

# Nehézion-fizika

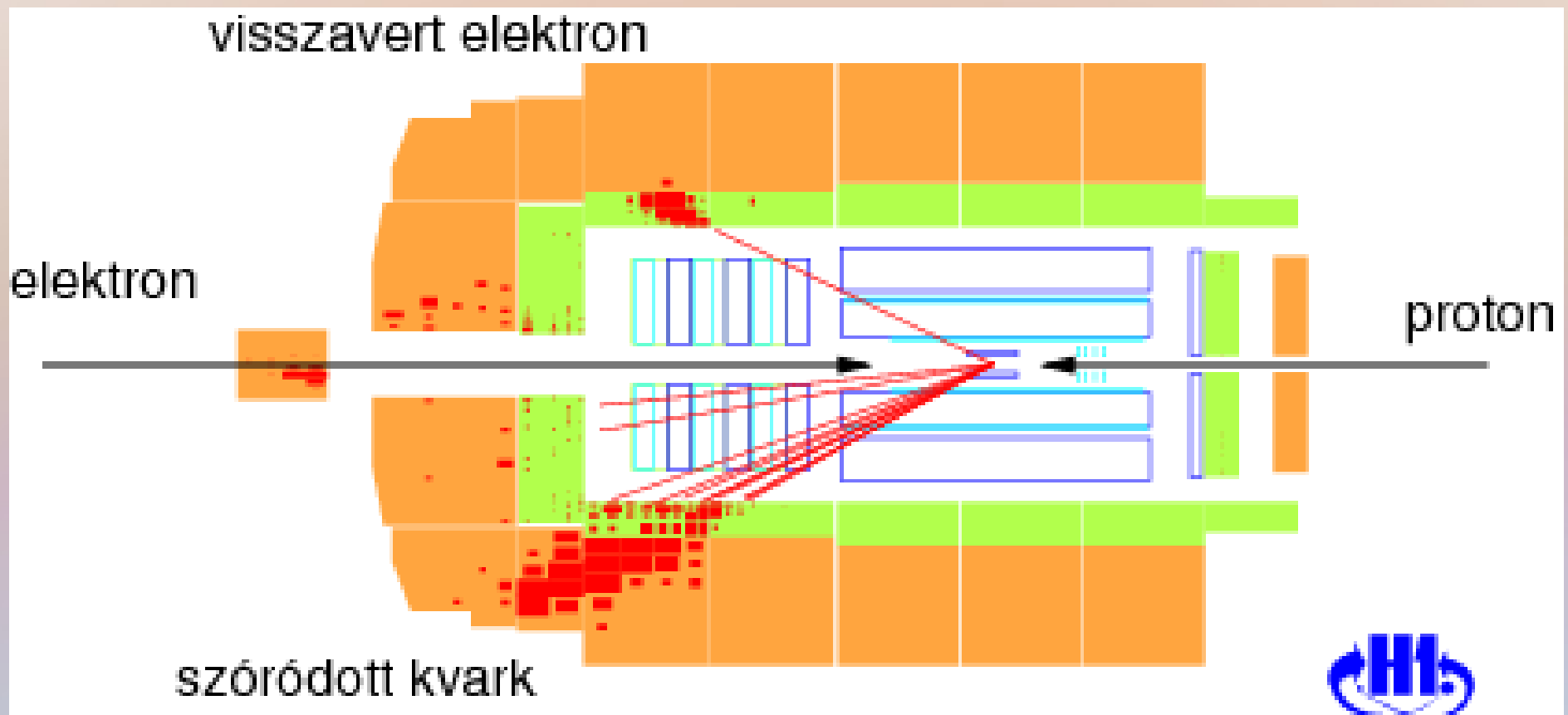
## (nagy energiás atommag ütközések)

Varga Dezső, Wigner Fizikai Kutatóközpont, RMI NFO

- Az atommag és az erős kölcsönhatás
- Kvarkok, gluonok kölcsönhatásai, kvarkbezárás
- Az erős kölcsönhatás „fázisdiagramja”
- Fontosabb fogalmak: centralitás, transzverz impulzus
- Kollektív (csak sok részecskés esetben előforduló) jelenségek

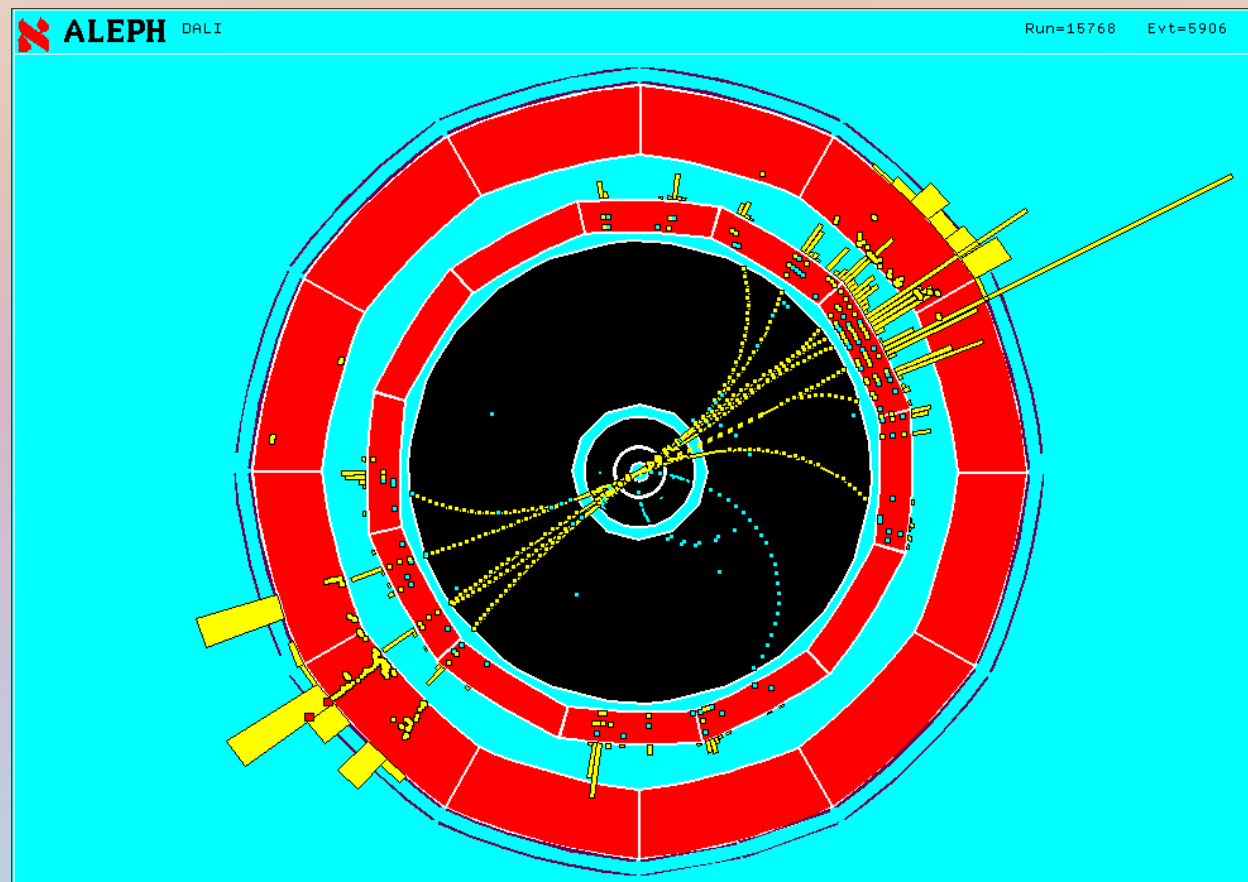
# Kvarkok felfedezése: „elektronmikroszkóp”

- Rutherford kísérlet analógiája, nagy energián

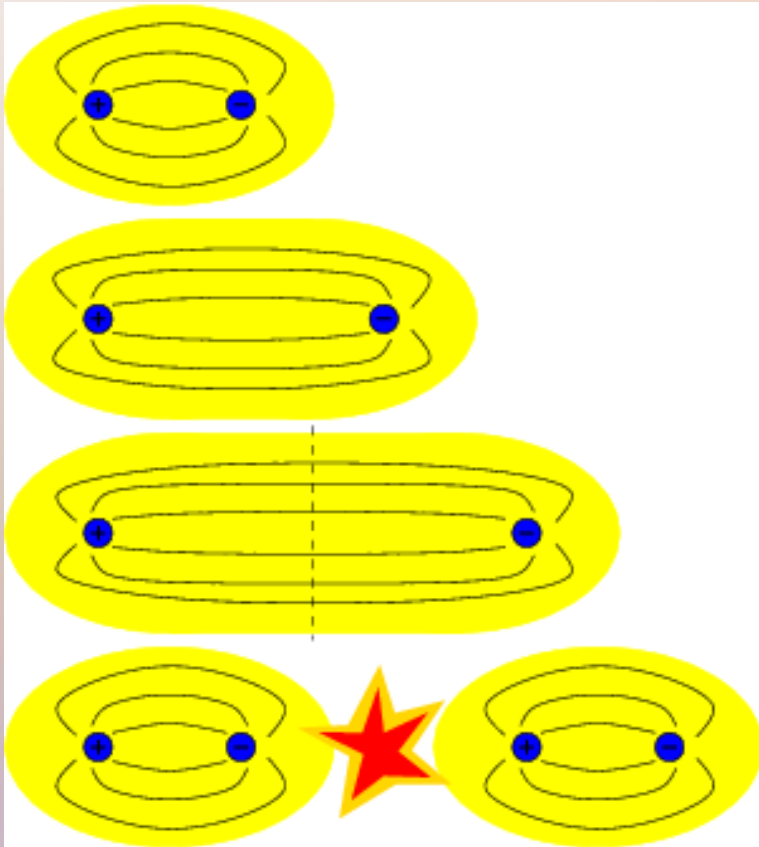


# Jet-ek: kvarkok vagy gluonok zápora

- Egymással szemben (impulzus-megmaradás)



# Kvarkok a hadronokban: kvarkbezárás

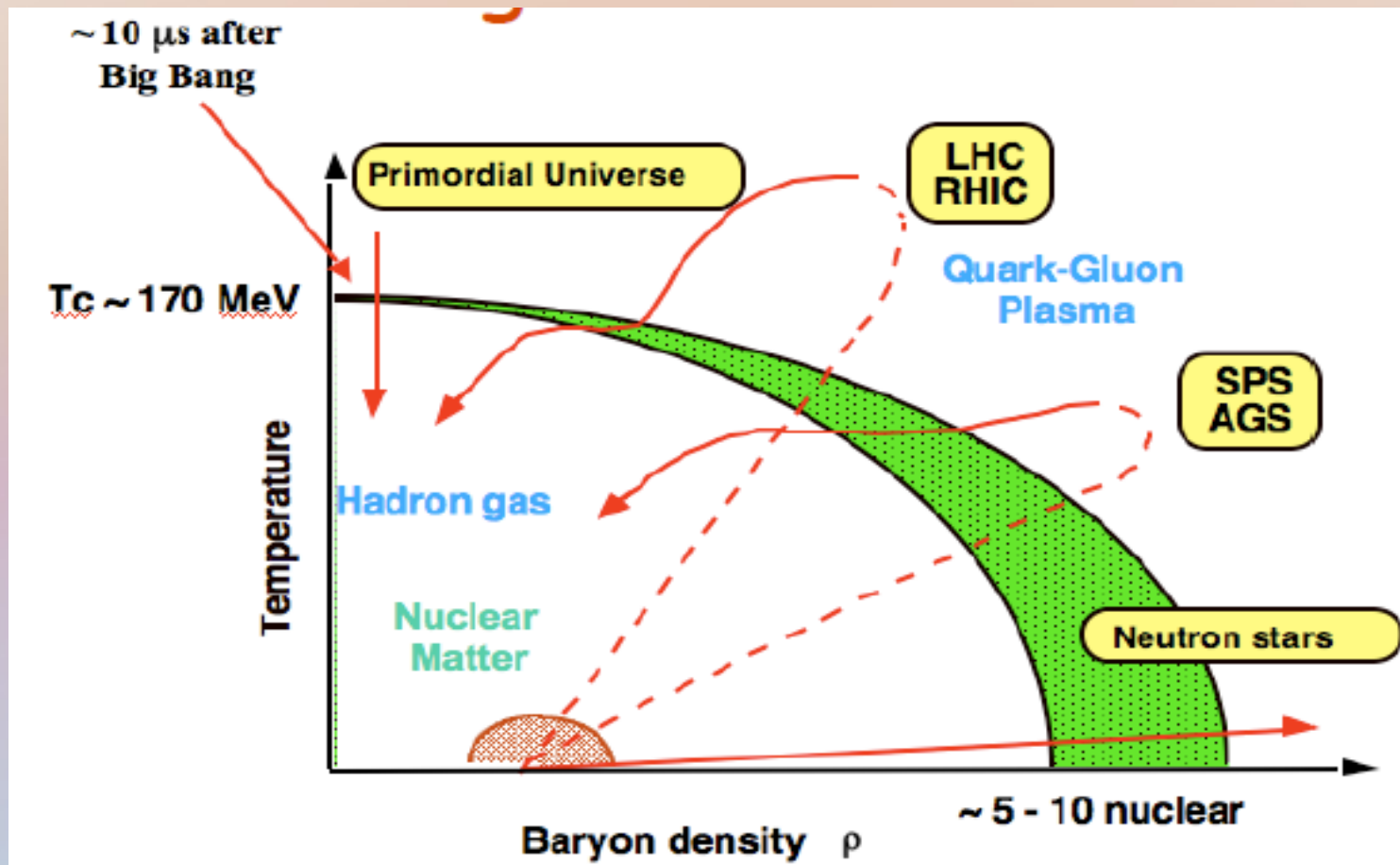


- Ha széthúzzunk egy kvark-párt...
- a gluon-mező megnyúlik, mint egy cső, aminek nagy az energiatartalma
- ... és ha ez elegendő, kvark-antikvark pár keletkezik!

Színtelen objektumok: barionok (3) és mezonok (2)

# Erősen kölcsönható anyag: fázisok (hasonlóan az ismert anyagokhoz)

- Hadronok gáza vs. majdnem-szabad kvarkok



# Nehézion gyorsítók fejlődése

- GSI, Darmstadt (Németország), 1.5GeV, fix céltárgy
- BNL (USA), AGS: p (33 GeV), Au (14.6 GeV), fix céltárgy
- CERN (Svájc), SPS: p (450 GeV), Pb (158 GeV), fix céltárgy

Kísérletek: **NA49**, **NA61**,...

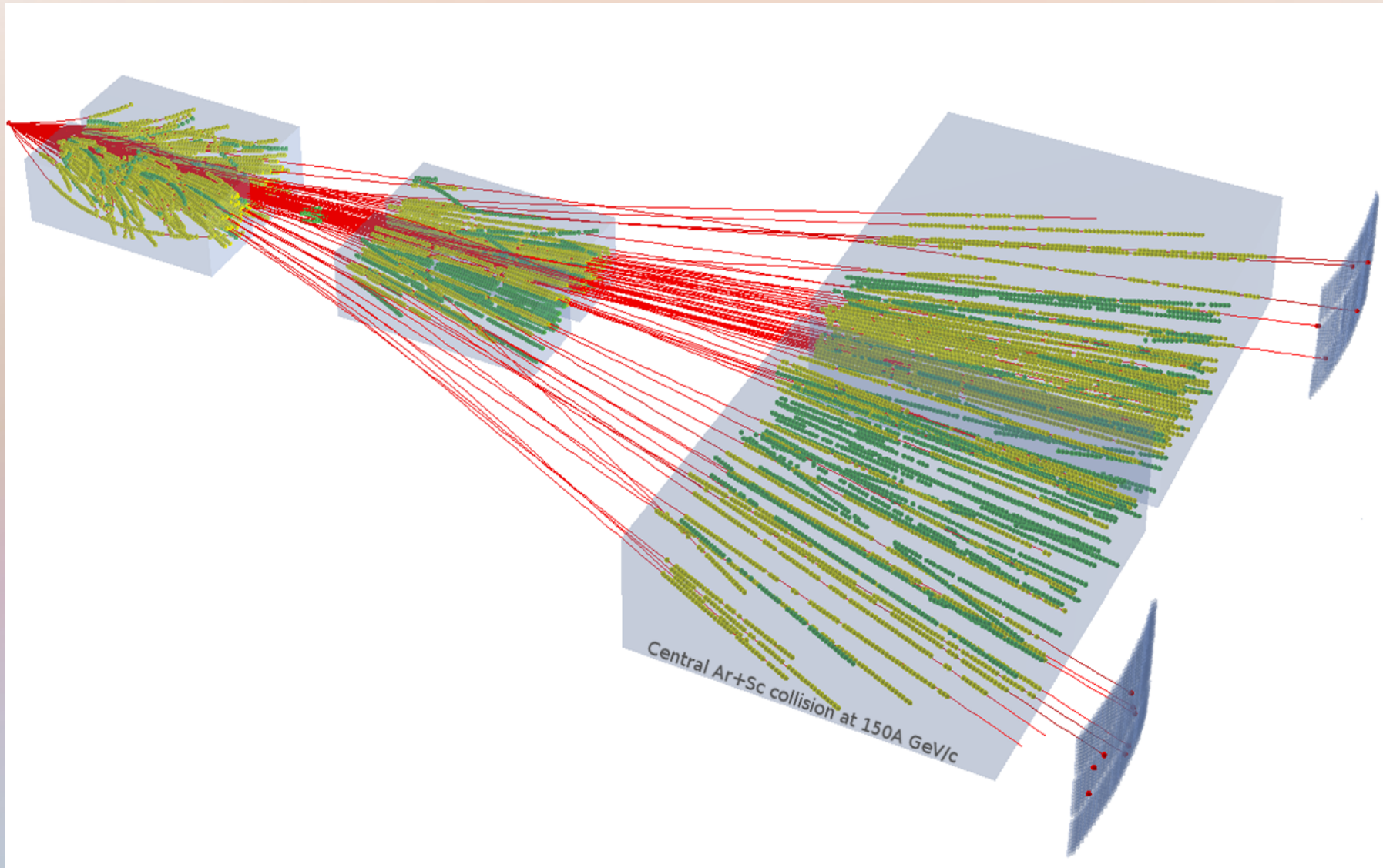
- BNL, RHIC: Au (200 GeV)

Kísérletek: STAR, **PHENIX**, **PHOBOS**, BRAHMS

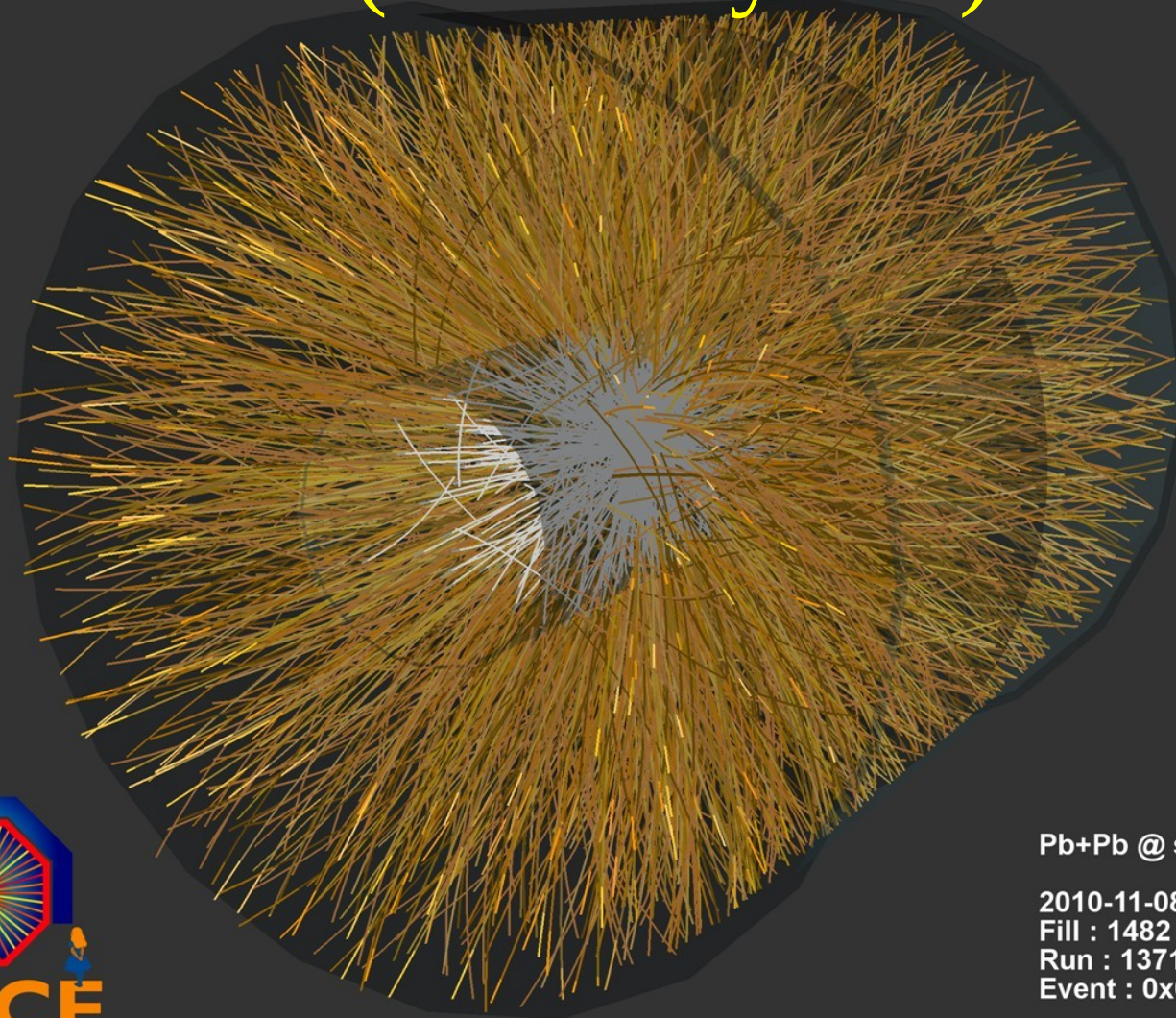
- CERN, LHC: Pb (2760 GeV)

Kísérletek: **ALICE**, ATLAS, **CMS**

# Kölcsönhatás az NA61-nél (fix céltárgy)



# Kölcsönhatás az ALICE-nál (ütközőnyaláb)



Pb+Pb @  $\sqrt{s} = 2.76$  ATeV

2010-11-08 11:29:52

Fill : 1482

Run : 137124

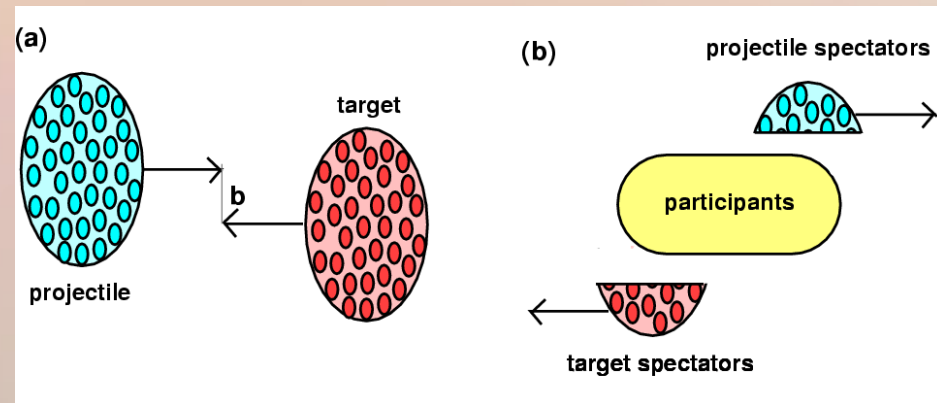
Event : 0x0000000042B1B693



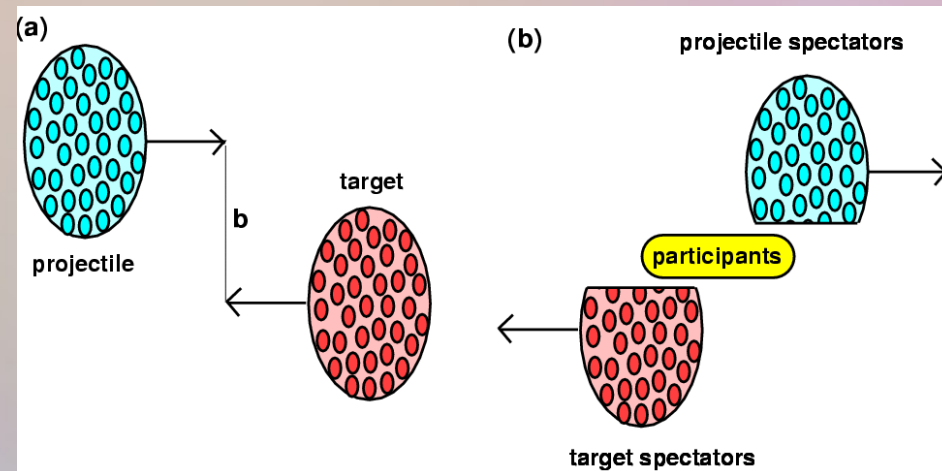
# A centralitás: telitalálat vagy súroló ütközés

- A kísérletben véletlenszerű, de ütközésenként mérhető

- Centrális

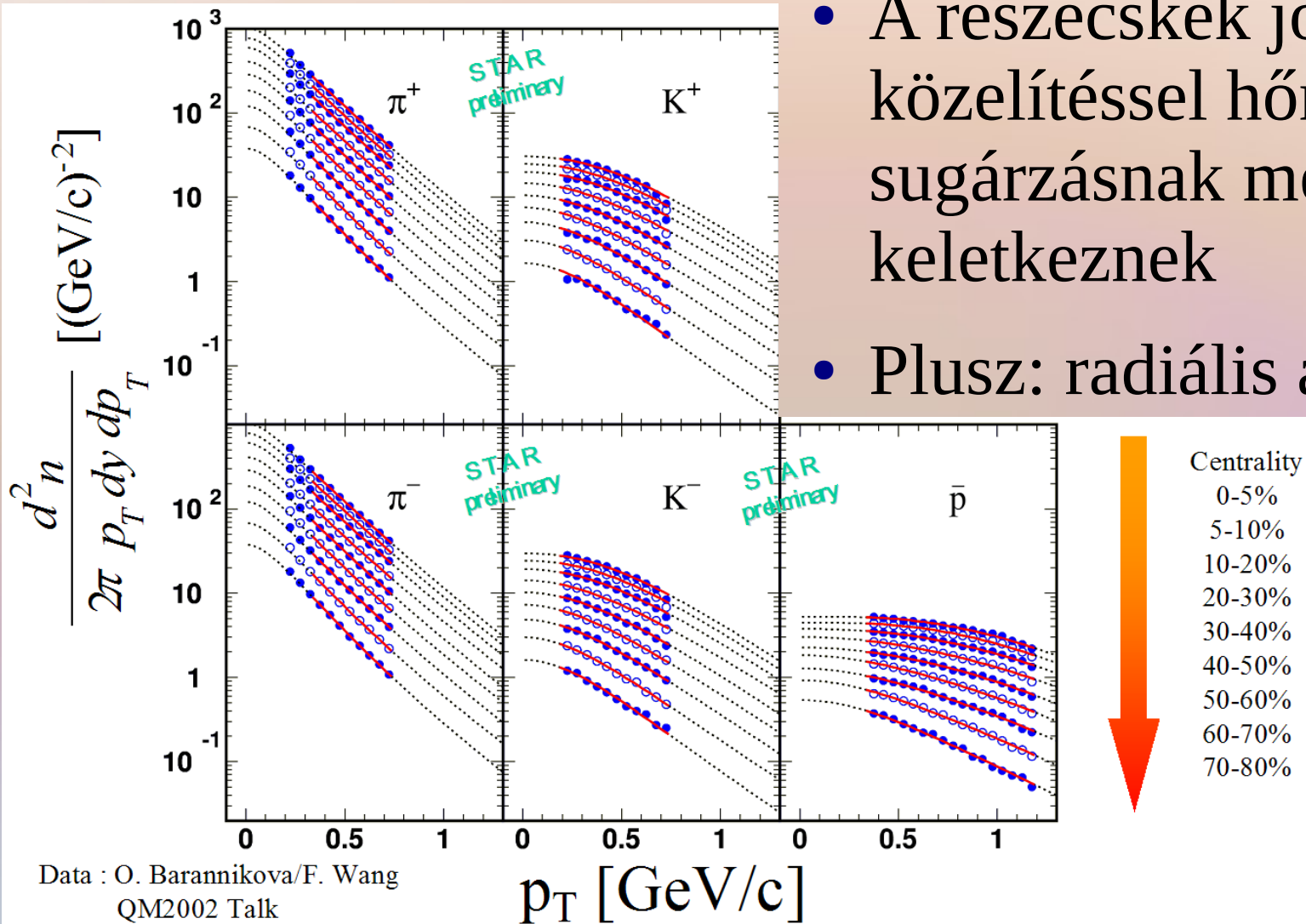


- Periferiális

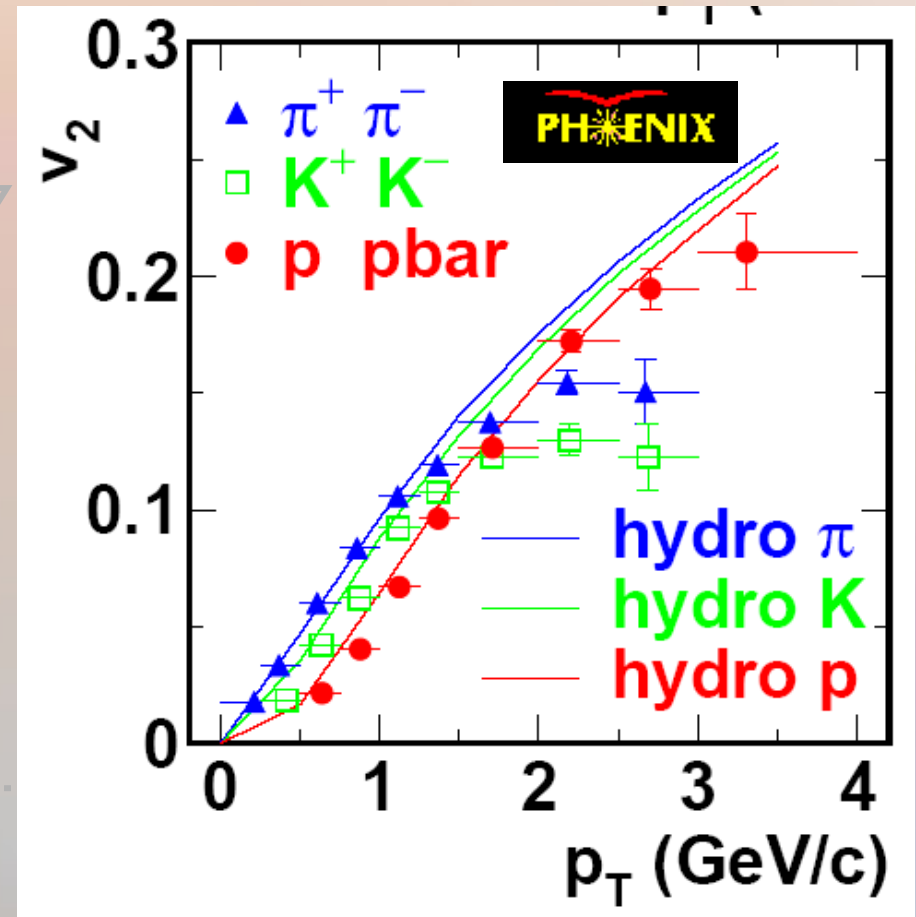
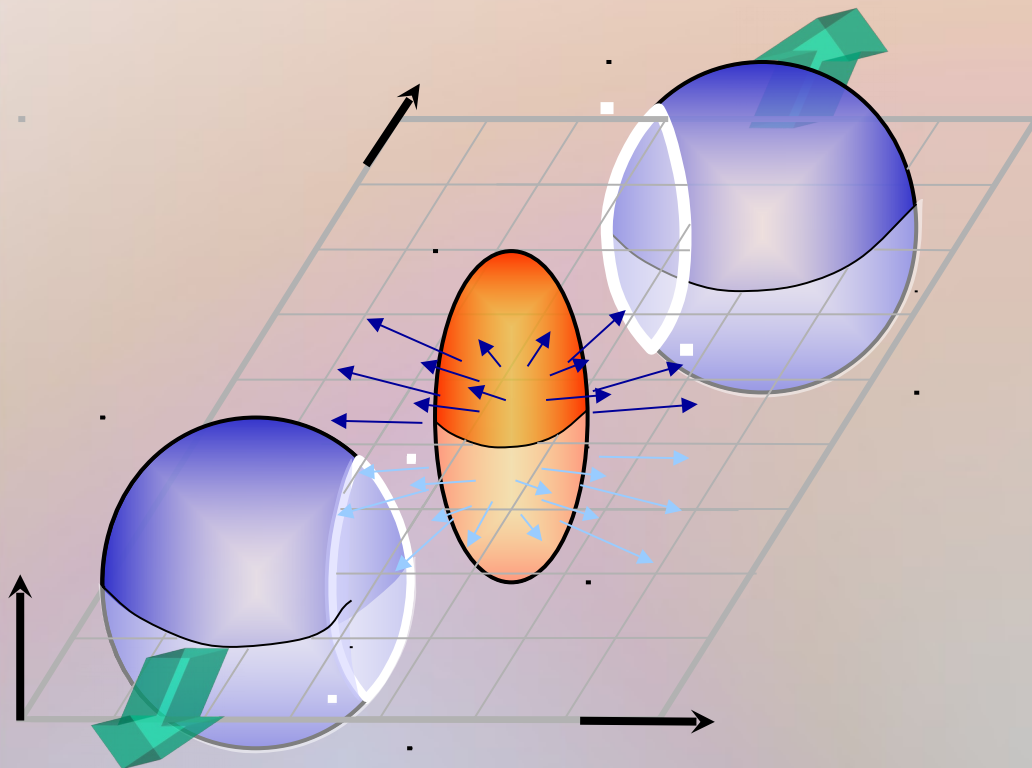


# Transzverz impulzus: ütközésre merőleges lendület

- A részecskék jó közelítéssel hőmérsékleti sugárzásnak megfelelően keletkeznek
- Plusz: radiális áramlás!



# Elliptikus folyás: az ütközési zóna aszimmetriája

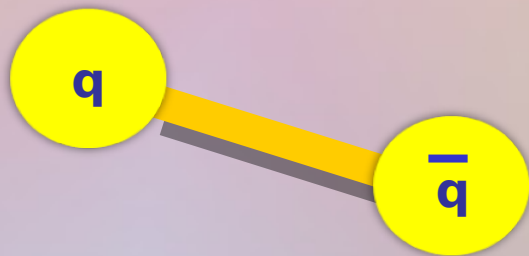


- Hidrodinamikai modellek jól leírják a jelenséget

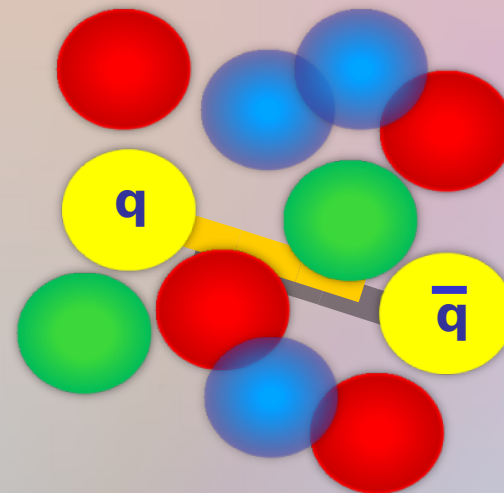
# Kvark-kvark kötött állapot szétesése

- Megfigyelték c kvarkra is, de b kvarkra egyértelműbb a jelenség (csak az LHC-nél)

Vákuumban

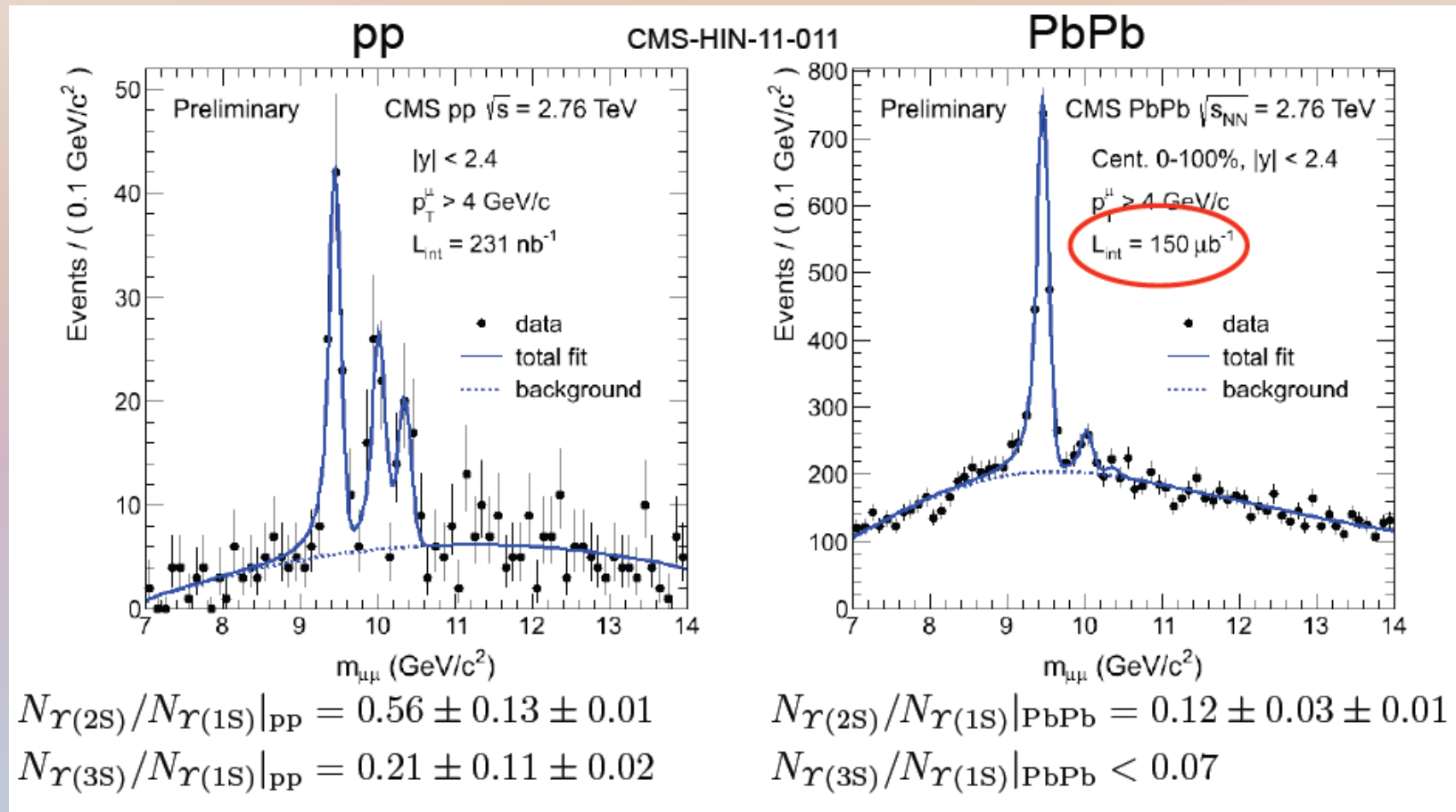


Gluonok közelében



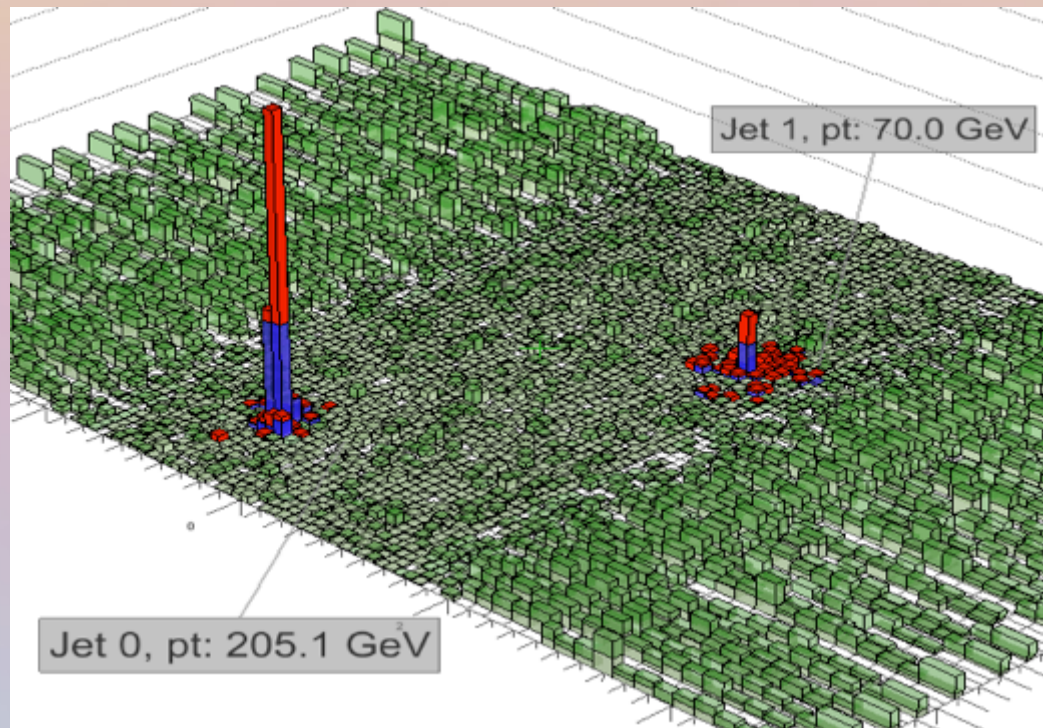
# Kvark-kvark kötött állapot szétesése

- Megfigyelték c kvarkra is, de b kvarkra egyértelműbb a jelenség (csak az LHC-nél)



# Jet-ek eltűnése: az egyik nagy energiás kvark nem jut át a kvark-anyagon

- Markáns aszimmetria, energiaveszteség a kvark-gluon anyagban



# Összefoglalás

- Nehézion-fizika: az anyag egy új fázisa, ahol kvarkok-gluonok kiszabadulnak a hadronokból, és egymással hatnak kölcsön
- Markáns jelenségek: kvark-párok szétesnek, nagy energiás kvarkok elvesznek, a rendszer elliptikusan tágul
- Sokféle elméleti jóslat ütközik a kísérletekkel, néha több magyarázat is létezik adott jelenségekre
- Magyar részvétel több kísérletben (ALICE, CMS, NA61, Phenix, ...)