

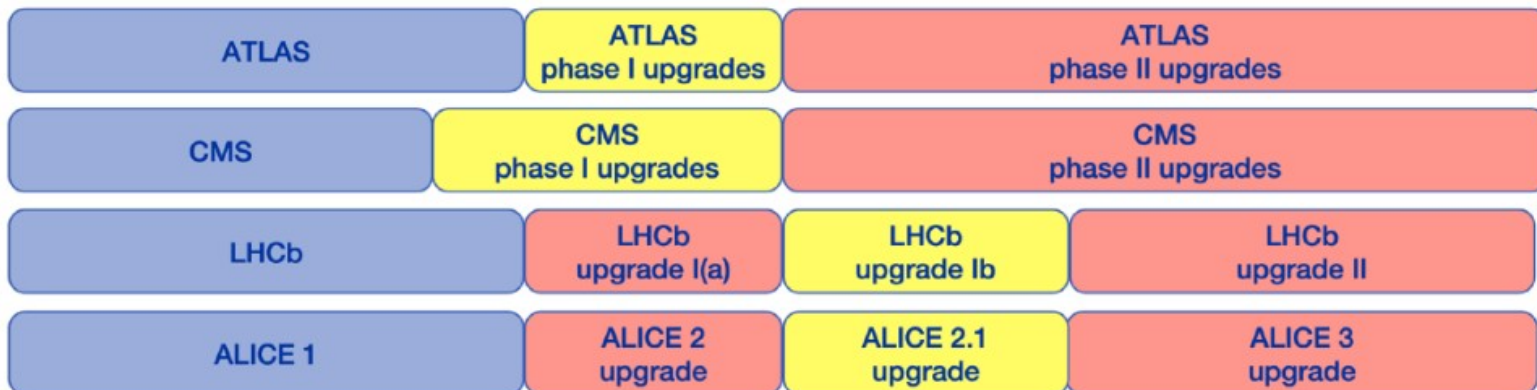
Az ALICE 3 detektor koncepciója és fizikai teljesítménye

Vértesi Róbert
(ALICE)

vertesi.robort@wigner.hu



Az LHC távlati tervei



intermediate upgrade

major upgrade

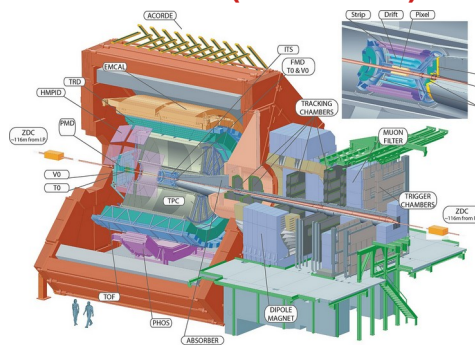
Az LHC távlati tervei – ALICE és ALICE 3



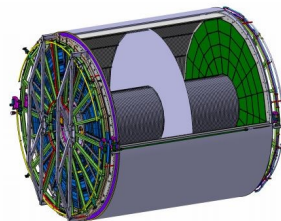
Collision systems pp, pPb, Pb-Pb pp, pPb, Xe-Xe, Pb-Pb pp, pO, OO, pPb, Pb-Pb pp, pPb, Pb-Pb pp, pA?, AA pp, pA?, AA

LHC schedule Run 1 2009 - 2013 Run 2 2015 - 2018 Run 3 2022 - 2025 Run 4 2029 - 2032 Run 5 Run 6

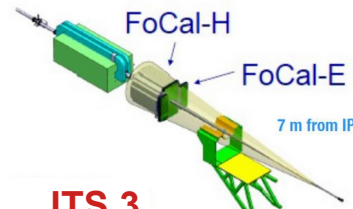
ALICE (Runs 1+2)



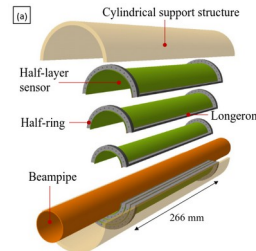
LS2 upgrades



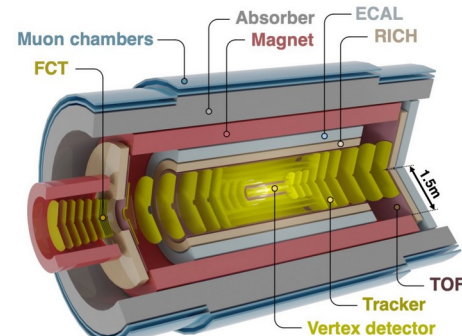
FoCal



ITS 3



ALICE 3



intermediate upgrade

ALICE: Barnaföldi G.G., kedd 16:00

Jelenlegi előadás

ALICE 3 – válasz alapvető kérdésekre



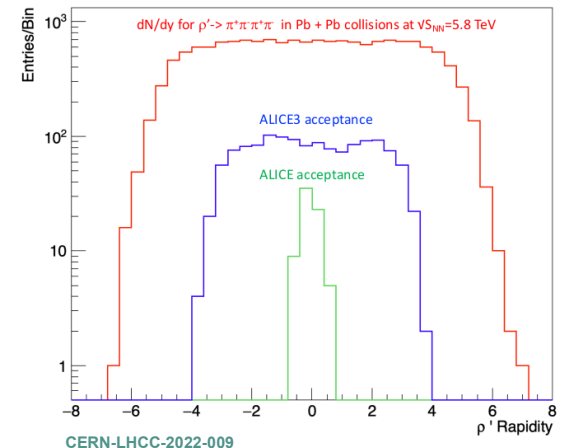
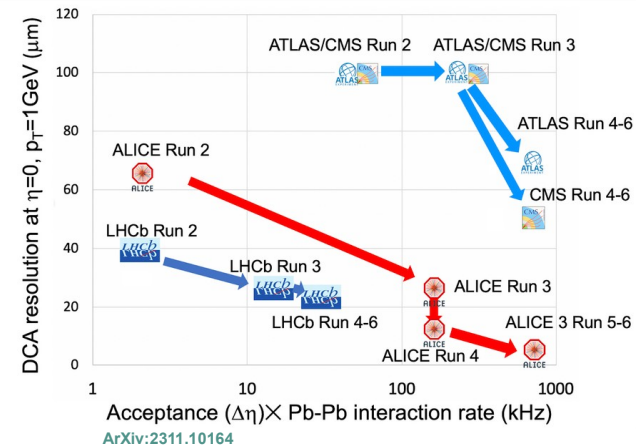
ALICE 2 – 2.1 (Run 3 és 4)

- Közeg hatása nehézkvark-hadronokra
- QGP termális sugárzása idő-átlagoltan
- Kollektivitás kicsitől nagy rendszerekig

Számos alapvető kérdés nyitva marad

- Hogyan alakul ki a QGP-ben az egyensúly?
- Partonszintű állapotegyenlet, hőmérsékletfüggése
- Királis szimmetriasértés dinamikája
- A QGP hadronizációs mechanizmusai

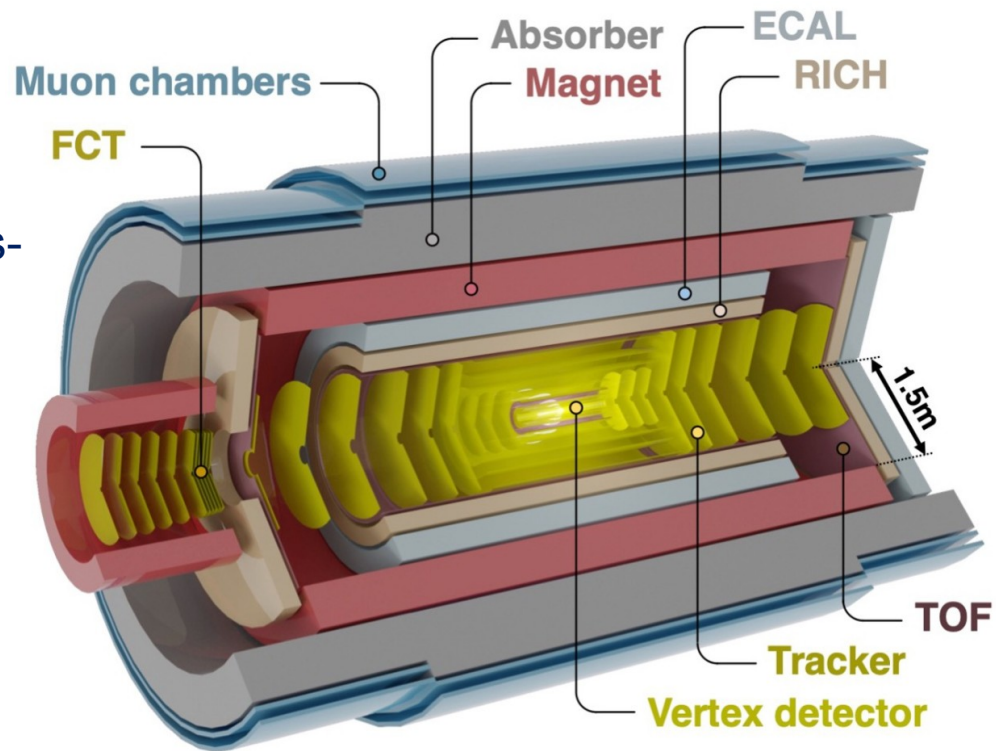
→ Egy újgenerációs nehézion-kísérletre van szükség: **ALICE 3 (Runs 5 + 6)**



Az ALICE 3 detektorkon koncepció



- **Kompakt szilícium-nyomkövető** rendkívül alacsony anyagvastagság
- Szupravezető mágnes ($B = 2 \text{ T}$)
- **Részecskeazonosítás** széles impulzus-tartományban, $|\eta| < 4$ akceptanciával
- **Pontos vertex-helyzetmeghatározás és impulzusfelbontás**
- Folytonos kiolvasás, online adatfeldolgozás



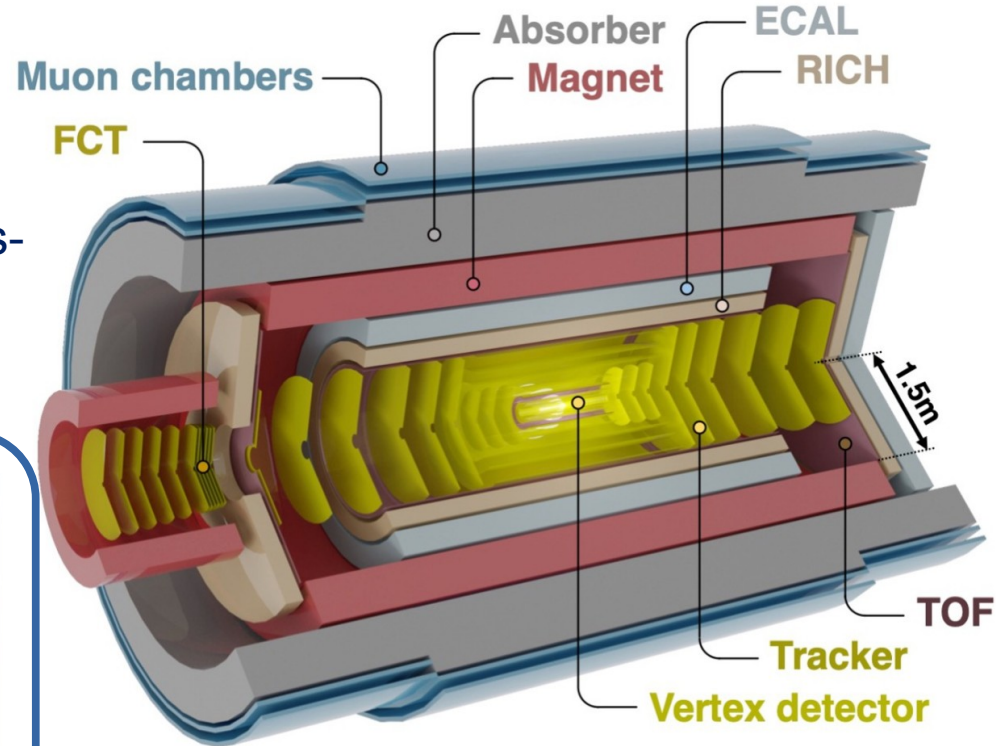
Az ALICE 3 detektorkonceptció



- **Kompakt szilícium-nyomkövető** rendkívül alacsony anyagvastagság
- Szupravezető mágnes ($B = 2\text{ T}$)
- **Részecskeazonosítás** széles impulzus-tartományban, $|\eta| < 4$ akceptanciával
- **Pontos vertex-helyzetmeghatározás** és impulzusfelbontás
- Folytonos kiolvasás, online adatfeldolgozás

• **2022: Szándék-dokumentum (LoI)**

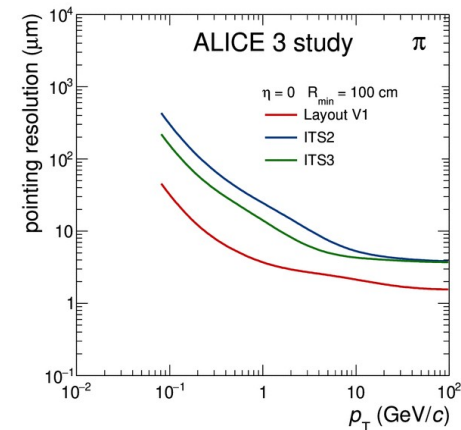
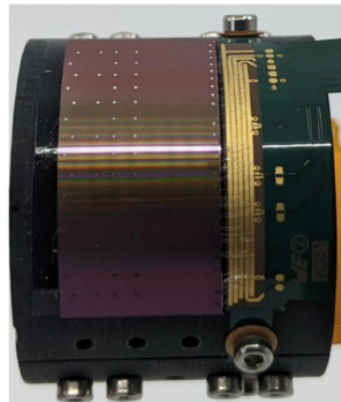
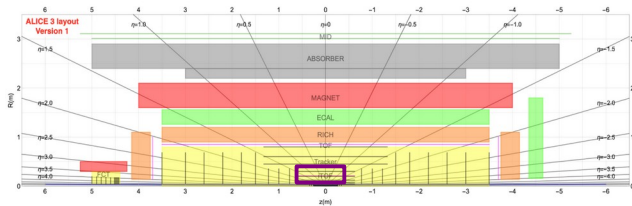
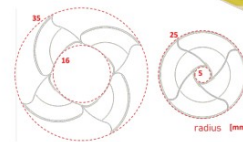
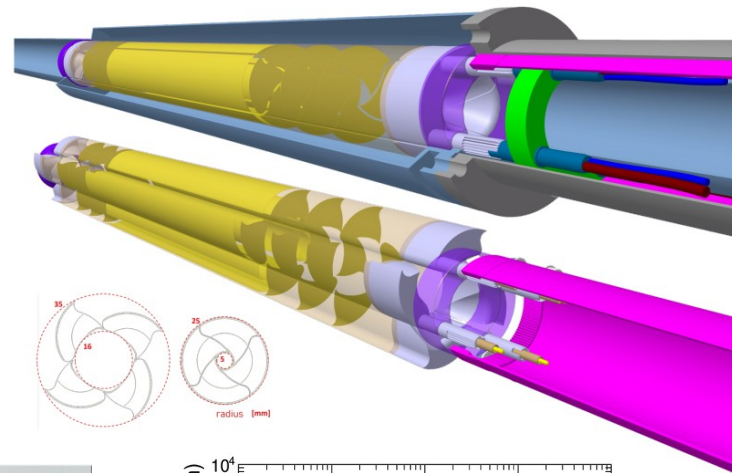
CERN-LHCC-2022-009
arXiv:2211.02491



Nyomkövetés – vertexdetektor



- **Iris koncepció:**
kiemelhető nyomkövető a vákuumban (3 réteg + 3 lemez)
- **Vertexfelbontás $\sim 3\text{-}4 \mu\text{m}$**
 $p_T=1 \text{ GeV}/c$ impulzusnál
- CMOS Monolit aktív pixel szenzor (**MAPS**)
technológián alapuló wafer-méretű érzékelők
- Rendkívül alacsony anyagvastagság
($\sim 0.1\%$ X_0 rétegenként)
- Pixelméret $\sim 10 \mu\text{m}$
 $\sim 2.5 \mu\text{m}$ belső felbontás

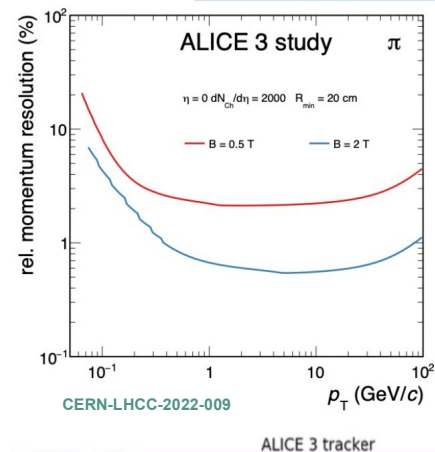
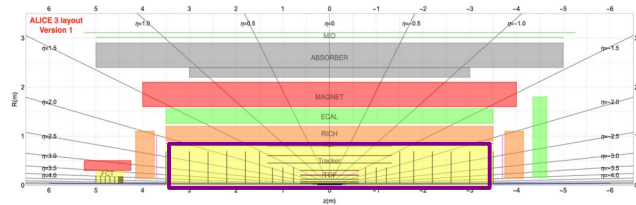
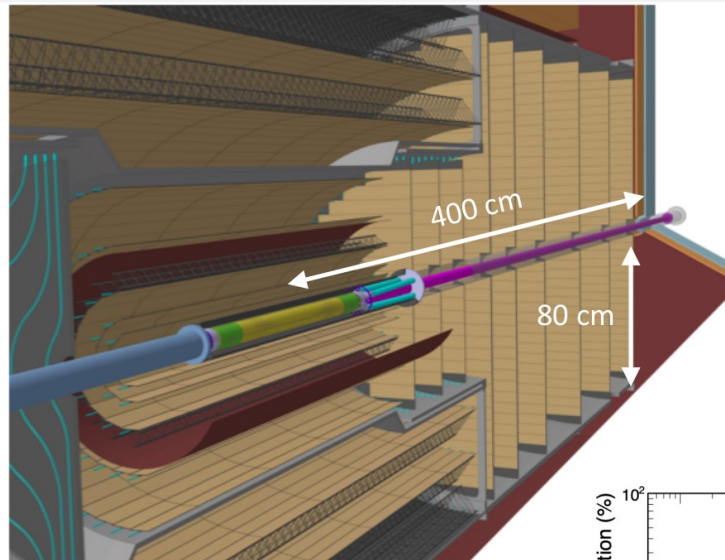


ALI-SIMUL-491785



Nyomkövetés – külső nyomkövető

- 8 réteg és 9 lemez, **MAPS** technológia (~67m² felület)
- **Kompakt geometria** ($R < 80$ cm, $|z| < 4$ m)
- Pixelméret ~40 μ m
~10 μ m belső felbontás
- Anyagvastagság 1% X_0 rétegenként
- **Alacsony fogyasztás:**
~20 mW/cm²
- Iparosított gyártásfolyamat, moduláris szerkezet





PID – Repülésiidő-detektor (TOF)

• Szilícium-detektor részecskeazonosításra

- időfelbontás ~ 20 ps
- anyagvastagság: 1-3% X_0

• TOF Központi tartomány: 2 réteg, $|\eta| < 1.75$

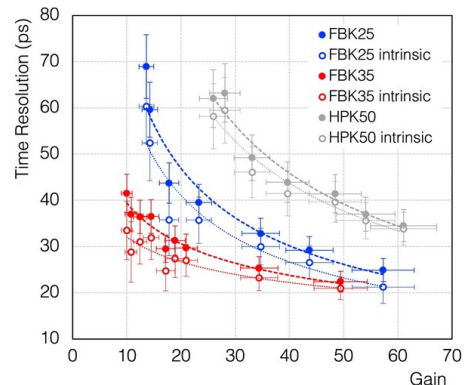
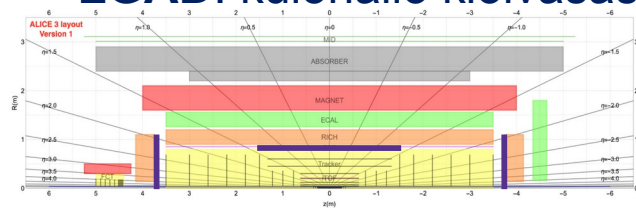
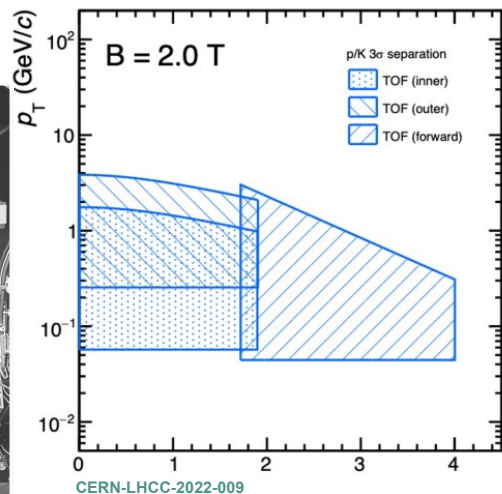
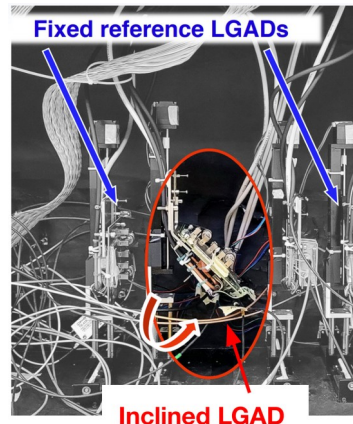
- belső TOF $r_{in} = 19$ cm, külső TOF $r_{out} = 85$ cm
- felület: 1.5 m² belső, 30 m² külső

• TOF Előreszórás: 2 lemez, $1.75 < |\eta| < 4$

- $r_{in} = 15$ cm, $r_{out} = 50$ cm, $z = 405$, felület ~ 14 m²

• Technológiai lehetőségek:

- **MAPS**: egyenletes töltéskigyűjtés, jó jel-zaj arány
- CMOS **SPAD**: a RICH-csel közös kiolvasó elektronika
- **LGAD**: különálló kiolvasás

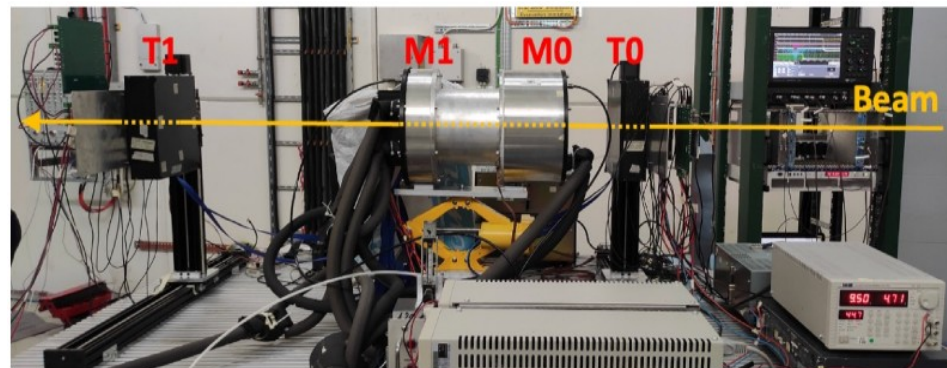
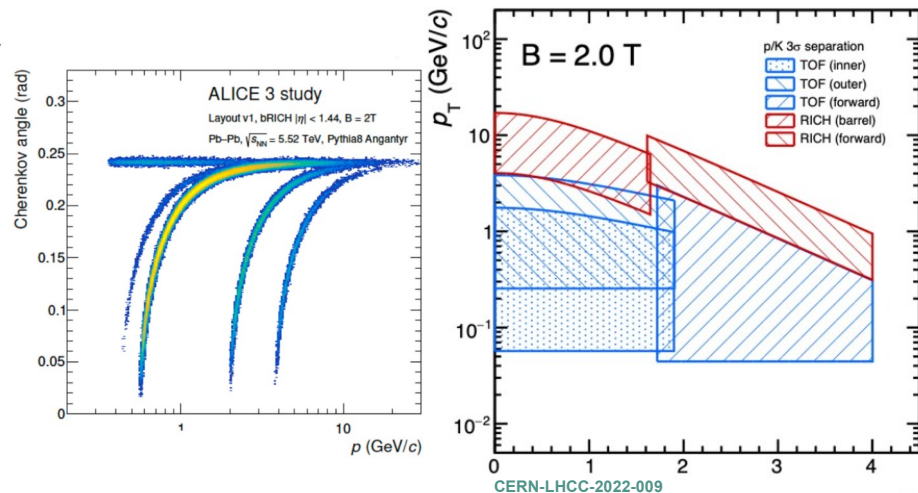
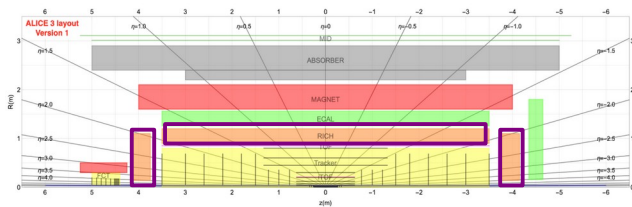


Eur. Phys. J. Plus 138, 99 (2023)

PID – Aerogel Cserenkov-detektor (RICH)



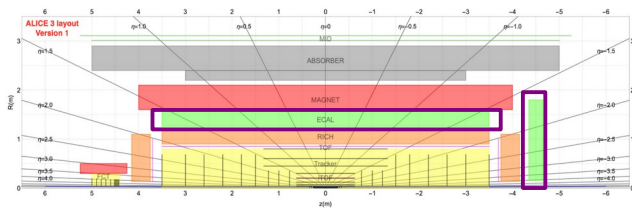
- Gyűrűképet alkotó Cserenkov-detektor** a TOF PID-képességeit **magasabb transzverz impulzusra terjeszti ki**
 - **Aerogel** radiátor, törésmutató: $n=1.03$ (központi), $n=1.006$ (előre)
 - 2 cm vastag aerogel elem, a radiátortól 20 cm-re SiPM fényérzékeny réteg
- Projektív hengeres geometria: nagyobb lefedettség magas $|\eta|$ -n
- Közös külső TOF+hengeres RICH kiolvasórendszer, megosztott SiPM



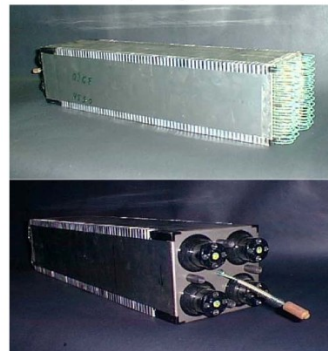
PID – Electromágneses kaloriméter (ECAL)



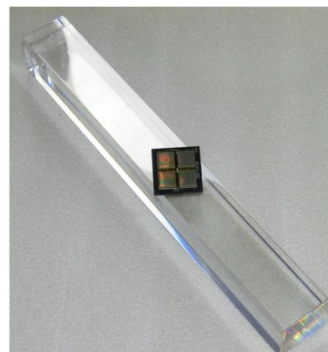
- **Nagyenergiás elektron- és fotonészlelés**
- 2 hengeres +1 lemez réteg
 - 100 GeV energiáig: $|\eta| < 1.5$
 - 250 GeV energiáig: $1.5 < \eta < 4$
- Technológia:
 - Mintavételező **ólom-szcintillátor**: $-1.6 < |\eta| < 4$ pszeudorapiditáson
 - Nagyfelbontású szegmens: $|\eta| < 0.22$, **PbWO₄** kristály (pontos egyrészecske-mérések)
 - kiolvasás: SiPM



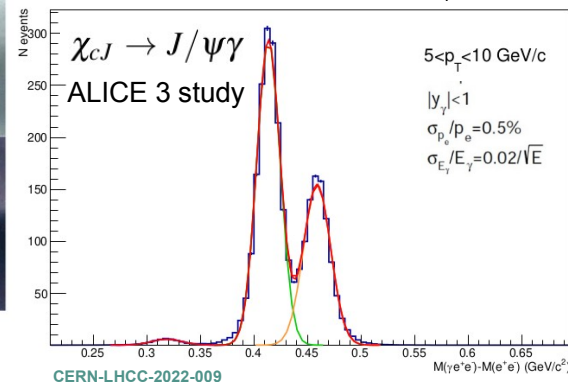
Sampling sector



PbWO₄ sector



Szimuláció: PbWO₄



CERN-LHCC-2022-009

Energy resolution

$$\frac{\sigma_E}{E} = \frac{a}{E} \oplus \frac{b}{\sqrt{E}} \oplus c$$

Assumptions:

$$a = 0.001$$

$$b = 0.2 \text{ GeV}^{1/2}$$

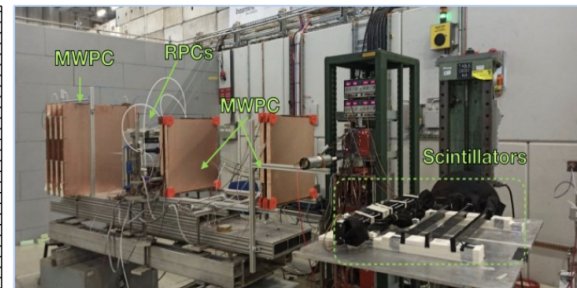
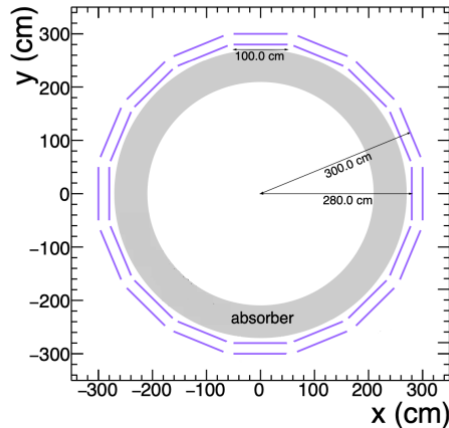
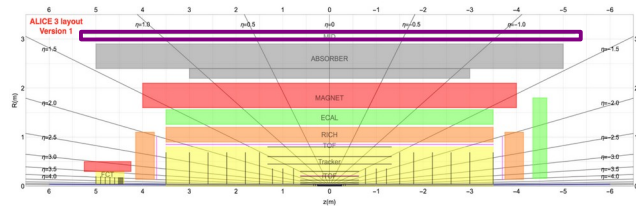
$$c = 0.01$$

PID – Müondetektor (MID)

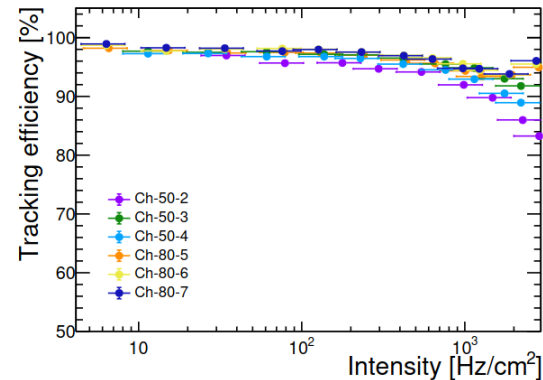
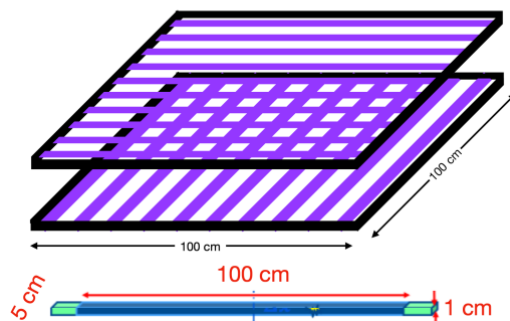


- **Müonazonosítás** alacsony impulzuson: $p_T \approx 1.5 \text{ GeV}/c$
- Akceptancia: $|\eta| < 1.38$
- Hadron-abszorber ($\approx 70 \text{ cm}$ | $\eta = 0$) acél (mágnesezhető vagy nem)
- Technológiai lehetőségek:

- **Szcintillátor-rudak** – *alap opció*
2 réteg, 5 x 5 cm egységek, SiPM
- **MWPC** (sokszálas kamrák)
5mm pad x 8mm wire egységek
- **RPC** (rezisztív lemezkamra)

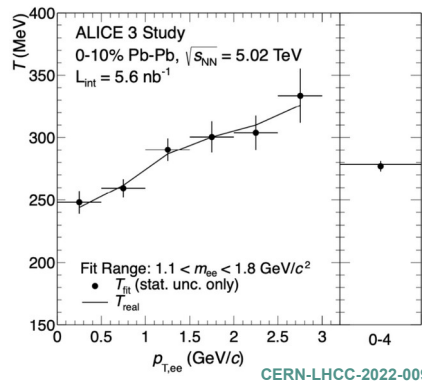
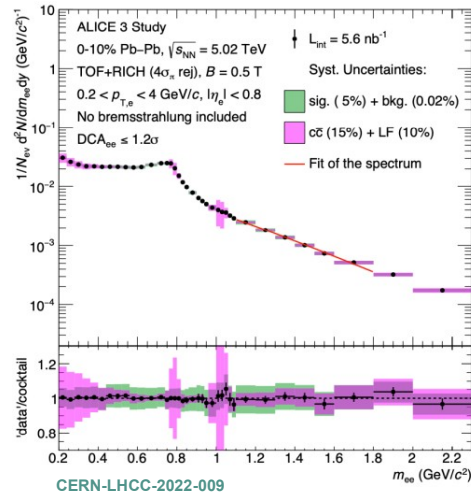
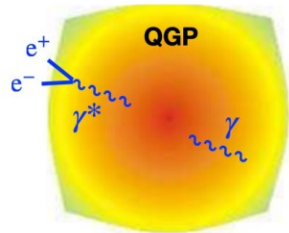
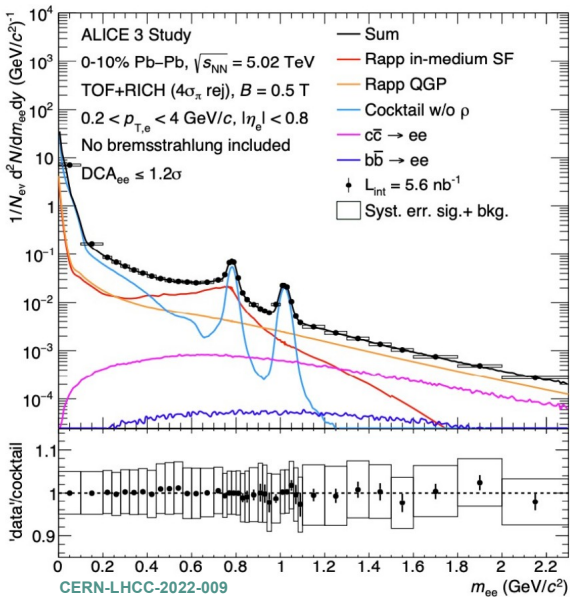


Tesztnyaláb-mérés, 2023 július, CERN



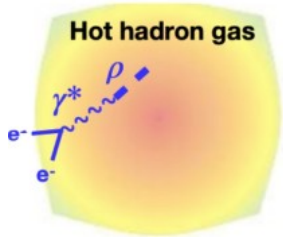
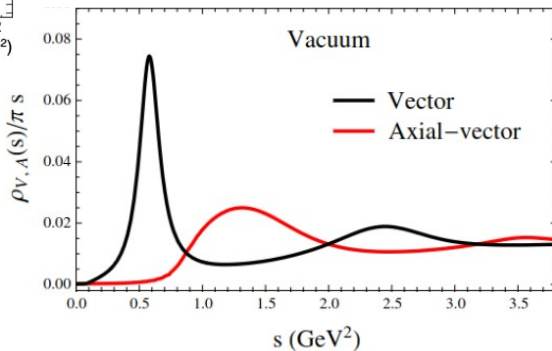
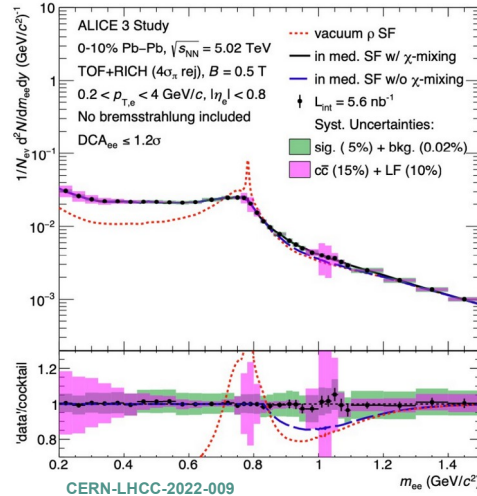
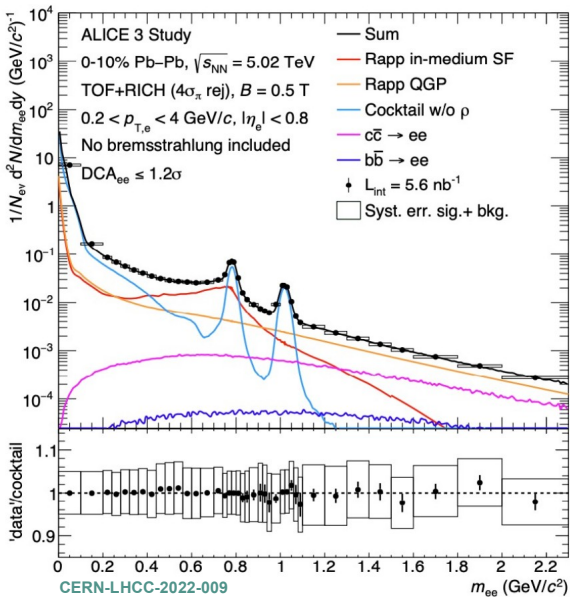
A tesztmérés eredménye (MWPC)
JINST 19 (2024) 04, T04006

Dileptonok – a QGP hőmérséklete



- A QGP hőmérsékleti sugárzásának meghatározása
PHENIX, Phys.Rev.Lett. 104 (2010) 132301
- A $\gamma^* \rightarrow e^+e^-$ folyamat pontos mérése $m_{ee} > 1.1 \text{ GeV}/c^2$ tartományban
- Kettős differenciális mérés m_{ee} -ben és $p_{T,ee}$ -ben: a termikus tulajdonságok időfejlődése
- Kísérleti kihívások (háttérfolyamatok):
 - konverziós fotonok
 - nyílt nehézkvark-párok keletkezése

Dileptonok – a királis szimmetria helyreállása

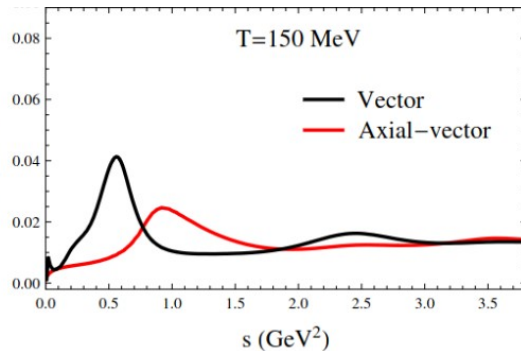
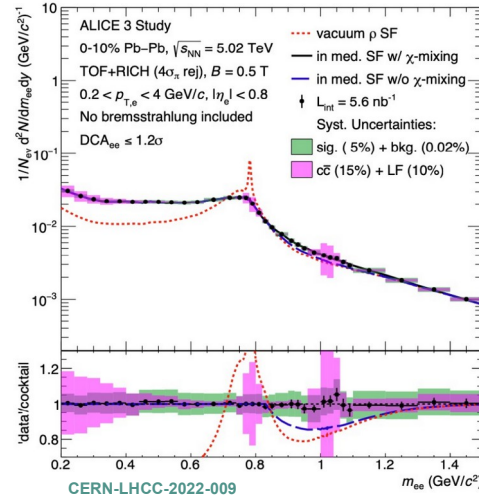
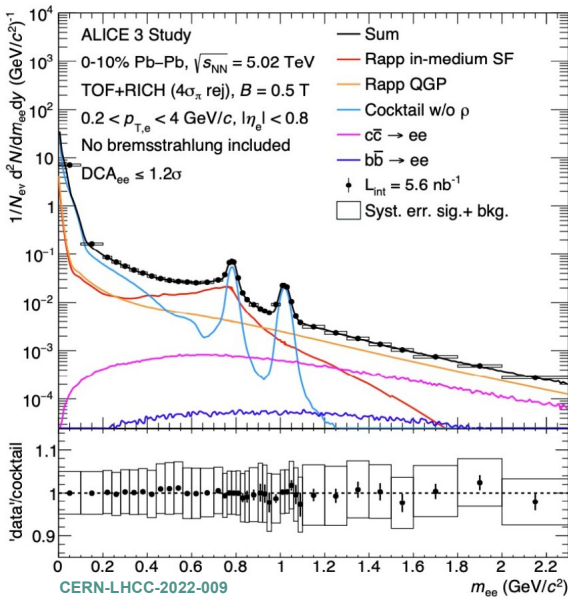


- **A királis szimmetria:**
Rács-QCD számolások szerint nagy hőmérsékleten helyreáll
- Következménye:
spektrálfüggvények módosulása
- **Termikus dielektronspektrum:**
A $\rho, \omega, \Phi, \eta, \eta'$ mezonok, valamint a kvarkónium-állapotok mérése
- Alapvető kísérleti követelmények:
 - Kiváló elektron-azonosítás
 - alacsony p_T tartományban is
 - alacsony anyagmennyiség
 - jó másodlagosvertex-felbontás (nehézkvark-hadronok mérése)

P. M. Hohler – R. Rapp, *Phys. Lett. B*731 (2014) 103

Vértési R. – Az ALICE3 detektor

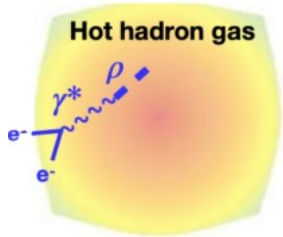
Dileptonok – a királis szimmetria helyreállása



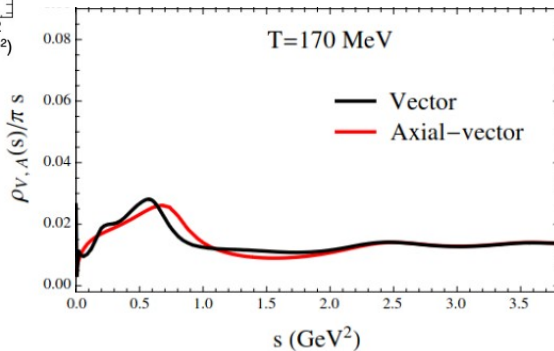
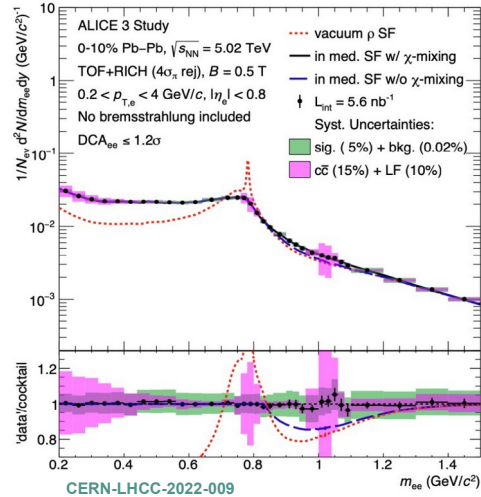
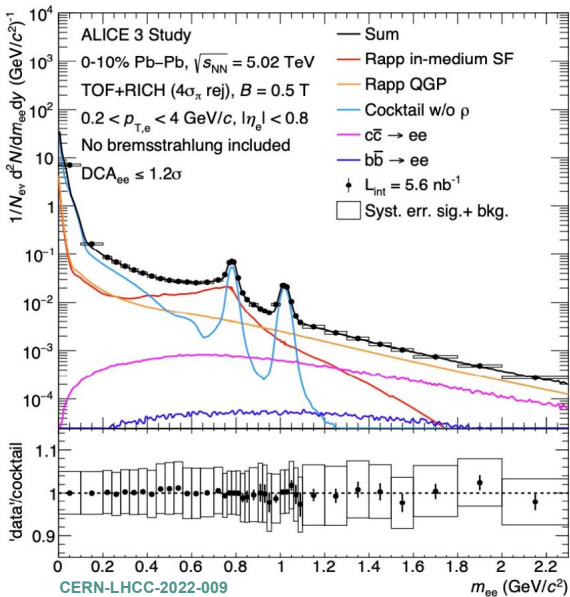
- **A királis szimmetria:**
Rács-QCD számolások szerint nagy hőmérsékleten helyreáll
- Következménye:
spektrálfüggvények módosulása
- **Termikus dielektronspektrum:**
A $\rho, \omega, \Phi, \eta, \eta'$ mezonok, valamint a kvarkónium-állapotok mérése
- Alapvető kísérleti követelmények:
 - Kiváló elektron-azonosítás
 - alacsony p_T tartományban is
 - alacsony anyagmennyiség
 - jó másodlagosvertex-felbontás (nehézkvark-hadronok mérése)

P. M. Hohler – R. Rapp, *Phys. Lett. B*731 (2014) 103

Vértési R. – Az ALICE3 detektor



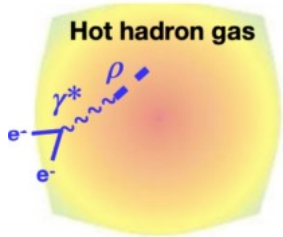
Dileptonok – a királis szimmetria helyreállása



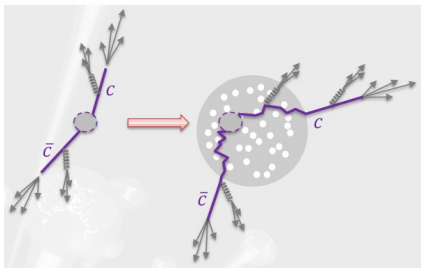
- **A királis szimmetria:**
Rács-QCD számolások szerint nagy hőmérsékleten helyreáll
- Következménye:
spektrálfüggvények módosulása
- **Termikus dielektronspektrum:**
A $\rho, \omega, \Phi, \eta, \eta'$ mezonok, valamint a kvarkónium-állapotok mérése
- Alapvető kísérleti követelmények:
 - Kiváló elektron-azonosítás
 - alacsony p_T tartományban is
 - alacsony anyagmennyiség
 - jó másodlagosvertex-felbontás (nehézkvark-hadronok mérése)

P. M. Hohler – R. Rapp, Phys. Lett. B731 (2014) 103

Vértési R. – Az ALICE3 detektor



Nehéz kvarkok szögkorrelációi

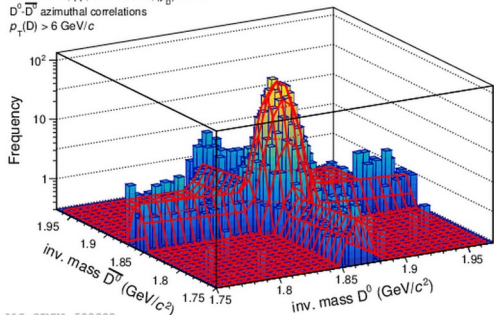


- A QGP-ben való szóródás a nehézkvark-hadronpárok dekorrelációjához vezet

- D-mezonpár szögkorrelációkkal **a mikroszkopikus charm diffúzió a QGP-ben közvetlenül vizsgálható**

- Érzékeny az energia-veszteségre és a termalizáció mértékére
- A legerősebb jel kis p_T -n várható

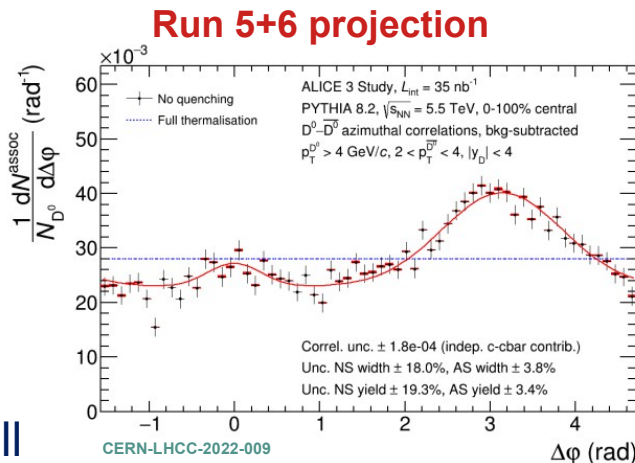
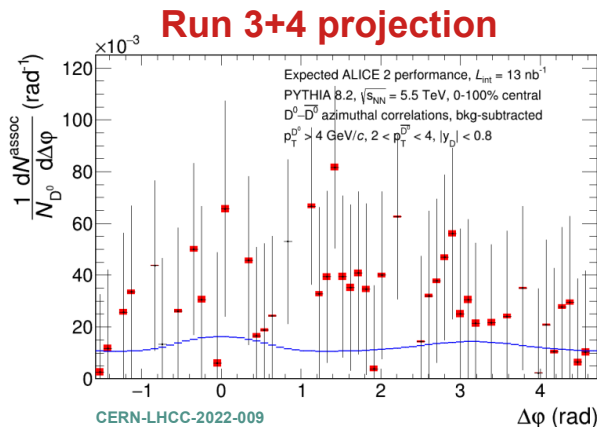
ALICE 3 study, $L_{int} = 3 \text{ nb}^{-1}$
 PYTHIA 8.2, pp, $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$, $|y_D| < 1.44$
 D^0 - \bar{D}^0 azimuthal correlations, bkg-subtracted
 $p_T(D) > 6 \text{ GeV}/c$



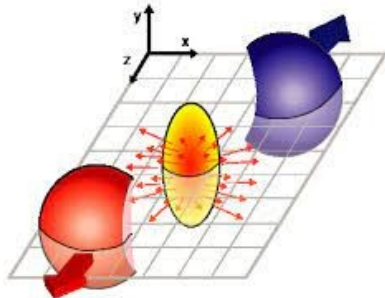
ALI-SIMUL-509802

$$F(M_{D^0}, M_{\bar{D}^0}) = N_{SS} f_S^{D^0}(M_{D^0}) f_S^{D^0}(M_{\bar{D}^0}) + N_{SB} f_S^{D^0}(M_{D^0}) f_B^{D^0}(M_{\bar{D}^0}) + N_{BS} f_B^{D^0}(M_{D^0}) f_S^{D^0}(M_{\bar{D}^0}) + N_{BB} f_B^{D^0}(M_{D^0}) f_B^{D^0}(M_{\bar{D}^0})$$

- Nagy mintatisztaság, hatások és η -lefedettség kell



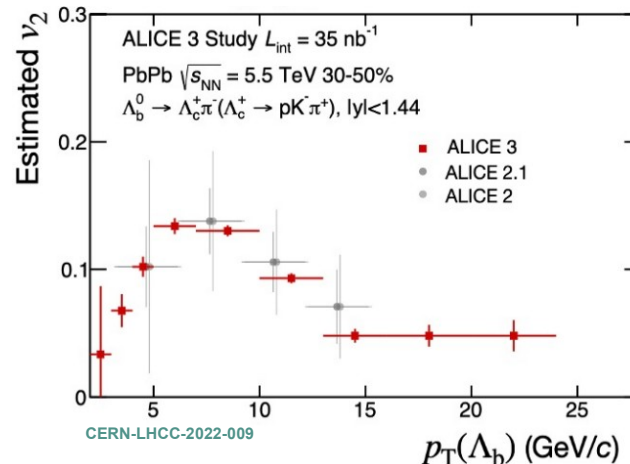
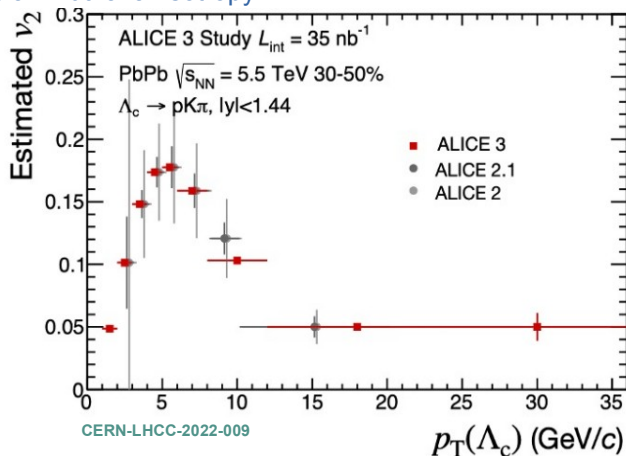
Nehézkvark-barionok kollektivitása



$$\frac{dN}{d\phi} \propto 1 + 2 v_2 \cos 2(\phi - \psi)$$

Semi-central collisions:
Initial pressure anisotropy in the QGP
→ final-state azimuthal anisotropy
("flow")

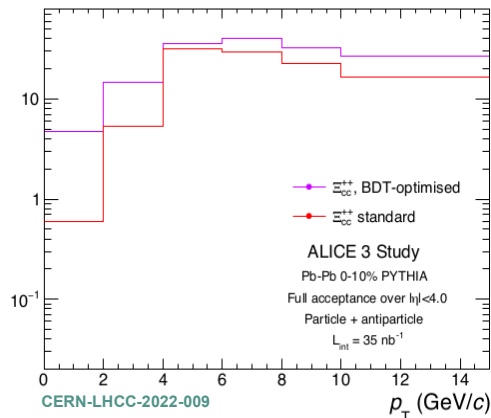
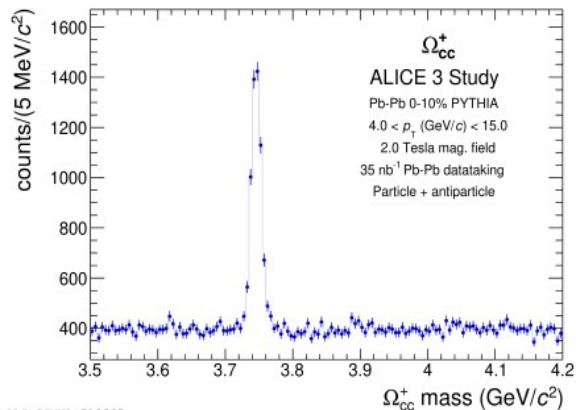
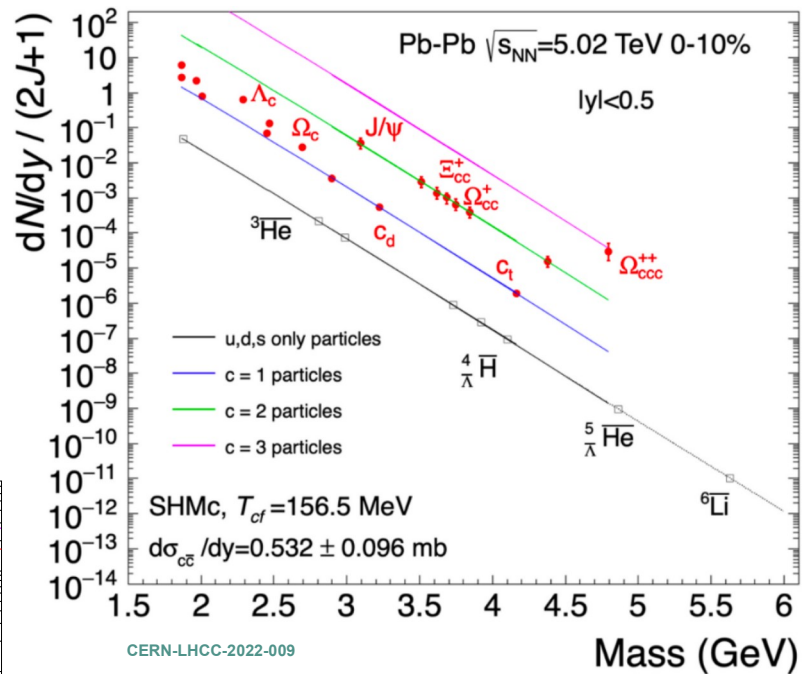
- **Azimutális anizotrópia: a nehézkvark-transzport tulajdonságai a QGP-ben és a hadronos fázisban**
 - A termalizáció mértéke, diffúziós koefficiensek
 - Gyengébb beauty termalizáció → Kisebb v_2 várható
- Fragmentációs eltérések a barion-szektorban
- Az **ALICE 3 vertexfelbontása, határfoka és akceptanciája szükséges** a kollektivitás meghatározásához alacsony p_T -n





Nehéz kvarkok – multi-charm barionok

- A nehézkvark-barionok hadronizációja jelenleg még megértésre szorul
- Az **ALICE 3** alkalmas a multi-charm barionok mérésére, így jelentősen hozzájárul a kérdés tisztázásához
- $A > 5$ anti-hipermagok (pl. ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ és ${}^6\text{Li}$), valamint szupermagok (e.g. c_d , c_t) rekonstrukciója



ALI-8IKUL-510963

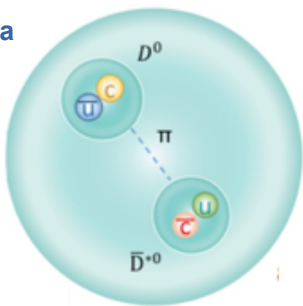
CERN-LHCC-2022-009

CERN-LHCC-2022-009

Hadron-kölcsönhatások és egzotikus magok



$D^0 - D^{*0}$ molekula
 $r \sim 5$ fm

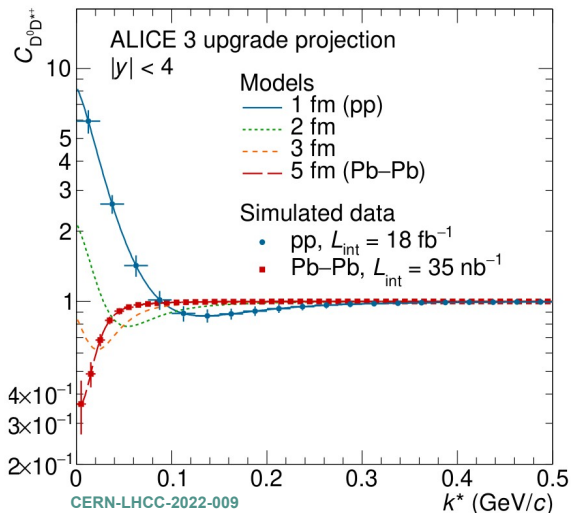


- **D – D impulzuskorrelációk** elérhetőek kétrészecske-femoszkópiai mérésekkel

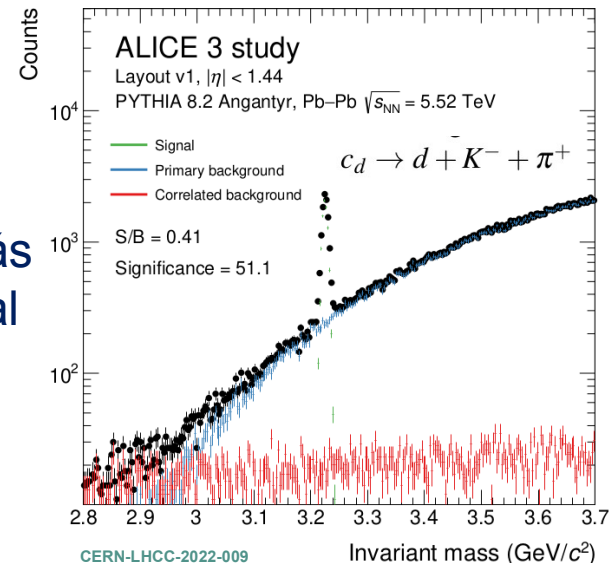
- A hosszútávú erős kölcsönhatás egyedi tesztje ritka hadronokkal

- Az egzotikus állapotok molekuláris jellegének vizsgálata

$D^0 - D^{*0}$ femtoszkópiai korrelációk



c-deuteron bomlása



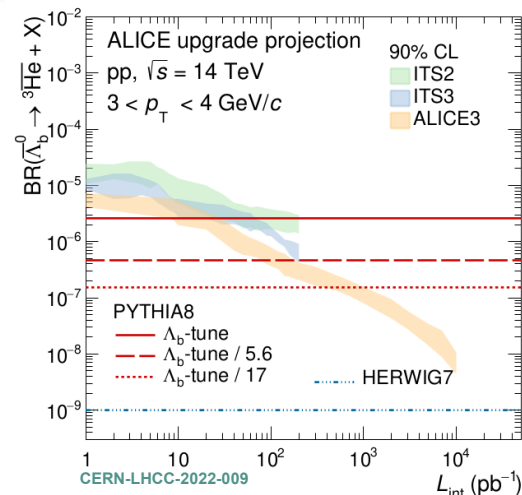
- **Szupermagok:**
 - c-deuteron (c_d) és c-triton (c_t)
 - első megfigyelés lehetséges

A Standard Modelen túli fizika



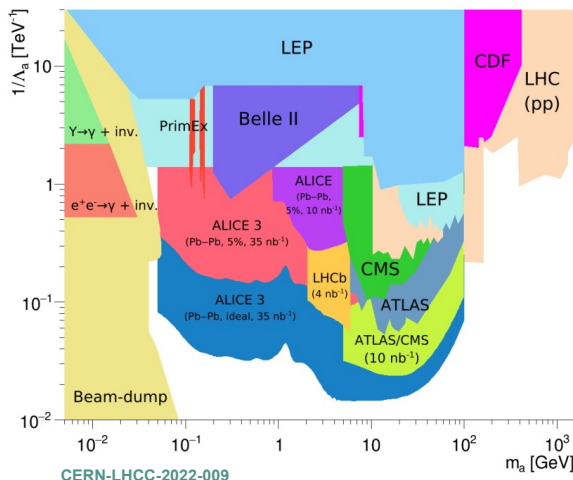
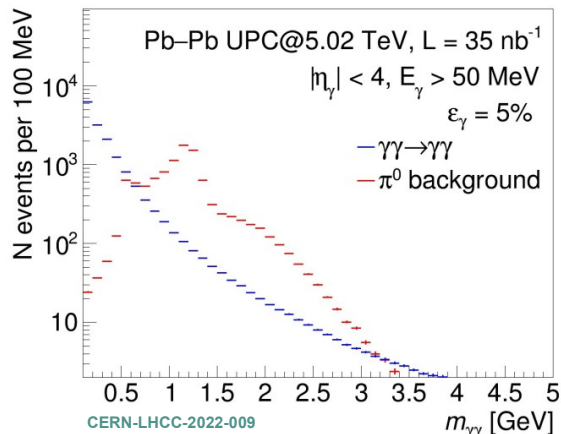
Fény-fény szórás mérése

- **Axionok keresésében kompetitív határok**
- Ultra-periférikus ütközések: a kétfoton-végállapotok megfigyelése tiszta környezetben
- A végállapoti fotonok rekonstrukciója vagy konverzióval, vagy ECal méréseken keresztül



Antimagok b quarkokból

- Az AMS által közelmúltban kozmikus sugárzásban felfedezett antimagok (^3He) a sötét anyagra utalhatnak
- Az elágazási arányok a Λ_b^0 bomlásaival megszorzhatóak



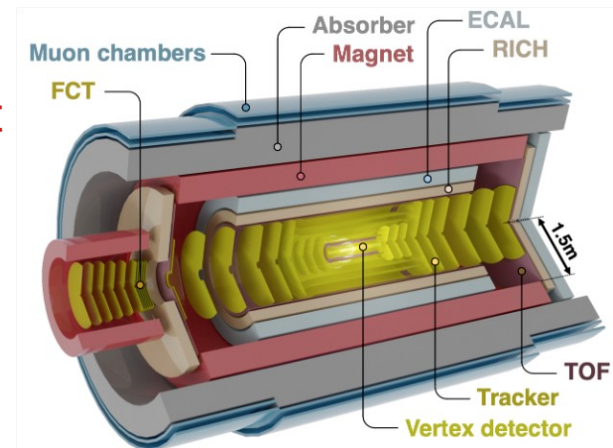


Az **ALICE 3** egy innovatív detektorkoncepció, amely...

- a **QCD és az SM-en túli fizika** alapvető kérdéseire fókuszál
- szükséges a kvark–gluon plazma mikroszkópikus dinamikájának megértéséhez
- teljes mértékben **kihasználja a majdani LHC adottságait**

A tervezés és előkészületek következő lépései

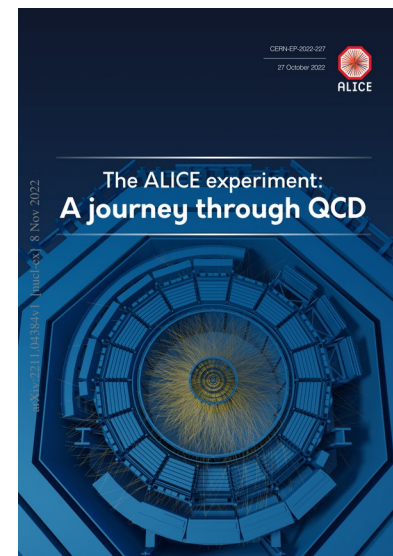
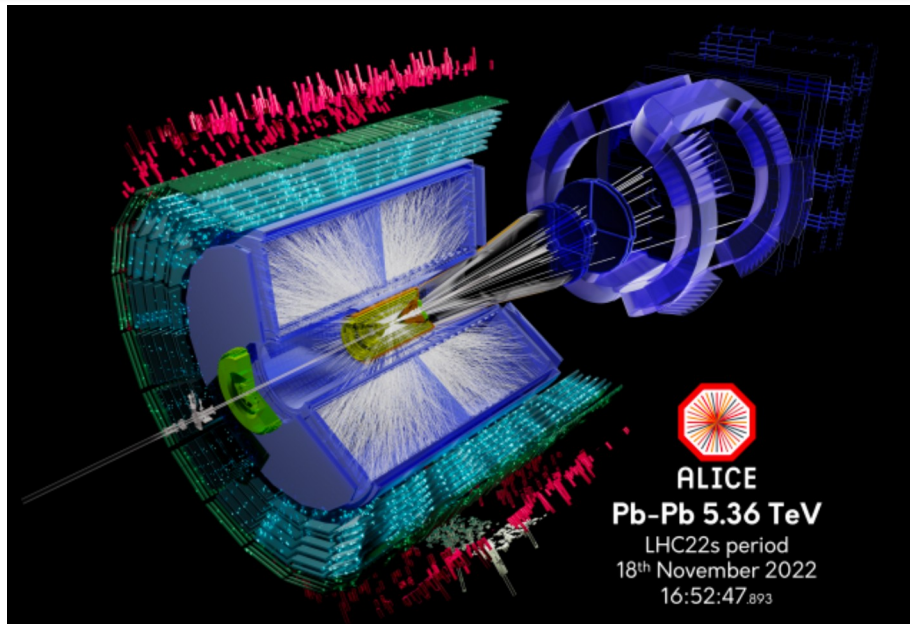
- **2023–25:** Technológiai döntések, első prototípusok
- **2024:** Alapozó dokumentum – készülőben
- **2026–27:** Nagyméretű prototípusok, Műszaki tervdokumentációk (TDR)
- **2028–29:** Építés és tesztelés
- **2033–34:** A kamra előkészítése, beépítés, üzembe helyezés



CERN-LHCC-2022-009
arXiv:2211.02491



**Köszönöm a
figyelmet!**



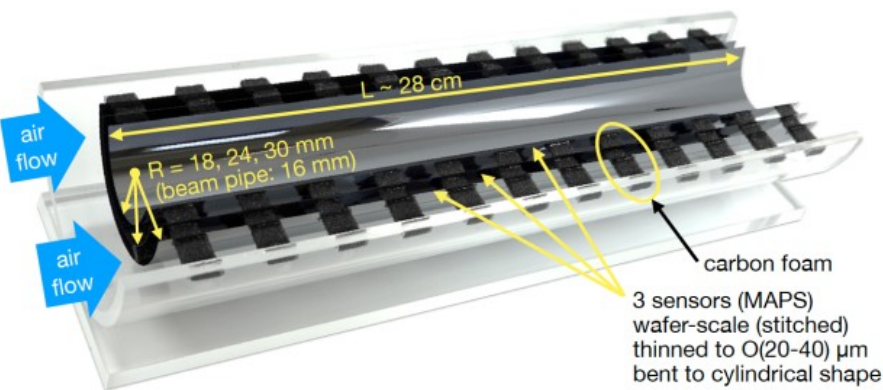
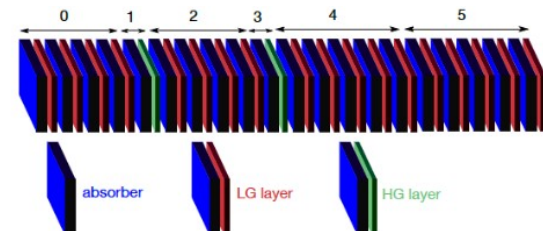
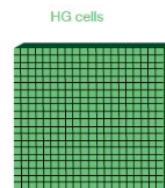
EPJC 84, 813 (2024),
arXiv:2211.04384

- Központi kar: nyomkövetés, részecskeazonosítás, kalorimetria ($|\eta| < 0.9$)
- Müon kar (előreszórési tartomány): $2.5 < \eta < 4.0$
- **LS2: Jelentős fejlesztések**
 - Új belső nyomkövetőrendszer (ITS2)
 - Müon-nyomkövető (előreszórési tartomány)
 - GEM technológián alapuló TPC fejlesztés



FoCAL (Forward Calorimeter)

- Protonok és nukleonok partoneloszlása
- Hosszútávú korrelációk pp és p-A ütközésekben
- Előreszórt jetek ultraperiferikus ütközésekben



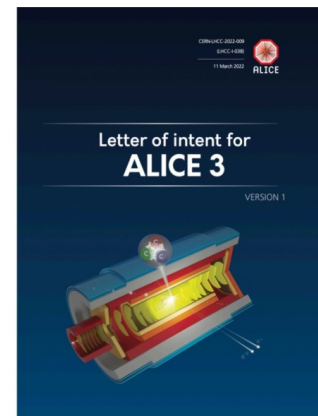
ITS 3 (inner tracking system)

- Az ITS2 három belső rétegének lecserélése
- Hajlított ultravékony szilícium-szenzorok:
 - tökéletesen hengeres rétegek
 - alacsony fogyasztás → léghűtés →
 - kevés anyag: 0.05% X_0 rétegenként
- Precíziós, hatékony kis- p_T nyomkövetés

ALICE 3 – timeline



- 2019: Első koncepció az Európai részecskefizikai Stratégia részére (2019)
[arXiv:1902.01211](https://arxiv.org/abs/1902.01211)
- 2022: Szándékdokumentum (LoI)
- **2023–25: Technológiai döntések első prototípusok**
- **2024: Alapozó dokumentum – készülőben**
- 2026–27: Nagyméretű prototípusok
Műszaki tervdokumentációk (TDR)
- 2028–29: Építés és tesztelés
- 2033–34: A kamra előkészítése
Beépítés, üzembe helyezés



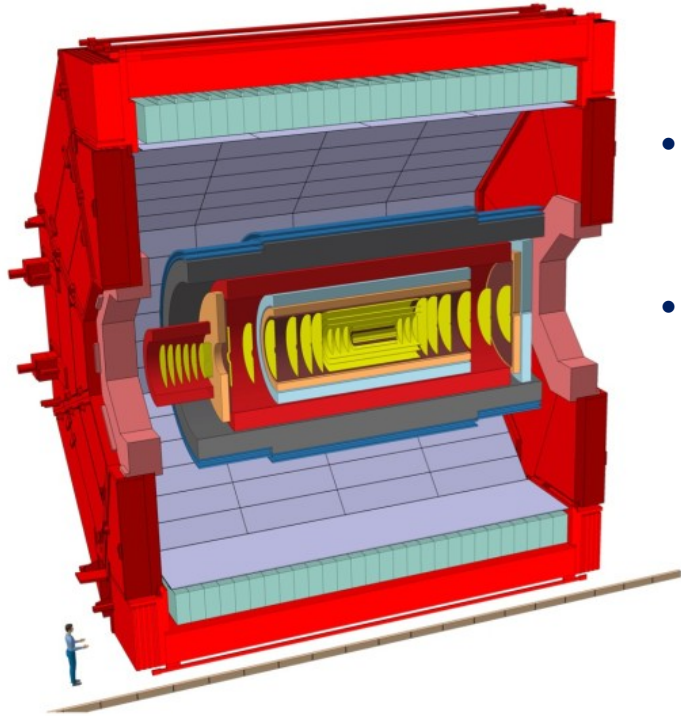
CERN-LHCC-2022-009
[arXiv:2211.02491](https://arxiv.org/abs/2211.02491)

Az LHC teljesítménye – összefoglaló



Quantity	pp	O–O	Ar–Ar	Ca–Ca	Kr–Kr	In–In	Xe–Xe	Pb–Pb
$\sqrt{s_{NN}}$ (TeV)	14.00	7.00	6.30	7.00	6.46	5.97	5.86	5.52
L_{AA} ($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	3.0×10^{32}	1.5×10^{30}	3.2×10^{29}	2.8×10^{29}	8.5×10^{28}	5.0×10^{28}	3.3×10^{28}	1.2×10^{28}
$\langle L_{AA} \rangle$ ($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	3.0×10^{32}	9.5×10^{29}	2.0×10^{29}	1.9×10^{29}	5.0×10^{28}	2.3×10^{28}	1.6×10^{28}	3.3×10^{27}
$\mathcal{L}_{AA}^{\text{month}}$ (nb^{-1})	5.1×10^5	1.6×10^3	3.4×10^2	3.1×10^2	8.4×10^1	3.9×10^1	2.6×10^1	5.6
$\mathcal{L}_{NN}^{\text{month}}$ (pb^{-1})	505	409	550	500	510	512	434	242
R_{max} (kHz)	24000	2169	821	734	344	260	187	93
μ	1.2	0.21	0.08	0.07	0.03	0.03	0.02	0.01
$dN_{\text{ch}}/d\eta$ (MB)	7	70	151	152	275	400	434	682
at $R = 0.5$ cm								
R_{hit} (MHz/ cm^2)	94	85	69	62	53	58	46	35
NIEL (1 MeV $n_{\text{eq}}/\text{cm}^2$)	1.8×10^{14}	1.0×10^{14}	8.6×10^{13}	7.9×10^{13}	6.0×10^{13}	3.3×10^{13}	4.1×10^{13}	1.9×10^{13}
TID (Rad)	5.8×10^6	3.2×10^6	2.8×10^6	2.5×10^6	1.9×10^6	1.1×10^6	1.3×10^6	6.1×10^5
at $R = 100$ cm								
R_{hit} (kHz/ cm^2)	2.4	2.1	1.7	1.6	1.3	1.0	1.1	0.9
NIEL (1 MeV $n_{\text{eq}}/\text{cm}^2$)	4.9×10^9	2.5×10^9	2.1×10^9	2.0×10^9	1.5×10^9	8.3×10^8	1.0×10^9	4.7×10^8
TID (Rad)	1.4×10^2	8.0×10^1	6.9×10^1	6.3×10^1	4.8×10^1	2.7×10^1	3.3×10^1	1.5×10^1

Table 1: Projected LHC performance: For various collision systems, we list the peak luminosity L_{AA} , the average luminosity $\langle L_{AA} \rangle$, the luminosity integrated per month of operation $\mathcal{L}_{AA}^{\text{month}}$, also rescaled to the nucleon–nucleon luminosity $\mathcal{L}_{NN}^{\text{month}}$ (multiplying by A^2). Furthermore, we list the maximum interaction rate R_{max} , the minimum bias (MB) charged particle pseudorapidity density $dN/d\eta$, and the interaction probability μ per bunch crossing. For the radii 0.5 cm and 1 m, we also list the particle fluence, the non-ionising energy loss, and the total ionising dose per operational month (assuming a running efficiency of 65%).



- Telepítés helye:
IP2, az egykori L3 mágnesének belsejébe
- Üzemelési terv:
 - 6 év adatfelvétel
 - Évente 1 hónap nehézion-ütközés
 - Pb-Pb $\sqrt{s_{NN}} = 5.52 \text{ TeV}$, 35 nb^{-1} (Run 3-4 x2.5)
 - pp at $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$: 3^{-1} fb / year (Run 3-4 x100)
 - További ütközési rendszerek megfontolás alatt



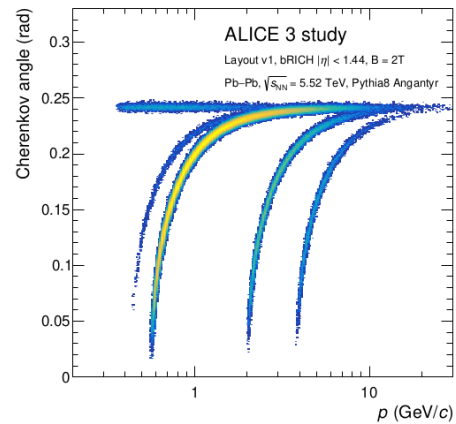
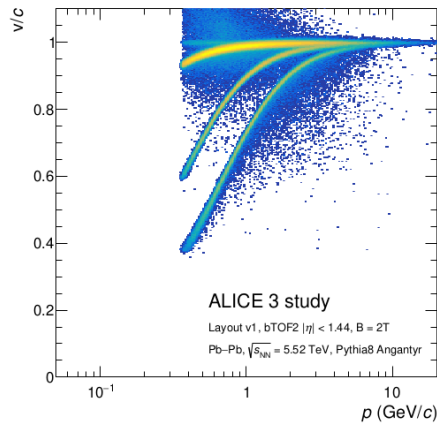
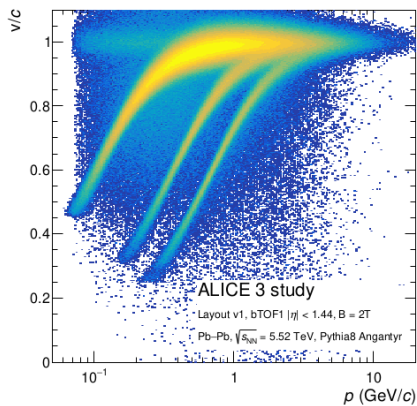
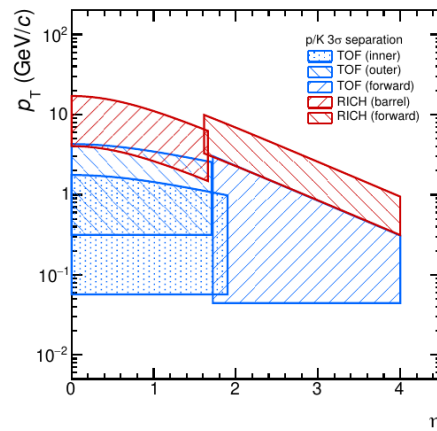
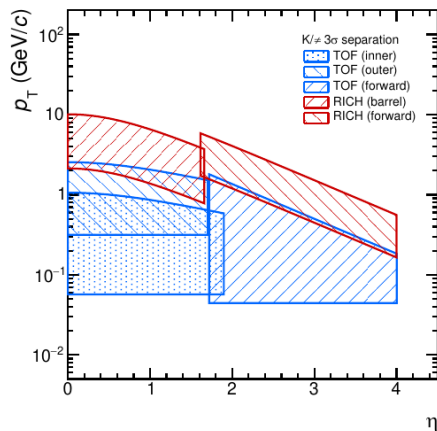
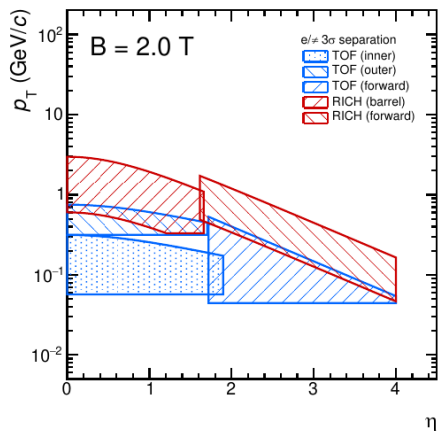
Component	Observables	Barrel ($ \eta < 1.75$)	Forward ($1.75 < \eta < 4$)	Detectors
Vertexing	(Multi-)charm baryons, dielectrons	Best possible DCA resolution, $\sigma_{\text{DCA}} \approx 10 \mu\text{m}$ at $p_T = 200 \text{ MeV}/c$, $\eta = 0$	Best possible DCA resolution, $\sigma_{\text{DCA}} \approx 30 \mu\text{m}$ at $p_T = 200 \text{ MeV}/c$, $\eta = 3$	retractable Si-pixel tracker: $\sigma_{\text{pos}} \approx 2.5 \mu\text{m}$, $R_{\text{in}} \approx 5 \text{ mm}$, $X/X_0 \approx 0.1 \%$ for first layer
Tracking	(Multi-)charm baryons, dielectrons, photons ...	$\sigma_{p_T}/p_T \approx 1 - 2\%$		Silicon pixel tracker: $\sigma_{\text{pos}} \approx 10 \mu\text{m}$, $R_{\text{out}} \approx 80 \text{ cm}$, $L \approx \pm 4 \text{ m}$, $X/X_0 \approx 1 \%$ per layer
Hadron ID	(Multi-)charm baryons	$\pi/K/p$ separation up to a few GeV/c		Time of flight: $\sigma_{\text{tof}} \approx 20 \text{ ps}$ RICH: $n \approx 1.006 - 1.03$, $\sigma_{\theta} \approx 1.5 \text{ mrad}$
Electron ID	Dielectrons, quarkonia, $\chi_{c1}(3872)$	pion rejection by 1000x up to 2–3 GeV/c		Time of flight: $\sigma_{\text{tof}} \approx 20 \text{ ps}$ RICH: $n \approx 1.006 - 1.03$, $\sigma_{\theta} \approx 1.5 \text{ mrad}$
Muon ID	Quarkonia, $\chi_{c1}(3872)$	reconstruction of J/ψ at rest, i.e. muons from $p_T \sim 1.5 \text{ GeV}/c$ at $\eta = 0$		steel absorber: $L \approx 70 \text{ cm}$ muon detectors
ECal	Photons, jets	large acceptance		Pb-Sci sampling calorimeter
ECal	χ_c	high-resolution segment		PbWO ₄ calorimeter
Soft photon detection	Ultra-soft photons	measurement of photons in p_T range 1–50 MeV/c		Forward conversion tracker based on silicon pixel tracker

Table 4: Detector requirements



Detectors	Activities	Plans for 2024
SC Magnet	Conceptual design of SC magnet	Initial design, investigation of cable options (Nb-Ti/Cu, Nb-Ti/Al, MgB ₂)
Inner Tracker	Sensor rad. hard. (ITS3 MLR1), mechanics (IRIS), components outgassing	New irradiation tests (NIEL, TID), sensor specs, lab tests (mechanics, vacuum,...)
Outer Tracker	Module concept, mechanics, cooling	Sector mechanical prototype, sensor specs, lab tests
TOF	LGAD and SiPM time resolution, CMOS-LGAD design and characterization	New FEE with picoTDC, new CMOS-LGAD, PS testbeam in Apr, July, Oct
RICH	Angle resolution, time resolution for TOF (SiPM+window)	Focusing aerogel, new FEE with picoTDC, PS testbeam in Oct
ECal	SiPM timing, test new FEC32 with HPTDC	PbWO ₄ crystal +dual chan. photodet. +FEC32, energy and time resolution, SPS testbeam in May
MID	Scintillator selection, SiPM response, MWPC, RPC	Scintillator prototype module, new FEE, PS testbeam in Oct of all options

ALICE 3 – PID





- **Ultralágy előreszórt fotonok keletkezése:**
A Low-tétel tesztelése, a QED és QCD infravörös tartományainak vizsgálata
- **Nehézkvark-jetek fotonokkal való korrelációi**
- **Pszeudorapiditásban egymástól távoli könnyű hadronok korrelációi:**
a korai dinamika vizsgálata
- **Leptonpárok kollektív viselkedése:**
elsődleges és rezonenciabomásból származó hadronok, QGP komponensei
- **Különböző ütközési rendszerek:**
a nukleáris szerkezet vizsgálata