Demografické projekce aneb jak se liší výsledky z pohledu použití deterministických a stochastických modelů

Ondřej Šimpach
Jitka Langhamrová

Abstrakt

Informace o pravděpodobném budoucím vývoji věkové a pohlavní struktury obyvatel jsou velmi důležité pro centrální i regionální správu. Regionální správní orgány na základě nich pak mohou předvídat budoucí potřeby v odvětvích nevýrobní sféry a veřejných služeb jako jsou školství, zdravotnictví, sociální zabezpečení. Perspektivní odhady vývoje počtu a struktury obyvatelstva mají také svůj demografický význam, ukazují totiž perspektivní populační důsledky současného populačního vývoje (Roubíček, 1997). V praxi se projekce metodicky opírají o běžné matematické extrapolační metody, nebo o demografické metody populačních projekcí. Podle toho, jaký postup při výpočtu použijeme, liší se i jednotlivé výsledky. Struktura populace a z ní všechny odvozené charakteristiky jsou silně determinovány jak aplikovaným scénářem, tak použitým modelem, který byl pro extrapolaci budoucí věkově a pohlavně specifické demografické struktury použit. Scénáře budoucího vývoje individuálních demografických procesů (zejména úmrtnosti, plodnosti a migrace) mohou být optimistického i pesimistického charakteru, což v závěrečné syntéze může představovat i mnoho potenciálních verzí populačních struktur. V předkládané studii se zaměříme na změny ve věkové struktuře populace z pohledu biologických a ekonomických generací. Pro ilustraci je zde uveden pro různé způsoby výpočtu projekce Sauvyho index stáří a index hospodářského zatížení. Cílem příspěvku je poukázat na možné způsoby výpočtu populačních projekcí a na fakt, že získané výsledky jsou závislé na tom, jaký model a jaký způsob výpočtu je vybrán. Výsledky se mohou výrazně lišit.

Klíčová slova:
populační projekce, sauvyho index stáří, index hospodářské závislosti

Abstract

Information about the potential future development of age-and-sex specific structure of the population is very important for the central and regional administration. On the basis of this projections the regional authorities can anticipate future needs in non-industrial sectors and public services such as education, health and social policy. Prospective estimates of trends in the number and structure of the population have also their demographic importance, especially show the prospective population consequences of the current development. In practice, the forecasting methodology is based on common mathematical extrapolation methods or methods of demographic population projections. Individual results depend on the procedure for calculation. Population structure and all derived characteristics are strongly determined by the applied scenario and by model, which was used for extrapolation of future age-and-sex-specific demographic structure. Future scenarios for individual demographic processes (especially mortality, fertility and migration) may have an optimistic or pessimistic character, which can pose many potential versions of population structures in the final synthesis. In this study, we will focus on the changes in the age structure of the population in terms of biological and economical generations. For illustration is used Sauvy aging index and the index of economic dependency for different versions of calculated population projections. The aim of this paper is to point out the possible ways of calculating population projections and also on the fact that the results are dependent on what model and what method of calculation is chosen. Results may be significantly different.

Keywords:
population projection, Sauvy age index, index of economic dependency

Úvod

Zvyšující se podíly starších věkových skupin v populaci jsou důsledkem demografického stárnutí, které v současné době kromě vyspělých západoevropských ekonomik postihuje i střed a východ Evropy, včetně České republiky. Populační struktura se v čase stává více regresivní, viz klasifikace Sundbärga (1923). To se následně projevuje i v růstu hodnot ukazatelů, kterými se popisují změny ve struktuře populace, jako jsou Sauvyho index stáří a index hospodářského zatížení. Jakým způsobem a s jakou intenzitou se budou tyto indexy v čase měnit, lze vypočítat z výsledků demografických projekcí, které mohou být konstruovány na základě různých předpokladů a počítány pomocí různých modelů. Pro Českou republiku je možno získat oficiální výsledky populačních projekcí, které publikuje Eurostat (2013), (celkem v 5 variantách) a Český statistický úřad (ČSÚ (2013), celkem ve 3 variantách). Následuje mnoho projektů a vědeckých studií z dalších odborných pracovišť nejen v České republice, které s využitím různých demografických a statistických metod připravily varianty populační projekce obyvatelstva České republiky (viz např. publikace Kretschmerové, Šimka, 2004, Burcina, Kučery, 2004, 2010, 2011, nebo Burcina et al., 2013). Stochastické populační projekce jsou konstruovány na základě statistických metod, přičemž tyto nezohledňují expertní úsudky, ale pouze uvažované vysvětlující proměnné a historický trend. Stochastické metody nejsou zcela běžně používány k výpočtu populačních projekcí pro jejich

složitost i náročnost na použití pokročilých statistických metod. Proto se v praxi kombinují ryze demografické metody, založené na deterministickém přístupu s moderními statistickými metodami. Pro názornou ilustraci, jak mohou výsledky projekce ovlivnit zvolené metody a postupy byly výše zmíněné populační projekce Eurostatu a ČSÚ doplněny o výsledky stochastických demografických projekcí, představených ve studii Šimpacha (2016) ve 3 variantách.

V závislosti na výsledcích jednotlivých populačních projekcí jsou též predikované vývoje Sauvyho indexů stáří a indexů hospodářské závislosti počítané podle doporučení OSN, které jsou používány k obecnému vyhodnocování stárnutí a hospodářského zatížení populace. Podle použitého scénáře expertních úsudků a vývoje demografických procesů (v případě deterministických přístupů), implementovaného do kohortně-komponentní metody (Leslie, 1945, Keyfitz, 1964, nebo Bogue, Anderton, Arriaga, 1993), respektive podle namodelovaného scénáře vývoje demografických procesů (v případě stochastických přístupů), se významně liší variabilita výsledků populační projekce a s tím i výsledků indexů stáří a hospodářského zatížení populace. V některých případech (jak bude ostatně ukázáno dále), nastává, že výsledné hospodářské zatížení např. z pohledu podílu závislých osob na osobách potenciálně ekonomicky produktivních (výdělečných) se podle použité varianty liší ve variačním rozpětí i o 1,5 osoby. To je natolik velké rozpětí, že v případě plánování sociální a důchodové politiky (a jejich rozpočtů) může velmi snadno dojít k poddimenzování (nebo naopak předimenzování) v důsledku mylně (nebo i záměrně) očekávaného populačního vývoje.

Předkládaná studie nejdříve pojedná o možnostech demografického projektování, v následující části pak stručně vysvětlí předpoklady pro vznik výsledků pěti projekcí Eurostatu, tří projekcí ČSÚ a tří projekcí zpracovaných na katedře demografie FIS VŠE v Praze. Z těchto jedenácti variant celkem budou vypočteny biologické a ekonomické generace podle pohlaví a zároveň Sauvyho indexy stáří (pro celkovou populaci) a indexy hospodářské závislosti podle OSN (pro celkovou populaci). Výsledky jsou přehledně graficky interpretovány vždy v 5letých časových intervalech od roku 2015 do roku 2050 (z důvodu jednotného průniku všech uvažovaných populačních projekcí).

Současný stav poznání demografických projekcí

Demografické projekce možného budoucího vývoje populace patří v současné době k nejdůležitějším analytickým demografickým výstupům. Jejich výsledky vycházejí z informací o potenciálním vývoji úmrtnosti, porodnosti, migrace, popřípadě dalších demografických procesů. Každá projekce je založena na předpokladech, které do jisté míry mohou, nebo nemusí nastat. Obecně z přístupů k vývoji poklesu úmrtnosti populace, o kterých pojednával již Halley (1693), a byl dále rozveden a zpracováván Malthusem (1798a, 1798b), rozlišujeme projekce deterministické, tj. založené na předem stanovených předpokladech, a dále projekce stochastické. První zmíněné byly zpočátku stanovovány expertními úsudky, později již podpůrnými statistickými metodami, které se dále rozvíjely a zdokonalovaly. Mezi tyto podpůrné metody bývají zahrnovány lineární či vícenásobné regrese, do expertních úsudků patří odhady založené na doporučeních demografů a dále odborníků z oblasti sociologie, politologie, medicíny a práva. Kombinací těchto dvou přístupů lze dospět k očekávaným scénářům, které dále slouží jako vstupní informace do procesu samotného projekčního výpočtu. Pro deterministické typy demografických projekcí se nejčastěji využívá přístup kohortně-komponentní metody (viz např. Leslie, 1945, Keyfitz, 1964, nebo Bogue, Anderton, Arriaga, 1993), která se dále nechá obohacovat a rozvíjet o prvky z teorie pravděpodobnosti. Kohortně-komponentní metoda je velmi starý algoritmus, nicméně pro svou užitečnost a zejména jednoduchost je oblíbeným projekčním nástrojem dodnes.

Zcela odlišný přístup projekcí, o kterých se zmiňuje např. Bell, Monsell (1991), Lee, Carter (1992), Lee, Tuljapurkar (1994) nebo Buetner (2002), a kterými se v podmínkách České republiky zabývali např. Arltová (2011), Arlt, Arltová (2011) nebo Šimpach (2016) jsou projekce stochastické. Tyto projekce jsou založeny na stochastických modelech časových řad věkově-specifických demografických měr, které doplňují vícerozměrné statistické metody. Velký vliv na výsledky má délka časových řad (viz např. Booth, Tickle, Smith, 2005). Existují země, které mají své statistiky velmi podrobné za velmi dlouhé časové období. Na druhé straně jsou také země, které takto podrobné statistiky nemají, nevedly je, nebo z důvodu politických, ekonomických či společenských událostí došlo k narušení kontinuity v pořizování těchto údajů.

Stochastickými projekcemi v zahraničí se mohli zabývat např. Keyfitz (1991) a Lee, Carter (1992) za Spojené státy, neboť podrobné statistiky vykazují údaje již od deklarace americké nezávislosti. Velká Británie a země britského společenství jsou po datové stránce také výborně vybaveny, a proto sofistikované projekce pro Velkou Británii zpracoval např. Murphy (1995). Ve Švédsku a Portugalsku se stochastickým modelováním úmrtnosti zabýval Lundström, Qvist (2004) a Coelho, Magalhaes, Bravo (2007). Stochastické projektování staví na Box-Jenkinsově metodologii. První automatizované projektování zavedli Hyndman et al. (2002) v případě australské populace, kteří se inspirovali v práci Orda, Loweho (1996). Další automatizované procedury sestavili autoři Hyndman, Shang (2009) nebo Erbas et al. (2012).

Předpoklady pro vznik výsledků analyzovaných projekcí

1 Eurostat

V rámci projektu EUROPOP2013 (Eurostat, 2013) připravili odborníci pro každou evropskou populaci projekci populačního vývoje do roku 2080 v pěti variantách, přičemž koncepce je založena na jednom hlavním scénáři (označovaném jako „Main scenario"), a ostatní jsou překalkulovány tak, že některý demografický proces je buď zahrnut s jinou intenzitou, nebo není zahrnut vůbec - respektive je uvažován ve stejné míře (intenzitě), jako na prahu projekce. Tento „hlavní scénář" v sobě obsahuje projekci věkově-specifických měr úmrtnosti podle pohlaví (a pomocí úmrtnostních tabulek přepočtených i na věkově-specifické naděje dožití podle pohlaví (střední délky života). Dále pro reprodukční období žen 15–49+ let je zde projekce rozdělení věkově-specifických měr plodnosti, přičemž se jedná o extrapolaci podle věku pomocí polynomiálních funkcí (s modem v roce 2030). Scénář obsahuje i expertní úsudek na věkově-specifickou čistou migraci podle pohlaví, tzv. čistý migrační profil. Počty obyvatel k 1. 1. daného kalendářního roku jsou získány kohortně-komponentní metodou.

V případě, že se vynechá proces čisté migrace, scénář se mění na označení „No migration variant". Obsahuje stejné parametry pro vývoj úmrtnosti a plodnosti, pouze v případě mezinárodní migrace se předpokládá, že počet imigrantů podle věku a pohlaví je roven počtu emigrantů podle věku a pohlaví, a to v celém horizontu. Scénář, který nese označení „Higher life expectancy variant", vychází z optimističtějších předpokladů prodlužování naděje dožití (střední délky života), projekce plodnosti a čisté migrace je stejná jako v případě varianty „Main scenario". V případě, že by čistý migrační profil do České republiky nebyl roven nule, ale byl spíše pozitivní, má Eurostat připravený scénář „Reduced migration variant", kde úmrtnost a plodnost je na stejné úrovni jako v případě varianty „Main scenario", migrace je slabší, nicméně saldo není nulové. Poslední spíše pesimistický scénář je „Lower fertility variant", kde se počítá s dalším postupným snižováním plodnosti hluboko pod zácho-

vnou úroveň. Předpoklady pro vývoj úmrtnosti a čisté migrace jsou stejné, jako v případě varianty „Main scenario".

2 Český statistický úřad

Podobně jako Eurostat publikoval i Český statistický úřad „Projekci obyvatelstva České republiky do roku 2100" (ČSÚ, 2013). Ta je konstruována pomocí deterministických modelů a expertních úsudků na vývoj základních demografických procesů, které jsou posléze použity v kohortně-komponentní metodě. Podle očekávaného vývoje demografických procesů ČSÚ standardně konstruuje 3 varianty populačního vývoje - nízkou, střední a vysokou. Nízká varianta bývá často označována jako pesimistická, vysoká naopak jako optimistická. Souvisí to zejména s pohledem na projekci vývoje úhrnné plodnosti a naděje dožití (střední délky života). Střední varianta bývá označována za nejpravděpodobnější, přičemž za dolní a horní mez - (jakýsi interval spolehlivosti), bývá často brána právě nízká a vysoká varianta. Během přibližně posledních 10 let byly tyto populační projekce dvakrát přepočítány (a prodlužovány), neboť první verze byla zpracována do roku 2050, druhá do roku 2065 a třetí (zatím poslední) je až do roku 2100. Úřad tak reagoval na postupnou demografickou transformaci v České republice, která způsobuje stárnutí populace, nízkou porodnost podle vzoru západoevropských populací a odkládání rození dětí do vyššího věku.

3 Katedra demografie FIS VŠE (KDEM)

Z výzkumu provedeným Šimpachem (2016) byl vytvořen předpoklad vzniku tří potenciálních scénářů populačního vývoje České republiky, které byly pracovně označeny jako „Scénář 1" (SC1), „Scénář 2" (SC2) a „Scénář 3" (SC3). Nebylo vhodné jednotlivé scénáře označovat jako varianta nízká, střední a vysoká, neboť ze zjištěných výsledků bylo zřejmé, že přístupy založené na čistě statistických postupech vytváří varianty obecně nízké. Podle syntézy jednotlivých metod a zpracování demografických procesů bude pro potřeby tohoto článku označen SC1 jako „Stochastický přístup - ARIMA", scénář SC2 jako „Stochastický přístup - Lee-Carterův model" a scénář SC3 jako „Stochastický přístup - Lee-Carterův model 48", neboť v tomto případě bude kompilace obsahovat jiný předpoklad vývoje úmrtnosti a čisté migrace.

Pro variantu „Stochastického přístupu - ARIMA" platí, že úmrtnost byla predikována z výsledků individuálních modelů ARIMA(0,1,1)c[1], které byly aplikovány na jednotlivé časové řady logaritmů věkově-specifických měr úmrtnosti podle pohlaví s využitím roční periodicity časových řad 1920–2012. Dále byly provedeny predikce do roku 2050. Plodnost byla predikována na základě výsledků individuálních modelů ARIMA(0,1,1)c, které byly aplikovány na jednotlivé časové řady věkově-specifických měr plodnosti českých žen, s využitím roční periodicity časových řad 1925–2012. V poslední řadě - migrace, byla založena na výsledcích modelů Lee-Cartera ve verzi LC 1968–2012 (datová základna s roční periodicitou v letech 1968–2012), s jejichž pomocí byla modelována matice věkově-specifických měr čisté migrace. Následně byly vypočteny predikce těchto měr do roku 2050. (Pouze v případě migrace nemohly být použity modely ARIMA z metodologických důvodů).

V případě varianty „Stochastického přístupu - Lee-Carterova modelu" byla úmrtnost predikována z výsledků modelů Lee-Cartera ve verzi LC 1920–2012 (datová základna s roční periodicitou v letech 1920–2012), s jejichž pomocí byla modelována matice logaritmů věkově-specifických měr úmrtnosti. Dále byly provedeny predikce do roku 2050. Plodnost byla použita z výsledků modelu Lee-Cartera ve verzi LC 1988–2012 (datová základna s roční periodicitou v letech 1988–2012), s jehož pomocí byla modelována matice věkově-specifických měr plodnosti českých žen a vypočteny predikce těchto měr do roku 2050. Na závěr byla migrace vytvořena opět z výsledků modelů Lee-Cartera ve verzi LC 1968–2012 (jako v případě předchozí varianty „Stochastický přístup - ARIMA").

U „Stochastického přístupu - Lee-Carterova modelu 48" byla úmrtnost převzata z výsledků modelů Lee-Cartera ve verzi LC 1948–2012 (datová základna s roční periodicitou v letech 1948–2012), s jejichž pomocí byla modelována matice logaritmů věkově-specifických měr úmrtnosti, které se zdály být pesimističtější než v případě úplného modelu LC 1920–2012. Plodnost je vytvořena na základě výsledků modelu Lee-Cartera ve verzi LC 1988–2012 (datová základna s roční periodicitou v letech 1988–2012), neboť všechny ostatní modely Lee-Cartera vyšly v případě plodnosti jako nevyhovující. V poslední řadě je migrace vytvořena z výsledků modelů Lee-Cartera ve verzi LC 1948–2012 (datová základna opět s roční periodicitou v letech 1948–2012, jako v případě úmrtnosti), s jejichž pomocí byla modelována úplná matice věkově-specifických měr čisté migrace (nejdelší možné použitelné období). Na základě tohoto modelu byly vypočteny predikce těchto měr do roku 2050.

Použité metody a výpočty

Z predikované věkově a pohlavně specifické populační struktury, kterou budeme s ohlédnutím na rozsah studie uvažovat v 5letých časových intervalech (pro roky 2015, 2020, ..., 2050), je možno vypočítat biologické a ekonomické generace[2], vyjádřené jak absolutně, tak jako podíly v %. Biologické generace se odvíjí od reprodukčního období žen, které se standardně uvažuje ve věkovém rozpětí 15–49 dokončených let života. Mějme tedy biologické generace v následujících rozpětích označené jako (1), (2) a (3).

V případě ekonomických generací se jejich odvození opírá od věku, ve kterém by osoba mohla vykonávat svůj ekonomický potenciál, tj. pracovat, vytvářet hodnoty a odvádět příspěvky do penzijních, zdravotních a sociálních fondů. Tyto hranice se většinou staví kompromisně s ohledem na dlouhodobé trendy analyzované populace, neboť logicky platí, že osoba, která dříve vstoupí do svého ekonomicky produktivního života, může také dříve odejít do své penze. Komplikace přináší i nestej-

Vzorce č. 1 - 7

$$G_b^{I} = \sum_{x=0}^{14} S_x \text{ ; dětská,} \qquad (1)$$

$$G_b^{II} = \sum_{x=15}^{49} S_x \text{ ; rodičovská,} \qquad (2)$$

$$G_b^{III} = \sum_{x=50}^{100+} S_x \text{ ; prarodičovská.} \qquad (3)$$

$$G_e^{I} = \sum_{x=0}^{19} S_x \text{ ; předproduktivní,} \qquad (4)$$

$$G_e^{II} = \sum_{x=20}^{68} S_x \text{ ; produktivní,} \qquad (5)$$

$$G_e^{III} = \sum_{x=69}^{100+} S_x \text{ ; poproduktivní.} \qquad (6)$$

$$SIS = \frac{\left(G_b^{III,muži} + G_b^{III,ženy}\right)}{\left(G_b^{I,muži} + G_b^{I,ženy}\right)}, \qquad (7)$$

ná délka setrvání ve vzdělávací soustavě mladých lidí, kdy někteří studují krátce a vstupují neprodleně na pracovní trh, jiní mohou vystudovat dvě vysoké školy a zaměstnání po celou tuto dobu nepoznat. (Zrovna tak v současné době není zcela jistý přesný věk odchodu do penze, přičemž kromě pohlaví bude záležet i na počtu dětí, které žena vychová). Pro účely v této studii mějme ekonomické generace v rozpětích označené jako (4), (5) a (6).

Pro celkovou populaci bez rozlišení pohlaví se s využitím biologických generací vypočte tzv. Sauvyho index stáří (7), přičemž jeho interpretací se často rozumí počet prarodičů průměrně připadající na jedno dítě (osobu mladší 15 let). Jedná se o poměrový ukazatel, vztahující se k celé populaci, který ovšem významně napomáhá k informaci o změně struktury populace ze stacionární do regresivní formy (viz klasifikace Sundbärga, 1923).

S využitím ekonomických generací opět pro populaci celkem bez rozlišení pohlaví je možné vypočíst tzv. Index hospodářské závislosti podle doporučení Organizace spojených národů (OSN), kdy je tento poměr ve svém čitateli mírně modifikován (8). OSN pro potřeby mezinárodního srovnávání předpokládá, že předproduktivní a poproduktivní mají nižší spotřebu[3]. Výpočet je tedy dán vztahem (8).

$$IHZ^{OSN} = \frac{0{,}7 \times \left(G_e^{I,muži} + G_e^{I,ženy}\right) + \left(G_e^{II,muži} + G_e^{II,ženy}\right) + 0{,}7 \times \left(G_e^{III,muži} + G_e^{III,ženy}\right)}{\left(G_e^{II,muži} + G_e^{II,ženy}\right)}. \quad (8)$$

Interpretace výsledku přibližně znamená, kolik obyvatel průměrně připadá na jednoho potenciálně výdělečného člověka v analyzované populaci. Vzhledem k tomu, že výraz ($G_e^{II,muži} + G_e^{II,ženy}$) je stejný jak v čitateli, tak ve jmenovateli, podíl tohoto výrazu je rovný 1 a následným odečtením této jedničky od IHZOSN získáváme přibližný počet závislých osob, které připadají na jednu potenciálně výdělečnou osobu v populaci.

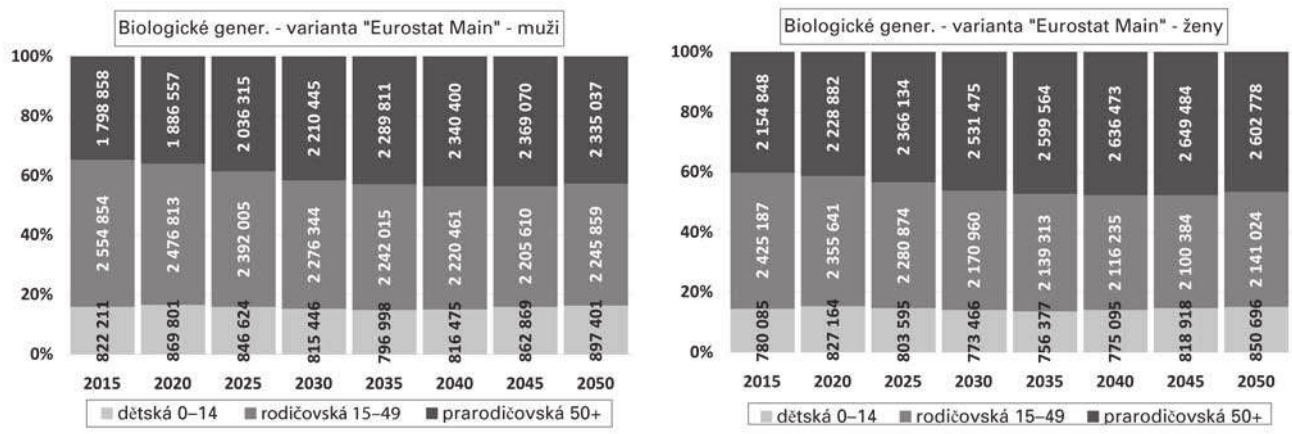
Biologické a ekonomické generace jsou z populačních projekcí Eurostatu, ČSÚ a KDEM vypočteny vždy pro muže a ženy zvlášť, Sauvyho indexy stáří a indexy hospodářské závislosti podle OSN pro populaci celkem bez rozlišení pohlaví. Protože jednotlivé populační projekce v rámci institucí, které je připravily, představují určitou homogenitu, jsou grafické výstupy konstruovány s přihlédnutím k této vnitroskupinové homogenitě, (zejména z pohledu měřítek na y osách).

Výsledky

1 Eurostat

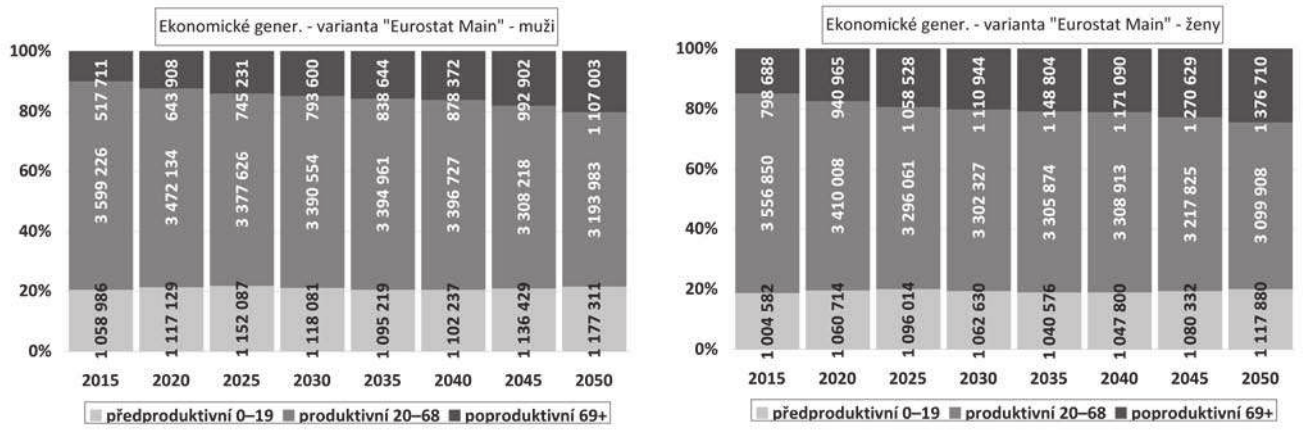
Z pěti uvažovaných variant Eurostatu jsou 3 z nich velice podobné a jedná se o „Main Scenario" (podle Eurostatu (2013) tzv. hlavní scénář, který by měl nastoupit s nejvyšší pravděpodobností, viz Obr. 1a, 1b a 1c), „Higher Life Expectancy Variant", (tj. scénář s optimističtější nadějí dožití, viz Obr. 2a, 2b a 2c) a „Reduced migration Variant", (tj. scénář s nižším očekávaným čistým migračním profilem než v případě hlavního scénáře, viz Obr. 5a, 5b a 5c). Z výsledků projektovaných proporcí biologických a ekonomických generací, a výsledků projektovaných vývojů Sauvyho indexů stáří a indexů hospodářské závislosti podle OSN je zřejmá jen minimální variabilita. Počty projektovaných obyvatel v jednotlivých generacích podle pohlaví se liší jen v řádu tisíců či desetitisíců (ve vztahu k populaci ČR jako celku) a výsledné indexy jsou díky tomu rozdílné většinou až na druhém desetinném místě, nejčastěji o 1–4 setiny. Z pohledu biologických generací a Sauvyho indexů stáří je společný pro tyto tři scénáře modus, který nastane přibližně v roce 2035. Vzhledem k tomu, že jde o vrchol rozdělení a počet obyvatel ČR má podle těchto variant být také nejvyšší, je i nejvyšší variabilita ve výsledku, rozpětí od 3,15 do 3,23 osoby starší 50 let na jednu osobu mladší 15 let. Vývoj proporcí ekonomických generací a tím i indexů hospodářské závislosti podle OSN má ve všech 3 zmíněných variantách dlouhodobě společný trend, který lze charakterizovat významným růstem mezi lety 2015 až 2025 (z hodnot 1,33 na 1,43–1,44), stagnací mezi lety 2025 až 2040 (hodnoty kolem 1,42–1,45) a opět významným růstem po roce 2040 (z hodnot 1,44–1,45 na 1,53–1,55).

Obr. 1a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Main Scenario".



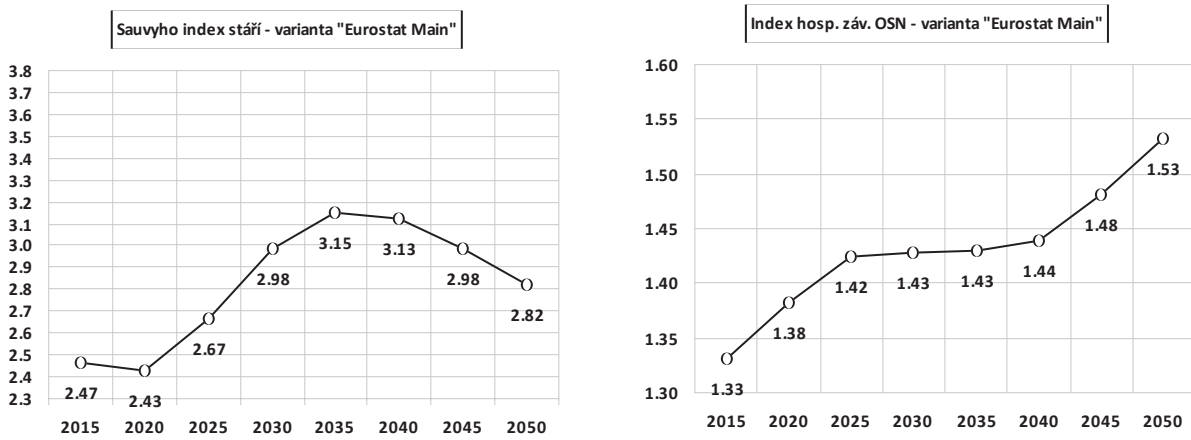
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 1b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Main Scenario“.



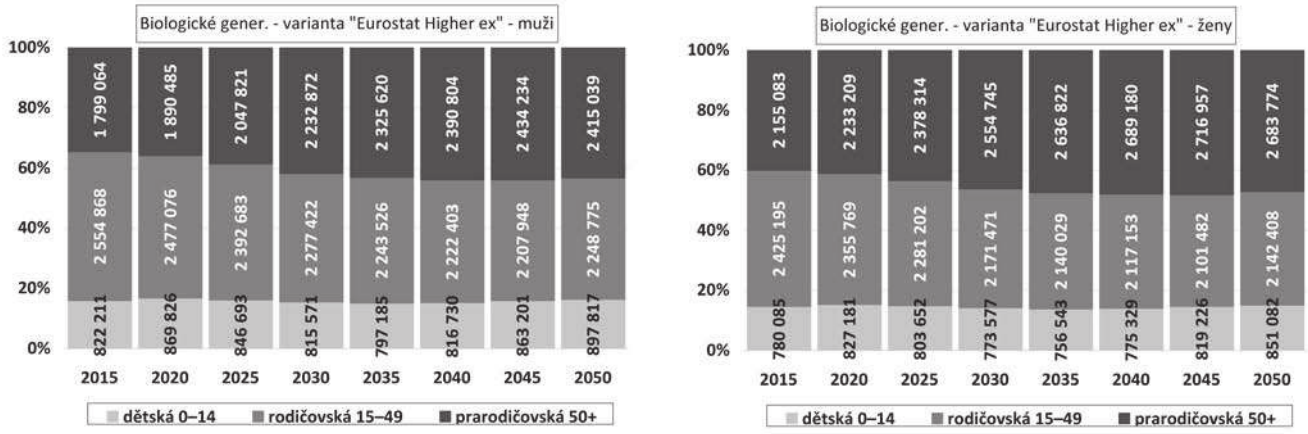
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 1c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Main Scenario“.



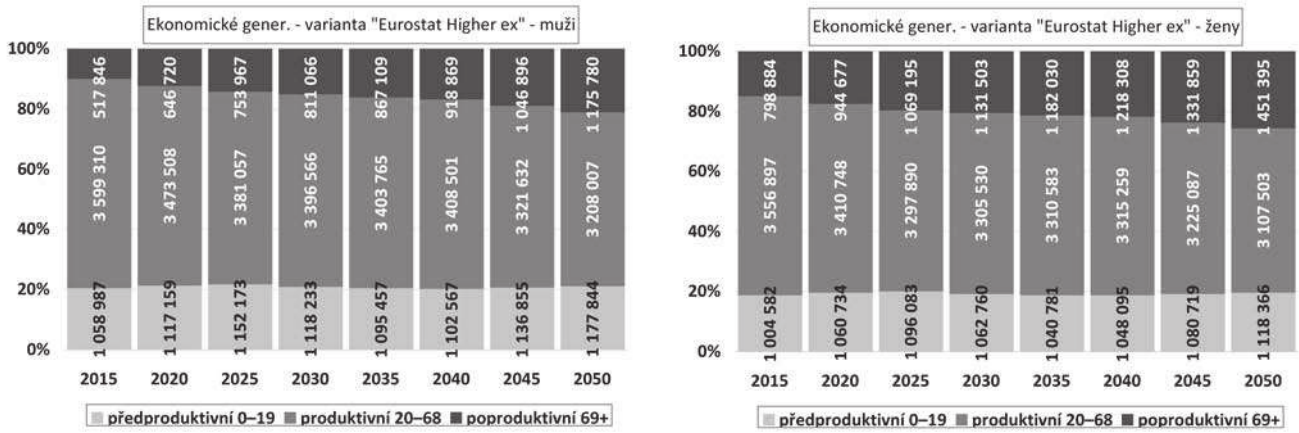
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 2a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Higher Life Expectancy Variant“.



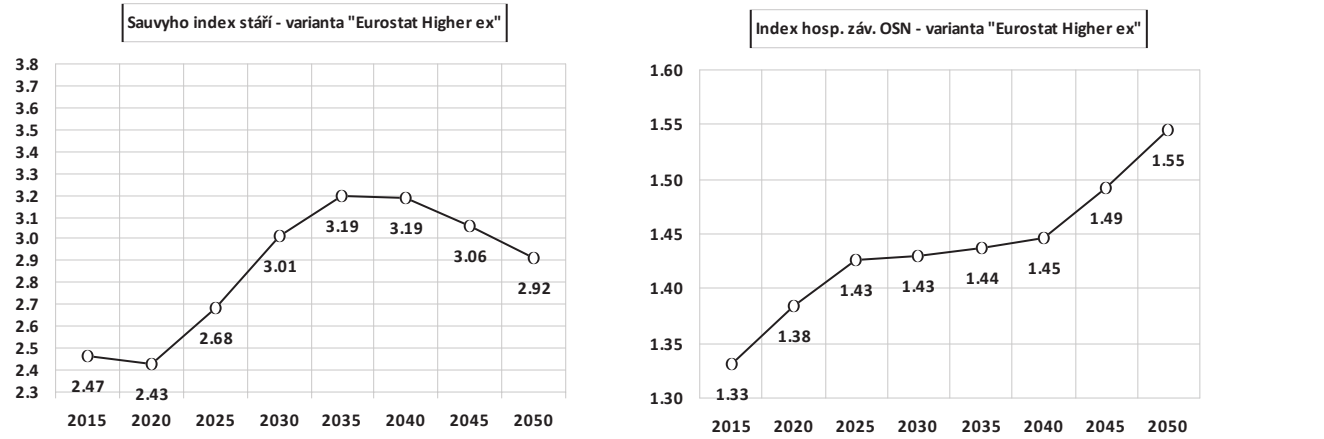
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 2b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Higher Life Expectancy Variant“.



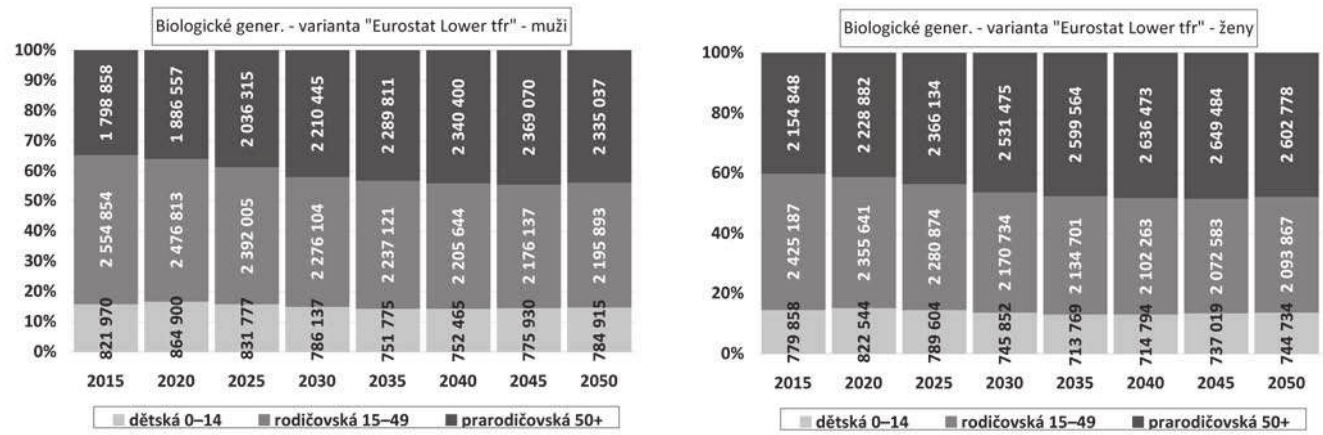
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 2c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Higher Life Expectancy Variant“.



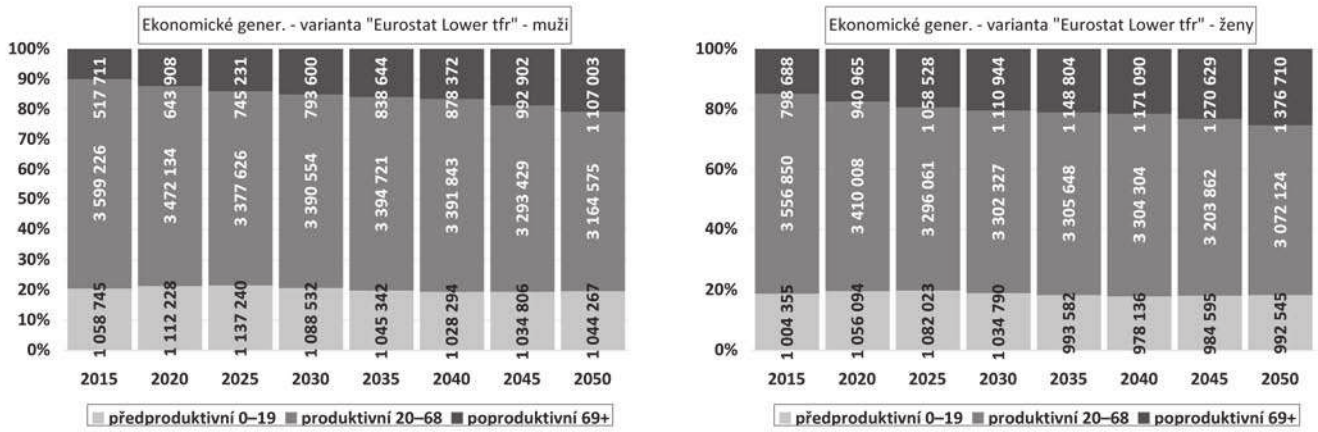
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 3a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Lower Fertility Variant“.



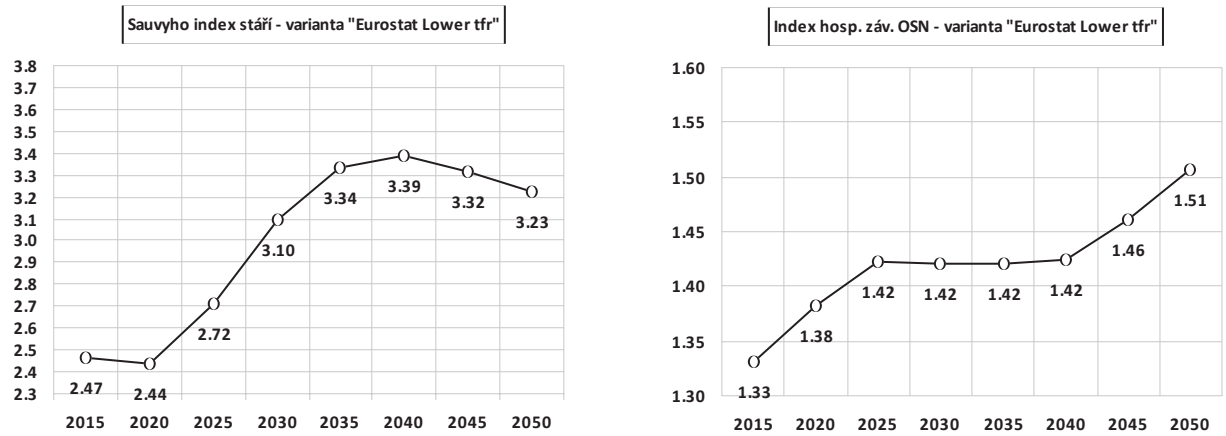
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 3b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Lower Fertility Variant“.



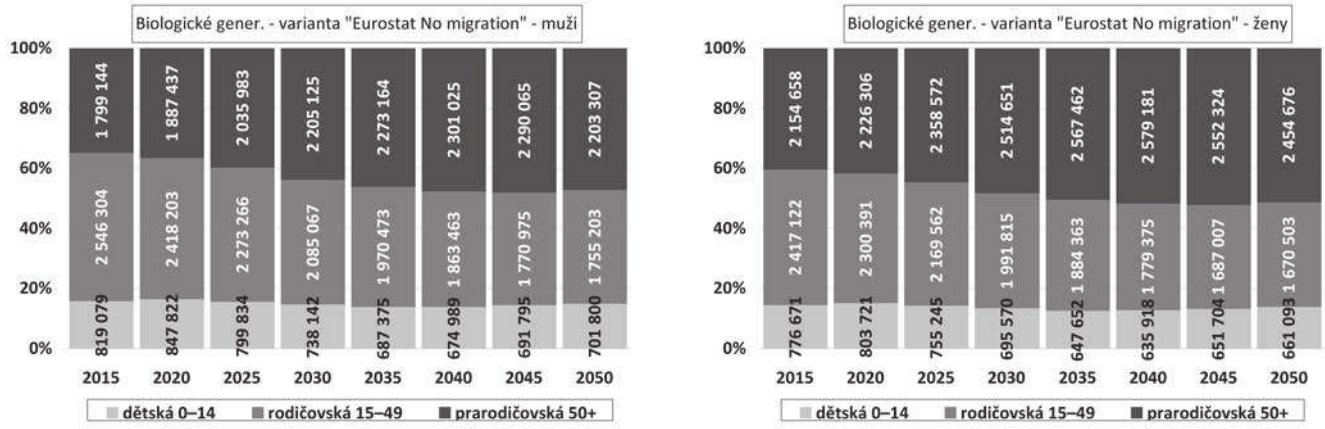
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 3c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Lower Fertility Variant“.



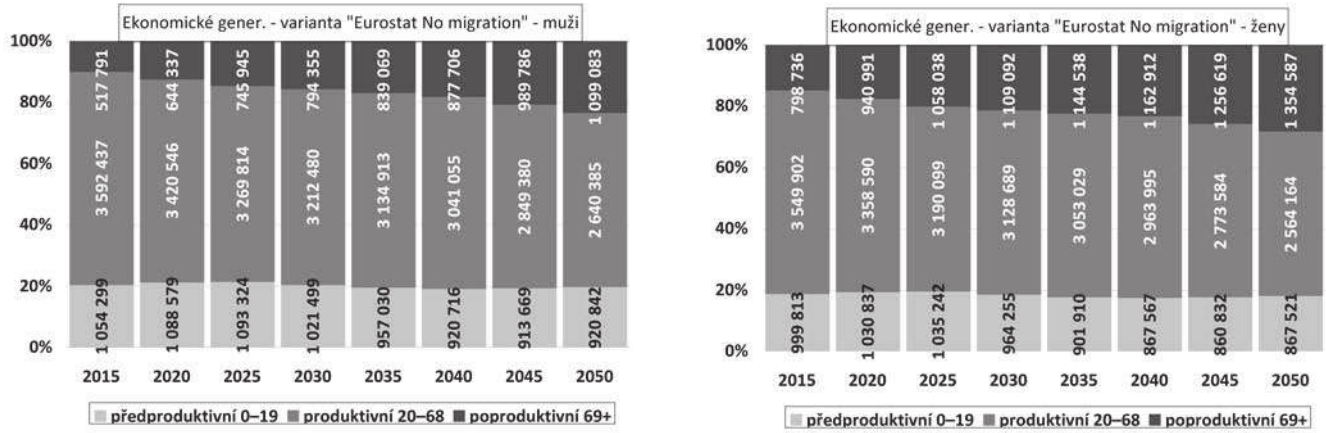
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 4a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat No Migration Variant“.



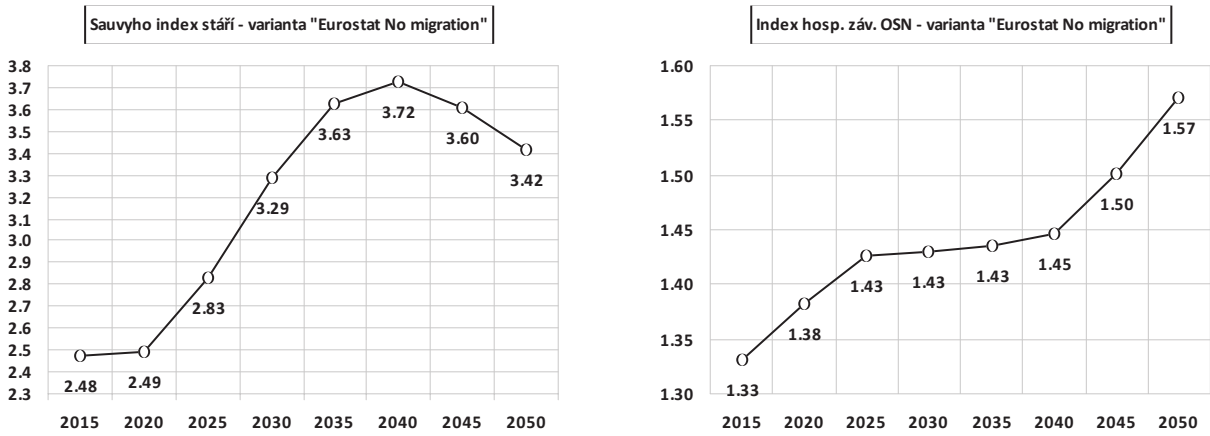
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 4b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat No Migration Variant“.



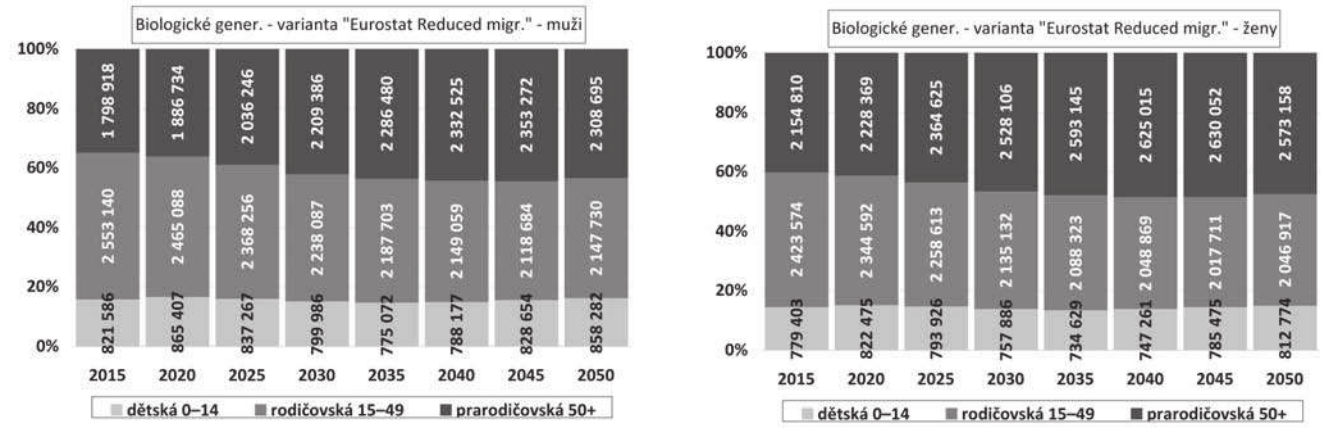
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 4c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat No Migration Variant“.



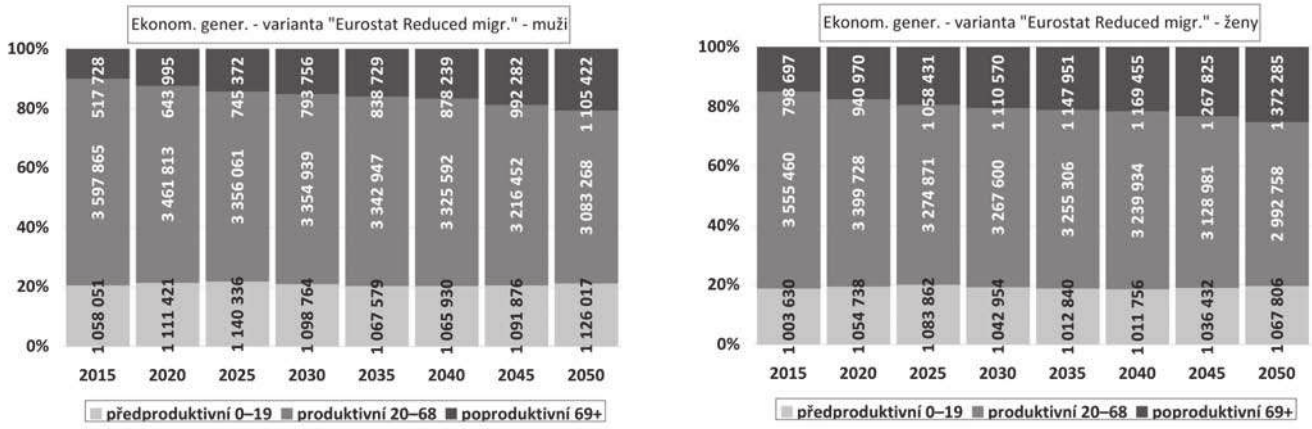
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 5a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Reduced Migration Variant“.



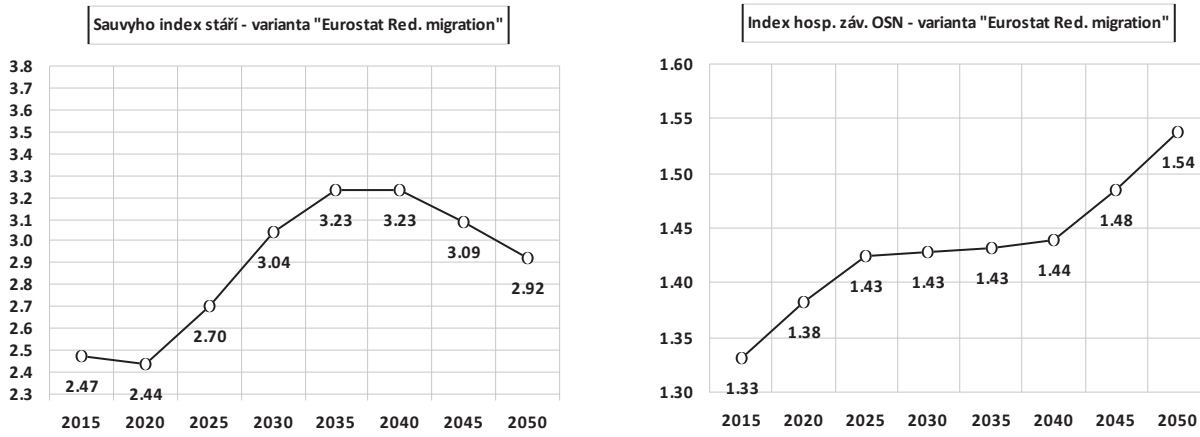
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 5b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Reduced Migration Variant“.



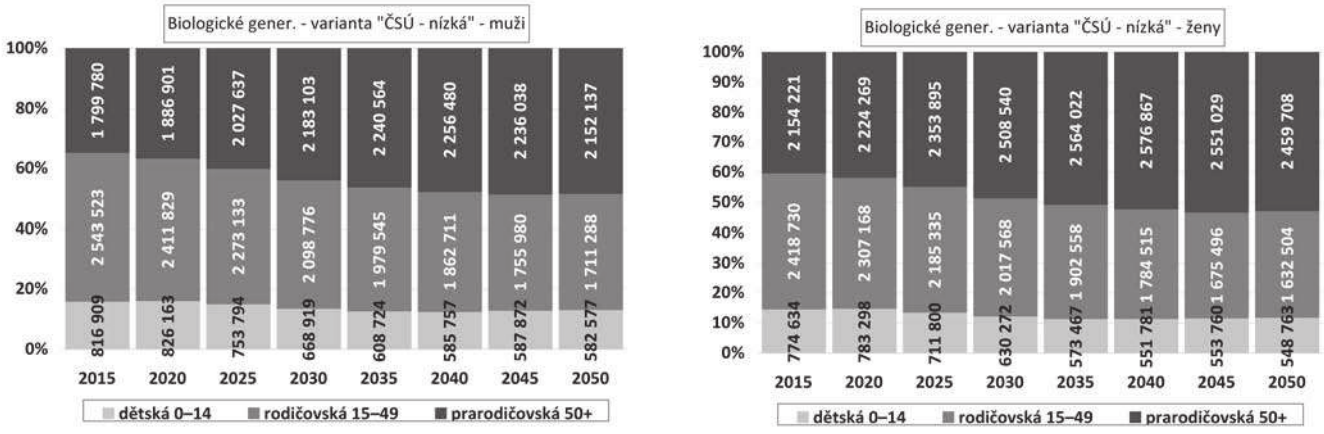
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 5c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Eurostat Reduced Migration Variant“.



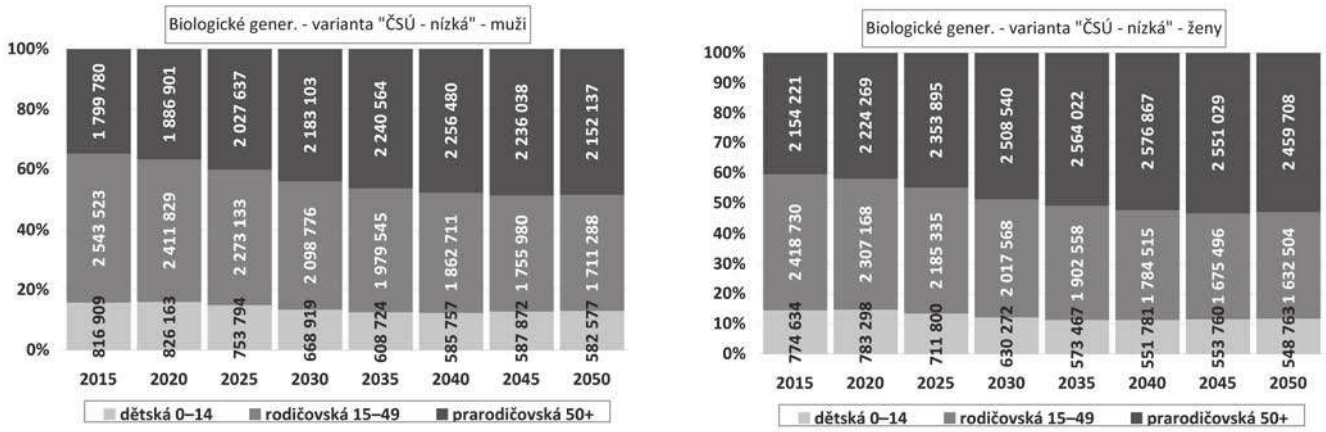
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 6a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „ČSÚ - nízká“.



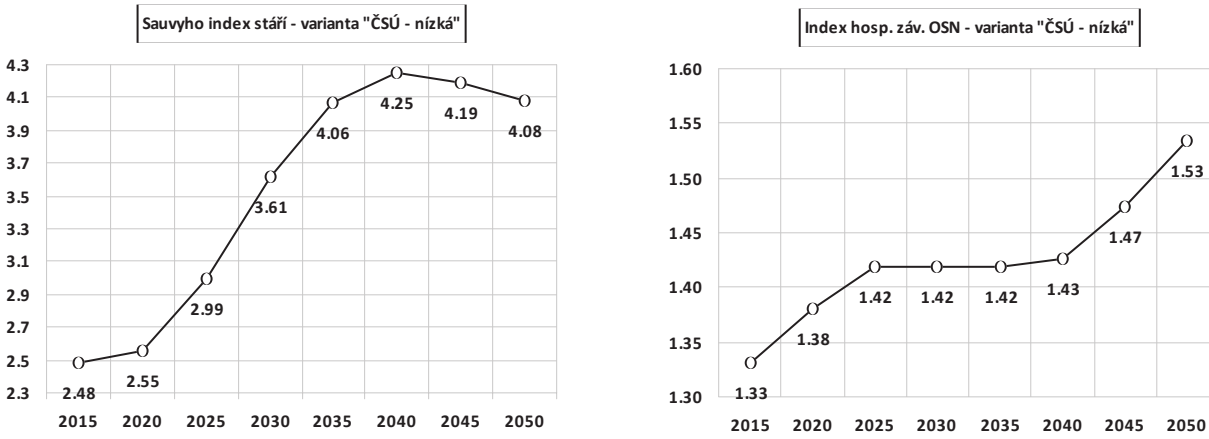
Zdroj dat: ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 6b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „ČSÚ - nízká“.



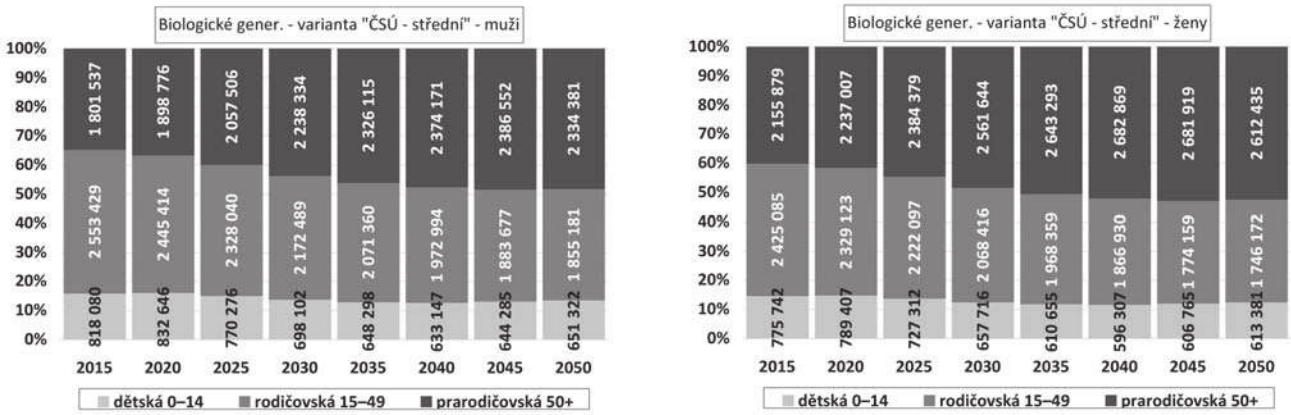
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 6c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „ČSÚ - nízká“.



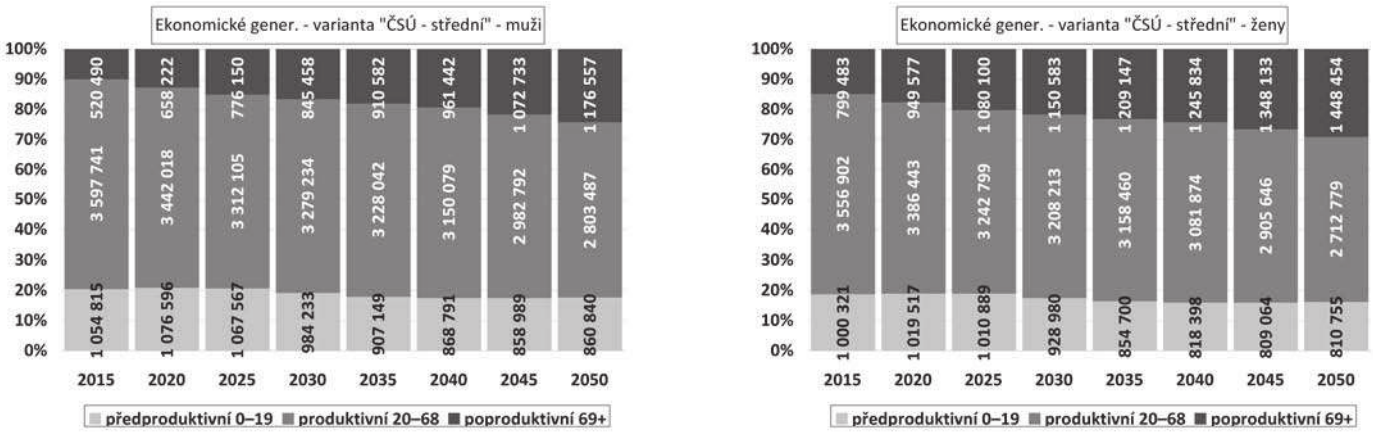
Zdroj dat: ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 7a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „ČSÚ - střední“.



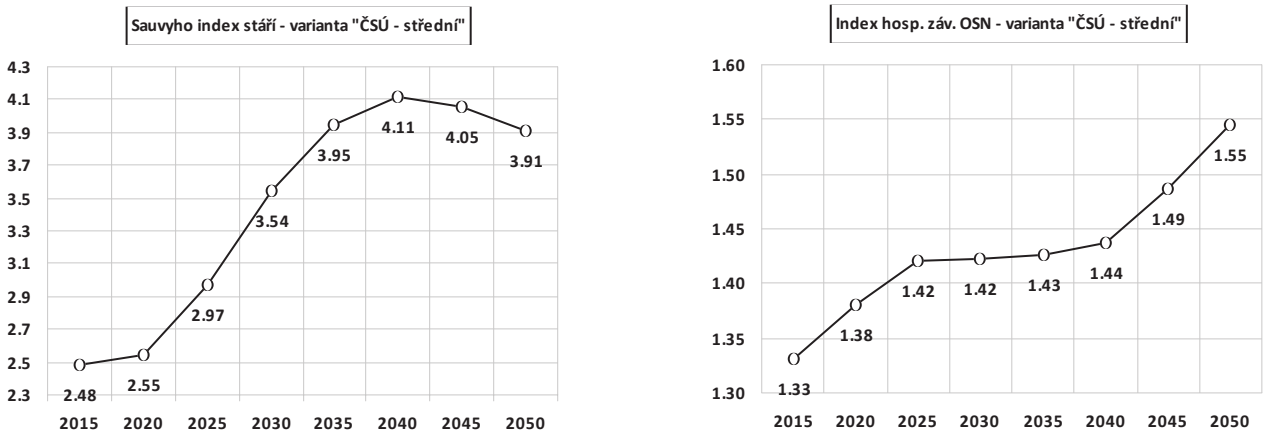
Zdroj dat: ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 7b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „ČSÚ - střední“.



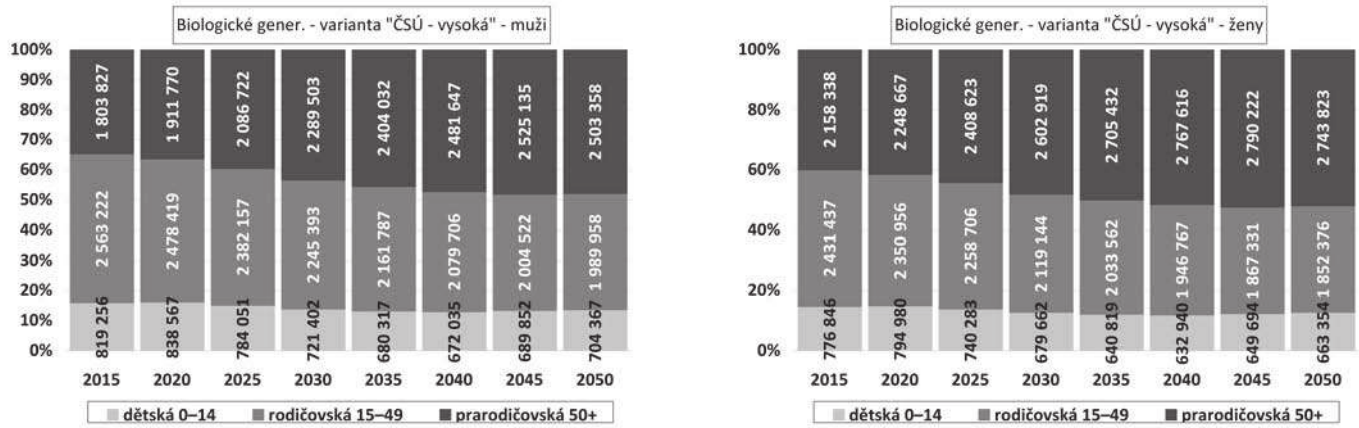
Zdroj dat: ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 7c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „ČSÚ - střední“.



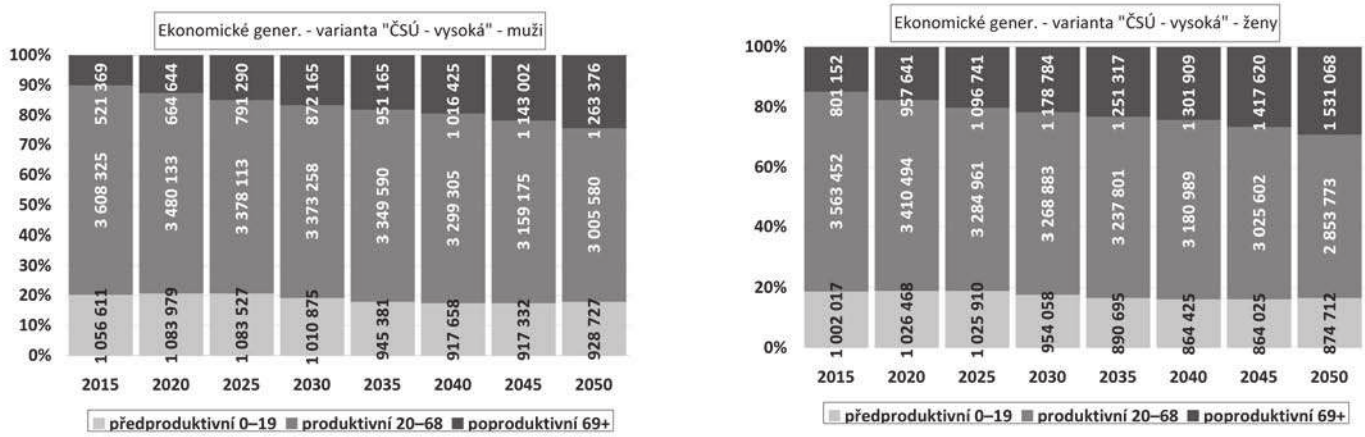
Zdroj dat: ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 8a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „ČSÚ - vysoká“.



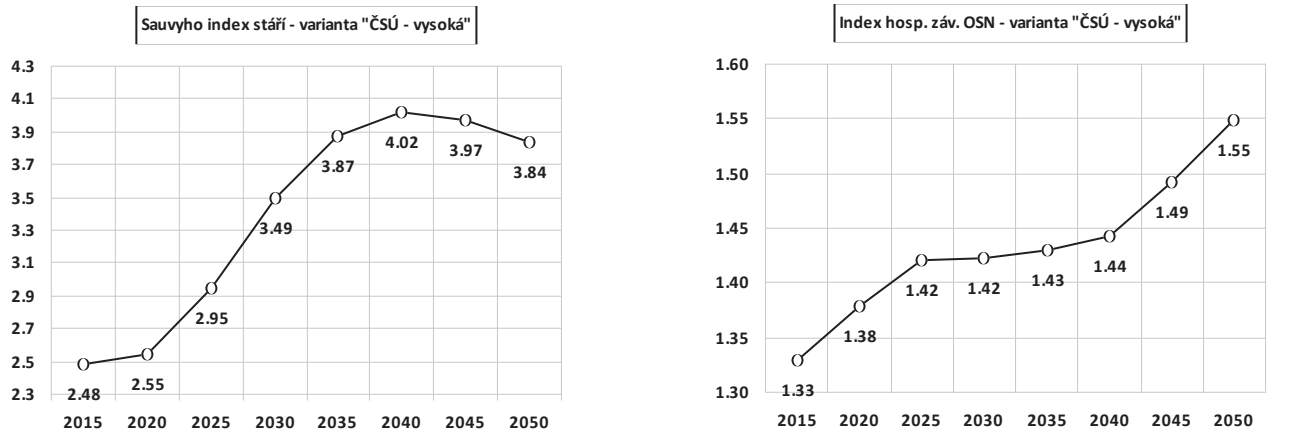
Zdroj dat: ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 8b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „ČSÚ - vysoká“.



Zdroj dat: ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 8c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „ČSÚ - vysoká“.



Zdroj dat: ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování.

Zbývající dva scénáře podle metodiky Eurostatu („Lower Fertility Variant“, tj. varianta s nižší úhrnnou plodností než v případě hlavního scénáře, viz Obr. 3a, 3b a 3c, a „No Migration Variant“, tj. varianta očekávající dlouhodobě nulové saldo čisté migrace, viz Obr. 4a, 4b a 4c), jsou významně pesimističtější svými výsledky, zejména poslední zmíněná. Nízká plodnost, respektive nulová imigrace může způsobit významné zestárnutí české populace, což se projeví jak ve vyšších indexech stáří, tak hospodářské závislosti. Podobně jako v případě předchozích 3 optimističtějších variant je i zde patrný modus Sauvyho indexu, který je posunut přibližně o 5 let dále (na rok 2040) a jeho hodnota je odhadována v rozmezí od 3,39 do 3,72 prarodiče na jedno vnouče. Trojí fáze (růst, stagnace a opět růst) zaznamenává i prognózovaný vývoj indexů závislosti. Mezi lety 2015 až 2025 může vzrůst z hodnot 1,33 na 1,42–1,43, což je podobný výsledek jako v případě předchozích 3 optimističtějších variant. V období stagnace je ovšem variabilita vyšší, mezi lety 2025 až 2040 můžou indexy vzrůst z hodnot 1,42–1,43 na 1,42–1,45 a podobně i ve fázi opětovného růstu mezi lety 2040 až 2050 z hodnot 1,42–1,45 na 1,51–1,57.

2 Český statistický úřad

Výsledky Českého statistického úřadu (viz výsledky v Obr. 6a, 6b, 6c až 8a, 8b, 8c) se významně liší od těch, které publikuje Eurostat. Ve všech třech uvažovaných variantách jsou absolutní (i relativní četnosti) nejstarších generací (prarodičovské i poproduktivní) relativně podobné výsledkům Eurostatu, (liší se většinou jen v řádu desetitisíců, výjimečně statisíců), mnohem větší variabilita je ovšem v případě generace rodičovské/produktivní, respektive dětské/předproduktivní. Zde je ve většině pozorování diference i více než 0,5 milionu osob v rámci jednoho pohlaví, což již mění výsledky indexů stárnutí i zatížení populace významným způsobem.

Podle srovnání výsledků Sauvyho indexů stáří a indexů hospodářské závislosti podle OSN jsou varianty ČSÚ nejblíže scénáři Eurostatu označeného „No Migration Variant“. Křivka indexů stáří má zpočátku konvexní průběh, přecházející v konkávní, s modem v roce 2040. V nízké, střední i vysoké variantě začíná rok 2015 na hodnotě 2,48 prarodiče připadající na jednu osobu mladší 15 let, přičemž posléze (po roce 2020) nastává prudký nárůst, který se zastaví až v modálním roce 2040. Ve vysoké variantě je tato hodnota 4,02, ve střední 4,11 a v nízké 4,25 prarodiče připadajícího na jednu osobu mladší 15 let. Více než 4 osoby prarodičovské generace připadající v průměru na jedno dítě je (zejména v poslední zmíněné variantě) způsobeno nízkou uvažovanou úhrnnou plodností, která je v celém období projekce uvažována 1,45 dítěte na

jednu ženu během reprodukčního období. Tři varianty Eurostatu, konkrétně „Main Scenario", „Higher Life Expectancy Variant" a „Reduced Migration Variant", měli modus Sauvyho indexu stáří přibližně o 5 let dříve (rok 2035). Zde u variant ČSÚ nastává pokles až po roce 2040, postupně na hodnoty 3,84 (varianta vysoká), 3,91 (varianta střední) a 4,08 (varianta nízká).

Tvar rozdělení projekce indexů hospodářské závislosti podle OSN je stejný, jako v případě všech pěti variant podle Eurostatu, i hodnoty jsou si mezi sebou velmi podobné. V první fázi - intenzivního růstu mezi lety 2015 až 2025 vzroste ukazatel z hodnoty 1,33 na 1,42, a to jak v nízké, střední, tak vysoké variantě. Ve fázi stagnace mezi lety 2025 až 2040 jsou hodnoty v rozpětí 1,42 až 1,43–1,44. Nad jednu polovinu závislé osoby na jednu potenciálně výdělečně činnou osobu se hodnoty dostanou až ve druhé růstové fázi, mezi lety 2040 až 2050. Podle použité varianty projekce ČSÚ to bude změna z 1,43–1,44 na 1,53–1,55, přičemž hodnoty 1,55 jsou stejné jak v případě střední varianty, tak vysoké. Tato hodnota je nejvíce determinována optimistickým vývojem naděje dožití (střední délky života), která je uvažována ve střední a vysoké variantě, a nižším očekávaným čistým migračním profilem (zejména nižší počty mladých imigrantů), ve srovnání s predikcemi podle metodiky Eurostatu.

3 Katedra demografie FIS VŠE (KDEM)

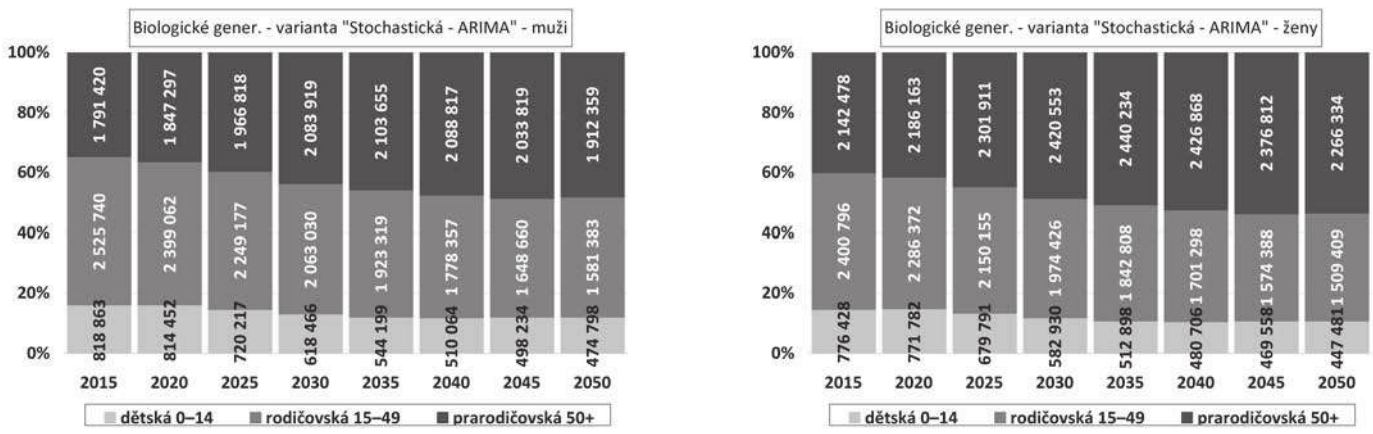
Modelováním demografických procesů pomocí statistických metod vychází výsledky jako pesimističtější varianty, neboť nezohledňují možnosti technologického pokroku (např. nenadálé zlepšení úmrtnostních poměrů způsobené vyšším standardem lékařské péče, zkvalitněním životní úrovně, zkrácením dojezdových vzdáleností do nemocnic, objevem léků na těžké diagnózy atp.). Naopak, co je pozitivem při aplikaci těchto metod, je skutečnost, že analytik do výsledků apriori nevkládá žádnou systematickou chybu, kterou se může dopustit např. chybným expertním úsudkem, nebo subjektivním vlivem. Modely jsou většinou diagnostikovány pomocí vhodných testů a v případě, že se výsledky nachází ve smysluplném a verifikovatelném intervalu, je s nimi pracováno jako s možnou alternativou. V kapitole „Předpoklady pro vznik výsledků analyzovaných projekcí", 3. část, bylo pojednáno, jakým způsobem a s využitím kterých modelů bylo dosaženo scénářů „Stochastický přístup - ARIMA" (viz výsledky v Obr. 9a, 9b a 9c), „Stochastický přístup - Lee-Carterův model" (viz výsledky v Obr. 10a, 10b a 10c) a „Stochastický přístup - Lee-Carterův model 48" (viz výsledky v Obr. 11a, 11b a 11c).

Kombinace jednotlivých modelů ve stochastických projekcích přináší podobné scénáře ve vývoji naděje dožití (střední délky života), jako nízká, respektive střední varianta podle ČSÚ. Co ale modely predikují výrazně nižší, je úhrnná plodnost, což ve výsledku způsobí významné zeštíhlení populační struktury ve svém základu, podobně jako je tomu v případě scénáře Eurostatu „Lower Fertility Variant", respektive „No Migration Variant", (kde ale na vině není nízká plodnost, ale nulová čistá migrace ve věkových skupinách). Z výsledků je zřejmé, že stochastické projekce předpovídají nejvyšší podíly starších osob v populaci ve srovnání s ostatními scénáři (Eurostatu a ČSÚ), což způsobí vyšší hodnoty Sauvyho indexů stáří a indexů hospodářského zatížení podle OSN.

„Stochastický přístup - ARIMA" je nyní jediná varianta, podle které vychází křivka Sauvyho indexů stáří ve stejném rozdělení jako ve všech předchozích případech (Eurostat a ČSÚ), tj. postupný přechod z konvexní do konkávní funkce. Z roku 2015 z hodnoty 2,47 začne postupně narůstat až na hodnotu 4,56 v roce 2040, což je i modus tohoto rozdělení. Od roku 2040 do 2050 pak může dle uvažovaného scénáře poklesnout na úroveň 4,53, i tak se jedná o významný počet osob prarodičovské generace na jedno dítě ve věku 0–14 dokončených let. Vezmeme-li výsledky z varianty „Stochastický přístup - Lee-Carterův model" a „Stochastický přístup - Lee-Carterův model 48", žádný modus v roce 2040 není, neboť funkce vývoje Sauvyho indexů stáří přejde z konvexnosti a konkávnosti opět do konvexního průběhu. Indexy postupně narůstají mezi lety 2015 až 2040 z hodnot 2,49 (obě varianty) na 4,31 (Stochastický přístup - Lee-Carterův model), respektive na 4,35 (Stochastický přístup - Lee-Carterův model 48). Hodnota 4,58 (v případě posledního zmíněného scénáře) je nejpesimističtější výsledek ze všech uvažovaných variant v tomto článku, a je způsoben optimistickým vývojem naděje dožití (střední délky života), podobně jako v případě scénáře Eurostatu „Higher Life Expectancy Variant" nebo „Vysoké varianty" podle ČSÚ, velmi nízkou úhrnnou plodností českých žen v horizontu projekce (hluboce pod záchovnou úroveň prosté reprodukce, přibližně 1,25–1,30 živě narozeného dítěte na jednu ženu během celého reprodukčního období) a imigraci převážně ve věkových skupinách 40 let a výše, do věku 40 let je pak čistý migrační profil poměrně nízký).

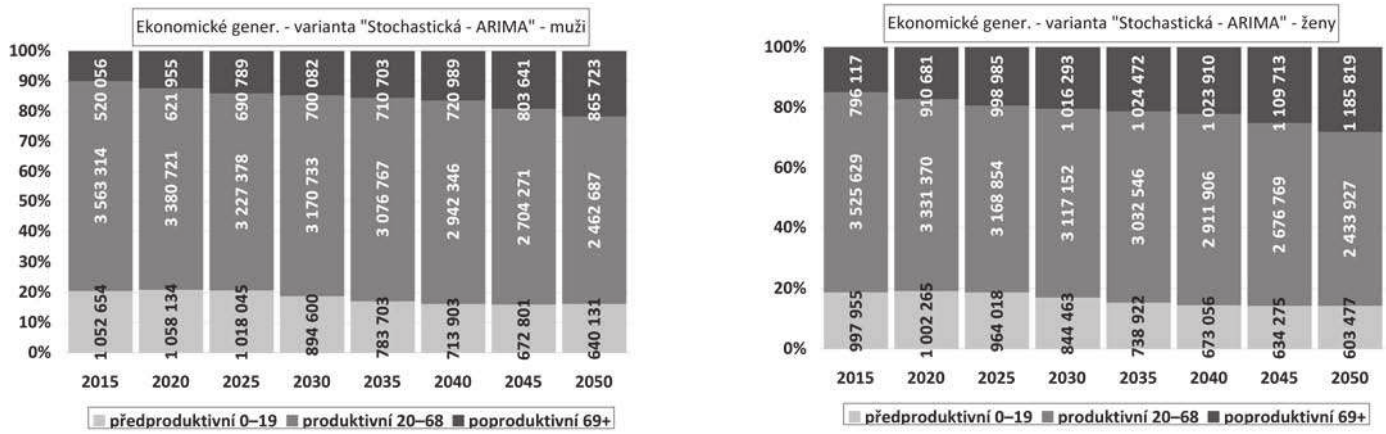
Vzhledem k tomu, že věkové rozpětí pro potenciální ekonomicky produktivní věk je poměrně široké a podle OSN navíc můžeme uvažovat, že pracovat mohou i mladší osoby (z předproduktivní generace), popřípadě i starší osoby (z poproduktivní generace), nejsou výsledky indexů hospodářské závislosti až tak pesimistické, jak by se dalo očekávat po zhodnocení vývoje indexů stáří. Ve srovnání s variantami, které byly vytvořeny Eurostatem, respektive ČSÚ, zde není období stagnace indexů v letech 2025 až 2040. Místo toho indexy hospodářské závislosti dokonce začnou klesat, k nárůstu se vrátí opět až po roce 2040, přičemž na konci horizontu projekce nebudou dosahovat na úroveň ani jedné předchozích variant.

Obr. 9a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Stochastický přístup - ARIMA".



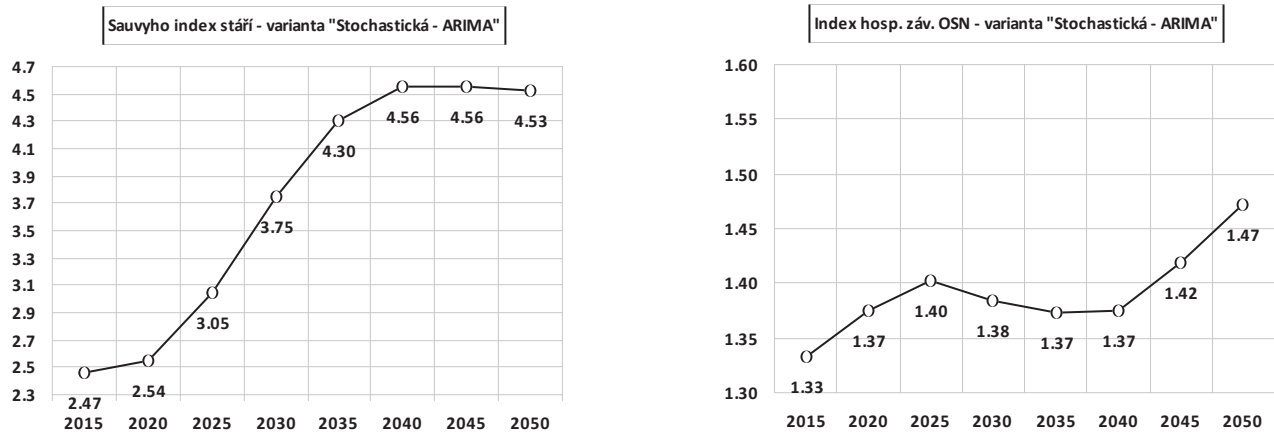
Zdroj dat: vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 9b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Stochastický přístup - ARIMA“.



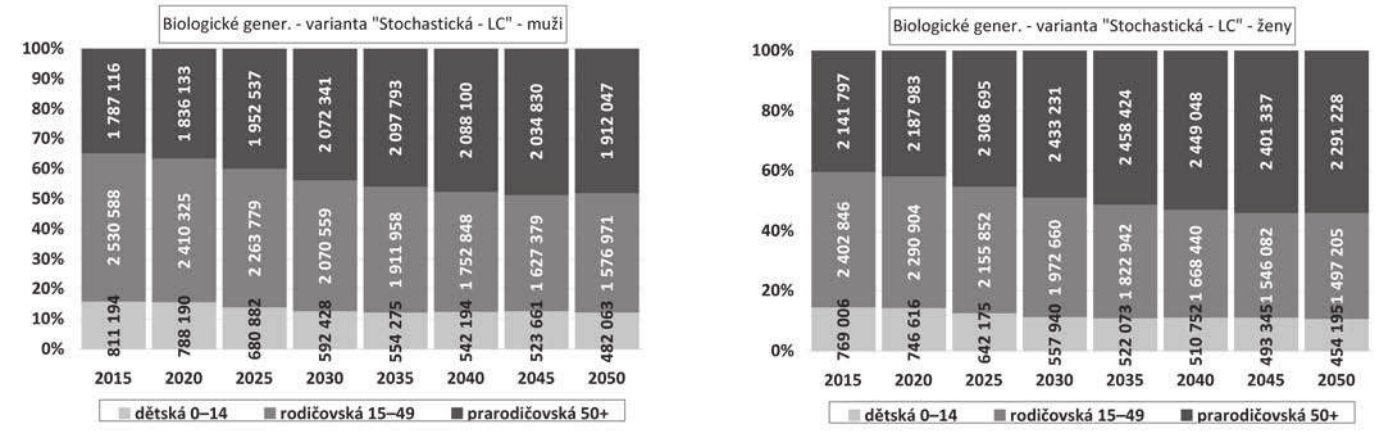
Zdroj dat: ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 9c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Stochastický přístup - ARIMA“.



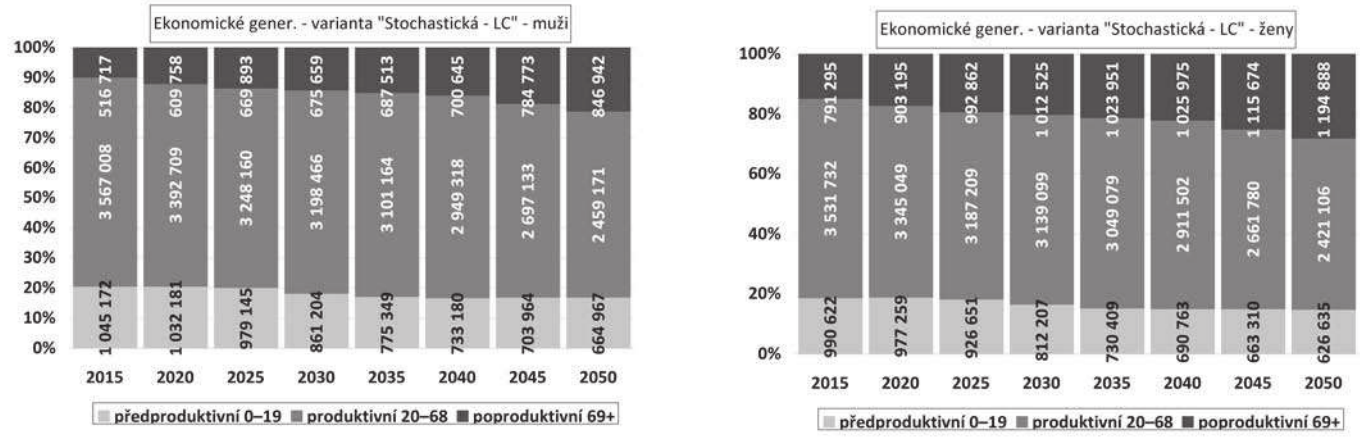
Zdroj dat: vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 10a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Stochastický přístup - Lee-Carterův model“.



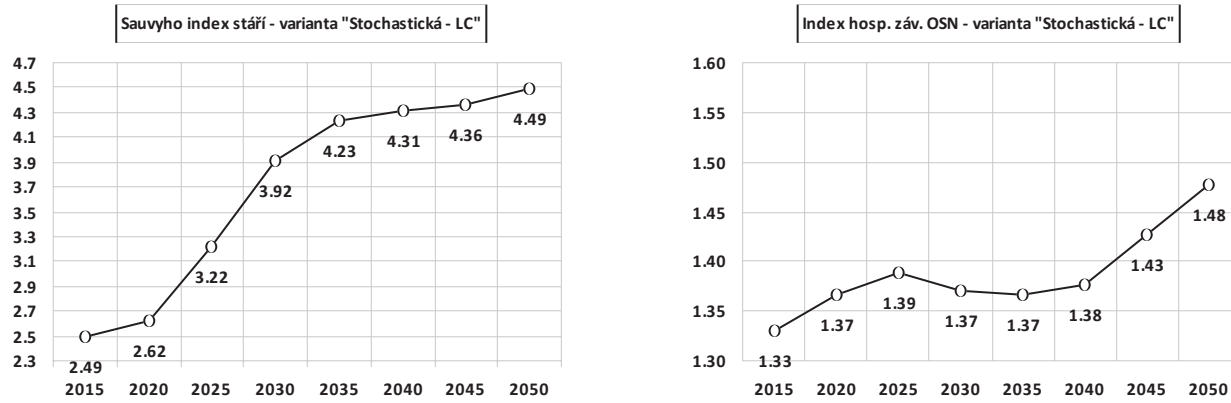
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 10b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Stochastický přístup - Lee-Carterův model".



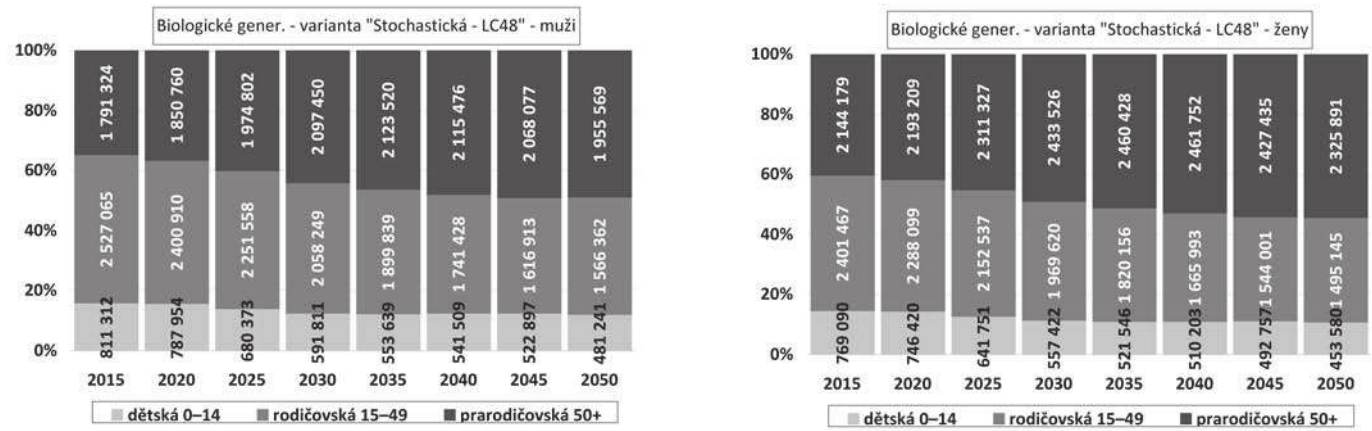
Zdroj dat: vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 10c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Stochastický přístup - Lee-Carterův model".



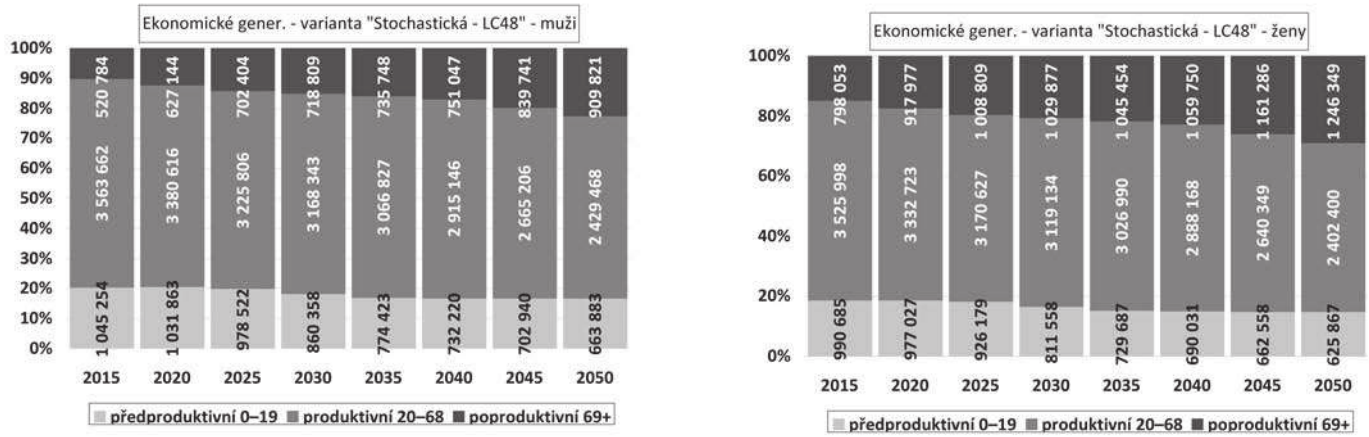
Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 11a - Projekce vývoje biologických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Stochastický přístup - Lee-Carterův model 48".



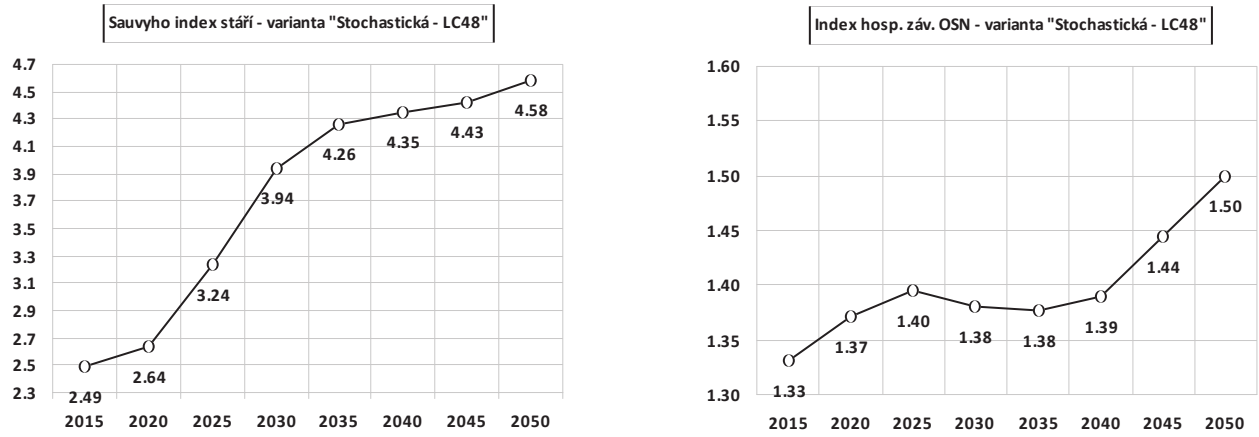
Zdroj dat: vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 11b - Projekce vývoje ekonomických generací podle pohlaví (muži - vlevo, ženy - vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Stochastický přístup - Lee-Carterův model 48“.



Zdroj dat: vlastní výpočty a zpracování.

Obr. 11c - Projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexu hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle varianty „Stochastický přístup - Lee-Carterův model 48“.



Zdroj dat: Eurostat, vlastní výpočty a zpracování.

Při pohledu na Obr. 9c, 10c a 11c vidíme, že hodnoty indexů začínají v roce 2015 nejdříve na úrovni 1,33 a postupně rostou do roku 2025 na 1,39–1,40. Poté následuje zlom a ukazatel začíná klesat až do roku 2040, postupně tedy z hodnot 1,39–1,40 na 1,37–1,38. Po roce 2040 začíná znovu narůstat a v závislosti na uvažovaném scénáři může být jeho rozpětí mezi hodnotami 1,47–1,50 v roce 2050.

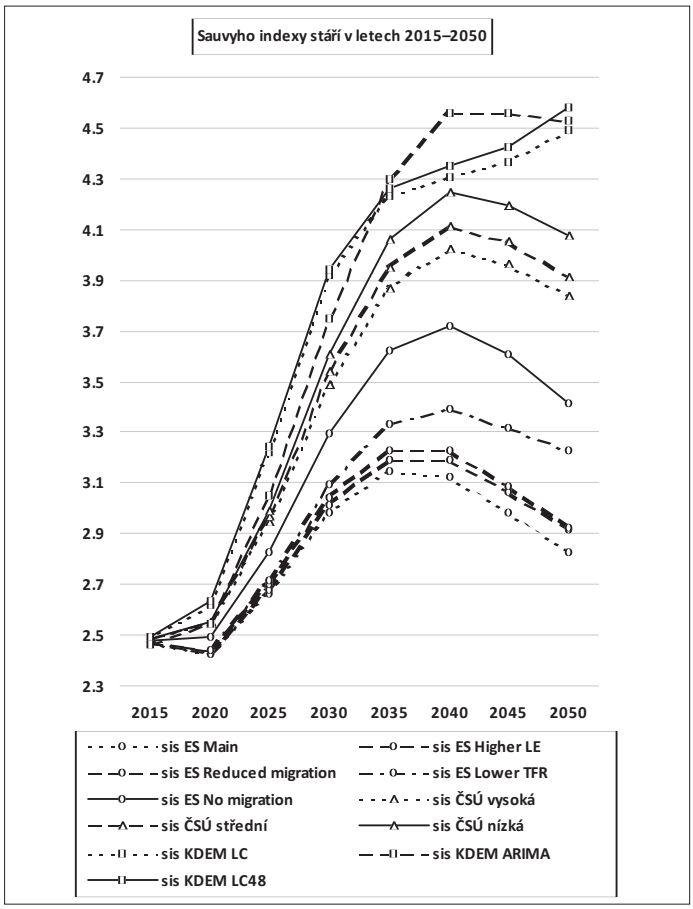
Diskuse možných dopadů a srovnání výsledků

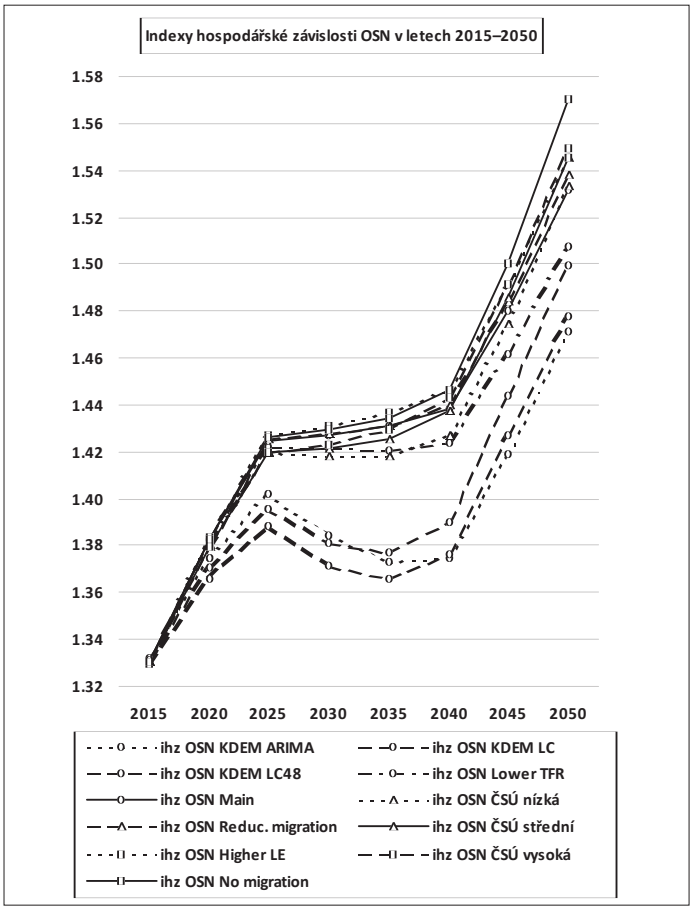
Výsledky ukazují, že odborníci na populační vývoj očekávají relativně široké rozpětí možných scénářů, přičemž již dnes víme, že některé jsou pravděpodobnější, jiné méně. Je důležité upozornit, že vývoj vypočtených ukazatelů závisí nejen na současné populační struktuře České republiky, ale také na (většinou) ne zcela lineárním vývoji demografických procesů, které budoucí podobu populační struktury ovlivňují. Aby bylo zřejmé, jaké je variační rozpětí mezi nejvíce optimistickými a nejvíce pesimistickými výsledky, bude provedeno srovnání.

To vidíme v prezentaci vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexů hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v Obr. 12. V legendě jsou jednotlivé časové řady seřazeny vzestupně podle své hodnoty v roce 2050. Z obrázku je posléze zřejmé, že jednotlivé přístupy tvoří jakési shluky (zejména v případě Sauvyho indexů) spíše optimističtějších variant, středních variant a spíše pesimističtějších variant. Obecně platí, že stochastické demografické projekce poskytují výsledky pesimističtější, neboť neberou v úvahu subjektivní názory odborníků na potenciální změny reprodukčního chování populace, které se dá v budoucnu očekávat. Tím ovšem je dána i jejich výhoda, že explicitně nenesou žádnou systematickou chybu. Vzhledem k odlišnému rozpětí biologických a ekonomických generací jsou výsledky stochastických projekcí optimističtější v případě indexů hospodářské závislosti podle OSN. Výraznější nárůst indexů se pravděpodobně projeví až po roce 2050, jenže to zase naráží na nedostatečnou sílu těchto modelů. Extrapolace pomocí stochastického modelu úzce souvisí s délkou analyzovaných časových řad a s jejich variabilitou v minulém vývoji. Kombinací těchto dvou informací získáme představu o maximální možné délce extrapolace, kterou je ještě možno s dostatečnou spolehlivostí provádět.

Pokud bychom brali výsledky v Obr. 12 jako 95 % interval spolehlivosti (možná i 99 %), ve kterém se budou hodnoty indexů

Obr. 12 - Srovnání výsledků projekce vývoje Sauvyho indexu stáří (vlevo) a indexů hospodářské závislosti podle OSN (vpravo) v České republice v letech 2015–2050 podle všech uvažovaných variant.





stáří a hospodářské závislosti podle OSN nacházet, střední hodnota predikce by se v případě Sauvyho indexů nacházela mezi scénářem Eurostatu „No migration variant" a scénářem podle ČSÚ „Vysoká varianta". U indexů hospodářské závislosti je tato střední hodnota komplikovanější, v důsledku jakéhosi „okna" (viz Obr. 12 vpravo, mezi lety 2025–2040). Názory na střední variantu tedy mohou být odlišné, pravděpodobně budou mezi scénářem podle KDEM - varianty „Lee-Carterova modelu 48" a scénářem Eurostatu s nižší očekávanou úrovní úhrnné plodnosti - „Lower fertility variant". Zmíněné nejpravděpodobnější varianty jsou vyčísleny v Tab. 1 (pro indexy stáří), respektive v Tab. 2 pro indexy hospodářské závislosti.

V případě, že provádíme projekci specifické populace, (popřípadě dílčí či regionální populace), a souhrnné výsledky populačních projekcí ČR (nebo jakékoliv jiné země) používáme jako oporu, je důležité zvážit, jaký scénář se pro tento účel využije. Názory na tuto volbu se v průběhu let měnily také podle toho, jak skutečný populační vývoj odpovídal projektovanému vývoji z poslední dostupné studie či analýzy. Například Koschin et al. (2007) v prognózování lidského kapitálu obyvatelstva České republiky do roku 2050 a Fiala, Langhamrová (2008, 2009 nebo 2014) v případě prognózování české populace z pohledu sociální politiky a lidských zdrojů využívali vždy nízké, střední a vysoké varianty Českého statistického úřadu, přičemž střední variantu považovali za nejpravděpodobnější. Některé analýzy vyžadují kromě opory v podobě populační projekce také další vysvětlující proměnné, kterými se výsledná projekce a analýza koriguje. Toto je třeba aplikovat v případě projekce školních kontingentů a zatížení školských zařízení (viz např. studie Langhamrové, 1996, Langhamrové, Fialy, 2009 nebo Fialy, Miskolczi, 2014). Náklady na zdravotní péči jsou významně determinovány stárnutím obyvatelstva, přičemž střední nebo raději pesimistické varianty je třeba uvažovat v případě, když chceme mít jistotu, že systém nebude podfinancovaný (viz výsledky studie Fialy, Langhamrové, 2006 nebo Langhamrové, Fialy,

Tab. 1 - Projekce Sauvyho indexů stáří v uvažovaných variantách.

Varianta / Scénář	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
sis ES Main	2,468	2,425	2,668	2,984	3,148	3,127	2,984	2,825
sis ES Higher LE	2,468	2,430	2,682	3,013	3,194	3,191	3,062	2,915
sis ES Reduced migration	2,470	2,438	2,698	3,041	3,232	3,229	3,087	2,921
sis ES Lower TFR	2,468	2,439	2,715	3,095	3,336	3,392	3,317	3,228
sis ES No migration	2,478	2,491	2,826	3,292	3,626	3,723	3,604	3,418
sis ČSÚ vysoká	2,482	2,547	2,949	3,492	3,867	4,023	3,968	3,836
sis ČSÚ střední	2,483	2,550	2,966	3,540	3,947	4,113	4,051	3,911
sis ČSÚ nízká	2,484	2,554	2,990	3,611	4,064	4,249	4,193	4,076
sis KDEM LC	2,486	2,622	3,221	3,917	4,233	4,309	4,362	4,489
sis KDEM ARIMA	2,466	2,543	3,049	3,749	4,298	4,558	4,557	4,531
sis KDEM LC48	2,490	2,636	3,242	3,943	4,263	4,352	4,426	4,580

Zdroj dat: Eurostat, ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování

2007). Regiony na úrovni krajů a okresů se projektují mnohem obtížněji a kromě opory v podobě vybrané populační projekce (nejčastěji opět střední varianta ČSÚ) se upravují o regionální rozdíly. O těchto úpravách v rámci analýzy demografického vývoje a jeho důsledků pro oblast školství v malých lokalitách na okraji Prahy hovoří Kačerová et al. (2007), v případě nerovnoměrného rozložení vzdělanostních skupin a možnostech prognózování na úrovni krajů ČR pojednává Mazouch et al. (2009). Nejobtížnější je však projektování specifické populace, u které se vždy obtížně očekávají nejen změny v oblasti reprodukce, ale také migrace mezi regiony. V případě prognózování převážně zemědělského obyvatelstva na úrovni krajů České republiky (převážně zemědělských regionů) museli Šimpach, Pechrová (2015a, 2015b) uvažovat například i faktor vylidňování českého venkova a postupné stěhování lidí do větších měst. Z tohoto důvodu byla jako opora pro jejich výzkum využita nízká varianta Českého statistického úřadu, dále varianta „Lower total fertility rate" podle Eurostatu a Lee-Carterova metoda odpovídající scénáři KDEM LC48, využitá také v tomto článku. Šimpach (2015) nebo Šimpach, Langhamrová (2016) zase v rámci projektování ekonomicky aktivního obyvatelstva v oblasti vzdělávání a školství, respektive v oblasti informačních a komunikačních technologií, použili nízkou, respektive střední variantu projekce podle ČSÚ s přihlédnutím k saturaci jednotlivých věkových skupin a pravděpodobnostech přechodu mezi jednotlivými skupinami.

Závěr

Oporu pro dílčí analýzy v podobě populačních projekcí je třeba volit s rozmyslem, neboť volba scénáře/varianty, popřípadě volba přístupu pro modelování demografických procesů poskytuje různé výsledky, které následnou analýzu významně ovlivňují. Cílem předkládaného článku bylo v první řadě poukázat na dva možné přístupy (deterministické a stochastické), kterými je možno konstruovat demografické projekce. Svou podstatou se významně liší, přičemž největší odlišnost je spatřována v zohledňování expertních úsudků v případě deterministických modelů a absenci systematických chyb v případě stochastických modelů. Vzhledem k tomu, že deterministické modely jsou korigovány pomocí předpokladů stanovenými odborníky z oblasti demografie, sociologie, medicíny a práva, bývají často optimističtější než stochastické modely, které využívají variabilitu z minulého vývoje a hlavní komponenty k odhadování svých parametrů. Nezohledňují faktor technologického pokroku, což je na jedné straně sice nevýhoda, na straně druhé nemůže nikdo zaručit, že nenadálé změny, které do projekcí pomocí deterministických modelů zakomponovali odborníci, skutečně nastanou.

Tab. 2 - Projekce indexů hospodářské závislosti podle OSN v uvažovaných variantách.

Varianta / Scénář	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ihz OSN KDEM ARIMA	1,332	1,375	1,402	1,385	1,373	1,374	1,419	1,471
ihz OSN KDEM LC	1,330	1,366	1,388	1,371	1,366	1,376	1,427	1,478
ihz OSN KDEM LC48	1,331	1,371	1,396	1,381	1,377	1,390	1,444	1,499
ihz OSN Lower TFR	1,331	1,382	1,422	1,421	1,421	1,424	1,461	1,507
ihz OSN Main	1,331	1,383	1,425	1,427	1,431	1,438	1,481	1,532
ihz OSN ČSÚ nízká	1,331	1,380	1,420	1,418	1,418	1,427	1,474	1,534
ihz OSN Reduc. migration	1,331	1,383	1,425	1,428	1,431	1,440	1,484	1,538
ihz OSN ČSÚ střední	1,330	1,380	1,420	1,422	1,425	1,437	1,486	1,545
ihz OSN Higher LE	1,331	1,383	1,427	1,431	1,436	1,446	1,491	1,546
ihz OSN ČSÚ vysoká	1,330	1,379	1,420	1,423	1,429	1,443	1,491	1,549
ihz OSN No migration	1,330	1,383	1,426	1,429	1,435	1,446	1,501	1,571

Zdroj dat: Eurostat, ČSÚ, vlastní výpočty a zpracování

Ve druhé řadě měl tento článek za cíl představit několik v současné době dostupných variant populačních projekcí České republiky, které byly dosaženy v rámci výzkumu několika institucí a modelovány pomocí různých přístupů. Vzhledem k odlišnostem vstupních scénářů a metodám výpočtu jsou výsledky dosti variabilní, což představuje i významnou variabilitu v podobě vypočtených odvozených ukazatelů, kterými mohou být např. Sauvyho indexy stáří, který informuje o stáří a tvaru populační struktury, respektive v podobě indexů hospodářské závislosti podle OSN, které informují o zatížení potenciálně výdělečné populace dané země osobami na nich ekonomicky závislými. Pět scénářů populačních projekcí podle metodiky Eurostatu, tři podle Českého statistického úřadu a tři podle katedry demografie FIS VŠE v Praze byly porovnány mezi sebou a diskutovány jejich výsledky a potenciální dopady. Z uvedeného srovnání na Sauvyho indexech stáří a indexech hospodářské závislosti podle OSN je zřejmé, že obecné (a v české praxi také nejrozšířenější) využívání střední varianty podle ČSÚ jako opory pro další výzkum sice není neadekvátní, ale nemusí být tato varianta vždy používána univerzálně. V případě zmíněných indexů se (v pomyslném pořadí seřazených výsledků) umístila na 7., respektive 8. místě z celkových 11 variant, což je za mediánem a výsledky jsou ve srovnání s nejoptimističtější a nejpesimističtější disponibilní variantou blíže té pesimistické. Je tedy vždy na zvážení analytika, jaký výzkum provádí a pro jaké potřeby bude tento výzkum využit, a podle toho je nutno zvolit vhodnou metodu projekce s vhodným scénářem populačního vývoje.

Poděkování

Tento článek vznikl s podporou Grantové agentury České republiky pod projektem označeným 15-13283S „Projekce populace České republiky podle úrovně vzdělání a rodinného stavu".

1 ARIMA(p, d, q) je zkratka, používaná pro označení výsledných tvarů modelů, sestavených za účelem modelování nesezónních časových řad (viz Hamilton, 1994). Význam znaků je: AR = Auto Regressive - [autoregresní], I = Integrated - [integrovaný], MA = Moving Averages - [klouzavé průměry]. Znaky p, d a q jsou parametry modelu ARIMA, kde p je parametr autoregresní komponenty AR, d je řád nesezónních diferencí a q je parametr komponenty klouzavých průměrů MA. Hodnoty přiřazené místo znaků v závorce tedy určují řády parametrů modelu ARIMA, tj. modelu pro nesezónní řady. Za závorkou je nebo není napsán znak c. V případě, že je, v modelu je zařazena úrovňová konstanta. V případě že napsán není, konstanta je statisticky nevýznamná a do modelu nebyla zahrnuta.

2 V této studii není použito termínu „generace" tak, jak je běžně užíváno v demografické terminologii. Využíváme smyslu tzv. „druhého" (přeneseného), kdy se termín generace běžně používá v různých spojeních, jako např. mladá generace, dorůstající generace, atp. Zavádíme tedy termín biologické a ekonomické generace tak, jak byly definovány například Roubíčkem (1997), Fialou (2002), nebo Koschinem (2005), neboť podle schopnosti reprodukce můžeme populaci rozdělit do tří základních skupin (generací) - předreprodukční (dětské), reprodukční (rodičovské) a poreprodukční (prarodičovské). Tím dostáváme tři skupiny - 0–14 letí, tj. I. biologická generace, 15–49 letí, tj. II. biologická generace a 50 a víceletí, tj. III. biologická generace. Dále je možné dělit populaci z pohledu ekonomické aktivity, aby co nejlépe vystihovaly ekonomický potenciál. Analogicky jako u biologických generací zde dostáváme generace ekonomické. I. ekonomická generace (předproduktivní) 0–19 letí, II. ekonomická generace (produktivní) 20–64 letí, a III. ekonomická generace (poproduktivní) 65 a víceletí (Roubíček, 1997, s. 142, Koschin, 2005, s. 104).

3 Roubíček (1997, s. 143) uvádí: „V některých případech se počty osob jednotlivých generací váží koeficienty odpovídající jejich relativní spotřebě - pro osoby I a III generace 0,7, pro osoby II gene-

race 1,0 a do čitatele se pak dávají jen osoby aktivní. Této úpravě říkáme přepočtený index hospodářského zatížení".

Literatura

ARLT, J., ARLTOVÁ, M. (2011). *Mortality forecasting on the base of Cointegrated Lee-Carter Method.* In: ASMDA 2011 - Applied Stochastic Models and Data Analysis. Roma: Universita di Roma, s. 81–87.

ARLTOVÁ, M. (2011). *Stochastické metody modelování a předpovídání demografických procesů* [habilitační práce]. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 131 s.

BELL, W. R., MONSELL, B. (1991). *Using principal components in time series modelling and forecasting of age-specific mortality rates.* In: Proceedings of the American Statistical Association, Social Statistics Section, s. 154–159.

BOGUE, D. J., ANDERTON, D. L., ARRIAGA E. E. (1993). *Population models, Projections and Estimates.* Readings in Population Research Methodology, č. 5, United Nations Social Development Center, Chicago.

BOOTH, H., TICKLE, L., SMITH, L. (2005). *Evaluation of the variants of the Lee-Carter method of forecasting mortality: a multi-country comparison.* New Zealand Population Review, roč. 31, č. 1, s. 13–34.

BUETNER, T. (2002). *Approaches and experiences in projecting mortality patterns for the oldest old.* North American Actuarial Journal, roč. 6, č. 3, s. 14–25.

BURCIN, B., KUČERA, T. (2004). *Nová kmenová prognóza populačního vývoje České republiky (2003–2065).* Demografie, roč. 46, č. 2, s. 100–111.

BURCIN, B., KUČERA, T. (2010). *Populační vývoj stotisícových měst České republiky.* In: Marián Halás, Pavel Klapka, Zdeněk Szczyrba (eds): Geographia Moravica 1: Sborník prací k šedesátinám doc. RNDr. Václava Touška, CSc. Univerzita Palackého v Olomouci, s. 27–46.

BURCIN, B., KUČERA, T. (2011). *Prognóza vývoje obyvatelstva České republiky do roku 2070.* In: Bartoňová D. a kol.: Demografická situace České republiky: proměny a kontexty 1993-2008. Praha: Sociologické nakladatelství SLON, 2010, s. 181–212. ISBN 978-80-7419-024-7.

BURCIN, B., KUČERA, T., POSPÍŠILOVÁ, L., ŠPAČKOVÁ, P., OUŘEDNÍČEK, M. (2013). *Prognóza demografického vývoje suburbánní zóny Prahy na období 2012–2030. Východiska, předpoklady a základní výsledky prognózy.* Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha, 22 s.

COELHO, E., MAGALHAES, M. G., BRAVO, J. M. (2007). *Mortality and Longevity Projections for the Oldest-Old in Portugal.* Proceedings of the Joint Eurostat/UNECE (United Nations Statistical Commission and Statistical Office of the Economic Commission for Europe). Work Session on Demographic Projections, Bucharest, Romania, s. 117–132.

ČSÚ. (2013). *Projekce obyvatelstva České republiky do roku 2100* [on-line]. Dostupné z: https://czso.cz/csu/czso/projekce-obyvatelstva-ceske-republiky-do-roku-2100-n-fu4s64b8h4.

ERBAS, B., ULLAH, S., HYNDMAN, R. J., SCOLLO, M., ABRAMSON, M. (2012). *Forecasts of COPD mortality in Australia: 2006–2025.* BMC Medical Research Methodology, roč. 2012, s. 12–17.

EUROSTAT. (2013). EUROPOP2013 - *Population projections at national level* [on-line]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/data/database.

FIALA, T. (2002). *Demografické výpočty v tabulkovém procesoru.* 1. vyd. Praha: Oeconomica, 218 s.

FIALA, T., LANGHAMROVÁ, J. (2006). *Projekce vývoje nákladů na zdravotní péči.* Forum Statisticum Slovacum. Bratislava: Slovenská štatistická a demografická spoločnosť, s. 49–53. ISSN 1336-7420.

FIALA, T., LANGHAMROVÁ, J. (2008). *Prospects of the Future Demographic Development in the Czech Republic and Possible Consequences of the Population Ageing in the Sphere of Social Policy.* In: EUROSAI Seminar on Auditing of Social Security Systems. Praha: NKÚ, s. 1–47.

FIALA, T., LANGHAMROVÁ, J. (2009). *Lidské zdroje v České republice před 50 lety a za 50 let.* Demografie, roč. 51, č. 1, s. 44–55. ISSN 0011-8265.

FIALA, T., LANGHAMROVÁ, J. (2014). *Předpokládaný vývoj obyvatelstva krajů ČR.* Acta Oeconomica Pragensia, roč. 22, č. 4, s. 73–96. ISSN 0572-3043.

FIALA, T., MISKOLCZI, M. (2014). *Estimation of the number of descendants of pensioners of the given year of births.* In: The 8th International Days of Statistics and Economics. Slaný: Melandrium, s. 405–413. ISBN 978-80-87990-02-5.

HALLEY, E. (1693). *An Estimate of the Degrees of the Mortality of Mankind.*

HAMILTON, J. D. (1994). *Time Series Analysis.* Princeton University Press, 816 s.

HYNDMAN, R. J., KOEHLER, A. B., SNYDER, R. D., GROSE, S. (2002). *A state space framework for automatic forecasting using exponential smoothing methods.* International Journal of Forecasting, roč. 18, č. 3, s. 439–454.

HYNDMAN, R. J., SHANG, HAN LIN. (2009). *Forecasting functional time series.* Journal of the Korean Statistical Society, roč. 38, č. 3, s. 199–221 (s diskusí).

KAČEROVÁ, E., LANGHAMROVÁ, J., FIALA, T. (2007). *Analýza demografického vývoje a jeho důsledků pro oblast školství malých lokalitách na okraji Prahy.* In: Regionální demografie. Olomouc: ČSÚ, s. 138–151.

KEYFITZ, N. (1964): *The population projection as a matrix operator.* Demography, roč. 1, č. 1, s 56–73.

KEYFITZ, N. (1991). *Experiments in the projection of mortality.* Canadian Studies in Population, roč. 18, č. 2, s. 1–17.

KOSCHIN, F. (2005). *Kapitoly z ekonomické demografie.* 1. vyd. Praha: Oeconomica. 52 s.

KOSCHIN, F. et al. (2007). *Prognóza lidského kapitálu obyvatelstva České republiky do roku 2050.* Praha: Oeconomica, 105 s.

KRETSCHMEROVÁ, T., ŠIMEK, M. (2004). *Projekce obyvatelstva České republiky do roku 2050.* Demografie 2004, roč. 46, č. 2, s. 91–99.

LANGHAMROVÁ, J. (1996). *Projekce školních kontingentů v České republice v letech 1995–2005.* Acta Oeconomica Pragensia, roč. 4, č. 7, s. 169–174. ISSN 0572-3043.

LANGHAMROVÁ, J., FIALA, T. (2007). *Praktické použití metody demografické projekce na příkladu financování zdravotní péče.* In: Firma a konkurenční prostředí 2007 - Kvantitativní metody v hospodářství. Brno: MZLU, s. 78–83. ISBN 978-80-86633-86-2.

LANGHAMROVÁ, J., FIALA, T. (2009). *Zatížení školských zařízení v České republice z pohledu demografické projekce do roku 2060.* In: Mezinárodní statisticko-ekonomické dny na VŠE v Praze. Praha: FIS VŠE; FPH VŠE, s. 1–7. ISBN 978-80-86175-66-9.

LEE, R. D., CARTER, L. R. (1992). *Modeling and forecasting U.S. mortality.* Journal of the American Statistical Association, roč. 87, s. 659–675.

LEE R. D., TULJAPURKAR, S. (1994). *Stochastic population forecasts for the United States: beyond high, medium, and low.* Journal of the American Statistical Association, roč. 89, s. 1175–1189.

LESLIE, P. H. (1945). *On the Use of Matrices in Certain Population Mathematics.* Biometrika, roč. 33, č. 3, s. 183–212.

LUNDSTRÖM, H., QVIST, J. (2004). *Mortality Forecasting and Trend Shifts: An Application of the Lee-Carter Model to Swedish Mortality Data.* International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique, roč. 72, č. 1, s. 37–50.

MALTHUS, T. R. (1798a). *An Essay on the Principle of Population.* In: Oxford World's Classics reprint, Chapter V., s. 39–45.

MALTHUS, T. R. (1798b). *An Essay on the Principle of Population,* In: Oxford World's Classics reprint, Chapter VII., s 61.

MAZOUCH, P., KOSCHIN, F., FISCHER, J., FIALA, T., LANGHAMROVÁ, J., KAČEROVÁ, E. (2009). *Prognóza úrovně vzdělanosti v krajích České republiky.* Demografie, roč. 51, č. 1, s. 56–64. ISSN 0011-8265.

MURPHY, M. J. (1995). *The prospect of mortality: England and Wales and the United States of America, 1962–1989.* British Actuarial Journal, roč. 1, č. 2, s. 331–350.

ORD, K., LOWE, S. (1996). *Automatic Forecasting.* The American Statistician, roč. 50, č. 1, s. 88–94.

ROUBÍČEK, V. (1997). *Úvod do demografie.* 1. vyd. Praha: CODEX Bohemia. 348 s. ISBN 80-85963-43-4.

SUNDBÄRG, A. G. (1923). *Bevölkerungsstatistik Schwedens 1750–1900.* Stockholm, P. A. Norstedt & Söner.

ŠIMPACH, O. (2015). *Experts in the field of education and other potential knowledge makers in 2051.* In: Efficiency and Responsibility in Education 2015 (ERiE). Prague: Czech University of Life Sciences Prague, s. 499–506. ISBN 978-80-213-2560-9.

ŠIMPACH, O. (2016). *Statistické metody v demografickém prognózování [disertační práce].* Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 176 s.

ŠIMPACH, O., LANGHAMROVÁ, J. (2016). *Will The Population of Czech ICT Specialists Be Able to Keep Its Economic and Competitive Potential in 2060 and Later?* In: IDIMT-2016: Information Technology, Society and Economy Strategic Cross-Influences. Linz: Trauner Verlag, s. 37–44. ISBN 978-399033-869-8.

ŠIMPACH, O., PECHROVÁ, M. (2015a). *Development of the Czech Farmers' Age Structure and the Consequences for Subsidy Policy.* Agris on-line Papers in Economics and Informatics, roč.. VII, č.. 3, s. 57–69. ISSN 1804-1930.

ŠIMPACH, O., PECHROVÁ, M. (2015b). *Projection of Czech agricultural workers' gender structure.* In: Agrarian Perspectives XXIV. - Global Agribusiness and Rural Economy. Prague: CULS Prague, s. 447–455. ISBN 978-80-213-2581-4. ISSN 1213-7960.

Autor Ing. Ondřej Šimpach, Ph.D. (ondrej.simpach@vse.cz) je odborným asistentem na Katedře statistiky a pravděpodobnosti Fakulty informatiky a statistiky Vysoké školy ekonomické v Praze (Department of statistics and probability, Faculty of Informatics and Statistics of The University of Economics Prague), nám. W. Churchilla 4, 130 67 Praha 3 - Žižkov, Praha, Česká republika.

Autorka doc. Ing. Jitka Langhamrová, CSc. (LanghamJ@vse.cz) je vedoucí Katedry demografie Fakulty informatiky a statistiky Vysoké školy ekonomické v Praze (Department of demography, Faculty of Informatics and Statistics of The University of Economics Prague), nám. W. Churchilla 4, 130 67 Praha 3 - Žižkov, Praha, Česká republika.

Příručka pro osoby se zdravotním postižením

MPSV vydalo aktualizovanou Příručku pro osoby se zdravotním postižením, v níž zdravotně postižení najdou informace o příspěvku na péči, sociálních službách, jež mohou využít, o zaměstnávání zdravotně postižených, o průkazu osoby se zdravotním postižením, invalidních důchodech i dalších dávkách. Příručka je k dispozici na MPSV, kontaktních pracovištích ÚP ČR, OSSZ a na adrese www.mpsv.cz.

Zdroj: MPSV