

Nejpoužívanější modely pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti a jejich aplikace na populace vybraných zemí Evropské unie

Petra Dotlačilová

Abstrakt

Demografové se stále snaží najít model, který by co nejlépe popisoval vztah mezi úmrtností a věkem. Po dlouhou dobu se pro modelování úmrtnosti používal Gompertz – Makehamův model. Ale v dnešní době je třeba vyvíjet nové modely. Důvodem je, že se stále více osob dožívá vysokého věku. Druhým důvodem je lepší dostupnost statistických dat. Už v minulosti vzniklo několik dalších modelů používaných pro modelování úmrtnosti. V tomto článku bude několik z těchto modelů představeno a budou aplikovány na data o úmrtnosti populací vybraných zemí Evropské unie. Získané výsledky budou porovnány s výsledky podle metodiky ČSÚ a úmrtnostními tabulkami bez extrapolace.

Klíčová slova: extrapolace křivky úmrtnosti, úmrtnost, modely pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti, úmrtnostní tabulka bez extrapolace, metodika ČSÚ pro výpočet úmrtnostních tabulek

JEL Code: C, C1, C10

Úvod

Demografové se už dlouho zabývají studiem úmrtnosti. Jejich cílem je najít model pro extrapolaci křivky úmrtnosti, který by co nejlépe zachycoval vztah mezi úmrtností a věkem. V současné době je tato problematika stále více aktuální. Dochází k prodlužování naděje dožití a populační projekce předpovídají, že se vysokého věku bude dožívat stále více a více osob. Z tohoto důvodu se klade velký důraz na modelování úmrtnosti ve vyšších věcích.

1 Nejpoužívanější modely pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Gompertz – Makehamův model

$$\mu_x = a + b.c^x, \quad (1)$$

kde a , b a c jsou parametry modelu a x je věk.

Modifikovaný Gompertz – Makehamův model (Koschin, 1999)

$$\mu_x = a + b.c^{x_0 + \frac{1}{\gamma} \ln[(x-x_0)+1]}, \quad (2)$$

kde $x > x_0$, x_0 je věk, od kterého se provádí vyrovnání pomocí modifikovaného Gompertz – Makehamova modelu, a , b , c a γ jsou parametry modelu.

Himes – Preston – Condran (Boleslawski & Tabeau, 2001)

$$m_x = \frac{b.e^{a.x}}{1 + b.e^{a.x}}, \quad (3)$$

kde a , b jsou odhady parametrů modelu, x je věk a m_x je specifická míra úmrtnosti.

Heligman – Pollard (Boleslawski & Tabeau, 2001)

$$q_x = \frac{b.e^{a.x}}{1 + b.e^{a.x}}, \quad (4)$$

kde a , b jsou parametry modelu, x je věk a q_x je pravděpodobnost úmrtí.

Thatcher (Burcin et al., 2010)

$$\mu_x = \frac{z}{1+z} + \gamma, \quad (5)$$

kde $z = \alpha.e^{\beta.x}$, α , β a γ jsou parametry modelu.

Kannistö (Burcin et al., 2010)

$$\mu_x = \frac{e^{[\Theta_0 + \Theta_1 \cdot (x-80)]}}{1 + e^{[\Theta_0 + \Theta_1 \cdot (x-80)]}}, \quad \text{pro } x \geq 80 \quad (6)$$

kde Θ_0, Θ_1 jsou parametry modelu, které nabývají nezáporných hodnot, μ_x je intenzita úmrtnosti ve věku x .

Beard (*Boleslawski & Tabeau, 2001*)

$$m_x = \frac{b.e^{a.x}}{1 + c.e^{a.x}}, \quad (7)$$

kde a, b, c jsou parametry modelu a m_x je míra úmrtnosti ve věku x .

Kubický model (*Burcin et al., 2010*)

$$\mu_x = B.C^x .D^{x^2} .E^{x^3}, \quad (8)$$

kde x je věk a B, C, D, E jsou parametry modelu.

Coale – Kisker (*Boleslawski & Tabeau, 2001*)

$$m_x = e^{a.x^2 + b.x + c}, \quad (9)$$

kde a, b a c jsou parametry modelu.

Denuit – Goderniaux (*Burcin et al., 2010*)

$$\ln \hat{q}_x = a + b.x + c.x^2 + \varepsilon_x, \quad (10)$$

kde \hat{q}_x je odhad q_x , a, b, c jsou parametry modelu a ε_x je náhodná složka.

Polynomické funkce (*Boleslawski & Tabeau, 2001*)

$$m_x = a + b.x + c.x^2, \quad (11)$$

$$m_x = a + b.x + c.x^2 + d.x^3, \quad (12)$$

kde x je věk a a, b, c, d jsou parametry modelu.

Weibull (*Boleslawski & Tabeau, 2001*)

$$m_x = b.x^a, \quad (13)$$

kde x je věk a a, b jsou parametry modelu.

Podrobnější popis modelů používaných pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti viz. příspěvek Nejpoužívanější modely pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti a jejich aplikace na českou populaci.

1.1. Aplikace modelů na data vybraných zemí Evropské unie

Pro praktickou ukázkou jsem vybrala jen několik z již dříve zmíněných modelů: Coale – Kisker, Gompertz – Makeham, modifikovaný Gompertz – Makeham, Heligman – Pollard, Kannistö a Thatcher. Výsledky, které jsem získala při použití jednotlivých modelů, budu srovnávat s výsledky získanými při použití metodiky ČSÚ (ČSÚ, 2012) a s výsledky z úmrtnostní tabulky bez extrapolace. Pro výpočet byla použita data z roku 2009 (Eurostat, 2012).

Tab. 1a: Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Belgie – muži) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Belgie - muži									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	77,0	62,5	57,6	29,3	17,1	7,3	4,9	3,0	1,7	0,9
Gompertz	77,2	62,6	57,8	29,5	17,3	7,9	5,7	3,9	2,7	1,8
Gompertz- Makeham	77,1	62,5	57,7	29,4	17,2	7,4	5,1	3,3	2,0	1,2
Heligman- Pollard	77,2	62,7	57,8	29,5	17,4	8,0	5,8	4,2	2,9	2,1
Kannistö	77,3	62,7	57,8	29,6	17,4	8,1	6,0	4,4	3,2	2,4
Thatcher	77,2	62,6	57,7	29,4	17,3	7,6	5,3	3,6	2,5	1,9
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	77,2	62,6	57,8	29,5	17,3	7,5	5,3	3,7	2,5	1,8
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	77,9	63,6	58,7	30,3	18,0	8,1	5,7	3,9	2,7	2,1

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

V tabulce naděje dožití belgických mužů můžeme vidět, že nejnižší naději dožití dosáhneme při použití Coale – Kiskerova modelu (platí to pro celé věkové rozpětí). Naopak nejvyšších hodnot dosáhneme při aplikaci Kannistöva modelu. Hodnoty naděje dožití u ostatních modelů se pohybují někde mezi těmito dvěma modely. Pokud se podíváme na výsledky získané při použití Gompertz – Makehamova a modifikovaného Gompertz – Makehamova modelu vidíme, že při použití Gompertz – Makehamova modelu dostaneme vyšší naději dožití. Pokud porovnáme získané hodnoty s hodnotami podle metodiky ČSÚ, zjistíme, že nejbližší je Thatcherův model.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší. Výjimku tvoří věky od 85 – ti výše, tady je vyšších hodnot dosaženo např. při aplikaci Kannistöva modelu.

Tab. 1b: Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Belgie – ženy) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Belgie - ženy									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	82,0	67,4	62,5	33,5	20,3	8,7	5,7	3,3	1,6	0,8
Gompertz	82,6	68,0	63,1	34,1	20,9	9,8	7,1	4,9	3,2	2,0
Gompertz- Makeham	82,2	67,6	62,7	33,7	20,5	9,0	6,0	3,7	2,2	1,2
Heligman- Pollard	82,7	68,1	63,2	34,2	21,0	10,0	7,2	5,1	3,5	2,4
Kannistö	82,8	68,2	63,2	34,2	21,1	10,1	7,4	5,3	3,8	2,7
Thatcher	82,4	67,7	62,8	33,8	20,7	9,2	6,3	4,2	2,7	1,9
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	82,4	67,8	62,9	33,9	20,8	9,3	6,5	4,4	2,8	1,8
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	83,2	68,8	63,9	34,9	21,6	10,0	7,0	4,8	3,2	2,3

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

V tabulce naděje dožití pro belgické ženy opět platí, že nejnižší naději dožití dostaneme při použití Coale – Kiskerova modelu. Nejvyšších hodnot dosáhneme při použití Kannistöva modelu. Stejně tak výsledky získané při použití Gompertz – Makehamova modelu jsou vyšší než při aplikaci modifikovaného Gompertz – Makehamova modelu. Pokud porovnáme získané hodnoty s hodnotami podle metodiky ČSÚ, zjistíme, že nejbližší je Thatcherův model.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší. Od 85 – ti let výše už nejsou hodnoty naděje dožití získané z úmrtnostní tabulky bez extrapolace nejvyšší, vyšších hodnot je dosaženo např. při aplikaci Kannistöva modelu.

Tab. 2a: Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Bulharsko – muži) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Bulharsko - muži									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	70,0	56,1	51,3	23,9	13,6	6,0	4,1	2,7	1,7	1,0
Gompertz	70,0	56,1	51,3	23,9	13,6	6,4	4,8	3,5	2,5	1,8
Gompertz- Makeham	70,1	56,1	51,3	23,9	13,7	6,1	4,3	2,9	1,9	1,2
Heligman- Pollard	70,1	56,1	51,3	23,9	13,7	6,5	4,9	3,7	2,7	2,1
Kannistö	70,1	56,1	51,3	23,9	13,7	6,6	5,0	3,9	3,0	2,4
Thatcher	70,1	56,1	51,3	23,9	13,7	6,2	4,4	3,2	2,3	1,8
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	70,1	56,2	51,4	24,0	13,8	6,3	4,6	3,4	2,5	1,9
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	70,3	57,1	52,3	24,8	14,3	6,6	4,9	3,6	3,1	5,6

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

Hodnoty naděje dožití u bulharských mužů jsou až do věku 65 – ti let více méně totožné. Od 85 – ti let se rozdíly mezi jednotlivými modely začínají zvětšovat. Nejnížší naděje dožití je dosažena u Coale – Kiskerova modelu naopak nejvyšší u Kannistöva modelu.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší. Od 85 – ti let výše už je vyšších hodnot naděje dožití dosaženo např. při použití Kannistöva modelu.

Tab. 2b: Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Bulharsko – ženy) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Bulharsko - ženy									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	77,2	63,0	58,1	29,4	16,7	6,6	4,3	2,6	1,5	0,8
Gompertz	77,2	63,1	58,2	29,5	16,7	6,8	4,6	3,0	1,9	1,1
Gompertz- Makeham	77,2	63,1	58,2	29,5	16,7	6,6	4,4	2,7	1,6	1,0
Heligman- Pollard	77,3	63,2	58,3	29,6	16,9	6,9	4,8	3,2	2,1	1,4
Kannistö	77,3	63,2	58,2	29,6	16,8	7,0	4,9	3,4	2,5	1,9
Thatcher	77,3	63,1	58,2	29,6	16,8	6,8	4,6	3,1	2,2	1,6
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	77,3	63,2	58,3	29,6	16,9	6,9	4,8	3,5	2,5	1,9
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	77,7	64,2	59,3	30,5	17,7	7,5	5,2	3,9	3,3	5,6

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

Pro bulharské ženy opět platí, že nejnižší naději dožití dostaneme při použití Coale – Kiskerova modelu. Výsledky získané při použití Gompertz – Makehamova modelu jsou na počátku totožné a začínají se odlišovat ve věku 80 let. Od tohoto věku dostaneme vyšší naději dožití při použití Gompertz – Makehamova modelu. Pokud porovnáme získané hodnoty s hodnotami podle metodiky ČSÚ, zjistíme, že až do věku 85 let se nejvíce blíží Heligman – Pollardovu modelu. Pro vyšší věky se více přibližuje Kannistövu modelu.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší.

Tab. 3a – Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Česká republika – muži) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Česká republika - muži									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	74,2	59,5	54,7	26,5	15,1	6,6	4,6	3,0	1,8	1,1
Gompertz	74,2	59,6	54,7	26,5	15,2	7,1	5,2	3,7	2,6	1,8
Gompertz- Makeham	74,2	59,6	54,7	26,5	15,2	6,7	4,7	3,2	2,1	1,4
Heligman- Pollard	74,2	59,6	54,7	26,6	15,2	7,2	5,4	3,9	2,9	2,1
Kannistö	74,4	59,8	54,9	26,8	15,4	7,2	5,5	4,1	3,1	2,4
Thatcher	74,2	59,6	54,8	26,6	15,3	6,8	4,9	3,5	2,6	1,9
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	74,2	59,6	54,7	26,6	15,3	6,8	4,8	3,4	2,4	1,7
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	75,0	60,6	55,7	27,4	15,8	7,2	5,1	3,7	3,3	6,5

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

U českých mužů dostaneme nejnižší naději dožití při použití Coale – Kiskerova modelu. Naopak nejvyšší je u Kannistöva modelu. Hodnoty naděje dožití získané při použití metodiky ČSÚ jsou nejbližší hodnotám získaným Thatcherova modelu.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší. Od 85 – ti let výše už nejsou hodnoty naděje dožití z úmrtnostní tabulky bez extrapolace nejvyšší, vyšších hodnot je dosaženo např. při aplikaci Kannistöva modelu.

Tab. 3b: Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Česká republika – ženy) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Česká republika - ženy									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	80,1	65,4	60,5	31,4	18,3	7,5	4,9	2,9	1,5	0,8
Gompertz	80,3	65,6	60,7	31,6	18,5	8,0	5,5	3,7	2,3	1,4
Gompertz- Makeham	80,2	65,5	60,6	31,5	18,4	7,6	5,1	3,2	1,9	1,1
Heligman- Pollard	80,3	65,7	60,7	31,7	18,5	8,1	5,7	3,9	2,6	1,8
Kannistö	80,4	65,7	60,8	31,7	18,6	8,2	5,9	4,1	2,9	2,1
Thatcher	80,3	65,6	60,7	31,6	18,5	7,8	5,3	3,5	2,4	1,8
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	80,3	65,7	60,7	31,7	18,6	7,8	5,4	3,7	2,5	1,7
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	81,2	66,7	61,8	32,6	19,4	8,5	5,9	4,2	3,5	6,1

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

U českých žen získáme nejnížší naději dožití při použití Coale – Kiskerova modelu. A nejvyšší je u Kannistöva modelu. Hodnoty naděje dožití získané při použití metodiky ČSÚ jsou nejbližší hodnotám získaným u Thatcherova modelu.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší (platí to pro celé věkové rozpětí).

Tab. 4a: Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Řecko – muži) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Řecko - muži									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	77,5	62,9	58,1	30,1	17,7	7,7	5,3	3,3	2,0	1,1
Gompertz	77,7	63,1	58,2	30,2	17,9	8,2	5,9	4,2	2,8	1,9
Gompertz- Makeham	77,5	62,9	58,1	30,1	17,8	7,8	5,4	3,6	2,3	1,4
Heligman- Pollard	77,7	63,1	58,3	30,3	17,9	8,3	6,1	4,4	3,1	2,2
Kannistö	77,8	63,2	58,3	30,3	18,0	8,4	6,3	4,6	3,4	2,5
Thatcher	77,6	63,0	58,2	30,2	17,9	8,0	5,7	3,9	2,8	2,0
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	77,7	63,1	58,3	30,2	17,9	8,0	5,9	4,5	3,5	2,8
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	78,3	64,0	59,1	31,1	18,6	8,5	6,0	4,0	2,1	4,4

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

U řeckých mužů je nejnižší naděje dožití dosažena při použití Coale – Kiskerova modelu (stejně jako u předchozích populací). Naopak nejvyšší je u Kannistöva modelu. Hodnoty naděje dožití získané při použití metodiky ČSÚ jsou na počátku nejbližší Heligman – Pollardovu modelu. Ke změně dochází ve věku 80 let. A v nejvyšších věcích (tj. od 95 – ti let) jsou hodnoty získané podle metodiky ČSÚ vyšší než u vybraných modelů.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší až do 85 – ti let. Od tohoto věku dosáhneme vyšších hodnot např. při použití Kannistöva modelu.

Tab. 4b: Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Řecko – ženy) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Řecko - ženy									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	82,4	67,8	62,9	33,7	19,9	7,7	4,6	2,3	1,0	0,5
Gompertz	82,8	68,2	63,3	34,1	20,3	8,4	5,6	3,4	2,0	1,1
Gompertz- Makeham	82,6	68,0	63,0	33,8	20,1	7,9	4,9	2,7	1,4	0,7
Heligman- Pollard	82,9	68,3	63,4	34,2	20,4	8,6	5,8	3,7	2,3	1,4
Kannistö	83,2	68,5	63,6	34,4	20,7	8,7	5,9	3,9	2,6	1,9
Thatcher	82,8	68,1	63,2	34,0	20,2	8,1	5,2	3,2	2,1	1,5
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	82,7	68,1	63,1	33,9	20,2	8,1	5,1	3,1	2,3	2,8
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	83,4	69,0	64,1	34,9	21,0	8,6	5,6	3,0	1,0	2,0

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

U řeckých žen je nejnižší naděje dožití u Coale – Kiskerova modelu. Naopak nejvyšší je u Kannistöva modelu (platí pro celé věkové rozpětí). Hodnoty naděje dožití získané při použití metodiky ČSÚ jsou nejbližší hodnotám získaným u Thatcherova modelu. Ke změně dochází až ve věku 95 let, kdy jsou hodnoty získané při použití metodiky ČSÚ vyšší.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší (platí téměř pro celé věkové rozpětí). Od 80 – ti let se situace mění. Vyšší naděje dožití je dosažena např. u Kannistöva modelu.

Tab. 5a: Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Švédsko – muži) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Švédsko - muži									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	79,2	64,6	59,7	31,0	18,0	7,6	5,1	3,2	1,9	1,0
Gompertz	79,4	64,7	59,8	31,1	18,2	8,0	5,6	3,8	2,5	1,6
Gompertz- Makeham	79,3	64,7	59,8	31,1	18,1	7,7	5,3	3,4	2,1	1,3
Heligman- Pollard	79,4	64,8	59,9	31,2	18,2	8,1	5,8	4,0	2,7	1,9
Kannistö	79,5	64,8	59,9	31,2	18,3	8,2	5,9	4,2	3,0	2,2
Thatcher	79,4	64,8	59,9	31,1	18,2	7,9	5,5	3,8	2,6	1,9
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	79,4	64,7	59,8	31,1	18,2	7,9	5,4	3,7	2,4	1,6
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	80,1	65,7	60,8	32,0	18,9	8,4	5,8	3,9	2,6	1,8

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

U Švédských mužů dostaneme nejnižší naději dožití při použití Coale – Kiskerova modelu. Naopak nejvyšší je při aplikaci Kannistöva modelu. Hodnoty naděje dožití získané při použití metodiky ČSÚ jsou nejbližší hodnotám získaným u Thatcherova modelu (přibližně do 85 – ti let). Od 85 – ti let jsou hodnoty získané podle metodiky ČSÚ nižší.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší (to platí do 80 – ti let). Od 85 – ti let je vyšších hodnot dosaženo např. u Kannistöva modelu.

Tab. 5b: Hodnoty naděje dožití ve vybraných věcích (Švédsko – ženy) po aplikaci vybraných modelů pro vyrovnávání a extrapolaci křivky úmrtnosti

Model	Naděje dožití v přesném věku - Švédsko - ženy									
	0	15	20	50	65	80	85	90	95	100
Coale - Kisker	83,1	68,4	63,5	34,3	20,8	9,2	6,2	3,8	2,1	1,1
Gompertz	83,6	68,9	64,0	34,7	21,3	10,1	7,3	5,0	3,3	2,1
Gompertz- Makeham	83,3	68,7	63,7	34,5	21,0	9,5	6,6	4,3	2,6	1,5
Heligman- Pollard	83,7	69,0	64,1	34,8	21,4	10,2	7,5	5,3	3,6	2,5
Kannistö	83,8	69,1	64,2	34,9	21,5	10,4	7,6	5,5	3,9	2,8
Thatcher	83,5	68,8	63,9	34,6	21,2	9,7	6,9	4,7	3,1	2,2
Úmrtnostní tabulka ČSÚ	83,5	68,8	63,9	34,6	21,2	9,8	6,9	4,6	2,7	1,6
Úmrtnostní tabulka bez extrapolace	84,1	69,6	64,7	35,4	21,8	10,2	7,1	4,8	3,2	2,2

Zdroj: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

U švédských žen získáme nejnižší naději dožití při použití Coale – Kiskerova modelu. A nejvyšší je při aplikaci Kannistöva modelu. Hodnoty naděje dožití získané při použití metodiky ČSÚ jsou nejbližší hodnotám získaným u Thatcherova modelu. Ke změně situace dochází ve věku 95 – ti let, kdy se rozdíly mezi jednotlivými nadějemi dožití zvyšují.

Naděje dožití získaná při výpočtu úmrtnostních tabulek bez extrapolace je v porovnání s ostatními modely vyšší až do 65 – ti let. Pro vyšší věky je vyšší naděje dožití dosaženo např. u Kannistöva modelu.

Závěr

Ze získaných výsledků lze usuzovat, že k pesimistickým modelům můžeme zařadit model Coale – Kiskera. Při aplikaci tohoto modelu dostáváme nejnižší naději dožití. Naopak k optimistickým modelům patří např. Kannistův model. Pokud budeme porovnávat získané výsledky s metodikou ČSÚ, tak nejbližší je Thatcherův nebo u některých populací Heligman – Pollardův model.

Při porovnání získaných výsledků s úmrtnostními tabulkami bez extrapolace zjistíme, že nejbližší je Kannistův model.

Názory na vhodnost použití jednotlivých modelů se pravděpodobně budou v budoucnu měnit. Vše bude záviset na budoucím vývoji populace. A také na kvalitě poskytovaných statistických dat.

V současné době dávají demografové přednost logistickým modelům, které patří mezi ty optimističtější (Gavrilov & Gavrilova, 2011). Mezi nejméně používanější patří model Kannista.

Literatura

- [1] Boleslawski, Lech, Tabeau, Ewa 2001. *Comparing Theoretical Age Patterns of Mortality Beyond the Age of 80*. In: Tabeau, Eva, van den Berg Jeths, A. a Heathcote, Ch. (eds.) 2001. *Forecasting Mortality in Developed Countries: Insights from a Statistical, Demographic and Epidemiological Perspective*. s. 127 – 155. ISBN 978-0-7923-6833-5.
- [2] Burcin, Boris, Tesárková, Klára a Šídlo, Luděk: “Nejpoužívanější metody vyrovnávání a extrapolace křivky úmrtnosti a jejich aplikace na českou populaci.“ *Demografie* 52, 2010: 77 – 89.
- [3] ČSÚ 2012. 19. 1. 2012.
<http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/umrtnostni_tabulky_metodika>
- [4] Eurostat. 4. 11. 2012.
<<http://ec.europa.eu/eurostat>>
- [5] Gavrilov, Leonid A., Gavrilova, Natalia S.: “Mortality measurement at advanced ages: a study of social security administration death master file.“ *North American actuarial journal* 15 (3): 432 – 447.

- [6] Gavrilov, Leonid A., Gavrilova, Natalia S.: “Stárnutí a dlouhověkost: Zákony a prognózy úmrtnosti pro stárnoucí populace.“ *Demografie* 53, 2011: 109 – 128.
- [7] Human Mortality Database. 23. 8. 2012.
<www.mortality.org>
- [8] Koschin, Felix: “Jak vysoká je intenzita úmrtnosti na konci lidského života?“ *Demografie* 41 (2), 1999: 105 – 109.
- [9] Pavlík, Zdeněk, Kalibová, Květa: *Monohojazyčný demografický slovník*. Praha: Česká demografická společnost, 2005
- [10] Thatcher, Roger A., Kanistö, Väinö a Vaupel, James W. 1998.: *The Force of Mortality at Ages 80 to 120*. 1998. ISBN 87-7838-381-1.

Kontakt

Petra Dotlačilová

Vysoká škola ekonomická v Praze

Nám. W. Churchilla 4

130 67 Praha 3

dotlacilova.petra@gmail.com