VILNIAUS UNIVERSITETAS

MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS

FINANSŲ IR DRAUDIMO MATEMATIKOS BAKALAURO STUDIJŲ PROGRAMA

Gabrielė Rainytė

Gompertz, Makeham ir Siler mirtingumo modelių taikymas

Fitting of Gompertz, Makeham ir Siler mortality models

Bakalauro baigiamasis darbas

Darbo vadovas **prof. Jonas Šiaulys**

Vilnius,
2020

Gomperso modelis mirtingumo prognozavimui

Santrauka

Šiame darbe yra nagrinėjami Gompertz, Makeham ir Siler mirtingumo dėsniai. Modeliai yra taikomi trijų valstybių, Švedijos, Ispanijos ir Baltarusijos, vyrų ir moterų mirtingumo duomenims. Randami modelių parametrų ir mirtingumo galios įverčiai, skaičiuojamos vidutinės kvadratinės paklaidos šaknys bei vidutinė likusio gyvenimo trukmė. Palyginus gautus rezultatus, nustatyta, kad Siler dėsnis buvo tiksliausias, o Gompertz modelio mirtingumo galios įverčiai mažiausiai atitiko stebėtus duomenis.

Raktiniai žodžiai : Gompertz dėsnis, Makeham dėsnis, Siler dėsnis, mirtingumo galia, šaknis iš vidutinės kvadratinės paklaidos (RMSE), vidutinė likusio gyvenimo trukmė.

Fitting of Gompertz, Makeham and Siler mortality models

Abstract

In this work, the mortality laws of Gompertz, Makeham, and Siler are fitted to the average mortality rates of men and women in three countries: Sweden, Spain and Belarus. Estimates of model parameters and mortality power are evaluated. The root mean square errors and average life expectancy are calculated. The results showed that the Siler law was the most accurate, and Gompertz model was the least consistent with the observed data.

Key words : Gompertz law of mortality, Makeham law of mortality, Siler law of mortality, mortality rate, Root Mean Square Error (RMSE), average life expectancy.

Turinys

1 Įvadas **3**

2 Teorija **4**

2.1 Gompertz modelis 4

2.2 Makeham modelis 4

2.3 Siler modelis 5

3 Duomenys ir jų charakteristikos **5**

4 Pasirinktų modelių taikymas **7**

5 Pasirinktų modelių palyginimas **11**

6 Vidutinė likusio gyvenimo trukmė **12**

7 Išvados **14**

Literatūros sąrašas: **15**

1. Įvadas

Mirtingumas yra nepastovus dydis, jis kinta keičiantis gyvenimo sąlygoms, politinei situacijai bei yra skirtingas įvairioms amžiaus grupėms. Stebimas mirtingumo sumažėjimas bei gyvenimo trukmes ilgėjimas, lėmė naujų problemų atsiradimą. Valstybes lėšų senatvės paramai mokėti kaupimas ir paskirstymas, anuitetų mokėjimas. Tikslus mirtingumo prognozavimas yra svarbus draudimo bendrovių veiklai, pensijų fondu valdymui ir kitoms, glaudžiai su gyvenimo trukme susijusioms, finansų rinkoms.

Norint suprasti ir tinkamai vertinti skirtingus mirtingumo duomenis, svarbu žinoti pagrindines sąvokas, kurios yra pateikiamos šaltinyje (*BrowersJr.*, 1997). Žmogaus gyvenimo trukmė X yra atsitiktinis dydis ir jos pasiskirstymo funkcija yra apibrėžiama F(x) = $\mathbb{P}(X < x)$, tada tikimybė, kad žmogus sulauks x metų yra:

$$S(x) = 1 - F(x) = \mathbb{P}(X \geqslant x), x \geqslant 0. \tag{1.1}$$

Dydis $S(x)$ yra vadinamas išgyvenamumo funkcija. Kadangi naudojantis šia funkcija yra patogu išvesti kitus rodiklius, tai yra vienas pagrindinių aktuarinės matematikos rodiklių. Tikimybė, kad x-metis individas išgyvens ateinančius t metų:

$$_tp_x = \frac{S(x+t)}{S(x)},$$

tada yra akivaizdu, kad tikimybė, kad individas mirs per ateinančius t metų yra $_tq_x = 1 - _tp_x$. Dar viena svarbi gyvenimo trukmės X charakteristika yra mirtingumo galia μ_x. Tai dydis nusakantis mirtingumo intensyvumą amžiuje x:

$$\mu_x = -\frac{d}{dx} \ln S(x) = -\frac{S'(x)}{S(x)}.$$

Mirtingumo modeliavimas visada buvo svarbus draudimo matematikų tyrimų objektas, todėl mirtingumui prognozuoti yra sudaryta daugybė skirtingu modelių. Šiame darbe pasirinkau tirti tris gerai žinomus, Gompertz, Makeham ir Siler, modelius. Šiuos mirtingumo dėsnius taikysiu Švedijos, Ispanijos ir Baltarusijos istorinių mirtingumo duomenų 1989 - 2018 m laikotarpio vidurkiui. Šį darbą pradėsiu trumpu pasirinktų modelių aprašymu. Tada skaičiuosiu kiekvieno modelio parametru įverčius ir pateiksiu sumodeliuotos mirtingumo galios ir stebėtų duomenų grafikus. Geriausiai stebėtus mirtingumo duomenis atitikusį modelį nustatysiu naudodama šaknį iš vidutinės kvadratinės paklaidos bei 6-ame skyriuje skaičiuosiu vidutinės likusios gyvenimo trukmės įverčius, kiekvieno modelio prognozėms. Galiausiai,

7-ąjame skyriuje pateiksiu gautus tyrimo rezultatus ir 8-ajame skyriuje pridėsiu literatūros sąrašą.

2. Teorija

2.1 Gompertz modelis

Britų aktuaro B. Gompertz modelis aprašo eksponentiškai didėjantį mirtingumą žmogui senstant. Šio dėsnio x - mečio mirtingumo galia, aprašyta (Tai &$Noymer$,2018) šaltiniuose , turi pavidalą:

$$\mu_x = \alpha e^{\beta x}, \text{ kur x} \geqslant 0, \beta > 0, \alpha > 0. \tag{2.1}$$

Tada nesunku suskaičiuoti, kad Gompertzo pasiūlytai mirtingumo išraiškai, išgyvenamumo funkcija yra:

$$S(x) = e^{\frac{-\alpha(e^{\beta x}-1)}{\beta}}, x \geqslant 0.$$

Modelio parametras α nuo žmogaus amžiaus nepriklauso ir aprašo bendrą mirtingumo kitimą, o β atspindinti su amžiumi didėjantį mirtingumą. Modelio parametrai yra stipriai neigiamai korealiuoti. Todėl didėjant nuo amžiaus priklausančiai komponentei β, parametras α mažėja ir atvirkščiai. Ilgėjant gyvenimo trukmei, akivaizdu, kad pastoviai didėjančios mirtingumo galios prielaida nėra visiškai teisinga. Todėl Gompertz dėsnis yra tikslesnis modeliuojant mirtingumą nedideliame amžiaus intervale. Modelio parametrų įverčiai gaunami iš stebėjimų (istorinių) duomenų. Taigi parametrų įverčiai priklauso nuo stebimos kohortos.

2.2 Makeham modelis

Makeham skirstinys yra Gompertz dėsnio modifikacija, todėl kartais yra vadinamas Gompertz - Makeham mirtingumo modeliu. Matematikas W.Makeham (1860 m) mirtingumo galios funkciją (2.1) papildė konstanta γ:

$$\mu_x = \alpha e^{\beta x} + \gamma, \text{ kur } \alpha, \beta > 0, \gamma \geqslant -\beta,$$

tada išgyvenamumo funkcija $S(x)$:

$$S(x) = e^{-\beta x \frac{-\alpha(e^{\beta x}-1)}{\beta}}, x \geqslant 0.$$

Konstanta γ nuo amžiaus nepriklauso ir atspindi su senėjimo procesu nesusijusias mirtis: nelaimingus atsitikimus, kritines ligas ir panašiai. Parametras γ įgija sąlyginai mažas

reikšmes ir prognozuoja didesnį mirtingumą jauname amžiuje. Tačiau su didėjančiu žmogaus amžiumi ši tendencija išnyksta ir beveik nesiskiria nuo Gompertzo dėsnio.

2.3 Siler modelis

Siler išgyvenamumo modelis yra sudarytas iš trijų dalių, aprašančių skirtingų amžiaus grupių mirtingumą, modelis yra aprašytas (*Engelman, Caswell, &Agree*,2014):

$$\mu_x = \alpha_1 e^{-\beta_1 x} + \alpha_2 + \alpha_3 e^{\beta_2 x}.$$

Išgyvenamumo funkcija šiuo atveju yra:

$$S(x) = e^{\frac{-\alpha_1}{\beta_1}(1-e^{\beta_1 x})} e^{-\alpha_2 x} e^{\frac{-\alpha_3}{\beta_3}(1-e^{\beta_3 x})}, x \geqslant 0.$$

Pirmoji modelio dalis $\alpha_1 e^{-\beta_1 x}$ modeliuoja eksponentiškai mažėjančią mirtingumo galią. Tokia tendencija yra būdinga 0 - 10 amžiaus vaikams, naujagimių mirtingumas yra palyginti aukštas ir su kiekvienais metais mažėja. Antroji modelio dalis, konstanta α_2, atspindi nuo amžiaus nepriklausantį mirtingumą būdingą 20 - 40 metų individams , o trečioji dalis $\alpha_3 e^{\beta_2 x}$, kaip ir abiejų aukščiau aprašytų modelių atveju, atspindi su amžiumi didėjantį mirtingumą. Šios trys dalys yra nepriklauomos ir kartu atspindi viso žmogaus gyvenimo mirtingumą. Taigi modelio parametrai (α_1, α_2, α_3) nuo amžiaus nepriklauso, bet nusako mirtingumo lygį jauname amžiuje, senstant ir bendrą lygį. Nuo amžiaus priklausantys parametrai (β_1, β_2) nusako mirtingumo kreivės mažėjimą jaunystėje, bei mirtingumo didėjimą senstant.

3. Duomenys ir jų charakteristikos

Pasirinktų modelių tyrimui yra naudojami duomenys iš pasaulinės mirtingumo duomenų bazės (angl. Human Mortality Database, www.mortality.org). Šioje interneto svetainėje yra pateikiami 41 šalių istoriniai mirtingumo duomenys vyrams, moterims ir bendrai. *Human Mortality Database* pateikiami duomenys yra aukštos kokybės, jie surenkami laikantis nustatytų standartų. Taigi, duomenų bazė yra tinkama skirtingų populiacijų palyginimui.

Darbe pasirinkau nagrinėti trijų šalių (Švedijos, Ispanijos ir Baltarusijos) 1989 - 2018 m. demografinius duomenis 0 - 100+ amžiaus gyventojams. Mirtingumo galią, vyrams ir moterims atskirai, skaičiuosiu naudodama tokią formulę:

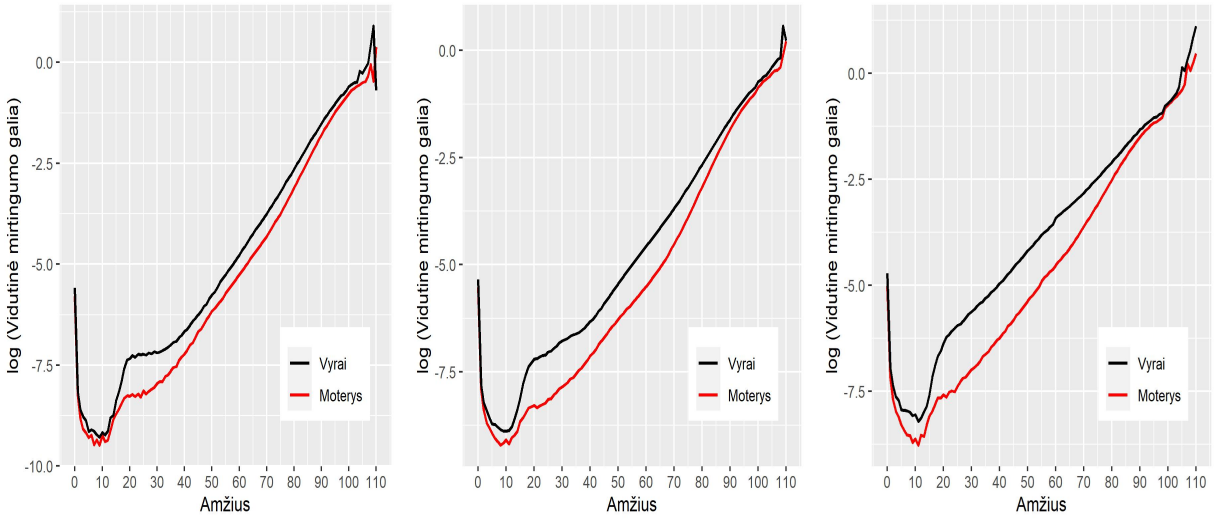
$$\mu_x = \frac{d_x}{L_x}, \ x = 0, 1, ..., 110, \tag{3.1}$$

čia L_x yra matuojama individų nugyventais metais ir nurodo grupės, kuri yra atvira mirties rizikai dydį, o d_x yra $[x; x+1]$ intervale mirusių individų skaičius.

Kadangi nagrinėjami mirtingumo modeliai yra stacionarūs, tai toliau nagrinėsiu 1989 - 2018 m. mirtingumo galios vidurkį, apskaičiuotą pagal formulę:

$$\bar{\mu}_x = \frac{1}{30} \sum_{t=1}^{30} \mu_{x,t} \, , \; x = 0, 1, ..., 110. \tag{3.2}$$

Pažvelgus į vidutinės mirtingumo galios (3.1) grafikus, pastebima santykinai didesnė mirtingumo norma 0 - 10 amžiaus asmenims. Dar galime pastebėti padidėjusį mirtingumą 20 - 30 amžiaus intervale. Ir nuo apytiksliai 30-ų gyvenimo metų pastebima tolygiai didėjanti mirtingumą su nežymiais pakitimais.



(a) Švedija (b) Ispanija (c) Baltarusija

pav. 3.1: Vidutinė vyrų ir moterų mirtingumo galia

4. Pasirinktų modelių taikymas

Tyrimui atlikti naudojau programą **R** ir šios programos paketą *MortalityLaws*, aprašytą (*Pascariu &Canudas – Romo*,2017) šaltinyje. Mirtingumo galią apskaičiavau pagal formulę (3.1) ir kiekvienos šalies vidutinę mirtingumo galią radau pagal (3.2) formulę. Modelių parametrų įverčių radimui ir mirtingumo galios prognozavimui naudoju funkciją *MortalityLaw*. Naudojantis šia funkcija galima pasirinkti, vieną iš daugiau nei 27 jau aprašytų, mirtingumo prognozavimo modelių. Įverčių optimizavimo metodas yra parenkamas automatiškai. Priklausomai nuo modelio sudėtingumo yra taikomas vienas iš šių metodų: Nelder-Mead, PORT ar Levenberg-Marquardt algoritmas. Geriausiai, kiekvieno modelio, mirtingumo prognozei $\hat{\mu_x}$ rasti bus optimizuojama paklaidų funkcija:

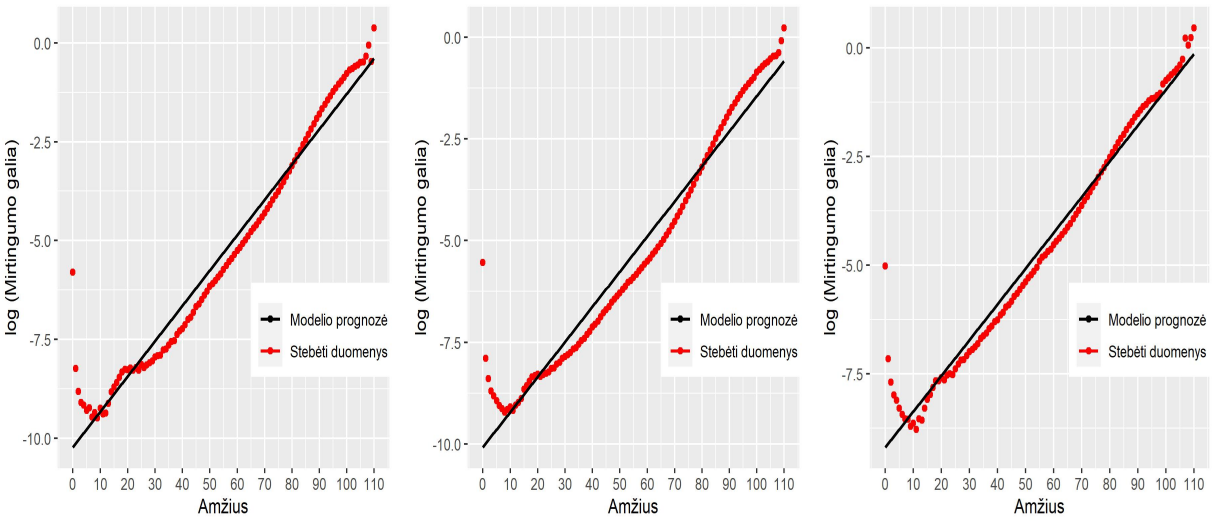
$$L(x) = ln\Big(\frac{\mu_x}{\hat{\mu}_x}\Big),\ x = 0, 1, ..., 110.$$

Pirmiausiai randame Gompertz modelio parametrų (α, β) įverčius, tiriamų šalių (Švedijos, Baltarusijos, Ispanijos) moterims ir vyrams. Gauti įverčiai yra pateikiami lentelėje žemiau.

	Vyrai	Moterys
Švedija	$(0.00006, 0.08725)$	$(0.00003, 0.08944)$
Ispanija	$(0.00009, 0.08217)$	$(0.00004, 0.08629)$
Baltarusija	$(0.00030, 0.07514)$	$(0.00009, 0.08227)$

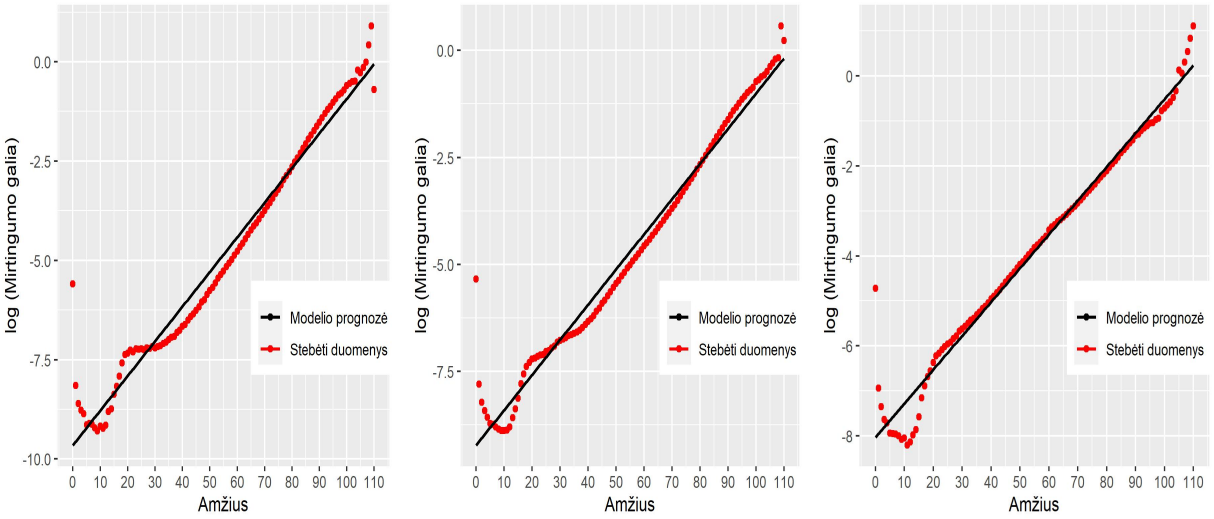
Lentelė 1: Gompertz $\mu_x(\alpha, \beta)$ modelio parametrų įverčiai

Tada nubraižome stebėtų reikšmių ir sumodeliuotos mirtingumo galios grafikus. Iš 4.1 ir 4.2 grafikų pastebime, kad Gompertz modelio atveju $log(\mu_x)$ yra tiesinė funkcija, ir geriausiai atitinka Baltarusijos gyventojų mirtingumą.



(a) Švedija (b) Ispanija (c) Baltarusija

pav. 4.1: Moterų stebėtos $log(\mu_x)$ ir Gompertz modelio prognozės palyginimas



(a) Švedija (b) Ispanija (c) Baltarusija

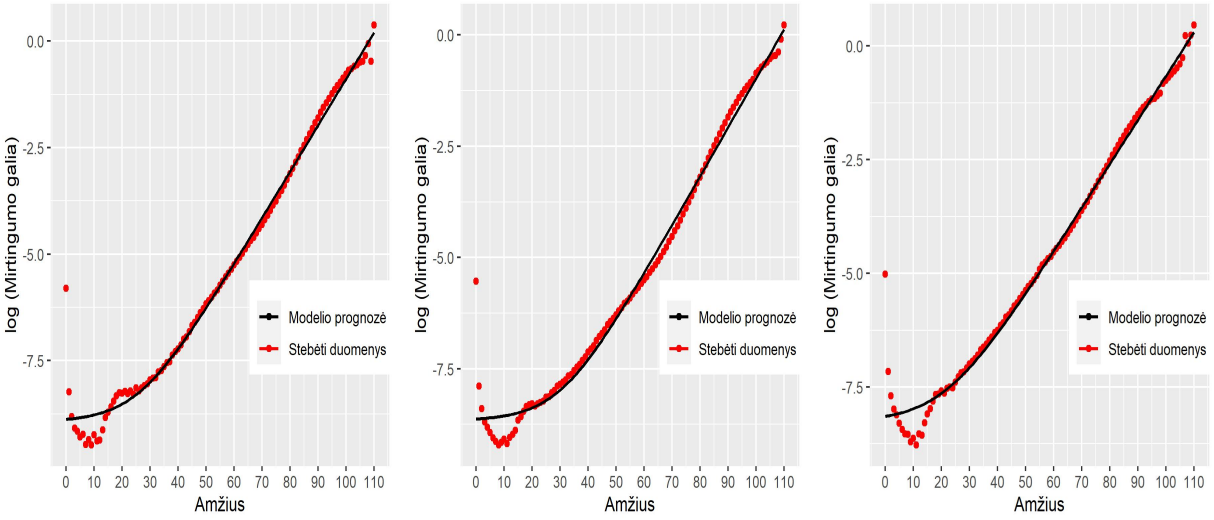
pav. 4.2: Vyrų stebėtos $log(\mu_x)$ ir Gompertz modelio prognozės palyginimas

Antra, surandame Makeham modelio (α, β, γ) parametrų įverčius. Gauti įverčiai pateikiami 2 lentelėje.

	Vyrai	Moterys
Švedija	$(0.00002, 0.10025, 0.00016)$	$(0.00001, 0.10886, 0.00013)$
Ispanija	$(0.00004, 0.09320, 0.00020)$	$(0.00001, 0.11050, 0.00017)$
Baltarusija	$(0.00025, 0.07764, 0.00015)$	$(0.00002, 0.09665, 0.00025)$

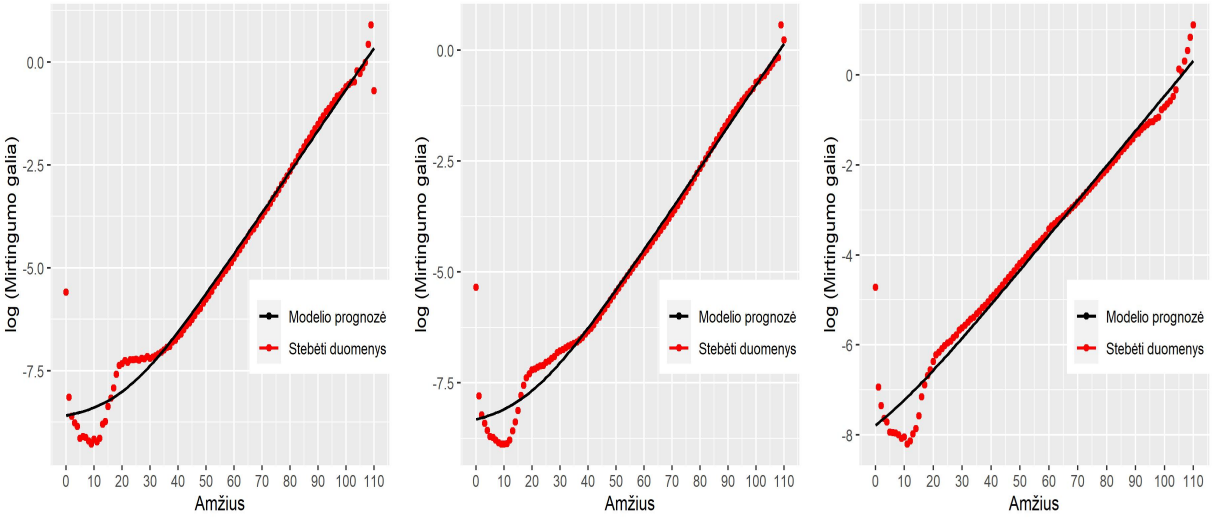
Lentelė 2: Makeham $\mu_x(\alpha, \beta, \gamma)$ modelio parametrai

Pažvelgus į 4.3 ir 4.4 grafikus, pastebime, kad Makeham modelis geriau nei Gompertz atitinka 20 - 100 m amžiaus moterų vidutinį mirtingumą, ir 40 - 100 m. vyrų mirtingumą. Tačiau visiškai neatsižvelgia į mažėjantį naujagimių mirtingumą, visose šalyse pastebimą 0 - 10 m. amžiaus asmenims.



(a) Švedija (b) Ispanija (c) Baltarusija

pav. 4.3: Moterų stebėtos $log(\mu_x)$ ir Siler modelio prognozės palyginimas



(a) Švedija (b) Ispanija (c) Baltarusija

pav. 4.4: Vyrų stebėtos $log(\mu_x)$ ir Makeham modelio prognozės palyginimas

Galiausiai, apskaičiuojame Siler mirtingumo modelio $(\alpha_1.\alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2)$ parametrų įverčius. Gauti parametrai pateikiami 3 ir 4 lentelėse.

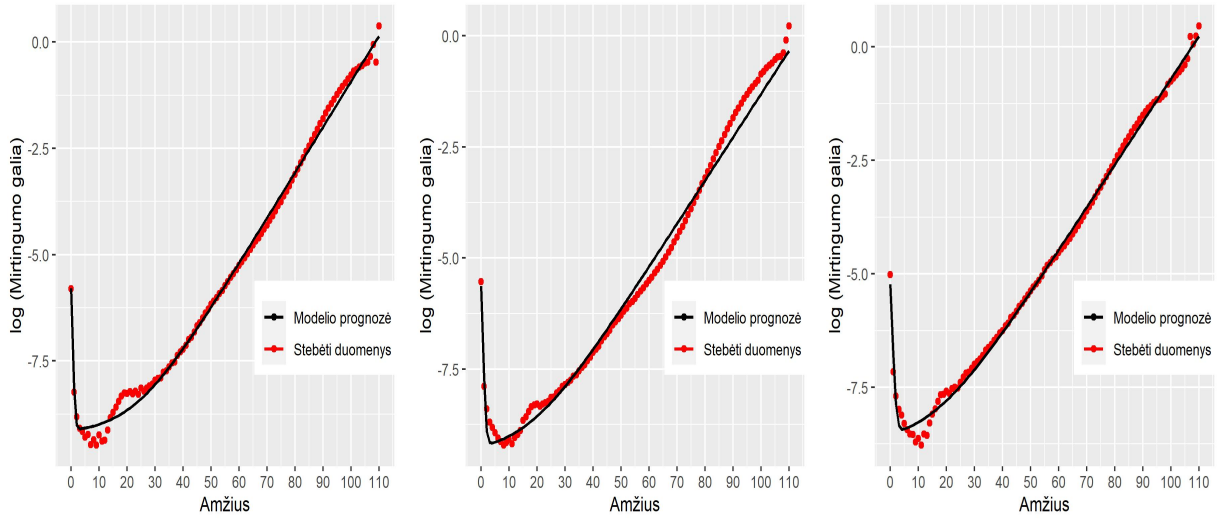
	$Siler(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2)$
Švedija	$(0.00353, 2.95592, 0.00009, 0.00003, 0.09731)$
Ispanija	$(0.00367, 3.05478, 0.00011, 0.00005, 0.09116)$
Baltarusija	$(0.00860, 13.94861, 0.00001, 0.00029, 0.07680)$

Lentelė 3: Siler $\mu_x(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2)$ modelio parametrai vyrų duomenims

	$Siler(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2)$
Švedija	$(0.00292, 2.78041, 0.00010, 0.00001, 0.10709)$
Ispanija	$(0.00346, 2.27742, 0.00008, 0.00002, 0.097403)$
Baltarusija	$(0.00416, 1.69932, 0.00016, 0.00004, 0.09449)$

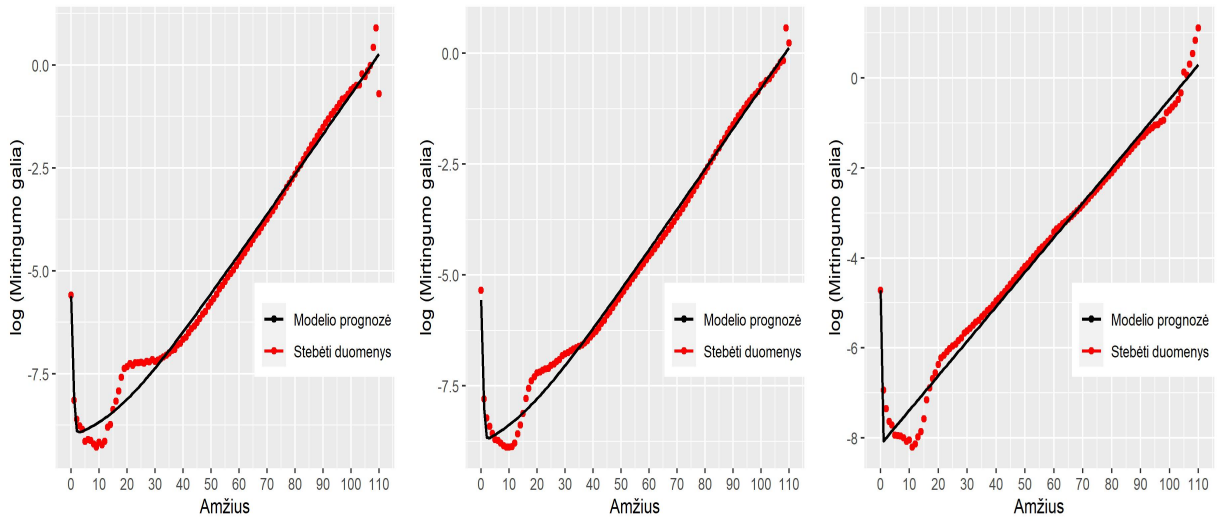
Lentelė 4: Siler $\mu_x(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2)$ modelio parametrai moterų duomenims

Pažvelgus į Švedijos, Ispanijos ir Baltarusijos sumodeliuotų ir tikrų reikšmių grafikus (pav. 4.5 ir 4.6), galima pastebėti, kad Siler modelis, geriau nei kiti, atitiko 0 - 10 m. vaikų mirtingumą. Ir nors Siler dėsnis, neatsižvelgia į mirtingumo galios šuolį 20 - 30 m. intervale, yra akivaizdu, kad šis modelis geriausiai atitiko stebėtus duomenis.



(a) Švedija (b) Ispanija (c) Batarusija

pav. 4.5: Moterų stebėtos $log(\mu_x)$ ir Siler modelio prognozės palyginimas



(a) Švedija (b) Ispanija (c) Batarusija

pav. 4.6: Vyrų stebėtos $log(\mu_x)$ ir Siler modelio prognozės palyginimas

5. Pasirinktų modelių palyginimas

Tinkamiausio modelio nustatymui bei palyginimui naudosiu šaknį iš vidutinės kvadratinės paklaidos RMSE (angl. Root Mean Square Error). Šis dydis parodys modelio prognozių tikslumą, tai yra kaip modelio prognozuotos reikšmės atitinka realiai stebėtas reikšmes. Kuo mažesnė šaknis iš vidutinės kvadratinės paklaidos, tuo modelio prognozė yra tikslesnė:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{111}\sum_{x=0}^{110}(\hat{\mu}_x - \mu_x)^2}$$

Vyrų ir moterų mirtingumo galios prognozės RMSE yra pateiktas 5 lentelėje. Palyginus šios lentelės duomenis, yra akivaizdu, kad Silerio modelis tiksliausiai atitiko moterų ir vyrų mirtingumo galią, o prasčiausiai stebėtą mirtingumo galią modeliavo Gompertzo dėsnis. Gompertz modelio atveju prognozių paklaidų vidurkis yra 0,549182, Makeham - 0,390015, Siler - 0,236568. Dar galime pastebėti, kad Gompertz dėsnis geriausiai prognozavo Baltarusijoje gyvenančių vyrų mirtingumo galią, Makeham dėnis geriausiai atitiko Švedijos moterų reikšmes, o Siler dėsnis buvo tiksliausias tiriant Baltarusijos moterų mirtingumo galią.

	Švedija		Baltarusija		Ispanija	
	$Vyrai$	$Moterys$	$Vyrai$	$Moterys$	$Vyrai$	$Moterys$
$Gompertz$	0.5507819	0.6112377	0.4367792	0.5368239	0.4865100	0.6729575
$Makeham$	0.4282905	0.3613435	0.4290630	0.3685141	0.3835982	0.3692792
$Siler$	0.2982078	0.1804675	0.2978034	0.1485464	0.2313777	0.2630060

Lentelė 5: Mirtingumo galios prognozės RMSE

Taip pat, palyginus vyrų ir moterų prognozių paklaidų vidurkius matome, kad Makeham ir Siler modeliai buvo tikslesni moterų mirtingumo duomenims, o Gompertz vyrų:

$$\text{Gompertz: } \mathbb{E}_{Vyrai} = 0.491357 < 0.607006 = \mathbb{E}_{Moterys},$$
$$\text{Makeham: } \mathbb{E}_{Vyrai} = 0.413651 > 0.366379 = \mathbb{E}_{Moterys},$$
$$\text{Siler: } \mathbb{E}_{Vyrai} = 0.275796 > 0.197340 = \mathbb{E}_{Moterys}.$$

Taigi, akivaizdu, kad geriausiai stebėtą mirtingumo galią atitiko penkių parametrų Siler modelis. Kaip tai pastebėjome ir iš 4 skyriuje pateiktų (4.1 - 4.4) grafikų. O prasčiausią prognozę gavome naudojant Gompertz modelį.

6. Vidutinė likusio gyvenimo trukmė

Vidutinė likusio gyvenimo trukmė yra išreiškiama ne tikimybe, o likusių gyventi metų vidurkiu, todėl yra plačiai naudojama ir lengvai suprantama mirtingumo charakteristika.

Šiame skyriuje likusio gyvenimo trukmę skaičiuosiu gautiems Gompertz, Makeham ir Siler mirtingumo galios įverčiams, pagal (*Bowers Jr.*,1997) šaltinio formulę:

$$e_x = \sum_{k=1}^{\infty} {}_kp_{x,t},$$

kur ${}_kp_{x,t} = {}_1p_{x,t}{}_1p_{x+1,t+1}\cdots{}_1p_{x+k-1,t+k-1}$, $\forall k, x, t$,ir x =0,1...t.

Vidutinę likusio gyvenimo trukmę skaičiuosiu 1 - 80 m. asmenims, naudodama programos **R** funkciją *LifeTables*. Gauti Švedijos, vyrų ir moterų, e_x, x = 1,...,80 rezultatai yra pateikiami 6 lentelėje, o Ispanijos ir Baltarusijos A ir B prieduose.

	Gompertz		Makeham		Siler			Gompertz		Makeham		Siler	
Amžius	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys	Amžius	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys
1	75,64	80,44	76,93	81,54	76,64	81,56	**41**	36,77	41,19	37,91	42,16	37,58	42,13
2	74,64	79,45	75,94	80,55	75,67	80,58	**42**	35,86	40,25	36,97	41,19	36,64	41,17
3	73,65	78,45	74,96	79,57	74,68	79,59	**43**	34,94	39,31	36,03	40,23	35,71	40,2
4	72,65	77,46	73,97	78,58	73,69	78,6	**44**	34,04	38,38	35,09	39,27	34,78	39,24
5	71,66	76,46	72,99	77,59	72,7	77,61	**45**	33,14	37,45	34,17	38,31	33,85	38,29
6	70,67	75,46	72	76,6	71,71	76,62	**46**	32,25	36,52	33,24	37,35	32,93	37,33
7	69,68	74,47	71,01	75,61	70,72	75,63	**47**	31,36	35,6	32,32	36,4	32,02	36,38
8	68,68	73,47	70,03	74,62	69,73	74,64	**48**	30,48	34,69	31,41	35,45	31,11	35,43
9	67,69	72,48	69,04	73,63	68,74	73,64	**49**	29,61	33,78	30,5	34,5	30,21	34,49
10	66,7	71,48	68,06	72,64	67,75	72,65	**50**	28,74	32,87	29,6	33,56	29,32	33,55
11	65,71	70,49	67,07	71,65	66,76	71,66	**51**	27,88	31,98	28,7	32,63	28,43	32,61
12	64,72	69,5	66,09	70,67	65,77	70,67	**52**	27,03	31,09	27,81	31,69	27,55	31,68
13	63,73	68,5	65,11	69,68	64,79	69,68	**53**	26,19	30,2	26,93	30,77	26,67	30,76
14	62,75	67,51	64,12	68,69	63,8	68,69	**54**	25,36	29,32	26,06	29,85	25,81	29,84
15	61,76	66,52	63,14	67,7	62,81	67,7	**55**	24,54	28,46	25,2	28,93	24,95	28,93
16	60,78	65,53	62,15	66,71	61,83	66,71	**56**	23,73	27,59	24,34	28,02	24,11	28,02
17	59,79	64,54	61,17	65,72	60,84	65,72	**57**	22,93	26,74	23,49	27,12	23,27	27,12
18	58,81	63,55	60,19	64,73	59,85	64,73	**58**	22,13	25,9	22,66	26,22	22,45	26,23
19	57,83	62,56	59,21	63,75	58,87	63,74	**59**	21,35	25,06	21,83	25,34	21,63	25,35
20	56,84	61,57	58,23	62,76	57,89	62,75	**60**	20,59	24,24	21,02	24,46	20,82	24,47
21	55,87	60,59	57,25	61,77	56,9	61,76	**61**	19,83	23,42	20,21	23,59	20,03	23,6
22	54,89	59,6	56,26	60,78	55,92	60,77	**62**	19,09	22,62	19,42	22,73	19,25	22,75
23	53,91	58,62	55,29	59,8	54,94	59,78	**63**	18,35	21,82	18,64	21,88	18,48	21,9
24	52,94	57,63	54,31	58,81	53,96	58,8	**64**	17,64	21,04	17,87	21,04	17,73	21,06
25	51,96	56,65	53,33	57,82	52,98	57,81	**65**	16,93	20,27	17,12	20,21	16,99	20,24
26	50,99	55,67	52,35	56,84	52	56,82	**66**	16,24	19,51	16,38	19,39	16,26	19,43
27	50,03	54,69	51,38	55,85	51,03	55,83	**67**	15,56	18,76	15,66	18,59	15,55	18,62
28	49,06	53,71	50,4	54,87	50,05	54,85	**68**	14,9	18,03	14,95	17,8	14,85	17,84
29	48,09	52,74	49,43	53,88	49,08	53,86	**69**	14,26	17,31	14,26	17,02	14,17	17,06
30	47,13	51,76	48,46	52,9	48,11	52,88	**70**	13,62	16,6	13,58	16,25	13,5	16,3
31	46,17	50,79	47,49	51,92	47,14	51,9	**71**	13,01	15,91	12,92	15,5	12,85	15,56
32	45,22	49,82	46,52	50,94	46,17	50,91	**72**	12,41	15,23	12,27	14,77	12,22	14,83
33	44,26	48,85	45,55	49,96	45,2	49,93	**73**	11,82	14,57	11,65	14,05	11,61	14,12
34	43,31	47,88	44,59	48,98	44,24	48,95	**74**	11,26	13,92	11,04	13,35	11,01	13,42
35	42,37	46,92	43,63	48	43,28	47,97	**75**	10,71	13,29	10,45	12,67	10,43	12,74
36	41,43	45,96	42,67	47,02	42,32	47	**76**	10,17	12,67	9,88	12,01	9,87	12,08
37	40,49	45	41,71	46,05	41,37	46,02	**77**	9,65	12,07	9,33	11,36	9,33	11,44
38	39,55	44,04	40,75	45,07	40,41	45,05	**78**	9,15	11,49	8,8	10,73	8,8	10,81
39	38,62	43,09	39,8	44,1	39,46	44,07	**79**	8,67	10,92	8,28	10,13	8,3	10,21
40	37,69	42,14	38,85	43,13	38,52	43,1	**80**	8,2	10,37	7,79	9,54	7,81	9,62

Lentelė 6: Švedijos gyventojų vidutinė likusio gyvenimo trukmė

7. Išvados

Atsižvelgus į 5 skyriuje pateiktus, Gompertz, Makeham ir Siler prognozių tikslumo, rezultatus yra akivaizdu, kad Siler dėsnis geriausiai atitiko stebėtą mirtingumo galią Švedijoje, Ispanijoje ir Baltarusijoje. Makeham modelis buvo antras pagal gerumą, o Gompertz prognozė istorinius duomenis atitiko prasčiausiai. Dar verta paminėti, kad Siler ir Makeham dėsniai tiksliau prognozavo moterų mirtingumą, o Gompertz - vyrų.

Pažvelgus į skirtingų amžiaus grupių mirtingumą, Makeham modelis geriausiai atitiko 40 - 100 m. amžiaus žmonių mirtingumą, o Siler dėsnis geriausiai tiko 0 - 10 m. ir 40 - 100 m. amžiaus intervalams.

Vidutinės likusio gyvenimo trukmės skaičiavimas parodė, kad moterų tikėtina gyvenimo trukmė yra ilgesnė nei vyrų. Be to, Gompertz modelis prognozavo trumpiausią gyvenimą, tiek moterims, tiek vyrams. Nors Makeham ir Siler dėsnių vidutinė likusio gyvenimo trukmė yra panaši, tačiau remiantis ankstesniais rezultatais galima teigti, kad Siler gyvenimo trukmė yra tikslesnė.

Taigi, apibendrinus gautus rezultatus yra akivaizdu, kad tinkamiausias modelis Švedijos, Ispanijos ir Baltarusijos gyventojų mirtingumo modeliavimui, tiek vyrams, tiek moterims, yra Siler penkių parametrų dėsnis. Tačiau verta atkrepti dėmesį, kad Siler modelis neatsižvelgia į mirtingumo šuolį 20 - 30 metų individams.

Literatūros sąrašas:

Bowers Jr., H. C. J. A. N. J., Gerber U. (1997). Actuarial mathematics. *The society of actuaries*, 489–491.

Engelman, M., Caswell, H., & Agree, E. M. (2014). Why do lifespan variability trends for the young and old diverge? a perturbation analysis. *Demographic Research*, *30*, 1367.

Pascariu, M. D., & Canudas-Romo, V. (2017). Package 'mortalitylaws'.

Tai, T. H., & Noymer, A. (2018). Models for estimating empirical gompertz mortality: With an application to evolution of the gompertzian slope. *Population ecology*, *60*(1-2), 171–184.

A PRIEDAS

	Gompertz		Makeham		Siler			Gompertz		Makeham		Siler	
Amžius	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys	Amžius	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys
1	74,45	81,27	75,69	82,5	75,27	82,8	**41**	35,92	42,07	37,01	43,18	36,5	43,47
2	73,45	80,27	74,71	81,51	74,3	81,84	**42**	35,02	41,13	36,08	42,22	35,58	42,51
3	72,46	79,28	73,73	80,53	73,31	80,85	**43**	34,13	40,2	35,16	41,25	34,66	41,55
4	71,47	78,28	72,74	79,54	72,32	79,86	**44**	33,24	39,27	34,25	40,28	33,75	40,6
5	70,48	77,29	71,76	78,56	71,33	78,87	**45**	32,36	38,34	33,34	39,32	32,85	39,65
6	69,49	76,29	70,78	77,57	70,35	77,87	**46**	31,49	37,42	32,43	38,36	31,95	38,7
7	68,5	75,3	69,8	76,59	69,36	76,88	**47**	30,62	36,5	31,53	37,41	31,06	37,76
8	67,51	74,3	68,82	75,6	68,37	75,89	**48**	29,77	35,59	30,64	36,45	30,17	36,82
9	66,53	73,31	67,84	74,62	67,39	74,9	**49**	28,91	34,68	29,76	35,51	29,29	35,89
10	65,54	72,31	66,86	73,63	66,4	73,91	**50**	28,07	33,78	28,88	34,56	28,42	34,96
11	64,56	71,32	65,88	72,64	65,42	72,92	**51**	27,24	32,88	28,01	33,62	27,56	34,03
12	63,57	70,33	64,9	71,66	64,43	71,93	**52**	26,41	31,99	27,14	32,68	26,7	33,11
13	62,59	69,34	63,92	70,67	63,45	70,94	**53**	25,6	31,11	26,29	31,75	25,86	32,19
14	61,61	68,35	62,94	69,69	62,47	69,95	**54**	24,79	30,23	25,44	30,82	25,02	31,28
15	60,62	67,36	61,97	68,7	61,48	68,96	**55**	23,99	29,37	24,6	29,9	24,19	30,38
16	59,64	66,37	60,99	67,71	60,5	67,97	**56**	23,21	28,51	23,77	28,98	23,37	29,48
17	58,67	65,38	60,01	66,73	59,52	66,98	**57**	22,43	27,65	22,96	28,07	22,56	28,59
18	57,69	64,39	59,04	65,74	58,54	65,99	**58**	21,66	26,81	22,15	27,16	21,76	27,71
19	56,71	63,4	58,06	64,76	57,56	65	**59**	20,91	25,97	21,35	26,27	20,98	26,84
20	55,74	62,41	57,09	63,77	56,58	64,01	**60**	20,17	25,15	20,56	25,38	20,2	25,97
21	54,77	61,43	56,11	62,78	55,61	63,02	**61**	19,44	24,33	19,79	24,5	19,44	25,11
22	53,8	60,45	55,14	61,8	54,63	62,04	**62**	18,72	23,53	19,03	23,63	18,69	24,26
23	52,83	59,46	54,17	60,81	53,66	61,05	**63**	18,02	22,73	18,28	22,76	17,95	23,43
24	51,86	58,48	53,2	59,83	52,69	60,06	**64**	17,32	21,95	17,54	21,91	17,23	22,6
25	50,9	57,5	52,23	58,84	51,71	59,08	**65**	16,64	21,17	16,82	21,07	16,52	21,78
26	49,94	56,52	51,26	57,86	50,74	58,09	**66**	15,98	20,41	16,11	20,23	15,82	20,97
27	48,98	55,54	50,29	56,88	49,78	57,11	**67**	15,33	19,66	15,42	19,41	15,14	20,17
28	48,02	54,57	49,33	55,89	48,81	56,13	**68**	14,69	18,92	14,74	18,61	14,47	19,39
29	47,07	53,59	48,37	54,91	47,85	55,14	**69**	14,07	18,2	14,07	17,81	13,82	18,62
30	46,12	52,62	47,41	53,93	46,89	54,16	**70**	13,46	17,49	13,43	17,03	13,19	17,86
31	45,17	51,65	46,45	52,95	45,93	53,18	**71**	12,87	16,79	12,79	16,26	12,57	17,12
32	44,23	50,68	45,49	51,97	44,97	52,2	**72**	12,3	16,1	12,18	15,51	11,97	16,39
33	43,29	49,71	44,54	50,99	44,01	51,23	**73**	11,73	15,43	11,58	14,78	11,38	15,67
34	42,35	48,75	43,58	50,01	43,06	50,25	**74**	11,19	14,78	11	14,06	10,81	14,97
35	41,42	47,79	42,63	49,03	42,11	49,28	**75**	10,66	14,14	10,43	13,35	10,26	14,29
36	40,49	46,83	41,69	48,05	41,17	48,3	**76**	10,15	13,51	9,89	12,67	9,73	13,62
37	39,57	45,87	40,74	47,07	40,23	47,33	**77**	9,65	12,9	9,36	12	9,21	12,96
38	38,65	44,92	39,8	46,1	39,29	46,36	**78**	9,17	12,31	8,85	11,35	8,71	12,33
39	37,73	43,97	38,87	45,13	38,36	45,4	**79**	8,7	11,73	8,36	10,72	8,23	11,71
40	36,82	43,02	37,93	44,15	37,43	44,43	**80**	8,25	11,17	7,88	10,11	7,77	11,11

Lentelė 7: Ispanijos gyventojų vidutinė likusio gyvenimo trukmė

B PRIEDAS

	Gompertz		Makeham		Siler			Gompertz		Makeham		Siler	
Amžius	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys	Amžius	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys	Vyrai	Moterys
1	64,6	73,92	65,07	75,5	65,03	75,4	**41**	27,85	35,44	23,47	36,83	28,06	36,68
2	63,62	72,93	64,09	74,52	64,05	74,49	**42**	27,04	34,55	22,71	35,9	27,25	35,76
3	62,65	71,94	63,12	73,54	63,07	73,51	**43**	26,25	33,66	21,96	34,98	26,44	34,84
4	61,67	70,95	62,15	72,56	62,1	72,53	**44**	25,46	32,77	21,22	34,06	25,65	33,92
5	60,7	69,96	61,19	71,58	61,12	71,55	**45**	24,68	31,9	20,5	33,15	24,86	33,01
6	59,73	68,97	60,22	70,61	60,15	70,56	**46**	23,91	31,03	19,78	32,24	24,08	32,1
7	58,76	67,98	59,25	69,63	59,17	69,58	**47**	23,16	30,17	19,08	31,33	23,32	31,2
8	57,79	67	58,29	68,65	58,2	68,6	**48**	22,41	29,31	18,39	30,44	22,56	30,31
9	56,82	66,01	57,33	67,67	57,23	67,61	**49**	21,67	28,46	17,71	29,55	21,81	29,42
10	55,86	65,02	56,36	66,7	56,27	66,63	**50**	20,95	27,62	17,04	28,66	21,08	28,54
11	54,9	64,04	55,41	65,72	55,3	65,65	**51**	20,23	26,79	16,39	27,78	20,36	27,67
12	53,94	63,05	54,45	64,74	54,34	64,66	**52**	19,53	25,97	15,75	26,92	19,65	26,8
13	52,98	62,07	53,49	63,76	53,38	63,68	**53**	18,84	25,16	15,13	26,05	18,95	25,94
14	52,03	61,09	52,54	62,79	52,42	62,7	**54**	18,17	24,36	14,51	25,2	18,26	25,1
15	51,08	60,11	51,59	61,81	51,46	61,72	**55**	17,5	23,57	13,92	24,36	17,59	24,26
16	50,13	59,13	50,64	60,84	50,51	60,74	**56**	16,85	22,79	13,33	23,52	16,93	23,43
17	49,18	58,15	49,69	59,86	49,56	59,76	**57**	16,21	22,02	12,77	22,7	16,28	22,61
18	48,24	57,18	48,75	58,89	48,61	58,78	**58**	15,59	21,26	12,21	21,88	15,64	21,8
19	47,3	56,2	47,81	57,91	47,66	57,8	**59**	14,97	20,51	11,67	21,08	15,02	21
20	46,36	55,23	46,87	56,94	46,72	56,82	**60**	14,37	19,77	11,15	20,29	14,42	20,22
21	45,43	54,26	45,94	55,97	45,78	55,85	**61**	13,79	19,05	10,64	19,5	13,83	19,44
22	44,5	53,29	45,01	54,99	44,85	54,87	**62**	13,22	18,34	10,14	18,74	13,25	18,68
23	43,57	52,32	44,08	54,02	43,92	53,9	**63**	12,66	17,64	9,66	17,98	12,68	17,93
24	42,65	51,36	43,15	53,05	42,99	52,92	**64**	12,12	16,95	9,2	17,24	12,13	17,2
25	41,73	50,39	42,23	52,08	42,07	51,95	**65**	11,6	16,28	8,75	16,51	11,6	16,48
26	40,82	49,43	41,32	51,12	41,15	50,98	**66**	11,08	15,62	8,32	15,8	11,08	15,77
27	39,92	48,48	40,41	50,15	40,24	50,01	**67**	10,58	14,98	7,9	15,1	10,57	15,08
28	39,01	47,52	39,5	49,18	39,33	49,04	**68**	10,1	14,35	7,49	14,41	10,08	14,4
29	38,12	46,57	38,6	48,22	38,43	48,08	**69**	9,63	13,74	7,11	13,75	9,61	13,74
30	37,22	45,62	37,7	47,26	37,53	47,11	**70**	9,18	13,14	6,73	13,09	9,15	13,1
31	36,34	44,67	36,81	46,3	36,63	46,15	**71**	8,74	12,56	6,37	12,46	8,71	12,47
32	35,46	43,73	35,92	45,34	35,75	45,19	**72**	8,32	11,99	6,03	11,84	8,28	11,86
33	34,58	42,79	35,04	44,38	34,86	44,23	**73**	7,91	11,43	5,69	11,24	7,86	11,26
34	33,72	41,86	34,16	43,43	33,99	43,28	**74**	7,51	10,9	5,38	10,66	7,46	10,69
35	32,86	40,93	33,3	42,48	33,12	42,33	**75**	7,13	10,38	5,07	10,09	7,08	10,13
36	32	40	27,41	41,53	32,26	41,38	**76**	6,76	9,87	4,78	9,55	6,71	9,59
37	31,16	39,08	26,61	40,58	31,4	40,43	**77**	6,41	9,38	4,51	9,02	6,35	9,06
38	30,32	38,16	25,81	39,64	30,56	39,49	**78**	6,07	8,91	4,24	8,51	6,01	8,56
39	29,49	37,25	25,02	38,7	29,72	38,55	**79**	5,74	8,45	3,99	8,02	5,68	8,07
40	28,66	36,34	24,24	37,76	28,89	37,62	**80**	5,43	8,01	3,75	7,54	5,36	7,6

Lentelė 8: Baltarusijos gyventojų vidutinė likusio gyvenimo trukmė

C PRIEDAS

```
1  library(MortalityLaws)
2  library(tidyverse)
3  library(dbplyr)
4  library(forcats)
5  library(ggplot2)
6  ####################################
7  #Duomenu ikelimas ši mortality.org
8  ####################################
9  #########
10 #Švedija
11 #########
12 Svedija_Dx = ReadHMD(what = "Dx",
13                        countries = "SWE",
14                        interval = "1x1",
15                        username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
16                        password = "Justera",
17                        save = TRUE)
18
19 Svedija_Ex = ReadHMD(what = "Ex",
20                        countries = "SWE",
21                        interval = "1x1",
22                        username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
23                        password = "Justera",
24                        save = TRUE)
25
26 #########
27 #Ispanija
28 #########
29 Ispanija_Dx = ReadHMD(what = "Dx",
30                         countries = "ESP",
31                         interval = "1x1",
32                         username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
33                         password = "Justera",
34                         save = TRUE)
35
```

```
Ispanija_Ex = ReadHMD(what = "Ex",
                      countries = "ESP",
                      interval = "1x1",
                      username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
                      password = "Justera",
                      save = TRUE)
#########
#Baltarusija
#########
BaltRus_Dx = ReadHMD(what = "Dx",
                     countries = "BLR",
                     interval = "1x1",
                     username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
                     password = "Justera",
                     save = TRUE)

BaltRus_Ex = ReadHMD(what = "Ex",
                     countries = "BLR",
                     interval = "1x1",
                     username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
                     password = "Justera",
                     save = TRUE)

#########################
#ųDuomen transformavimas
#########################
Svedija_t_1 = 1989:2018
Svedija_x = 0:110
Svedija_t = Svedija_mx$data$Year[26419:29748]
Svedija_x_1 = Svedija_Ex$data$Age[26419:29748]

Svedija_Ex_f = Svedija_Ex$data$Female[26419:29748]
Svedija_Dx_f = Svedija_Dx$data$Female[26419:29748]
Svedija_miu_f = Svedija_Dx_f/Svedija_Ex_f


```

```
72 Svedija_Dx_m = Svedija_Dx$data$Male[26419:29748]
73 Svedija_Ex_m = Svedija_Ex$data$Male[26419:29748]
74 Svedija_miu_m = Svedija_Dx_m/Svedija_Ex_m
75
76 Ispanija_x = 0:110
77 Ispanija_x_1 = Ispanija_Ex$data$Age[8992:12321]
78
79 Ispanija_Ex_f = Ispanija_Ex$data$Female[8992:12321]
80 Ispanija_Dx_f = Ispanija_Dx$data$Female[8992:12321]
81 Ispanija_miu_f = Ispanija_Dx_f/Ispanija_Ex_f
82
83
84 Ispanija_Dx_m = Ispanija_Dx$data$Male[8992:12321]
85 Ispanija_Ex_m = Ispanija_Ex$data$Male[8992:12321]
86 Ispanija_miu_m = Ispanija_Dx_m/Ispanija_Ex_m
87
88 BaltRus_x = 0:110
89 BaltRus_x_1 = BaltRus_Ex$data$Age[3331:6660]
90
91 BaltRus_Ex_f = BaltRus_Ex$data$Female[3331:6660]
92 BaltRus_Dx_f = BaltRus_Dx$data$Female[3331:6660]
93 BaltRus_miu_f = BaltRus_Dx_f/BaltRus_Ex_f
94
95
96 BaltRus_Dx_m = BaltRus_Dx$data$Male[3331:6660]
97 BaltRus_Ex_m = BaltRus_Ex$data$Male[3331:6660]
98 BaltRus_miu_m = BaltRus_Dx_m/BaltRus_Ex_m
99
100 ########################
101 #Vidurkiu skaiciavimas
102 ########################
103 #########
104 #Moterys
105 #########
106
107 DfSved_EX_f = data.frame(EX_f = Svedija_Ex$data$Female[26419:29748],
```

```
    Age = Svedija_x_1)
DfSved_DX_f = data.frame(DX_f = Svedija_Dx$data$Female[26419:29748],
    Age = Svedija_x_1)
DfSved_miu_f = data.frame(miu_f = Svedija_miu_f, Age = Svedija_x_1)

Vid_Svedija_DX_f =  DfSved_DX_f %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(DX_f,na.rm = TRUE))

Vid_Svedija_EX_f =  DfSved_EX_f %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(EX_f,na.rm = TRUE))

Vid_Svedija_miu_f =  DfSved_miu_f %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(miu_f,na.rm = TRUE))

DfIsp_EX_f = data.frame(EX_f = Ispanija_Ex$data$Female[8992:12321], Age
    = Ispanija_x_1)
DfIsp_DX_f = data.frame(DX_f = Ispanija_Dx$data$Female[8992:12321], Age
    = Ispanija_x_1)
DfIsp_miu_f = data.frame(miu_f = Ispanija_miu_f, Age = Ispanija_x_1)

Vid_Ispanija_DX_f =  DfIsp_DX_f %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(DX_f,na.rm = TRUE))

Vid_Ispanija_EX_f =  DfIsp_EX_f %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(EX_f,na.rm = TRUE))

Vid_Ispanija_miu_f =  DfIsp_miu_f %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(miu_f,na.rm = TRUE))

DfBalt_EX_f = data.frame(EX_f = BaltRus_Ex$data$Female[3331:6660], Age
```

```
    = BaltRus_x_1)
DfBalt_DX_f = data.frame(DX_f = BaltRus_Dx$data$Female[3331:6660], Age
    = BaltRus_x_1)
DfBalt_miu_f = data.frame(miu_f = BaltRus_miu_f, Age = BaltRus_x_1)

Vid_BaltRus_DX_f =  DfBalt_DX_f %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(DX_f, na.rm = TRUE))

Vid_BaltRus_EX_f =  DfBalt_EX_f %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(EX_f, na.rm = TRUE))

Vid_BaltRus_miu_f =  DfBalt_miu_f %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(miu_f, na.rm = TRUE))

#######
#Vyrai
#######
DfSved_EX_m = data.frame(EX_m = Svedija_Ex$data$Male[26419:29748], Age
    = Svedija_x_1)
DfSved_DX_m = data.frame(DX_m = Svedija_Dx$data$Male[26419:29748], Age
    = Svedija_x_1)
DfSved_miu_m = data.frame(miu_m = Svedija_miu_m, Age = Svedija_x_1)

Vid_Svedija_DX_m =  DfSved_DX_m %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(DX_m, na.rm = TRUE))

Vid_Svedija_EX_f =  DfSved_EX_m %>%
  group_by(Age) %>%
  summarise(Vidurkis = mean(EX_m, na.rm = TRUE))

Vid_Svedija_miu_m =  DfSved_miu_m %>%
  group_by(Age) %>%
```

```
172     summarise(Vidurkis = mean(miu_m, na.rm = TRUE))
173
174 DfIsp_EX_m = data.frame(EX_m = Ispanija_Ex$data$Male[8992:12321], Age =
        Ispanija_x_1)
175 DfIsp_DX_m = data.frame(DX_m = Ispanija_Dx$data$Male[8992:12321], Age =
        Ispanija_x_1)
176 DfIsp_miu_m = data.frame(miu_m = Ispanija_miu_m, Age = Ispanija_x_1)
177
178 Vid_Ispanija_DX_m =  DfIsp_DX_m %>%
179     group_by(Age) %>%
180     summarise(Vidurkis = mean(DX_m, na.rm = TRUE))
181
182 Vid_Ispanija_EX_f =  DfIsp_EX_m %>%
183     group_by(Age) %>%
184     summarise(Vidurkis = mean(EX_m, na.rm = TRUE))
185
186 Vid_Ispanija_miu_m =  DfIsp_miu_m %>%
187     group_by(Age) %>%
188     summarise(Vidurkis = mean(miu_m, na.rm = TRUE))
189
190 DfBalt_EX_m = data.frame(EX_m = BaltRus_Ex$data$Male[3331:6660], Age =
        BaltRus_x_1)
191 DfBalt_DX_m = data.frame(DX_m = BaltRus_Dx$data$Male[3331:6660], Age =
        BaltRus_x_1)
192 DfBalt_miu_m = data.frame(miu_m = BaltRus_miu_m, Age = BaltRus_x_1)
193
194 Vid_BaltRus_DX_m =  DfBalt_DX_m %>%
195     group_by(Age) %>%
196     summarise(Vidurkis = mean(DX_m, na.rm = TRUE))
197
198 Vid_BaltRus_EX_f =  DfBalt_EX_m %>%
199     group_by(Age) %>%
200     summarise(Vidurkis = mean(EX_m, na.rm = TRUE))
201
202 Vid_BaltRus_miu_m =  DfBalt_miu_m %>%
203     group_by(Age) %>%
```

```
204   summarise(Vidurkis = mean(miu_m, na.rm = TRUE))
205
206 ####################################
207 #Vidutines mirtingumo galio grafikas
208 ####################################
209 ggplot(data.frame(Svedija_x, log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis), log(
      Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis)), aes(Svedija_x)) +
210   geom_line(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis), colour="red"), size =
        0.8, show.legend = TRUE) +
211   geom_line(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis), colour="black"),
        size = 0.8, show.legend = TRUE) +
212   scale_color_manual( name =NULL, labels = c("Vyrai", "Moterys"), values
        = c("black", "red")) +
213   labs(y = "log (ėVidutin mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
214   scale_x_continuous(
215     breaks =seq(0, 110, by = 10),
216     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
217   theme_grey() +
218   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
219   theme(legend.position = c(0.8, 0.2))+
220   ggsave("Švedija_FM.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
        Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai")
221
222 ggplot(data.frame(Ispanija_x, log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis), log(
      Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis)), aes(Ispanija_x)) +
223   geom_line(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis), colour="red"), size
        = 0.8) +
224   geom_line(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis), colour="black"),
        size = 0.8) +
225   scale_color_manual( name =NULL, labels = c("Vyrai", "Moterys"), values
        = c("black", "red")) +
226   labs(y = "log (Vidutine mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
227   scale_x_continuous(
228     breaks =seq(0, 110, by = 10),
229     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
```

```
        100","110")) +
230   theme_grey() +
231   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
232   theme(legend.position = c(0.8, 0.2))+
233   ggsave("Ispanija_FM.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
        Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai")
234
235 ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis),log(
      Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis)), aes(BaltRus_x)) +
236   geom_line(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis), colour="red"), size
        = 0.8) +
237   geom_line(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis), colour="black"),
        size = 0.8) +
238   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Vyrai", "Moterys"),values
        = c("black", "red")) +
239   labs(y = "log (Vidutine mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
240   scale_x_continuous(
241     breaks =seq(0, 110, by = 10),
242     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
243   theme_grey() +
244   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
245   theme(legend.position = c(0.8, 0.2))+
246   ggsave("Baltarusija_FM.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users
        /Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai")
247 #
      ##########################################################################

248 #Gomperso desnis
249 #
      ##########################################################################

250 #########
251 #Moterys
252 #########
253 Gompertz_f = MortalityLaw(x = Svedija_x,
```

```
254                                 mx = Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis,
255                                 law = "gompertz",
256                                 opt.method = "LF2",
257                                 show=TRUE)
258
259 summary(Gompertz_f)
260 Swed_Koef_GF = format(Gompertz_f$coefficients, scientific=FALSE)
261 Swed_Gompertz_f = Gompertz_f$fitted.values
262
263 Gompertz_f = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
264                                 mx = Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis,
265                                 law = "gompertz",
266                                 opt.method = "LF2",
267                                 show=TRUE)
268
269 summary(Gompertz_f)
270 isp_Koef_GF = format(Gompertz_f$coefficients, scientific=FALSE)
271 isp_Gompertz_f = Gompertz_f$fitted.values
272
273 Gompertz_f = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
274                                 mx = Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis,
275                                 law = "gompertz",
276                                 opt.method = "LF2",
277                                 show=TRUE)
278
279 summary(Gompertz_f)
280 balt_Koef_GF = format(Gompertz_f$coefficients, scientific=FALSE)
281 balt_Gompertz_f = Gompertz_f$fitted.values
282
283 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis),log(
      Swed_Gompertz_f)), aes(Svedija_x)) +
284   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
285   geom_line(aes(y=log(Swed_Gompertz_f), colour="black"), size = 0.8) +
286   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
        ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
287   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
```

```
288   scale_x_continuous(
289     breaks =seq(0, 110, by = 10),
290     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
291   theme_grey() +
292   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
293   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
294   ggsave("Švedija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
        Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
295
296 ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis),log(
      isp_Gompertz_f)), aes(Ispanija_x)) +
297   geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
298   geom_line(aes(y=log(isp_Gompertz_f), colour="black"), size = 0.8) +
299   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
        ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
300   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
301   scale_x_continuous(
302     breaks =seq(0, 110, by = 10),
303     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
304   theme_grey() +
305   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
306   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
307   ggsave("Ispanija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
        Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
308
309 ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis),log(
      balt_Gompertz_f)), aes(BaltRus_x)) +
310   geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
311   geom_line(aes(y=log(balt_Gompertz_f), colour="black"), size = 0.8) +
312   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
        ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
313   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
314   scale_x_continuous(
315     breaks =seq(0, 110, by = 10),
```

```
316       labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
              100","110")) +
317     theme_grey() +
318     theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
319     theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
320     ggsave("Baltarusija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
            Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
321
322 #######
323 #Vyrai
324 #######
325 Gompertz_m = MortalityLaw(x = Svedija_x,
326                           mx = Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis,
327                           law = "gompertz",
328                           opt.method = "LF2",
329                           show=TRUE)
330
331 summary(Gompertz_m)
332 Swed_Koef_GM = format(Gompertz_m$coefficients, scientific=FALSE)
333 Swed_Gompertz_m = Gompertz_m$fitted.values
334
335 Gompertz_m = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
336                           mx = Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis,
337                           law = "gompertz",
338                           opt.method = "LF2",
339                           show=TRUE)
340
341 summary(Gompertz_m)
342 isp_Koef_GM = format(Gompertz_m$coefficients, scientific=FALSE)
343 isp_Gompertz_m = Gompertz_m$fitted.values
344
345 Gompertz_m = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
346                           mx = Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis,
347                           law = "gompertz",
348                           opt.method = "LF2",
349                           show=TRUE)
```

```
350
351 summary(Gompertz_m)
352 balt_Koef_GM = format(Gompertz_m$coefficients, scientific=FALSE)
353 balt_Gompertz_m = Gompertz_m$fitted.values
354
355 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis),log(
      Swed_Gompertz_m)), aes(Svedija_x)) +
356   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
357   geom_line(aes(y=log(Swed_Gompertz_m), colour="black"), size = 0.8) +
358   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
        ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
359   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
360   scale_x_continuous(
361     breaks =seq(0, 110, by = 10),
362     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
363   theme_grey() +
364   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
365   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
366   ggsave("Švedija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
        Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
367
368 ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis),log(
      isp_Gompertz_m)), aes(Ispanija_x)) +
369   geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
370   geom_line(aes(y=log(isp_Gompertz_m), colour="black"), size = 0.8) +
371   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
        ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
372   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
373   scale_x_continuous(
374     breaks =seq(0, 110, by = 10),
375     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
376   theme_grey() +
377   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
378   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
```

```
379    ggsave("Ispanija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
           Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
380
381  ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis),log(
       balt_Gompertz_m)), aes(BaltRus_x)) +
382    geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
383    geom_line(aes(y=log(balt_Gompertz_m), colour="black"), size = 0.8) +
384    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
           ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
385    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
386    scale_x_continuous(
387      breaks =seq(0, 110, by = 10),
388      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
             100","110")) +
389    theme_grey() +
390    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
391    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
392    ggsave("Baltarusija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
           Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
393  #
       ##############################################################################

394  #Makehamo desnis
395  #
       ##############################################################################

396  #########
397  #Moterys
398  #########
399  Makeham_f = MortalityLaw(x = Svedija_x,
400                           mx = Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis,
401                           law = "makeham",
402                           opt.method = "LF2",
403                           show=TRUE)
404
405  summary(Makeham_f)
```

```
406 Swed_Koef_MF = format(Makeham_f$coefficients, scientific=FALSE)
407 Swed_Makeham_f = Makeham_f$fitted.values
408
409 Makeham_f = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
410                          mx = Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis,
411                          law = "makeham",
412                          opt.method = "LF2",
413                          show=TRUE)
414
415 summary(Makeham_f)
416 isp_Koef_MF = format(Makeham_f$coefficients, scientific=FALSE)
417 isp_Makeham_f = Makeham_f$fitted.values
418
419 Makeham_f = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
420                          mx = Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis,
421                          law = "makeham",
422                          opt.method = "LF2",
423                          show=TRUE)
424
425 summary(Makeham_f)
426 balt_Koef_MF = format(Makeham_f$coefficients, scientific=FALSE)
427 balt_Makeham_f = Makeham_f$fitted.values
428
429 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis),log(
      Swed_Makeham_f)), aes(Svedija_x)) +
430   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
431   geom_line(aes(y=log(Swed_Makeham_f), colour="black"), size = 0.8) +
432   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
        ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
433   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
434   scale_x_continuous(
435     breaks =seq(0, 110, by = 10),
436     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
437   theme_grey() +
438   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
```

```
439   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
440   ggsave("Švedija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")
441
442 ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis),log(
      isp_Makeham_f)), aes(Ispanija_x)) +
443   geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
444   geom_line(aes(y=log(isp_Makeham_f), colour="black"), size = 0.8) +
445   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
          ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
446   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
447   scale_x_continuous(
448     breaks =seq(0, 110, by = 10),
449     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
            100","110")) +
450   theme_grey() +
451   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
452   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
453   ggsave("Ispanija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")
454
455 ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis),log(
      balt_Makeham_f)), aes(BaltRus_x)) +
456   geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
457   geom_line(aes(y=log(balt_Makeham_f), colour="black"), size = 0.8) +
458   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
          ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
459   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
460   scale_x_continuous(
461     breaks =seq(0, 110, by = 10),
462     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
            100","110")) +
463   theme_grey() +
464   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
465   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
466   ggsave("Baltarusija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
```

```
        Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")

#######
#Vyrai
#######
Makeham_m = MortalityLaw(x = Svedija_x,
                         mx = Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis,
                         law = "makeham",
                         opt.method = "LF2",
                         show=TRUE)

summary(Makeham_m)
Swed_Koef_MM = format(Makeham_m$coefficients, scientific=FALSE)
Swed_Makeham_m = Makeham_m$fitted.values

Makeham_m = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
                         mx = Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis,
                         law = "makeham",
                         opt.method = "LF2",
                         show=TRUE)

summary(Makeham_m)
isp_Koef_MM = format(Makeham_m$coefficients, scientific=FALSE)
isp_Makeham_m = Makeham_m$fitted.values

Makeham_m = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
                         mx = Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis,
                         law = "makeham",
                         opt.method = "LF2",
                         show=TRUE)

summary(Makeham_m)
balt_Koef_MM = format(Makeham_m$coefficients, scientific=FALSE)
balt_Makeham_m = Makeham_m$fitted.values

ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis),log(
```

```
    Swed_Makeham_m)), aes(Svedija_x)) +
  geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
  geom_line(aes(y=log(Swed_Makeham_m), colour="black"), size = 0.8) +
  scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
      ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
  labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
  scale_x_continuous(
    breaks =seq(0, 110, by = 10),
    labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
        100","110")) +
  theme_grey() +
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
  theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
  ggsave("Švedija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
      Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")


ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis),log(
    isp_Makeham_m)), aes(Ispanija_x)) +
  geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
  geom_line(aes(y=log(isp_Makeham_m), colour="black"), size = 0.8) +
  scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
      ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
  labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
  scale_x_continuous(
    breaks =seq(0, 110, by = 10),
    labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
        100","110")) +
  theme_grey() +
  theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
  theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
  ggsave("Ispanija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
      Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")

ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis),log(
    balt_Makeham_m)), aes(BaltRus_x)) +
```

```
529    geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
530    geom_line(aes(y=log(balt_Makeham_m), colour="black"), size = 0.8) +
531    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
           ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
532    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
533    scale_x_continuous(
534      breaks =seq(0, 110, by = 10),
535      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
           100","110")) +
536    theme_grey() +
537    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
538    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
539    ggsave("Baltarusija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
           Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")
540
541  #
       ##############################################################################
542  #Šilerio desnis
543  #
       ##############################################################################
544  #########
545  #Moterys
546  #########
547  Siler_f = MortalityLaw(x = Svedija_x,
548                         mx = Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis,
549                         law = "siler",
550                         opt.method = "LF2",
551                         show=TRUE)
552
553  summary(Siler_f)
554  Swed_Koef_SF = format(Siler_f$coefficients, scientific=FALSE)
555  Swed_Siler_f = Siler_f$fitted.values
556
557  Siler_f = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
```

```
558                             mx = Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis,
559                             law = "siler",
560                             opt.method = "LF2",
561                             show=TRUE)
562
563 summary(Siler_f)
564 isp_Koef_SF = format(Siler_f$coefficients, scientific=FALSE)
565 isp_Siler_f = Siler_f$fitted.values
566
567 Siler_f = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
568                             mx = Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis,
569                             law = "siler",
570                             opt.method = "LF2",
571                             show=TRUE)
572
573 summary(Siler_f)
574 balt_Koef_SF = format(Siler_f$coefficients, scientific=FALSE)
575 balt_Siler_f = Siler_f$fitted.values
576
577
578 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis),log(
       Swed_Siler_f)), aes(Svedija_x)) +
579   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
580   geom_line(aes(y=log(Swed_Siler_f), colour="black"), size = 0.8) +
581   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
       ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
582   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
583   scale_x_continuous(
584     breaks =seq(0, 110, by = 10),
585     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
586   theme_grey() +
587   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
588   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
589   ggsave("Švedija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
       Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
```

```
590
591 ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis),log(
      isp_Siler_f)), aes(Ispanija_x)) +
592   geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
593   geom_line(aes(y=log(isp_Siler_f), colour="black"), size = 0.8) +
594   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
        ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
595   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
596   scale_x_continuous(
597     breaks =seq(0, 110, by = 10),
598     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
599   theme_grey() +
600   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
601   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
602   ggsave("Ispanija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
        Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
603
604 ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis),log(
      balt_Siler_f)), aes(BaltRus_x)) +
605   geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
606   geom_line(aes(y=log(balt_Siler_f), colour="black"), size = 0.8) +
607   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
        ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
608   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
609   scale_x_continuous(
610     breaks =seq(0, 110, by = 10),
611     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
612   theme_grey() +
613   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
614   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
615   ggsave("Baltarusija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
        Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
616
617 #######
```

```
#Vyrai
#######
Siler_m = MortalityLaw(x = Svedija_x,
                       mx = Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis,
                       law = "siler",
                       opt.method = "LF2",
                       show=TRUE)

summary(Siler_m)
Swed_Koef_SM = format(Siler_m$coefficients, scientific=FALSE)
Swed_Siler_m = Siler_m$fitted.values

Siler_m = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
                       mx = Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis,
                       law = "siler",
                       opt.method = "LF2",
                       show=TRUE)

summary(Siler_m)
isp_Koef_SM = format(Siler_m$coefficients, scientific=FALSE)
isp_Siler_m = Siler_m$fitted.values

Siler_m = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
                       mx = Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis,
                       law = "siler",
                       opt.method = "LF2",
                       show=TRUE)

summary(Siler_m)
balt_Koef_SM = format(Siler_m$coefficients, scientific=FALSE)
balt_Siler_m = Siler_m$fitted.values

ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis),log(
    Swed_Siler_m)), aes(Svedija_x)) +
  geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
  geom_line(aes(y=log(Swed_Siler_m), colour="black"), size = 0.8) +
```

```
653   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
          ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
654   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
655   scale_x_continuous(
656     breaks =seq(0, 110, by = 10),
657     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
658   theme_grey() +
659   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
660   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
661   ggsave("Švedija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
662
663 ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis),log(
      isp_Siler_m)), aes(Ispanija_x)) +
664   geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
665   geom_line(aes(y=log(isp_Siler_m), colour="black"), size = 0.8) +
666   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
          ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
667   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
668   scale_x_continuous(
669     breaks =seq(0, 110, by = 10),
670     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
671   theme_grey() +
672   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
673   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
674   ggsave("Ispanija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
675
676 ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis),log(
      balt_Siler_m)), aes(BaltRus_x)) +
677   geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
678   geom_line(aes(y=log(balt_Siler_m), colour="black"), size = 0.8) +
679   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
          ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
```

```
680     labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
681     scale_x_continuous(
682       breaks =seq(0, 110, by = 10),
683       labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
            100","110")) +
684     theme_grey() +
685     theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
686     theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
687     ggsave("Baltarusija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
688 ####################
689 #RMSE skaiciavimas
690 ####################
691 Sved_RMSE_Gf = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis) - log(
        Swed_Gompertz_f) )^2)*(1/111))
692 Sved_RMSE_Gm = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis) - log(
        Swed_Gompertz_m) )^2)*(1/111))
693
694 Sved_RMSE_Mf = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis) - log(
        Swed_Makeham_f) )^2)*(1/111))
695 Sved_RMSE_Mm = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis) - log(
        Swed_Makeham_m) )^2)*(1/111))
696
697 Sved_RMSE_Sf = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis) - log(
        Swed_Siler_f) )^2)*(1/111))
698 Sved_RMSE_Sm = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis) - log(
        Swed_Siler_m) )^2)*(1/111))
699
700 Isp_RMSE_Gf = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis) - log(
        isp_Gompertz_f) )^2)*(1/111))
701 Isp_RMSE_Gm = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis) - log(
        isp_Gompertz_m) )^2)*(1/111))
702
703 Isp_RMSE_Mf = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis) - log(
        isp_Makeham_f) )^2)*(1/111))
704 Isp_RMSE_Mm = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis) - log(
```

```
    isp_Makeham_m) )^2)*(1/111))

Isp_RMSE_Sf = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis) - log(
    isp_Siler_f) )^2)*(1/111))
Isp_RMSE_Sm = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis) - log(
    isp_Siler_m) )^2)*(1/111))

Balt_RMSE_Gf = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis) - log(
    balt_Gompertz_f) )^2)*(1/111))
Balt_RMSE_Gm = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis) - log(
    balt_Gompertz_m) )^2)*(1/111))

Balt_RMSE_Mf = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis) - log(
    balt_Makeham_f) )^2)*(1/111))
Balt_RMSE_Mm = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis) - log(
    balt_Makeham_m) )^2)*(1/111))

Balt_RMSE_Sf = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis) - log(
    balt_Siler_f) )^2)*(1/111))
Balt_RMSE_Sm = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis) - log(
    balt_Siler_m) )^2)*(1/111))

mean(Sved_RMSE_Gf,Isp_RMSE_Gf,Balt_RMSE_Gf)
mean(Sved_RMSE_Gm,Isp_RMSE_Gm,Balt_RMSE_Gm)

mean(Sved_RMSE_Mf,Isp_RMSE_Mf,Balt_RMSE_Mf)
mean(Sved_RMSE_Mm,Isp_RMSE_Mm,Balt_RMSE_Mm)

mean(Sved_RMSE_Sf,Isp_RMSE_Sf,Balt_RMSE_Sf)
mean(Sved_RMSE_Sm,Isp_RMSE_Sm,Balt_RMSE_Sm)
############
#Rezultatai
############
RMSE_1 = data.frame(S_Vyr = Sved_RMSE_Gm, S_Mot = Sved_RMSE_Gf,
                    B_Vyr = Balt_RMSE_Gm, B_Mot = Balt_RMSE_Gf,
                    I_Vyr = Isp_RMSE_Gm, I_Mot = Isp_RMSE_Gf, row.names
```

```
                                = "Gomp")
RMSE_2 = data.frame(S_Vyr = Sved_RMSE_Mm, S_Mot = Sved_RMSE_Mf,
                    B_Vyr = Balt_RMSE_Mm, B_Mot = Balt_RMSE_Mf,
                    I_Vyr = Isp_RMSE_Mm, I_Mot = Isp_RMSE_Mf, row.names
                                = "Mak")
RMSE_3 = data.frame(S_Vyr = Sved_RMSE_Sm, S_Mot = Sved_RMSE_Sf,
                    B_Vyr = Balt_RMSE_Sm, B_Mot = Balt_RMSE_Sf,
                    I_Vyr = Isp_RMSE_Sm, I_Mot = Isp_RMSE_Sf, row.names
                                = "Sil")

Gomp_M = data.frame(Swed_Koef_GM,isp_Koef_GM, balt_Koef_GM)
Gomp_F = data.frame(Swed_Koef_GF,isp_Koef_GF, balt_Koef_GF)
Mak_M = data.frame(Swed_Koef_MM,isp_Koef_MM, balt_Koef_MM)
Mak_F = data.frame(Swed_Koef_MF,isp_Koef_MF, balt_Koef_MF)
Sil_M = data.frame(Swed_Koef_SM,isp_Koef_SM, balt_Koef_SM)
Sil_F = data.frame(Swed_Koef_SF,isp_Koef_SF, balt_Koef_SF)
########################################
#Likusios gyvenimo trukmes skaiciavimas
########################################
SW1_f = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Gompertz_f)
SW2_f = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Makeham_f)
SW3_f = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Siler_f)

SW1_m = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Gompertz_m)
SW2_m = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Makeham_m)
SW3_m = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Siler_m)

IS1_f = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Gompertz_f)
IS2_f = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Makeham_f)
IS3_f = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Siler_f)

IS1_m = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Gompertz_m)
IS2_m = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Makeham_m)
IS3_m = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Siler_m)

BL1_f = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Gompertz_f)
```

```
765 BL2_f = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Makeham_f)
766 BL3_f = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Siler_f)
767
768 BL1_m = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Gompertz_m)
769 BL2_m = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Makeham_m)
770 BL3_m = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Siler_m)
771 View(SW1_f$lt$ex)
772 View(SW2_f$lt$ex)
773 View(SW3_f$lt$ex)
774 View(SW1_m$lt$ex)
775 View(SW2_m$lt$ex)
776 View(SW3_m$lt$ex)
777 View(IS1_f$lt$ex)
778 View(IS2_f$lt$ex)
779 View(IS3_f$lt$ex)
780 View(IS1_m$lt$ex)
781 View(IS2_m$lt$ex)
782 View(IS3_m$lt$ex)
783 View(BL1_f$lt$ex)
784 View(BL2_f$lt$ex)
785 View(BL3_f$lt$ex)
786 View(BL1_m$lt$ex)
787 View(BL2_m$lt$ex)
788 View(BL3_m$lt$ex)
789 library(MortalityLaws)
790 library(tidyverse)
791 library(dbplyr)
792 library(forcats)
793 library(ggplot2)
794 ####################################
795 #Duomenu ikelimas ši mortality.org
796 ####################################
797 #########
798 #Švedija
799 #########
800 Svedija_Dx = ReadHMD(what = "Dx",
```

```
801                         countries = "SWE",
802                         interval = "1x1",
803                         username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
804                         password = "Justera",
805                         save = TRUE)
806
807 Svedija_Ex = ReadHMD(what = "Ex",
808                         countries = "SWE",
809                         interval = "1x1",
810                         username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
811                         password = "Justera",
812                         save = TRUE)
813
814 #########
815 #Ispanija
816 #########
817 Ispanija_Dx = ReadHMD(what = "Dx",
818                          countries = "ESP",
819                          interval = "1x1",
820                          username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
821                          password = "Justera",
822                          save = TRUE)
823
824 Ispanija_Ex = ReadHMD(what = "Ex",
825                          countries = "ESP",
826                          interval = "1x1",
827                          username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
828                          password = "Justera",
829                          save = TRUE)
830 #########
831 #Baltarusija
832 #########
833 BaltRus_Dx = ReadHMD(what = "Dx",
834                         countries = "BLR",
835                         interval = "1x1",
836                         username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
```

```
                        password = "Justera",
                        save = TRUE)

BaltRus_Ex = ReadHMD(what = "Ex",
                        countries = "BLR",
                        interval = "1x1",
                        username = "gabriele.rainyte@gmail.com",
                        password = "Justera",
                        save = TRUE)

#########################
#ų Duomen transformavimas
#########################
Svedija_t_1 = 1989:2018
Svedija_x = 0:110
Svedija_t = Svedija_mx$data$Year[26419:29748]
Svedija_x_1 = Svedija_Ex$data$Age[26419:29748]

Svedija_Ex_f = Svedija_Ex$data$Female[26419:29748]
Svedija_Dx_f = Svedija_Dx$data$Female[26419:29748]
Svedija_miu_f = Svedija_Dx_f/Svedija_Ex_f


Svedija_Dx_m = Svedija_Dx$data$Male[26419:29748]
Svedija_Ex_m = Svedija_Ex$data$Male[26419:29748]
Svedija_miu_m = Svedija_Dx_m/Svedija_Ex_m

Ispanija_x = 0:110
Ispanija_x_1 = Ispanija_Ex$data$Age[8992:12321]

Ispanija_Ex_f = Ispanija_Ex$data$Female[8992:12321]
Ispanija_Dx_f = Ispanija_Dx$data$Female[8992:12321]
Ispanija_miu_f = Ispanija_Dx_f/Ispanija_Ex_f


Ispanija_Dx_m = Ispanija_Dx$data$Male[8992:12321]
```

```
873 Ispanija_Ex_m = Ispanija_Ex$data$Male[8992:12321]
874 Ispanija_miu_m = Ispanija_Dx_m/Ispanija_Ex_m
875
876 BaltRus_x = 0:110
877 BaltRus_x_1 = BaltRus_Ex$data$Age[3331:6660]
878
879 BaltRus_Ex_f = BaltRus_Ex$data$Female[3331:6660]
880 BaltRus_Dx_f = BaltRus_Dx$data$Female[3331:6660]
881 BaltRus_miu_f = BaltRus_Dx_f/BaltRus_Ex_f
882
883
884 BaltRus_Dx_m = BaltRus_Dx$data$Male[3331:6660]
885 BaltRus_Ex_m = BaltRus_Ex$data$Male[3331:6660]
886 BaltRus_miu_m = BaltRus_Dx_m/BaltRus_Ex_m
887
888 ########################
889 #Vidurkiu skaiciavimas
890 ########################
891 #########
892 #Moterys
893 #########
894
895 DfSved_EX_f = data.frame(EX_f = Svedija_Ex$data$Female[26419:29748],
        Age = Svedija_x_1)
896 DfSved_DX_f = data.frame(DX_f = Svedija_Dx$data$Female[26419:29748],
        Age = Svedija_x_1)
897 DfSved_miu_f = data.frame(miu_f = Svedija_miu_f, Age = Svedija_x_1)
898
899 Vid_Svedija_DX_f =  DfSved_DX_f %>%
900   group_by(Age) %>%
901   summarise(Vidurkis = mean(DX_f, na.rm = TRUE))
902
903 Vid_Svedija_EX_f =  DfSved_EX_f %>%
904   group_by(Age) %>%
905   summarise(Vidurkis = mean(EX_f, na.rm = TRUE))
906
```

```
907 Vid_Svedija_miu_f =  DfSved_miu_f %>%
908   group_by(Age) %>%
909   summarise(Vidurkis = mean(miu_f, na.rm = TRUE))
910
911 DfIsp_EX_f = data.frame(EX_f = Ispanija_Ex$data$Female[8992:12321], Age
      = Ispanija_x_1)
912 DfIsp_DX_f = data.frame(DX_f = Ispanija_Dx$data$Female[8992:12321], Age
      = Ispanija_x_1)
913 DfIsp_miu_f = data.frame(miu_f = Ispanija_miu_f, Age = Ispanija_x_1)
914
915 Vid_Ispanija_DX_f =  DfIsp_DX_f %>%
916   group_by(Age) %>%
917   summarise(Vidurkis = mean(DX_f, na.rm = TRUE))
918
919 Vid_Ispanija_EX_f =  DfIsp_EX_f %>%
920   group_by(Age) %>%
921   summarise(Vidurkis = mean(EX_f, na.rm = TRUE))
922
923 Vid_Ispanija_miu_f =  DfIsp_miu_f %>%
924   group_by(Age) %>%
925   summarise(Vidurkis = mean(miu_f, na.rm = TRUE))
926
927 DfBalt_EX_f = data.frame(EX_f = BaltRus_Ex$data$Female[3331:6660], Age
      = BaltRus_x_1)
928 DfBalt_DX_f = data.frame(DX_f = BaltRus_Dx$data$Female[3331:6660], Age
      = BaltRus_x_1)
929 DfBalt_miu_f = data.frame(miu_f = BaltRus_miu_f, Age = BaltRus_x_1)
930
931 Vid_BaltRus_DX_f =  DfBalt_DX_f %>%
932   group_by(Age) %>%
933   summarise(Vidurkis = mean(DX_f, na.rm = TRUE))
934
935 Vid_BaltRus_EX_f =  DfBalt_EX_f %>%
936   group_by(Age) %>%
937   summarise(Vidurkis = mean(EX_f, na.rm = TRUE))
938
```

```
939 Vid_BaltRus_miu_f =  DfBalt_miu_f %>%
940   group_by(Age) %>%
941   summarise(Vidurkis = mean(miu_f, na.rm = TRUE))
942
943 #######
944 #Vyrai
945 #######
946 DfSved_EX_m = data.frame(EX_m = Svedija_Ex$data$Male[26419:29748], Age
      = Svedija_x_1)
947 DfSved_DX_m = data.frame(DX_m = Svedija_Dx$data$Male[26419:29748], Age
      = Svedija_x_1)
948 DfSved_miu_m = data.frame(miu_m = Svedija_miu_m, Age = Svedija_x_1)
949
950 Vid_Svedija_DX_m =  DfSved_DX_m %>%
951   group_by(Age) %>%
952   summarise(Vidurkis = mean(DX_m, na.rm = TRUE))
953
954 Vid_Svedija_EX_f =  DfSved_EX_m %>%
955   group_by(Age) %>%
956   summarise(Vidurkis = mean(EX_m, na.rm = TRUE))
957
958 Vid_Svedija_miu_m =  DfSved_miu_m %>%
959   group_by(Age) %>%
960   summarise(Vidurkis = mean(miu_m, na.rm = TRUE))
961
962 DfIsp_EX_m = data.frame(EX_m = Ispanija_Ex$data$Male[8992:12321], Age =
      Ispanija_x_1)
963 DfIsp_DX_m = data.frame(DX_m = Ispanija_Dx$data$Male[8992:12321], Age =
      Ispanija_x_1)
964 DfIsp_miu_m = data.frame(miu_m = Ispanija_miu_m, Age = Ispanija_x_1)
965
966 Vid_Ispanija_DX_m =  DfIsp_DX_m %>%
967   group_by(Age) %>%
968   summarise(Vidurkis = mean(DX_m, na.rm = TRUE))
969
970 Vid_Ispanija_EX_f =  DfIsp_EX_m %>%
```

```
971     group_by(Age) %>%
972     summarise(Vidurkis = mean(EX_m, na.rm = TRUE))
973
974   Vid_Ispanija_miu_m =   DfIsp_miu_m %>%
975     group_by(Age) %>%
976     summarise(Vidurkis = mean(miu_m, na.rm = TRUE))
977
978   DfBalt_EX_m = data.frame(EX_m = BaltRus_Ex$data$Male[3331:6660], Age =
          BaltRus_x_1)
979   DfBalt_DX_m = data.frame(DX_m = BaltRus_Dx$data$Male[3331:6660], Age =
          BaltRus_x_1)
980   DfBalt_miu_m = data.frame(miu_m = BaltRus_miu_m, Age = BaltRus_x_1)
981
982   Vid_BaltRus_DX_m =   DfBalt_DX_m %>%
983     group_by(Age) %>%
984     summarise(Vidurkis = mean(DX_m, na.rm = TRUE))
985
986   Vid_BaltRus_EX_f =   DfBalt_EX_m %>%
987     group_by(Age) %>%
988     summarise(Vidurkis = mean(EX_m, na.rm = TRUE))
989
990   Vid_BaltRus_miu_m =   DfBalt_miu_m %>%
991     group_by(Age) %>%
992     summarise(Vidurkis = mean(miu_m, na.rm = TRUE))
993
994   ######################################
995   #Vidutines mirtingumo galio grafikas
996   ######################################
997   ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis),log(
          Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis)), aes(Svedija_x)) +
998     geom_line(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis), colour="red"),size =
            0.8, show.legend = TRUE) +
999     geom_line(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis), colour="black"),
          size = 0.8, show.legend = TRUE) +
1000    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Vyrai", "Moterys"),values
          = c("black", "red")) +
```

```
1001    labs(y = "log (ėVidutin mirtingumo galia)",x = "žAmius") +
1002    scale_x_continuous(
1003      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1004      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
            100","110")) +
1005    theme_grey() +
1006    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1007    theme(legend.position = c(0.8, 0.2))+
1008    ggsave("Švedija_FM.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai")
1009
1010  ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis),log(
        Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis)), aes(Ispanija_x)) +
1011    geom_line(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis), colour="red"), size
          = 0.8) +
1012    geom_line(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis), colour="black"),
          size = 0.8) +
1013    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Vyrai", "Moterys"),values
          = c("black", "red")) +
1014    labs(y = "log (Vidutine mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1015    scale_x_continuous(
1016      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1017      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
            100","110")) +
1018    theme_grey() +
1019    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1020    theme(legend.position = c(0.8, 0.2))+
1021    ggsave("Ispanija_FM.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai")
1022
1023  ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis),log(
        Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis)), aes(BaltRus_x)) +
1024    geom_line(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis), colour="red"), size
          = 0.8) +
1025    geom_line(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis), colour="black"),
          size = 0.8) +
```

```
1026    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Vyrai", "Moterys"),values
          = c("black", "red")) +
1027    labs(y = "log (Vidutine mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1028    scale_x_continuous(
1029      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1030      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
            100","110")) +
1031    theme_grey() +
1032    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1033    theme(legend.position = c(0.8, 0.2))+
1034    ggsave("Baltarusija_FM.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users
          /Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai")
1035  #
        ##############################################################################

1036  #Gomperso desnis
1037  #
        ##############################################################################

1038  #########
1039  #Moterys
1040  #########
1041  Gompertz_f = MortalityLaw(x = Svedija_x,
1042                            mx = Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis,
1043                            law = "gompertz",
1044                            opt.method = "LF2",
1045                            show=TRUE)
1046
1047  summary(Gompertz_f)
1048  Swed_Koef_GF = format(Gompertz_f$coefficients, scientific=FALSE)
1049  Swed_Gompertz_f = Gompertz_f$fitted.values
1050
1051  Gompertz_f = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
1052                            mx = Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis,
1053                            law = "gompertz",
1054                            opt.method = "LF2",
```

```
1055                                show=TRUE)
1056
1057 summary(Gompertz_f)
1058 isp_Koef_GF = format(Gompertz_f$coefficients, scientific=FALSE)
1059 isp_Gompertz_f = Gompertz_f$fitted.values
1060
1061 Gompertz_f = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
1062                           mx = Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis,
1063                           law = "gompertz",
1064                           opt.method = "LF2",
1065                           show=TRUE)
1066
1067 summary(Gompertz_f)
1068 balt_Koef_GF = format(Gompertz_f$coefficients, scientific=FALSE)
1069 balt_Gompertz_f = Gompertz_f$fitted.values
1070
1071 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis),log(
       Swed_Gompertz_f)), aes(Svedija_x)) +
1072   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
1073   geom_line(aes(y=log(Swed_Gompertz_f), colour="black"), size = 0.8) +
1074   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
         ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1075   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1076   scale_x_continuous(
1077     breaks =seq(0, 110, by = 10),
1078     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
           100","110")) +
1079   theme_grey() +
1080   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1081   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1082   ggsave("Švedija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
         Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
1083
1084 ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis),log(
       isp_Gompertz_f)), aes(Ispanija_x)) +
1085   geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
```

```
1086    geom_line(aes(y=log(isp_Gompertz_f), colour="black"), size = 0.8) +
1087    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
            ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1088    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1089    scale_x_continuous(
1090      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1091      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
            100","110")) +
1092    theme_grey() +
1093    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1094    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1095    ggsave("Ispanija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
            Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
1096
1097  ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis),log(
        balt_Gompertz_f)), aes(BaltRus_x)) +
1098    geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
1099    geom_line(aes(y=log(balt_Gompertz_f), colour="black"), size = 0.8) +
1100    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
            ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1101    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1102    scale_x_continuous(
1103      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1104      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
            100","110")) +
1105    theme_grey() +
1106    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1107    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1108    ggsave("Baltarusija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
            Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
1109
1110  #######
1111  #Vyrai
1112  #######
1113  Gompertz_m = MortalityLaw(x = Svedija_x,
1114                            mx = Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis,
```

```
1115                                law = "gompertz",
1116                                opt.method = "LF2",
1117                                show=TRUE)
1118
1119 summary(Gompertz_m)
1120 Swed_Koef_GM = format(Gompertz_m$coefficients, scientific=FALSE)
1121 Swed_Gompertz_m = Gompertz_m$fitted.values
1122
1123 Gompertz_m = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
1124                                mx = Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis,
1125                                law = "gompertz",
1126                                opt.method = "LF2",
1127                                show=TRUE)
1128
1129 summary(Gompertz_m)
1130 isp_Koef_GM = format(Gompertz_m$coefficients, scientific=FALSE)
1131 isp_Gompertz_m = Gompertz_m$fitted.values
1132
1133 Gompertz_m = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
1134                                mx = Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis,
1135                                law = "gompertz",
1136                                opt.method = "LF2",
1137                                show=TRUE)
1138
1139 summary(Gompertz_m)
1140 balt_Koef_GM = format(Gompertz_m$coefficients, scientific=FALSE)
1141 balt_Gompertz_m = Gompertz_m$fitted.values
1142
1143 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis),log(
       Swed_Gompertz_m)), aes(Svedija_x)) +
1144   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
1145   geom_line(aes(y=log(Swed_Gompertz_m), colour="black"), size = 0.8) +
1146   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
       ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1147   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1148   scale_x_continuous(
```

```
1149      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1150      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
              100","110")) +
1151    theme_grey() +
1152    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1153    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1154    ggsave("Švedija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
1155
1156  ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis),log(
        isp_Gompertz_m)), aes(Ispanija_x)) +
1157    geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
1158    geom_line(aes(y=log(isp_Gompertz_m), colour="black"), size = 0.8) +
1159    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
          ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1160    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1161    scale_x_continuous(
1162      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1163      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
              100","110")) +
1164    theme_grey() +
1165    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1166    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1167    ggsave("Ispanija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
1168
1169  ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis),log(
        balt_Gompertz_m)), aes(BaltRus_x)) +
1170    geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
1171    geom_line(aes(y=log(balt_Gompertz_m), colour="black"), size = 0.8) +
1172    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
          ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1173    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1174    scale_x_continuous(
1175      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1176      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
```

```
        100","110")) +
1177    theme_grey() +
1178    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1179    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1180    ggsave("Baltarusija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Gompertz")
1181  #
        ##############################################################################

1182  #Makehamo desnis
1183  #
        ##############################################################################

1184  #########
1185  #Moterys
1186  #########
1187  Makeham_f = MortalityLaw(x = Svedija_x,
1188                           mx = Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis,
1189                           law = "makeham",
1190                           opt.method = "LF2",
1191                           show=TRUE)
1192
1193  summary(Makeham_f)
1194  Swed_Koef_MF = format(Makeham_f$coefficients, scientific=FALSE)
1195  Swed_Makeham_f = Makeham_f$fitted.values
1196
1197  Makeham_f = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
1198                           mx = Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis,
1199                           law = "makeham",
1200                           opt.method = "LF2",
1201                           show=TRUE)
1202
1203  summary(Makeham_f)
1204  isp_Koef_MF = format(Makeham_f$coefficients, scientific=FALSE)
1205  isp_Makeham_f = Makeham_f$fitted.values
1206
```

```
1207 Makeham_f = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
1208                           mx = Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis,
1209                           law = "makeham",
1210                           opt.method = "LF2",
1211                           show=TRUE)
1212
1213 summary(Makeham_f)
1214 balt_Koef_MF = format(Makeham_f$coefficients, scientific=FALSE)
1215 balt_Makeham_f = Makeham_f$fitted.values
1216
1217 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis),log(
       Swed_Makeham_f)), aes(Svedija_x)) +
1218   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
1219   geom_line(aes(y=log(Swed_Makeham_f), colour="black"), size = 0.8) +
1220   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
         ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1221   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1222   scale_x_continuous(
1223     breaks =seq(0, 110, by = 10),
1224     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
           100","110")) +
1225   theme_grey() +
1226   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1227   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1228   ggsave("Švedija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
         Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")
1229
1230 ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis),log(
       isp_Makeham_f)), aes(Ispanija_x)) +
1231   geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
1232   geom_line(aes(y=log(isp_Makeham_f), colour="black"), size = 0.8) +
1233   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
         ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1234   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1235   scale_x_continuous(
1236     breaks =seq(0, 110, by = 10),
```

```
1237      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
              100","110")) +
1238    theme_grey() +
1239    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1240    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1241    ggsave("Ispanija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")
1242
1243  ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis),log(
        balt_Makeham_f)), aes(BaltRus_x)) +
1244    geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
1245    geom_line(aes(y=log(balt_Makeham_f), colour="black"), size = 0.8) +
1246    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
          ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1247    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1248    scale_x_continuous(
1249      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1250      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
              100","110")) +
1251    theme_grey() +
1252    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1253    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1254    ggsave("Baltarusija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
          Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")
1255
1256  #######
1257  #Vyrai
1258  #######
1259  Makeham_m = MortalityLaw(x = Svedija_x,
1260                           mx = Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis,
1261                           law = "makeham",
1262                           opt.method = "LF2",
1263                           show=TRUE)
1264
1265  summary(Makeham_m)
1266  Swed_Koef_MM = format(Makeham_m$coefficients, scientific=FALSE)
```

```
1267 Swed_Makeham_m = Makeham_m$fitted.values
1268
1269 Makeham_m = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
1270                          mx = Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis,
1271                          law = "makeham",
1272                          opt.method = "LF2",
1273                          show=TRUE)
1274
1275 summary(Makeham_m)
1276 isp_Koef_MM = format(Makeham_m$coefficients, scientific=FALSE)
1277 isp_Makeham_m = Makeham_m$fitted.values
1278
1279 Makeham_m = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
1280                          mx = Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis,
1281                          law = "makeham",
1282                          opt.method = "LF2",
1283                          show=TRUE)
1284
1285 summary(Makeham_m)
1286 balt_Koef_MM = format(Makeham_m$coefficients, scientific=FALSE)
1287 balt_Makeham_m = Makeham_m$fitted.values
1288
1289 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis),log(
       Swed_Makeham_m)), aes(Svedija_x)) +
1290   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
1291   geom_line(aes(y=log(Swed_Makeham_m), colour="black"), size = 0.8) +
1292   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
         ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1293   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1294   scale_x_continuous(
1295     breaks =seq(0, 110, by = 10),
1296     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
           100","110")) +
1297   theme_grey() +
1298   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1299   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
```

```
1300    ggsave("Švedija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
            Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")
1301
1302
1303  ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis),log(
        isp_Makeham_m)), aes(Ispanija_x)) +
1304    geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
1305    geom_line(aes(y=log(isp_Makeham_m), colour="black"), size = 0.8) +
1306    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
            ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1307    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1308    scale_x_continuous(
1309      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1310      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
              100","110")) +
1311    theme_grey() +
1312    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1313    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1314    ggsave("Ispanija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
            Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")
1315
1316  ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis),log(
        balt_Makeham_m)), aes(BaltRus_x)) +
1317    geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
1318    geom_line(aes(y=log(balt_Makeham_m), colour="black"), size = 0.8) +
1319    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
            ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1320    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1321    scale_x_continuous(
1322      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1323      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
              100","110")) +
1324    theme_grey() +
1325    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1326    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1327    ggsave("Baltarusija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
```

```
Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Makeham")

#
    ##############################################################################

#Šilerio desnis
#
    ##############################################################################

#########
#Moterys
#########
Siler_f = MortalityLaw(x = Svedija_x,
                       mx = Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis,
                       law = "siler",
                       opt.method = "LF2",
                       show=TRUE)

summary(Siler_f)
Swed_Koef_SF = format(Siler_f$coefficients, scientific=FALSE)
Swed_Siler_f = Siler_f$fitted.values

Siler_f = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
                       mx = Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis,
                       law = "siler",
                       opt.method = "LF2",
                       show=TRUE)

summary(Siler_f)
isp_Koef_SF = format(Siler_f$coefficients, scientific=FALSE)
isp_Siler_f = Siler_f$fitted.values

Siler_f = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
                       mx = Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis,
                       law = "siler",
                       opt.method = "LF2",
```

```
1359                                show=TRUE)
1360
1361 summary(Siler_f)
1362 balt_Koef_SF = format(Siler_f$coefficients, scientific=FALSE)
1363 balt_Siler_f = Siler_f$fitted.values
1364
1365
1366 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis),log(
       Swed_Siler_f)), aes(Svedija_x)) +
1367   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
1368   geom_line(aes(y=log(Swed_Siler_f), colour="black"), size = 0.8) +
1369   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
         ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1370   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1371   scale_x_continuous(
1372     breaks =seq(0, 110, by = 10),
1373     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
           100","110")) +
1374   theme_grey() +
1375   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1376   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1377   ggsave("Švedija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
         Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
1378
1379 ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis),log(
       isp_Siler_f)), aes(Ispanija_x)) +
1380   geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
1381   geom_line(aes(y=log(isp_Siler_f), colour="black"), size = 0.8) +
1382   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
         ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1383   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1384   scale_x_continuous(
1385     breaks =seq(0, 110, by = 10),
1386     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
           100","110")) +
1387   theme_grey() +
```

```
1388    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1389    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1390    ggsave("Ispanija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
            Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
1391
1392  ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis),log(
        balt_Siler_f)), aes(BaltRus_x)) +
1393    geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis), colour="red")) +
1394    geom_line(aes(y=log(balt_Siler_f), colour="black"), size = 0.8) +
1395    scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
            ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1396    labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1397    scale_x_continuous(
1398      breaks =seq(0, 110, by = 10),
1399      labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
              100","110")) +
1400    theme_grey() +
1401    theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1402    theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1403    ggsave("Baltarusija_F.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
            Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
1404
1405  #######
1406  #Vyrai
1407  #######
1408  Siler_m = MortalityLaw(x = Svedija_x,
1409                         mx = Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis,
1410                         law = "siler",
1411                         opt.method = "LF2",
1412                         show=TRUE)
1413
1414  summary(Siler_m)
1415  Swed_Koef_SM = format(Siler_m$coefficients, scientific=FALSE)
1416  Swed_Siler_m = Siler_m$fitted.values
1417
1418  Siler_m = MortalityLaw(x = Ispanija_x,
```

```
1419                            mx = Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis,
1420                            law = "siler",
1421                            opt.method = "LF2",
1422                            show=TRUE)
1423
1424 summary(Siler_m)
1425 isp_Koef_SM = format(Siler_m$coefficients, scientific=FALSE)
1426 isp_Siler_m = Siler_m$fitted.values
1427
1428 Siler_m = MortalityLaw(x = BaltRus_x,
1429                            mx = Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis,
1430                            law = "siler",
1431                            opt.method = "LF2",
1432                            show=TRUE)
1433
1434 summary(Siler_m)
1435 balt_Koef_SM = format(Siler_m$coefficients, scientific=FALSE)
1436 balt_Siler_m = Siler_m$fitted.values
1437
1438 ggplot(data.frame(Svedija_x,log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis),log(
       Swed_Siler_m)), aes(Svedija_x)) +
1439   geom_point(aes(y=log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
1440   geom_line(aes(y=log(Swed_Siler_m), colour="black"), size = 0.8) +
1441   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
       ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1442   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1443   scale_x_continuous(
1444     breaks =seq(0, 110, by = 10),
1445     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
          100","110")) +
1446   theme_grey() +
1447   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1448   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1449   ggsave("Švedija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
       Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
1450
```

```
1451 ggplot(data.frame(Ispanija_x,log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis),log(
       isp_Siler_m)), aes(Ispanija_x)) +
1452   geom_point(aes(y=log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
1453   geom_line(aes(y=log(isp_Siler_m), colour="black"), size = 0.8) +
1454   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
         ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1455   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1456   scale_x_continuous(
1457     breaks =seq(0, 110, by = 10),
1458     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
           100","110")) +
1459   theme_grey() +
1460   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1461   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1462   ggsave("Ispanija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
         Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
1463
1464 ggplot(data.frame(BaltRus_x,log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis),log(
       balt_Siler_m)), aes(BaltRus_x)) +
1465   geom_point(aes(y=log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis), colour="red")) +
1466   geom_line(aes(y=log(balt_Siler_m), colour="black"), size = 0.8) +
1467   scale_color_manual( name =NULL,labels = c("Modelio ėprognoz", "
         ėStebti duomenys"),values = c("black", "red")) +
1468   labs(y = "log (Mirtingumo galia)", x = "žAmius") +
1469   scale_x_continuous(
1470     breaks =seq(0, 110, by = 10),
1471     labels = c("0", "10", "20", "30", "40", "50", "60","70","80","90","
           100","110")) +
1472   theme_grey() +
1473   theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5))+
1474   theme(legend.position = c(0.8, 0.3))+
1475   ggsave("Baltarusija_M.jpeg", width = 4, height = 4, path = "C:/Users/
         Gabriele/Desktop/Bakalaurinis darbas/Paveiksleliai/Siler")
1476 ###################
1477 #RMSE skaiciavimas
1478 ###################
```

```
1479 Sved_RMSE_Gf = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis) - log(
         Swed_Gompertz_f) )^2)*(1/111))
1480 Sved_RMSE_Gm = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis) - log(
         Swed_Gompertz_m) )^2)*(1/111))
1481
1482 Sved_RMSE_Mf = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis) - log(
         Swed_Makeham_f) )^2)*(1/111))
1483 Sved_RMSE_Mm = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis) - log(
         Swed_Makeham_m) )^2)*(1/111))
1484
1485 Sved_RMSE_Sf = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_f$Vidurkis) - log(
         Swed_Siler_f) )^2)*(1/111))
1486 Sved_RMSE_Sm = sqrt(sum((log(Vid_Svedija_miu_m$Vidurkis) - log(
         Swed_Siler_m) )^2)*(1/111))
1487
1488 Isp_RMSE_Gf = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis) - log(
         isp_Gompertz_f) )^2)*(1/111))
1489 Isp_RMSE_Gm = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis) - log(
         isp_Gompertz_m) )^2)*(1/111))
1490
1491 Isp_RMSE_Mf = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis) - log(
         isp_Makeham_f) )^2)*(1/111))
1492 Isp_RMSE_Mm = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis) - log(
         isp_Makeham_m) )^2)*(1/111))
1493
1494 Isp_RMSE_Sf = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_f$Vidurkis) - log(
         isp_Siler_f) )^2)*(1/111))
1495 Isp_RMSE_Sm = sqrt(sum((log(Vid_Ispanija_miu_m$Vidurkis) - log(
         isp_Siler_m) )^2)*(1/111))
1496
1497 Balt_RMSE_Gf = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis) - log(
         balt_Gompertz_f) )^2)*(1/111))
1498 Balt_RMSE_Gm = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis) - log(
         balt_Gompertz_m) )^2)*(1/111))
1499
1500 Balt_RMSE_Mf = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis) - log(
```

```
    balt_Makeham_f) )^2)*(1/111))
Balt_RMSE_Mm = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis) - log(
    balt_Makeham_m) )^2)*(1/111))

Balt_RMSE_Sf = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_f$Vidurkis) - log(
    balt_Siler_f) )^2)*(1/111))
Balt_RMSE_Sm = sqrt(sum((log(Vid_BaltRus_miu_m$Vidurkis) - log(
    balt_Siler_m) )^2)*(1/111))

mean(Sved_RMSE_Gf, Isp_RMSE_Gf, Balt_RMSE_Gf)
mean(Sved_RMSE_Gm, Isp_RMSE_Gm, Balt_RMSE_Gm)

mean(Sved_RMSE_Mf, Isp_RMSE_Mf, Balt_RMSE_Mf)
mean(Sved_RMSE_Mm, Isp_RMSE_Mm, Balt_RMSE_Mm)

mean(Sved_RMSE_Sf, Isp_RMSE_Sf, Balt_RMSE_Sf)
mean(Sved_RMSE_Sm, Isp_RMSE_Sm, Balt_RMSE_Sm)
############
#Rezultatai
############
RMSE_1 = data.frame(S_Vyr = Sved_RMSE_Gm, S_Mot = Sved_RMSE_Gf,
                    B_Vyr = Balt_RMSE_Gm, B_Mot = Balt_RMSE_Gf,
                    I_Vyr = Isp_RMSE_Gm, I_Mot = Isp_RMSE_Gf, row.names
                        = "Gomp")
RMSE_2 = data.frame(S_Vyr = Sved_RMSE_Mm, S_Mot = Sved_RMSE_Mf,
                    B_Vyr = Balt_RMSE_Mm, B_Mot = Balt_RMSE_Mf,
                    I_Vyr = Isp_RMSE_Mm, I_Mot = Isp_RMSE_Mf, row.names
                        = "Mak")
RMSE_3 = data.frame(S_Vyr = Sved_RMSE_Sm, S_Mot = Sved_RMSE_Sf,
                    B_Vyr = Balt_RMSE_Sm, B_Mot = Balt_RMSE_Sf,
                    I_Vyr = Isp_RMSE_Sm, I_Mot = Isp_RMSE_Sf, row.names
                        = "Sil")

Gomp_M = data.frame(Swed_Koef_GM, isp_Koef_GM, balt_Koef_GM)
Gomp_F = data.frame(Swed_Koef_GF, isp_Koef_GF, balt_Koef_GF)
Mak_M = data.frame(Swed_Koef_MM, isp_Koef_MM, balt_Koef_MM)
```

```
1530 Mak_F = data.frame(Swed_Koef_MF,isp_Koef_MF, balt_Koef_MF)
1531 Sil_M = data.frame(Swed_Koef_SM,isp_Koef_SM, balt_Koef_SM)
1532 Sil_F = data.frame(Swed_Koef_SF,isp_Koef_SF, balt_Koef_SF)
1533 ########################################
1534 #Likusios gyvenimo trukmes skaiciavimas
1535 ########################################
1536 SW1_f = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Gompertz_f)
1537 SW2_f = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Makeham_f)
1538 SW3_f = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Siler_f)
1539
1540 SW1_m = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Gompertz_m)
1541 SW2_m = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Makeham_m)
1542 SW3_m = LifeTable(Svedija_x, mx = Swed_Siler_m)
1543
1544 IS1_f = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Gompertz_f)
1545 IS2_f = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Makeham_f)
1546 IS3_f = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Siler_f)
1547
1548 IS1_m = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Gompertz_m)
1549 IS2_m = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Makeham_m)
1550 IS3_m = LifeTable(Svedija_x, mx = isp_Siler_m)
1551
1552 BL1_f = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Gompertz_f)
1553 BL2_f = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Makeham_f)
1554 BL3_f = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Siler_f)
1555
1556 BL1_m = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Gompertz_m)
1557 BL2_m = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Makeham_m)
1558 BL3_m = LifeTable(Svedija_x, mx = balt_Siler_m)
1559 View(SW1_f$lt$ex)
1560 View(SW2_f$lt$ex)
1561 View(SW3_f$lt$ex)
1562 View(SW1_m$lt$ex)
1563 View(SW2_m$lt$ex)
1564 View(SW3_m$lt$ex)
1565 View(IS1_f$lt$ex)
```

```
View(IS2_f$lt$ex)
View(IS3_f$lt$ex)
View(IS1_m$lt$ex)
View(IS2_m$lt$ex)
View(IS3_m$lt$ex)
View(BL1_f$lt$ex)
View(BL2_f$lt$ex)
View(BL3_f$lt$ex)
View(BL1_m$lt$ex)
View(BL2_m$lt$ex)
View(BL3_m$lt$ex)
```