

KÖZLEMÉNYEK

A NÉPESSÉG BECSLÉSE ÉVKÖZI IDŐPONTOKRA A KANADAI NÉPESSÉG-TOVÁBBSZÁMÍTÁSI MODELL ADAPTÁCIÓJA¹

H. RICHTER MÁRIA

BEVEZETÉS

A statisztikai hivatalok általában évente egyszer, egy meghatározott időpontban teszik közzé ismereteiket a népesség számáról és összetételéről. Azokban az országokban, ahol működik népességregiszter, ez az aktus egyszerűen a regiszter állapotának lekérdezését jelenti. Ott – és Magyarország is ebbe a körbe tartozik –, ahol ilyen regiszter nincs, vagy nem használatos a népesség létszámának megállapítására, a demográfiai adatokat meghatározott időponttól (a népszámlálásoktól) kezdve a változások számbavételével továbbvezetik. Magyarországon évente január 1-jére vezetjük tovább és tesszük közzé a népesség számát és összetételét.

Az utóbbi időben a nemzetközi gyakorlatban felmerült, hogy az éves demográfiai adatok már több tekintetben nem elégítik ki a felhasználói igényeket, szükség van évközi népesség-továbbbszámításra² is. Ezt többek között az alábbiak indokolják:

- A nemzeti statisztikai hivatalok különböző évközi időpontokra teszik közzé nemek és életkorok szerinti népességszámaikat. A nemzetközi összehasonlítások igényelnék, hogy az év egy meghatározott időpontjára rendelkezünk népesség-továbbbszámítással.
- A fő népmozgalmi adatokat folyamatosan (havonta) szolgáltatja a statisztika, tehát az adott évről bizonyos rész-információk már rendelkezésre állnak az év folyamán, végén. Ugyanakkor a kor-nem szerinti év végi népességszámok csak a következő évben, több hónappal később jelennek meg. A legfrissebb információk értékeléséhez elengedhetetlen az, hogy becsléssel rendelkezünk az év végi népességszámmal és összetétellel (*now-cast népességbecslés*).
- Külön területe az évközi népesség-továbbbszámításoknak a reprezentatív adatfelvételek igényeinek kielégítése. Az adatfelvételek lekérdezésének ideje (eszmei időpontja) általában nem azonos a szokásos népességi továbbbszámítások időpontjával. Az adatfelvételek szervezői elvárhatják, hogy rendelkezésükre álljon a népesség létszáma és összetétele az általuk kívánt időpontban a felvételi eredmények megfelelő súlyozásához.

¹ Ez a tanulmány egy hosszabb vizsgálat első terméke. A feladat, melyre az eredeti kanadai népesség-becslési modellt kidolgozták, magában foglalja a regionális népesség becslését és a munkaerő-felvétel célsokaságának becslését is. Ezek adaptálása folyamatban van, csakúgy, mint a jelen tanulmányban ismertetett adaptáció fejlesztése is. Különösen a népmozgalmi komponensek (születések, halálozások, költözések) rövid távú előrebecslésénél jöhet szóba az Európában honos speciális eljárások beépítése, mint például a *Calot*-módszer.

² Ebben a tanulmányban népesség-továbbbszámításra ismert adatok alapján történő létszám-kalkulációt, népesség-továbbbszámításra, előrebecslésen pedig a részben ismert, részben becsült népmozgalmi adatok alapján történő létszám-kalkulációt értjük.

- Továbbá, az adatfelvételek mintájának kiválasztása és a lekérdezés között bizonyos idő telik el. Minél hosszabb ez az idő, annál inkább jogos az a felvetés, hogy a mintavétel az adatfelvétel jövőbeni eszmei időpontjában létező népesség (előrebecsült) adataira támaszkodjon. Jogos tehát az az igény is, hogy jövőbeni eszmei időpontokra is rendelkezünk rövidtávú előrebecslésekkel a népesség számára és összetételére vonatkozóan.
- Az adatfelvételek jelentős részében a mintavétel alapjául szolgáló népesség (célnépesség) szűkebb a teljes népességnél. Meg kell oldani tehát a célnépesség eszmei időpontokra történő továbbszámítását is.

Az évközi speciális népesség-továbbszámításoknak jelentős múltja és gazdag tapasztalata van Kanada Statisztikai Hivatalában. Az ún. kanadai népesség-továbbszámítási modell elsősorban a munkaerő-felvételek célnépességének előállítására szolgál. A magyar Központi Statisztikai Hivatal és Kanada Statisztikai Hivatal közötti, hosszabb ideje folyó és igen gyümölcsöző együttműködés egyik témája éppen ennek a modellnek magyarországi felhasználása, adaptálása.

A teljes modell lényegében négy szakaszban végzi a népesség-továbbszámítást. Először az országos népességet becsli, ezt követik a megyei szintű becslések, majd egy – érthetően elnagyolt – kistérségi becslés következik. Mindez még a teljes népességre szól, ez után térnek át az ennél szűkebb célnépességek kiszámítására.

Hazai viszonylatban *három lépéscsőt* tervezhetünk.

1. Országos népesség-továbbszámítás eszmei időpontokra
2. Megyei népesség-továbbszámítás eszmei időpontokra
3. Országos és megyei célnépességek becslése

Ebben a tanulmányban elsősorban az első részfeladat – a teljes országos népesség – eszmei időpontokra történő továbbszámításával foglalkozunk. Ismertetjük a kanadai modellt, vizsgáljuk a modell hazai átültetésének lehetőségeit. Az 1990-es évek adataival végzett elemzés alapján *módosított kanadai modell* bevezetését javasoljuk.³

A KANADAI NÉPESSÉG-TOVÁBBSZÁMÍTÁSI MODELL

Kanada Statisztikai Hivatalában 1945 óta készülnek évközi népesség-továbbszámítások. A folyamatos módszertani fejlesztés következtében ma már egy kiterjedt és komplex rendszert használnak, elsősorban a munkaerő-felvételek népességi adatigényeinek kielégítésére.⁴

A tipikus feladat, amit a modell alkalmazásával megoldanak, a következő:

- Tegyük fel, hogy az év elején⁵ vagyunk. Ismerjük az előző év eleji népességet nem-kor szerinti bontásban. Ismerjük továbbá az előző év havi összevont születésszámait, halálozásszámait, a költözések (vándorlások) számait bizonyos hónapig (általában három hónapos késéssel). Ismerjük az előző évet megelőző év részletes népesedési és népességi adatait.

³ Szerző köszönetet mond a munka elindításában, a tanulmány elkészítésében nyújtott segítségért a KSH Népesedés-, Egészségügyi és Szociális Statisztikai Főosztály munkatársainak, Mihályffy Lászlónak, a KSH Statisztikai Mintavételi és Módszertani Osztály tanácsadójának, és Hablicsek Lászlónak, a KSH Népeségstudományi Kutató Intézet munkatársának.

⁴ Lásd Rosemary Bender: *Population Estimation Programme of Labour and Household Surveys Analysis Division: A Methodological Documentation* c. kiadványát (Statistics Canada, 1992, 111 p.)

⁵ Kanadában a „statisztikai év” kezdete június 1, a népszámlálások tradicionális időpontja.

- Ezekből az információkból becsülni akarjuk az év eleji és a következő év eleji nem-kor szerinti népességet (*now-cast becslések*).
- Becsülni akarjuk továbbá az előző év és a jelenlegi év *tetszőleges időpontjára* a nemek és életkorok szerinti népességszámokat (*évközi népesség-továbbszámítások*).

Bonyolítja a feladatot az, hogy népességen általában *mintavételi célnépességet* értenek, tehát a teljes népességnél szűkebb sokaságot,⁶ amire külön speciális módszereket használnak.

Maradva a teljes népességnél, a kanadai modell alapja a jól ismert *kohorsz-komponens módszer*. Magyarországon *alkotóelem-módszernek* is hívjuk az eljárást. Ennek lényege, hogy pontosan követjük a népesség változásának folyamatát, figyelembe vesszük a változás tényezőit (a komponenseket). Különböző becslő eljárásokkal hasznosítjuk a legfrissebb információkat, arra törekedve, hogy a lehető legpontosabb becsléseket nyerjük.

A következőkben az egyes lépéseknél ismertetjük a modell elgondolásait és eljárásait, miközben elvégezzük a módszerek tesztelését az 1990–2000 közötti országos népességi adatokon, illetve évközi becsléseknél az 1998. évi adatokon.

A konkrét tesztelési munka a következőket tartalmazta:

- A. Becsültük és a hivatalos népesség-továbbszámítással összevetettük az év végi népességeket 1990-től 2000-ig. Ez a vizsgálat arra szolgált, hogy kiválasszuk, illetve kidolgozzuk a *halandóság* továbbszámítására szolgáló „legjobb” eljárást.
- B. Meghatároztuk az évközi népességet 1998. évre minden hónap 15-i eszmei időpontra. Megvizsgáltuk, hogy az 1998. december 31-i (24 órai) időpontra becsült népesség mennyiben tér el a hivatalos 1999. január 1-jei népességtől.

Népességen a továbbiakban a nemek és életkorok szerint bontott népességet értjük, becsléseink a férfiakra és nőkre, azon belül 0-tól 89-ig életkoronként, azon felüli korok esetében összevontan értendők (90+ évesek).

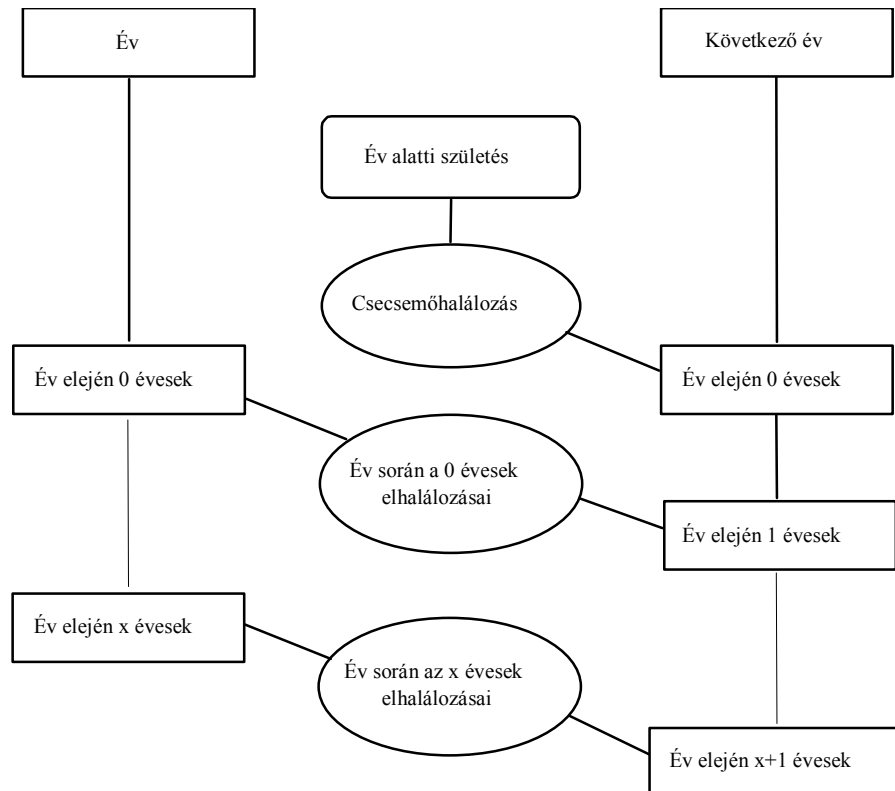
Kohorsz-komponens módszer zárt népességre

A népesség számának, nemek és életkorok szerinti összetételének időszak alatti változását a születések (a termékenység), a halálozások (a halandóság) és a ki- és beköltözések (nemzetközi vándorlás) határozzák meg. Magyarországon, 1960–1990 között a nemzetközi vándorlás alacsony szintjére, 1990–2001 között a megfelelő adatok hiányára hivatkozva a határokat átszelő migráció a népesség továbbszámításából kimaradt. Ez azt jelenti, hogy két népszámlálás között a népességet évről-évre kizárólag az élveszületések és az elhalálozások figyelembevételével számították tovább. A területi népesség továbbvezetésénél tekintettel voltak a belföldi vándorlásokra is. Tehát az országos népesség továbbvezetése az ún. *zárt népesség* elvén történt.

A zárt népességben a különböző életkorú emberek jövőbeni számát kizárólag a születések és az elhalálozások szabják meg országos szinten. Azon belül azok számát, akik már élnek, kizárólag az elhalálozás módosítja.

Ha a továbbszámítás szempontja az életkori bontás, és a továbbszámítás egy évre szól, akkor a módszer sémája egy rögzített nem (férfi vagy nő) esetében a következő lehet:

⁶ Például a kanadai munkaerő-felvételek esetében kihagyják az intézetben lakókat, az indián rezervátumokban élőket, a Kanadai Fegyveres Erők tagjait, a külföldön élő kanadaiakat. Magyarországon a nem-kollégista intézeti lakóktól tekintünk el.



Forrás: Kovacsics Józsefné (szerk.) Demográfia. Jogi Továbbképző Intézet, 1996.

I. A népesség továbbszámításának sémája zárt népesség esetén
 The schema of population estimation excluding migration

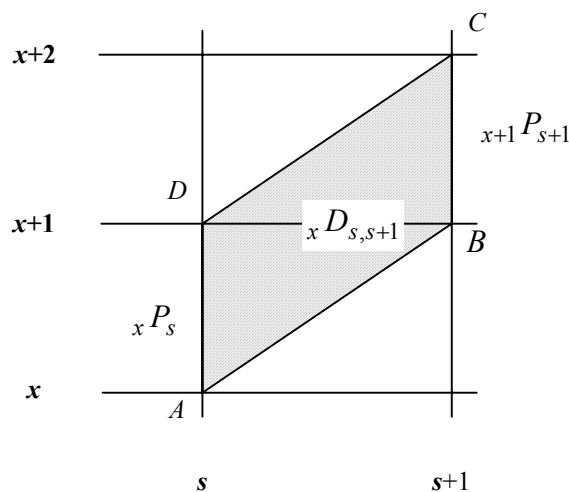
A sémából is látható, hogy a továbbszámítás *elengedhetetlenül fontos* eleme az ún. *koreltolás*. Tehát az év elején x évesekből pontosan egy év elteltével pontosan egy évvel idősebbek, $x+1$ évesek lesznek. Ez minden életkorra igaz, a felső nyitott korcsoportra, esetünkben a 90+ évesekre viszont az igaz, hogy ők az előző év eleji 89+ évesekből származnak. A továbbszámítás képletekben:

$$\begin{aligned}
 {}_0P_{s+1} &= B_{s,s+1} - {}_1D_{s,s+1} \\
 {}_1P_{s+1} &= {}_0P_s - {}_0D_{s,s+1} \\
 {}_{x+1}P_{s+1} &= {}_xP_s - {}_xD_{s,s+1} \\
 {}_{90+}P_{s+1} &= {}_{89+}P_s + {}_{90+}P_s - {}_{89+}D_{s,s+1},
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

ahol ${}_xP_s$ az x éves korú népesség száma az s év január 1-jén (0 órákor), ${}_xP_{s+1}$ ugyanez az $s+1$ év elején, $B_{s,s+1}$ az élveszületések száma az s év folyamán, ${}_xD_{s,s+1}$ pedig azon elhunytak száma az s év során, akik az s év elején x évesek voltak (betöltött éveik száma szerint). Az $x = -1$ „korév” jelöli azokat, akik az s év során születtek.

Az eljárást a nemzetközi szakirodalomban *kohorsz-komponens módszernek* nevezzük. Az elnevezés utal arra, hogy a módszer népességi kohorszokra (születési évjáratokra) vonatkozik, és a továbbszámítást a demográfiai komponensek (összetevők) figyelembevételével végezzük. A kohorsz-komponens módszer *kizárólagosan használt eljárás* a népesség továbbszámítására.

A demográfiában mindezt szokás még az ún. *Lexis*-diagramon is ábrázolni. A diagram $ABCD$ paralelogrammájában az AD és BC egyenese az s és $s+1$ év január 1-jei időtengely, az ezekre merőleges egyenesek a kortengelyek. Az AD szakaszra az év eleji x korú népességet, a BC szakaszra a következő év eleji, egy évvel idősebb népességet, az $ABCD$ paralelogrammába pedig az évközi eseményszámokat, itt az évközi halálozásokat írjuk (akik az év elején x évesek voltak).



II. Népesség- és eseményszámok a Lexis-diagramon
Population numbers and vital events in the Lexis diagram

Az éves-koréves statisztikai népesség-továbbszámítás tehát zárt népesség esetén az alábbi adatokat igényli:

- Népesség száma az év elején, nemek és életkor szerint
- Élveszületések száma az év során nemek szerint
- Halálozások száma az év során nemek és év eleji betöltött életkor szerint.

Ha nem állnak rendelkezésre, akkor az eseményszámokat becsülni kell. A becslésre két általános elvet alkalmazhatunk:

- Közvetlenül becsüljük az eseményszámokat azok múltbeli értékei, trendjei alapján (abszolút becslés)
- Népességarányos eseményszám-becslést alkalmazunk (relatív becslés).

A demográfiában általában az utóbbi elvet alkalmazzák. Eszerint az eseményszámok két tényezőtől függenek: az alapul vett népességtől (annak számától) és ennek a népességnek a magatartásától, azaz az események létrejöttének gyakoriságától: arányszámoktól, valószínűségektől.

Az arányszám és a valószínűség között a demográfia éles különbséget tesz. Az arányszám az eseményszámoknak az átlagnépességhez viszonyított nagysága, a valószínűség pedig az eseményeket produkáló népességhez viszonyított nagysága. Esetünkben, amikor egyetlen ún. demográfiai jelenség hat, nevezetesen a halandóság:

$$(2) \text{ az arányszám képzése: } {}_x m_{s,s+1}^D = \frac{2 \cdot {}_x D_{s,s+1}}{{}_x P_s + {}_{x+1} P_{s+1}},$$

$$(3) \text{ a valószínűség becslése: } {}_x q_{s,s+1} = \frac{{}_x D_{s,s+1}}{{}_x P_s},$$

amennyiben az átlagnépességet az év eleji és az év végi népesség számtani közepének vesszük, vagyis feltesszük, hogy a halálozások az év során egyenletesen oszlanak el. A két képletből adódik a demográfia egyik nevezetes összefüggése az arányszámok és a valószínűségek konvertálásáról:

$$(4) \quad {}_x q_{s,s+1} = \frac{2 \cdot {}_x m_{s,s+1}^D}{2 + {}_x m_{s,s+1}^D},$$

illetve

$$(5) \quad {}_x m_{s,s+1}^D = \frac{2 \cdot {}_x q_{s,s+1}}{2 - {}_x q_{s,s+1}}.$$

Megjegyzendő, hogy a (2), (4) és (5) képletek akkor is érvényben maradnak, ha több jelenség egy időben hat, például a belföldi költözés, a nemzetközi vándorlás stb., míg a (3) szerinti képlet helyébe ilyenkor egy bonyolultabb összefüggés lép.

A népesség továbbszámítása az arányszámok (valószínűségek) segítségével ezek után az alábbiak szerint végezhető. Miután a (3) képletből a halálozások száma ${}_x D_{s,s+1} = {}_x q_{s,s+1} \cdot {}_x P_s$, ezért az (1) képletek így módosulnak:

$$(6) \quad \begin{aligned} {}_0 P_{s+1} &= B_{s,s+1} \cdot (1 - {}_1 q_{s,s+1}) \\ {}_1 P_{s+1} &= {}_0 P_s \cdot (1 - {}_0 q_{s,s+1}) \\ {}_{x+1} P_{s+1} &= {}_x P_s \cdot (1 - {}_x q_{s,s+1}) \\ {}_{90+} P_{s+1} &= ({}_{89} P_s + {}_{90+} P_s) \cdot (1 - {}_{89+} q_{s,s+1}). \end{aligned}$$

Példa:

- a) 1992. január 1-jén a 29 éves férfiak száma 59362 volt. Közülük 1992 folyamán 157-en haltak meg, tehát a halálozási valószínűség becslése: $157/59362=0,0025645$, tehát 1993 elején a 30 éves férfiak száma:
 $59362 \cdot (1 - 0,0025645) = 59205$.
- b) 1992 folyamán 59210 leány született. Közülük még 1992 folyamán 664-en meghaltak, tehát elhalálozási valószínűségük $664/59210=0,011214$. Így 1993 elején a 0 éves női népesség száma:
 $59210 \cdot (1 - 0,011214) = 58546$.

- c) 1992 elején a 89 évesek száma (férfi és nő együtt) 8661, a 90+ évesek száma 21556 volt. Közülük az év során meghalt 7798 fő, az elhalálozás valószínűsége tehát: $7798/(8661+21556)=0,258067$. Így 1993 elején a 90+ évesek száma: $(8661+21556) \cdot (1-0,258067) = 22419$.

A népesség fenti módon végzett továbbszámítása természetesen csak abban az esetben valósítható meg, ha a részletes halálozásszámok vagy a megfelelő elhalálozási valószínűségek ismertek. A statisztika azonban mindig csak egy bizonyos késéssel képes az ilyen részletes adatok szolgáltatására. Ezért – amennyiben az a célunk, hogy viszonylag korai időpontban becsljük a népességet – a múltbeli adatokra épülő becslésekhez kell folyamodnunk. Ez leginkább a halandóság becslését érinti.

A halandóság becslése

Továbbra is a népesség éves továbbszámításával foglalkozunk, az évközi becslésekre később térünk át. Azt a helyzetet modellezzük most, hogy ismertek az év eleji népesség-adatok, továbbá ismertek már az év folyamán születettek és meghaltak számai is. A születések száma azonban – a magyar gyakorlattal megegyezően – nem ismert még fiú-leány bontásban, s a halálozások száma is csak összesenben ismert: sem a nemek, sem az életkor szerinti bontás nem áll rendelkezésre. A feladat az, hogy az előző évek információi alapján becslést adjunk az eseményszámok felbontására.

Kanadai modell

A kanadai modell készítői is hangsúlyozzák, hogy nem alkalmazható a halálozások esetében egy korábbi év (időszak) halálozási adatainak kormegoszlása. Hiszen a népességszámok változnak (a népesség öregszik), s így ugyanazon *elhalálozási kockázat* mellett is más lesz a halálozások száma. Ráadásul nálunk is és a fejlett országokban is *változik* a halandóság (a halál kockázata). Ennek a két tényezőnek: a népesség korösszetételének és a halandóság változásának együttes hatását kell becsülnünk.

A kanadai módszer szerint a kor-nem szerinti elhalálozási valószínűségeket egyszerű lineáris formulával becslik előre:

$$(7) \quad {}_{a,sx} \hat{q}_{s,s+1} = {}_{a,sx} q_{s-i,s-i+1} + (i/2)({}_{a,sx} q_{s-i,s-i+1} - {}_{a,sx} q_{s-i-2,s-i-1}),$$

ahol q a halálozás valószínűségét, a az életkort, sx a nemet, s pedig az évet jelenti, a formula szerint az s -dik évi elhalálozási valószínűséget az $s-i$ és az $s-i-2$ évek valószínűségeiből becsüljük egyszerű lineáris extrapolációval. Kanadában az i „adatkészési idő” 3 év.

Ennek alapján a kor-nem szerinti halálozások így becsülhetők:

$$(8) \quad {}_{a,sx} D'_{s,s+1} = {}_{a,sx} P_s \cdot {}_{a,sx} \hat{q}_{s,s+1}$$

Az egyenlőség bal oldalán áll az a éves sx neműek január 1-jétől december 31-ig becsülhető halálozásszáma. A jobb oldalon az első tényező az a éves sx neműek január 1-jei népességének becslése, a második az imént becsült halálozási valószínűség.

Példa a kanadai modell alkalmazására:

Tegyük fel, hogy feladatunk az 1997. évi halálozások becslése. Ehhez ismerjük az 1997. év eleji népességet (nemek és életkor szerint), továbbá ismerjük az 1994. és 1992. évi elhalálozási valószínűségeket.

Ha feltesszük, hogy az 1997. évi halálozási valószínűségek megegyeznek a fenti (7) formulából származó becslésekkel, vagyis az 1997. évi valószínűségekhez vesszük az 1995. évi két és félszeresét és levonjuk belőle az 1993. évi másfélszeresét, akkor – alkalmazva ezeket az 1997. évi népességre – 144345 halálestet adódik a tényleges 139434 helyett, tehát jelentősen felülbecsülnénk az 1997. évi halálozásszámot.

Hasonló nagyságrendű eltéréseket kapunk a modell alkalmazásával más évekre is, az alábbi táblázat szerint:

*1. A tényleges és a kanadai modell szerint becsült halálozások eltérése (fő, %)
Difference between yearly deaths and those estimated using the Canadian model*

Év	Eltérés (fő)			Eltérés (%)		
	Férfiak	Nők	Együtt	Férfiak	Nők	Együtt
1995	-6216	-1252	-7468	-8,0	-1,8	-5,1
1996	-11106	-3486	-14591	-14,8	-5,1	-10,2
1997	-4336	-575	-4911	-5,9	-0,9	-3,5
1998	1448	1330	2778	1,9	2,0	2,0
1999	5181	503	5684	6,9	0,7	4,0
2000	2941	1633	4575	4,2	2,5	3,4

Módosított kanadai modell

Az 1. táblázat szerint az eredeti kanadai formulával becsült halálozások nagymértékben eltérnek az adatoktól. A becslés részletei azt mutatják, hogy a halálozási valószínűségek egyszerű lineáris extrapolációja nem adja meg a kívánt pontosságot. A halandóság magyarországi hullámmása (évről évre történő ingadozásai) miatt ez a becslés elnagyolt, helyenként lehetetlen eredményeket ad (negatív halálozásszám). Szükségesnek bizonyul tehát a módszer javítása.

Az első javítási kísérletünk abban állhat, hogy – megtartva a modell lényegét – több év adatait vesszük figyelembe, s a legjobban illeszkedő egyenessel becsüljük az adott éves halandóságot. Itt a 3 pontra és a 6 pontra illesztett egyenesek alapján adódó becsléseket mutatjuk be.

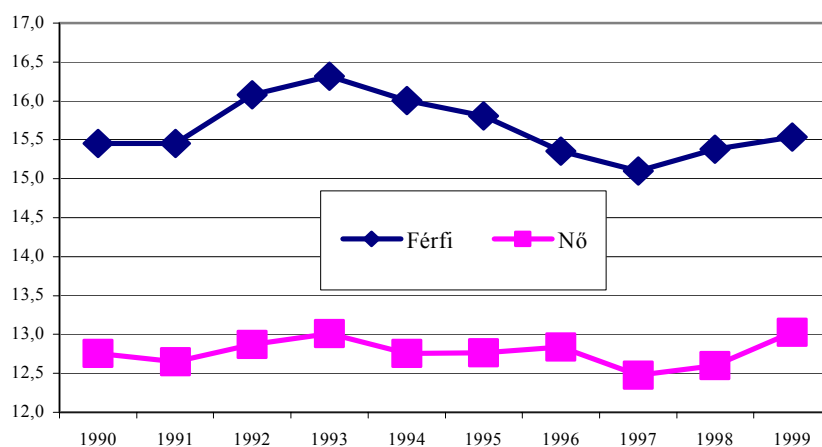
- *Hárompontos modell:* Három egymást követő évben ugyanahhoz a nemhez és életkorhoz tartozó elhalálozási valószínűségek ismeretében a rákövetkező második évben a halálozási valószínűség egyenes illesztésével így becsülhető:

$$(9) \quad \hat{q}_{t+2} = (11 \cdot q_t + 2 \cdot q_{t-1} - 7 \cdot q_{t-2}) / 6$$

- *Ötpontos modell:* Öt egymást követő évben ugyanahhoz a nemhez és életkorhoz tartozó elhalálozási valószínűségekből a következő második évben a halálozási valószínűség lineáris extrapolációval így számítható:

$$(10) \quad \hat{q}_{t+2} = (5 \cdot q_t + 3 \cdot q_{t-1} + q_{t-2} - q_{t-3} - 3 \cdot q_{t-4}) / 5.^7$$

Megpróbálkozhatunk a kanadai modell javításával úgy is, hogy a magyarországi halandóság valamilyen jellegzetességét vesszük figyelembe. A trendek megítélése szemszögéből fontosak az *ingadozások*. Például az influenza-járványok miatt mintegy háromévente (főleg az idős emberek körében) magasabb halálozásszám várható. Ezt az általános halálozási arányszám alakulása is szemlélteti.



III. A nyers halálozási arányszám alakulása nemek szerint
Development of crude death rate by sex

Az ábra szerint elsősorban a nőknél látszik ez a fajta „szabályosság”. 1993-ban, 1996-ban, 1999-ben látszik halálozási „csúcs”. A férfiaknál kevésbé érvényes a három éves ciklus, ott inkább 6 évesről beszélhetünk.

Feltehetjük, hogy ez a mozgás jellemzi a korszerinti halálozás alakulását is. Ennek megfelelően két modellt állítottunk fel.

⁷ A becslések alapja minden esetben a Gauss-féle legkisebb négyzetek módszere. Ha a legjobban illeszkedő egyenes egyenlete $f(x) = ax + b$, akkor az a és b paraméter a

$$(11) \quad \sum_i (q_{t-i} - f(i))^2 = \min$$

feltételből becsülhető, mégpedig differenciálással a következő egyenletrendszer megoldásával:

$$(12) \quad \sum_i i q_{t-i} - a \sum_i i^2 - b \sum_i i = 0 \quad \text{és} \quad \sum_i q_{t-i} - a \sum_i i - b \sum_i 1 = 0.$$

A (9) és (10) formulák ebből az egyenletrendszerből adódnak, miután behelyettesítjük a $q_t, q_{t-1}, \dots$ és az $i=0, 1, \dots$ értékeket

- *Hároméves ciklus*: háromévente igazítjuk az adatok változását, ugyanahhoz a nemhez és életkorhoz tartozó elhalálozási valószínűségek ismeretében az alábbi képlettel:

$$(13) \quad \hat{q}_{t+1} = q_{t-2} + (q_{t-1} - q_{t-4})$$

- *Hatéves ciklus*: hatéves periódussal vesszük figyelembe az adatok változását, ugyanahhoz a nemhez és életkorhoz tartozó elhalálozási valószínűségek ismeretében az alábbi képlettel:

$$(14) \quad \hat{q}_{t+1} = q_{t-5} + (q_{t-1} - q_{t-7})$$

Elvégezve a számításokat, az eredmények – az éves halálozásszám becslései – jelentősen javulnak az eredeti kanadai modellhez képest, ugyanakkor továbbra is bizonytalanok a kor-szerinti becslések.

*2. A tényleges és a becsült halálozásszám eltérései a korszpecifikus
halandóság ötponthas lineáris előrebecslésével
Differences between yearly deaths and those estimated
using 5-point linear extrapolation of age-specific mortality*

Év	Eltérés (fő)			Eltérés (%)		
	Férfiak	Nők	Együtt	Férfiak	Nők	Együtt
1997	-2510	-5480	-7990	-3,4	-8,3	-5,7
1998	810	-520	290	1,1	-0,8	0,2
1999	4699	3328	8027	6,3	4,9	5,6

*3. A tényleges és a becsült halálozásszám eltérései a halandóság
hároméves ciklikusságát feltételező modellel
Differences between yearly deaths and those estimated
assuming 3-year cycles in age-specific mortality*

Év	Eltérés (fő)			Eltérés (%)		
	Férfiak	Nők	Együtt	Férfiak	Nők	Együtt
1995	-4121	-1754	-5875	-5,3	-2,6	-4,0
1996	-7527	-1408	-8935	-10,1	-2,1	-6,2
1997	-3391	-763	-4154	-4,6	-1,2	-3,0
1998	2366	174	2540	3,2	0,3	1,8
1999	4881	2482	7363	6,5	3,6	5,1

Valamennyi vizsgált modellben két alapprobléma van jelen, több-kevesebb bizonytalanságot okozva a becslésekben. Az egyik az éves halálozások számának jelentős hibával történő becslése, a másik pedig a becsült korszpecifikus halandóság „szabálytalansága” (ugráló, helyenként negatív értékek).

Demográfiai modell: hatványmódszer

Az előzőekben azt láthattuk, hogy a halandóság becslése visszamenőleges adatokból a kanadai modell és annak módosított változatai alapján, Magyarország esetében meglehetősen problematikus. A mi halandósági viszonyaink ugyanis nagymértékben változtak az 1990-es években. A népesség-előreszámítások szerint éppen erre az időszakra esik a halandóság újbóli jelentős csökkenésének, a csökkenés feltételeinek a kialakulása. Éppen ezért a múltbeli trendek előrevezetése ebben az évtizedben igencsak problematikus és a bemutatott, meglehetősen pontatlan becslésekhez vezet. Célszerű tehát a halandóság becslését más módon is megközelíteni.

Abból indulhatunk ki, hogy az éves összhalálózást valamilyen úton ismerjük. Lehetőséges, hogy a becslések készítésének időpontjában az elhunytak száma ténylegesen ismert. Általában az év márciusában már tudjuk, hányan haltak meg összesen az előző év során. Továbbá, a legegyszerűbb becslési módszereket alkalmazva is, már az adott év negyedik negyedétől viszonylag pontos előrebecslést adhatunk az éves halálózásszámról, hiszen már ismerjük pl. a féléves tényt számot. A feladat tehát nem annyira abban áll, mint az eredeti kanadai modellben, tehát, hogy adjunk becslést az éves halandóságra az elmúlt évek halandósága alapján, hanem inkább abban, hogy bontsuk fel a becsült éves összhalálózást nemek és életkorok szerint.

A demográfiai kiindulási probléma jelen esetben tehát a következő. Ismerjük az év eleji népességet nemek és életkor szerint. Tudjuk, hányan születtek és haltak meg az év során összesen. Becsülnünk kell a születéseken belül a fiúk és a lányok számát, tovább becsülnünk kell nemek és életkor szerinti a halálózások számát.

Fiú és leányszületések becslése

A kanadai modellel azonos módon becsülhetünk. Abból indulhatunk ki, hogy jórészt biológiai alapokon – ma még – a fiúszületések gyakoribbak, Magyarországon az 1990-es évek folyamán az újszülötteknél 0,511–0,517 között alakult a fiúk, 0,483–0,489 között a lányok aránya, ami átlagosan kevesebb mint 1 százalékos különbséggel ér fel. Emiatt megengedhetők tartjuk, hogy a születések nemek szerinti bontását az utolsó ismert év adata szerint becsüljük.

A férfi és a női halandóság becslése

A demográfiai elemzés – az eddigi tapasztalatok szerint – akkor éri el a legjobb eredményeket, ha az elemzést ún. kohorszokra végzi. Esetünkben a halandóság születési kohorszok (születési évjáratok) szerinti szemlélete indokolt. Azt mondjuk, hogy egy adott év halálózásaiból számított elhalálózási gyakoriságok egy ún. fiktív kohorsz produktumai. Tehát olybá vesszük, mintha lenne egy olyan népesség, amelynek tagjai születéstől halálukig az adott év során megfigyelt valószínűségekkel halnának meg. Ebből azután kiváló továbbszámítási lehetőségek adódnak. Képesek leszünk például arra, hogy halandósági táblát állítsunk elő, amely modellezi egy születési évjárat kihalásának folyamatát, amelyből például számíthatjuk a demográfia méltán híres mutatószámát, a születéskor várható átlagos élettartamot.

A becslési probléma ebben a szemléletben a következő. Adott az év eleji, nemek és életkor szerint bontott népesség, adottak valamely múltbeli évekből az elhalálózási valószínűségek, továbbá ismerjük az év során meghaltak számát. Hogyan módosítsuk a korábbi években

megfigyelt halálozási valószínűségeket ahhoz, hogy az adott népességben pontosan az ismert halálozásszám valósuljon meg?

Matematikailag megfogalmazva ismert a ${}_{x,n}P_s$ x éves korú n nemű népesség száma az s év elején, ismertek az ${}_{x,n}q_{s-i}$ elhalálozási valószínűségek valamely $s-i$ évre (esetleg évekre), tudjuk, hogy az év folyamán ${}_nD_{s,s+1}$ számú halálozeset történt. Keressünk olyan f függvényt, hogy az adott évi elhalálozási valószínűségek $f({}_{x,n}q_{s-i}) = {}_{x,n}\hat{q}_s$ várhatóan „közel” essenek a tényleges ${}_{x,n}q_s$ valószínűségekhez. Amennyiben ilyen függvényt találunk, akkor a népesség továbbszámítása a (6) képletek alapján elvégezhető.

A demográfiai szakirodalomban számos ilyen függvény ismert, amely tehát az elhalálozási valószínűségek sorozatait transzformálja egymásba (lásd például *Valkovics* (11)). Esetünkben – a kezelhetőséget is mérlegelve – a hatványmódszer látszik megfelelő megoldásnak.

A hatványmódszernél abból indulunk ki, hogy a korszerinti elhalálozási valószínűségek – időben folytonos megközelítést alkalmazva – felírhatók

$$(15) \quad {}_{x,n}q_s = 1 - e^{-\int_x^{x+1} \mu^{n,s}(y) dy}$$

alakban, ahol $\mu = \mu(y)$ a halandóság ereje (force of mortality, vesd össze pl. *Pollard* (12)). Egy-két év változásainál feltehető, hogy a viszonyok (életkörülmények) *egyformán* válnak kedvezőbbé vagy kedvezőtlenebbé. Tehát megengedjük, hogy a halandóság ereje egyenletesen legyen kisebb vagy nagyobb egyik évről a másikra. Képletben:

$$(16) \quad \hat{\mu}^{n,s}(y) = \lambda \cdot \mu^{n,s-i}(y),$$

vagyis az előző évekből ismert $\mu^{n,s-i}(y)$ értékekből egy megfelelő szorzószám (λ) alkalmazásával becsüljük a mostani évre szóló $\hat{\mu}^{n,s}(y)$ értékeket. Ezt visszairva:

$$(17) \quad {}_{x,n}\hat{q}_s = 1 - e^{-\int_x^{x+1} \hat{\mu}^{n,s}(y) dy} = 1 - e^{-\int_x^{x+1} \lambda \cdot \mu^{n,s-i}(y) dy} = 1 - (1 - {}_{x,n}q_{s-i})^\lambda.$$

Tehát a jelen évre vonatkozó halálozási valószínűségeket e módszer szerint a múlt évek valamelyikére vonatkozó *továbbélési* valószínűségek hatványozásával nyerjük, ezért a hatványmódszer elnevezés.

A λ szorzószám, helyesebben hatványkitevő becsléséhez használjuk fel az ismert halálozásszámot. A szorzószámnak éppen akkorának kell lennie, hogy a népességet a (17) képletben szereplő elhalálozási valószínűségekkel „végigszorozva”, a férfi és a női halálozásokat összeadva az ismert összhalálozást kapjuk eredményül.

Ennek egzakt megoldása nincsen, rendelkezésünkre állnak azonban gyors közelítő eljárások. Ilyen például az Excel Goal Seek (Célérték-kereső) programja, amely processzortól függően egy-két másodperc alatt megoldást talál.

Példa a hatványmódszer alkalmazására:

Tegyük fel, hogy feladatunk az 1997. évi halálozások becslése. Ehhez ismerjük az 1997. év eleji népességet (nemek és életkor szerint), továbbá becslésünk van az 1997. év folyamán bekövetkezett születésekre és halálozásokra. Az egyszerűség kedvéért a becslés egyezzen

meg a tényadattal: 100350 élveszületés és 139434 haláleset. Ismerjük továbbá az 1996. évi elhalálozási valószínűségeket és a fiúk, leányok születési arányát 1996-ból, ami 0,515, illetve 0,485.

Az 1997. évi fiú-leány születéseket az 1996. évi SRB-vel (fiú-leány születési aránnyal) becsülve 51654 fiúszületés és 48696 leányszületés adódik 1997. évi becslésként. Ezek a becslések a tényleges adatoktól 253 fővel térnek el (ténylegesen 51907 fiú és 48443 leány született 1997 folyamán).

Ha feltesszük, hogy az 1997. évi elhalálozási valószínűségek megegyeznek az 1996. évi-ekkel, akkor – alkalmazva ezeket az 1997. évi népességre – 143528 haláleset adódik a tényleges 139434 helyett, tehát az 1996. évi halandósággal jelentősen felülbecsülnénk az 1997. évi elhalálozásszámot. Alkalmazva a hatványmódszert, a (16) képlet szerinti λ paraméter értékére 0,9703 adódik, s ezzel a halálesetek száma összesen éppen 139434 lesz, vagyis megegyezik a tényleges éves adattal. A nemek szerinti eltérések is minimálisak, a módszer szerint 72763 férfi és 66671 női halálesetet kapunk, amelyek a tényleges értékektől ± 515 fővel térnek el.

További évekre is hasonló nagyságrendű eltéréseket kapunk. Miután az éves elhalálozásszámot ismertnek tételezzük fel a hatványmódszernél, ezért az együttes hiba mindig 0, és a férfiak és nők elhalálozásainak becslési hibája azonos abszolút nagyságú.

4. A tényleges és a hatványmódszer szerint becsült elhalálozások eltérése
Differences between yearly deaths and those estimated using power method

Év	Eltérés (fő)			Eltérés (%)		
	Férfiak	Nők	Együtt	Férfiak	Nők	Együtt
1994	248	-248	0	0,3	-0,4	0,0
1995	-237	237	0	-0,3	0,3	0,0
1996	-1057	1057	0	-1,4	1,5	0,0
1997	515	-515	0	0,7	-0,8	0,0
1998	491	-491	0	0,7	-0,7	0,0
1999	-657	657	0	-0,9	1,0	0,0

Hatványmódszer becsült éves elhalálozás esetén

Hogyan működik a hatványmódszer, ha még nem ismertek az éves elhalálozásszámok? Tegyük fel, hogy olyan időpontban szükséges elvégezni a elhalálozások nem-kor szerinti felbontását, amikor még csak az év bizonyos időszakáról állnak rendelkezésre adatok. Nyilvánvaló, hogy ilyen esetben *becslést* kell adni az egész év folyamán meghaltak számára.

Legyenek például ismertek az első 10 hónap elhalálozási számai, $D_1^s, D_2^s, \dots, D_{10}^s$. Ismerjük továbbá az előző év havi elhalálozási adatait is. Az éves elhalálozásszám egyszerű becslése lehet az előző év megfelelő havi adataival történő abszolút vagy arányosított kiegészítés:

$$(18) \quad D^s = \sum_{i=1}^{10} D_i^s + D_{11}^{s-1} + D_{12}^{s-1}, \text{ illetve}$$

$$D^s = \sum_1^{10} D_i^s + (D_{11}^{s-1} + D_{12}^{s-1}) \frac{\sum_1^{10} D_i^s}{\sum_1^{10} D_i^{s-1}}.$$

Az arányosított becslést használva, az eredményeket a következő táblázat tartalmazza. A táblázat adatai a módszer használhatóságát húzzák alá.

*5. A tényleges és a hatványmódszer szerinti halálozások eltérése,
ha az éves halálozásszám az első 10 hónap alapján becsült
Differences between yearly deaths and those given by power method
using now-cast of deaths*

Év	Eltérés (fő)			Eltérés (%)		
	Férfiak	Nők	Együtt	Férfiak	Nők	Együtt
1994	47	-435	-388	0,1	-0,6	-0,3
1995	358	752	1110	0,5	1,1	0,8
1996	-1728	470	-1258	-2,3	0,7	-0,9
1997	791	-271	520	1,1	-0,4	0,4
1998	1068	28	1096	1,4	0,0	0,8
1999	501	1699	2200	0,7	2,5	1,5

Összefoglalva: a kanadai modell változatlanul történő alkalmazása a halandóság és a halálozások jelentős hibával történő becsléséhez vezet. Nem sikerült a modell matematikai úton történő javítása sem, a több múltbeli adat, illetve a ciklikusság figyelembevétele javított ugyan az eredményeken, de azok erős becslési bizonytalansága fennmaradt.

Demográfiai alapokról indulva viszont elfogadható becslést ad a halandóság ún. fiktív kohorszok szerinti megközelítése, s azon alapulva a hatványmódszer. Ebben az éves halálozásszám becslése különvált a korszerinti halálozások becslésétől, a modell kritikus pontja az adott évi elhalálozások „eltalálása” a mindenkor legfrissebb adatok alapján. E fejezetben vizsgálatunk végső következtetése az, hogy az évközi halálozás-továbbszámításokat hatványmódszer segítségével javasoljuk elvégezni.

ÉVKÖZI NÉPESSÉG-TOVÁBBSZÁMÍTÁS ZÁRT NÉPESSÉG ESETÉN

Ebben a fejezetben tanulmányunk lényegére térünk ki. Definiáljuk az évközi népesség-továbbszámítási feladatot és módszert adunk a tetszőleges évközi időpontra történő népességi becslésre.

A módszert a legegyszerűbb esetre, az országos népességre, annak zártságát feltételezve, mutatjuk be. Ezt követően, a tanulmány további részében, illetve a további munkák során térünk át a nyitott népesség, a területi népességek és a *különböző adatfelvételek speciális mintavételi népességének eszmei időpontra történő becslésére.*

A feladat megfogalmazása

Abból indulunk ki, hogy adott az év eleji, nem-kor szerint bontott népesség. Ez lehet végleges adat, előzetes adat vagy valamilyen más becslés. Feltesszük, hogy a népesség zárt,

tehát létszámát csak a születések és a halálozások száma befolyásolja. Ismerjük visszamenőlegesen a születések és a halálozások számát, bizonyos múltbeli időponttól visszafelé ismerjük ezek nemek szerinti megoszlását is. Ismerjük a népesség elhalálozási valószínűségeit valamely nem túl távoli évre szólóan.

Feladatunk az év elejétől számított bármely t napra (eszmei időpontra, más megközelítésben törtévre) az azon a napon létező népesség létszámának becslése nemek és életkorok szerint.

Ezt a feladatot a kanadai modell, illetve annak előző fejezetben leírt módosítása alapján több lépcsőben oldjuk meg.

1. Az év eleji népesség becslése, amennyiben szükséges
2. Törtév számítása
3. Az élveszületések számának becslése a t törtévre, nemek szerint.
4. A halálozások számának becslése az adott év egészére, ebből hatványmódszer alapján a nemek és életkorok szerinti elhalálozások becslése egész évre.
5. A nem-kor szerinti halálozások becslése a t törtévre.
6. A népesség továbbszámítása nemek és év *eleji életkor* szerint a t napra.
7. A népesség öregedésének figyelembevétele, az t napi életkor szerinti koréves népesség számítása.

A becsléseket az 1998. évre szólóan mutatjuk be. Ebben az évben a népesség zártsága a statisztika szerint „megvalósult”, hiszen a népesség továbbszámításában a nemzetközi vándorlást nem vettük figyelembe.

Az év eleji népesség becslése

Arról az évről és év eleji népességről van szó, amelyre vonatkozóan eszmei időponti becslést kívánunk elvégezni. Tegyük fel, hogy az az idő, amikor a számítást végezzük, közel esik az év elejéhez. Tekintettel arra, hogy az év eleji statisztikai népességszámok nagyjából az év közepére válnak ismertté, ezért, amennyiben mi a becsléseket az év elejéhez közeli időpontban végezzük, az év eleji népességet is becsülnünk kell.

Az előző fejezetben ennek módszerét már bemutattuk arra az esetre, amikor a születések és a halálozások száma a múlt évre ismert volt. Esetünkben legfeljebb néhány hónap népmozgalmi adata hiányzik, ezeket kell becsléssel helyettesíteni. Az egyszerűség kedvéért feltesszük, hogy az eszmei időponti becsléseket az adott évre szólóan az év elején végezzük el. Ez azt jelenti, hogy az előző év népmozgalmából októberig már ismertek az adatok.

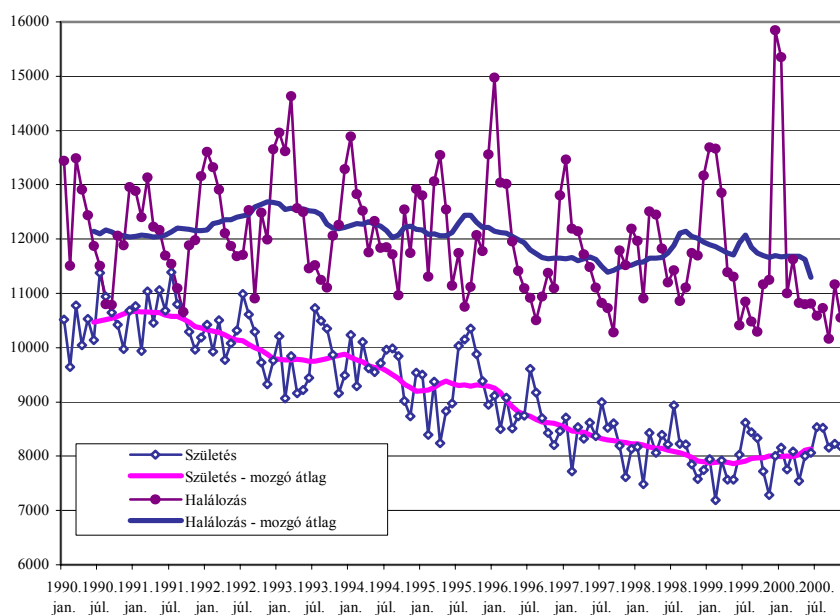
Az éves népmozgalom előzetes becslése

Az október-december havi számok becslését legegyszerűbben a megelőző év ugyanazon hónapjainak adatait átvéve becsülhetjük. Bizonyos esetekben indokolt ezt arányosítva megtenni (az előző és a megelőző éves adatok arányában). Képletben:

$$(19) \quad \hat{B}_t = B_{t-12} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{12} B_{t-i}}{\sum_{i=1}^{12} B_{t-12-i}}, \quad \hat{D}_t = D_{t-12} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{12} D_{t-i}}{\sum_{i=1}^{12} D_{t-12-i}},$$

ahol t most a hónapokban mért időt jelenti.

Természetesen ennél bonyolultabb megoldások is elképzelhetők a havi születések és halálozások idősor-elemzése alapján. A születések és a halálozások havi adatai jellegzetes alakulásúak, ahogyan azt a következő ábra is mutatja.



IV. A születések és a halálozások havi alakulása és 12 havi mozgó átlaga, 1990–2000
Development of monthly births and deaths and 12-month moving average, 1990–2000

A nemenkénti születések és halálozások becslése

A népesség-továbbszámításához szükségünk van az éveszülések és halálozások nemenkénti becslésére is. Az éveszüléseknél a fiú-leány megoszlás viszonylag stabilnak tekinthető. Nem tévedünk tehát nagyot, ha az előző (ismert) év fiú-leány születési arányát alkalmazzuk. Mivel rövid időtartamról van szó, ahol a nemek szerinti halandósági különbségek nem nagyon változnak, ugyanezt alkalmazhatjuk a halálozások nemenkénti becslésére is. Képletben:

$$(20) \quad {}_n B_t = \frac{\sum_{i=0}^{11} {}_n B_{s-i}}{\sum_{i=0}^{11} B_{s-i}}, \text{ illetve } {}_n D_t = \frac{\sum_{i=0}^{11} {}_n D_{s-i}}{\sum_{i=0}^{11} D_{s-i}},$$

ahol n a nemet jelenti, s pedig az első olyan időpont, amelyre a születések, illetve a halálozások nemenkénti adatai már ismertek

Az év eleji (induló) népesség becslése

Miután ismert az előző év eleji végleges népesség, továbbá becsültük a nemenkénti népmozgalmat, a népesség továbbszámítása az előző fejezet szerint valósítható meg. A halálozások nemenkénti és korévek szerinti számát hatványmódszerrel becsüljük. Ezután a továbbszámítás standard módon végezhető el.

Példa az induló népesség előállítására

Tegyük fel, hogy 1998 elején ismerjük az 1997. év eleji népességet, az 1996. évi halandóságot, továbbá az 1997. január–szeptember havi születéseket és halálozásokat. Rendelkezésünkre állnak természetesen a korábbi évekből a nemenkénti születések és halálozások is.

A (19) képlet szerint az 1997. októberi-decemberi halálozás megegyezik az 1996. október-decemberi számokkal. Ez 139203 elhalálozás becslését jelenti 1997-re, a tényt szám 139434. A születéseknél az arányosított becslés 1997-re 100070 élveszületés, a tényleges 100350 helyett.

A (20) képlet szerint a fiúszületések száma 51518, a leányszületéseké 48552, mint becslések, a statisztikai adat pedig 51907, illetve 48443. A halálozásoknál a becslés férfiak 72981, nőknél 66222, miközben tényleges 73278 fő, illetve 66156 fő halt meg.

Az 1998. év eleji népesség becslése ezt követően az alábbiak szerint alakul öt éves korcsoportonként. A táblázatok adatai igen jó egyezésről tanúskodnak.

*6. Tényleges és becsült népesség eltérései, 1998. január 1.
Differences between official and estimated population, 1 January 1998*

Korcsoport	Tényleges népesség	Becsült népesség	Eltérés (fő)	Eltérés (%)
0-4	543903	543578	325	0,06
5-9	610586	610582	4	0,00
10-14	617236	617192	44	0,01
15-19	727214	727219	-5	0,00
20-24	869297	869302	-5	0,00
25-29	717471	717468	3	0,00
30-34	624687	624662	25	0,00
35-39	642424	642327	97	0,02
40-44	837746	837985	-239	-0,03
45-49	751623	751620	3	0,00
50-54	637581	637744	-163	-0,03
55-59	577624	577633	-9	0,00
60-64	515453	515751	-298	-0,06
65-69	495304	495462	-158	-0,03
70-74	421046	421106	-60	-0,01
75-79	291664	291705	-41	-0,01
80-84	140178	139800	378	0,27
85-89	88773	88544	229	0,26
90+	25548	25629	-81	-0,32
Összesen	10135358	10135309	49	0,00

Miután rendelkezésünkre áll az év eleji (esetünkben 1998. év eleji) népesség becslése, nekiláthatunk az évközi eszmei időpontokra vonatkozó továbbbszámításoknak.

NÉPESSÉG TOVÁBBSZÁMÍTÁSA TÖRTÉVRE

A törtév számítása

A törtév számítását a szokásos módon végezzük el. Kiszámítjuk, hány nap telik el az év elejétől az eszmei időpontig, majd ezt viszonyítjuk az év összes napjai számához. Ezt a 0 és 1 közé eső értéket a törtévi népesség életkorának megállapításához használjuk.

Példa törtév számítására:

Legyen az eszmei időpont 1998. május 15-én 24 óra 0 perc. Az év nem szökőév, a napok összes száma 365. A január 1. és az eszmei időpont között eltelt napok száma: $31+28+31+30+15=133$, tehát a törtév: $133/365=0,369863$.

Élveszületések becslése törtévre

A kanadai modell arra készült, hogy legfeljebb egy évre előre adjon népességi becsléseket. Az ennél hosszabb időszak már a népesség-előreszámítások területe, ahol a demográfiai magatartás változására vonatkozó hipotéziseknek van egyre nagyobb szerepe.

Ebből adódóan a havi születések becslése egy rövid távú előrebecslés, mely legegyszerűbben a (19) képlet alkalmazásával (arányosított havi becslés) történhet, melyet a (20) képlet szerint bontunk fiú-leány születésekre. A tört hónapra a születéseket az adott havi becslés törtrészeinek vesszük.

Példa élveszületések évközi becslésére

Tegyük fel, hogy 1998. május 15. 24 óra az eszmei időpontunk. Becsüljük a január–májusi születésszámokat a (19) és (20) képletek alapján. A májusi tört hónapra a havi becslés 15/31-d részét vesszük. A január 1. és az eszmei időpont közötti születésszámok ezután a havi számok összegeként adódnak, ami most 35677 becsült születést jelent a tényleges 36192 fő helyett.

Ezt a becslést januárban adjuk a január 1.–május 15. közötti születésszámmra, természetesen ahogy közelebb kerülünk az eszmei időponthoz és ezáltal módunk van több múltbeli adat bevonására, becslésünk egyre pontosabbá válik.

Halálozások becslése törtévre

A havi halálozások rövid távú becslése a születésekhez hasonlóan a (19) képlet alkalmazásával (most arányosítás nélküli havi becslés) történhet, melyet a (20) képlet szerint bontunk férfi–nő halálozásokra. A tört hónapra a havi becslés törtrészt vesszük.

Példa halálozások évközi becslésére

Tegyük fel ismét, hogy 1998. május 15. 24 óra az eszmei időpontunk. Becsüljük a január–májusi halálozásszámokat a (19) és (20) képletek alapján. A májusi tört hónapra a havi becslés 15/31-d részét vesszük. A január 1. és az eszmei időpont közötti elhalálozások becsült számának 55066 fő adódik a tényleges 53569 fő helyett.

A kor szerinti halálozások becslése törtévre

Szükségünk van a január 1. és az eszmei időpont közötti halálozások életkor szerinti bontására. A kanadai modell abból indul ki, hogy a törtévi halálozások életkoronként azonos arányban viszonyulnak az éves halálozásokhoz. Tehát a 30 évesek körében történt halálozások törtévi / évi hányada megegyezik mondjuk a 66 évesek elhalálozásainak törtévi / évi

hányadával. Az idő tehát nem szelektál az életkorok (kohorszok) között.⁸ Tehát szükségünk van az éves halálozások nem-kor szerinti megoszlására.

Ehhez először előrebecsüljük az egész évre az összhálózást a (19) képlet alapján. Elvégezzük ennek nemek szerinti felbontását is a (20) szerint. Majd – *miután rendelkezésünkre áll az év eleji népesség becslése – mindkét nemre alkalmazzuk a hatványmódszert. Eredményül megkapjuk az év folyamán meghaltak kor szerinti becslését. A törtéves becslés ebből az éves kor szerinti halálozásoknak az a része, ahogy a törtévi összhálózás viszonyul az éves összhálózáshoz. Képletben:*

$$(21) \quad {}_{x,n}D_{s,t} = {}_{x,n}D_{s,s+1} \cdot \frac{\sum {}_{x,n}D_{s,t}}{\sum {}_{x,n}D_{s,s+1}},$$

ahol ${}_{x,n}D_{s,t}$ jelöli az x éves, n nemű elhalálozások számát s és t időpontok között, esetünkben s az év eleje, t pedig az eszmei időpont. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy az *életkor ebben a tanulmányban mindig egy adott időpontban betöltött évek számát jelenti, esetünkben a január 1-jén betöltött évek számát*. Tehát születési évjárat szerint rendezzük az adatokat.

Példa a kor szerinti halálozások évközi becslésére

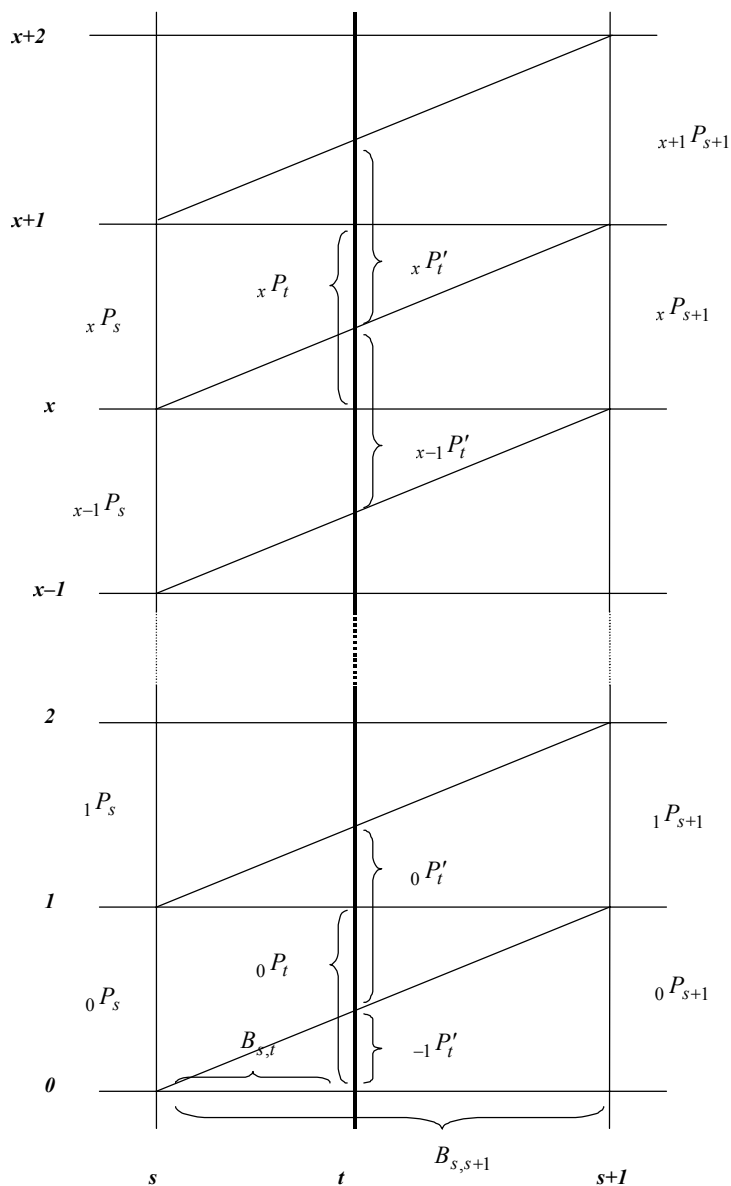
1998. május 15. 24 óra az eszmei időpontunk, megbecsültük a törtévi férfi halálozásokat, ez 28879 fő. A fent leírt módon becstük az éves halálozásokat is, ami 73007 fő. A 63 éves férfiak éves elhalálozására 1581 fő adódik. A 63 éves férfiak január 1. és május 15. közötti elhalálozását tehát $1581 \cdot 28879 / 73007 = 625$ főnek vehetjük.

A népesség továbbszámítása az eszmei időpontra az öregedés figyelembevételével

A zárt népesség egész évre történő továbbszámítása – ahogyan azt I. ábrán és az (1) képletekben bemutattuk – úgy történik, hogy az újszülöttekből, illetve az év eleji koréves népességből levonjuk az elhalálozásokat. Eredményül megkapjuk az újszülöttek és az év eleji népesség év végi létszámait. Ezt követően meg kell határozni még ennek a népességnek az *életkorát*, ami pontosan egy évvel nagyobb, mint a kiindulási népességé. Ezt hívjuk *koreltolásnak*.

Törtévre – ahogyan azt a kanadai modell ismertetésénél is taglaltuk – az eljárás hasonló. Az (s,t) törtévi folyamán a $B_{s,t}$ számú újszülöttről és az év eleji koréves ${}_xP_s$ népességből levonjuk az elhalálozásokat. Eredményül megkapjuk az újszülöttek és az s év eleji népesség t időpontbeli létszámait. Legyen ez a ${}_xP'_t$ „vesszős” népesség. Itt x az s év eleji életkort jelenti.

⁸ Ez egyedül az újszülöttek esetében kérdéses, hiszen az újszülött nemzedék az év folyamán fokozatosan jön létre. Itt azonban hivatkozhatunk arra, hogy csecsemőkorban a halálozások többsége a születés időpontjához közel esik, tehát a kanadai modell elve közelítőleg ebben az is érvényes.



V. Népességadatok elhelyezése Lexis-diagramban évközi továbbszámítás esetén
 Population figures in the Lexis diagram in case of population estimation within a year

Az egész folyamatot az V. ábrán tüntettük fel. Látható, hogy a ${}_x P'_t$ „vesszős” népesség részben x , részben $x+1$ éves a t időpontban. Ugyancsak a ${}_{x-1} P'_t$ „vesszős” népesség részben

$x-1$ és részben x éves. Keletkezik még egy „különleges népesség is, melyet $_{-1}P'_t$ -vel jelölünk, ők születtek az (s, t) intervallumban.

A t időpontbeli tényleges népesség életkori megoszlása viszont más. Az V. ábrán jól látható, hogy a $_xP_t$ népesség részben a $_xP'_t$ és részben a $_{x-1}P'_t$ népességből tevődik össze.

A kanadai modell egy meglehetősen bonyolult módszert ad a $_xP'_t$ „vesszős” népesség és a $_xP_t$ népesség közötti konverzióra. Az ott alkalmazott technika a $_xP_t$ becslésénél nem csak a $_xP'_t$ és a $_{x-1}P'_t$ népességeket veszi figyelembe, hanem több megelőző és követő életkort is.

Mi a magyarországi modell kidolgozásánál egyszerűbb megoldást választottunk. Feltételeztük a népességváltozás egyenletességét, és ennek alapján a konverziót a következő képletekkel végeztük.

$$(22) \quad \begin{aligned} {}_0P_t &= {}_{-1}P'_t + (1 - \alpha) {}_0P'_t, \\ {}_xP_t &= \alpha {}_{x-1}P'_t + (1 - \alpha) {}_xP'_t, \\ {}_{90+}P_t &= \alpha {}_{89}P'_t + {}_{90+}P'_t, \end{aligned}$$

ahol $\alpha = t - s$ a törtévet jelenti.

Példa törtéves népesség-továbbszámításra:

Eszmei időpont 1998. május 15. 24 óra, erre akarjuk megadni a kor-nem szerinti népességszámokat. Minden életkorra az 1998. január 1-jei népességszámból kivonjuk az 1998. január 1. – május 16. közötti időszakra becsült halálozásszámot. Az 1998. január 1. – május 16. között születettekből a -1 „korévhez” tartozó halálozásszámot vonjuk ki.

Az 1997. októberig ismert adatok alapján becslésünk szerint 1998. január 1. – május 16. között 18367 fiú született volna ((19)–(20) képlet). A férfiak 1998. évi elhalálozásának becslése 73007 fő, 1998. január 1. – május 16. közötti halálozások becslése 28879 fő. A -1 évesek éves halálozásának becslése 474 fő, tehát az eszmei időpontig $474 \cdot 28879 / 73007 = 187$ fő halt volna meg. Így a május 16-i időpontra:

$${}_{-1}P'_t = B_{s,t} - {}_{-1}D_{s,t} = 18367 - 187 = 18180.$$

Hasonlóan számolva

$${}_0P'_t = {}_0P_s - {}_0D_{s,t} = 51132 - 34 = 51098,$$

mert az előzőekben ismertetett módon az év eleji népesség becslése 51132, a törtévi halálozásoké pedig 34.

Az 54 éves férfiak esetében ${}_{54}P_s = 58127$, az 55 éveseknél ${}_{55}P_s = 57758$, az éves halálozásaik: ${}_{54}D_{s,s+1} = 1165$, ${}_{55}D_{s,s+1} = 1218$. A törtévi halálozások:

$${}_{54}D_{s,t} = 1165 \cdot \frac{28879}{73007} = 461 \text{ és } {}_{55}D_{s,t} = 1218 \cdot \frac{28879}{73007} = 482.$$

Így a megfelelő „vesszős” népességek:

$${}_{54}P'_t = {}_{54}P_s - {}_{54}D_{s,t} = 58127 - 461 = 57666$$

és

$${}_{55}P'_t = {}_{55}P_s - {}_{55}D_{s,t} = 57758 - 482 = 57276.$$

Következik a népességek közötti konverzió, vagyis az öregedés figyelembevétele. Az évhányad $\alpha = t - s = 0,37$.⁹ A 0 éveseknél:

$${}_0P_t = {}_{-1}P'_t + (1 - \alpha){}_0P'_t = 18180 + (1 - 0,37) \cdot 51098 = 50379.$$

Az 55 éveseknél:

$${}_{55}P_t = \alpha \cdot {}_{54}P'_t + (1 - \alpha){}_{55}P'_t = 0,37 \cdot 57666 + 0,63 \cdot 57276 = 57421.$$

Megjegyezzük, hogy a konkrét számolásnál az évhányad több tizedesjegyét kell figyelembe venni a pontos eredmény eléréséhez (legalább 0,369863-al kell számolni).

A becsléseket öt éves korcsoportok szerint összevonva az alábbi táblázat tartalmazza.

7. Népesség továbbszámítása törtévre, 1998. január 1. – május 16.
Population estimation for a fraction of year, 1 January – 16 May 1998

Korcsoport	Becsült népesség, 1998. jan. 1.	Becsült népesség, 1998. május 15. jan. 1-jei életkorral	Becsült népesség, 1998. május 15. tény- leges életkorral
-1		35340	
0-4	543810	543680	536324
5-9	610582	610534	608277
10-14	617194	617134	616597
15-19	727220	727081	712723
20-24	869305	869077	873253
25-29	717470	717192	719749
30-34	624666	624257	633375
35-39	642330	641491	634437
40-44	837992	836176	824906
45-49	751631	749246	757837
50-54	637758	634947	643270
55-59	577648	574033	579656
60-64	515765	511307	513337
65-69	495472	489271	492497
70-74	421108	413225	419325
75-79	291693	283721	302533
80-84	139774	133207	132355
85-89	88514	82376	89333
90+	25610	22859	26370
Összesen	10135542	10116154	10116154

Amennyiben a továbbszámítást december 31. 24 órai időpontra végezzük el, módszerünk a következő év január 1-jei kezdő népességet is megadja. Természetesen ez a becslés már távolabb eshet a tény adattól, hiszen úgy becsüljük az 1999. január 1-jei népességet, hogy a becslés készítésekor még csak az 1997. eleji népességet ismerjük, valamint 1997 szeptemberig tudjuk a fő népmozgalmi számokat. Ennek ellenére, mint a következő táblázat mutatja, az évközi népesség-továbbszámítás általunk alkalmazott módszere viszonylag kis hibával állítja elő a két évvel későbbi népességet is.

A mellékletben az 1998. év minden hónap 16. napjára bemutatjuk az évközi népesség-továbbszámítást. Hangsúlyozni kell, hogy ez az a – leggyakrabban előforduló – eset, amikor

⁹ A 7-es fölé tett ponttal jelezzük, hogy közelítő értékről van szó.

a múlt év eleji népességet ismerjük, a folyó év elejét becsüljük, a népmozgalom fő számai pedig a múlt év nagyobbik időszakáig – a számításokban októberig – ismertek.

8. A tényleges és az 1997. évi kiindulással 1999. január 1-jére becsült népesség eltérései korcsoportonként
Differences between official population and that projected from 1997 by age-groups,
1 January 1999

Korcsoport	1999 tény	1999 becslés	Eltérés (fő)	Eltérés (%)
0-4	524639	522408	2231	0,43
5-9	604349	604354	-5	0,00
10-14	615638	615600	38	0,01
15-19	688085	688085	0	0,00
20-24	880004	880031	-27	0,00
25-29	723749	723718	31	0,00
30-34	648390	648325	65	0,01
35-39	621325	621315	10	0,00
40-44	802835	803269	-434	-0,05
45-49	768733	768974	-241	-0,03
50-54	652675	653295	-620	-0,09
55-59	583793	583897	-104	-0,02
60-64	509721	510405	-684	-0,13
65-69	488713	489060	-347	-0,07
70-74	418112	418224	-112	-0,03
75-79	320931	321144	-213	-0,07
80-84	122595	122010	585	0,48
85-89	91025	90561	464	0,51
90+	26477	26865	-388	-1,47
Összesen	10091789	10091540	249	0,00

ÉVKÖZI NÉPESSÉG-TOVÁBBSZÁMÍTÁS ISMERT KEZDŐNÉPESSÉG ESETÉN

Eddig azzal az esettel foglalkoztunk, amikor az évközi továbbbszámítást olyan körülmények között kell végrehajtani, amikor még az év eleji nem-kor szerinti népesség nem ismert. Ekkor tipikusan *előrebecslést* végzünk. További három feladattípus is lehetséges.

1. Az év eleji népesség már ismert – ez általában az év közepétől lehetséges –, s ennek az évnek meghatározott napjára, mint eszmei időpontra végezzük az évközi népesség-továbbbszámítást.

Az ismerttetett módszer szerint dolgozhatunk, megbecsüljük a törtéves születést, a törtéves és éves elhalálózást, hatványmódszerrel elvégezzük a halálózások korszerinti felosztását, elvégezzük a továbbbszámítást, figyelembe vesszük az öregedést. *Például* akkor kerül sor erre az eljárásra, amikor az évközi adatfelvétel eszmei időpontjára az év közben végzünk „*hátrabecslést*”.

2. Az év eleji népesség ismert és már ismerjük egész évre vonatkozóan az élveszületések és a halálózások havi adatait, s ennek az évnek meghatározott napjára, mint eszmei időpontra végezzük az évközi népesség-továbbbszámítást.

Ekkor csak a nemek szerinti felbontást, a halálozásoknál az életkor szerinti összetételt becsüljük, s végezzük el a továbbbszámítást. *Például* egy évközi adatfelvétel eszmei időpontjára a következő év elején végzünk „hátrabecslést”.

3. Az év eleji és az év végi népesség is ismert, ismerjük egész évre vonatkozóan az élveszületések és a halálozások havi adatait, nemek és életkor szerinti megoszlását, s ennek az évnél meghatározott napjára, mint eszmei időpontra végezzük az évközi népesség-továbbbszámítást.

Ekkor csak a népmozgalom törtéves arányosítását és az év eleji népesség továbbgörgetését végezzük. Ez lehet egy olyan havi adatsor, amelyet *végleges évközi népességnek* lehet tekinteni, legalábbis a következő népszámlálásig.¹⁰

A VÁNDORLÁS FIGYELEMBEVÉTELE

Az előzőekben bemutatott évközi népesség-továbbbszámítási modell zárt népességre szólt, tehát a vándorlásokat (költözéseket) nem tartalmazta. Magyarországon az 1980-as évek vége, az 1990-es évek eleje óta semmiképpen nem beszélhetünk zárt népességről. Sőt, bizonyos értelemben Magyarország migrációs „frontországga” vált. Ugyanakkor megfelelő adatok – vándorlási statisztika – hiányában a nemzetközi vándorlás az 1990-es években még nem lehetett tárgya a népesség-továbbbszámításnak. 2001-től viszont évről-évre figyelembe vesszük a nemzetközi vándorlás népességre gyakorolt hatását.

A kanadai modell a nemzetközi vándorlást a népességváltozás komponenseként kezeli. A modell szerint – ami egyébként megegyezik a nemzetközi gyakorlatban alkalmazott továbbbszámítási, előreszámítási modellel is – a népesség továbbbszámítása az alábbi képlettel történik:

$$(23) \quad P_t = P_s + B_{s,t} - D_{s,t} + I_{s,t} - E_{s,t},$$

ahol az ismert jelölések mellett I a bevándorlókat (*immigrants*), E pedig a kivándorlókat (*emigrants*) jelenti.

I és E becslése hasonló lehet a születések és a halálozások becsléséhez. Ha a vándorlások havi számai az év bizonyos időszakára ismertek, akkor az év hátralévő időszakára egyszerűbb-bonyolultabb eljárásokkal becslés adható. Továbbá az elmúlt évek adatai alapján becslés adható a nemek szerinti megoszlásokra is.

Az életkori megoszlások becslésére kétféle eljárást használhatunk. Az egyik azon alapul, hogy a bevándorlók és a kivándorlók kormegoszlása jellegzetes (fiatal, speciális lefutású). Ebből kiindulva az életkori becslések az ismert adatok (valamely előző év) vándorlásainak kormegoszlásán alapulhatnak. Ez lehet a követendő módszer a *bevándorlásnál*.

A második lehetséges módszer abból indul ki, hogy nem a vándorlók abszolút számainak korszertinti megoszlása, hanem a korszertifikus vándorlási arányszámok lefutása jellegzetes. Ebben az esetben ismert (valamely előző évből származó) korszertifikus arányszámvektorokat használhatunk a vándorlók életkor szerinti számainak becsléséhez a népesség-nagyságok figyelembevételével. Ez tipikus szemlélet lehet a *kivándorlásnál*.

A magyarországi évközi népesség-továbbbszámítási modell nemzetközi vándorlással történő kiegészítését a fenti alapokon javasoljuk elvégezni.

¹⁰ Itt jegyezzük meg, hogy a statisztikai munka informatikai alapokra helyezésével, így a népmozgalmi események rekordszintű tárolásával ma már megoldható az évközi népesség pontos továbbvezetése. Természetesen ez mindig *visszamenőleges*, tehát a tanulmányban vizsgált alapeladatot – a népesség rövid távú *előrebcsclését* – nem helyettesítheti (A Szerk.).

ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányunkban a népességi adatok egyik fontos felhasználási területével foglalkoztunk. A különböző reprezentatív adatfelvételekhez kapcsolódóan egyre nagyobb szükség van évközi részletes népességi adatokra.

Az évközi népesség-továbbbszámításokat igen fontosnak tartják Kanada Statisztikai Hivatalában, ahol egész modellrendszerrel dolgoztak ki és működtetnek a munkaerő-felvételek – általában a reprezentatív lakossági adatfelvételek – népességi adatigényeinek kielégítésére. A magyar Központi Statisztikai Hivatal és Kanada Statisztikai Hivatala közötti együttműködés keretében született javaslat a modell magyarországi adaptálására.

Jelen munka a kanadai népesség-továbbbszámítási modell *első hazai kísérletének* minősül. A viszonylag bonyolult módszertan, a jelentős adatigény miatt szükségessé vált, hogy a modell adaptációját *több lépésben* valósítsuk meg. A tanulmány fő témája a modell elveinek bemutatása és hazai átültetési lehetőségeinek vizsgálata.

Az 1990-es évek adataival végzett tesztelés alapján a kanadai modell nem minden részletében bizonyult alkalmasnak a hazai viszonyokra. Különösen a halálozások előrebecslése, életkor szerinti felbontása problematikus. Az elemzés alapján *módosított kanadai modell* bevezetése javasolható.

További vizsgálatok szükségesek a területi továbbbszámítás és a speciális mintavételi népességek továbbbszámítása modelljeinek kidolgozásához. Ezekre a 2001. évi népszámlálás részletes adatainak ismeretében, az abból történő első részletes népesség-továbbvezetések ismeretében nyílik lehetőség.

SZAKIRODALOM

- (1) *Rosemary Bender*: Population Estimation Programme of Labour and Household Surveys Analysis Division: A Methodological Documentation c. kiadvány alapján készült az anyag (Statistics Canada, 1992, 111 p.)
- (2) Demográfia Évkönyv 2000. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest.
- (3) Demográfia (1996), szerk. Kovacsicsné Nagy Katalin. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 580 p.
- (4) *Pallós E.* (1966/4) Magyarország népességének területi előreszámítása. A KSH Népeség tudományi Kutató Csoport közleményei, 12. Budapest, 67 p.
- (5) *Valkovics E.* (2001) Demográfia 1. Osiris Kiadó, Budapest, 415 p.
- (6) *Hablicsek L.–Monigl I.–Vukovich G.* (1985): A magyarországi népességfejlődés néhány hosszú távú jellemzője 1880–2001 között. Demográfia, 1985/4. 403–457. p.
- (7) *Hablicsek L.* (1988): Demográfiai forgatókönyvek, 1997–2050. Demográfia, 1998/4. 472–495. o.
- (8) *Hablicsek, László – Joop de Beer – Wim van Hoorn* (2000): Future population and household trends: projections and scenarios. In: Gijs Beets – Károly Miltényi (eds): Population ageing in Hungary and the Netherlands. A European Perspective. Thela- Thesis Amsterdam 2000. 141–180 pp.
- (9) *Hunyadi, L. – Szakolczai, Gy.* (1970) A korszpecifikus születési és halálozási valószínűségek eloszlási görbéi és ezek időbeli eltolódása. Demográfia, 1970/3. 242–268. p.
- (10) *Shyrock, H. S. – Siegel, J. S.* (1973) The methods and materials of demography. U.S. Department of Commerce, Bureau of Census, Washington, I-II. 888 p.

- (11) *Valkovics, E.* (1985) Néhány gondolat a területi népesség-előreszámítások hipotéziseinek kialakításával kapcsolatban. A KSH Népeségtudományi Kutató Intézet Kutatási Jelentései, 25. 139-158., 278. p.
- (12) *Pollard, J. H.* (1973) Mathematical models for the human populations. Cambridge University Press.
- (13) *Brass, W.* (1978) Population Projection for Planning and Policy. Papers of the East-West Population Institute, 55, Honolulu, Hawai.
- (14) Népszámlálás 2001 1. Előzetes adatok (2001) Központi Statisztikai Hivatal, Budapest.
- (15) Recent demographic developments in Europe 2000, Council of Europe

Tárgyszavak:

Népesség-előrejelzés

Előrejelzési modell

POPULATION PROJECTION FOR REFERENCE DATES AN ADAPTATION OF CANADIAN POPULATION ESTIMATION MODEL

Summary

In the Hungarian Central Statistical Office population estimates designed to the Labour Force Survey are under development. The methodology is based on the publication "Population Estimation Programme of Labour and Household Surveys Analysis Division: A Methodological Documentation", written by Rosemary Bender, Statistics Canada, November 1992.

Monthly population estimates are calculated to correspond with the reference dates of the LFS. The well-known cohort component method is used for estimating population. The estimated number of births, deaths (and migration) by sex are extrapolated from monthly data. As the reference date is always about mid-month, the estimate for the reference month is multiplied by the fraction of the month included in the estimation period.

The estimation of age-specific death figures is based on a demographic model called power method. It uses life tables based on annual mortality rates specified by age and sex. Ageing of the population between 1st January and the reference date is taken into consideration.

Test of methods on national level for the 1990ies shows high accuracy.

Hatványmódszerrel becsült év eleji népesség, 1995–97
Estimated population using power method, 1995–97

Korcsoport	Becsült népesség, 1995. I. 1.	Eltérés a tényleges népességtől	Százalékos eltérés	Becsült népesség, 1996. I. 1.	Eltérés a tényleges népességtől	Százalékos eltérés	Becsült népesség, 1997. I. 1.	Eltérés a tényleges népességtől	Százalékos eltérés
0-4	599491	-987	-0,16	583352	2255	0,39	566678	-2166	-0,38
5-9	616056	13	0,00	613291	-28	0,00	613874	16	0,00
10-14	655342	12	0,00	637630	-23	0,00	623637	3	0,00
15-19	855521	-16	0,00	809399	-16	0,00	769007	61	0,01
20-24	763745	-20	0,00	809403	140	0,02	845321	19	0,00
25-29	675032	84	0,01	695486	-21	0,00	709404	69	0,01
30-34	614933	68	0,01	603937	24	0,00	604397	203	0,03
35-39	762588	46	0,01	713533	143	0,02	671910	304	0,05
40-44	827506	-43	-0,01	842769	144	0,02	848556	474	0,06
45-49	692326	-192	-0,03	721444	37	0,01	745754	445	0,06
50-54	641152	128	0,02	632669	42	0,01	630061	556	0,09
55-59	556828	-249	-0,04	561608	-59	-0,01	565609	500	0,09
60-64	549529	198	0,04	535262	14	0,00	524561	398	0,08
65-69	508291	260	0,05	504964	-73	-0,01	497428	282	0,06
70-74	432875	-393	-0,09	433149	29	0,01	429197	-67	-0,02
75-79	198316	-45	-0,02	224214	87	0,04	258560	-300	-0,12
80-84	194831	109	0,06	181151	-223	-0,12	160660	-281	-0,18
85-89	78904	243	0,31	83089	-460	-0,56	84883	-293	-0,35
90+	23086	109	0,47	23984	-46	-0,19	24971	-249	-1,01
Összesen	10246352	-675	-0,01	10210334	1966	0,02	10174468	-26	0,00

Megjegyzés: A népmozgalom a számítások feltételezése szerint az előző év szeptemberig ismert, október-decemberre becsült. Az előző év eleji népesség kor-nem szerint ismert. A halálozások kor-nem szerinti megoszlása hatványmódszerrel becsült.

Hatványmódszerrel becsült év eleji népesség, 1998–2000
Estimated population using power method, 1998–2000

Korcsoport	Becsült népesség, 1998. I. 1.	Eltérés a tényleges népességtől	Százalékos eltérés	Becsült népesség, 1999. I. 1.	Eltérés a tényleges népességtől	Százalékos eltérés	Becsült népesség, 2000. I. 1.	Eltérés a tényleges népességtől	Százalékos eltérés
0-4	543580	323	0,06	524630	9	0,00	503478	758	0,15
5-9	610582	4	0,00	604355	-6	0,00	597534	16	0,00
10-14	617194	42	0,01	615667	-29	0,00	615467	-10	0,00
15-19	727219	-5	0,00	688090	-5	0,00	654248	16	0,00
20-24	869305	-8	0,00	880011	-7	0,00	853004	-8	0,00
25-29	717469	2	0,00	723726	23	0,00	760794	43	0,01
30-34	624666	21	0,00	648416	-26	0,00	670985	136	0,02
35-39	642330	94	0,01	621437	-112	-0,02	607747	78	0,01
40-44	837992	-246	-0,03	802869	-34	0,00	745871	28	0,00
45-49	751631	-8	0,00	768908	-175	-0,02	800141	-149	-0,02
50-54	637757	-176	-0,03	653067	-392	-0,06	659075	217	0,03
55-59	577647	-23	0,00	583717	76	0,01	599664	-92	-0,02
60-64	515764	-311	-0,06	509806	-85	-0,02	506340	28	0,01
65-69	495471	-167	-0,03	488778	-65	-0,01	481267	80	0,02
70-74	421106	-60	-0,01	418125	-13	0,00	418675	-377	-0,09
75-79	291693	-29	-0,01	321001	-70	-0,02	322695	-361	-0,11
80-84	139772	406	0,29	122482	113	0,09	126915	-523	-0,41
85-89	88512	261	0,29	91012	13	0,01	93020	-466	-0,50
90+	25619	-71	-0,28	26793	-316	-1,19	27332	-442	-1,64
Összesen	10135309	49	0,00	10092890	-1101	-0,01	10044252	-1028	-0,01

Megjegyzés: A népmozgalom a számítások feltételezése szerint az előző év szeptemberig ismert, október-decemberre becsült. Az előző év eleji népesség kor-nem szerint ismert. A halálazások kor-nem szerinti megoszlása hatványmódszerrel becsült.

II. Melléklet

Évközi népesség becslése, 1998, mindkét nem együtt
Population estimates for reference dates within the year, 1998, both sexes

Korcsop- ort	jan. 1.	jan. 15.	febr. 15.	márc. 15.	ápr. 15.	máj. 15.	jún. 15.	júl. 15.	aug. 15.	szept. 15.	okt. 15.	nov. 15.	dec. 15.	dec. 31.
0-4	543578	543015	541300	539688	537957	536324	534631	533158	531591	529981	528129	525779	523577	522408
5-9	610582	610323	609794	609318	608789	608277	607747	607236	606707	606179	605668	605140	604629	604354
10-14	617192	617125	616989	616864	616729	616597	616462	616333	616198	616063	615935	615800	615672	615600
15-19	727219	725607	722275	719269	715942	712723	709400	706185	702864	699544	696330	693010	689800	688085
20-24	869302	869744	870647	871463	872372	873253	874164	875048	875965	876880	877767	878679	879561	880031
25-29	717468	717720	718236	718710	719236	719749	720279	720798	721334	721871	722391	722928	723444	723718
30-34	624662	625629	627623	629429	631433	633375	635389	637334	639355	641372	643325	645341	647290	648325
35-39	642327	641444	639612	637973	636171	634437	632653	630937	629171	627410	625705	623940	622232	621315
40-44	837985	836517	833475	830755	827773	824906	821961	819128	816218	813319	810514	807610	804782	803269
45-49	751620	752299	753686	754968	756415	757837	759320	760774	762295	763822	765292	766795	768223	768974
50-54	637744	638347	639567	640703	641998	643270	644602	645912	647289	648671	649998	651351	652629	653295
55-59	577633	577840	578241	578650	579148	579656	580203	580758	581362	581974	582553	583128	583643	583897
60-64	515751	515453	514817	514302	513794	513337	512901	512514	512149	511803	511451	511065	510650	510405
65-69	495462	495083	494291	493658	493043	492497	491978	491519	491104	490709	490306	489857	489357	489060
70-74	421106	420840	420298	419909	419584	419325	419118	418972	418887	418828	418738	418599	418382	418224
75-79	291705	292871	295276	297512	300056	302533	305113	307629	310262	312881	315342	317791	320022	321144
80-84	139800	138876	137040	135483	133859	132355	130858	129474	128109	126783	125485	124126	122764	122010
85-89	88544	88592	88720	88881	89108	89333	89575	89816	90087	90339	90523	90632	90622	90561
90+	25629	25705	25875	26033	26210	26370	26523	26661	26798	26914	26979	26992	26933	26865
Összesen	10135309	10133030	10127762	10123568	10119617	10116154	10112877	10110186	10107745	10105343	10102431	10098563	10094212	10091540

Megjegyzés: Az 1997. év eleji népesség és az 1997. január-szeptemberi népmozgalom alapján becsült népességek. Az év eleji és az év végi népességek eltérését a tényről lásd a tanulmány 7. és 9. táblázatában. Az időpont január 1-jén 0 óra, a többi dátumnál 24 óra. A létszámok az öregedés figyelembevételével készültek.

Évközi népesség változása, 1998, mindkét nem együtt
Changes in estimated population between reference dates within the year, 1998, both sexes

Korcsoport	jan. 1.	jan. 15.	febr. 15.	márc. 15.	ápr. 15.	máj. 15.	jún. 15.	júl. 15.	aug. 15.	szept. 15.	okt. 15.	nov. 15.	dec. 15.	dec. 31.
0-4	543578	-563	-1715	-1612	-1731	-1633	-1693	-1473	-1567	-1610	-1852	-2350	-2202	-1169
5-9	610582	-259	-529	-476	-529	-512	-530	-511	-529	-528	-511	-528	-511	-275
10-14	617192	-67	-136	-125	-135	-132	-135	-129	-135	-135	-128	-135	-128	-72
15-19	727219	-1612	-3332	-3006	-3327	-3219	-3323	-3215	-3321	-3320	-3214	-3320	-3210	-1715
20-24	869302	442	903	816	909	881	911	884	917	915	887	912	882	470
25-29	717468	252	516	474	526	513	530	519	536	537	520	537	516	274
30-34	624662	967	1994	1806	2004	1942	2014	1945	2021	2017	1953	2016	1949	1035
35-39	642327	-883	-1832	-1639	-1802	-1734	-1784	-1716	-1766	-1761	-1705	-1765	-1708	-917
40-44	837985	-1468	-3042	-2720	-2982	-2867	-2945	-2833	-2910	-2899	-2805	-2904	-2828	-1513
45-49	751620	679	1387	1282	1447	1422	1483	1454	1521	1527	1470	1503	1428	751
50-54	637744	603	1220	1136	1295	1272	1332	1310	1377	1382	1327	1353	1278	666
55-59	577633	207	401	409	498	508	547	555	604	612	579	575	515	254
60-64	515751	-298	-636	-515	-508	-457	-436	-387	-365	-346	-352	-386	-415	-245
65-69	495462	-379	-792	-633	-615	-546	-519	-459	-415	-395	-403	-449	-500	-297
70-74	421106	-266	-542	-389	-325	-259	-207	-146	-85	-59	-90	-139	-217	-158
75-79	291705	1166	2405	2236	2544	2477	2580	2516	2633	2619	2461	2449	2231	1122
80-84	139800	-924	-1836	-1557	-1624	-1504	-1497	-1384	-1365	-1326	-1298	-1359	-1362	-754
85-89	88544	48	128	161	227	225	242	241	271	252	184	109	-10	-61
90+	25629	76	170	158	177	160	153	138	137	116	65	13	-59	-68
Összesen	10135309	-2279	-5268	-4194	-3951	-3463	-3277	-2691	-2441	-2402	-2912	-3868	-4351	-2672

Megjegyzés: Az 1997. év eleji népesség és az 1997. január-szeptemberi népmozgalom alapján becsült népességek havi növekményei. Az év eleji és az év végi népességek eltérését a tényről lásd a tanulmány 7. és 9. táblázatában. Az időpont január 1-jén 0 óra, a többi dátumnál 24 óra. A létszámok az öregedés figyelembevételével készültek.