

***Štúdium h - $\phi(1020)$ korelácií v
protónovo-protónových zrážkach
pri energii 13 TeV v experimente
ALICE na LHC v CERN***

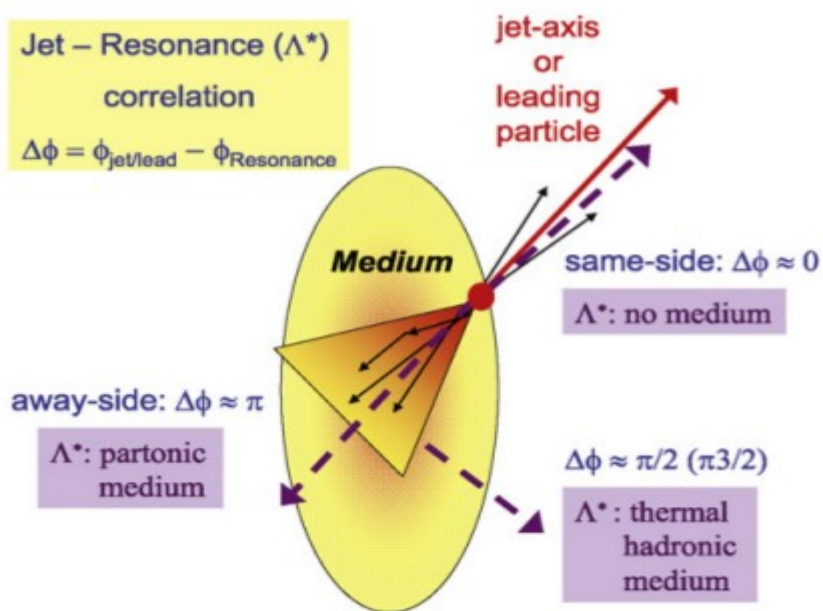
Práca ŠVOČ

Bc. Zuzana Reščáková

24.5.2016

Motivácia

- Pri zrážkach PbPb sa predpokladá vznik QGP s dobou života **dostatočne dlhou** na to aby väčšina rezonancií vznikla a zanikla v plazme
- Predpokladá sa, že ak rezonancia vznikne v plazme jej vlastnosti budú modifikované, napr. pre ϕ by sa skrátila doba života aj 10-krát, čo by mohlo byť experimentálne merateľné



-fragmentácia jetu za vzniku rezonancie v médiu pri zrážke ťažkých iónov

- rezonancie, ktoré vzniknú kolmo na os jetu pochádzajú z média

-rezonancie, ktoré vznikli na rovnakej strane média ako jet, nie sú ovplyvnené médiom

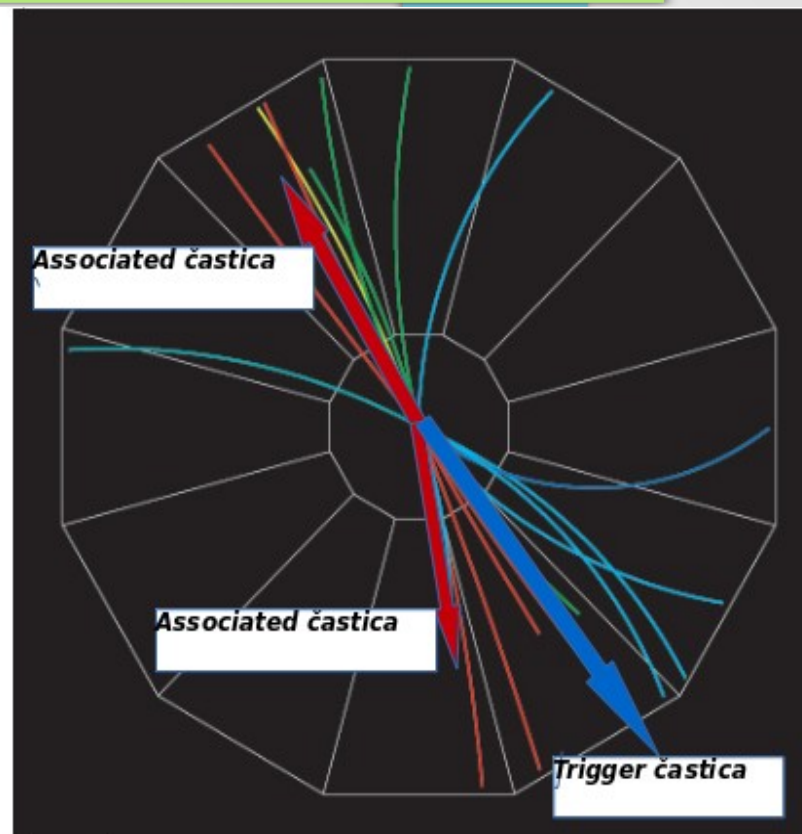
-rezonancie s veľkou p_T , ktoré vznikli na opačnej strane, môžu byť týmto médiom ovplyvnené

Cieľ

- Overiť metódu selekcie mezónov ϕ na dátach z protónovo-protónových zrážok, kde je čistejší signál
- Chceme zistiť, či citlivosť metódy je dostačujúca na to, aby sme ju mohli v budúcnosti použiť pre olovo-olovené zrážky, kde predpokladáme vznik kvarkovo-gluónovej plazmy

Metóda dvoj-časticových korelácií

- nepriama metóda na štúdium jetov
- založená na sčítavaní uhlových rozdielov párov častíc cez milióny zrážok
- častica s najväčšou hybnosťou v zrážke –trigger častica
- predpokladáme, že pochádza z jetu
- v tejto častici uviazol pôvodný partón, ktorý spôsobil fragmentáciu

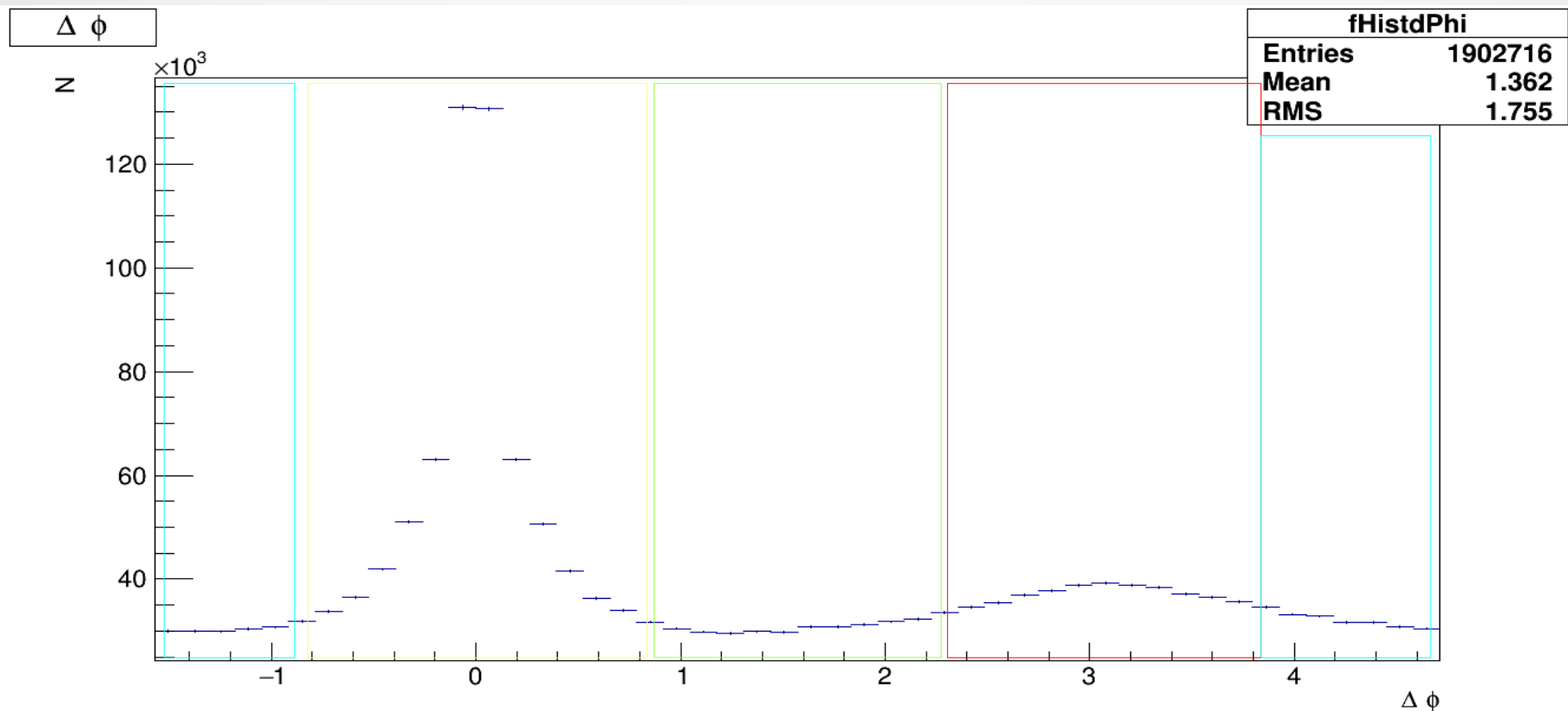


Postup

- Analyzovali sme zrážky pp pri 13 TeV - 314 520 867 prípadov
- Analýza prebehla na Gride s balíkom AliEn
- 1. v každej zrážke nájsť časticu s vysokou priečnou hybnosťou – trigger ($p_T > 2\text{GeV}/c$)
- 2. nájsť kandidáta na mezón φ , t.j všetky páry $K + K^-$, ktoré spĺňali selekčné kritéria
- 3. pre každý pár $K + K^-$ určiť azimutálny uhol Φ , t.j. associated častica je v tejto analýze kandidát na mezón φ .

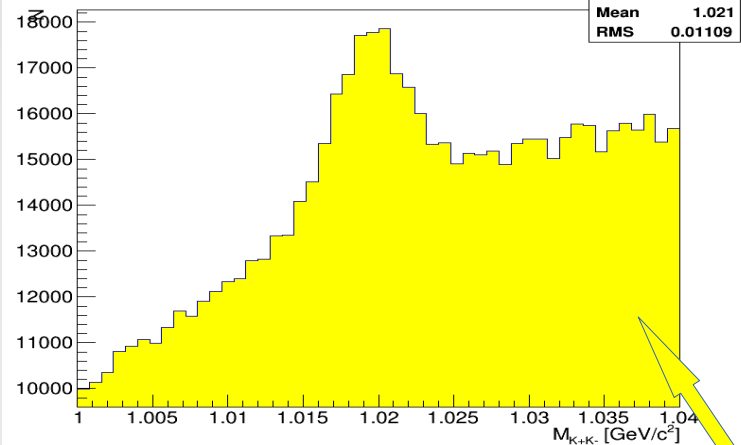
Azimutálny uhol $\Delta\Phi$

- 4. urobiť uhlové korelácie - uhlové rozdiely $\Delta\Phi$ medzi kandidátom na mezón φ a trigger časticou

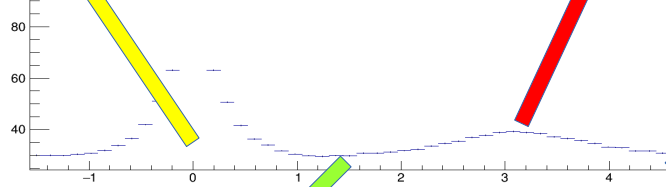
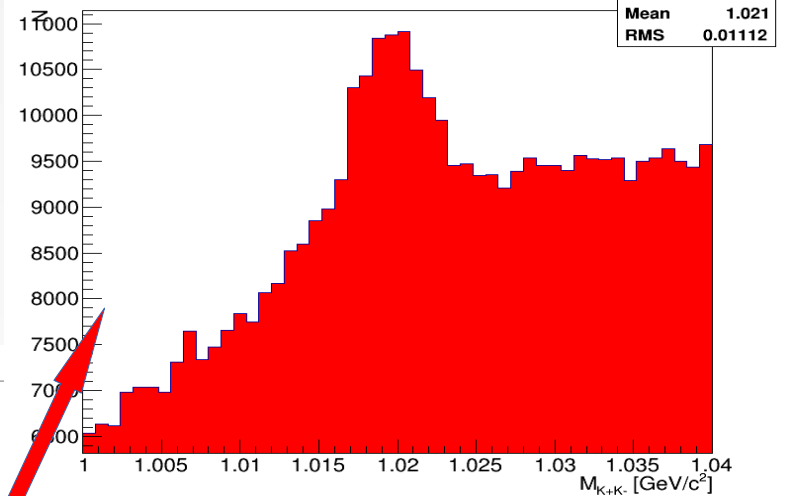


Rozdelenie invariantnej hmotnosti pre jednotlivé intervaly $\Delta\phi$

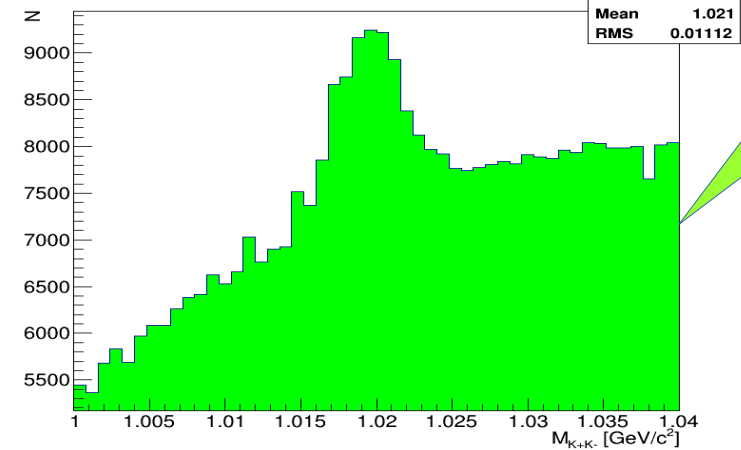
Same-side $-\pi/4 < \Delta\phi < \pi/4$



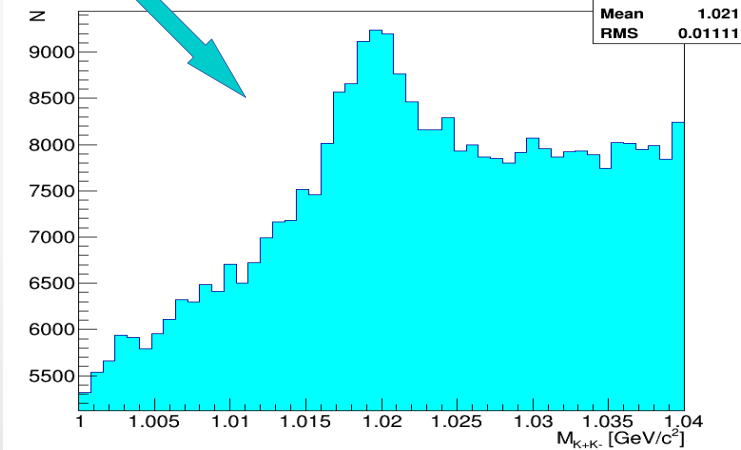
Away-side $3/4 \pi < \Delta\phi < 5/4 \pi$



Background $\pi/4 < \Delta\phi < 3/4 \pi$

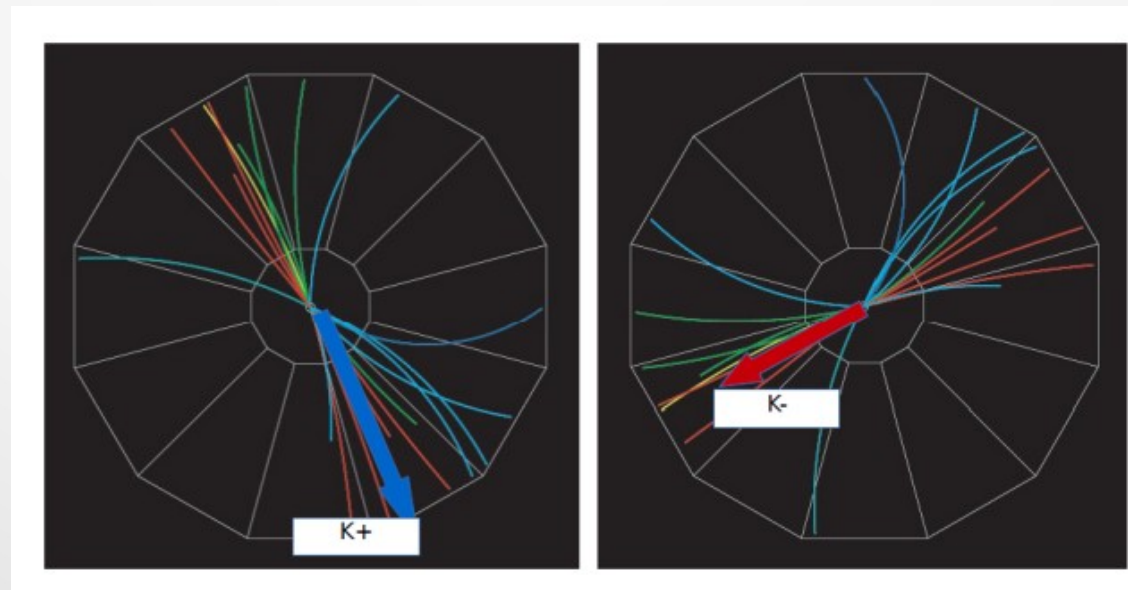


Background $5/4 \pi < \Delta\phi < 7/4 \pi$



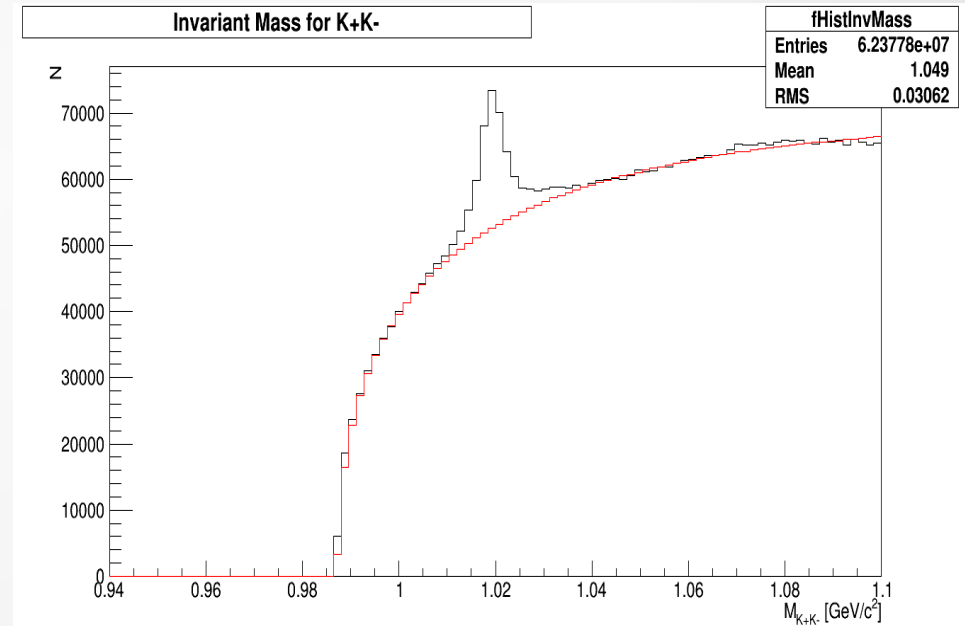
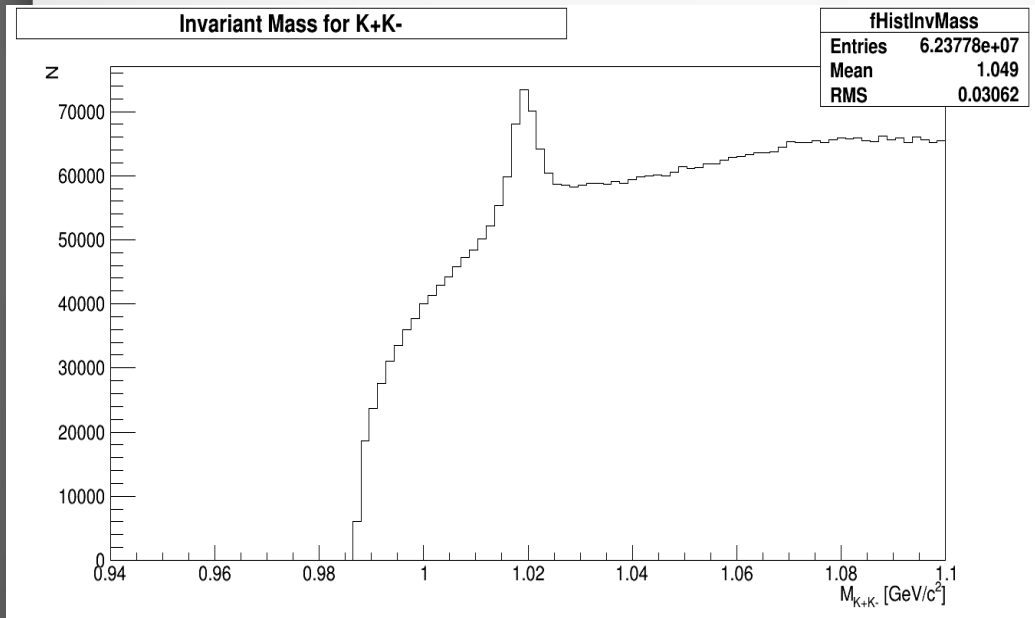
Odhad veľkosti kombinatorického pozadia

- Použijeme metódu zmiešavania prípadov
- Zase hľadáme páry $K + K -$ a ich invariantnú hmotnosť
- $K +$ a $K -$ z iných zrážok.
- Rozdelenie invariantnej hmotnosti pre takéto páry je absolútne náhodné



Odhad veľkosti kombinatorického pozadia

- Pozadie z náhodných kombinácií K+K-
- Nanormovať na signál a následne odrátať



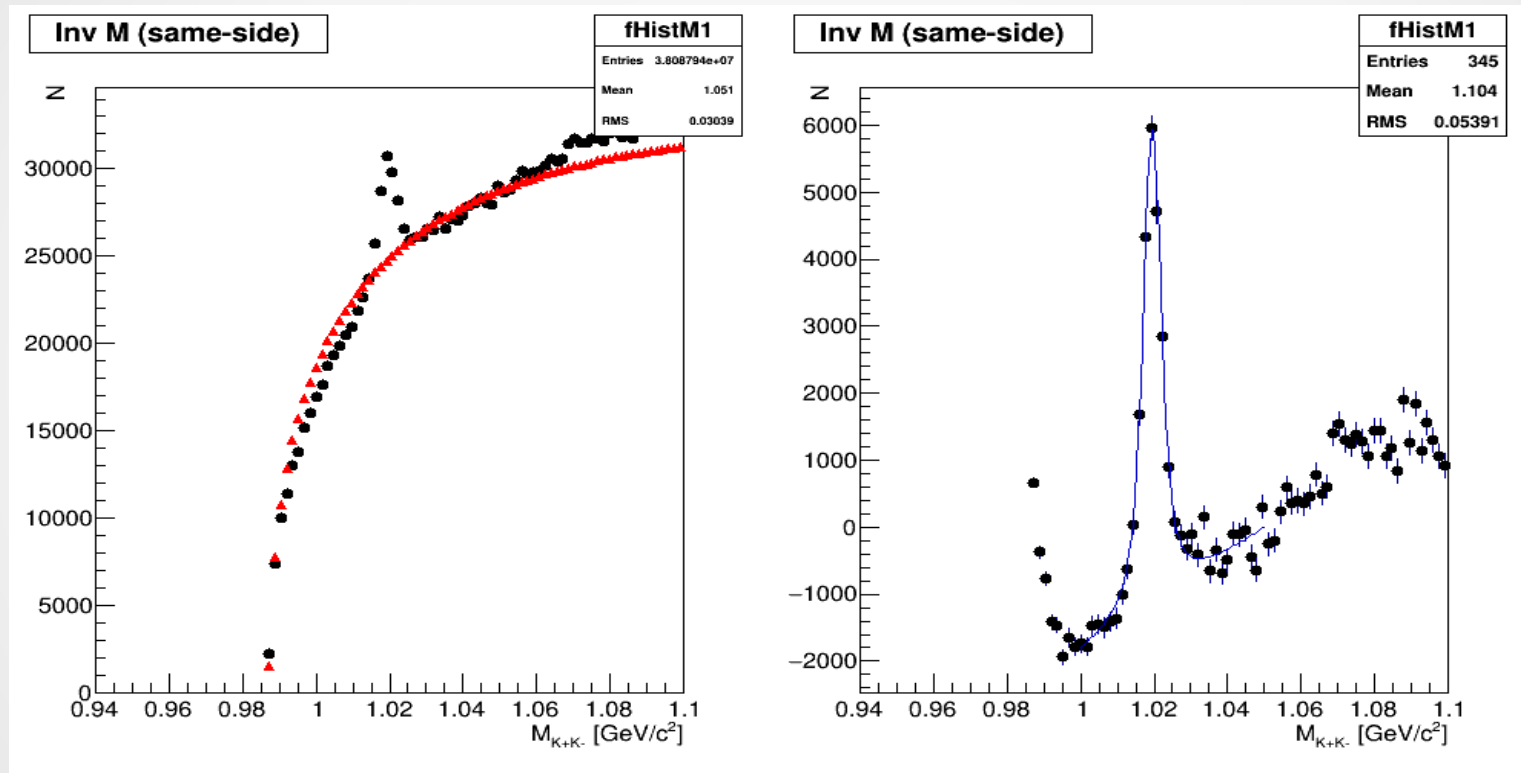
Rozdelenie invariantnej hmotnosti párov K + K - (čierna) a pozadie generované metódou zmiešavania (červená).

Fitovanie

- Pre každý interval $\Delta\Phi$ sme odrátali pozadie od signálu a výsledný pík sme fitovali funkciou Voigtian a polynómom prvého stupňa
- Voigtian je konvolúciou Breit-Wiegnerovho rozdelenia a Gaussovho rozdelenia
- Gaussove rozdelenie zahŕňa rozlíšenie detektora a má jeden parameter σ (nastavili sme na hodnotu 1 GeV, ktorá reprezentuje rozlíšenie detektora)
- Breit-Wignerovo rozdelenie popisuje rezonančný pík (rozdelenie invariantnej hmotnosti produktov rozpadu).
- Breit-Wigner má dva parametre: Γ (šírka rezonancie) a μ alebo stred píku, čo predstavuje hmotnosť rezonancie.

$$\Delta\Phi = (-\pi/4; \pi/4)$$

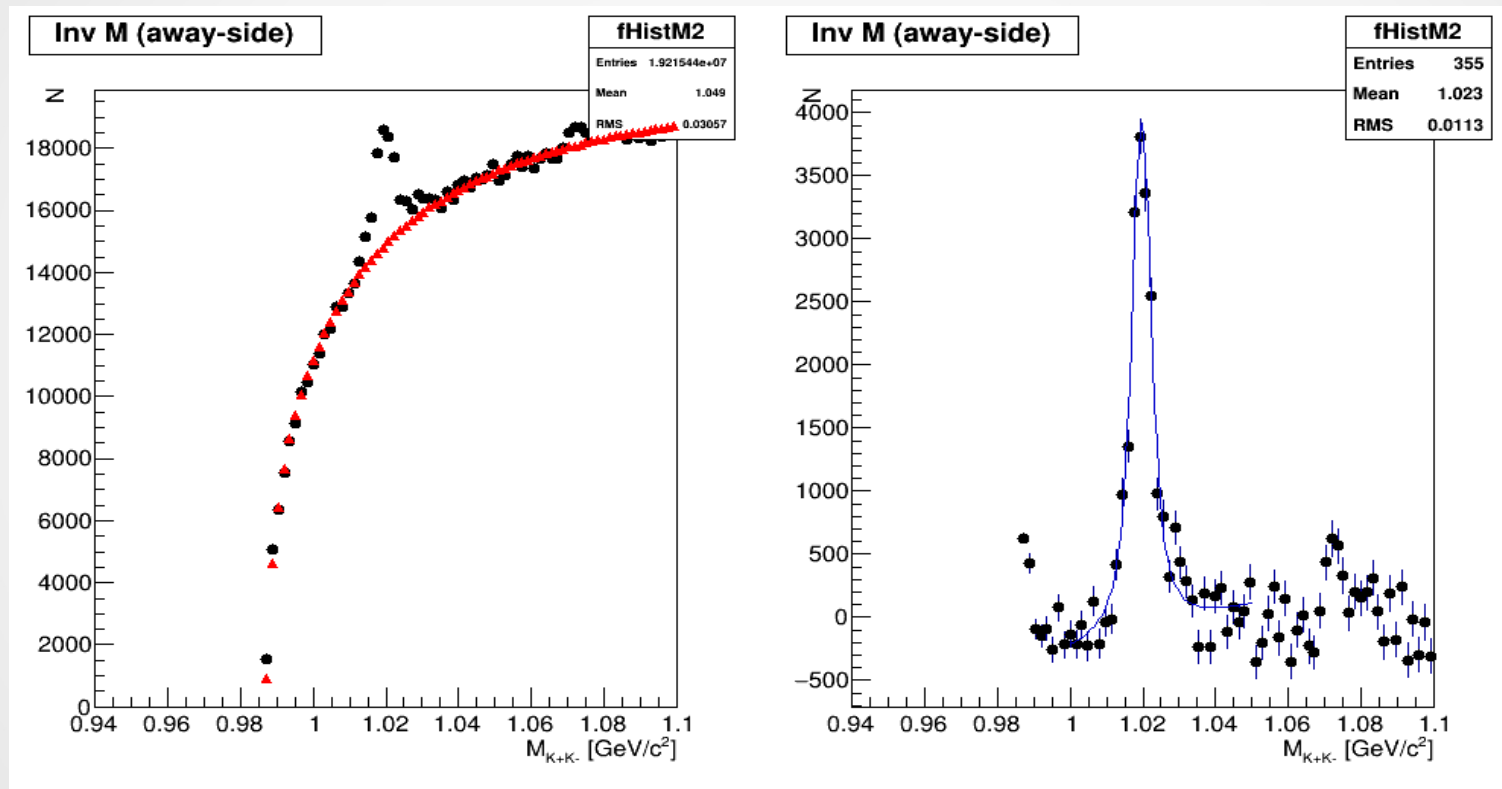
- Pri trigger častici, rezonancie z jetu



- Signál s pozadím (čierna) a nami nasimulované pozadie (červená)
- Výsledný pík fitovaný funkciou Voigtian (modrá)

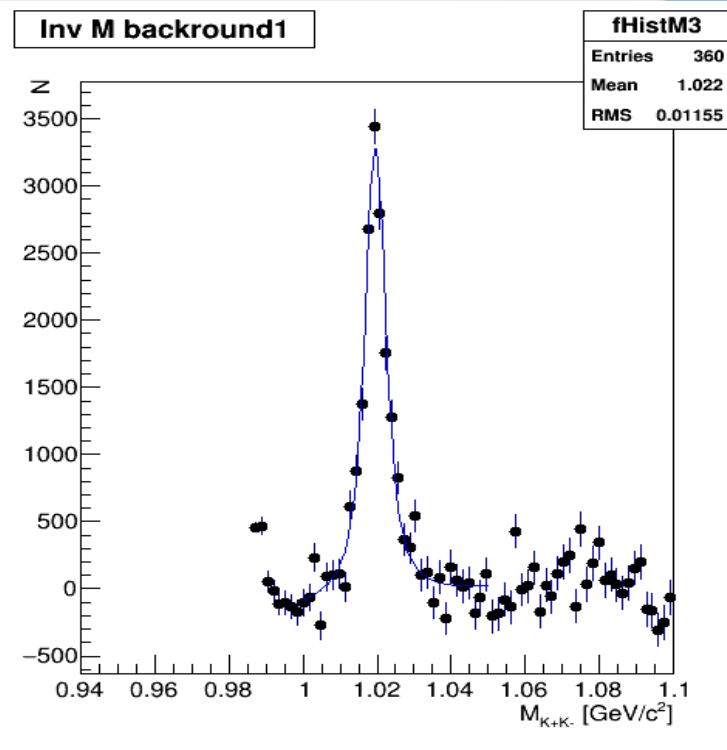
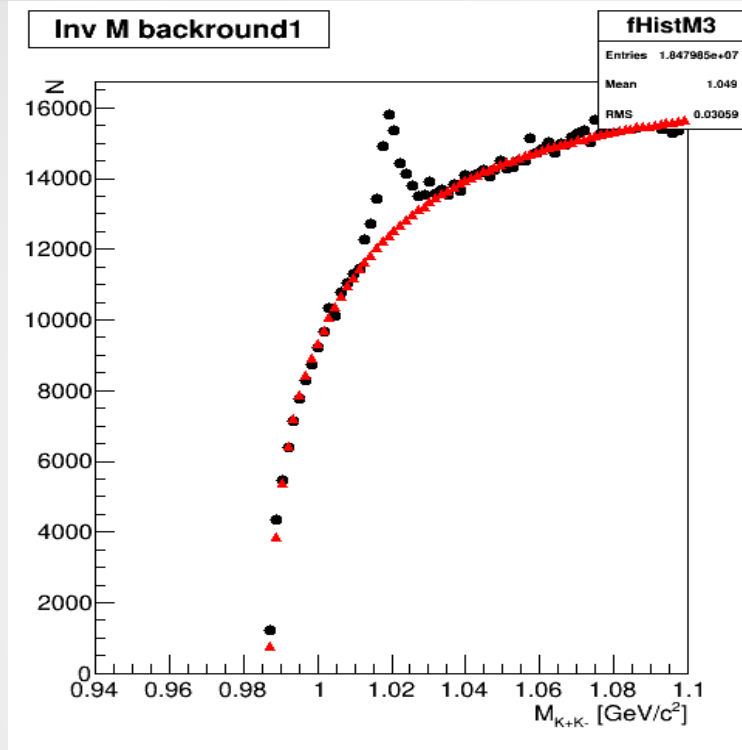
$$\Delta\Phi = (3/4 \pi; 5/4 \pi)$$

- Posunuté o 180° vzhľadom na trigger časticu



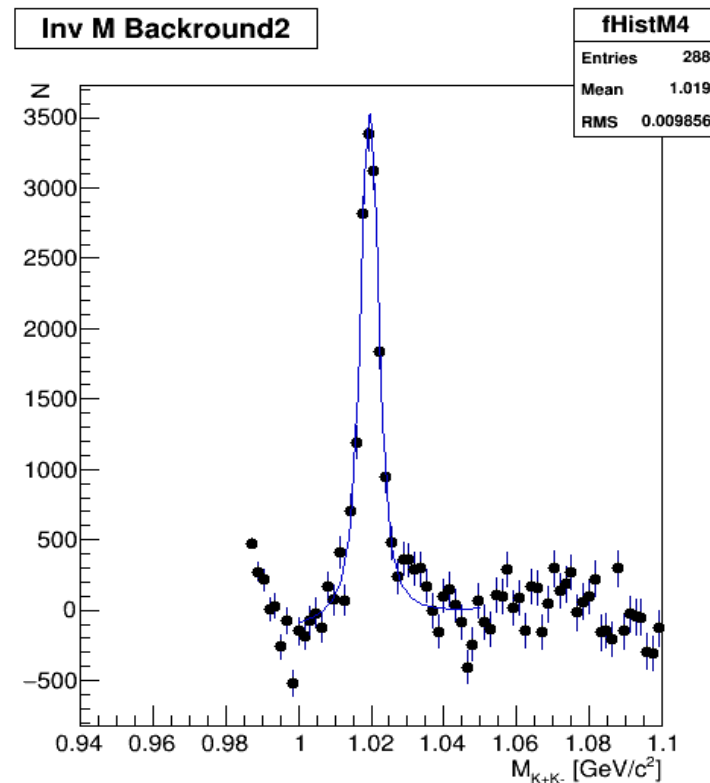
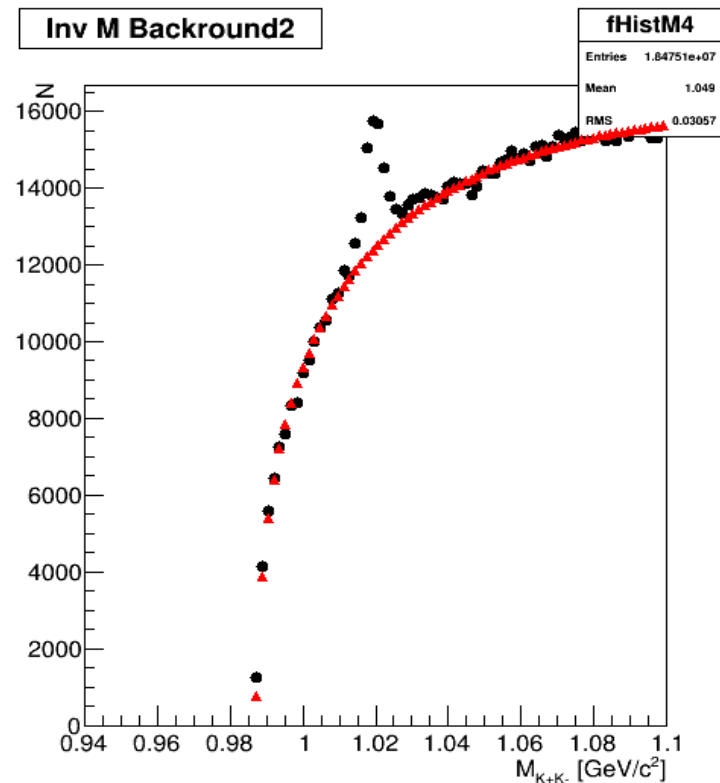
- Signál s pozadím (čierna) a nami nasimulované pozadie (červená)
- Výsledný pík fitovaný funkciou Voigtian (modrá)

$$\Delta\Phi = (5/4 \pi; 7/4 \pi)$$



- Signál s pozadím (čierna) a nami nasimulované pozadie (červená)
- Výsledný pík fitovaný funkciou Voigtian (modrá)

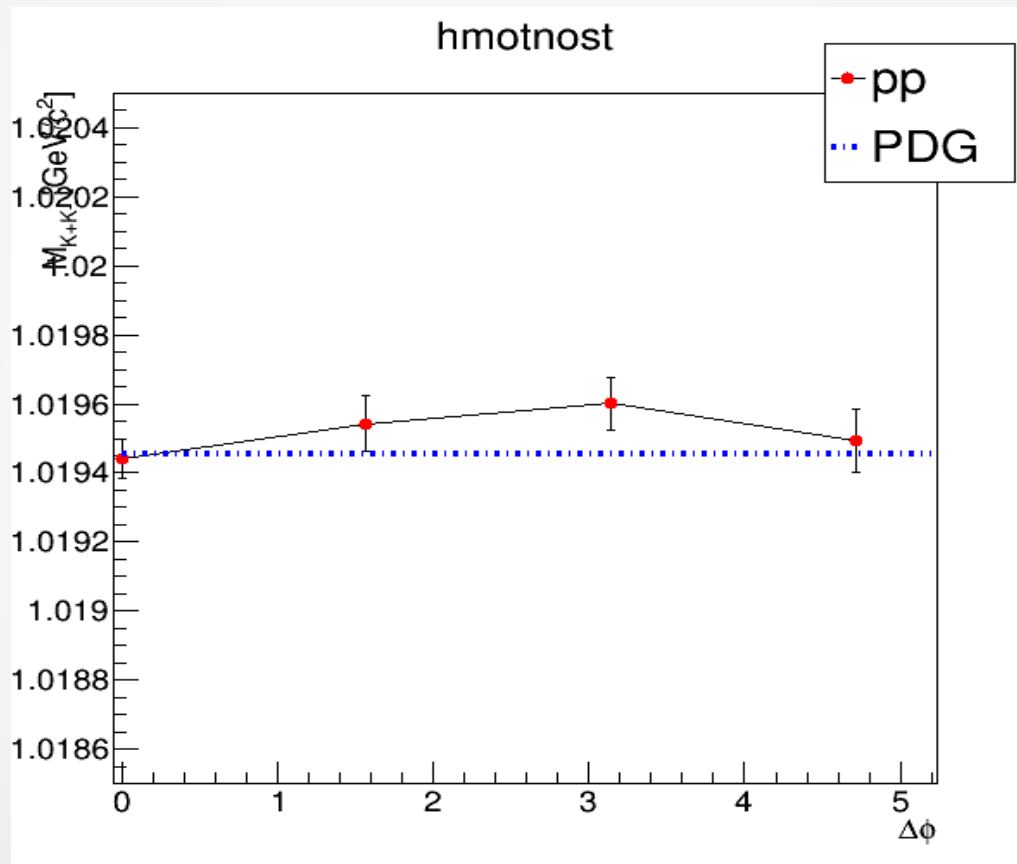
$$\Delta\Phi = (\pi/4; 3/4 \pi)$$



- Signál s pozadím (čierna) a nami nasimulované pozadie (červená)
- Výsledný pík fitovaný funkciou Voigtian (modrá)

Hmotnosť

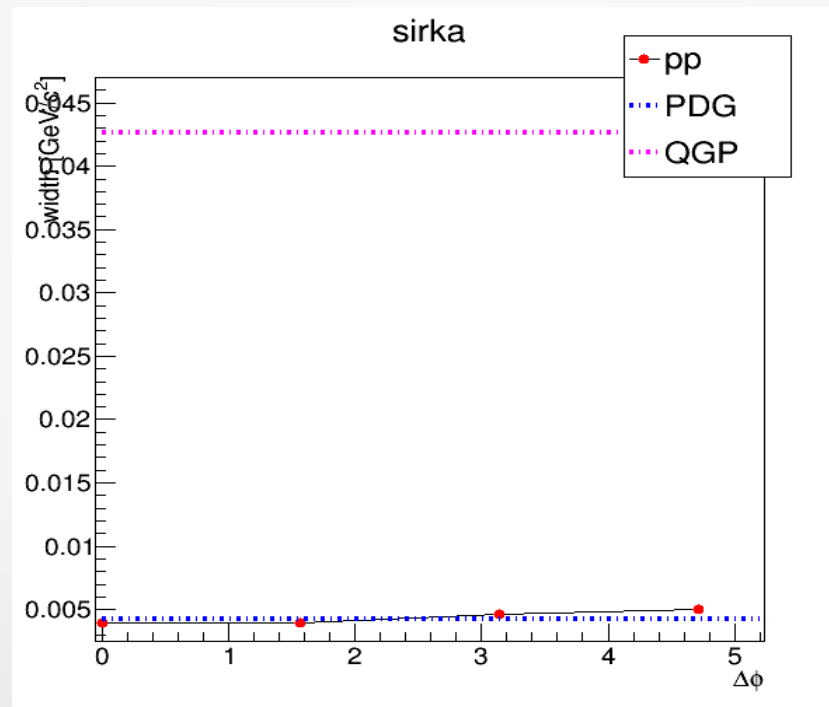
- Hodnoty v súlade s PDG ($m = 1019,455 \pm 0,020 \text{ MeV}/c^2$)



Hmotnosť mezónu ϕ v závislosti od uhla $\Delta\Phi$

Šírka

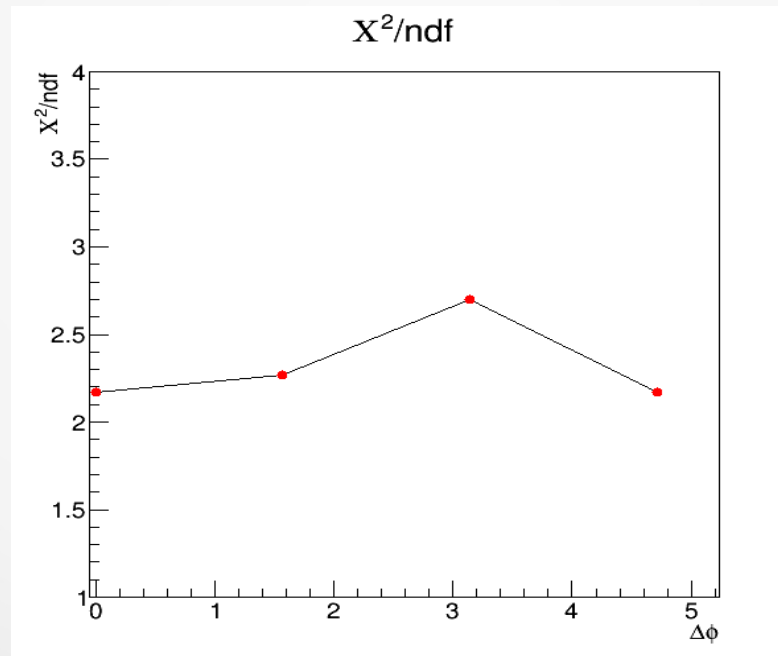
- Kopíruje hodnotu PDG ($\Gamma = 4,26 \pm 0,04 \text{ MeV } / c^2$)
- Predpovedaná hodnota šírky mezónu ϕ v QGP je oveľa vyššia, preto považujeme túto metódu za dobrú a dostatočne citlivú na to, aby sme ju mohli využiť v zrážkach Pb-Pb.



Šírka mezónu ϕ v závislosti od uhla $\Delta\Phi$

Kvalita fitu

- predstavuje premená $\chi^2/n.d.f.$
- Fit nie je najkvalitnejší, čo môže byť spôsobené rôznymi faktormi napr. metódou zmiešavania, fitovacou funkciou, prípadne inými zdrojmi nenáhodného pozadia.



$\chi^2 / n.d.f.$, kde n.d.f predstavuje počet stupňov voľnosti

Záver

- Hodnoty hmotnosti a šírky mezónu ϕ súhlasia s hodnotou udávanou v PDG.
- Predpovedaná hodnota šírky mezónu ϕ v kvarkovo-gluónovej plazme je oveľa vyššia, preto považujeme túto metódu za dobrú a dostatočne citlivú na to, aby sme ju mohli využiť v olovo-olovených zrážkach.
- Signál z týchto zrážok bude zaťažený oveľa väčšou chybou, kvôli väčšiemu pozadiu.
- V budúcnosti by sme chceli vyskúšať ako veľmi je táto metóda citlivá pre iné rezonancie, ktoré majú vhodnejšie vlastnosti pre túto analýzu, hoci je ich signál ťažšie detegovateľný.



Ďakujem za pozornosť