

PE Bijeenkomst Prognosetafel AG2016



1. Datasets en Databewerking
2. Modelstructuur en eigenschappen
3. Correlaties
4. Vergelijking met AG2014
5. Gebruik:
 - als (best estimate) statische prognosetafel
 - als stochastische scenariogenerator
6. Kalibratiemethode en onzekerheid

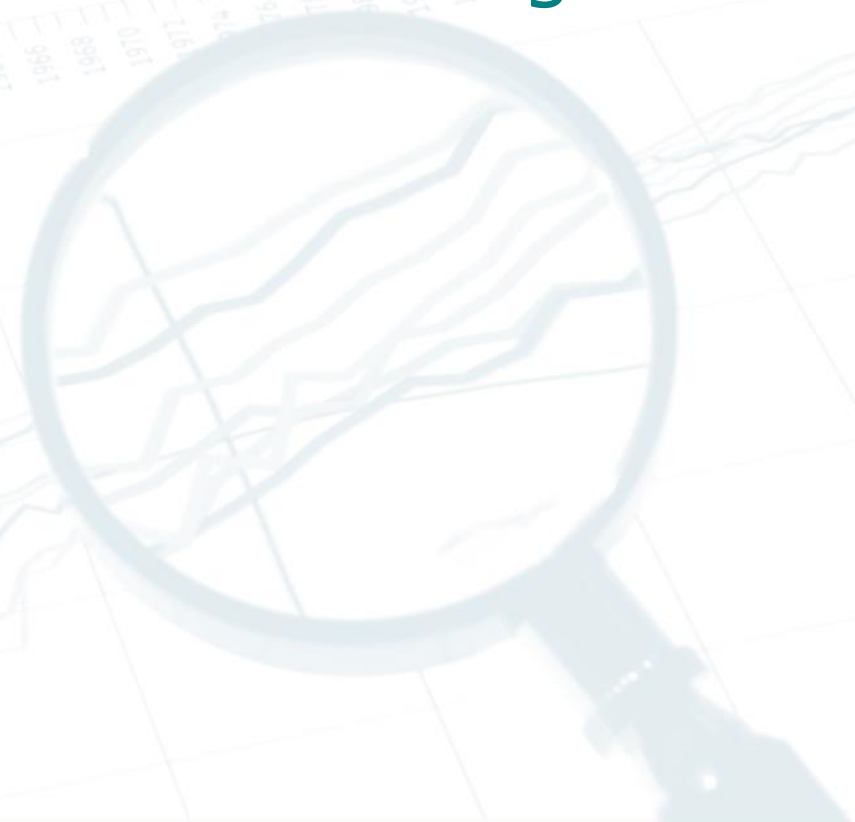
Prognosetafel AG2016



Wilbert Ouburg

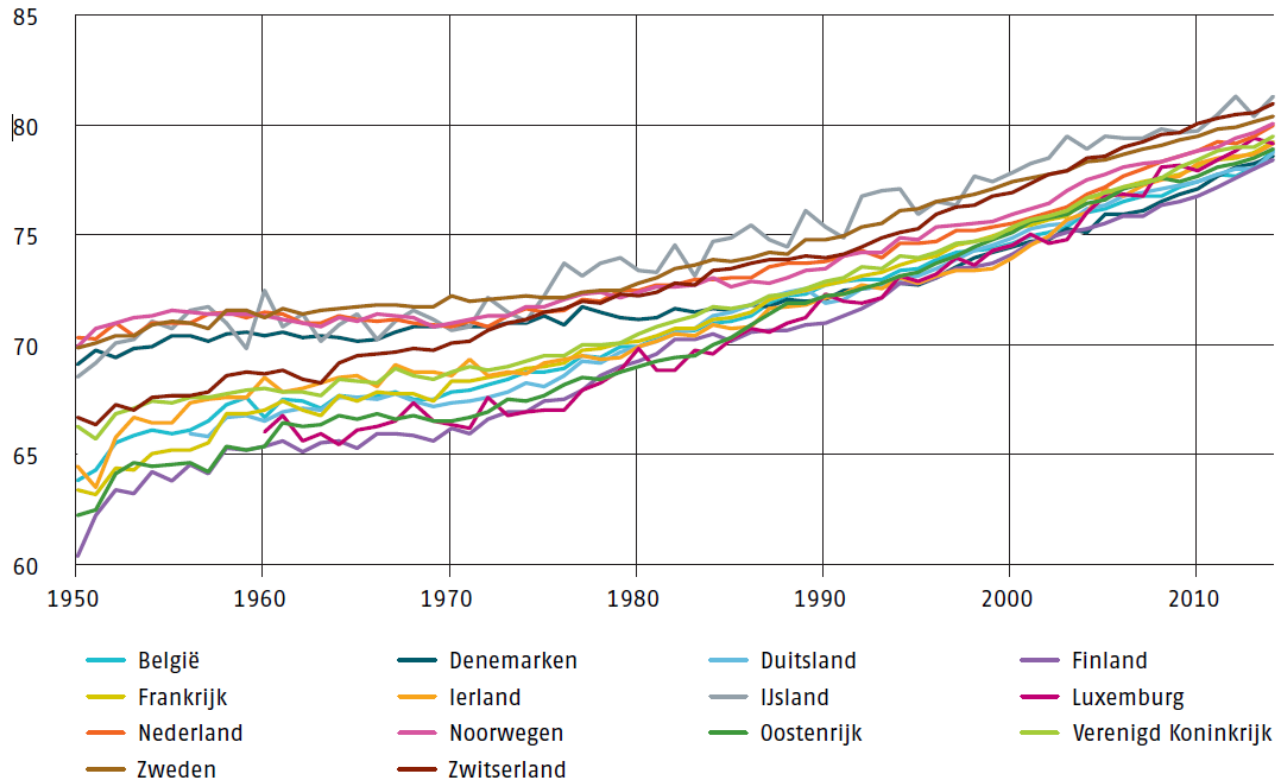


Datasets en Databewerking



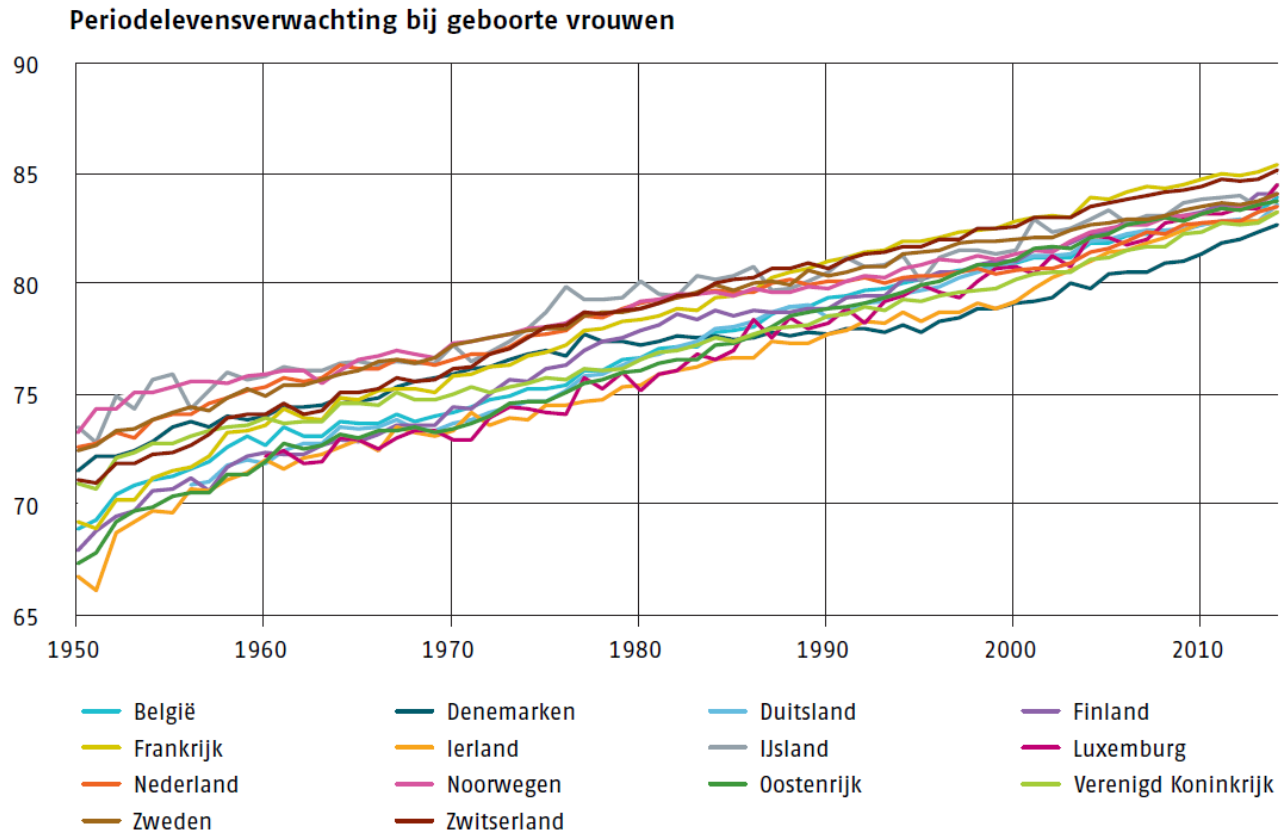
Nieuw model

Periodelevensverwachting bij geboorte mannen



Grafiek 1 Convergentie van periodelevensverwachting van een aantal Europese landen, 0-jarige mannen

Nieuw model



Grafiek 2 Convergentie van periodelevensverwachting van een aantal Europese landen, 0-jarige vrouwen

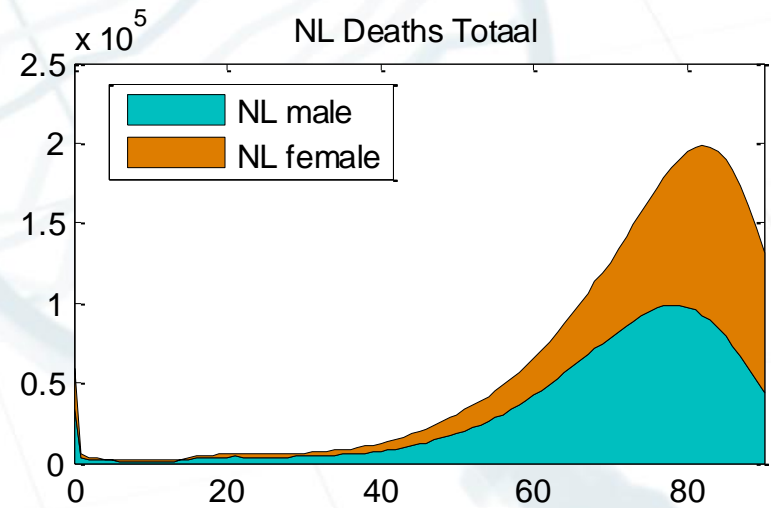
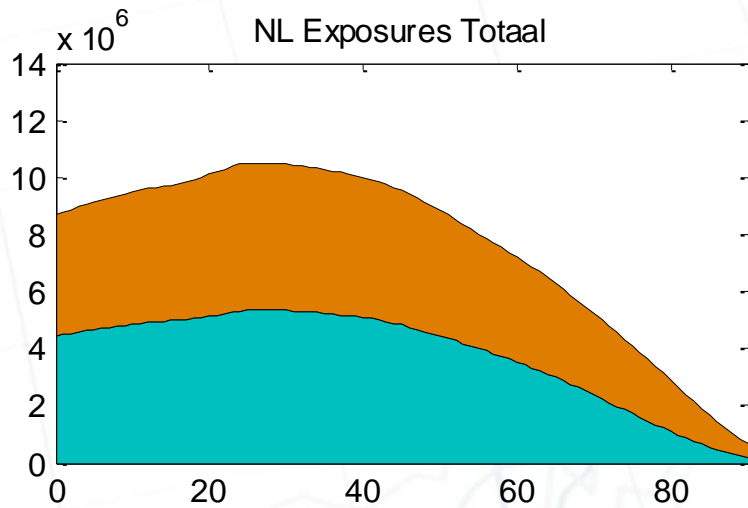
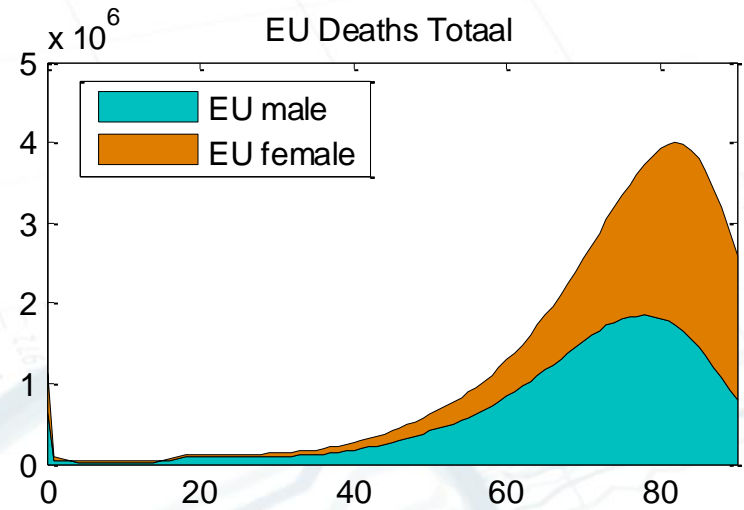
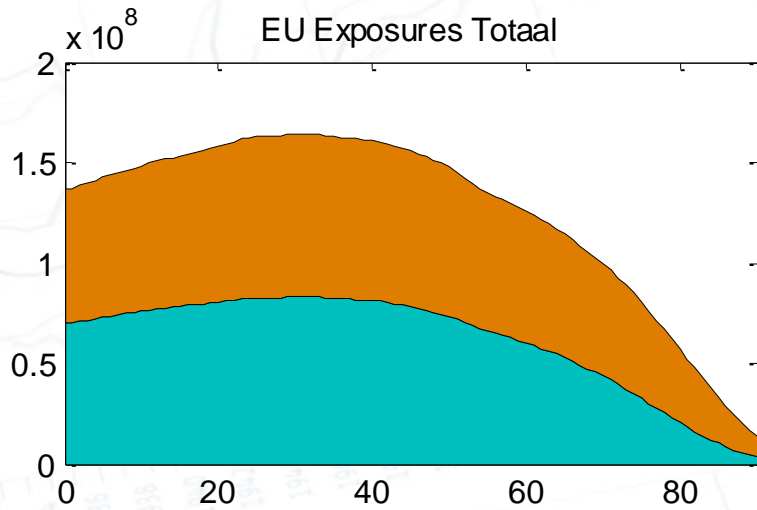
Model: waarnemingen

Peer group :

11500 miljoen exposures,
108 miljoen sterftes.

Nederland :

696 miljoen exposures,
5.4 miljoen sterftes.



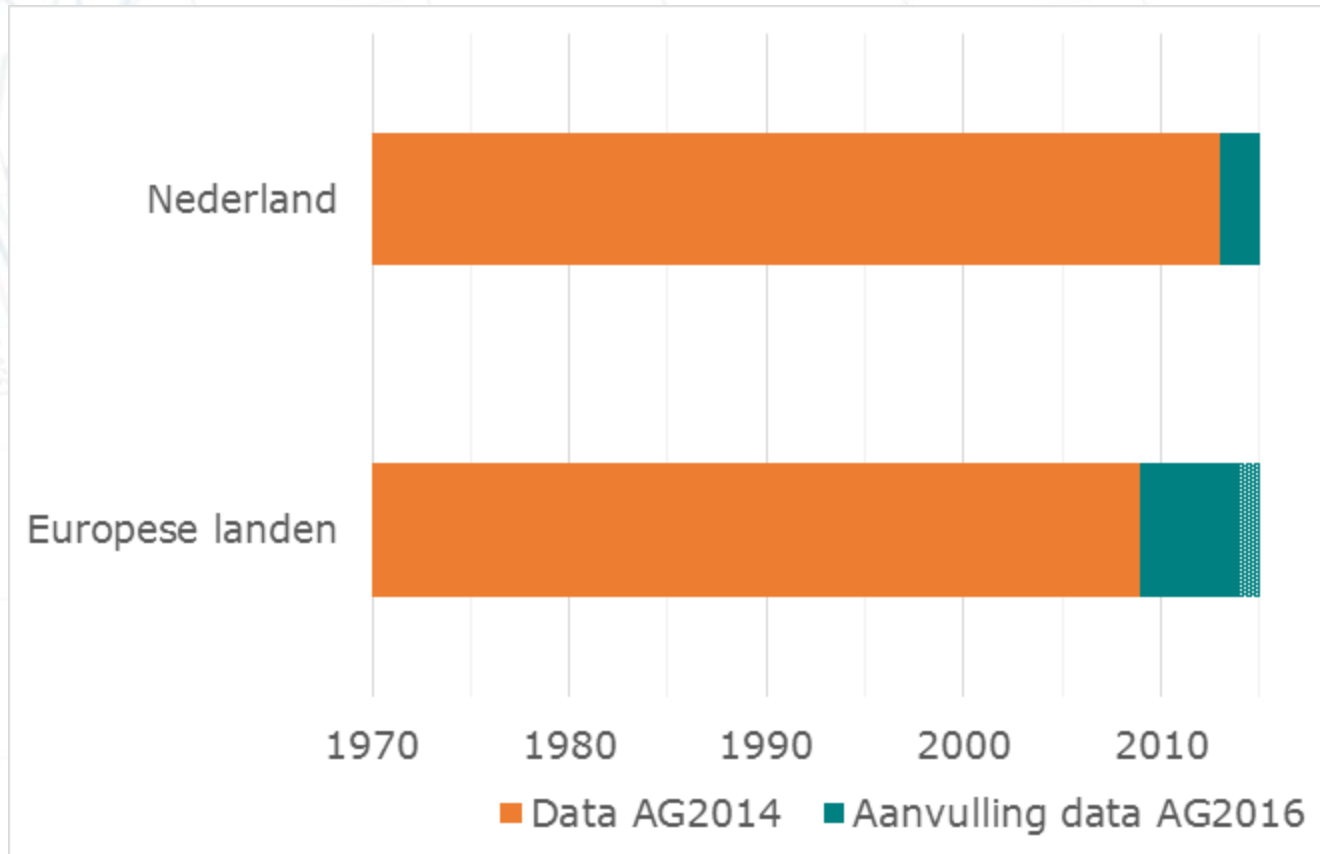
Dataset

- Gebruik gemaakt van
 - Human Mortality Database, aangevuld met
 - EUROSTAT database en
 - StatLine van het CBS (laatste gegevens Nederland).
- Europese trend in AG2014 geëxtrapoleerd vanaf 2009, nu vanaf 2014 met behulp van de extra Eurostat gegevens.
- Werkgroep heeft uitgebreide checks uitgevoerd om onderlinge consistentie van gegevens uit databases te verifiëren.

Dataset

GEO		2009	2010	2011	2012	2013	2014	HMD-version
AUS	Austria	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	2015.09.02
BEL	Belgium	HMD	HMD	HMD	HMD	EUROS	EUROS	2014.01.30
DNK	Denmark	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	2015.11.16
FIN	Finland	HMD	HMD	HMD	HMD	EUROS	EUROS	2015.01.09
FRA	France (metropolitan)	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	2016.05.02
GER	Germany (until 1990 former territory of the FRG)	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	EUROS	2016.04.20
ICE	Iceland	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	EUROS	2015.06.22
IRE	Ireland	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	2015.11.20
LUX	Luxembourg	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	2015.10.19
NED	Netherlands	HMD	HMD	HMD	HMD	EUROS	EUROS	2015.07.20
NOR	Norway	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	2015.08.28
SWE	Sweden	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	2015.09.02
SWI	Switzerland	HMD	HMD	HMD	EUROS	EUROS	EUROS	2014.01.27
UNK	United Kingdom	HMD	HMD	HMD	HMD	HMD	EUROS	2015.07.29

Model: data



Modelstructuur en eigenschappen



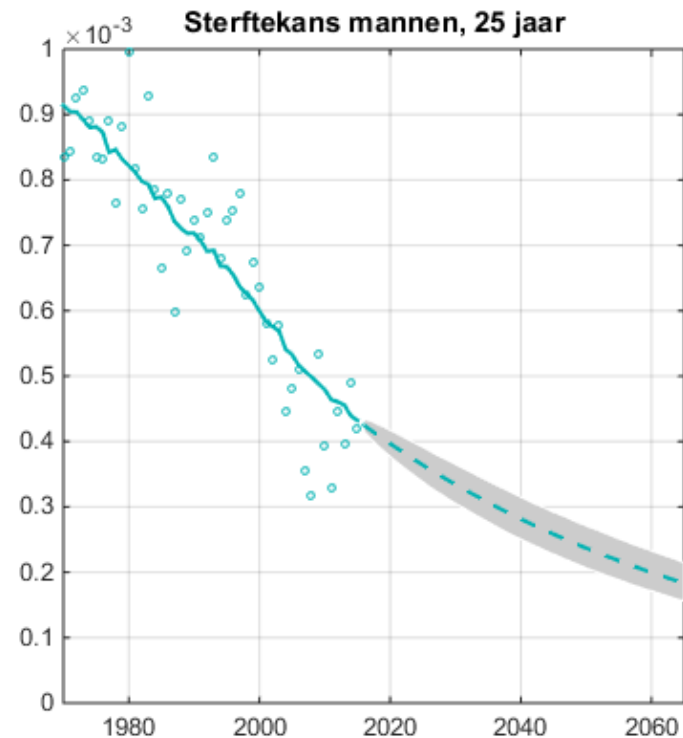
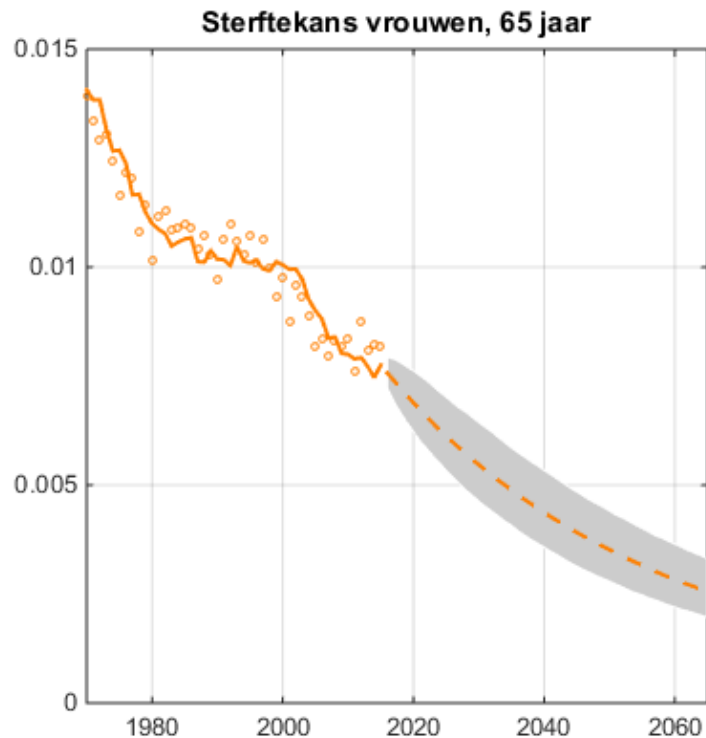
Modelstructuur

Modelstructuur AG2016 is hetzelfde als AG2014:

- Variant van Li-Lee model voor twee populaties:
 - Modelleer de instantane sterftekansen per tijdseenheid (hazard rate).
 - Doe dat eerst voor peer group van welvarende Europese landen.
 - En modeleer vervolgens de afwijking van Nederland ten opzichte van die peer group.
- We nemen nu naast de correlaties uit AG2014 ook correlaties tussen mannen en vrouwen expliciet mee.
- Kalibratie maakt onderscheid tussen onzekerheid in ontwikkeling sterftekansen en onzekerheid in sterfte *gegeven* die kansen. Vergelijk bijvoorbeeld 25 en 65 jaar...

Voorbeeld: sterftekansen 25 en 65 jaar

Meer ruis onder 25-jarigen (in sterfteobservaties) betekent niet: meer onzekerheid in toekomstige sterftekansen voor 25-jarigen.



Modelstructuur

- Éénjarige sterftekansen:

$q_x^g(t)$ kans op 1 januari van jaar t dat iemand van geslacht g die op dat moment exact x jaar oud is, gestorven zal zijn op 1 januari van jaar $t+1$.

- Éénjarige sterftekansen worden bepaald door **hazard rates** $\mu_x^g(t)$ te modelleren:

$$q_x^g(t) = 1 - e^{-\mu_x^g(t)}$$

Hazard rates zijn constant gedurende het jaar voor gegeven x en g .

Modelstructuur

$$\ln(\mu_x^g(t)) = \ln(\mu_x^{g,EU}(t)) + \ln(\mu_x^{g,NL}(t))$$

- We modelleren de logaritme van de hazard rate per geslacht g en leeftijd x (garandeert positieve hazard rates).
- Decompositie van hazard rates in twee delen:
 - Europese landen met vergelijkbare welvaart: **gezamenlijke trend** naar beneden
 - Specifiek Nederlandse **afwijking** t.o.v. die groep landen: verschil kan **niet divergeren**, in verwachting naar nul

Modelstructuur

- Prognose gebruikt informatie uit andere maar vergelijkbare landen in poging om te vermijden dat
 - tijdelijke effecten (bv. roken) en
 - lokale effecten (bv. uitgaven zorg)een grote rol spelen in de prognoses op lange termijn.
- Model is gekalibreerd met publiekelijk beschikbare data.

Stochastische verandering in de tijd

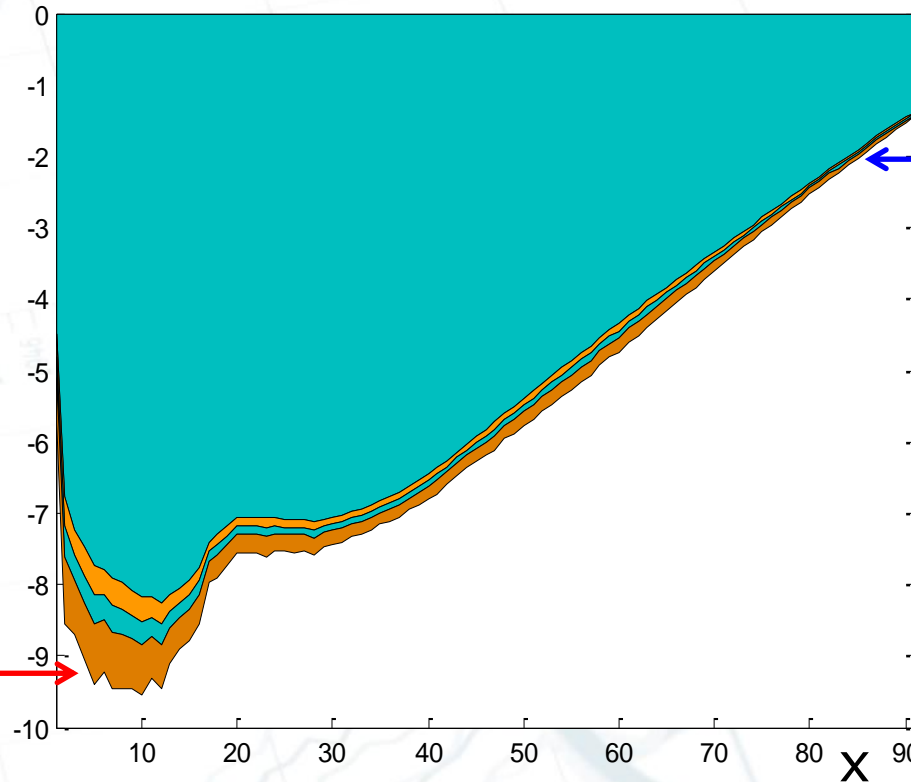
Bij modellering van zowel Europese sterfte als Nederlandse afwijking is er naast statische term A_x^g variatie in de tijd door:

- Gemiddelde verbetering per jaar over alle leeftijden K_t^g
 Voorbeeld: sterkere verbeteringen sinds 2001 stochastisch
- Vermenigvuldiging met vaste leeftijdsspecifieke factor B_x^g
 Voorbeeld: hoge leeftijden minder gevoelig dan lagere leeftijden voor veranderingen in sterftekansen

$$\ln(\mu_x^{g,EU}(t)) = \underbrace{A_x^g}_{\text{constant}} + \underbrace{B_x^g}_{\text{constant}} \underbrace{K_t^g}_{\text{stochastisch}}$$

Verandering is leeftijdsafhankelijk

$$\ln(\mu_x^{g,EU}(t))$$



Bij versnelling in latere perioden: K_t^g daalt sterker voor latere t

Voor hoge leeftijden minder effect B_x^g kleiner voor hogere x

(plaatje is niet op schaal)

$$\ln(\mu_x^{g,EU}(t)) = A_x^g + B_x^g K_t^g$$

$$\ln(\mu_x^g(t)) = \ln(\mu_x^{g,EU}(t)) + \ln(\mu_x^{g,NL}(t))$$

$$\ln(\mu_x^{g,EU}(t)) = A_x^g + B_x^g K_t^g$$

$$\ln(\mu_x^{g,NL}(t)) = \alpha_x^g + \beta_x^g \kappa_t^g$$

Modelbeschrijving geeft dus voor zowel Europese landen als de Nederlandse afwijking:

- Leeftijdsafhankelijke parameters: A_x^g B_x^g α_x^g β_x^g die niet veranderen in de tijd en
- een stochastisch (simulatie-)model voor toekomstige waarden van K_t^g en κ_t^g
- die na combinatie de stochastische scenario's voor alle hazard rates $\mu_x^g(t)$ genereren en dus alle sterftekansen $q_x^g(t)$.
- Elke nieuwe simulatie van K_t^g en κ_t^g geeft een nieuwe gesimuleerde sterftetafel.

$$\begin{aligned} K_t^M &= K_{t-1}^M + \theta^M + \epsilon_t^M \\ \kappa_t^M &= a^M \kappa_{t-1}^M + \delta_t^M \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_t^V &= K_{t-1}^V + \theta^V + \epsilon_t^V \\ \kappa_t^V &= a^V \kappa_{t-1}^V + \delta_t^V \end{aligned}$$

- Simulatieschema gebaseerd op i.i.d. normaal verdeelde stochastische vectoren

$$Z_t = (\epsilon_t^M, \delta_t^M, \epsilon_t^V, \delta_t^V)$$

met verwachting $(0,0,0,0)$ en gegeven covariantiematrix C . Genereren van zulke samples kan met behulp van methode die in publicatie expliciet beschreven wordt.

- Benodigde parameters, naast die covariantiematrix C , zijn $(\theta^M, \theta^V, a^M, a^V)$ en startwaarden K_{2015}^M, K_{2015}^V en $\kappa_{2015}^M, \kappa_{2015}^V$.

Simulatie

$$K_t^M = K_{t-1}^M + \theta^M + \epsilon_t^M$$

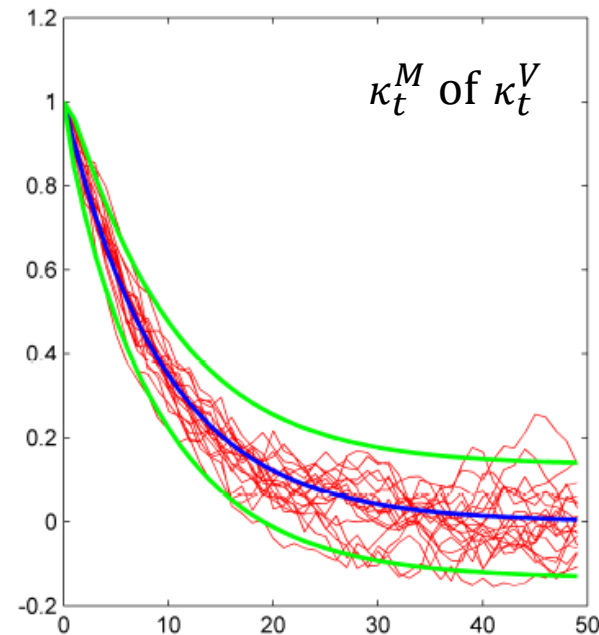
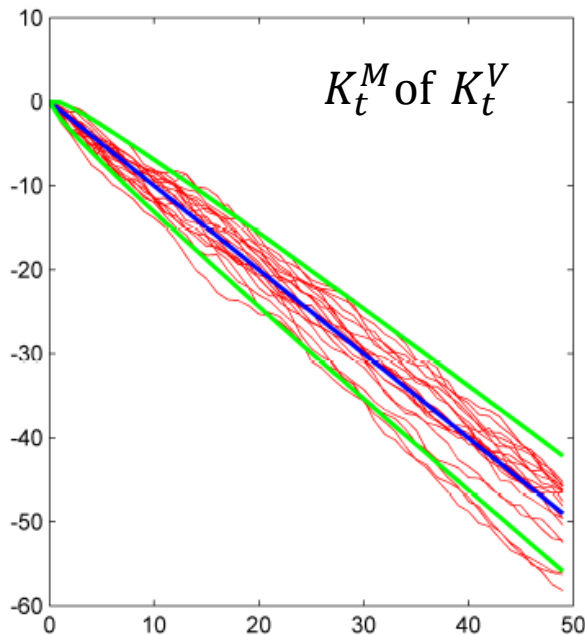
$$\kappa_t^M = a^M \kappa_{t-1}^M + \delta_t^M$$

$$K_t^V = K_{t-1}^V + \theta^V + \epsilon_t^V$$

$$\kappa_t^V = a^V \kappa_{t-1}^V + \delta_t^V$$

K_t^M, K_t^V processen Europese trend: in verwachting **lineair**

κ_t^M, κ_t^V processen afwijking : in verwachting **uitdovend**



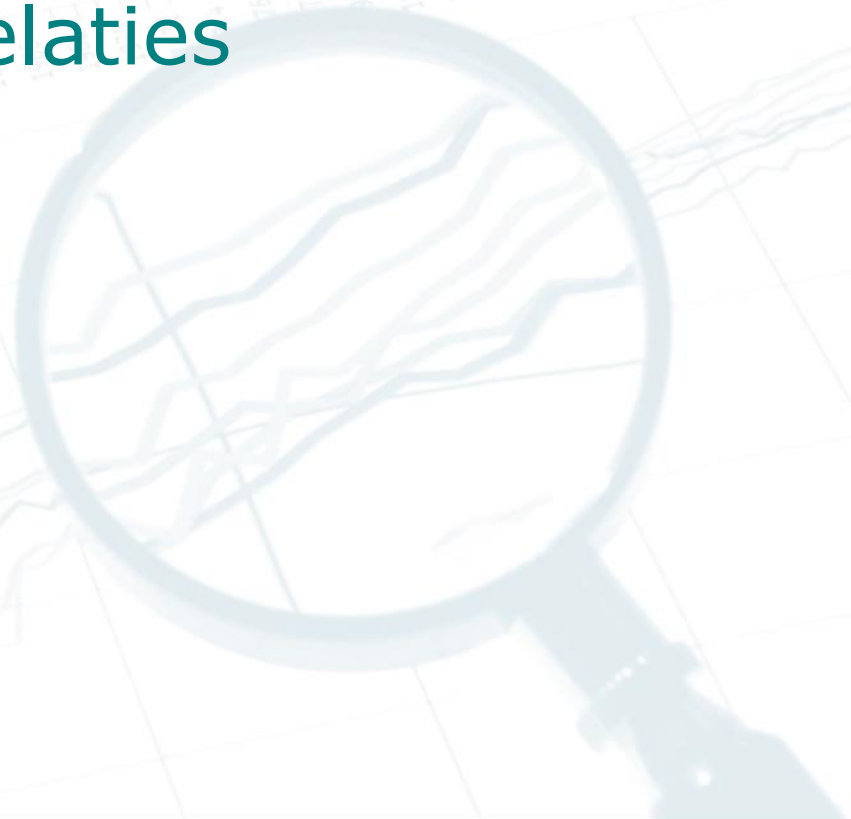
Prognosetafel AG2016



Michel Vellekoop



Correlaties



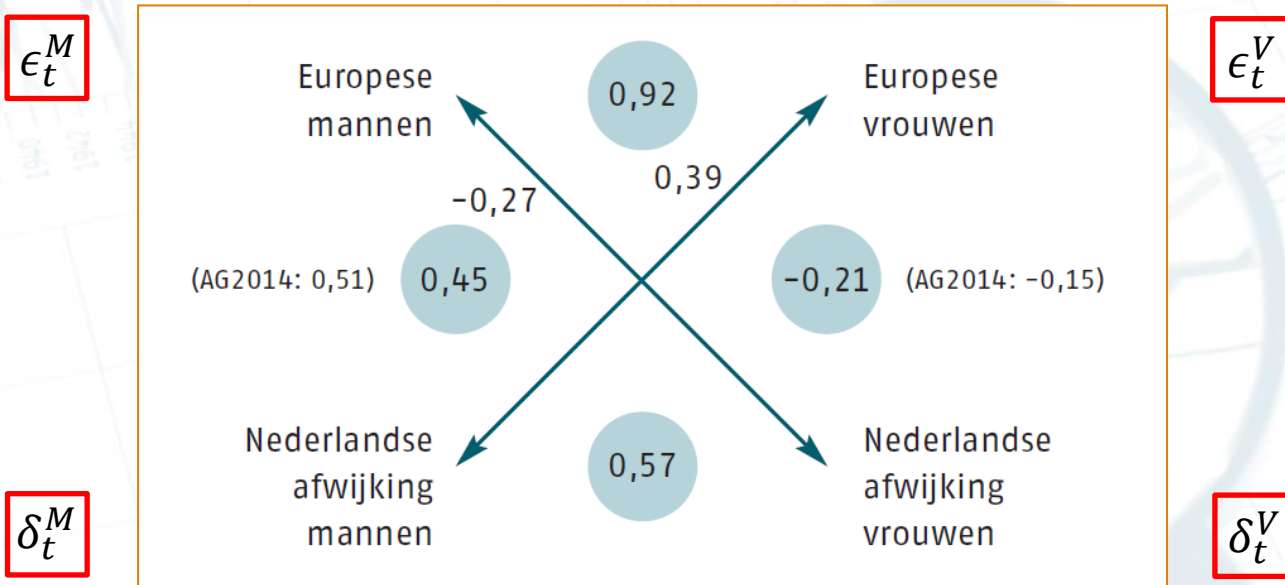
Correlaties

$$K_t^M = K_{t-1}^M + \theta^M + \epsilon_t^M$$

$$\kappa_t^M = a^M \kappa_{t-1}^M + \delta_t^M$$

$$K_t^V = K_{t-1}^V + \theta^V + \epsilon_t^V$$

$$\kappa_t^V = a^V \kappa_{t-1}^V + \delta_t^V$$



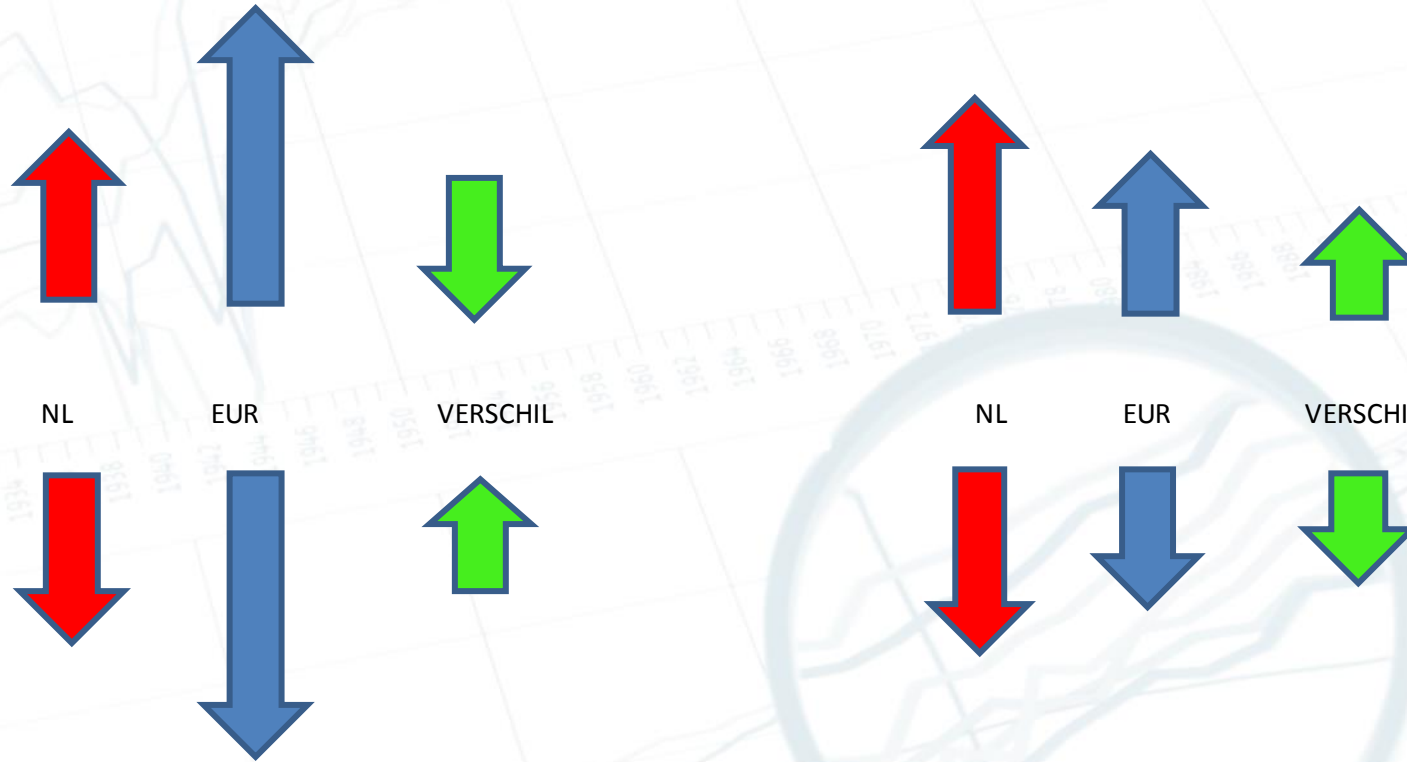
ϵ_t^M

ϵ_t^V

δ_t^M

δ_t^V

Correlaties



VROUWEN : Europa reageert sterker dan Nederland:
Europa en verschil (blauw en groen) negatief gecorreleerd

MANNEN : Europa reageert minder sterk dan Nederland:
Europa en verschil (blauw en groen) positief gecorreleerd

Correlaties

- Meenemen correlaties mannen/vrouwen heeft ook de inschatting van trendparameters beïnvloed:
 - geobserveerde dataset is ‘optelsom’ van een trend en ruis,
 - meenemen correlatie tussen mannen en vrouwen verandert inschatting van de ruis bij zowel mannen als vrouwen, en
 - voor gegeven dataset verandert daarmee ook inschatting van de trends.
- Bij simulaties van toekomstscenario’s voor (bijvoorbeeld) nabestaandenpensioen kan correlatie tussen mannen en vrouwen nu expliciet meegenomen worden.

Vergelijking met AG 2014



Eigenschappen

Mannen				Vrouwen			
	Realisatie	AG2014	AG2016		Realisatie	AG2014	AG2016
2013	79,4	79,5		2013	83,0	83,1	
2014	79,9	79,7		2014	83,3	83,2	
2015	79,7	79,9	79,8	2015	83,1	83,4	83,1
2016			80,0	2016			83,3

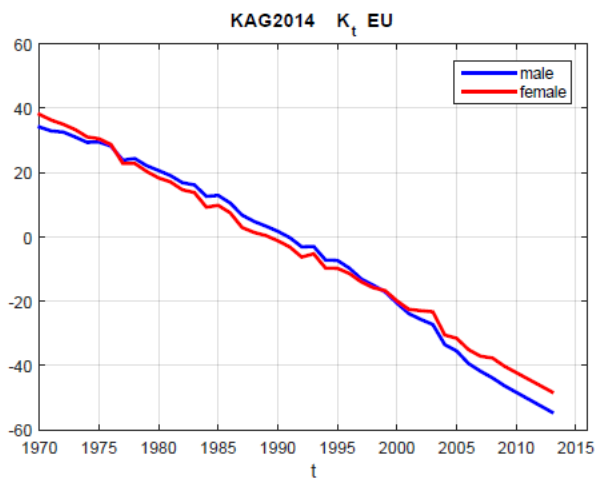
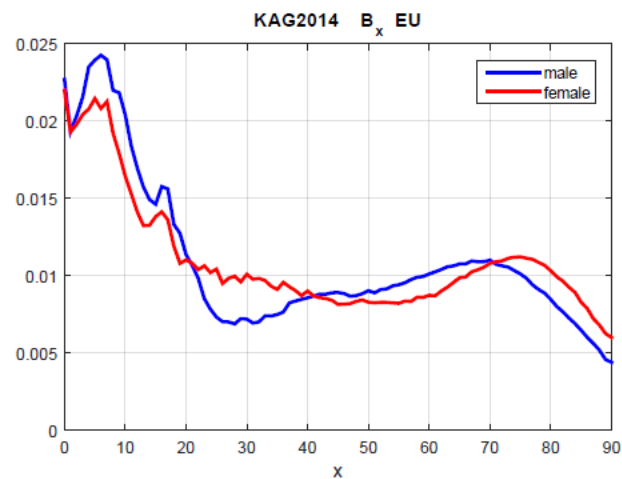
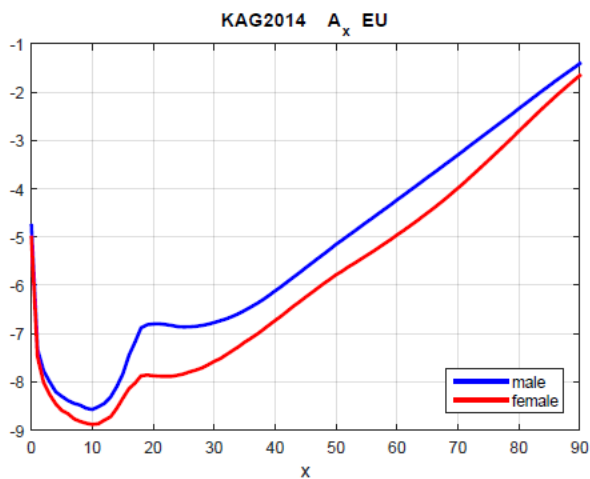
Tabel 1 Periodelevensverwachting bij geboorte

Mannen				Vrouwen			
	Realisatie	AG2014	AG2016		Realisatie	AG2014	AG2016
2013	18,0	18,0		2013	21,0	21,0	
2014	18,5	18,2		2014	21,2	21,1	
2015	18,2	18,3	18,2	2015	20,9	21,2	21,0
2016			18,4	2016			21,1

Tabel 2 Periodelevensverwachting op leeftijd 65

- Prognose is **tijdsconsistent**:

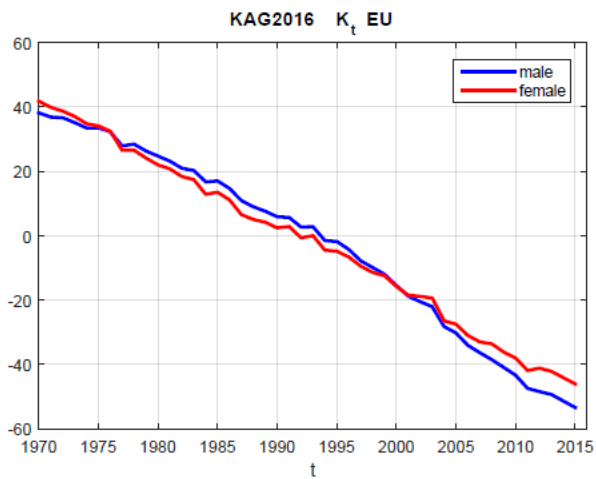
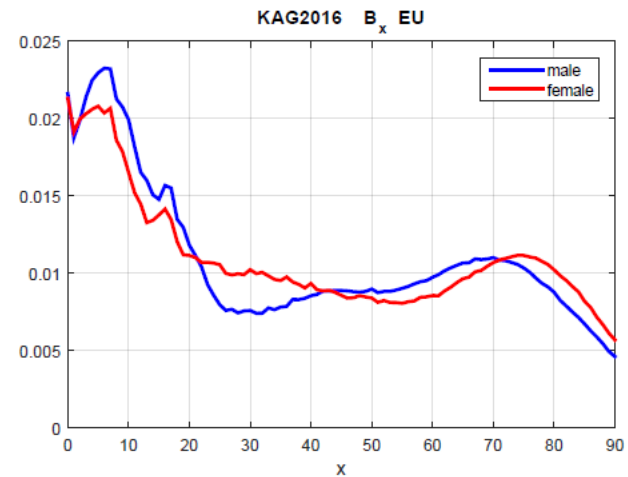
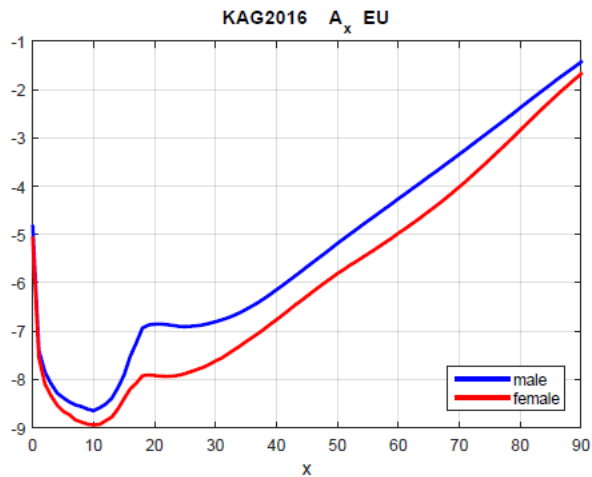
wanneer nieuwe sterftedata precies (ongeveer) overeenkomen met de best estimate waarden van een eerdere prognose, dan zullen de modelparameters na herschatting niet (nauwelijks) veranderen.



Prognosetafel AG2016

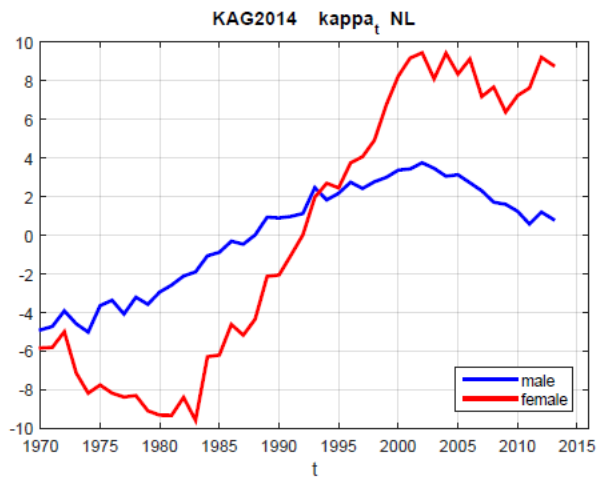
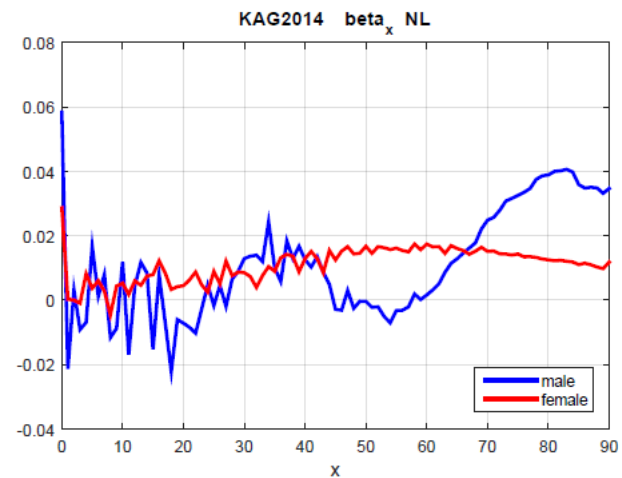
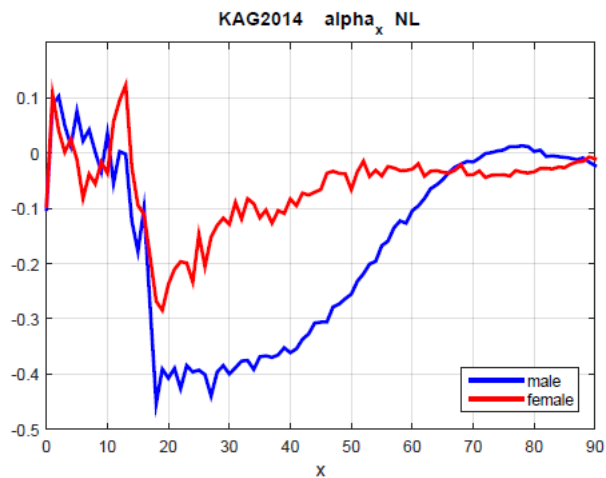
AG 2014 vs AG 2016





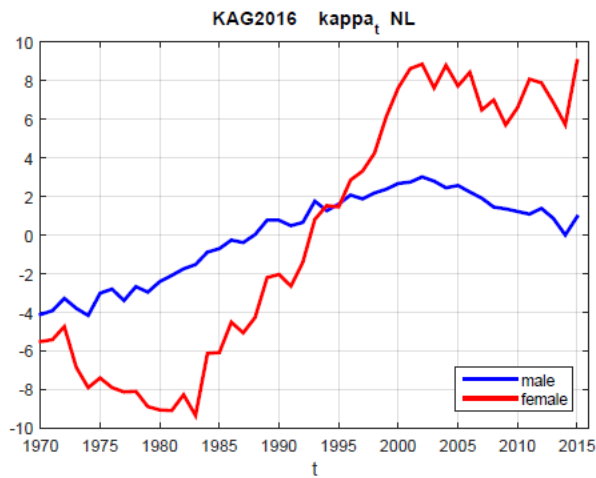
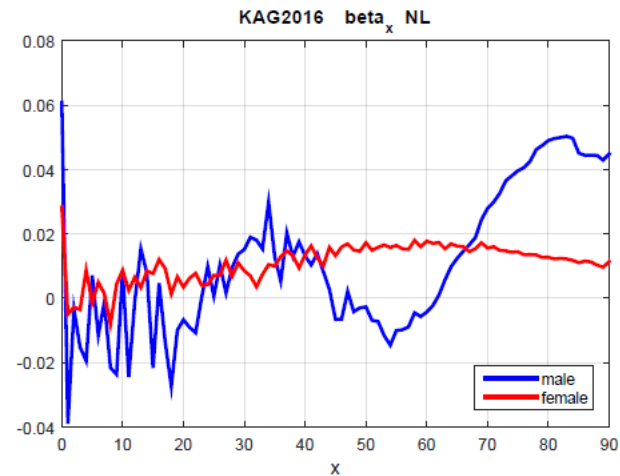
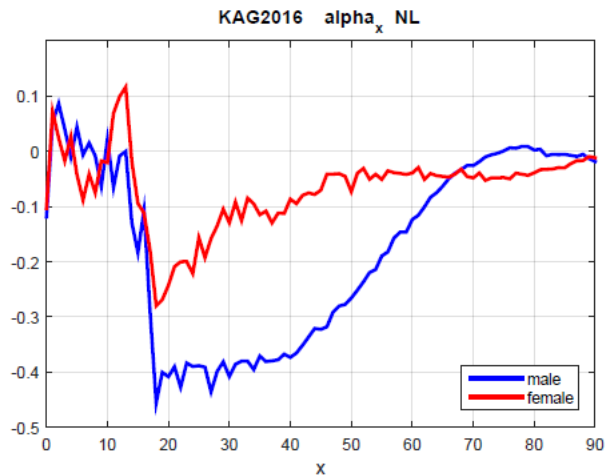
Prognosetafel AG2016

AG 2014 vs AG 2016



Prognosetafel AG2016

AG 2014 vs AG 2016



Prognosetafel AG2016

AG 2014 vs AG 2016

Gebruik van Best Estimate Tafel



Sterftetafel

$$\begin{aligned} K_t^M &= K_{t-1}^M + \theta^M + \epsilon_t^M \\ \kappa_t^M &= a^M \kappa_{t-1}^M + \delta_t^M \\ K_t^V &= K_{t-1}^V + \theta^V + \epsilon_t^V \\ \kappa_t^V &= a^V \kappa_{t-1}^V + \delta_t^V \end{aligned}$$

- Wie alleen de best estimate sterftetafel wil gebruiken kan meest waarschijnlijke uitkomsten voor sterftekansen generen door $(\epsilon_t^M, \delta_t^M, \epsilon_t^V, \delta_t^V) = (0, 0, 0, 0)$ te kiezen.
- De zo gegenereerde tafel is via een Excel sheet op de AG website te verkrijgen.
- In die sheet staan ook alle benodigde parameters voor de simulaties.

Voorbeeld: Levensverwachting

- **Periode**levensverwachting
 - Maakt gebruik van de sterftekansen voor verschillende leeftijden in één prognosejaar en gaat er dus van uit dat sterftekansen nooit meer veranderen.
 - Geeft bij dalende toekomstige sterftekansen een onderschatting van de werkelijke levensverwachting, van waarde van annuïteiten etc.
- **Cohort**levensverwachting
 - Maakt gebruik van sterftekansen in toekomstige prognosejaren, en
 - is daarom dus onderhevig aan onzekerheid in prognose.

Voorbeeld: Levensverwachting

- **Periode**levensverwachting : kolom
- **Cohort**levensverwachting : diagonaal

x	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0	0.002227950	0.002125194	0.002027245	0.001933872	0.001844858	0.001759997
1	0.000203578	0.000195892	0.000188491	0.000181365	0.000174504	0.000167899
2	0.000132258	0.000126770	0.000121510	0.000116468	0.000111635	0.000107002
3	0.000091407	0.000087415	0.000083596	0.000079943	0.000076449	0.000073107
4	0.000066471	0.000063410	0.000060490	0.000057703	0.000055044	0.000052508
5	0.000063726	0.000060690	0.000057798	0.000055044	0.000052422	0.000049925
6	0.000053919	0.000051368	0.000048937	0.000046621	0.000044414	0.000042311
7	0.000052446	0.000049952	0.000047577	0.000045314	0.000043159	0.000041106
8	0.000053401	0.000051074	0.000048848	0.000046719	0.000044682	0.000042733
9	0.000050074	0.000047981	0.000045975	0.000044051	0.000042208	0.000040441
10	0.000057475	0.000055096	0.000052816	0.000050631	0.000048536	0.000046528
11	0.000058972	0.000056802	0.000054712	0.000052697	0.000050756	0.000048886
12	0.000077067	0.000074422	0.000071867	0.000069401	0.000067019	0.000064718
13	0.000091594	0.000088497	0.000085506	0.000082617	0.000079826	0.000077130
14	0.000105307	0.000101958	0.000098717	0.000095578	0.000092540	0.000089599
15	0.000125161	0.000121340	0.000117634	0.000114040	0.000110554	0.000107174
16	0.000196229	0.000189766	0.000183518	0.000177475	0.000171631	0.000165980

Startjaar	Bij geboorte			Op leeftijd 65		
	Mannen	Vrouwen	verschil	Mannen	Vrouwen	verschil
2016	90,1	93,0	2,9	20,0	23,1	3,1
2041	92,5	95,1	2,6	23,2	26,2	3,0
2066	94,3	96,6	2,3	25,7	28,4	2,7

Tabel 4 Toekomstige cohortlevensverwachting

x	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0	0.002227950	0.002125194	0.002027245	0.001933872	0.001844858	0.001759997
1	0.000203578	0.000195892	0.000188491	0.000181365	0.000174504	0.000167899
2	0.000132258	0.000126770	0.000121510	0.000116468	0.000111635	0.000107002
3	0.000091407	0.000087415	0.000083596	0.000079943	0.000076449	0.000073107
4	0.000066471	0.000063410	0.000060490	0.000057703	0.000055044	0.000052508
5	0.000063726	0.000060690	0.000057798	0.000055044	0.000052422	0.000049925
6	0.000053919	0.000051368	0.000048937	0.000046621	0.000044414	0.000042311
65	0.011484704	0.011225950	0.010973068	0.010725924	0.010484386	0.010248325
66	0.012721519	0.012433337	0.012151744	0.011876587	0.011607715	0.011344984
67	0.013940884	0.013618501	0.013303646	0.012996141	0.012695810	0.012402485
68	0.015458956	0.015098835	0.014747205	0.014403862	0.014068606	0.013741243
69	0.017161041	0.016759269	0.016367055	0.015984168	0.015610379	0.015245467
70	0.018893670	0.018446699	0.018010500	0.017584805	0.017169355	0.016763895
71						

Levensverwachting



[VPRO Zomergasten Andrea Maier \(3:30\)](#)

Levensverwachting

T-Mobile NL 4G 08:37 98%
ad.nl



▲ © Thinkstock

Dit jaar geboren meisjes worden tien jaar ouder dan nu

Voor Nederlandse meisjes die dit jaar geboren worden stijgt de gemiddelde levensverwachting tot 93 jaar. Voor jongetjes is dat 90,1 jaar. Daarmee leven zij tien jaar langer dan nu, heeft het Koninklijk Actuarieel Genootschap (AG) berekend.



Binnenland Home » Binnenland

- Slachtoffer aanrijding politiebusje overleden
- Ook huurders hebben bevingsschade'
- Rapper Boef weer vrij
- Kans op pensioenkorting bij ABP groeit
- Minder verslaafden zoeken hulp
- R'dam wil eind dakloosheid
- V.d. Steur wil niet VVD-lijst
- Asielzoekers terug naar Duitsland
- Oppositie wil burgemeester Zaanstad weg
- Werkloosheid daalt verder

Buitenland

- Douwe Egberts sluit in België
- Arts: Clinton fit genoeg
- Machinist laat passagiers achter
- Brazilië berecht Lula
- Pluto kleurt zijn maan rood
- Clintons stappen uit stichting

Mannen en vrouwen krijgen er 10 jaar bij

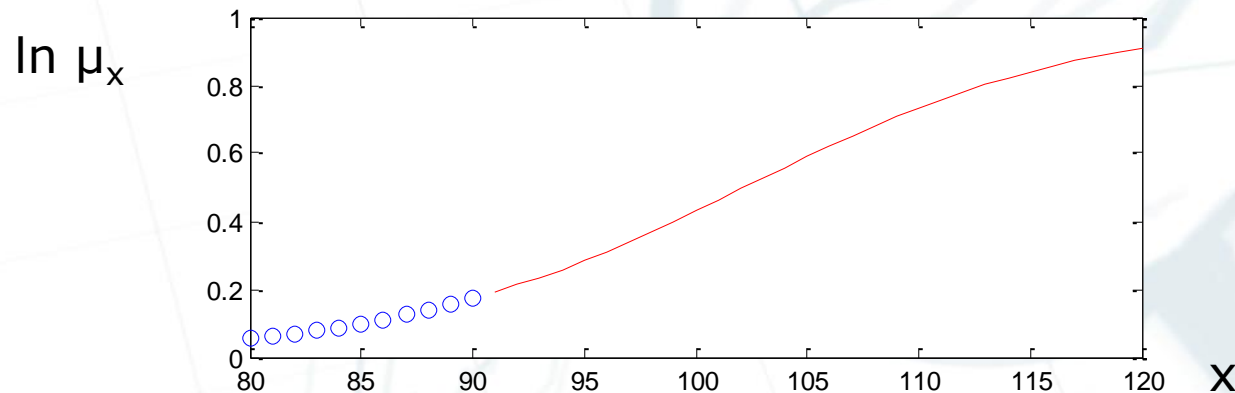
13 SEP 2016

UTRECHT - Voor Nederlandse meisjes die dit jaar geboren worden stijgt de gemiddelde levensverwachting tot 93 jaar. Voor jongetjes is dat 90,1 jaar. Daarmee leven zij tien jaar langer dan nu, heeft het Koninklijk Actuarieel Genootschap (AG) berekend.

Communicatie !

Gebruik: Sluiting

- Alle leeftijdsafhankelijke parameters worden gegeven tot leeftijd 90, dus gesimuleerde tafels stoppen bij die leeftijd.
- Voor hazard rates bij leeftijden $x > 90$ wordt een inverse logistische weging genomen van hazard rates bij leeftijden $x = 80, 81, \dots, 90$ (**Kannistö sluiting**), zoals in AG2014. Best estimate tafels op website lopen t/m leeftijd 120.



Gebruik als Stochastische Scenario Generator

Stochastische Scenario's

- Publicatie en Excel sheet beschrijven methode om trekkingen van samples van gecorreleerde variabelen $(\epsilon_t^M, \delta_t^M, \epsilon_t^V, \delta_t^V)$ te genereren, waarmee tijdreeksen K_t^g en κ_t^g en dus de hazard rates $\mu_x^g(t)$ en daarmee de sterftekansen $q_x^g(t)$ gesimuleerd kunnen worden.

$$\begin{aligned} K_t^M &= K_{t-1}^M + \theta^M + \epsilon_t^M \\ \kappa_t^M &= a^M \kappa_{t-1}^M + \delta_t^M \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_t^V &= K_{t-1}^V + \theta^V + \epsilon_t^V \\ \kappa_t^V &= a^V \kappa_{t-1}^V + \delta_t^V \end{aligned}$$

$$\ln(\mu_x^g(t)) = \ln(\mu_x^{g,EU}(t)) + \ln(\mu_x^{g,NL}(t))$$

$$\ln(\mu_x^{g,EU}(t)) = A_x^g + B_x^g K_t^g$$

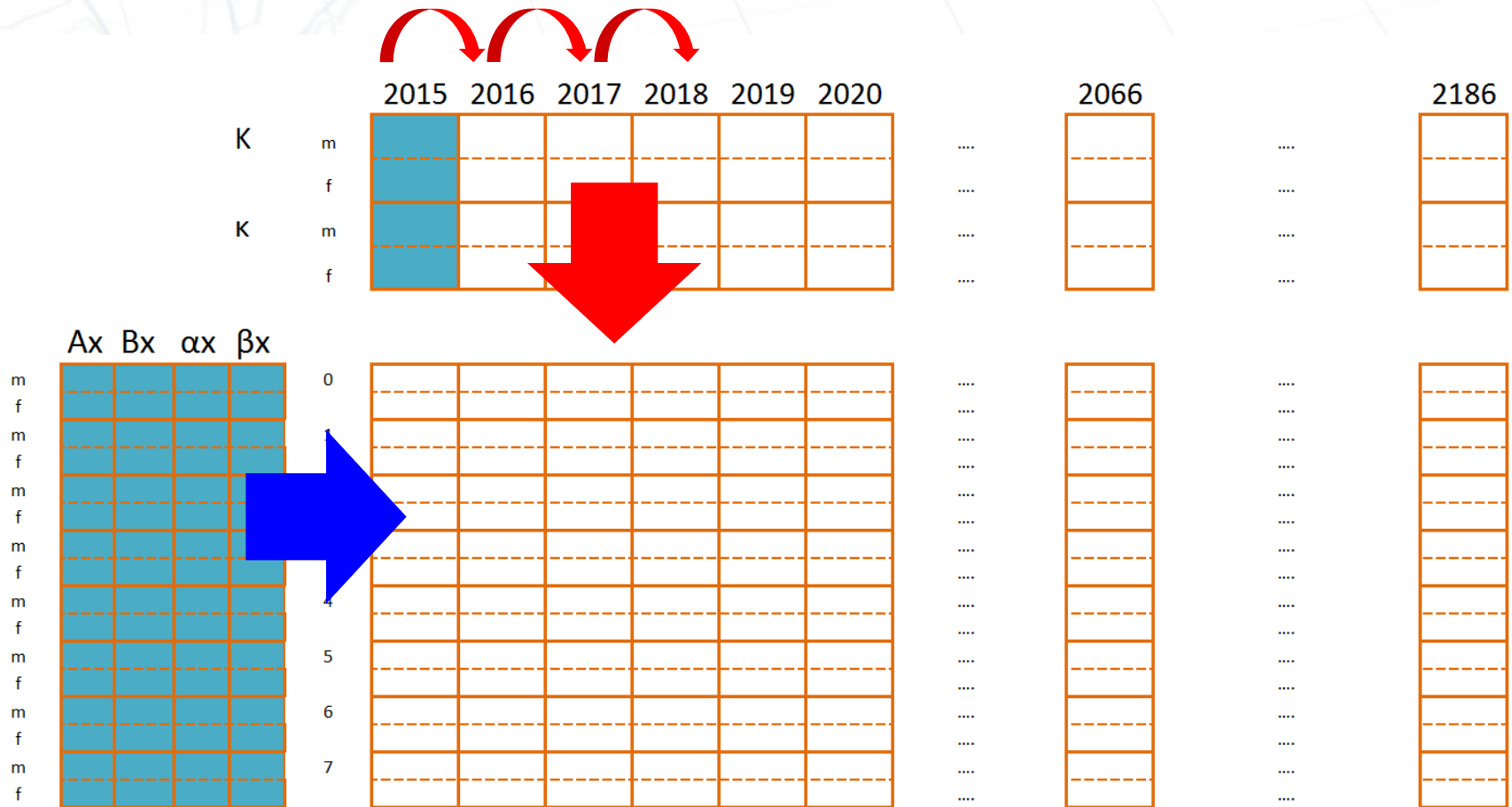
$$\ln(\mu_x^{g,NL}(t)) = \alpha_x^g + \beta_x^g \kappa_t^g$$

- Daarmee kunnen vervolgens verdelingen voor levensverwachtingen / portefeuillewaarden e.d. gegenereerd worden.

Gebruik: Scenariogenerator

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	...	2066	...	2186
K	m							....		....
	f							....		....
K	m							....		....
	f							....		....
								
Ax	Bx	αx	βx								
m				0				....		....
f								....		....
m				1				....		....
f								....		....
m				2				....		....
f								....		....
m				3				....		....
f								....		....
m				4				....		....
f								....		....
m				5				....		....
f								....		....
m				6				....		....
f								....		....
m				7				....		....
f								....		....

Gebruik: Scenariogenerator



Gebruik: Simulatie

Simulation AG 2016

Michel Vellekoop

sep-16

Transposed Cholesky Matrix H				factor (BE=0)	1	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1,4266	0,0000	0,0000	0,0000		N1		0,02	-0,06	-0,42	2,04	-1,45
0,1916	0,3791	0,0000	0,0000		N2		-0,11	-0,13	-0,60	-0,53	-0,13
1,5690	-0,0415	0,6758	0,0000		N3		2,14	-1,70	-0,50	0,25	0,93
-0,3554	1,0121	0,2148	0,6915		N4		1,25	0,42	-0,54	-0,84	-1,07
				male	epsilon		0,03	-0,09	-0,59	2,91	-2,07
					delta		-0,04	-0,06	-0,31	0,19	-0,33
				female	epsilon		1,48	-1,24	-0,97	3,39	-1,65
					delta		1,21	-0,18	-0,94	-1,80	-0,15
theta male	-2,127			male	K	-54,62	-56,72	-58,93	-61,66	-60,87	-65,07
a male	0,980				Kappa	1,42	1,36	1,27	0,94	1,11	0,76
theta female	-2,066			female	K	-47,80	-48,39	-51,70	-54,73	-53,40	-57,11
a female	0,976				Kappa	10,91	11,86	11,40	10,19	8,15	7,81

MALES

Ax	Bx	alphax	betax	x	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-4,8545	0,0214	-0,1234	0,0623	0	0,234%	0,222%	0,211%	0,195%	0,200%	0,179%
-6,9168	0,0081	-0,3911	0,0011	25	0,043%	0,042%	0,042%	0,041%	0,041%	0,040%
-3,8106	0,0106	-0,0650	0,0122	65	1,175%	1,148%	1,121%	1,084%	1,096%	1,044%

FEMALES

Ax	Bx	alphax	betax	x	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-5,0954	0,0211	-0,1068	0,0279	0	0,271%	0,275%	0,253%	0,230%	0,223%	0,204%
-7,8916	0,0106	-0,1531	0,0083	25	0,021%	0,021%	0,020%	0,020%	0,019%	0,019%
-4,5290	0,0096	-0,0473	0,0163	65	0,775%	0,783%	0,753%	0,717%	0,703%	0,675%



Gebruik: Simulatie

Simulation AG 2016

Michel Vellekoop

sep-16

Transposed Cholesky Matrix H

factor (BE=0)

1

1,4266	0,0000	0,0000	0,0000
0,1916	0,3791	0,0000	0,0000
1,5690	-0,0415	0,6758	0,0000
-0,3554	1,0121	0,2148	0,6915

$$Z_t = \tilde{Z}_t H$$

2015 2016 2017 2018 2019 2020

N1	0,02	-0,06	-0,42	2,04	-1,45
N2	-0,11	-0,13	-0,60	-0,53	-0,13
N3	2,14	-1,70	-0,50	0,25	0,93
N4	1,25	0,42	-0,54	-0,84	-1,07

male	epsilon	0,03	-0,09	-0,59	2,91	-2,07
	delta	-0,04	-0,06	-0,31	0,19	-0,33
female	epsilon	1,48	-1,24	-0,97	3,39	-1,65
	delta	1,21	-0,18	-0,94	-1,80	-0,15

theta male	-2,127	male	K	-54,62	-56,72	-58,93	-61,66	-60,87	-65,07
a male	0,980		Kappa	1,42	1,36	1,27	0,94	1,11	0,76
theta female	-2,066	female	K	-47,80	-48,39	-51,70	-54,73	-53,40	-57,11
a female	0,976		Kappa	10,91	11,86	11,40	10,19	8,15	7,81

MALES

Ax	Bx	alphax	betax	x	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-4,8545	0,0214	-0,1234	0,0623	0	0,234%	0,222%	0,211%	0,195%	0,200%	0,179%
-6,9168	0,0081	-0,3911	0,0011	25	0,043%	0,042%	0,042%	0,041%	0,041%	0,040%
-3,8106	0,0106	-0,0650	0,0122	65	1,175%	1,148%	1,121%	1,084%	1,096%	1,044%

FEMALES

Ax	Bx	alphax	betax	x	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-5,0954	0,0211	-0,1068	0,0279	0	0,271%	0,275%	0,253%	0,230%	0,223%	0,204%
-7,8916	0,0106	-0,1531	0,0083	25	0,021%	0,021%	0,020%	0,020%	0,019%	0,019%
-4,5290	0,0096	-0,0473	0,0163	65	0,775%	0,783%	0,753%	0,717%	0,703%	0,675%



Gebruik: Simulatie

Simulation AG 2016

Michel Vellekoop

sep-16

Transposed Cholesky Matrix H				factor (BE=0)	1	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1,4266	0,0000	0,0000	0,0000		N1		0,02	-0,06	-0,42	2,04	-1,45
0,1916	0,3791	0,0000	0,0000		N2		-0,11	-0,13	-0,60	-0,53	-0,13
1,5690	-0,0415	0,6758	0,0000		N3		2,14	-1,70	-0,50	0,25	0,93
-0,3554	1,0121	0,2148	0,6915		N4		1,25	0,42	-0,54	-0,84	-1,07

$$K_t^g = K_{t-1}^g + \theta^g + \epsilon_t^g$$

$$\kappa_t^g = a^g \kappa_{t-1}^g + \delta_t^g$$

theta male	-2,127
a male	0,980
theta female	-2,066
a female	0,976

male	epsilon	0,03	-0,09	-0,59	2,91	-2,07	
	delta	-0,04	-0,06	-0,31	0,19	-0,33	
female	epsilon	1,48	-1,24	-0,97	3,39	-1,65	
	delta	1,21	-0,18	-0,94	-1,80	-0,15	
male	K	-54,62	-56,72	-58,93	-61,66	-60,87	-65,07
	Kappa	1,42	1,36	1,27	0,94	1,11	0,76
female	K	-47,80	-48,39	-51,70	-54,73	-53,40	-57,11
	Kappa	10,91	11,86	11,40	10,19	8,15	7,81

MALES

Ax	Bx	alphax	betax	x	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-4,8545	0,0214	-0,1234	0,0623	0	0,234%	0,222%	0,211%	0,195%	0,200%	0,179%
-6,9168	0,0081	-0,3911	0,0011	25	0,043%	0,042%	0,042%	0,041%	0,041%	0,040%
-3,8106	0,0106	-0,0650	0,0122	65	1,175%	1,148%	1,121%	1,084%	1,096%	1,044%

FEMALES

Ax	Bx	alphax	betax	x	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-5,0954	0,0211	-0,1068	0,0279	0	0,271%	0,275%	0,253%	0,230%	0,223%	0,204%
-7,8916	0,0106	-0,1531	0,0083	25	0,021%	0,021%	0,020%	0,020%	0,019%	0,019%
-4,5290	0,0096	-0,0473	0,0163	65	0,775%	0,783%	0,753%	0,717%	0,703%	0,675%



Gebruik: Simulatie

Simulation AG 2016

Michel Vellekoop

sep-16

Transposed Cholesky Matrix H				factor (BE=0)	1	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1,4266	0,0000	0,0000	0,0000		N1		0,02	-0,06	-0,42	2,04	-1,45
0,1916	0,3791	0,0000	0,0000		N2		-0,11	-0,13	-0,60	-0,53	-0,13
1,5690	-0,0415	0,6758	0,0000		N3		2,14	-1,70	-0,50	0,25	0,93
-0,3554	1,0121	0,2148	0,6915		N4		1,25	0,42	-0,54	-0,84	-1,07

$$\ln(\mu_x^g(t)) = A_x^g + B_x^g K_t^g + \alpha_x^g + \beta_x^g \kappa_t^g$$

$$q_x(t) = 1 - \exp(-\mu_x(t))$$

male	epsilon		0,03	-0,09	-0,59	2,91	-2,07
	delta		-0,04	-0,06	-0,31	0,19	-0,33
female	epsilon		1,48	-1,24	-0,97	3,39	-1,65
	delta		1,21	-0,18	-0,94	-1,80	-0,15
male	K	-54,62	-56,72	-58,93	-61,66	-60,87	-65,07
	Kappa	1,42	1,36	1,27	0,94	1,11	0,76
female	K	-47,80	-48,39	-51,70	-54,73	-53,40	-57,11
	Kappa	10,91	11,86	11,40	10,19	8,15	7,81

theta male	-2,127
a male	0,980
theta female	-2,066
a female	0,976

MALES

Ax	Bx	alphax	betax	x	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-4,8545	0,0214	-0,1234	0,0623	0	0,234%	0,222%	0,211%	0,195%	0,200%	0,179%
-6,9168	0,0081	-0,3911	0,0011	25	0,043%	0,042%	0,042%	0,041%	0,041%	0,040%
-3,8106	0,0106	-0,0650	0,0122	65	1,175%	1,148%	1,121%	1,084%	1,096%	1,044%

FEMALES

Ax	Bx	alphax	betax	x	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-5,0954	0,0211	-0,1068	0,0279	0	0,271%	0,275%	0,253%	0,230%	0,223%	0,204%
-7,8916	0,0106	-0,1531	0,0083	25	0,021%	0,021%	0,020%	0,020%	0,019%	0,019%
-4,5290	0,0096	-0,0473	0,0163	65	0,775%	0,783%	0,753%	0,717%	0,703%	0,675%



Simulation AG 2016

Transposed Cholday Matrix H		factor (BE-0)		1							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020				
1,4266	0,0000	0,0000	0,0000	N1	0,02	-0,26	-0,42	2,04	1,43		
5,1933	0,3791	0,0000	0,0000	N2	-0,11	-0,13	-0,40	-0,53	-0,13		
1,5069	0,0815	0,0758	0,0000	N3	2,14	1,70	-0,50	0,25	0,93		
-0,3054	1,0123	0,2148	0,0915	N4	1,25	0,42	-0,34	-0,94	1,07		
				male	equival	0,03	-0,09	-0,39	2,91	-2,07	
				delta	equival	-0,04	-0,06	-0,31	0,39	-0,33	
				female	equival	1,48	1,24	-0,97	1,39	1,65	
				delta	equival	1,21	-0,18	-0,94	-1,80	-0,15	
				theta male	male	K	56,62	-56,72	-58,53	-61,66	-60,87
				a male	female	K	1,42	1,36	1,27	0,94	1,11
				theta female	female	K	-47,80	-48,39	-51,70	-54,73	-53,40
				a female	female	K	30,91	31,86	31,40	30,33	31,5

Simulation AG 2016

Transposed Cholday Matrix H		factor (BE-0)		1							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020				
1,4266	0,0000	0,0000	0,0000	N1	0,02	-0,26	-0,42	2,04	1,43		
5,1933	0,3791	0,0000	0,0000	N2	-0,11	-0,13	-0,40	-0,53	-0,13		
1,5069	0,0815	0,0758	0,0000	N3	2,14	1,70	-0,50	0,25	0,93		
-0,3054	1,0123	0,2148	0,0915	N4	1,25	0,42	-0,34	-0,94	1,07		
				male	equival	0,03	-0,09	-0,39	2,91	-2,07	
				delta	equival	-0,04	-0,06	-0,31	0,39	-0,33	
				female	equival	1,48	1,24	-0,97	1,39	1,65	
				delta	equival	1,21	-0,18	-0,94	-1,80	-0,15	
				theta male	male	K	56,62	-56,72	-58,53	-61,66	-60,87
				a male	female	K	1,42	1,36	1,27	0,94	1,11
				theta female	female	K	-47,80	-48,39	-51,70	-54,73	-53,40
				a female	female	K	30,91	31,86	31,40	30,33	31,5

Simulation AG 2016

Transposed Cholday Matrix H		factor (BE-0)		1							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020				
1,4266	0,0000	0,0000	0,0000	N1	0,02	-0,26	-0,42	2,04	1,43		
5,1933	0,3791	0,0000	0,0000	N2	-0,11	-0,13	-0,40	-0,53	-0,13		
1,5069	0,0815	0,0758	0,0000	N3	2,14	1,70	-0,50	0,25	0,93		
-0,3054	1,0123	0,2148	0,0915	N4	1,25	0,42	-0,34	-0,94	1,07		
				male	equival	0,03	-0,09	-0,39	2,91	-2,07	
				delta	equival	-0,04	-0,06	-0,31	0,39	-0,33	
				female	equival	1,48	1,24	-0,97	1,39	1,65	
				delta	equival	1,21	-0,18	-0,94	-1,80	-0,15	
				theta male	male	K	56,62	-56,72	-58,53	-61,66	-60,87
				a male	female	K	1,42	1,36	1,27	0,94	1,11
				theta female	female	K	-47,80	-48,39	-51,70	-54,73	-53,40
				a female	female	K	30,91	31,86	31,40	30,33	31,5

Simulation AG 2016

Transposed Cholday Matrix H		factor (BE-0)		1							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020				
1,4266	0,0000	0,0000	0,0000	N1	0,02	-0,26	-0,42	2,04	1,43		
5,1933	0,3791	0,0000	0,0000	N2	-0,11	-0,13	-0,40	-0,53	-0,13		
1,5069	0,0815	0,0758	0,0000	N3	2,14	1,70	-0,50	0,25	0,93		
-0,3054	1,0123	0,2148	0,0915	N4	1,25	0,42	-0,34	-0,94	1,07		
				male	equival	0,03	-0,09	-0,39	2,91	-2,07	
				delta	equival	-0,04	-0,06	-0,31	0,39	-0,33	
				female	equival	1,48	1,24	-0,97	1,39	1,65	
				delta	equival	1,21	-0,18	-0,94	-1,80	-0,15	
				theta male	male	K	56,62	-56,72	-58,53	-61,66	-60,87
				a male	female	K	1,42	1,36	1,27	0,94	1,11
				theta female	female	K	-47,80	-48,39	-51,70	-54,73	-53,40
				a female	female	K	30,91	31,86	31,40	30,33	31,5

Simulation AG 2016

Transposed Cholday Matrix H		factor (BE-0)		1							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020				
1,4266	0,0000	0,0000	0,0000	N1	0,02	-0,26	-0,42	2,04	1,43		
5,1933	0,3791	0,0000	0,0000	N2	-0,11	-0,13	-0,40	-0,53	-0,13		
1,5069	0,0815	0,0758	0,0000	N3	2,14	1,70	-0,50	0,25	0,93		
-0,3054	1,0123	0,2148	0,0915	N4	1,25	0,42	-0,34	-0,94	1,07		
				male	equival	0,03	-0,09	-0,39	2,91	-2,07	
				delta	equival	-0,04	-0,06	-0,31	0,39	-0,33	
				female	equival	1,48	1,24	-0,97	1,39	1,65	
				delta	equival	1,21	-0,18	-0,94	-1,80	-0,15	
				theta male	male	K	56,62	-56,72	-58,53	-61,66	-60,87
				a male	female	K	1,42	1,36	1,27	0,94	1,11
				theta female	female	K	-47,80	-48,39	-51,70	-54,73	-53,40
				a female	female	K	30,91	31,86	31,40	30,33	31,5

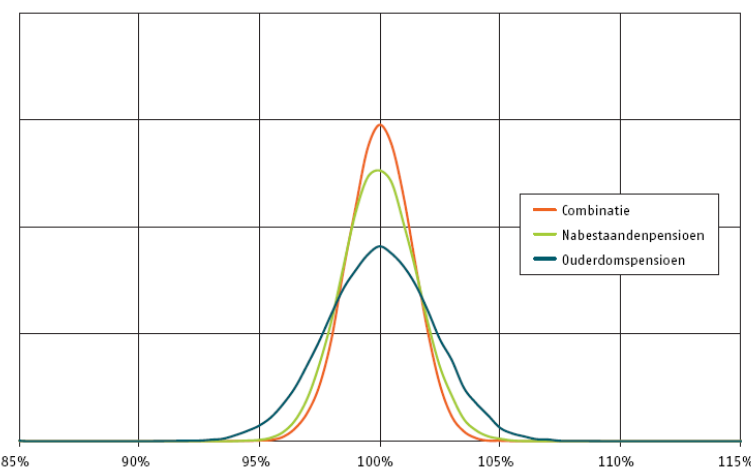


Prognosetafel AG2016

Gebruik: Simulatie

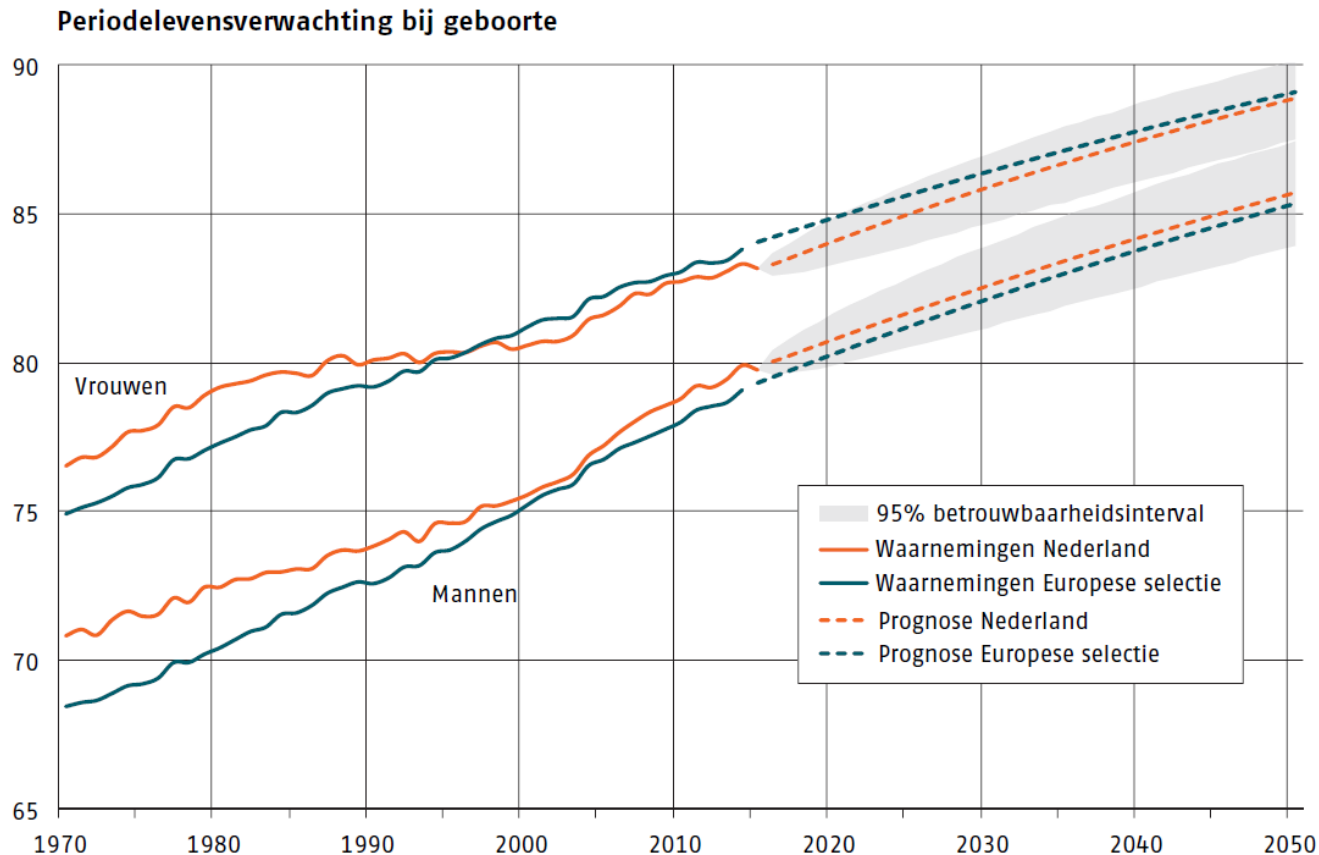


Verdeling VPV volgens AG2016



Grafiek 6 Verdeling uitkomsten simulatie voorziening (rekenrente 3%) voor modelportefeuille mannen gemiddeld rondom de best estimate

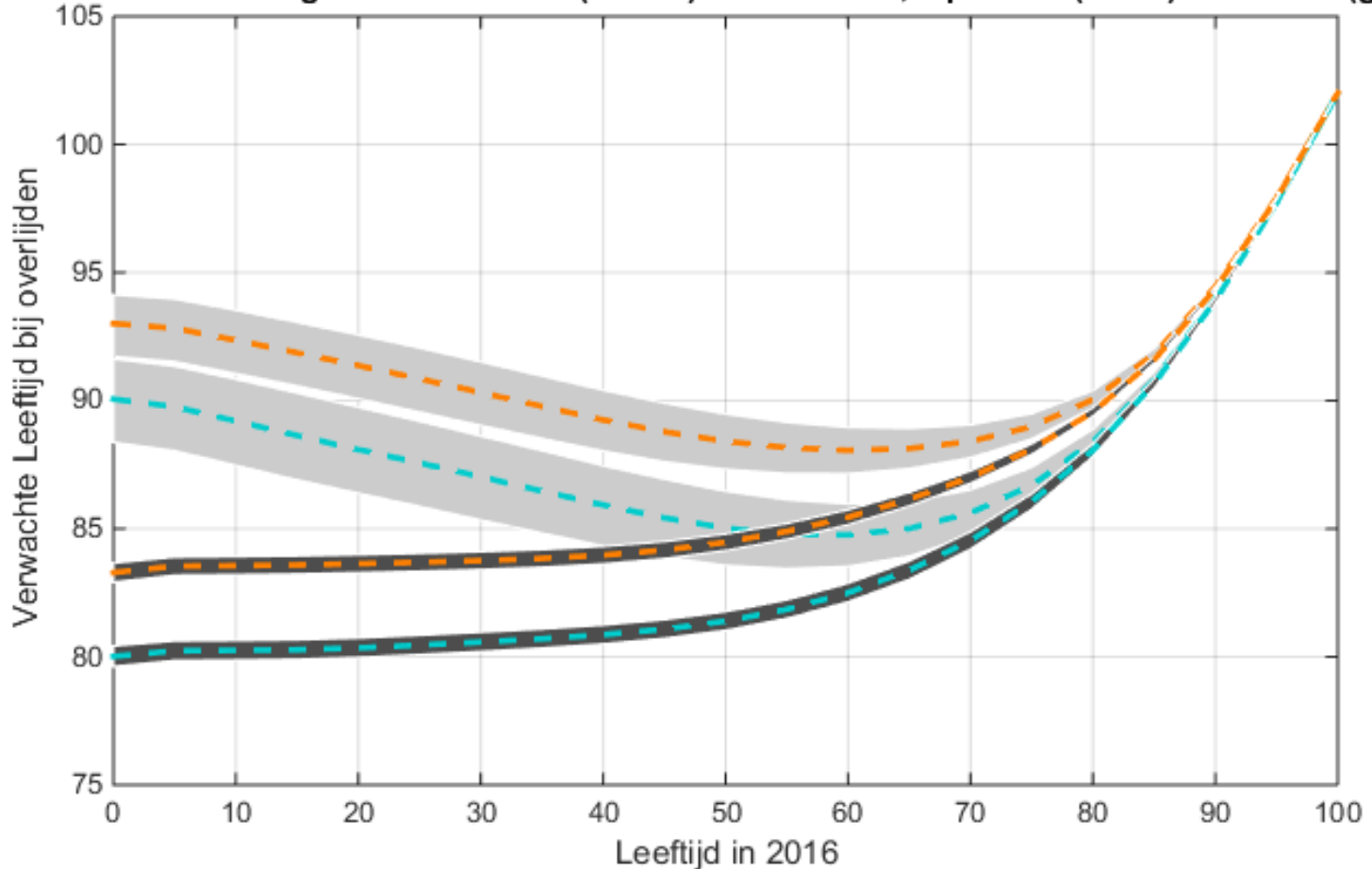
Onzekerheid in Levensverwachtingen



Grafiek 8 Betrouwbaarheidsinterval rondom de best estimate van de periodelevensverwachting voor Nederlandse mannen en vrouwen

Onzekerheid in Levensverwachtingen

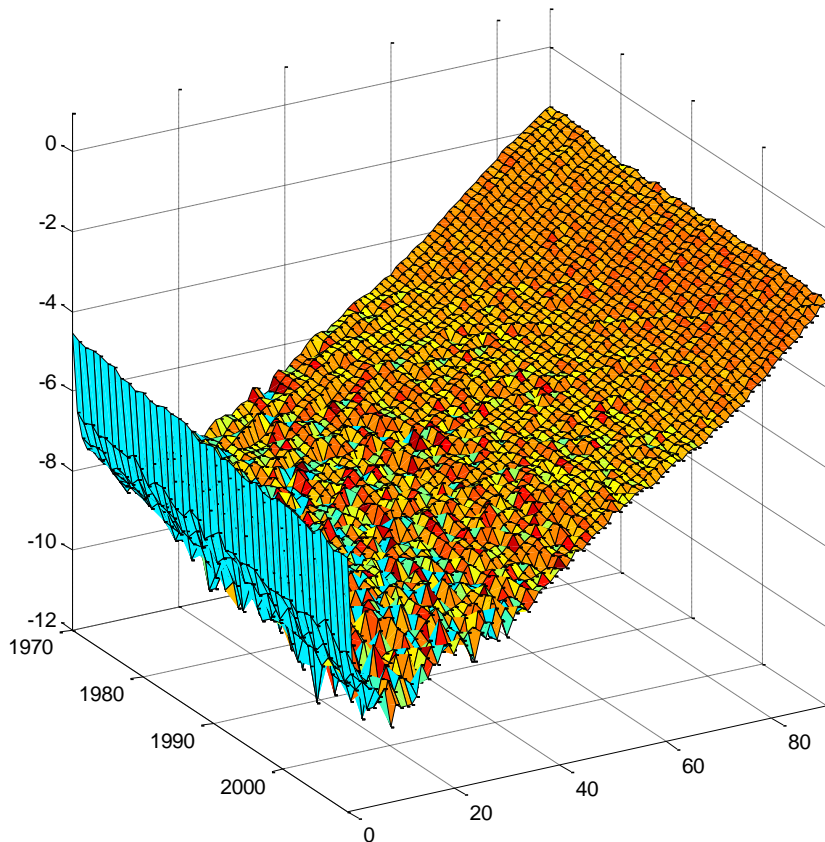
Levensverwachting Nederlander en (macro) onzekerheid, periode (zwart) en cohort (grijs)



Gebruikte Kalibratiemethode



Decompositie van drie effecten



Ruwe data voor Nederland optelsom van drie verschillende effecten in dit model:

1. Europese Trend in sterftekansen
2. Nederlandse afwijking van Europese trend in sterftekansen
3. Toeval in aantal overledenen gegeven die sterftekansen

Kalibratiemethode

- Bijkomende onzekerheid in totaal aantal overledenen per leeftijd in zowel Nederland als rest van Europa *gegeven de sterftekansen* gemodelleerd met Poissonverdeling voor de kalibratie.
- Methode van maximum likelihood:

Gekozen parameterwaarden maken de gevonden sterfteaantallen in Nederland en Europa *het meest waarschijnlijk* onder de Li/Lee + Poisson aanname, in vergelijking met mogelijke andere parameterwaarden.

Onzekerheid

- Prognose is gebaseerd op historische data.
Parameter- en modelonzekerheid niet gemodelleerd.
 - Impliciete veronderstelling dat orde van grootte van de schokken in de toekomst gelijk is aan het verleden.
 - Binnen beroepsgroep en medische literatuur geen consensus over toe te voegen alternatieve scenario's.

Prognosemodel genereert zo objectief mogelijk toekomstscenario's waar ieder zijn eigen (subjectieve) scenario's aan toe kan voegen:

AG2016 model is een startpunt, geen eindpunt voor modellering van onzekerheid.

MOGELIJKHEID TOT STELLEN VAN VRAGEN

