

Raport stiintific

privind implementarea proiectului PN II, IDEI 56/07.10.2011 cu titlul „Studies of flavor production mechanisms in the pp interaction”, in perioada ianuarie 2014 – decembrie 2014

1. Producerea particulelor stranii si studiile de corelatie utilizand date LHCb

Rezultatele LHCb [1] pentru diverse analize de fizica particulelor energiilor inalte au inceput sa fie facute publice si popularizate in cadrul comunitatii stiintifice inca din anul 2010, cand primele rezultate ale productiei de particule V0 (barion Lambda si mezon K_{short}) au fost publicate [2]. Rezultatele publicate pana la acesta data se bazeaza pe inregistrari ale evenimentelor LHCb de coliziune proton-proton la energie de coliziune in centrul de masa a celor doi protoni de: 8, 7, 2.76 si 0.9 TeV. Pentru evenimentele de coliziune la 7 si 8 TeV, LHCb are disponibile date inregistrate corespunzand unei luminozitati integrate de 1 fb^{-1} si 2 fb^{-1} sau in termeni de coliziuni proton-proton echivalentul unei magnitudini de 10^{14} coliziuni pe fiecare an. De asemenea exista date proton-plumb inregistrate de LHCb in 2013, aceste date rezultand la LHCb din coliziunea unui fascicol LHC de protoni cu un fascicol LHC de nuclee/ioni de plumb. Incepand de la jumatatea acestui an grupul nostru a inceput sa foloseasca aceste date de coliziunie proton-ion pentru studii de productie de particule stranii. Analizele facute pe datele de coliziunile proton-proton continua pentru perechile formate din particule stranii (particule stranii corelate) cat si analiza sectiunilor eficace de productie uniparticula stranie: productia de barioni Xi, Omega, Lambda si mezoni K_{short} .

Aceste analize pe datele proton-proton (pp) sunt efectuate pe datele de tip Minimum Bias sau mai exact pe datele care nu folosesc „Trigger”, inregistrarea datelor LHCb fiind conditionata decat de „GPS time” corespunzand momentului de coliziune ale celor doua fascicule LHC in zona de interactie primara plasata in interiorul subdetectorului de reconstructie a punctelor de interactie (VELO) la LHCb : numele generic al acestui tip de evenimente fiind „NoBias”. Productia de particule stranii fiind abundenta in LHCb, majoritatea datelor analizate de grupul nostru sunt de tip NoBias. Data fiind o limitare a ratei de inregistrare a evenimentelor NoBias la 100 Hz, inseamna ca decat o mica parte din datele LHCb sunt dedicate acestor productii de stranietate sau in general productiei de arome corespunzand unor mase usoare ale partonilor purtand fiecare dintre arome, respectiv strange/up/down. Rata de coliziune tipica in LHCb este de aproximativ 13 MHz si multiplunitatea de coliziune pe eveniment (numarul mediu de ciocniri simultane ale particulelor din fasciculele incidente) este de 2, acesti factori rezultand in o fractie mai mica de 10^{-5} din luminozitatile totale. Analiza luminozitatii datelor de tip NoBias in LHCb completata de grupul nostru a fost incheiata recent. Rezultatele acestor studii sunt:

- 12.6 nb^{-1} si 7.2 nb^{-1} pentru toate datele NoBias cu energie de coliziune la 8 TeV cu doua polarizari opuse ale campului magnetic din LHCb.

- 2.8 nb^{-1} si 2.2 nb^{-1} pentru toate datele NoBias cu energie de coliziune la 7 TeV.

Pe moment, nu putem da valorile asociate luminositatilor integrate folosite in analizele grupului, aceste nefiind inca facute publice in jurnalele de specialitate.

In urma preselectiei facute la inceputul acestui an de catre colaborarea LHCb folosind softul elaborat de grupul nostru avem in prezent acces la candidatii pereche: (Lambda, anti-Lambda), (Lambda, K^+), (anti-Lambda, K^-), (K^+ , K^-), unde $K^{+/-}$ sunt mezoni kaon-ici cu sarcina electrica elementara. In prezent avem extrase numerele perechilor de particule stranii corelate produse in LHCb si reconstruite de detectorul LHCb in tracking si in caz necesar cu informatie de PID (Particle IDentity, informatie produsa in principal de subdetectorii RICH ai LHCb [3]). Pentru determinarea sectiunilor eficace de productie ale perechilor de particule stranii avem inca de

terminat estimarea erorilor sistematice implicate in harta eficientelor pe fiecare celula din spatiul fazelor accesibil detectorului LHCb. In plus esantionul Monte Carlo (MC) generat de colaborarea LHCb pentru date de tip Minimum Bias la cererea grupului nostru, s-a dovedit insuficient pentru estimarea eficientelor de reconstructie si acceptanta in cazul perechilor barion si anti-barion: (Λ , anti- Λ). Acest lucru a fost evident de la inceput, grupul nostru cerand un esantion mai mare de date MC, dar colaborarea doreste sa obtinem rezultate preliminare inainte de a produce restul esantionului. In urmatoarele doua luni vom produce pe clusterul local un esantion alternativ, pentru a compensa pe moment lipsa de date Monte Carlo suficiente pentru (Λ , anti- Λ). Sectiunile eficace preliminare se vor obtine in curand pentru datele proton-proton la 3 energii de coliziune 2.76 ($0,5 \text{ nb}^{-1}$ - aici nu avem suficiente date pentru a acoperii productia de perechi barion, anti-barion, dar rezultatele preliminare pentru celalalte 3 tipuri de perechi sunt promitatoare), 7 TeV si 8 TeV.

In continuarea studiilor de productie a perechilor de particule stranii analizam evenimentele ce contin si productie de jeturi de particule. Dorim sa obtinem numarul si tipul de particule stranii in jeturile reconstruite in LHCb. Se implementeaza in prezent mai multe scheme de reconstructie si selectie care sa permita accesul si analiza datelor jet + perechi particule stranii, in special pentru cazul cand particulele stranii sunt parte componenta a jetului.

Adicional, am incheiat studiul de fezabilitate a productiei de perechi de particule stranii in LHCb, pentru cazul cand cel putin una din particule este unul din barioni: Xi sau Omega. S-a dovedit ca statistica disponibila la energiile de coliziune de 7 si 8 TeV este suficienta si s-a inceput estimarea eficientelor de reconstructie pe baza unor date MC produse de colaborare la cererea grupului si pe baza soft-ului inclus de noi in soft-ul de generare si prelucrare al LHCb. Datele reale au fost deja preselectate si sunt disponibile. Totusi inca avem un esantion insuficient de evenimente MC pentru a produce o cartografiere precisa a eficientelor de reconstructie pe spatiul fazelor accesibil detectorului LHCb. Se cauta in prezent modalitati de a creste semnificativ esantionul MC pentru estimarea eficientelor de reconstructie, prin selectia spatiului de generare a particulelor de interes in evenimentele produse de generatorul de particule PYTHIA. Pachetul de software va fi utilizat pentru productia de evenimente MC pe clusterul local si in acelasi timp va fi integrat in soft-ul LHCb oficial pentru o productie de masa oficiala a colaborarii LHCb. Sectiunile eficace totale si diferentiale impreuna cu o posibila analiza de productie a particulelor stranii in jeturi se vor calcula pe baza noilor harti ale eficientelor de reconstructie si acceptanta.

In ce priveste noile date de coliziune proton-plumb, se fac in prezent studii de fezabilitate pentru estimarea productiei de perechi de particule stranii in aceste date. Rezultatele preliminariei pentru productia de particule V_0 (Λ si K_{short}) si hiperoni/barioni Xi si Omega sunt promitatoare, productia de stranietate dovedindu-se ca respecta regula uzuala de A^k , unde A este numarul atomic al ionului de plumb iar k este un index de putere apropiat valorii de o unitate. Astfel productia de hiperoni s-a dovedit superioara productiei din datele la proton-proton cu 8 TeV, chiar daca luminozitatea integrata folosita in datele cu coliziuni proton-plumb este de numai 0.5 nb^{-1} , comparativ cu o luminozitate integrata de 20 nb^{-1} in datele proton-proton - energia de coliziune nucleon-nucleon in datele proton-plumb este de aproximativ 5 TeV, deci nu schimba calitativ argumentul enuntat in acesta fraza.

Rezultatele productiei de perechi de particule stranii vor fi publicate in anul urmator in articole LHCb pe acesta tema: e.g. cel mai probabil „European Physical Journal C (EPJ C)”. In functie de rezultatele finale se va adauga un articol cu datele productiei de jeturi si componenta acestor jeturi ca functie de particule stranii din jet sau corelate cu jeturile. Rezultatele preliminariei ale analizelor

mentionate in acest capitol nu pot fi facute publice in acest raport datorita regulamentului de functionare a colaborarii LHCb si drepturilor de publicare.

1.1 Exemplu de analiza restrictionata la un esantion minor din esantionul de date LHCb NoBias – Corelatii intre particule stranii

Concluziile urmatoare sunt bazate pe analiza unui esantion de date proton-proton din datele LHCb la energie de coliziune $s=7^2 \text{ TeV}^2$, si polarizare a campului magnetic constanta.

Rezultatele graficelor de corelatie intre particule sunt date in general in distributii de trei variabile – $\Delta(p_T) = p_T(\text{Lambda}) - p_T(\text{anti-Lambda})$, $\Delta(y)$ diferenta de pseudo-rapiditate, $\Delta(\phi)$ diferenta de unghi azimutal phi in sistemul de coordonate LHCb aproximativ sistemul de referinta al centrului de masa a coliziunilor proton-proton.

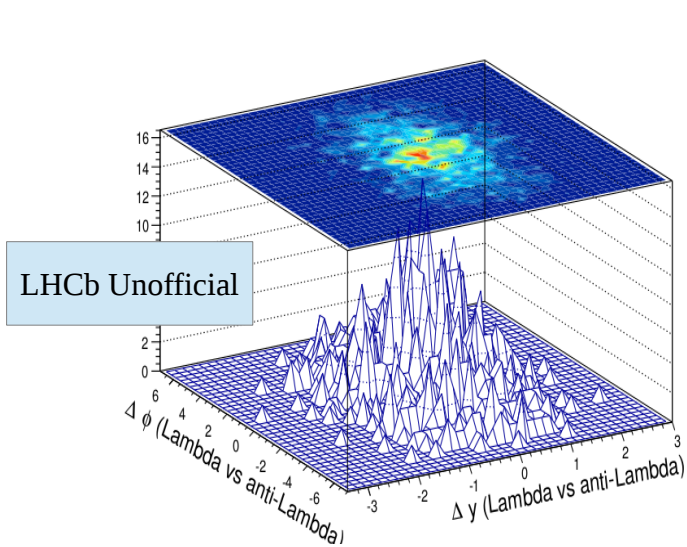


Illustration 1: Corelatia intre Lambda si anti-Lambda la diferente de pseudo-rapiditate si unghi azimutal intre cele doua particule

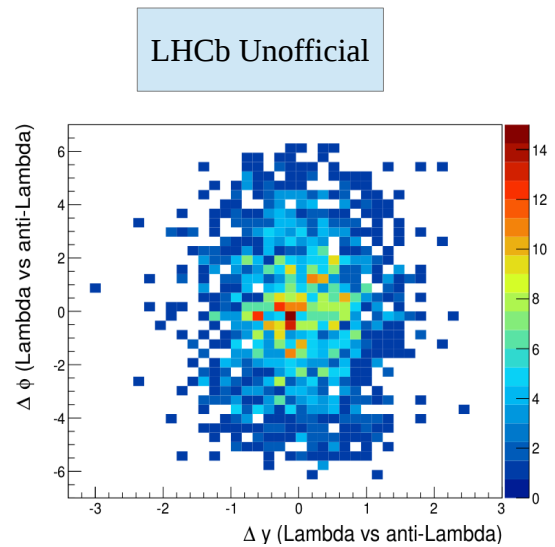


Illustration 2: Corelatia intre Lambda si anti-Lambda, aceleasi variabile ca in histograma alaturata

Graficele anterioare 1-2 evidentiaza deficienta esantionului redus de perechi barion, anti-barion. Nu acelasi lucru este vizibil in distributiile bidimensionale ale perechilor (K^+,K^-) unde rata mare de productie a kaonilor si o reconstructia buna a acestora in LHCb duc la populatii mult mai numeroase. Aici este evidentiata din nou corelatia intre cele doua particule de sarcina electrica si aroma opusa, graficele 3-4 fiind versiunile mai drastice a histogramelor bidimensionale precedente 1-2.

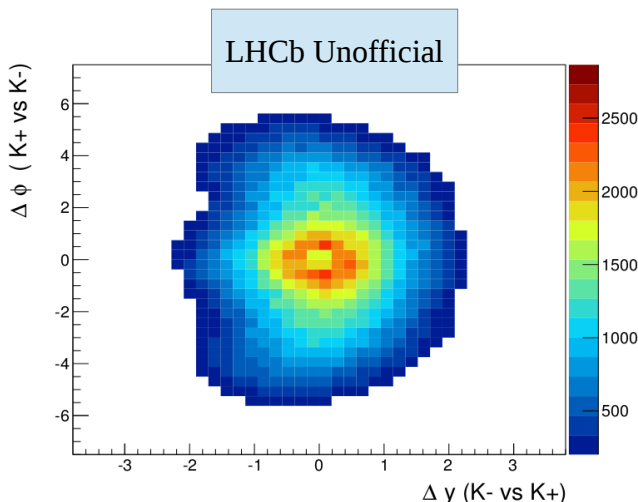


Illustration 3: Corelatii intre particule strange: (K^+,K^-) , in phi-azimutal si pseudorapiditate

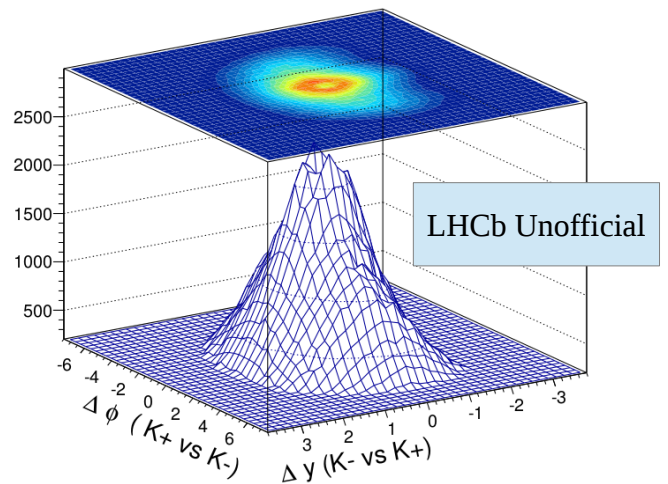


Illustration 4: O alta reprezentarea a aceeasi distributii din graficul alaturat

Rezultatele anterioare subliniaza corelatia intre particule stranii de stranieitate si sarcina electrica opusa (ultima numai pentru Kaoni incarcati, barioni Lambda fiind neutri electric). Daca comparam cu rezultatele pentru patriculele corelate de exemplu prin parinte comun – e.g., mezonul phi -> (K+,K-) - atunci observam caracteristici calitative comune, desi in cazul dezintegrarii mezonului phi kaoni sunt cantitativ mult mai corelati pe spatiul fazelor. Cazul mezonului phi este extrem energia de repaus fiind apropiata de energia de repaus sumata a particulelor fiice, graficul 5.

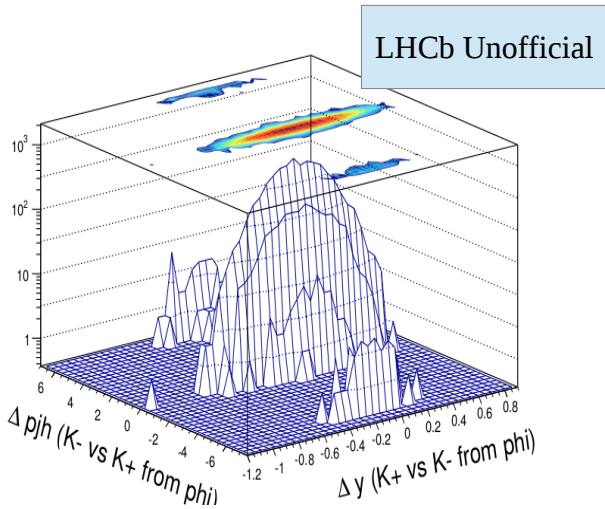


Illustration 5: Corelatia intre kaoni cu sarcina electrica elementara si de stranieitate opusa, kaoni proveniti din dezintegrarea mezonilor phi.

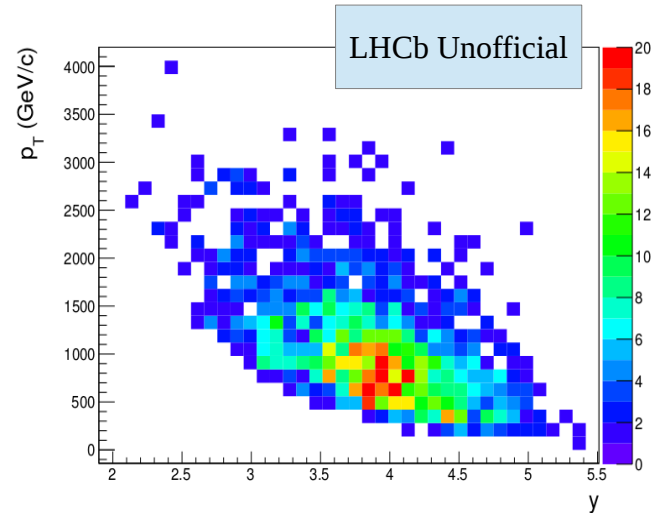


Illustration 6: Distributia candidatilor Lambda din perechi Lambda plus anti-Lambda, pe spatiul fazelor in pseudorapiditate si impuls transversal – p_T - corespunzator acceptantei LHCb

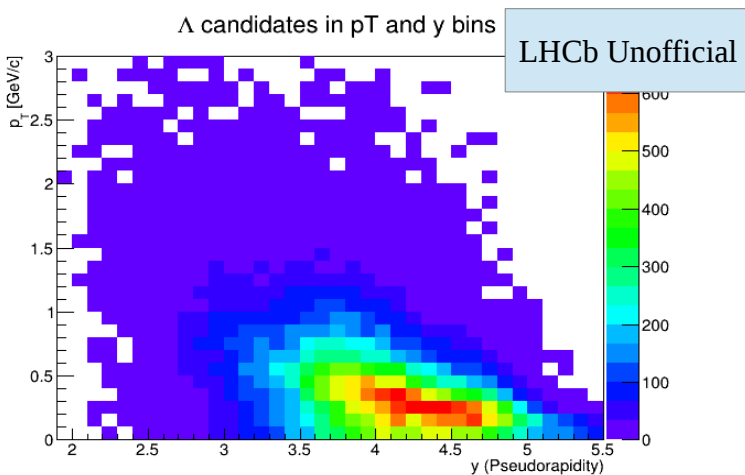


Illustration 7: Comparativ cu graficul 6, aici distributia pe spatiul fazelor este pentru particule Lambda reconstruite in LHCb dar care nu sunt in mod necesar parte a unei perechi Lambda, anti-Lambda

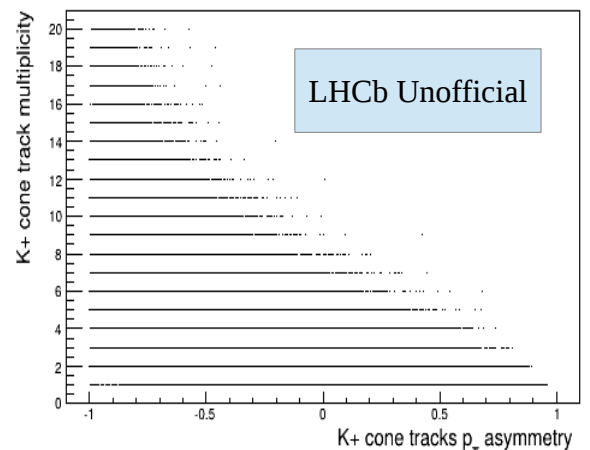


Illustration 8: Caracteristici ce indica prezenta jeturilor de particule asociate Kaonilor din perechile (K+,K-), $R < 0.5$, traiectoria K^+ este luata drept referinta axiala pentru conul R, iar multiplicitatea reprezinta numarul de trackuri/urme reconstruite in con.

Comparatia intre distributiile Lambda uni-particula (graficul 6) si distributiile barionului Lambda care este componenta a unei perechi (Lambda, anti-Lambda) (graficul 7) arata ca pe spatiul fazelor specific LHCb, distributiile uni-particula sunt considerabil mai putin energetice, i.e., inca o masura a corelatiei induse de procesul comun de productie de tip „hard” sau „soft”-QCD al barionului si anti-barionului in urma unei ciocniri parton-parton initiale. Distributia trackurilor/urmelor de particule asociate unei particule stranii din perechile particula, antiparticula, este reprezentata in graficul 8. Se poate deduce prezenta unor jeturi centrate in conul descris de axa traiectoriei particulei K^+ , si de $\Delta(R) = \sqrt{\Delta(\phi)^2 + \Delta(y)^2} < 0.50$.

In concluzie:

Adicional cu obtinerea sectiunilor eficace de productie de perechi de particule stranii (reprezinta obiectivul principal al analizei de productie de stranietate), se va urmari o analiza a corelatiilor si extractia efectelor datorate fiecărei etape in productia de particule, productie ce apare in urma coliziunilor parton-parton urmata de showers cu radiatii in starile QCD initiale, urmate apoi de procesul de fragmentare/hadronizare. Pe langa corelatiile intre particule din perechi se urmareste corelatia intre particulele stranii alese si jeturi. Speram ca implementarea reconstructiei de jeturi in LHCb pentru cazul NoBias sa reconstruiasca suficienti candidati, altfel ridicandu-se problema de a nu avea un esantion relevant statistic.

Referinte Bibliografice

1. Alves, A. Augusto, Jr. et al. LHCb Collaboration, “The LHCb Detector at the LHC”, JINST 3 (2008) S08005, LHCb-DP-2008-001 ; CERN-LHCb-DP-2008-001, <http://iopscience.iop.org/1748-0221/3/08/S08005/>;
2. Alves, A. Augusto, Jr. et al. LHCb Collaboration, “Prompt K⁰S production in pp collisions at $\sqrt{s} = 0.9$ TeV”, arXiv:1008.3105; CERN-PH-EP-2010-027; LHCb-PAPER-2010-001.- Geneva : CERN, 2010 - 24 p. - Published in : Phys. Lett. B 693 (2010) 69-80
3. Adinolfi, M et al. LHCb RICH Collaboration, “Performance of the LHCb RICH detector at the LHC”, Eur. Phys. J. C 73 (2013) 2431, arXiv:1211.6759 ; CERN-LHCb-DP-2012-003 ; LHCb-DP-2012-003, <http://link.springer.com/article/10.1140%2Fepjc%2Fs10052-013-2431-9>;
4. „PYTHIA 6.4 Physics and Manual”, T. Sjöstrand, S. Mrenna and P. Skands, JHEP05 (2006) 026; „An Introduction to PYTHIA 8.2”, T. Sjöstrand et al, arXiv:1410.3012 [hep-ph].

2. Analiza datelor Monte Carlo generate cu un sistem de pachete software PYTHIA – RIVET

LHCb utilizeza in principal pentru simularea coliziunilor proton-proton generatorul PYTHIA. In prezent PYTHIA utilizeaza un model fenomenologic care implica la un anumit nivel si rezultate ale calculelor perturbative QCD. Datorita numarului mare de parametrii fenomenologici exista in prezent o gama larga de configurarii ale acestui set de parametrii, iar toate aceste configuratii sau „PYTHIA tunes” sunt utilizate de diverse grupuri de specialisti in domeniul fizicii particulelor elementare. Astfel LHCb are propriul set de parametrii pentru configuratia/tune generatorului PYTHIA utilizat de software- ul LHCb de simulare a evenimentelor de coliziune.

In prezent grupul nostru este implicat in procesul de tuning a setului de parametrii a generatorului LHCb, reoptimizare ce implica un algoritm de maximizare a probabilitatii ca generatorul cu noul

tune sa reproduca cat mai adecvat observabilele fizice masurate de LHCb si alte experimete si detectori din domeniu. Astfel observabile ca productia de particule stranii, multiplicitati, productie corelata, jeturi intra in categoria observabilelor fizice care constrang alegerea setului de parametri fenomenologici pentru PYTHIA. In plus, sistemul de PYTHIA+LHCb software (simulare, digitizare, trigger, reconstructie „offline”) reprezinta una din putinele posibilitati de a accesa si intelege aproape fiecare aspect al productiei de particule in LHCb (sistemul reprezentand suma cunoasterii colaborarii LHCb despre productia de particule si despre detectorul LHCb). Astfel utilizam acest sistem pentru a intelege datele LHCb, pentru a usura extractia semnalului cautat din fond, si de a usura procedeul de corectie a ratelor de productie primare pentru a obtine sectiunile eficace reale de productie ale particulelor stranii. In urmatoarele randuri vom da exemple de studii de corelatii intre particule stranii pe datele MC produse prin interfatarea la PYTHIA a pachetului RIVET [3] si utilizarea configuratiei de LHCb-tune. Acest lucru ne ofera o platforma exceptionala de studiu a proceselor de productie/corelatie dorite, putand defini usor ce distributii dorim sa producem si ce model si procese sa studiem. Pe moment s-au ales procese de tip Minimum Bias corespunzand ciocnirilor simulate de protoni la o energie in centrul de masa de 7 TeV¹.

PYTHIA implementeaza direct modelul de fragmentare cu string-uri Lund. In urmatoarele grafice se va face distinctie intre particulele stranii provenite de la un mecanism de fragmentare local al unui string si cazurile cand particulele provin din alte procese, sau procese independente. In plus mai exista particule stranii provenind de la dezintegrarea aromelor asociate partonilor masivi „charm” si „beauty”, dar aceste procese de dezintegrare sunt neglijabile in contextul Minimum Bias, singurele procese de dezintegrare care sunt semnificative fiind dezintegrarea mezonului phi, care afecteaza distibutiile pereche (K⁻,K⁺).

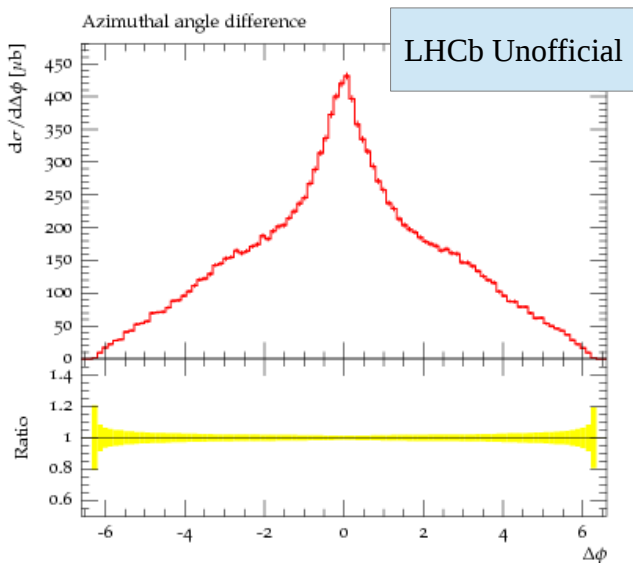


Illustration 9: Corelatia intre particule Lambda si anti-Lambda functie a diferentei intre unghiurile azimutale

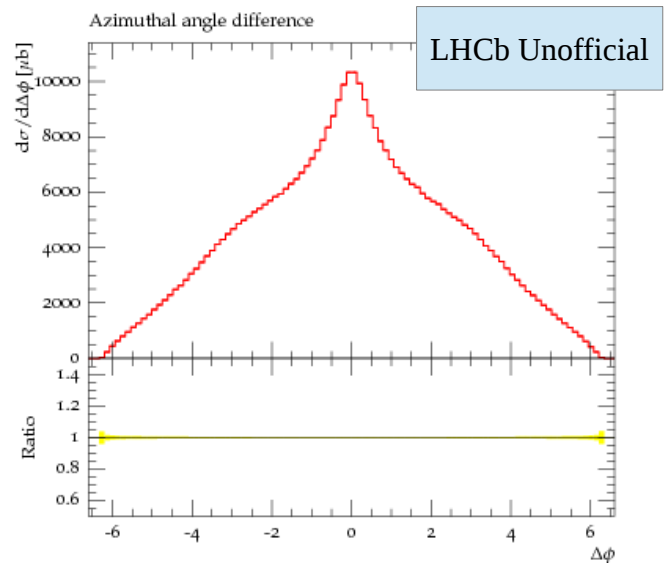


Illustration 10: Corelatia intre Kaoni cu sarcina electrica opusa, componente de anti-corelatie se observa la π si $-\pi$ in diferenta unghiurilor azimutale

1 In urmtorul subcapitol se va discuta productia de particule in evenimente de dezintegrare ale particulelor Z^0 , pentru cazul respectiv fiind implicate procesele de hard-QCD, comparativ Minimum Bias este in general populat de evenimente de coliziune de tip soft-QCD in care energia de coliziune parton-parton este mult inferioara pragului de productie a particulelor Z^0 .

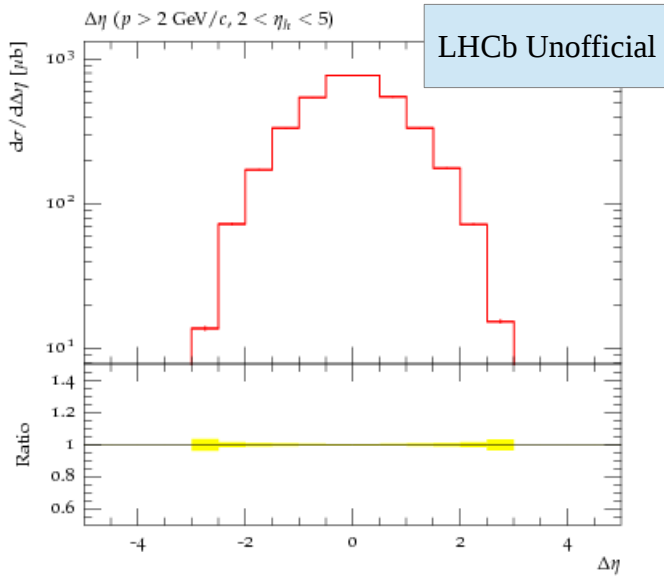


Illustration 11: Corelatia între particule Lambda si anti-Lambda functie a diferentei între pseudorapiditati

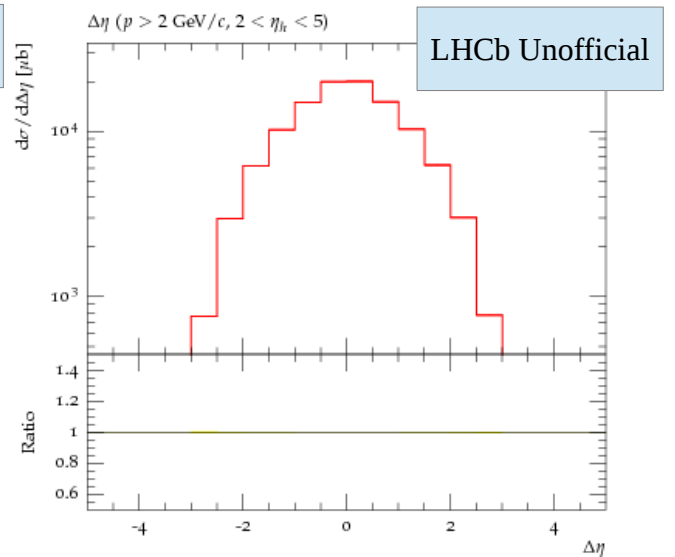


Illustration 12: Corelatia între particule K- si K+ functie a diferentei între pseudorapiditati

Concluziile analizei caracteristicilor graficelor 9-12 nu difera cu analiza datelor LHCb, punctele calitative comune fiind evidente. Cateva aspecte ce apar in graficele obtinute pe datele simulate trebuie insa verificate in distributiile din datele reale. In plus exista deja o gama larga de distributii ce urmeaza a fi analizate pe datele generate prin sistemul software RIVET+PYTHIA. Intentia noastra este de a valorifica intelegerea proceselor de generare a particulelor prin acesta metoda si a finaliza aceste studii exclusiv pe date MC cu un articol in un jurnal de prestigiu si cotate ISI. De asemenea parte din datele obtinute se vor valorifica in analiza datelor LHCb reale.

O continuare evidenta a acestor studii pe date simulate, sunt studiile de corelatii între particule stranii produse de data acesta nu in procese din categoria soft-QCD ci in procese unde interactiile sunt de tip hard-QCD, perechile de particule provenind direct din dezintegrarea bosonului electro-weak Z^0 la energii corespunzand masei de repaus a acestuia: 91 GeV.

Cum intentia noastra este sa separem procesul de productie de perechi de cuarci stranii de procesele de fragmentare a acestora am inceput acest studiu cu un caz simplificat al canalului de dezintegrare: $Z \rightarrow e^+ e^-$ in locul celui de $Z \rightarrow s \bar{s}$ care va fi introdus ulterior in luna urmatoare. In plus noul „plugin” sau analiza standard a pachetului RIVET, permite colaborarii LHCb sa isi faca publice cel putin doua din analizele LHCb publicate, tinta fiind de a pune la dispozitia comunitatii teoreticienilor un modul de analiza RIVET bazat pe observabilele LHCb masurate.

2.1 Introducere in productia de particula antiparticula la rezonata Z: $Z \rightarrow e^+e^-$

Procesele electro-slabe sunt folosite în mod curent în zilele noastre pentru a verifica riguros Modelul Standard (MS) al particulelor elementare. Aceste procese sunt mediate la energii mari în principal de așa-numiții *curenți încărcați*, bosonii W^\pm iar în special la joasă energie de către *curenții neutrii*, bosonii Z^0 și γ , mediatorii interacției fiind fotoni virtuali, γ^* , ce sunt treptat înlocuiți de bosoni Z^0 pe măsură ce energia de interacție se apropie de valoarea masei invariante a bosonului Z^0 .

Procesul din urmă, mijlocit de schimbul de bosoni neutri, este descris de modelul Drell-Yan [1] care reproduce satisfăcător distribuțiile experimentale, comportamentul anomal fiind explicat în cadrul teoriei cromodinamicii cuantice (QCD).

În contextul producerii de perechi particulă - antiparticulă, modurile de dezintegrare ale bosonului Z^0 reprezintă procese de mare interes datorită semnalului clar obținut în date. Astfel se deosebesc modurile leptonice în care perechi electron-pozitron, miu- miu+ sau tau- tau+ sunt create în mod egal în proporție de aproximativ 10% din cazuri. Principalele moduri de dezintegrare (aproximativ 69%, a se vedea [2]) sunt de natură hadronică, producându-se perechi cuarc - anti-cuarc care în urma procesului de hadronizare conduc la perechi de hadroni puternic corelați.

Pe parcursul actualei faze a proiectului de față am studiat la nivel de generator producerea de perechi electron-pozitron în urma dezintegrării bosonilor Z^0 apărute în urma coliziunilor proton-proton la LHC, Geneva. Alegerea acestui mod de dezintegrare leptonic a fost dictată și de asemănările în interacția cu materia din detector a perechii electron-pozitron formate cu interacțiile complexe rezultate într-o dezintegrare hadronică. Acest studiu ne-a permis introducerea unui instrument de lucru pentru investigarea modelelor teoretice implementate în diverși generatori, librăria RIVET [3] - parte a suitei de utilitare pentru optimizarea generatorilor MC, Professor [4]. Astfel s-a realizat o conexiune cu programul de optimizare a generatorilor MC derulat de colaborarea LHCb de la CERN, Geneva prin implementarea, validarea și lansarea în cadrul librăriei mai sus menționate a unui modul de analiză ce permite reproducerea de către orice generator a distribuțiilor corespunzătoare măsurătorii publicate de LHCb [5]. Rezultatele obținute în urma unui studiu restrâns pentru validarea acestui modul de analiză au fost prezentate la o conferință "14th International Balkan Workshop on Applied Physics", IBWAP-2014, 2-4 July, 2014, Constanța, România și vor fi publicate în proceedings în 2015 [6] – articolul fiind deja acceptat spre publicare.

În plus, aprofundarea cunoșterii librăriei RIVET de către membrii proiectului a facilitat realizarea unui modul de analiză special ce permite analizarea la nivel de generator a perechilor de hadroni proveniți din fragmentarea aceluiași parton (deci puternic corelate) în acceptanța detectorului LHCb. Acest subiect de studiu se află în fază de finalizare și deschide drumul unui studiu de fezabilitate ce urmează a fi realizat pentru producerea de perechi de cuarci s-bar s în dezintegrarea hadronică a bosonului Z^0 pentru domeniul de rapidități mari, specific LHCb.

[1] S.D. Drell, T.-M. Yan, "Massive Lepton-Pair Production in Hadron-Hadron Collisions at High Energies", Phys. Rev. Lett. 25 (5), 316–320 (1970).

[2] K. A. Olive *et al.* (Particle Data Group), Chin. Phys. C 38, 090001 (2014).

[3] <http://rivet.hepforge.org>.

[4] A. Buckley, H. Hoeth, H. Lacker, H. Schulz, J.E. von Seggern, "Systematic event generator tuning for the LHC", Eur. Phys. J. C 65, 331--357 (2010).

[5] R. Aaij *et al.* (LHCb Collab.), "Measurement of the cross-section for $Z^0 \rightarrow e^+ e^-$ production in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV", J. High Energy Phys. 02, 106 (2013); doi: {10.1007/JHEP02(2013)106}.

[6] Ana Elena Dumitriu, A. T. Grecu, "RIVET Plug-in for $Z^0 \rightarrow e^+ e^-$ Production Cross-Section Measurement in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV", accepted for publication in Rom. J. Phys. 60, (2015).

3. Studiile de corelatie si productie ale hadronilor „beauty”

3.1 Rezultate LHCb privind producerea de perechi de cuarci b

Studiul producției de cuarci b la experimentul LHCb reprezintă un obiectiv important în înțelegerea cromodinamicii cuantice (QCD) și pentru dezvoltarea programelor de fizică la acceleratoarele de hadroni la energii din ce în ce mai mari. Motivațiile sunt atât teoretice cât și practice. Pe de o parte calculele perturbative ce se fac în acest moment au o imprecizie mare și o dependență puternică de asumțiile care se fac în privința scalei de renormalizare, scalei de factorizare sau masei cuarcului b astfel încât înțelegerea QCD în acest regim și noi tehnici de sumare ale termenilor de dezvoltare sunt căutate. În cazul pragmatic, înțelegerea ratelor și distribuțiilor de producere a cuarcului b este necesară pentru estimarea fondului de acest tip ce intervine în căutările de particule ce se dezintegrează printr-un cuarc b, cum ar fi bosonul Higgs sau alte particule noi prezise. În plus studiul asimetriei de producere a cuarcului b și b a căpătat o atenție suplimentară din partea comunității odată cu rezultatul de la Tevatron ce observa o asimetrie dincolo de predicțiile Modelului Standard (MS) între producția cuarcilor top și anti-top.

În continuare sunt prezentate două rezultate obținute la LHCb privind producerea perechii de cuarci b b-bar respectiv a asimetriei de producție dintre cei doi cuarci. Aceste rezultate ale colaborării sunt prezentate public într-o notă de conferință LHCb-CONF-2013-002 [1] și un articol publicat [2]. Deși grupul nostru nu a participat direct la analizele menționate, intenția noastră este de a continua studiile de corelatie și producție ale hadronilor „beauty” cu integrarea unei părți ale rezultatelor LHCb menționate. Cum observabilele pe care intenționăm să le măsurăm nu au fost încă măsurate în comunitatea HEP există posibilitatea valorificării unui studiu de fezabilitate pe producția și corelația de „beauty” în contextul noilor masuratori LHCb începând din anul următor și concluzionând cu datele prevăzute pentru faza de LHCb Upgrade. Intenția noastră este includerea în software-ul LHCb a unor noi linii de Trigger și Preselectie. Probabilitățile de publicare a rezultatelor unui studiu chiar incipient pe corelația de particule beauty rămâne deschisă, în special dacă va fi coroborată cu rezultatele producției și corelației de stranietate (ca un al doilea hard-QCD contra-punct la analizele soft-QCD și Minimum Bias).

[1] LHCb Collaboration, L. Collaboration, Measurement of $\sigma(bb\text{-bar})$ with inclusive final states, LHCb-CONF-2013-002

[2] LHCb collaboration, L. Collaboration, First measurement of the charge asymmetry in beauty-quark pair production, Phys. Rev. Lett. 113 (2014) 082003. 16 p.

[3] P. Nason, S. Dawson, and R. K. Ellis, The Total Cross-Section for the Production of Heavy Quarks in Hadronic Collisions, Nucl. Phys. B303 (1988) 607.

4. Rezultate și contribuții la conferințe și workshop-uri internaționale, publicații în 2014

I. Ana Elena Dumitriu, **A. T. Grecu**, "RIVET Plug-in for $Z^0 \rightarrow e+e^-$ Production Cross-Section Measurement in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV", acceptat spre publicare în Rom. J. Phys. Vol. 60, (2015).

Pregătirea și submiterea unui articol ca proceeding paper ("14th International Balkan Workshop on Applied Physics", [IBWAP-2014](#), 2-4 July, 2014, Constanta, Romania).

II. Pagina web oficială a Colaborării LHCb: http://lhcb-sb.web.cern.ch/lhcb-sb/public/sb_talks.php

Florin Maciuc	Bucharest-IFIN-HH	2014- 10-20	LHCb workshop on quantum interference effects	Cern Switzerland Workshop 50	Soft QCD measurements in LHCb
------------------	-------------------	----------------	---	------------------------------	---

Organizare LHCb workshop² pe tematicile : [LHCb workshop on quantum interference effects, QCD measurements and generator tuning](#). <http://indico.cern.ch/event/329946/>

Prezentari la acest eveniment:

1. [LHCb and Introduction to Tuning and QCD Measurements at LHCb](#)

Presentator **Florin MACIUC**

2. [Soft QCD measurements in LHCb](#)

Presentator **Florin MACIUC**

3. [Generator Tuning with Professor/RIVET at LHCb. Status of PYTHIA8 Optimization](#)

Presentator **Alex GRECU**, LHCb GENERATOR TUNING GROUP

4. Doua sesiuni ale workshopului prezidate de **Florin MACIUC**.

5. [LHCb results in pA](#).

Presentor: **Florin MACIUC** pentru M. SCHMELLING si „pA Physics Group”.

La [Workshop on Heavy Quark Baryons at LHCb \(24 July 2014\)](#)<https://indico.cern.ch/event/317758/>

6. QEE Presentor: **Florin MACIUC**

La [Particles and Nuclei International Conference PANIC 2014](#) <http://panic14.desy.de/>

7. "Soft QCD measurements at LHCb", Presentor **A. Grecu**

La [LHCb Week](#), <https://indico.cern.ch/event/352359/>

8. „HepData : LHCb perspective” Presentor **A. Grecu**

9. „MC generators tuning” Presentor **A. Grecu**

III. Prezentari la sesiunile de lucru ale Colaborarii

[Summary of Workshop on quantum interference effects, QCD and generators tuning](#)

Presentator: **Florin MACIUC**

[Xi and Omega production in pA collisions](#),

Presentator: **Florin MACIUC**

[Xi/Omega production studies in pp collisions](#)

Presentator: **Florin MACIUC**

5. Contributii planificate pe 2015

1. Articol LHCb spre publicare in „European Physical Journal C (EPJ C)” - „Production of Strange Particle pairs in LHCb proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7, 8$ and 2.76 TeV”.

2. Articol al grupului in Rom. J. Phys. „Correlation and Production mechanisms of Strange Particles in Proton-Proton”.

3. Articol LHCb spre publicare in „European Physical Journal C (EPJ C)” - „Hyperon Production in LHCb Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s}=7, 8$ and 2.76 TeV”.

4. Organizare workshop pe „Generators and Tuning” Bucuresti (sau Cracovia locatie alternativa).

5. Contributii la conferinte si workshopuri internationale, proceedings.

6. Contributii la organizarea de evenimente LHCb,

posibila contributie: 7. Articol al grupului in Rom. J. Phys. „Correlation of Beauty Particles in

² http://lhcb-sb.web.cern.ch/lhcb-sb/public/sb_talks.php

Proton-Proton colisions”

Director proiect,

Dr. Florin MACIUC

2.12.2013

Materialul din prezentul document corespunde situatiei curente a analizei aflate in desfasurare.

Grafice, numere si alte rezultate concrete care au fost obtinute pe baza datelor LHCb sau softului colaborarii LHCb nu pot fi distribuite public la acest moment, acestea pot fi furnizate doar comisiei evaluatoare. Desi date si metode specifice analizelor LHCb au fost folosite, concluziile prezentate sunt pe moment sustinute numai de autorii studiului nu si de restul colaborarii. Graficele si valorile prezentate sunt or date publice LHC (publicate in jurnale de prestigiu sau incluse in baze de date publice ale colaborarilor HEP – High Energy Particles) sau obtinute pe baza simularilor Monte Carlo cu ajutorul generatorilor desponibili in domeniul public sub licenta GNU: e.g. generatorul „PYTHIA 8 is licensed under the GNU General Public Licence version 2”, sau rezultate limitate si care contin informatii lasate in mod voit incomplete.