

# Általánosított szimmetriájú Buda-Lund modell

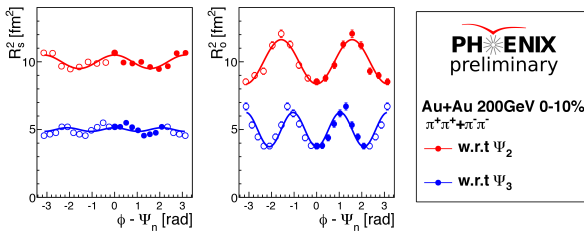
Csanád Máté, Lökös Sándor

ELTE, Budapest

Gyöngyös, 2015.augusztus 17-19.

# Motiváció

- Végese nukleonszám  $\rightarrow$  általános geometria
- Elliptikus modell általánosítása a téridőbeli eloszlásban és a sebességtérben is
- Magasabbrendű folyások is megjelennek
- A HBT sugaraknak nemcsak  $\cos(2\phi)$  hanem  $\cos(n\phi)$ -s azimutális függése lesz
- Kísérletileg megfigyelhetők ezek a viselkedések



ábra : Niida: Nucl.Phys. A904-905 (2013) 439c-442c

## A modell általánosítása

- Hidro modell:  $S(x, p) = \frac{g}{(2\pi)^3} \frac{p_\mu d\Sigma_\mu(x)}{B(x, p) + s_q}$
- Térbeli eloszláshoz a skálaváltozó módosítása

$$s = \frac{r^2}{R^2} (1 + \epsilon_2 \cos(2\phi)) + \frac{r_z^2}{Z^2} \rightarrow$$

$$s = \frac{r^2}{R^2} \left( 1 + \sum_n \epsilon_n \cos(n(\phi - \Psi_n)) \right) + \frac{r_z^2}{Z^2}$$

$\Psi_n$  az  $n$ -ed rendű reakciósík szöge.

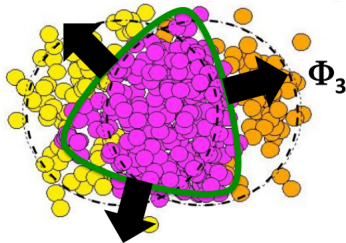
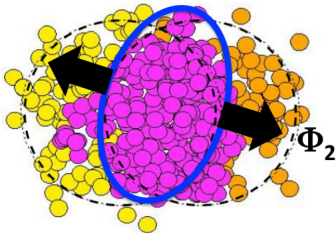
- A sebességtérbeli eloszlás egy potenciálból:  $u_\mu = \gamma(1, \partial_x \Phi, \partial_y \Phi, \partial_z \Phi)$
- A potenciált általánosítjuk:

$$\Phi = \frac{r^2}{2H} (1 + \chi_2 \cos(2\phi)) + \frac{r_z^2}{2H_z} \rightarrow$$

$$\Phi = \frac{r^2}{2H} \left( 1 + \sum_n \chi_n \cos(n(\phi - \Psi_n)) \right) + \frac{r_z^2}{2H_z}$$

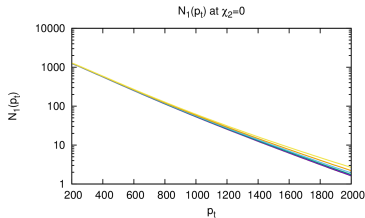
# Megfigyelhető mennyiségek

- Invariáns impulzuseloszlás:  $N_1(p) = \int S(x, p) d^4x$
- Folyások:  $N_1(p) = N_1(p_t)(1 + \sum_n v_n \cos(n\alpha))$ , ahol  $v_n(p_t) = \langle \cos(n\alpha) \rangle_{N_1(p)}$  az  $n$ -ed rendű folyás
- HBT sugarak:  $C(q) = 1 + |\int S(r) \exp(iqr) dr|^2$
- Az aszimmetriákat a hozzájuk tartozó reakciósíkba forgatva vizsgáltuk

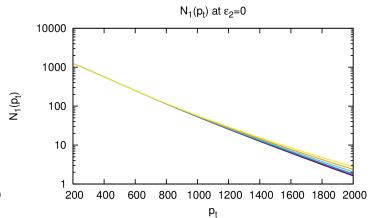


# Invariáns impulzuseloszlás

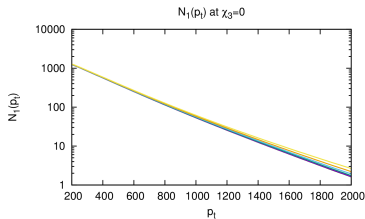
A paraméterek változtatásának lényeges hatása nincs



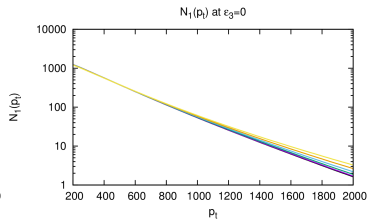
$\epsilon_2=0.0$  —  $\epsilon_2=0.2$  —  $\epsilon_2=0.4$  —  
 $\epsilon_2=0.1$  —  $\epsilon_2=0.3$  —  $\epsilon_2=0.5$  —



$\chi_2=0.0$  —  $\chi_2=0.2$  —  $\chi_2=0.4$  —  
 $\chi_2=0.1$  —  $\chi_2=0.3$  —  $\chi_2=0.5$  —

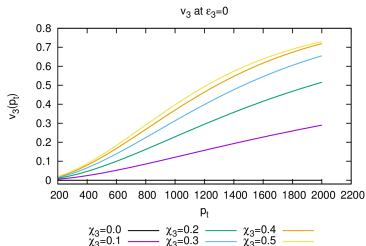
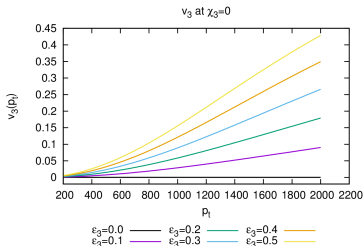
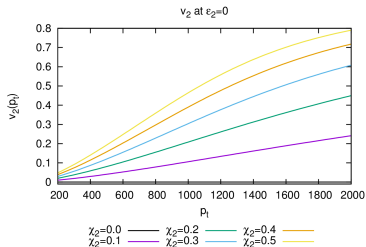
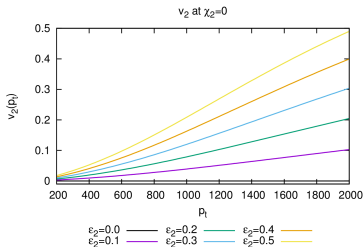


$\epsilon_3=0.0$  —  $\epsilon_3=0.2$  —  $\epsilon_3=0.4$  —  
 $\epsilon_3=0.1$  —  $\epsilon_3=0.3$  —  $\epsilon_3=0.5$  —



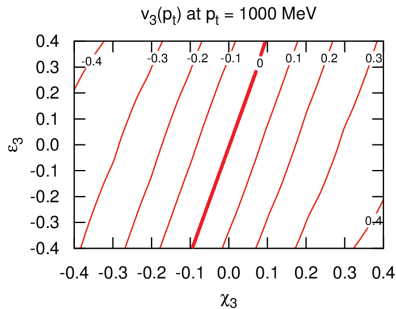
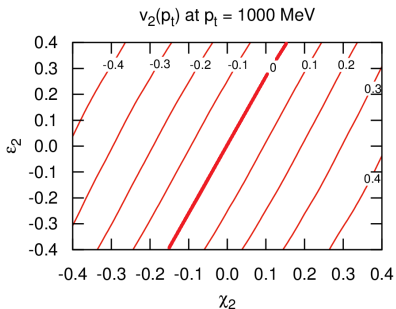
$\chi_3=0.0$  —  $\chi_3=0.2$  —  $\chi_3=0.4$  —  
 $\chi_3=0.1$  —  $\chi_3=0.3$  —  $\chi_3=0.5$  —

A folyásokra csak a nekik megfelelő paraméternek van hatása



# Folyások kontúrplotjai

- Vizsgálható a folyások paraméterkombinációtól való függése
- A paraméterek nem külön-külön határozzák meg a folyások értékeit!



- A forrásfüggvény nem lesz Gauss-alakú, nem lehet az elliptikus esetben használt nyeregponthoz közeli közelítést használni

$$R_{\text{out}}^2 = \langle r_{\text{out}}^2 \rangle - \langle r_{\text{out}} \rangle^2 \text{ és } R_{\text{side}}^2 = \langle r_{\text{side}}^2 \rangle - \langle r_{\text{side}} \rangle^2$$

ahol  $r_{\text{out}} = r \cos(\phi - \alpha) - \beta_t t$  és  $r_{\text{side}} = r \sin(\phi - \alpha)$

→ C. J. Plumberg, C. Shen, U. W. Heinz Phys.Rev. C88 (2013) 044914

- Vizsgálható az azimutális függés:
  - Elliptikus esetben:  $R_{\text{out}}^2 = R_{\text{out},0}^2 + R_{\text{out},2}^2 \cos(2\alpha)$
  - Trianguláris esetben:  $R_{\text{out}}^2 = R_{\text{out},0}^2 + R_{\text{out},3}^2 \cos(3\alpha)$
- Hasonlóan  $R_{\text{side}}$ -ra. Lehetnek magasabbrendű tagok is, így jobb lehet az alábbi függvények használata  
→ B. Tomásik and U. A. Wiedemann, in *Quark Gluon Plasma 3*, pp. 715–777.  
[arXiv:hep-ph/0210250]

- Elliptikus esetben:

$$R_{\text{out}}^2 = R_{\text{out},0}^2 + R_{\text{out},2}^2 \cos(2\alpha) + R_{\text{out},4}^2 \cos(4\alpha) + R_{\text{out},6}^2 \cos(6\alpha)$$

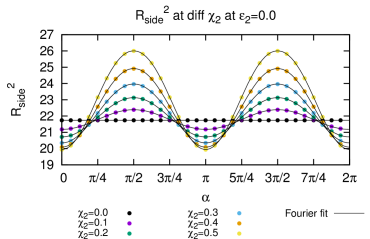
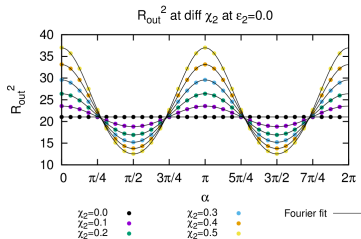
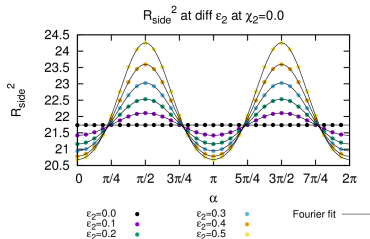
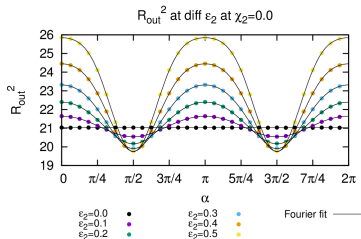
- Trianguláris esetben:

$$R_{\text{out}}^2 = R_{\text{out},0}^2 + R_{\text{out},3}^2 \cos(3\alpha) + R_{\text{out},6}^2 \cos(6\alpha) + R_{\text{out},9}^2 \cos(9\alpha)$$



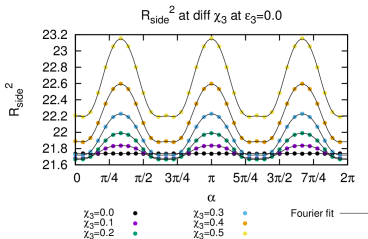
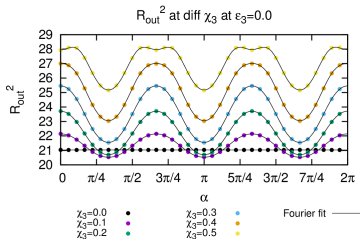
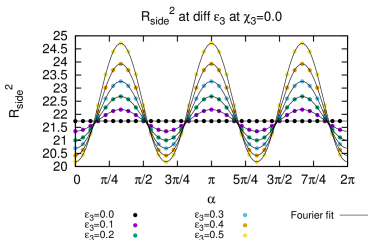
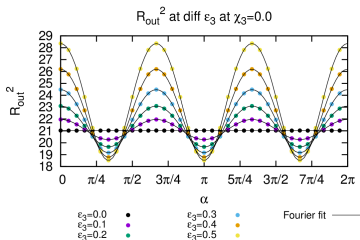
# Parametrizáció eredményei

Másodrendű esetben:



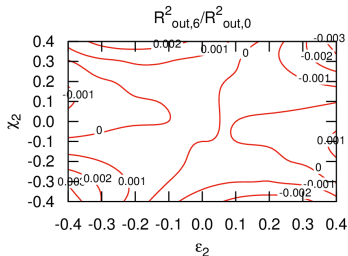
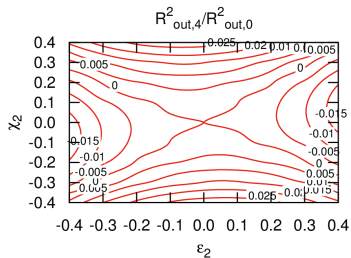
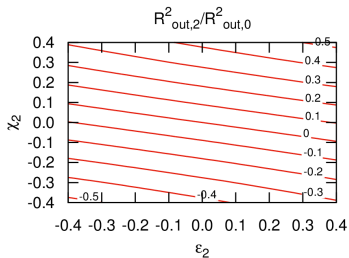
# Parametrizáció eredményei

Harmadrendű esetben:



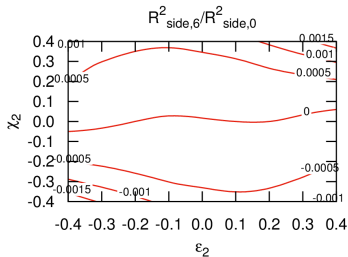
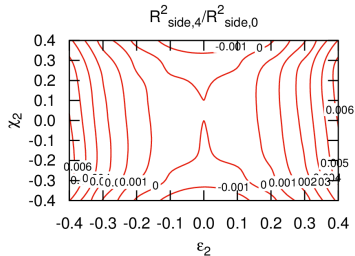
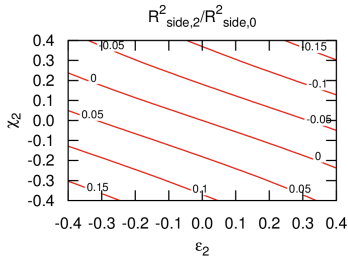
# Kontúrplotok a másodrendű esetben

Az  $R_{\text{out}}^2$  másodrendű parametrizáció amplitúdóinak függése



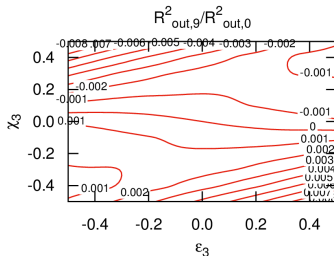
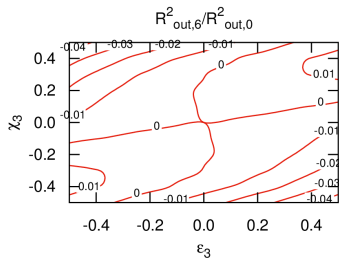
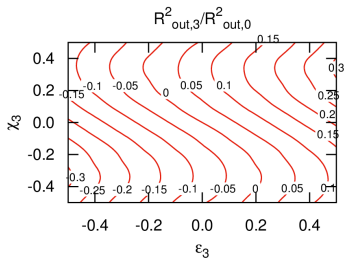
# Kontúrplotok a másodrendű esetben

Az  $R_{\text{side}}^2$  másodrendű parametrizáció amplitúdóinak függése



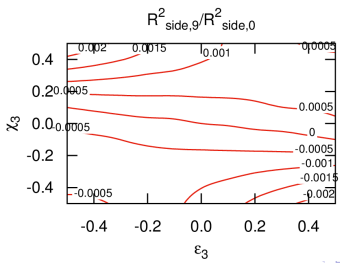
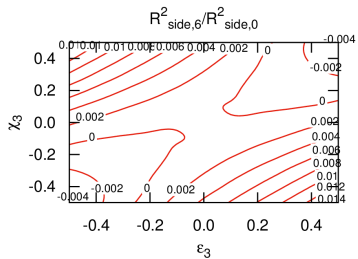
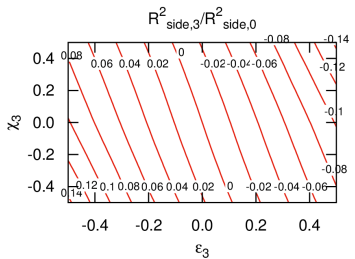
# Kontúrplotok a harmadrendű esetben

Az  $R_{\text{out}}^2$  harmadrendű parametrizáció amplitúdóinak függése



# Kontúrplotok a harmadrendű esetben

Az  $R_{\text{side}}^2$  harmadrendű parametrizáció amplitúdóinak függése



Köszönjük a figyelmet!