



**KÖZPONTI
STATISZTIKAI
HIVATAL** 

Területi népesség-előrejelzés

Készítette: Varga Livia
Népszámlálási és népesedési statisztikai főosztály
livia.varga@ksh.hu

**Európai Statisztikai Nap
2023. október 20.**

- A **népesség-előrejelzés** eredményeinek felhasználása sokrétű lehet: támogatja pl. a nyugdíjrendszert, a családpolitikát vagy a foglalkoztatáspolitikát érintő döntéshozatalt egyaránt
- 2021-ben készült először népesség-előrejelzés a KSH-ban, 2022-től területi bontásban (**vármegyénként, régióként**)
- **Népesedési Világnap c. kiadványban** jelennek meg a főbb eredmények minden évben (július 11.)
- Legutóbbi: <https://www.ksh.hu/s/kiadvanyok/nepesedesi-vilagnap-2023/index.html>
- Interaktív korfa: <https://www.ksh.hu/interaktiv/korfak/terulet.html>
- A **népesség-előrejelző modellek** 3 fő pillére: a **halálozás**, a **fertilitás** és a **migráció** jövőbeni mértékének meghatározása

A halandóság modellezése (1)

Elméleti háttér

- Cél, hogy az egymással szoros kapcsolatban álló alpopulációk (vármegyék) mortalitását együtt modellezzük → **multipopulációs modell**
- Az **alkalmazott modell** Lee–Carter (1992) modelljének egy továbbfejlesztett változata: **ACF–CAE** („augmented common factor with common age effect”), lásd: Li–Lee (2005), Kleinow (2015), Li et al. (2016)
- Kiinduló egyenlete: $\ln m_{xtj} = \alpha_{xj} + \beta_x^{(1)} \kappa_t^{(1)} + \beta_x^{(2)} \kappa_{tj}^{(2)}$,

ahol m_{xt} a **központi halálozási ráta** (halálozások száma/évközepi népesség), $\kappa_t^{(1)}$ az elsődleges mortalitási index (**közös hosszú távú, historikus trend**), $\kappa_{tj}^{(2)}$ az **időszakos eltéréseket** mutatja, α_{xj} tag közelítőleg az $\ln m_{xtj}$ időbeli átlaga, $\beta_x^{(1)}$ és $\beta_x^{(2)}$ a halandóság változását leíró mortalitási indexek életkortól függő együtthatói, x az életkor, t az idő index, j az alpopuláció (vármegye)

- Paraméterkorlátok: $\sum_x \beta_x^{(1)} = 1$, $\sum_x \beta_x^{(2)} = 1$, $\sum_t \kappa_t^{(1)} = 0$ és $\sum_t \kappa_{tj}^{(2)} = 0$
 $\forall j$ -re

A halandóság modellezése (2)

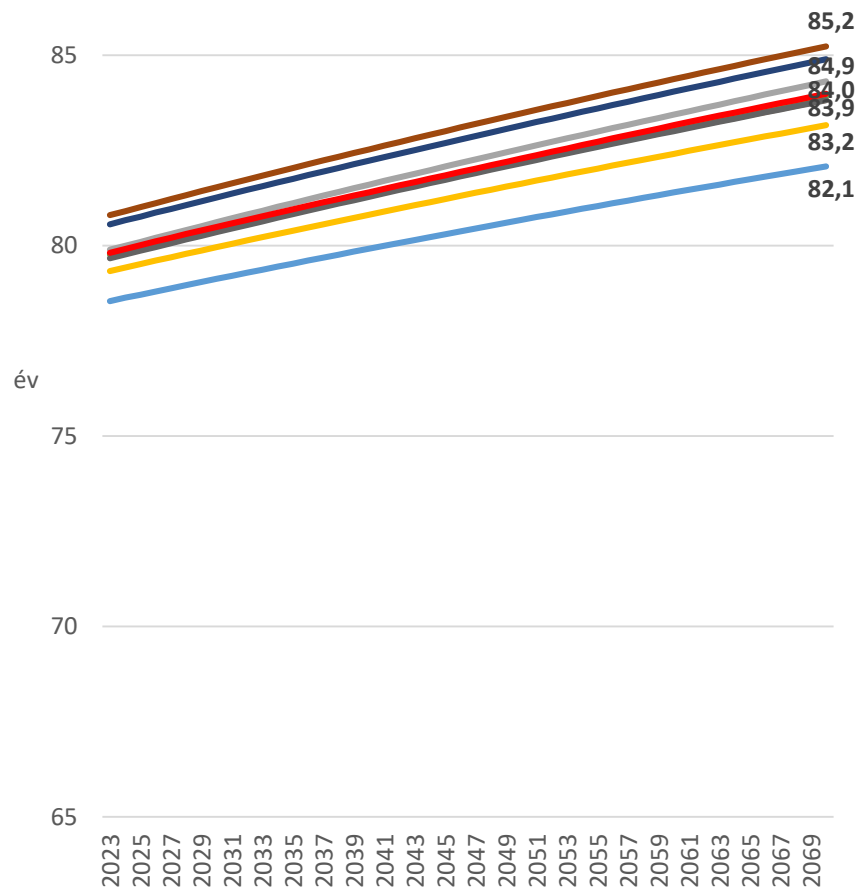
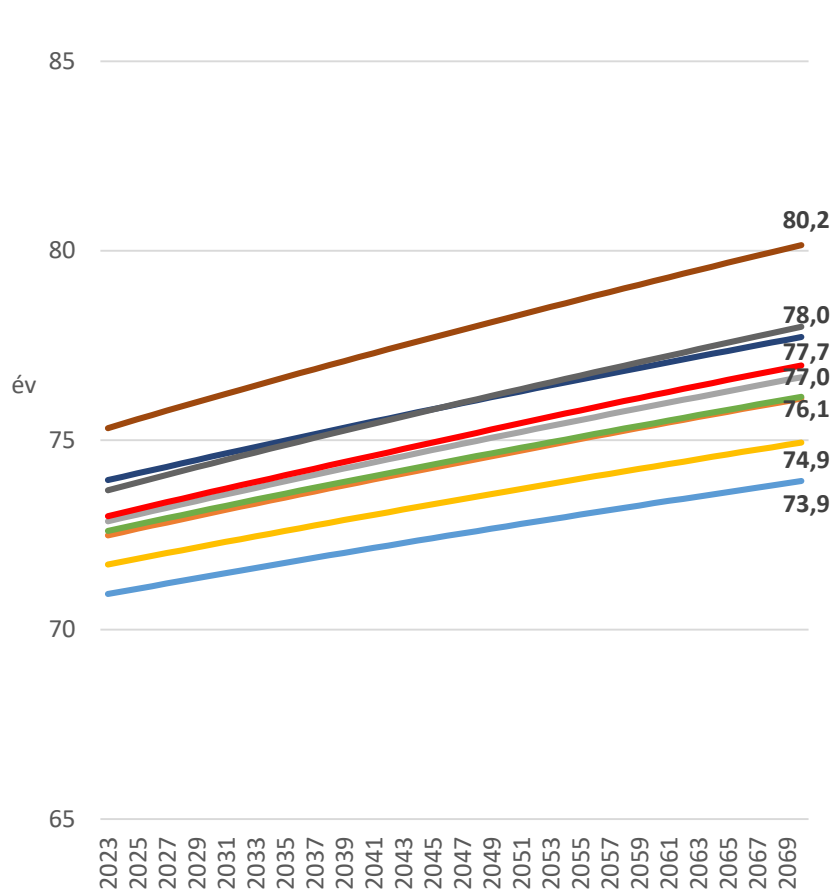
A gyakorlatban

- Módszer: **maximum likelihood becslés** Newton–Raphson iterációval; feltevés: **halálozások száma Poisson-eloszlást követ**
- Becslés: **vármegyék, nemek szerint, koréves adatokon** (DE! a 90 éves vagy annál idősebb korosztályra vonatkozó adatokat összevontuk → legidősebbek mortalitási rátái simított értékek)
- Megfigyelt időszak: **1961–2022**, előrejelzési időhorizont vége: **2070**
- A **mortalitási indexek előrejelzésére** (pl. **ARIMA modell** választására) van szükség ahhoz, hogy megkapjuk a jövőbeni mortalitási ráták értékét.
- Választott modell:
 - férfiak: $\kappa_t^{(1)}$ – ARIMA(0,1,0) + dummy (2020-2021), $\kappa_{tj}^{(2)}$ – ARIMA(0,1,1) with drift + dummy (2020-2021)
 - nők: $\kappa_t^{(1)}$ – ARIMA(0,1,0) with drift + dummy (2020-2021), $\kappa_{tj}^{(2)}$ – ARIMA(0,1,1) with drift + dummy (2020-2021)
- **Eredmény:** a születéskor várható élettartam a férfiak esetében a 2022. évi 72,6 évről 77 évre emelkedik 2070-re, nők esetén 79,1 évről 84 évre

A születéskor várható élettartam előrejelzése

Férfiak

Nők



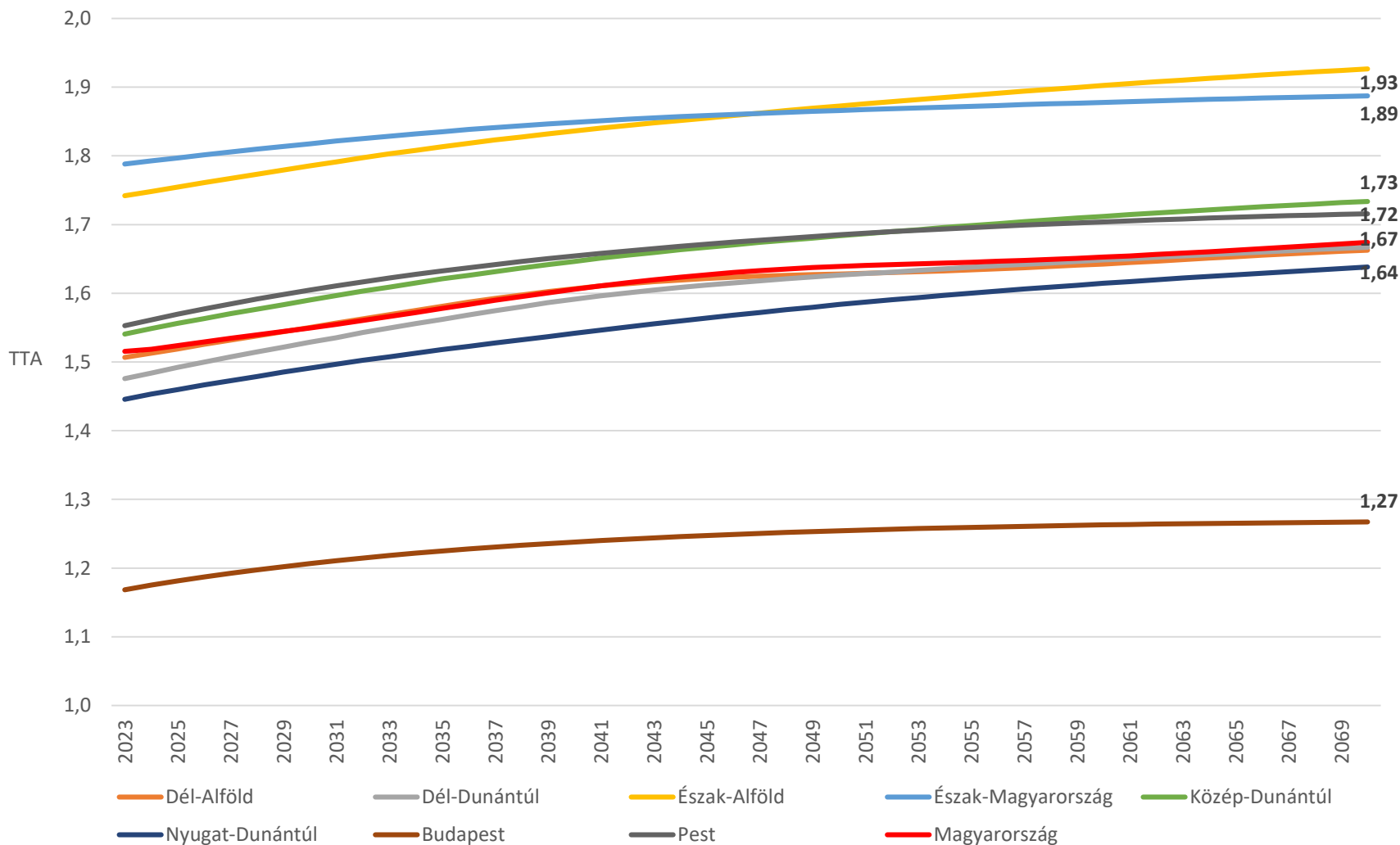
— Dél-Alföld — Dél-Dunántúl — Észak-Alföld — Észak-Magyarország — Közép-Dunántúl
— Nyugat-Dunántúl — Budapest — Pest — Magyarország

A fertilitás modellezése (1)

A teljes termékenységi arányszám (TTA) előrejelzése

- A fertilitás modellezésének első lépcsőfoka a 15–49 éves nők teljes termékenységi arányszámának, a **TTA**-nak az **előrejelzése** vármegyénként. Ehhez **AR(1) modellt** alkalmaztunk vármegyénként külön-külön.
- Háttér: az ENSZ egy bayesi hierarchikus modellt alkalmaz a TTA előrejelzésére, lásd: Alkema et al. (2010), Alkema et al. (2011) és Ševčíková et al. (2011) → a TTA átmenetének elméletére építenek, amely szerint a 3. fázisban a reprodukciós szint (2,1) alatti TTA értéke ismét emelkedni kezd és ebben az esetben AR(1) modellt használnak
- Megfigyelt időszak: **1961–2022**, előrejelzési időhorizont vége: **2070**
- **Eredmény:** a 2022. évi 1,52-os értékről indulva a TTA értéke 2070-re elérheti az 1,67-os értéket hazánkban.

A TTA előrejelzése



A fertilitás modellezése (2)

A szüléskori átlagos életkor előrejelzése

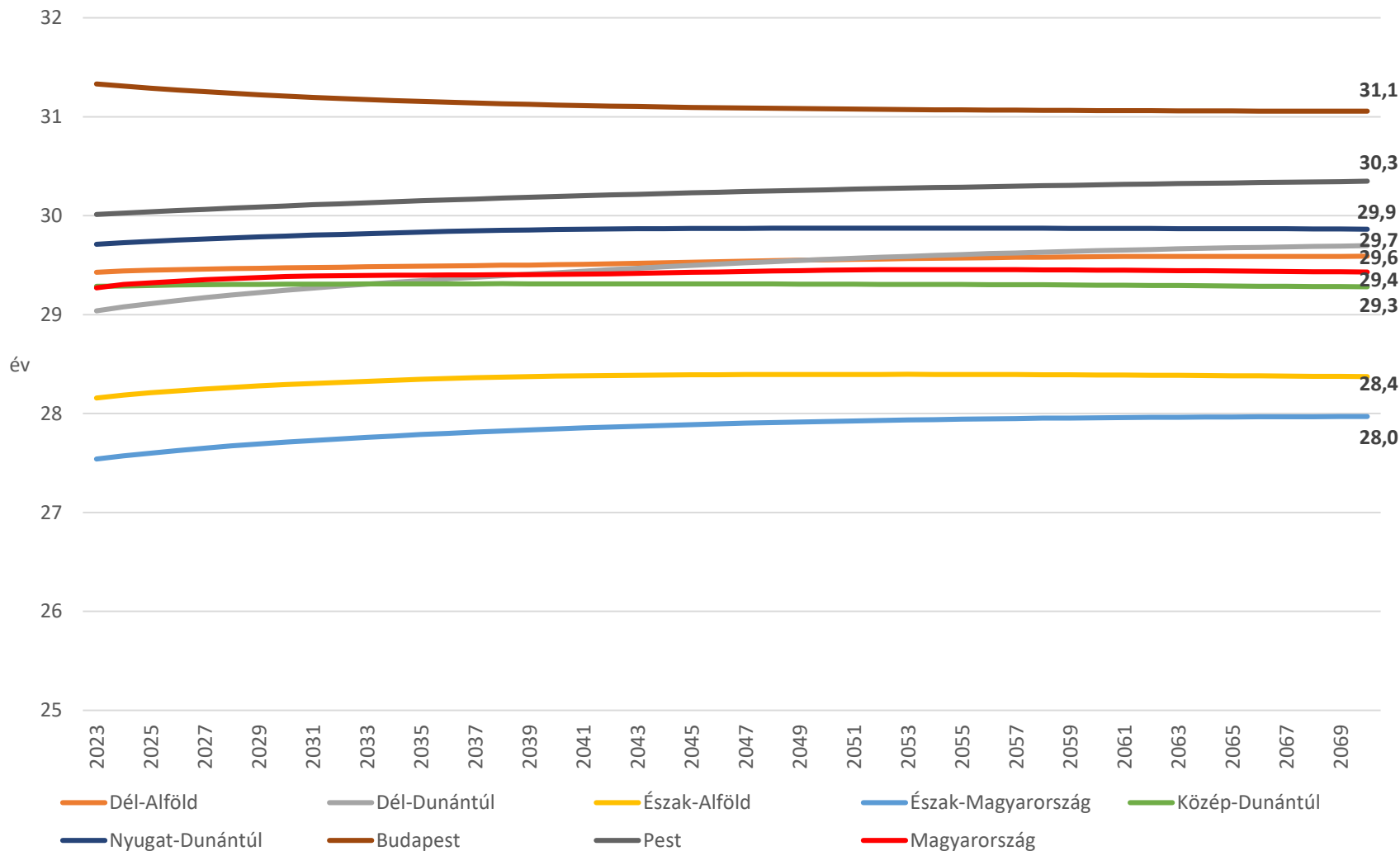
- Ehhez szükség van a **korspecifikus fertilitási ráta** kiszámítására a megfigyelt időszakra (**1961–2022**) vármegyénként
- Adatok: születések száma az anya életkora szerint, nők létszáma
- A kettő hányadosa a korspecifikus fertilitási ráta. Meghatározásához a nők évközepi népességszámát használtuk fel.
- Ezután a **szüléskori átlagos életkor** számítása következik a tény adatok alapján:

$$\sum_{x=15}^{49} \left(\frac{F_{xtj}}{\sum_{x=15}^{49} F_{xtj}} \cdot x \right) = MAC_{tj},$$

ahol F_{xtj} a korspecifikus fertilitási ráta, MAC_{tj} a szüléskori átlagos életkor, x az életkor, t az idő index, j az alpopuláció (vármegye)

- A 15–49 éves nők szüléskori átlagos életkorának **előrejelzése** a tény időszaki adatokból kiindulva **ARIMA(1,1,1)** + (dummy a 2020 és/vagy 2021 év(ek)re) modellel történik.
- **Eredmény:** a nők szüléskori várható átlagos életkora nem emelkedik tovább

A szüléskori átlagos életkor előrejelzése



A fertilitás modellezése (3)

A korszpecifikus fertilitási ráta előrejelzése

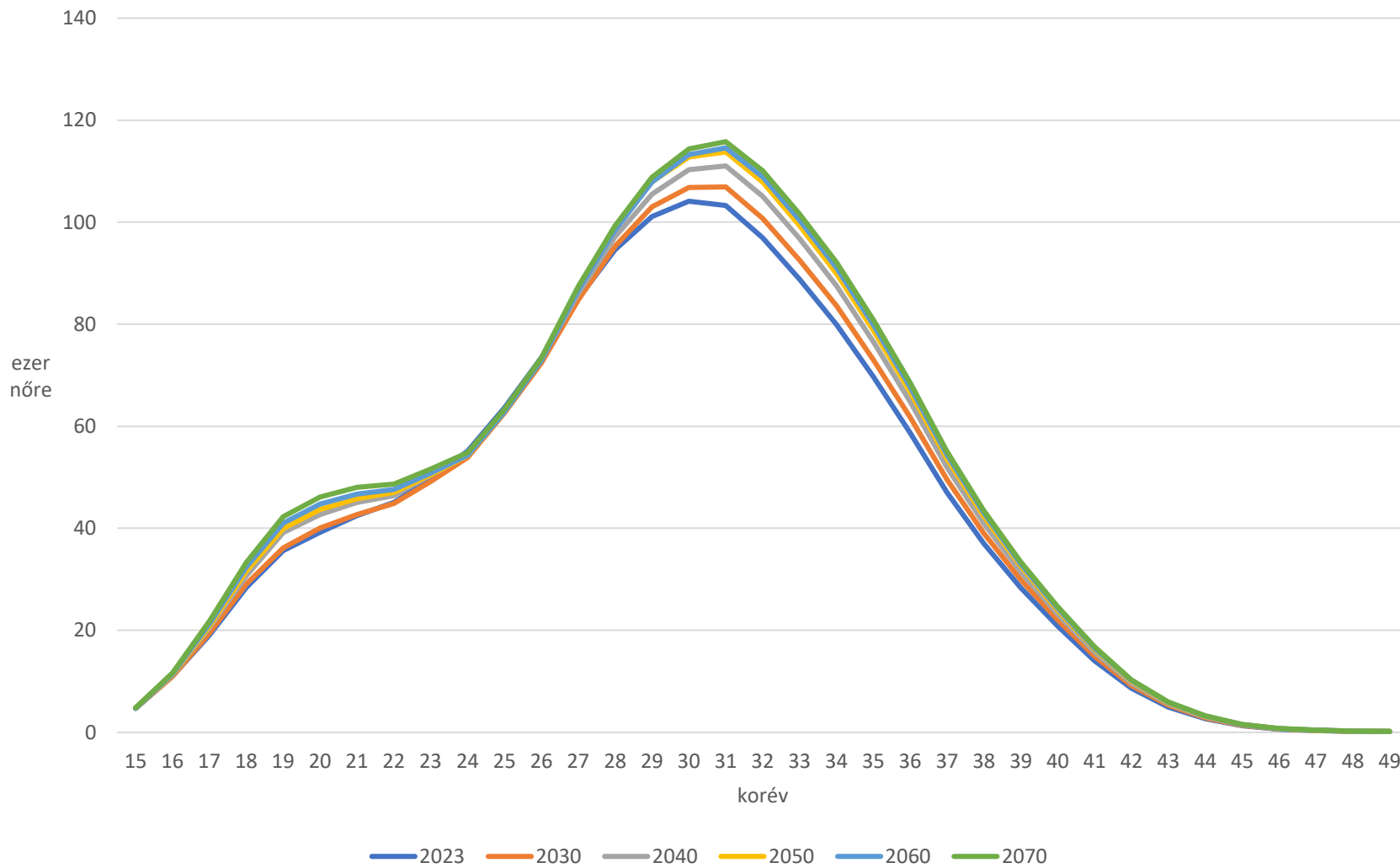
- Ha már előrejeleztük a TTA-t és a szüléskori átlagos életkort, ki tudjuk számolni a **korszpecifikus fertilitási rátákat** az **előrejelzési** időszakra.
- **Regresszió** („pooled OLS”) illesztése a **tény adatokra**, lásd: Ediev (2013):

$$F_{xtj} \approx a_{xj} + b_{xj}TFR_{tj} + c_{xj}MAC_{tj},$$

ahol F_{xtj} a korszpecifikus fertilitási ráta, TFR_{tj} a teljes termékenységi arányszám, MAC_{tj} a szüléskori átlagos életkor, x az életkor, t az idő index, j az alpopuláció (vármegye)

- A becsült **paraméterek** (a_{xj} , b_{xj} , c_{xj}), valamint az **előrejelzett TTA és szüléskori átlagos életkor értékek** felhasználásával – **behelyettesítve** őket a **fenti egyenletbe** – kiszámíthatóak a **korszpecifikus fertilitási ráták 2070-ig**.
- A jövőbeni korszpecifikus fertilitási ráták és az adott korcsoportba tartozó női népesség száma alapján meg lehet határozni a **születések** számát. Ehhez közben a **népesség előreszámítására** is szükség van → **kohorsz–komponens** módszerrel
- Feltételezés: 100 lány születése esetén 106 fiú is születik.

Élveszületés az anya életkora szerint országosan, ezer nőre



A nemzetközi migráció becslése

- A területi népesség-előrejelzés **determinisztikus** eleme: a nemzetközi migráció nettó egyenlegének becslése **kor, nem és vármegye szerinti** bontásban. Az egyenleg a külföldiek és a magyarok vándorlási különbözetének az összege.
- A **magyar állampolgárok vándorlási egyenlege**: folyamatos csökkenés lesz jellemző 2039-ig, amely évtől kezdve évente konstans -5 ezer fővel számolunk.
- A **külföldi állampolgárok vándorlási egyenlege**: középtávon csökkenni fog; 2039-től az alacsony, közepes és magas forgatókönyveket tekintve évi 10, 15, illetve 20 ezer fővel számolunk.
- A **három forgatókönyv szerinti előrejelzés a bevándorló külföldiek számának változtatásán alapul.**
- **Vármegye, nem és életkor szerinti megoszlások**: a magyarok és külföldiek be- és kivándorlása esetében külön-külön elemeztük a **tény időszaki**, 2010–2020 közötti **adatok alapján** és a jövőre nézve állandónak tekintettük. Egyedül a bevándorló magyarok, vagyis a honosítás tekintetében vettünk alapul egy ennél rövid időszakot: csak a 2018–2020 közötti átlagos megoszlásokkal kalkuláltunk.

A belföldi vándorlás becslése

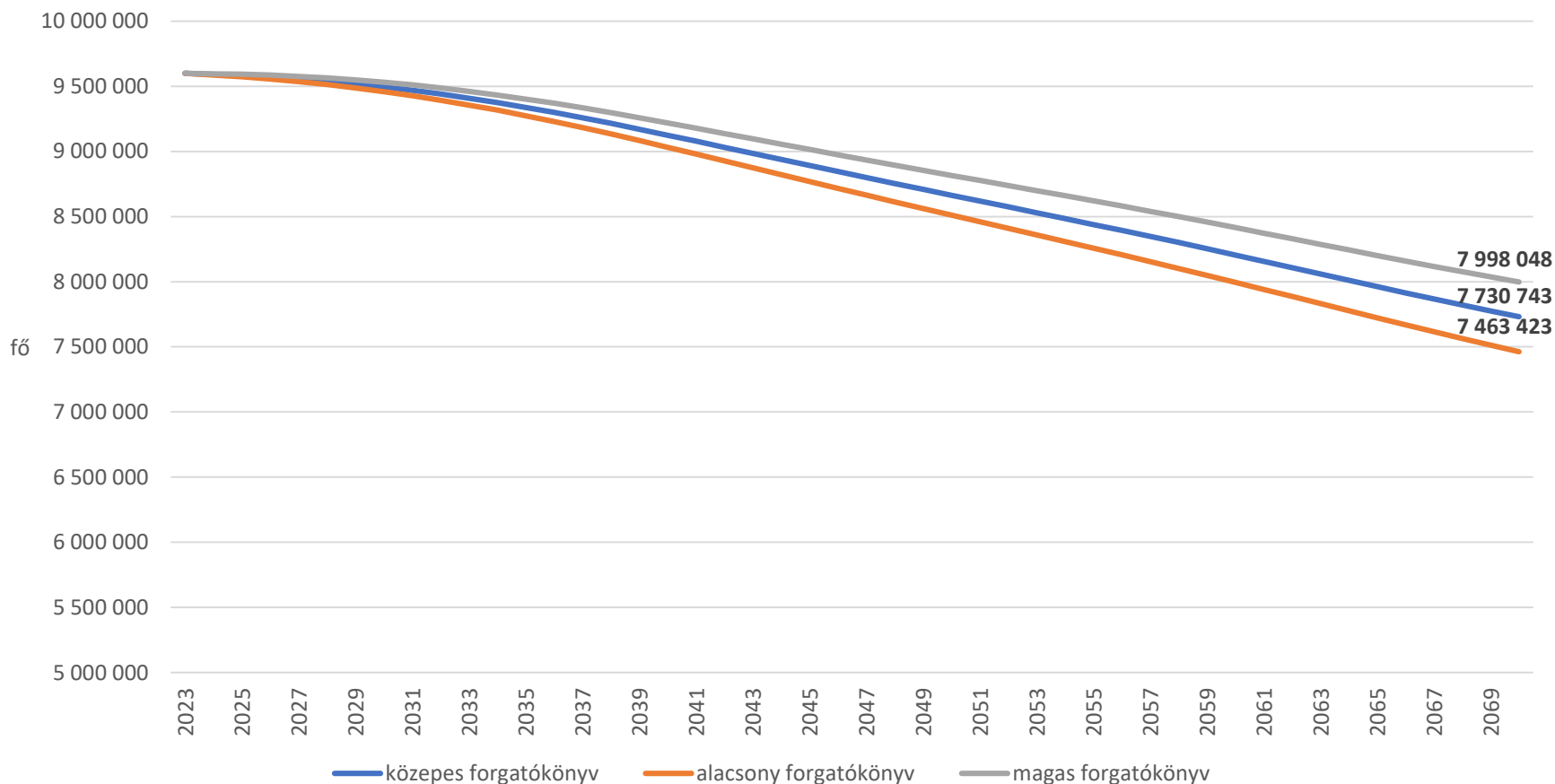
Állandó és ideiglenes vándorlás

- A nemzetközi vándorlás mellett az állandó és ideiglenes belföldi vándorlást is figyelembe kell venni a területi népesség-előrejelzés során.
- A területi népesség-előrejelzés további **determinisztikus** eleme
- Adatok: **vármegye, nem és életkor szerint**
- Kiszámítottuk vármegyénként az **oda- és elvándorlás** január 1-jei **népességhez viszonyított arányát** koréves bontásban **2012 és 2022 között** – férfiakra és nőkre külön-külön.
- A **jövőre** vonatkozóan azt feltételeztük, hogy a vizsgált időszakra jellemző átlagos értékeknek megfelelően fog alakulni a vármegyék közötti vándorlás, vagyis **a népességnek mindig egy meghatározott hányada fog vándorolni.**
- Ebből következik: a belföldi vándorlás a **három forgatókönyv szerint különbözik**

Népesség-előrejelzés

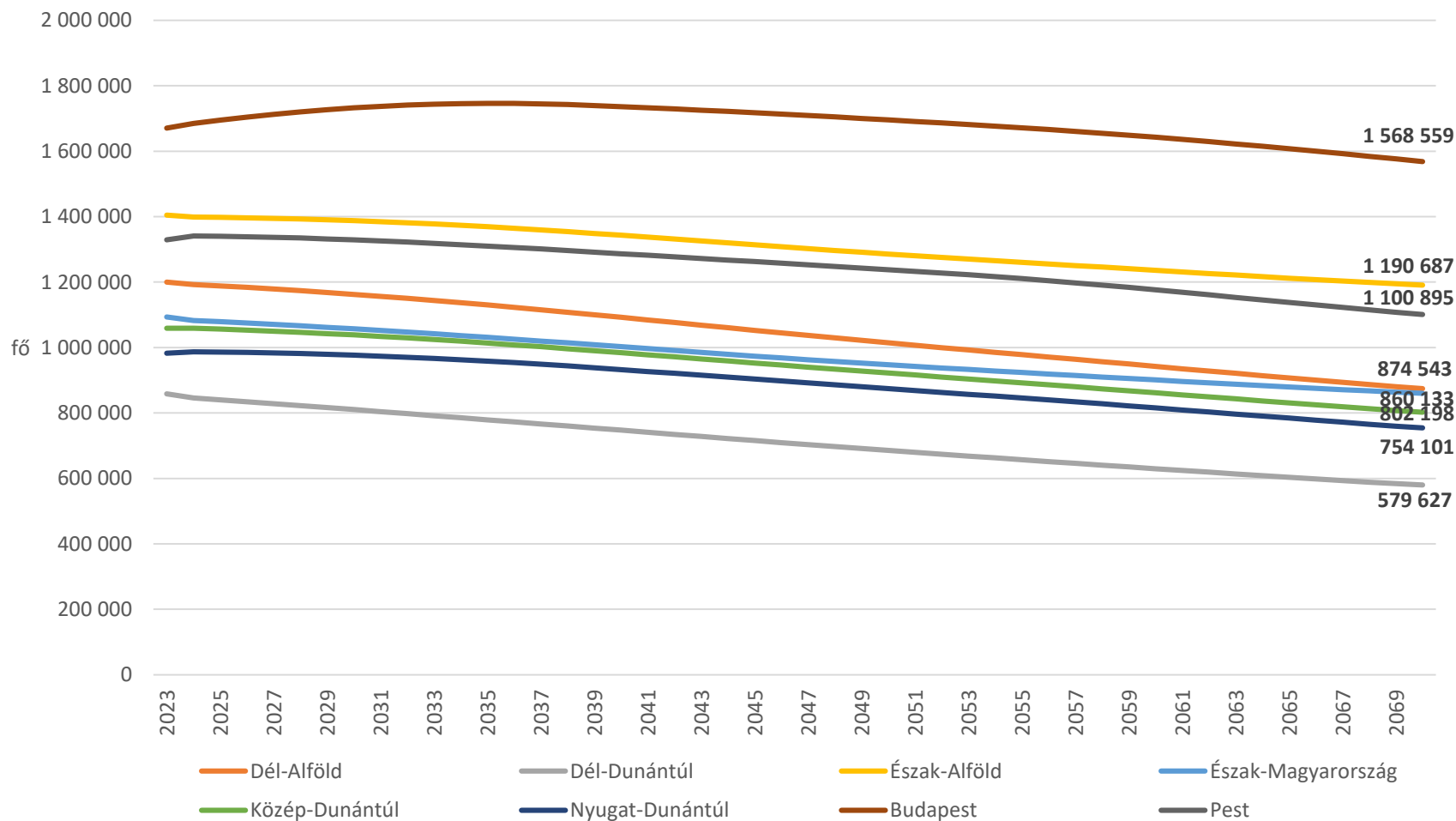
- Népesség előrejelzése: kohorsz–komponens módszerrel

Magyarország népessége, január 1-jén



Népesség-előrejelzés, közepes forgatókönyv

Magyarország népessége régióként, január 1-jén



Interaktív korfa elérhetősége:

<https://www.ksh.hu/interaktiv/korfak/terulet.html>

Alkema et al. (2010): Alkema, Leontine – Raftery, Adrian E. – Gerland, Patrick – Clark, Samuel J. – Pelletier, Francois – Buettner, Thomas: Probabilistic projections of the total fertility rate for all countries. Working Paper no. 97, University of Washington, Center for Statistics and the Social Sciences.

Alkema et al. (2011): Alkema, Leontine – Raftery, Adrian E. – Gerland, Patrick – Clark, Samuel J. – Pelletier, Francois – Buettner, Thomas – Heilig, Gerhard K.: Probabilistic projections of the total fertility rate for all countries. *Demography* 48(3), pp 815–839.

Ediev (2013): Ediev, Dalkhat M.: Comparative importance of the fertility model, the total fertility, the mean age and the standard deviation of age at childbearing in population projections. Presented at IUSSP International Population Conference, 26–31 August 2013. Busan, South Korea.

Kleinow (2015): Kleinow, Torsten: A common age effect model for the mortality of multiple populations. *Insurance: Mathematics and Economics* 63(C), pp 147–152.

Lee–Carter (1992): Lee, Ronald D. – Carter, Lawrence R.: Modeling and forecasting U.S. mortality. *Journal of the American Statistical Association* 87(419), pp 659–671.

Li et al. (2016): Li, Jackie – Tickle, Leonie – Parr, Nick: A multi-population evaluation of the Poisson common factor model for projecting mortality jointly for both sexes. *Journal of Population Research* 33(4), pp 333–360.

Li–Lee (2005): Li, Nan – Lee, Ronald D.: Coherent mortality forecasts for a group of populations: An extension of the Lee-Carter method. *Demography* 42(3), pp 575–594.

Ševčíková et al. (2011): Ševčíková, Hana – Alkema, Leontine – Raftery, Adrian E.: bayesTFR: An R package for probabilistic projections of the total fertility rate. *Journal of Statistical Software* 43(1), pp 1–29.

Köszönöm a figyelmet!

livia.varga@ksh.hu