

KOŠICE 2040 – APLIKÁCIA TROCH RÔZNYCH PRÍSTUPOV K MODELOVANIU BUDÚCEHO VÝVOJA POPULÁCIE

Bc. Dominika Miškaňová

Školiteľ: RNDr. Janetta Nestorová-Dická, PhD.

Ústav geografie, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Jesenná 5, 080 01 Košice

Abstract:

There are numbers of population forecasts, however their relevant application, whether on small or big populations, is often demanding and brings with itself various pitfalls. The aim of this work is to evaluate various possible approaches to formation of scenario for further development of the Košice population, by using three different approaches to population forecast formation. Population forecasts are based on the data of the Statistical office of the Slovak republic concerning population, fertility, mortality, and migration data categorized by age and gender for the years 2010 to 2022. They were created by cohort-component method for the four urban districts of Košice and for the district of Košice - okolie till the year 2040. There were used three approaches to forecast creation. The first approach was based on the absolute values of fertility, mortality, and migration in application of machine learning method. The second approach used weighted value of fertility, mortality, and migration forecast, also done by application of machine learning method. The last approach is based on the annual average values of the period between 2017 and 2022. According to all three approaches the results indicate population growth of Košice - okolie district, while the results for urban Košice districts are ambiguous based on comparison of various approaches.

Keywords: *population forecast, cohort-component method, modeling, machine learning, weighted values, district*

Úvod

Tvorby populačných prognóz majú význam v plánovaní v oblasti školstva, zdravotníctve, ekonomike, životnom prostredí a mnohých ďalších oblastiach. Prístupov k modelovaniu prognóz existuje mnoho, ich relevantná aplikácia však býva často náročná, najmä pri prognózach menších populácií sa zvyšuje riziko výskytu nepresností. Cieľom príspevku je preto zhodnotiť možné prístupy k tvorbe scenárov ďalšieho vývoja obyvateľstva mesta Košice využitím troch rôznych prístupov k určeniu prognózy. Prognózy vychádzajú z údajov Štatistického úradu Slovenskej republiky (ŠÚ SR) o počte obyvateľov, plodnosti, úmrtnosti a migrácii rozdelených podľa veku a pohlavia za roky 2010 až 2022. Sú vytvorené kohortno-komponentnou metódou pre štyri mestské okresy Košíc a pre okres Košice – okolie do roku 2040. Aplikované pritom sú tri rôzne prístupy k tvorbe prognóz. Prvý prístup vychádza z absolútnych hodnôt prognózy plodnosti, úmrtnosti a migrácie v aplikácii metódy strojového učenia. Druhý prístup využíva vážené miery prognózy plodnosti, úmrtnosti a migrácie, taktiež s pomocou metódy strojového učenia. Posledný prístup vychádza z ročných priemerov obdobia 2017 až 2022. Výsledky sú spracované jednotlivo podľa zvolených komponentov. V najbližších rokoch mestské okresy Košíc zaznamenajú mierny pokles pôrodnosti, zatiaľ čo úroveň úmrtnosti aj migrácie bude podobná ako v súčasnosti. V porovnaní s tým bude

pôrodnosť okresu Košice – okolie dosahovať vyššie hodnoty, na druhej strane úmrtnosť tu bude najnižšia. Zároveň sa do roku 2040 zníži celkový počet obyvateľov mestských okresov a naopak, veľkosť populácie okresu Košice - okolie sa zväčší.

Teoretické východiská

Dostupnosť spoľahlivých zdrojov dát o populácii sa v posledných desaťročiach výrazne zlepšila, a to najmä vďaka pravidelnému sčítavaniu obyvateľstva. Napriek tomu však stále dochádza k tomu, že dáta o populácii sú nedostatočné a potrebné informácie nie sú k dispozícii. V demografii sa v takýchto prípadoch využívajú *populačné odhady*, *populačné projekcie* a *populačné prognózy*. Rozdiely medzi týmito tromi pojmami sú nejednoznačné, viacerí autori poukazujú na rozdiely ich chápania (George et al. 2004, Bleha 2006, Smith et al. 2013, Vanella et al. 2020). Najčastejšie sa pod pojmom *populačný odhad* rozumie určenie dát nepriamymi metódami. Ide o dáta získané štatistickými metódami, inak ako priamym zberom dát zo sčítaní, prípadne iných evidencií. Odhady môžu byť vytvárané smerom do minulosti, súčasnosti aj do budúcnosti (Bryan 2004). Na odhady budúceho stavu populácie sa využívajú *populačné projekcie*, ktoré sú výsledkom určitých predpokladov o tom, ako sa populácia bude vyvíjať. Projekcia určuje to, aká je budúcnosť populácie za podmienky, že dané predpoklady budú splnené. Nezáleží pri nich však na tom, aká je pravdepodobnosť toho, že sa daná projekcia naozaj splní. Neurčuje sa preto pri nich to, či boli správne alebo nesprávne. Chyby projekcií môžu nastať jedine pri matematických výpočtoch. *Populačná prognóza* je špeciálnym typom projekcie. Ide o ten z možných scenárov projekcie, pri ktorom je najpravdepodobnejšie, že k nemu v budúcnosti dôjde. Môžeme pri nich určiť aj to, či boli správne alebo nesprávne (George et al. 2004, Bleha 2006).

Prah projekcie je dátum najnovších dát použitých pre projekciu. *Horizont projekcie* je najvzdialenejší dátum, pre ktorý je projekcia tvorená (Smith et al. 2013). Podľa dĺžky sledovaného obdobia rozlišujeme *krátkodobé projekcie* pri dĺžke do 10 rokov, *strednodobé projekcie* pre obdobie 10 až 25 rokov a *dlhodobé projekcie* s dĺžkou viac ako 25 rokov (Bleha 2006). Platí pritom, že čím je prognózované obdobie kratšie, tým je prognóza presnejšia (Haub 1987).

Keďže budúcnosť je vždy neistá, prognózy nie je možné vytvoriť s úplnou presnosťou. Preto sa v súvislosti s nimi zvyknú využívať aj *scenáre* (resp. *varianty*) alebo *pravdepodobnostné prístupy*. Scenáre sú rôzne verzie predikcií vytvárané na základe rôznych predpokladov napr. vývoja plodnosti alebo úmrtnosti. Pri pravdepodobnostnom prístupe nie sú výsledkami prognózy konkrétne hodnoty, ale pravdepodobnostné intervaly (Keyfitz 1981, Smith et al. 2013, Keilman 2020).

Prognózy a projekcie môžu byť tvorené pre rôzne veľké územia, pričom pre väčšie populácie sú presnejšie než pre menšie (Haub, 1987). Na celosvetovej úrovni tvorí projekcie od roku 1950 Organizácia Spojených národov. Neskôr takéto projekcie začali vytvárať aj ďalšie organizácie, a to United States Census Bureau, World Bank a International Institute for Applied Systems Analysis. Všetky z nich vytvárajú prognózy s horizontom približne 50 až 150 rokov (O'Neill et al. 2001). Pre štáty Európskej únie projekcie tvorí každých 3 až 5 rokov Štatistický úrad Európskej únie.

Na úrovni jednotlivých štátov a regiónov v rámci štátov projekcie vytvárajú najmä štátne úrady a inštitúcie, výskumné ústavy aj súkromné podniky. Existujú však medzi nimi obrovské rozdiely, a to vo využívaných metódach, v regionalizácii územia, vo využívaných dátach, pri voľbe horizontov aj pri konkrétnych výsledkoch (George et al. 2004). Pri porovnávaní prognóz rôznych regiónov či štátov je preto dôležité zohľadňovať aj to, že medzi nimi môžu byť výrazné rozdiely – napr. malé štáty môžu byť menšie než regióny iných štátov (Bleha 2006).

Prvým krokom pri tvorbe prognózy je zvolenie vhodnej metódy. Existuje veľké množstvo rôznych metód, pri ich výbere sa zohľadňujú ich výhody a nedostatky, to, za akým účelom bude prognóza vytvorená aj aké dáta sú k dispozícii. Výskum a tvorba metód však bola prevažne

zameraná na tvorby prognóz na národných alebo vyšších úrovniach, prognózam menších regiónov bolo venovanej menej pozornosti (Booth 2006). Metódy vytvorené pre veľké územia sú pritom pre menšie regióny často nepostačujúce. Problémy môžu vyplývať z toho, že pre menšie regióny nie sú dostupné rovnako podrobné dáta ako pre národnú úroveň, ale aj z toho, že hranice regiónov sa počas sledovaného obdobia mohli meniť. Dôsledkom toho sa pri regionálnych prognózach (s veľkosťou regiónu približne do 100 000 obyvateľov) výrazne zvyšuje výskyt chýb (Wilson et al. 2022). Prirodzené a migračné prírastky alebo úbytky tiež spôsobujú väčšiu variabilitu rastu obyvateľstva pri menších regiónoch (George et al. 2004).

Medzi najjednoduchšie metódy patrí *extrapolačná metóda*. Vychádza z historických údajov a na základe rôznych matematických modelov (napr. lineárny, exponenciálny, kvadratický) vytvára projekcie celkového počtu obyvateľov. Jej výhodou sú minimálne požiadavky na vstupné dáta a jednoduchosť výpočtov oproti iným metódam (George et al. 2004). Na druhej strane sa extrapolačný prístup často považuje za príliš zjednodušujúci a nepresný. Nevýhodou je aj nezohľadňovanie pohlavnej, vekovej či inej štruktúry populácie. Extrapolačné metódy sú preto vhodné len v obmedzených prípadoch, najmä pri projekciách veľkých populácií s kratším časovým horizontom, kde dosahujú aspoň takú presnosť, ako komplikovanejšie metódy (Bezák, Holická 1995, Wilson et al. 2022). Komplexnejšou extrapolačnou metódou je napríklad model ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). Považuje sa za presnejší model s menšími chybami, výpočty sú pri ňom ale náročnejšie (Smith et al. 2013).

Najčastejšie využívanou je *kohortno-komponentná metóda*. Je založená na rozdelení populácie podľa veku a pohlavia a následnom posúvaní vekových skupín (kohort) do vyšších vekových kategórií vplyvom plodnosti, úmrtnosti a migrácie. Ide o relatívne jednoduchú metódu poskytujúcu detailné informácie o dynamike obyvateľstva a použiteľnú pre rôzne veľké populácie. Využívajú sa pri nej zvyčajne jednorôčné alebo päťročné vekové kategórie rozdelené podľa pohlavia, ale v niektorých prípadoch aj podľa etnickej príslušnosti, rasy a ďalších znakov. So zvýšeným množstvom vstupných kritérií však dochádza aj k zvyšovaniu rizika výskytu chýb alebo nepresností (George et al. 2004). Problémom metódy je vyššia náročnosť na dostupnosť dát, keďže pre menšie územia sú podrobnejšie údaje, napr. o migrácii, často nedostupné (Smith et al. 2013).

Alternatívou k zaužívaným štatistickým metódam výpočtov prognóz je *strojové učenie*. Ide o jednu z novších metód, ktorá sa začala využívať vďaka rozvoju umelej inteligencie. Strojové učenie sa začalo rozvíjať najmä za účelom spresnenia prognóz. Výpočty prostredníctvom strojového učenia sú náročnejšie než štatistické metódy. Keďže ide o novšiu metódu, ktorej bolo najmä pri malých regiónoch venovanej menej pozornosti, zatiaľ nie je jednoznačne overené, či strojové učenie naozaj poskytuje prognózy, ktoré sú presnejšie než sú prognózy štatistických metód (Makridakis et al. 2018, Riiman et al. 2019, Grossman et al. 2023).

Podľa populačných projekcií Štatistického úradu Európskej únie z roku 2019 sa do roku 2050 v hlavných mestách štátov Európskej únie (EÚ) očakáva nárast počtu obyvateľov. Vo veľkých mestách okrem hlavných miest sa predpokladá nárast populácie do roku 2040, potom bude nasledovať mierny úbytok počtu obyvateľov. Medzi jednotlivými štátmi však budú výrazné rozdiely. Počty obyvateľov regiónov hlavných miest Malty, Írska, Švédska aj Luxemburska sa do roka 2050 zvýšia o viac než 20 %. Naopak, pokles v regiónoch hlavných miest sa očakáva len v Grécku, Rumunsku, Bulharsku, Chorvátsku a Litve (EUROSTAT 2022a). Navyše na úrovni regiónov NUTS 2 sa vo všetkých regiónoch Bulharska, Estónska, Litvy, Lotyšska aj Rumunska očakáva pokles počtu obyvateľov. Podobný vývoj bude aj v Poľsku, Slovinsku a na Slovensku, kde každý NUTS 2 región s výnimkou hlavných miest takisto zaznamená pokles. Vo všeobecnosti sa štáty EÚ v súčasnosti vyznačujú výrazným starnutím populácie s nízkou plodnosťou, dlhodobým predlžovaním dĺžky života a narastajúcim podielom najstaršej zložky obyvateľstva (EUROSTAT 2022b).

Na Slovensku oficiálne prognózy vývoja obyvateľstva spracováva ŠÚ SR každých 10 rokov na úrovni okresov v nadväznosti na sčítania obyvateľov, pričom sa podľa potreby spracovávajú aj revízie prognóz. Najnovšia prognóza vznikla v roku 2012, jej posledná revízia je z roku 2019. Využíva sa kohorno-komponentná metóda a výsledky tvoria tri základné scenáre budúceho vývoja – stredný, ktorý predstavuje najpravdepodobnejší variant a dva hraničné scenáre, predstavujúce hraničné hodnoty (Bleha, Šprocha, Vaňo 2013).

Pre najaktuálnejšiu prognózu z roku 2019 je východiskovým bodom rok 2018 a prognostický horizont má do roku 2040. Výsledkom je štruktúra obyvateľstva podľa pohlavia a jednotliviek veku na úrovni krajov a okresov Slovenska. Prognóza na úrovni okresov bola založená na rozdelení okresov podľa reprodukčných a migračných typov, t. j. podľa skupín, do ktorých boli okresy zlúčené na základe podobného vývoja a iných spoločných špecifik.

Podľa výsledkov tejto prognózy sú všetky okresy Slovenska zasiahnuté procesom odkladania plodnosti a poklesom intenzity rodenia detí, na základe dobiehania odložených pôrodov sú ale okresy diferencované. Proces odkladania rodenia detí pokročil najvýraznejšie v okresoch Bratislavy, Košíc a ďalších veľkých miest. Do roku 2040 sa očakáva diferencovaný rast intenzity rodenia detí. Podobne pri úmrtnosti sa predpokladá diferencované predlžovanie života. Z hľadiska vnútornej migrácie prevládajú sťahovania na kratšie vzdialenosti v rámci okresov a sťahovania do obcí na úkor menších miest. Očakáva sa nárast počtu okresov s celkovým úbytkom obyvateľstva (Šprocha, Vaňo, Bleha 2019).

V Košiciach a ich zázemí má na zmeny štruktúry obyvateľstva významný vplyv migrácia. Už v období od roku 1991 do roku 2001 dochádzalo k poklesu intenzity zaľudnenia v centrálnych častiach mesta, a naopak k zvyšovaniu hustoty zaľudnenia dochádzalo v okrajových častiach mesta (Nestorová Dická 2013). Od polovice 90. rokov 20. storočia mali Košice migračné straty obyvateľov, zatiaľ čo obce v ich blízkom okolí mali vysoké migračné prírastky. Preukázalo sa to aj na pomalšom starnutí obyvateľstva v okolí Košíc oproti samotnému mestu (Novotný 2014). V 90. rokoch sa procesy starnutia populácie Košíc zintenzívnili a výrazne sa zvyšoval podiel obyvateľstva v poproduktívnom a produktívnom veku na úkor počtu obyvateľov v predproduktívnom veku. Výnimkou boli niektoré okrajové časti mesta a oblasti s vysokým zastúpením rómskeho obyvateľstva (Nestorová Dická 2013). Do roku 2018 už napríklad okres Košice IV patril medzi okresy s najvyšším zastúpením obyvateľov v poproduktívnom veku, zatiaľ čo Košice – okolie patrili medzi okresy s najväčšou prevahou detskej zložky nad seniorskou (Šprocha, Ďurček 2019).

Na území okresov Košíc je aj početná rómska komunita, ktorá sa vyznačuje odlišnou demografickou štruktúrou oproti zvyšku populácie. Na Slovensku sa počet tejto komunity medzi rokmi 1980 a 2018 zdvojnásobil a očakáva sa aj jej ďalší rast. Pôrodnosť rómskej populácie je vyššia, s čím súvisí aj jej mladšia veková štruktúra s vysokým zastúpením predproduktívnej a nízkym zastúpením poproduktívnej zložky. V dôsledku odlišnosti vývoja rómskej populácie je dôležité zohľadňovať tieto rozdiely aj pri tvorbe prognóz (Nestorová Dická 2021).

V okrese Košice – okolie sa do roku 2040 očakáva nárast počtu obyvateľov na 159 479, čím sa stane 2. najväčším okresom Slovenska. Zároveň bude mať prirodzený prírastok na úrovni 23,7. Vo všetkých mestských okresoch Košíc sa očakáva úbytok celkového počtu obyvateľov. V roku 2040 majú mať Košice I celkový počet obyvateľov 62 080, Košice II 76 887, Košice III 26 108 a Košice IV 58 350. Košice III budú mať spomedzi košických okresov najväčší prirodzený úbytok, a to -7,8, zvyšné 3 okresy Košíc takisto zaznamenajú prirodzené úbytky. Viac ako 30 % obyvateľov okresu Košice I budú tvoriť seniori, spomedzi okresov Košíc to bude najvyšší podiel. Košice – okolie budú jedným z len 8 okresov, ktoré ostanú pod hranicou 20 %. V okresoch Košice I, II a III sa očakáva výrazné zvýšenie priemerného veku, pre každý z nich o viac ako 16 %. Pre Košice IV sa priemerný vek zvýši o 13 % a pre Košice – okolie o 10 %. V mestských okresoch bude pritom priemerný vek 47,5 až 50 rokov, v okrese Košice – okolie 41 rokov. Pre okresy Košíc sa očakáva postupné znižovanie migračných strát, ktoré sa postupne

približne od roku 2025 zmenia na migračné zisky. Košice – okolie majú dlhodobu pozitívne migračné saldo, hodnoty sa ale majú postupne mierne znížiť (Šprocha, Vaňo, Bleha 2019).

Metodológia

Výpočty prognóz vychádzajú z údajov ŠÚ SR za roky 2010 – 2022 pre okresy Košice I, Košice II, Košice III, Košice IV a Košice – okolie. Prognóza je strednodobá, s prahom v roku 2022 a horizontom do roku 2040. Využívanými komponentmi sú imigrácia, emigrácia, plodnosť a úmrtnosť. Údaje sú rozdelené podľa pohlavia a podľa jednoročných vekových kategórií. V konštrukcii výpočtov je vynechaný rok 2021 s údajmi o úmrtnosti. Úmrtnosť bola v tomto roku výrazne zvýšená v dôsledku pandémie ochorenia COVID-19, preto by tieto údaje výsledky prognózy skresľovali.

Pre tvorbu populačných prognóz bola použitá kohortno-komponentná metóda. Prognózy sú zostavené na základe troch prístupov pre odhad vývoja jednotlivých komponentov. Prvý prístup (model 1) vychádza z absolútnych dát vývoja komponentov a pre odhad vývoja sa využíva strojové učenie. Ďalší prístup (model 2) vychádza z vážených mier pre odhad vývoja pomocou metódy strojového učenia. Tretí prístup (model 3) pre odhad vývoja komponentov vychádza z ročného priemeru za obdobie 2017 – 2022 s predpokladom, že sa situácia v prognózovanom období nebude meniť, ale ostáva konštantná. Pri strojovom učení je využitá funkcia FORECAST.ETS v programe Microsoft Excel, ktorá na základe historických hodnôt predpovedá budúce hodnoty. Funkcia využíva algoritmus exponenciálneho vyrovnávania (ETS) a predpovedá hodnoty, ktoré sú pokračovaním historických hodnôt. V závere bol vytvorený štvrtý prístup (model 4), ktorý vznikol z predchádzajúcich troch modelov, kde jednotlivé komponenty boli vybrané na základe najmenšej chyby pri porovnaní s reálnymi hodnotami za rok 2023 (tab. 1). Chyba je pri plodnosti a úmrtnosti najnižšia pri modeli 3, pri migrácii je najnižšia pri modeli 2. V modeli 4 je preto celkový počet obyvateľov určený kombináciou modelov s najnižšími priemernými chybami, teda plodnosť a úmrtnosť je pri ňom určená podľa modelu 3 a migrácia podľa modelu 2.

Tab. 1: Priemerná absolútna chyba prognózy za rok 2023

	model 1	model 2	model 3	model 4
plodnosť	0,1009	0,0623	0,0396	-
úmrtnosť	0,0977	0,2953	0,0524	-
migračné saldo	1,4494	0,3996	4,3228	-
počet obyvateľov	0,0025	0,0028	0,0025	0,0011

Na vyhodnotenie plodnosti, úmrtnosti a migrácie a vzájomné porovnanie štyroch zvolených modelov tvorby prognózy sú využité hrubé miery pôrodnosti, plodnosti a migračného salda. Vypočítané sú ako podiely narodených, zomrelých a migračného salda na celkovom počte obyvateľov v danom roku vyjadrené v promile.

Výsledky

Podľa všetkých troch modelov sa pre mestské okresy Košíc počty živonarodených do roku 2040 znížia (tab. 2). Najväčší pokles v celkových hodnotách pritom zaznamenajú Košice IV podľa modelu 1 a Košice I podľa modelov 2 a 3. Košice – okolie sú jediným zo sledovaných okresov, ktorý zaznamená nárast počtov živonarodených, pričom najvýraznejší bude podľa modelu 2.

Podľa modelu 1 sa hrubá miera pôrodnosti zvýši len v okrese Košice II, a to z 10,2 % v roku 2022 na 10,9 % v roku 2040 (obr. 1). Počas tohto obdobia bude miera kolísať a maximum dosiahne v roku 2035 pri hodnote 10,9 %. Pri ostatných okresoch sa očakáva pokles hrubej

miery pôrodnosti, z toho najvýraznejší v okrese Košice III (o 6,6 promilových bodov) a najmenší v okrese Košice I (o 0,9 promilového bodu). Celkovo najvyššiu hodnotu si zachovávajú okresy Košice – okolie a Košice II, zatiaľ čo Košice III budú dosahovať najnižšie hodnoty.

Tab. 2: Prognóza počtu živonarodených v okresoch Košíc do roku 2040

		POČET ŽIVONARODENÝCH						
		Košice I	Košice II	Košice III	Košice IV	Košice - okolie	Spolu	
REALNY VVVOJ	2010	709	958	367	635	1 580	4 249	
	2015	547	844	273	542	1 558	3 764	
	2020	630	892	254	497	1 603	3 876	
PROGNOZA	model 1	2025	520	830	210	440	1 650	3 650
		2030	520	800	170	400	1 670	3 560
		2035	480	820	110	350	1 670	3 430
		2040	450	790	70	280	1 690	3 280
	model 2	2025	500	760	230	420	1 660	3 570
		2030	470	710	250	370	1 740	3 540
		2035	440	750	290	340	1 890	3 710
		2040	420	810	370	320	2 110	4 030
	model 3	2025	490	730	210	400	1 590	3 420
		2030	410	650	190	370	1 600	3 220
		2035	370	620	190	370	1 690	3 240
		2040	350	620	190	380	1 790	3 330

Model 2 opäť naznačuje pokles hrubej miery pôrodnosti do roku 2040 vo väčšine okresov (obr. 2). Na rozdiel od modelu 1 sú Košice III jediným okresom s očakávaným nárastom tejto miery, a to o 3,0 promilových bodov. Ostatné okresy očakávajú pokles o 0,2 (Košice II) až 2,3 promilových bodov (Košice IV). Najvyššiu hodnotu na konci obdobia bude mať tentokrát okres Košice III (12,2 ‰), pričom ide o najvyššiu hodnotu za rok 2040 spomedzi všetkých troch modelov. Najnižšiu hodnotu dosiahnu Košice IV (5,6 ‰).

Hrubá miera pôrodnosti podľa modelu 3 klesne pre všetky okresy (obr. 3). Najvýraznejšiu stratu budú mať Košice I (o 2,1 promilových bodov). Košice – okolie budú mať najvyššiu mieru (12,0 ‰), najnižšia bude v Košiciach I (6,5 ‰).

Košice I podľa všetkých troch modelov očakáva pokles hrubej miery pôrodnosti (obr. 4). Zatiaľ čo jej hodnota v roku 2022 mala hodnotu 8,6 ‰, v roku 2040 bude mať podľa modelu 1 hodnotu 7,7 ‰, podľa modelu 2 hodnotu 6,9 ‰ a podľa modelu 3 hodnotu 6,5 ‰. Podľa modelu 1 sa počas prognózovaného obdobia očakáva mierne kolísanie jej hodnôt. Model 2 očakáva podobný vývoj, avšak s mierne nižšími hodnotami. Vývoj podľa modelu 3 bude najstabilnejší, miera bude podľa neho každoročne klesať, a to až do roku 2036 na 6,4 ‰, následne do roku 2040 zaznamená mierny nárast na 6,5 ‰.

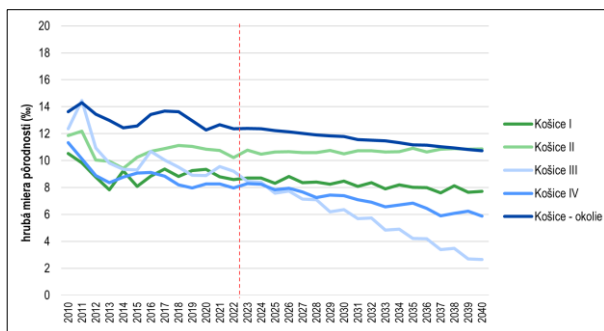
V okrese Košice II sa podľa modelu 1 očakáva celkový nárast miery oproti roku 2022, a to z 10,23 ‰ na 10,87 ‰ (obr. 5). Model 2 očakáva celkový pokles, avšak najnižšiu hodnotu 9,0 ‰ dosiahne v roku 2032 a do roku 2040 sa opäť zvýši na 10,0 ‰. Model 3 očakáva každoročný pokles do roku 2033, kedy dosiahne minimum 8,4 ‰. Od roku 2034 potom nastane každoročný nárast až do konca sledovaného obdobia, kedy dosiahne 8,9 ‰.

K najväčšej nezhode na vývoji miery medzi tromi využitými modelmi dochádza pri okrese Košice III (obr. 6). Podľa modelu 1 jednoznačne dôjde do roku 2040 k jej poklesu o 6,6 promilových bodov na hodnotu len 2,7 ‰. Model 2 predpokladá opačný vývoj, a to nárast jej hodnoty na 12,2 ‰. Model 3 naznačuje klesanie miery do roku 2031 na hodnotu 7,4 ‰ a jej opätovný nárast na 8,5 ‰ v roku 2040.

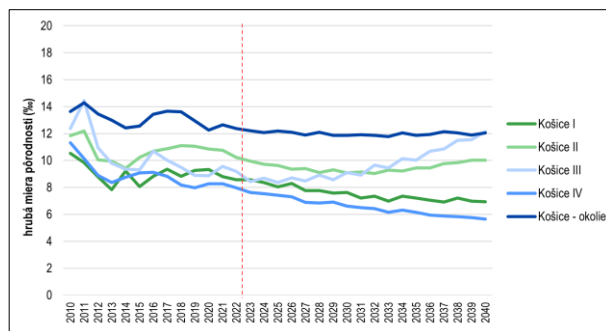
V Košiciach IV miera opäť podľa všetkých troch prístupov z hodnoty 8 ‰ v roku 2022 poklesne (obr. 7). Najmiernejší bude pokles podľa modelu 3 (na 7,5 ‰), najvýraznejší podľa modelu 2 (5,6 ‰). Pri modeloch 2 a 3 budú hodnoty medziročne kolísť s dosiahnutím minima

práve na konci sledovaného obdobia. Model 1 očakáva minimum už v roku 2030 (6,9 %), miera sa potom začne opäť zvyšovať.

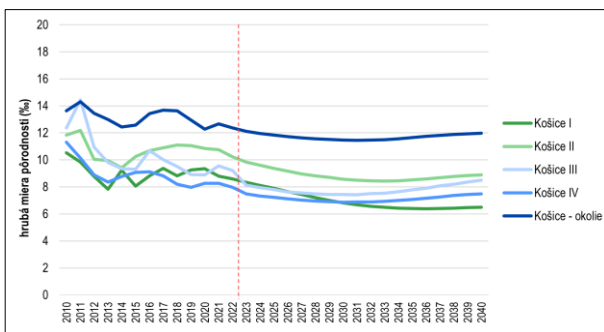
Celkovo najvyššie hodnoty dosahuje okres Košice – okolie, kde zároveň prognózy naznačujú najstabilnejší vývoj (obr. 8). Na základe modelu 1 sa hodnota mierne zvýši len za rok 2023, po zvyšok obdobia sa už bude súvislo znižovať a napokon v roku 2040 dosiahne najnižšiu hodnotu 10,7 %. Miera podľa modelu 2 celkovo poklesne len o 0,3 promilového bodu na hodnotu 12,1 % a podľa modelu 3 o 0,4 promilového bodu na hodnotu 12 %.



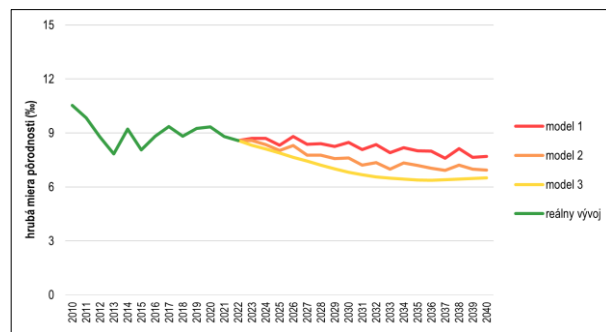
Obr. 1: Prognóza hrubej miery pôrodnosti okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 1



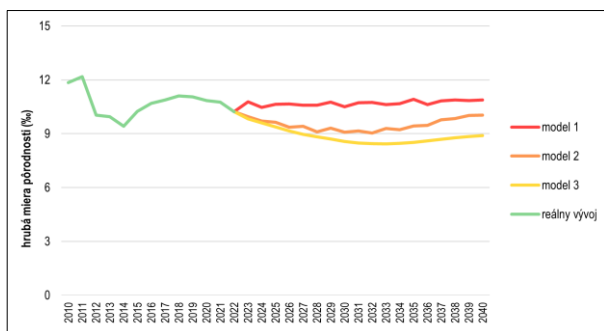
Obr. 2: Prognóza hrubej miery pôrodnosti okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 2



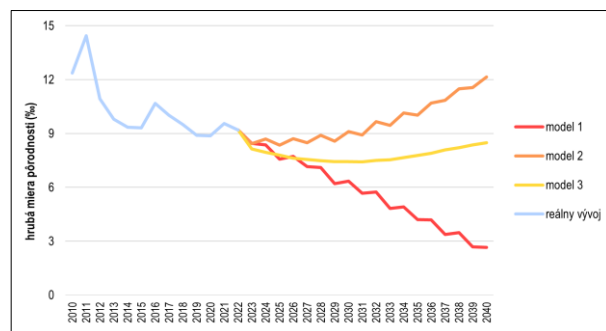
Obr. 3: Prognóza hrubej miery pôrodnosti okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 3



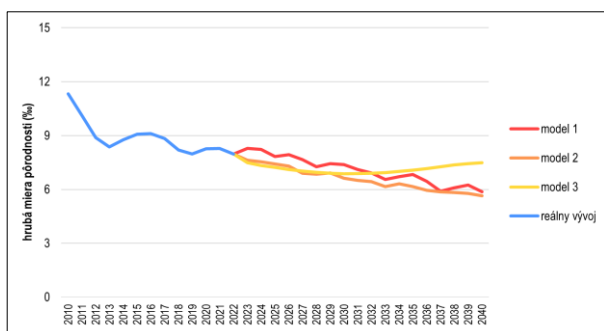
Obr. 4: Prognóza hrubej miery pôrodnosti okresu Košice I do roku 2040



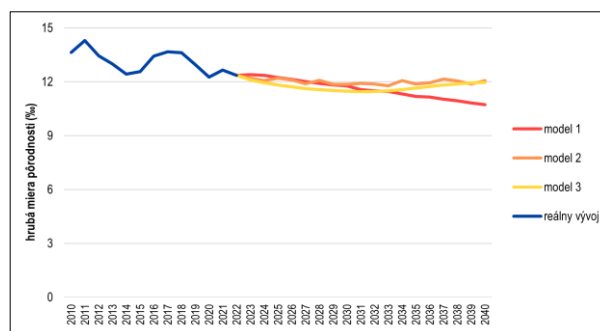
Obr. 5: Prognóza hrubej miery pôrodnosti okresu Košice II do roku 2040



Obr. 6: Prognóza hrubej miery pôrodnosti okresu Košice III do roku 2040



Obr. 7: Prognóza hrubej miery pôrodnosti okresu Košice IV do roku 2040



Obr. 8: Prognóza hrubej miery pôrodnosti okresu Košice - okolie do roku 2040

Počty zomrelých podľa modelu 1 do roku 2040 klesnú len pre okres Košice I (tab. 3). V ostatných okresoch tieto počty narastú, z toho najvýraznejšie za okres Košice II. Na druhej strane, podľa modelu 2 poklesnú vo všetkých okresoch s výnimkou okresu Košice III a s najväčším poklesom v okrese Košice – okolie. Na základe modelu 3 sa počty zomrelých zvýšia za všetky okresy.

Tab. 3: Prognóza počtu zomrelých v okresoch Košíc do roku 2040

		POČET ZOMRELÝCH						
		Košice I	Košice II	Košice III	Košice IV	Košice - okolie	Spolu	
REÁLNY VÝVOJ	2010	650	575	169	591	1 119	3 104	
	2015	616	628	179	658	1 061	3 142	
	2020	679	812	236	693	1 230	3 650	
PROGNÓZA	model 1	2025	560	840	250	710	1 240	3 600
		2030	510	950	270	770	1 320	3 820
		2035	500	1 090	310	830	1 380	4 110
		2040	490	1 180	340	890	1 470	4 370
	model 2	2025	430	520	150	440	730	2 270
		2030	380	580	190	480	770	2 400
		2035	380	580	220	410	640	2 230
		2040	420	640	400	550	850	2 860
	model 3	2025	660	800	240	700	1 240	3 640
		2030	710	890	310	810	1 410	4 130
		2035	760	960	400	880	1 590	4 590
		2040	810	1 000	450	880	1 770	4 910

Hrubá miera úmrtnosti podľa modelu 1 počas prognózovaného obdobia narastie v okresoch Košice II (o 6,3 promilových bodov), Košice III (o 5,7 promilových bodov) a Košice IV (o 6,5 promilových bodov) (obr. 9). Pre tieto tri okresy dosiahne miera maximum práve v roku 2040. Najväčší pokles budú mať Košice I, zatiaľ čo pre Košice – okolie bude miera pomerne stabilná počas celého obdobia. Najvyššia bude miera Košic IV s hodnotou 18,7 ‰ a najnižšia Košic I s hodnotou 8,5 ‰.

Pri modeli 2 sa miera zvýši len pre Košice III, z hodnoty 7,7 ‰ na 13,4 ‰ (obr. 10). Zvyšné okresy zaznamenajú jej pokles o 2,0 (Košice II) až 4,4 (Košice – okolie) promilových bodov. V porovnaní s modelom 1 budú hodnoty miery v roku 2040 o niečo nižšie, s maximom 13,4 ‰ (Košice III) a minimom 4,9 ‰ (Košice – okolie).

Model 3 je jediným modelom, podľa ktorého sa hodnoty hrubej miery úmrtnosti pre všetky okresy zvýšia, a to o 2,5 (Košice – okolie) až 12,1 (Košice III) promilových bodov (obr. 11). Najvyššiu hodnotu spomedzi všetkých modelov pritom dosiahnu Košice III v roku 2040 (19,8 ‰).

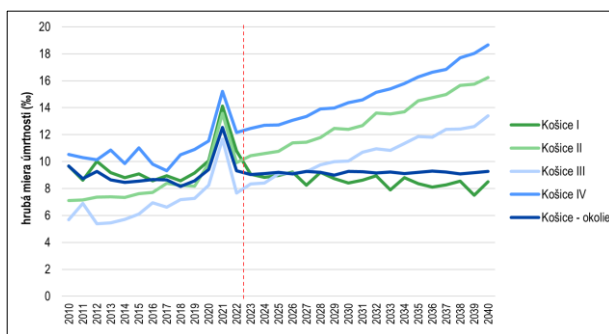
Miera bude mať pre okres Košice I podľa modelov 1 a 2 podobný vývoj a pri oboch z nich mierne poklesne (obr. 12). Na druhej strane podľa modelu 1 sa zvýši z 10,8 ‰ na 15,1 ‰.

Najväčší nárast hodnôt miery pre okres Košice II naznačuje model 1 s nárastom z 9,9 % v roku 2022 na 16,3 % v roku 2040 (obr. 13). Model 2 očakáva pokles na 7,9 %. Podľa modelu 3 sa miera bude s výnimkou roka 2023 každoročne zvyšovať, celkovo až na 14,2 %.

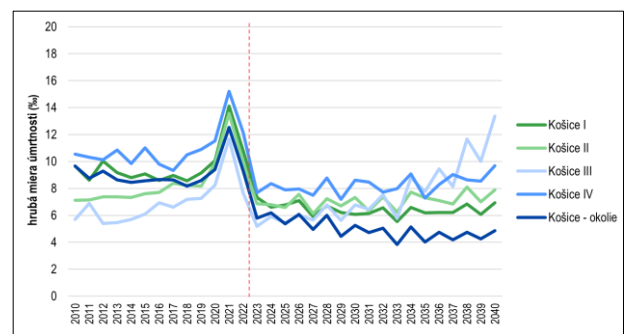
Modely 1 a 2 sa pri Košiciach III zhodujú na náraste hodnoty miery zo 7,7 % na 13,4 % (obr. 14). Avšak počas prognózovaného obdobia budú mať rozdielny vývoj, pretože hodnoty medzi jednotlivými rokmi budú pri modeli 2 omnoho viac kolísať. Model 3 bude mať stabilný každoročný nárast až na najvyššiu hodnotu (19,8 %) v roku 2040.

Pri Košiciach IV podobný vývoj hrubej miery úmrtnosti očakávajú modely 1 a 3 (obr. 15). Pri oboch sa miera zvýši z 12,15 %, pri modeli 1 na 18,7 % a pri modeli 2 na 17,6 %. Model 2 očakáva pokles na 9,7 %.

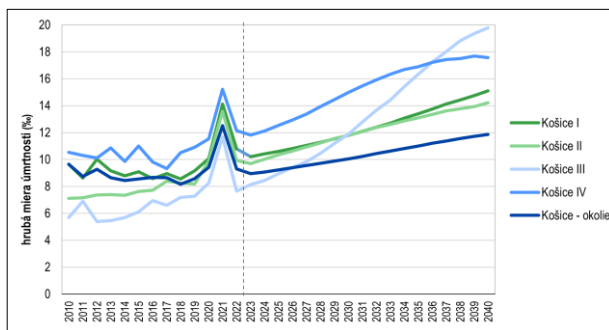
Košice – okolie mali za rok 2022 hodnotu miery 9,3 % (obr. 16). Podľa modelu 1 bude táto hodnota na konci obdobia rovnaká, podľa modelu 2 sa zníži na 4,9 % a podľa modelu 3 naopak narastie na 11,9 %.



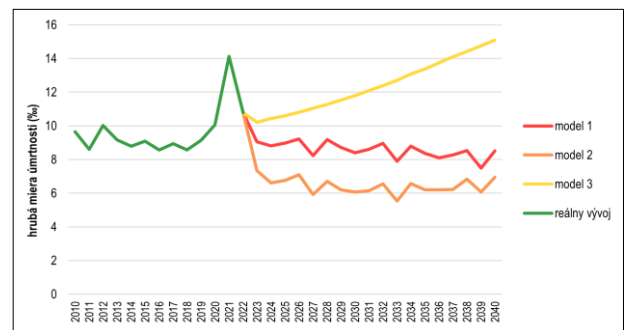
Obr. 9: Prognóza hrubej miery úmrtnosti okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 1



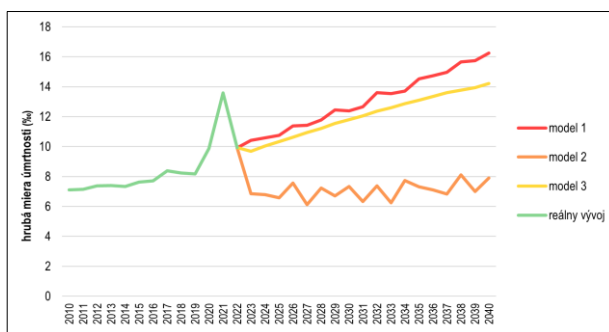
Obr. 10: Prognóza hrubej miery úmrtnosti okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 2



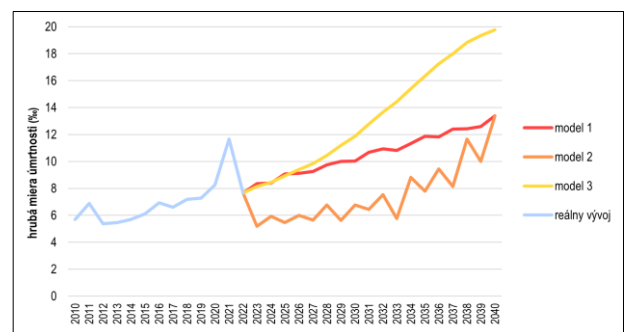
Obr. 11: Prognóza hrubej miery úmrtnosti okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 3



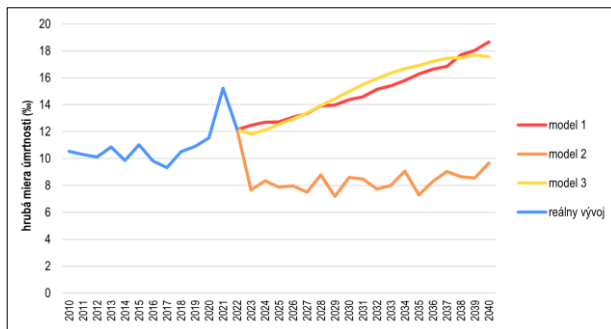
Obr. 12: Prognóza hrubej miery úmrtnosti okresu Košice I do roku 2040



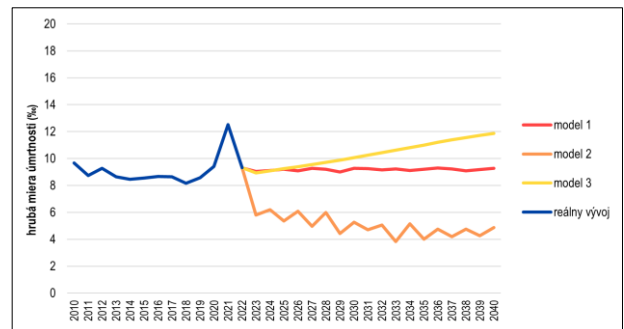
Obr. 13: Prognóza hrubej miery úmrtnosti okresu Košice II do roku 2040



Obr. 14: Prognóza hrubej miery úmrtnosti okresu Košice III do roku 2040



Obr. 15: Prognóza hrubej miery úmrtnosti okresu Košice IV do roku 2040



Obr. 16: Prognóza hrubej miery úmrtnosti okresu Košice - okolie do roku 2040

Hodnoty migračného salda sa podľa modelu 1 najviac zvýšia pre okres Košice – okolie, ale nárasty zaznamenajú aj Košice II a Košice III (tab. 4). V Košiciach IV prejdú hodnoty migračného salda od kladných k záporným a záporné hodnoty Košíc I sa ešte viac znížia.

Tab. 4: Prognóza migračného salda v okresoch Košíc do roku 2040

		MIGRAČNÉ SALDO					
			Košice I	Košice II	Košice III	Košice IV	Košice - okolie
REALNÝ VÝVOJ		2010	-210	-311	-278	121	669
		2015	-36	-278	-282	207	704
		2020	-14	-243	-170	119	800
PROGNÓZA	model 1	2025	-240	-200	-130	-20	940
		2030	-320	-180	-20	-40	1140
		2035	-280	-130	60	-80	1240
		2040	-260	-120	140	-100	1330
	model 2	2025	-260	-230	-120	20	990
		2030	-330	-200	-50	-30	1190
		2035	-330	-110	10	-40	1360
		2040	-340	-100	-60	-30	1600
	model 3	2025	-200	-240	-150	100	890
		2030	-200	-230	-130	110	890
		2035	-180	-210	-110	120	900
		2040	-160	-190	-110	130	920

Podľa prognózy modelu 1 budú mať Košice I a Košice II počas celého prognózovaného obdobia záporné hodnoty hrubej miery migračného salda, ale ostanú na približne rovnakých úrovniach (obr. 17). Košice III budú mať najväčší nárast tohto ukazovateľa, z -8,8 ‰ v roku 2022 na 5,3 ‰ v roku 2040. V Košiciach IV sa bude miera počas takmer celého obdobia znižovať až na -2,1 ‰. Košice-okolie budú mať najvyššie hodnoty, pohybujúce sa od 7,0 ‰ do 8,5 ‰.

Model 2 pre všetky mestské okresy určuje záporné hodnoty miery za rok 2040, od -5,6 ‰ (Košice I) do -0,6 ‰ (Košice IV) (obr. 18). V pozitívnych hodnotách, od 7,2 ‰ (2025) do 9,1 ‰ (2024) do sa budú pohybovať len Košice – okolie.

Tretí model predstavuje najstabilnejší vývoj miery pre všetky okresy (obr. 19). Najvyššiu mieru bude mať opäť okres Košice okolie, a to od 6,7 ‰ na začiatku obdobia do 6,1 ‰ v roku 2040. Najnižšie hodnoty budú dosahovať Košice III.

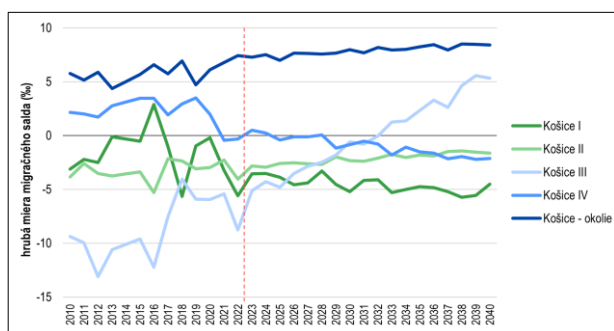
Pri Košiciach I všetky tri modely naznačujú podobný vývoj miery (obr. 20). Podľa modelu 1 má dosiahnuť najnižšiu úroveň -5,7 ‰ v roku 2038, ale celkovo sa má do roku 2040 zvýšiť na -4,5 ‰. Na základe modelu 2 bude miera na konci obdobia rovnaká ako na jeho začiatku (-5,6 ‰). Model 3 naznačuje najväčší nárast, na 3,0 ‰.

Miery migračného salda Košíc II sa podľa každého z modelov zvýšia, ostanú pritom v záporných hodnotách (obr. 21). Z hodnoty -4,0 ‰ miera narastie na -1,6 ‰ podľa modelu 1, na -1,2 podľa modelu 2 a na -2,7 podľa modelu 3.

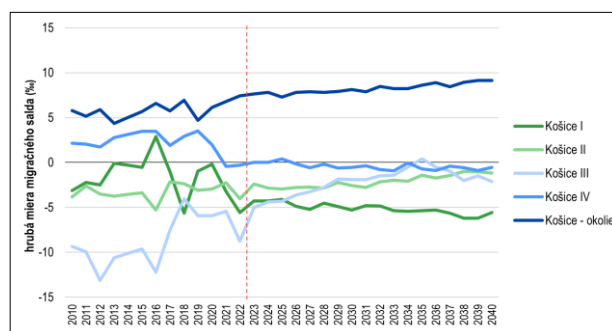
Najvýraznejšie sa modely nezhodujú pri Košiciach III (obr. 22). Najmiernejšiu zmenu určuje model 3, s nárastom z hodnoty -8,8 ‰ v roku 2022 o 4,2 promilových bodov do roku 2040. Model 1 naznačuje výrazne odlišný vývoj a nárast až na 5,3 ‰ do roku 2040. Model 2 predpokladá dosiahnutie maximálnej hodnoty (0,4 ‰) v roku 2035, do roku 2040 opäť poklesne na -2,1 ‰.

Podľa modelov 1 a 2 budú mať Košice IV podobný vývoj, počas takmer celého obdobia budú mať záporné hodnoty (obr. 23). Výrazné zmeny sa pritom neočakávajú, podľa modelu 1 budú v rozpätí od -2,2 ‰ (2039) do 0,5 ‰ (2023) a podľa modelu 2 od -0,9 ‰ (2033) do 0,4 ‰ (2037). Model 3 určil nárast miery z -0,3 ‰ na 2,7 ‰.

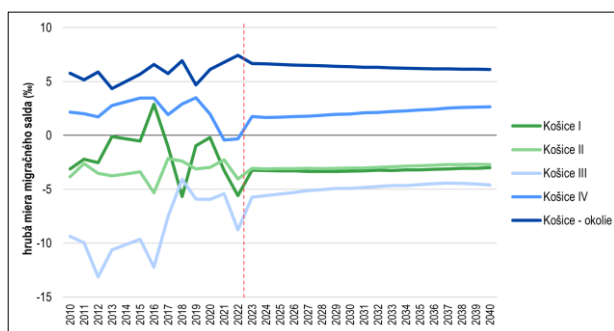
Pre vývoj miery v okrese Košice – okolie sa miery modelov 1 a 2 takmer zhodujú (obr. 24). Celkovo sa podľa modelu 1 zvýšia na 8,4 ‰ a podľa modelu 2 na 9,1 ‰. Model 3 predpokladá pokles miery na 6,1 ‰.



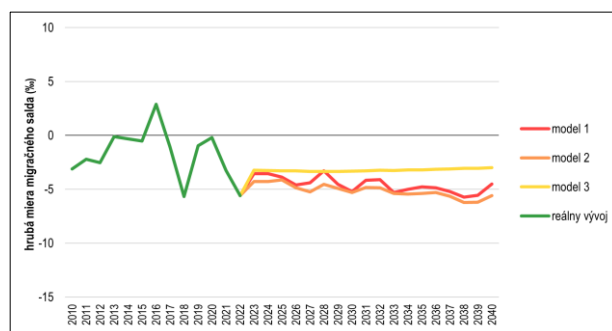
Obr. 17: Prognóza hrubej miery migračného salda okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 1



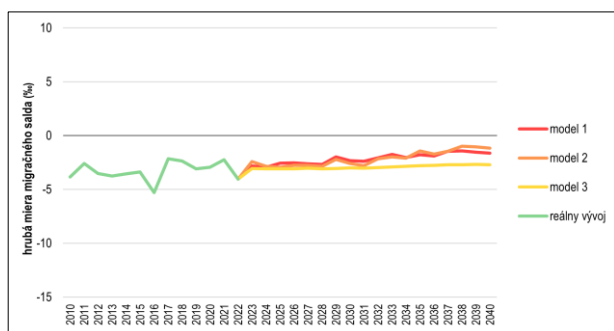
Obr. 18: Prognóza hrubej miery migračného salda okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 2



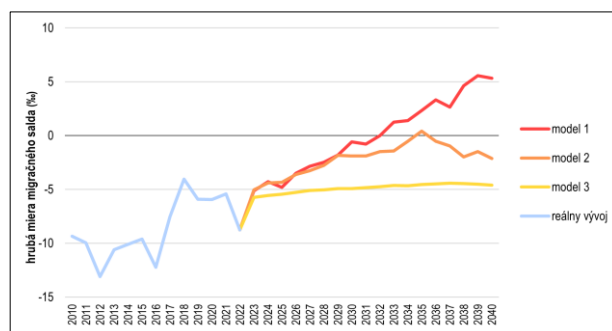
Obr. 19: Prognóza hrubej miery migračného salda okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 3



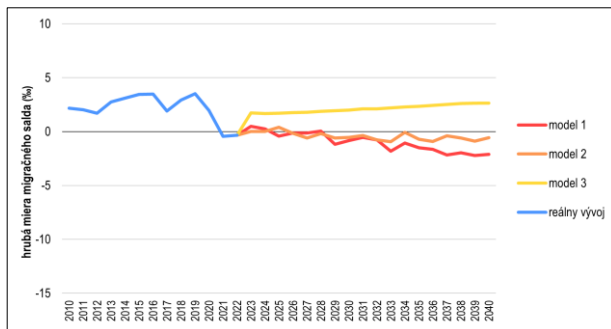
Obr. 20: Prognóza hrubej miery migračného salda okresu Košice I do roku 2040



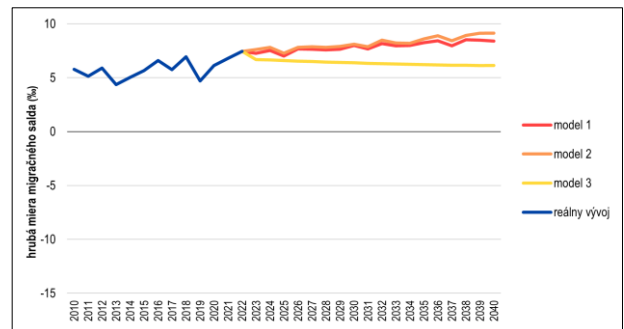
Obr. 21: Prognóza hrubej miery migračného salda okresu Košice II do roku 2040



Obr. 22: Prognóza hrubej miery migračného salda okresu Košice III do roku 2040



Obr. 23: Prognóza hrubej miery migračného salda okresu Košice IV do roku 2040



Obr. 24: Prognóza hrubej miery migračného salda okresu Košice - okolie do roku 2040

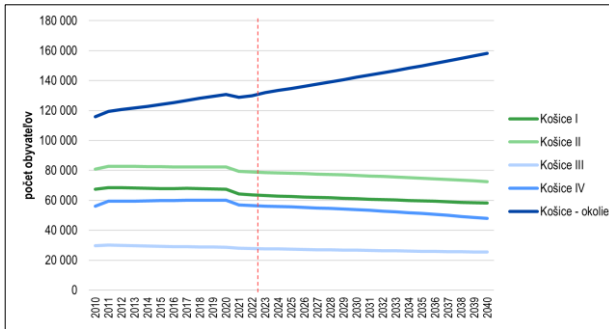
Celkový počet obyvateľov poklesne pre všetky mestské okresy podľa všetkých štyroch modelov s výnimkou modelu 2 (tab. 5). Najväčší pokles pritom v Košiciach I bude podľa modelu 4, v Košiciach II a Košiciach III podľa modelu 3 a v Košiciach IV podľa modelu 1. Košice – okolie podľa všetkých modelov zaznamenajú nárast celkového počtu obyvateľov.

Tab. 5: Prognóza počtu obyvateľov v okresoch Košíc do roku 2040

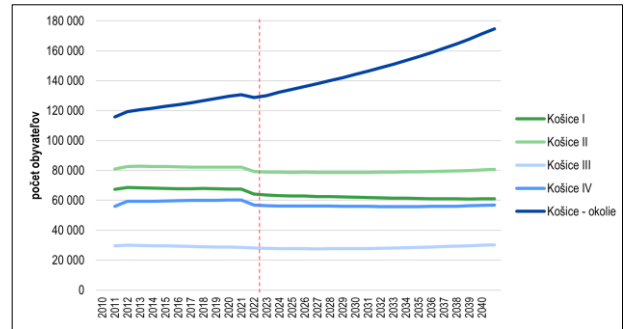
		POČET OBYVATEĽOV						
		Košice I	Košice II	Košice III	Košice IV	Košice - okolie	Spolu	
REALNÝ VÝVOJ	2010	67 310	80 868	29 689	56 100	115 864	349 831	
	2015	67 790	82 448	29 320	59 775	123 978	363 310	
	2020	67 453	82 198	28 611	60 105	130 719	369 084	
PROGNÓZA	model 1	2025	62 600	78 100	27 300	55 600	134 800	358 400
		2030	61 100	76 600	26 600	53 700	142 100	360 100
		2035	59 600	74 800	25 900	51 200	149 800	361 300
		2040	58 100	72 500	25 400	47 800	158 100	361 900
	model 2	2025	62 800	78 800	27 600	56 300	136 100	361 600
		2030	61 900	78 700	27 800	56 000	146 300	370 700
		2035	61 100	79 200	28 800	56 000	158 800	383 900
		2040	60 900	80 700	30 200	56 900	174 600	403 300
	model 3	2025	62 300	77 900	27 200	55 700	134 300	357 400
		2030	59 900	75 700	26 100	54 200	139 900	355 800
		2035	57 100	73 000	24 700	52 300	144 800	351 900
		2040	54 000	70 200	22 900	50 200	149 400	346 700
	model 4	2025	62 400	78 100	27 400	55 700	134 100	357 700
		2030	59 600	76 200	26 600	53 700	141 000	357 100
		2035	56 200	73 800	25 600	51 000	148 000	354 600
		2040	52 300	71 500	24 200	48 300	155 700	352 000

Model 1 určuje najväčší úbytok počtu obyvateľov pre Košice IV (-8 600 obyvateľov), najmiernejší bude úbytok Košíc III (-2 500) (obr. 25). Okresu Košice – okolie podľa neho pribudne 28 200 obyvateľov. Podľa modelu 2 obyvatelia ubudnú len okresu Košice I, ostatné okresy sa zväčšia (obr. 26). Košice – okolie podľa neho budú mať najväčší nárast zo všetkých modelov. Modely 3 (obr. 27) a 4 (obr. 28) sa vyvíjajú podobne ako model 1.

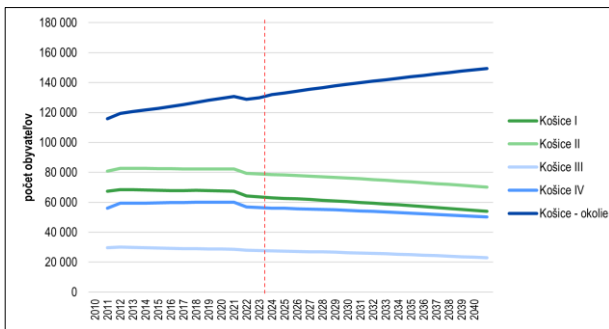
Pri Košiciach I sa modely zhodujú na strate obyvateľov, z toho najvýraznejšia strata -11 400 je podľa modelu 4 (obr. 29). Košice II podľa modelu 3 stratia najviac obyvateľov (-8 700), podľa modelu 2 im pribudne spolu 1 800 obyvateľov (obr. 30). Podobne Košiciam III podľa modelu 2 pribudne 2 400 obyvateľov, zatiaľ čo podľa modelu 3 ich stratia 5 000 (obr. 31). Košice IV zaznamenajú najväčšiu stratu pri modeli 1 (-8 600) a podľa modelu 2 im pribudne 400 obyvateľov (obr. 32). Pri okrese Košice – okolie sa všetky štyri modely zhodujú na náraste počtu obyvateľov od 19 500 (model 3) do 44 700 (model 2) (obr. 33).



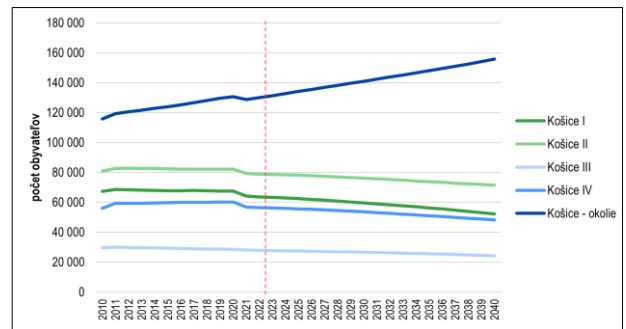
Obr. 25: Prognóza počtu obyvateľov okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 1



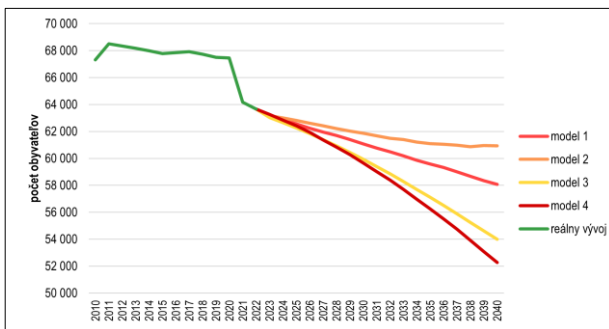
Obr. 26: Prognóza počtu obyvateľov okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 2



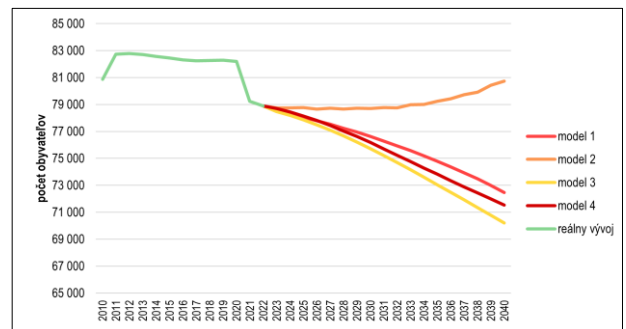
Obr. 27: Prognóza počtu obyvateľov okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 3



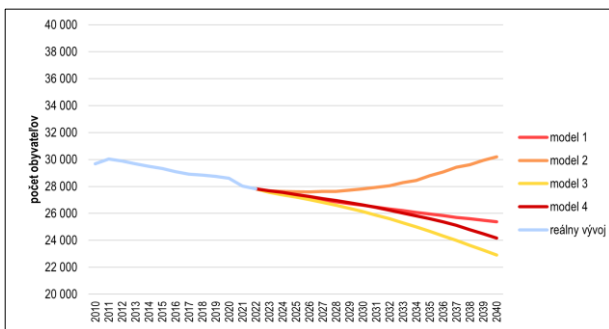
Obr. 28: Prognóza počtu obyvateľov okresov Košíc do roku 2040 podľa modelu 4



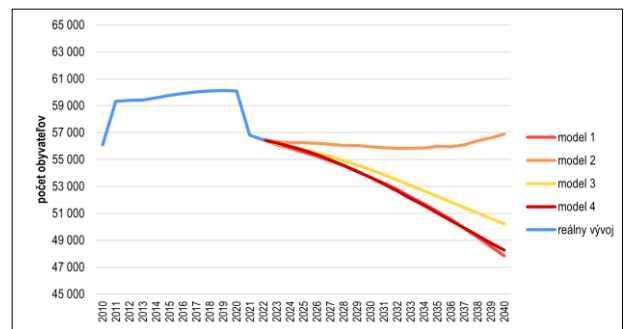
Obr. 29: Prognóza počtu obyvateľov okresu Košice I do roku 2040



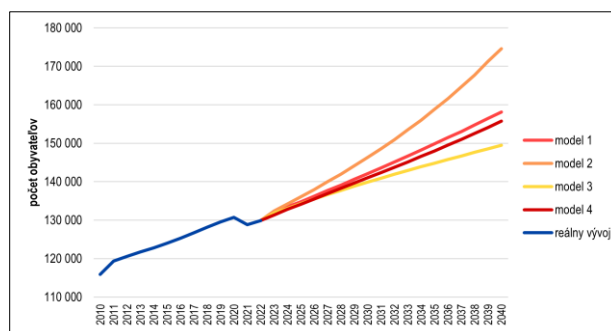
Obr. 30: Prognóza počtu obyvateľov okresu Košice II do roku 2040



Obr. 31: Prognóza počtu obyvateľov okresu Košice III do roku 2040



Obr. 32: Prognóza počtu obyvateľov okresu Košice IV do roku 2040



Obr. 32: Prognóza počtu obyvateľov okresu Košice - okolie do roku 2040

Diskusia

Výsledky prognózy pôrodnosti predpokladajú stagnáciu až zvyšovanie pôrodnosti v okrese Košice – okolie a jej klesanie v mestských okresoch. Zároveň prognóza úmrtnosti určuje prudké zvyšovanie hrubej miery úmrtnosti v mestskej časti Košíc a jej o niečo miernejší nárast pre Košice – okolie. Takýto vývoj by bol pokračovaním doterajšieho vývoja, ktorý popisujú Nestorová Dická (2013), Novotný (2014) aj Šprocha a Ďurček (2019). Podľa prognózy ŠÚ SR (Šprocha, Vaňo, Bleha 2019) budú mať mestské okresy vyšší podiel poproduktívnej zložky obyvateľov a spolu s tým aj vyšší priemerný vek v porovnaní s okresom Košice – okolie, čo takisto zodpovedá našej prognóze pôrodnosti a úmrtnosti. Ako poukazuje Nestorová Dická (2021), ďalší vývin prirodzeného pohybu v týchto okresoch, predovšetkým Košice II a Košice – okolie, môže ovplyvniť aj vývoj rómskej populácie, pri ktorej sa očakáva jej prudký nárast.

Šprocha, Vaňo a Bleha (2019) na základe ich prognózy očakávajú pre celé Slovensko sťahovanie do obcí na úkor miest. Na základe našich výsledkov to podobne platí aj pre región Košíc, kde do roku 2040 budú Košice – okolie zrejme jediným okresom s kladnými hodnotami migračného salda. Avšak zatiaľ čo Šprocha, Vaňo a Bleha (2019) predpokladajú zmenu migračných strát na migračné zisky pre mestské okresy okolo roku 2025, na základe našich výsledkov by tomu zodpovedal jedine model 1 pre Košice III a model 3 pre Košice IV. Na rozdiel od týchto autorov tiež podľa našich výsledkov mierne stúpnu aj hodnoty migračného salda pre Košice – okolie, a to podľa všetkých využitých modelov.

V porovnaní s prognózou vývoja celkového počtu obyvateľov ŠÚ SR (Šprocha, Vaňo, Bleha 2019) sa očakávaný počet obyvateľov najviac zhoduje s vývojom podľa nášho modelu 1 pre okresy Košice III a Košice – okolie a podľa modelu 2 pre zvyšné tri okresy.

Keďže naša prognóza vychádza z predchádzajúceho vývoja jednotlivých komponentov, nezohľadňuje faktory, ktorých budúci vplyv môže vývoj populácie, a tým aj presnosť prognózy ovplyvniť. V minulosti bol príkladom vývoj populácie pod vplyvom nečakaných zmien v dôsledku pandémie COVID-19. Faktorom, ktorý môže populáciu okresov Košíc ovplyvniť v budúcnosti je vznik automobilky Volvo v obci Valaliky v okrese Košice – okolie, ktorá by mala ponúknuť zamestnanie pre asi 16 000 ľudí (TASR 2024), čo by sa mohlo prejaviť najmä na vývoji migrácie v regióne.

Záver

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť možné prístupy k tvorbe scenárov ďalšieho vývoja obyvateľstva mesta Košice využitím troch rôznych prístupov k určeniu prognózy. Všetky tri prístupy vychádzajú z kohortno-komponentnej metódy a vytvárajú prognózy s horizontom do roku 2040. Odlišujú sa v prístupoch k odhadu vývoja jednotlivých komponentov.

Prvý prístup, ktorý vychádza z absolútnych dát vývoja komponentov a pre odhad ďalšieho vývoja využíva strojové učenie, predpokladá v budúcnosti znižovanie hrubej

miery pôrodnosti, nárast hrubej miery úmrtnosti a diferencovaný vývoj hrubej miery migračného salda. Druhý prístup vychádza z vážených mier vývoja komponentov a pre odhad ďalšieho vývoja využíva strojové učenie. Aj podľa tohto prístupu hrubá miera pôrodnosti poklesne a hrubá miera migrácie bude na podobných úrovniach ako pri prvom modeli. Odlišná je prognóza hrubej miery úmrtnosti, pri ktorej sa očakáva jej zníženie pri štyroch okresoch. Tretí prístup vychádza z ročného priemeru za obdobie 2017 – 2022 s predpokladom, že situácia sa v prognózovanom období nebude meniť, ale ostane konštantná. Hrubá miera pôrodnosti by v tom prípade poklesla pre všetky okresy. Hrubá miera úmrtnosti by sa pre všetky okresy zvýšila a vo vývoji hrubej miery migračného salda by nastala stagnácia. V závere je pre prognózu celkového počtu obyvateľov odvodený štvrtý prístup k tvorbe prognózy, ktorý je kombináciou druhého a tretieho prístupu. Vytvorený bol na základe porovnania výsledkov prognózy jednotlivých komponentov podľa prvých troch prístupov so skutočnými hodnotami za rok 2023 a následného výberu najpresnejšieho modelu pre každý z komponentov. Všetky štyri modely sa zhodujú na poklese počtu obyvateľov mestských okresov a náraste počtu obyvateľov okresu Košice – okolie.

Pri podrobnejšom hodnotení výsledkov za jednotlivé okresy aj komponenty sú medzi aplikovanými modelmi zistené mierne nezhody. Zároveň každý z modelov vychádza len z historických dát, teda nezohľadňuje možné budúce vplyvy na vývoj populácie. Výsledky môže ovplyvniť aj samotná veľkosť skúmanej populácie. Pri voľbe najvhodnejšej metódy tvorby prognózy je preto dôležité zohľadňovať účel, za ktorým je daná prognóza vytváraná, ale aj to, o akú populáciu ide. Možným spôsobom spresnenia prognóz by preto mohlo byť využitie viacerých prístupov k ich tvorbe zároveň a na základe toho vytvorenie viacerých možných scenárov budúceho vývoja.

Literatúra

- BEZÁK, A., HOLICKÁ, A. 1995: Komparatívna analýza extrapolačných modelov pre regionálne populačné projekcie. *Geografický časopis*, 47(4), 233-246.
- BLEHA, B. 2006: Terminologické špecifiká a vybrané teoretické otázky regionálneho populačného prognózovania. *Geografický časopis*, 58(1), 61-71.
- BLEHA, B. 2009: Regionálne populačné prognózy na Slovensku – aktuálne výsledky a výskumné výzvy. *Forum Statisticum Slovacum*, 2009, 17-23.
- BLEHA, B., ŠPROCHA, B., VAŇO, B. 2014: Demografická prognóza okresov Slovenska do roku 2035 v kontexte odhaľovania geografickej nerovnomernosti a konvergencie. *Acta Geographica Universitatis Comenianae*, 58, 11-44.
- BOOTH, H. 2006: Demographic forecasting: 1980 to 2005 in review. *International Journal of Forecasting*, 22, 547-581.
- BRYAN, T. 2004: Population Estimates. In: Siegel, J., Swanson, D. eds. *The Methods and Materials of Demography*. San Diego (Elsevier Academic Press), pp. 523-560.
- EUROSTAT 2022a: Urban-rural Europe – demographic developments in cities. Eurostat [online]. < https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban-rural_Europe_-_demographic_developments_in_cities#Population_projections>.
- EUROSTAT 2022b: *Eurostat regional yearbook 2022 edition*. Luxembourg (Publications Office of the European Union).
- GEORGE, M. et al. 2004: Population projections. In: Siegel, J., Swanson, D. eds. *The Methods and Materials of Demography*. San Diego (Elsevier Academic Press), pp. 561-602.
- GROSSMAN, I. et al. 2023: Forecasting small area populations with long short-term memory networks. *Socio-Economic Planning Sciences*, 88, 1-13.
- HAUB, C. 1987: *Understanding Population Projections*. Washington D. C. (Population Reference Bureau).

- KEILMAN, N. 2020: Uncertainty in Population Forecasts for the Twenty-First Century. *Annual Review of Resource Economics*, 12, 449-470.
- KEYFITS, N. 1981: The Limits of Population Forecasting. *Population and Development Review*, 7(4), 579-593.
- MAKRIDAKIS, S. et al. 2018: Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward. *PLOS ONE*, 13(3), 1-26.
- NESTOROVÁ DICKÁ, J. 2013: *Sociálno-demografické dimenzie postsocialistického mesta Košice*. Košice (Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach).
- NESTOROVÁ DICKÁ, J. 2021: Demographic Changes in Slovak Roma Communities in the New Millennium. *Sustainability*, 13, 1-26.
- NOVOTNÝ, L. 2014: *Procesy priestorovej redistribúcie obyvateľstva a ich vplyv na zmeny štruktúry obyvateľstva vo funkčnom mestskom regióne Košice*. Košice (Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach).
- O'NEILL, B. et al. 2001: A Guide to Global Population Projections. *Demographic research*, 4(8), 203-288.
- RIIMAN, V. et al. 2019: Comparing Artificial Neural Network and Cohort-Component Models for Population Forecasts. *Population Review*, 58(2), 100-116.
- SMITH, S. et al. 2013: *A practitioner's Guide to state and Local Population Projections*. (Springer).
- ŠPROCHA, B., ĎURČEK, P. 2019: *Starnutie populácie Slovenska v čase a priestore*. Bratislava (Prognostický ústav, Centrum spoločenských a psychologických vied SAV, Katedra ekonomickej a sociálnej geografie, demografie a územného rozvoja, Prírodovedecká fakulta Univerzita Komenského v Bratislave).
- ŠPROCHA, B., VAŇO, B., BLEHA, B. 2019: *Kraje a okresy Slovenska v demografickej perspektíve – Populačná prognóza do roku 2040*. Bratislava (INFOSTAT - Výskumné demografické centrum, Centrum spoločenských a psychologických vied SAV, Katedra ekonomickej a sociálnej geografie, demografie a územného rozvoja, Prírodovedecká fakulta Univerzita Komenského v Bratislave).
- TASR. 2024: Štát sa pripravuje na zvýšený dopyt po pracovnej sile pre automobilku Volvo. *Korzár Košice [online]*. <<https://kosice.korzar.sme.sk/c/23265970/stat-sa-pripravuje-na-zvyseny-dopyt-po-pracovnej-sile-pre-automobilku-volvo.html>>.
- VANELLA, P. et al. 2020: An Overview of Population Projections – Methodological Concepts, International Data Availability, and Use Cases. *Forecasting*, 2, 364-363.
- WILSON, T., REES, P. 2005: Recent Developments in Population Projection Methodology: A Review. *Population, Space and Place*, 11, 337-360.
- WILSON, T. et al. 2021: Methods for Small Area Population Forecasts: State-of-the-Art and Research Needs. *Population Research and Policy Review*, 41, 865-898.