. 7 v Spišskej Novej Vsi v rámci osláv 150. výročia školy

Ocenenia

2013

- **L. Šándor**

- Strieborná medaila Prírodovedeckej fakulty UPJŠ pri príležitosti 50. výročia založenia fakulty
- Čestné uznanie ministra školstva, vedy, výskumu a športu pri príležitosti 20. výročia členstva Slovenska v CERN

- **I. Králik**

- Medaila pri príležitosti 60. výročia založenia SAV - špičkový tím

Vízia do budúcnosti

Budúcnosť: Fyzikálna analýza

- **Štúdium produkcie podivných častíc v zrážkach p-p, p-Pb a Pb-Pb**
 - využitie existujúceho know-how
 - výchova doktorandov (s UPJŠ: M. Šefčík)
- **Štúdium rezonancií**
 - produkcia rezonancií
 - polarizácia φ mezónu
- **Meranie normalizačných účinných prierezov**

Budúcnosť: Prevádzka experimentu

- **Prevádzka a modernizácia on-line monitorovacieho systému luminozity LHC v interakčnom bode ALICE**
 - rozširovanie funkcionality monitoringu
 - zvyšovanie zapisovanej informácie počas Van der Meerovských skanov
- **Menšou kapacitou prispieť k vývoju software pre nový rozhodovací systém (CTP, trigger)**
- Účasť na smenách pri zbere dát

Budúcnosť: Výpočtová technika

- Financovanie projektov spolupráce SR s CERN dovoľuje každoročnú modernizáciu našej vysokovýkonnej výpočtovej techniky
- **Limitujúce faktory extenzívneho zvyšovania výpočtových kapacít**
 - spotreba a cena elektrickej energie
 - jediná schodná cesta je modernizácia výmenou existujúcich komponentov za nové s menšou spotrebou
 - vyťaženosť hlavných administrátorov počítačovej farmy GRID IEPSAS Košice
- V dlhodobej perspektíve (10 rokov) môže nastať problém s odchodom súčasných správcov počítačovej farmy do dôchodku a problematickým hľadaním adekvátnej náhrady

Budúcnosť: Upgrade detektora ALICE

- V priebehu nasledujúcich 5 rokov dôjde v rozsiahlej modernizácii experimentu ALICE
 - Košická skupina (ÚEF, UPJŠ, TUKE) sa zaviazala prispieť do budovania nového riadiaceho systému (DCS) pre vnútorný dráhový detektor (ITS)
 - potrebné technické zázemie a know-how poskytne TUKE
- Po modernizácii bude experiment ALICE schopný pracovať aj počas tretieho obdobia zberu dát (RUN3)

Budúcnosť: Financovanie

- Na najbližších 5 rokov sú podpísané zmluvy z MŠ VVaŠ SR o financovaní projektu
- Pokiaľ bude mať CERN (aspoň) rovnakú podporu aj v dlhodobejšej perspektíve, tak by to malo zaručiť udržateľnosť programu s ultrarelativistickými ťažkými iónmi

Budúcnosť: Ľudské zdroje

- Vedúci projektu má **51** rokov (I. Králik)
 - v perspektíve **10 rokov** môže (ťuk, ťuk, ťuk) viesť vedecký smer a za ten čas odovzdať skúsenosti mladším, ktorí môžu tematiku rozvíjať ďalej
- P. Kaliňák je za polovicou Schwartzovho fondu
 - perspektívny pracovník, aktívny v analýze dát
 - bude potrebovať ešte 1/2 platu
- V riešiteľskom kolektíve sú zastúpené aj mladšie vekové kategórie
 - plynulá generačná obmena na konci dekády
 - úzke prepojenie s UPJŠ dáva istú nádej aj na prísun doktorandov a postdocov (ak mzdový fond dovolí)

Budúcnosť: Ľudské zdroje

- Odlev elektronikov vývojárov asi ťažko bude nahraditeľný
 - spolupráca s TUKE poskytuje nové technologické know-how
 - pri budovaní experimentálnej infraštruktúry nastane posun od vývoja elektroniky k riešeniu systémov riadenia experimentálnej aparatury (DCS), vzhľadom na orientáciu skupiny z TUKE

Problémy...

rovnaké ako celé OSF