

DREAM

Danmarks fremtidige befolkning Befolkningsfremskrivning 2013

Marianne Frank Hansen & Peter Stephensen

Juli 2013

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	6
1.1	Opbygningen af befolkningsmodellen	8
1.2	Vitale begivenheder	9
1.2.1	Dødsfald	9
1.2.2	Estimation af dødelighed	9
1.2.3	Fødsler	10
1.2.4	Estimation af fertilitet	10
1.2.5	Immigration	12
1.2.6	Emigration	14
1.2.7	Naturalisering	15
2	Befolkningsfremskrivningsmodellen.....	16
2.1	Befolkningen fordelt på alder, køn og oprindelse.....	16
2.2	Bestemmelse af risikogrupper og vitale begivenheder	19
2.2.1	Det generelle tilfælde.....	20
2.2.2	Nyfødte.....	22
2.2.3	Demografiske hændelser for indvandrere uden dansk statsborgerskab	25
2.2.4	Identisk dødelighed på tværs af oprindelse	27
2.2.5	Fødsler og fertilitet.....	28
2.2.6	Nyfødtes fordeling på køn og oprindelse	29
2.3	Eksogene parametre i fremskrivningsmodellen	31
3	Datagrundlaget for fremskrivningsmodellen.....	32
3.1	Dødelighedsdata	32
3.2	Rapportering af restlevetid	33
4	Dødelighed og forventet levetid	36
4.1	Lee-Carter metoden	37
4.2	Estimation af Lee-Carter modellen	39
4.3	Korrektioner af fremskrivningsmetoden.....	40
4.3.1	Bell's metode samt modifikation heraf.....	41
4.3.2	Udglætning af dødeligheder for forskellige aldre i fremskrivningen .	43
4.4	Valg af dataperiode	44
4.5	Estimationsresultater	45

4.6	Konstruktion af dødshyppigheder for de ældste ældre.....	48
4.7	Estimation og fremskrivning af dødsfald inden for de første 10 levedage 49	
4.8	Resultater af fremskrivningen.....	51
4.9	Udviklingen i dødeligheden for de enkelte aldersgrupper	53
4.10	Definition af restlevetid	54
4.10.1	Sædvanlig fremgangsmåde for beregning af restlevetid i dødelighedstavler	55
4.10.2	Alternativ beregning af restlevetid	57
4.10.3	Intuitiv formulering af restlevetid.....	58
4.11	Restlevetidsudviklingen for mænd.....	61
4.12	Restlevetidsudviklingen for kvinder	63
4.13	Fremtidig udvikling i den aldersbetingede restlevetid.....	65
4.13.1	Fremtidig udvikling i middellevetiden.....	65
4.13.2	Fremtidig udvikling i restlevetiden for 60-årige.....	66
4.14	Kohorterestlevetid	67
4.15	Sammenfatning af resultater om restlevetidsstigning.....	70
5	Fødsler og Fertilitet.....	72
5.1	Historisk udvikling i fødsler og fertilitet	72
5.2	Fremskrivning af aldersbetingede fertilitetskvotienter	75
5.3	Udglatning af aldersbetinget fertilitet i den historiske periode ved tilpasning til skæv normalfordeling	76
5.4	Estimation af den aldersbetingede fertilitet for de store grupper	78
5.5	Bestemmelse af fertilitetskvotienter for de øvrige befolkningsgrupper 81	
5.6	Konvergens af fertilitet på langt sigt	82
5.7	Fastlæggelse af det langsigtede fertilitetsniveau.....	83
5.8	Fremskrivningsresultater	84
5.9	Udviklingen i den aldersbetingede fertilitet	89
5.10	Udviklingen i kohortefertiliteten.....	91
5.11	Nyfødtes fordeling på oprindelsesgrupper	92
6	Indvandring, udvandring og statsborgerskab	94
6.1	Lovgivning med betydning for indvandringen	94
6.2	Udviklingen i indvandringen 1992 - 2012	96

6.3	Fremskrivning af indvandringen.....	99
6.3.1	Førstegangsindvandring – indvandrere uden dansk statsborgerskab 99	
6.3.2	Genindvandring.....	101
6.4	Udvandring.....	104
6.5	Statsborgerskabsskift.....	106
7	Resultater.....	108
7.1	Udviklingen i den samlede befolkning.....	108
7.2	Indvandring og udvandring.....	109
7.3	Befolkningsgrupperne.....	111
7.4	Aldersfordeling.....	113
8	Sammenligning med Befolkningsfremskrivning 2012.....	119
8.1	Udviklingen i den samlede befolkning.....	119
8.2	Fødsler og fertilitet.....	121
8.3	Dødsfald og middellevetid.....	123
8.4	Vandringer.....	125
8.5	Udvikling i forsørger- og ældrekvote.....	129
9	Referencer.....	131

Forord

29. april 2013 udsendes den samordnede landsdækkende befolkningsfremskrivning mellem Danmarks Statistik (DST) og DREAM. Forskellen mellem sidste og dette års fremskrivning er forklaret af en kombination af tilføjelsen af et nyt historisk år og metodiske korrektioner.

De metodiske korrektioner i årets fremskrivning udgøres primært af en ændring i tilpasningshastigheden til det langsigtede fertilitetsniveau og i en ændring af risikogruppebegrebet anvendt til bestemmelse af udvandring og statsborgerskabsskifte af indvandrere uden dansk statsborgerskab.

I nærværende publikation beskrives det datamæssige og modeltekniske grundlag for fremskrivningen samt de væsentligste resultater. Udgangspunktet for 2013-fremskrivningen er den registrerede befolkningsudvikling frem til primo 2013. Befolkningsudviklingen rapporteres – i overensstemmelse med tidligere år – indtil år 2100. Det skal understreges, at usikkerheden på befolkningsfremskrivningen er hurtigt voksende i fremskrivningens længde. Idet der således er knyttet en betragtelig usikkerhed til især de langsigtede skøn, skal resultatet først og fremmest fortolkes som en illustration af befolkningsudviklingen og dens sammensætning for det anvendte sæt antagelser.

Fortolkninger og synspunkter udtrykt i nærværende publikation er DREAMs egne og ikke nødvendigvis sammenfaldende med Danmarks Statistiks.

1 Indledning

DREAM har udarbejdet befolkningsfremskrivninger siden 1999, og disse er løbende blevet dokumenteret i forbindelse med beskrivelse af resultatet af den aktuelle fremskrivning. Gradvist er der sket en udbygning af de anvendte metoder. I 2010 udsendte DREAM og Danmarks Statistik (DST) den første samordnede landsdækkende befolkningsfremskrivning. Formålet med samordningen var dels at eliminere den forvirring og manglende konsistens som eksistensen af to forskellige fremskrivninger hidtil har givet anledning til og dels på sigt at skabe et gunstigt miljø for videreudvikling af metoder til fastlæggelse af demografiske begivenheder og det bagvedliggende datagrundlag. Udfærdigelsen af den første fælles fremskrivning var primært funderet i de metoder, der hidtil har været anvendt af DREAM, mens datagrundlaget optimeredes gennem udtræk fra PersonStatistikDatabasen (PSD) leveret fra DST.

Formålet med denne publikation er at dokumentere de anvendte metoder i DREAMs befolkningsfremskrivningsmodel og det datagrundlag, der danner udgangspunkt for modellen. Modellens grundlæggende struktur, der præsenteres i kapitel 2, er uændret relativt til sidste år. Datagrundlaget stammer som sidste år fra et udtræk fra PersonStatistikDatabasen, hvilket indebærer, at historisk data er revideret i det omfang, der er indløbet nye oplysninger til databasen siden sidste år. I publikationen præsenteres endvidere resultaterne af årets fremskrivning og endelig sammenlignes dette års fremskrivning med fremskrivningen fra 2012 og forskellene dekomponeres i effekter hidrørende de respektive demografiske bevægelser. I fravær af ændringer i den metodiske tilgang er forskelle mellem de to fremskrivninger som udgangspunkt foranlediget af den information, der ligger i et nyt dataår. I Befolkningsfremskrivning 2013 skal forskelle relativt til 2012-versionen i stor udstrækning tilskrives et fortsat fald i fertiliteten fra 2011 til 2012, der har motiveret en halvering af konvergenshastigheden til det langsigtede fertilitetsniveau for at sikre en plausibel udvikling i kohortefertiliteten. Endvidere er risikogruppebegrebet benyttet til bestemmelse af udvandring og statsborgerskabsskifte af indvandrere uden dansk statsborgerskab revideret, så dette nu er i overensstemmelse med definitionen anvendt i data. De metodiske ændringer omtales i hhv. kapitel 2 og kapitel 4.

Dokumentationen er organiseret på følgende måde: I dette kapitel gives det første overblik over modellen. I kapitel 2 opstilles den anvendte befolkningsfremskrivningsmodel og der redegøres for dimensionaliteten samt de eksogene variable, der fastlægges ved estimation baseret på den historiske udvikling. I kapitel 3 præsenteres de anvendte datakilder og centrale demografiske begreber defineres. Kapitel 4 omfatter en beskrivelse af udviklingen af dødeligheden i Danmark gennem det seneste århundrede og af Lee-Carter metoden, der i modificeret form anvendes til estimation af den fremtidige udvikling i dødeligheder og dermed den aldersbetingede restlevetid. Endvidere rummer kapitlet en beskrivelse af forskellige indbyrdes konsistente

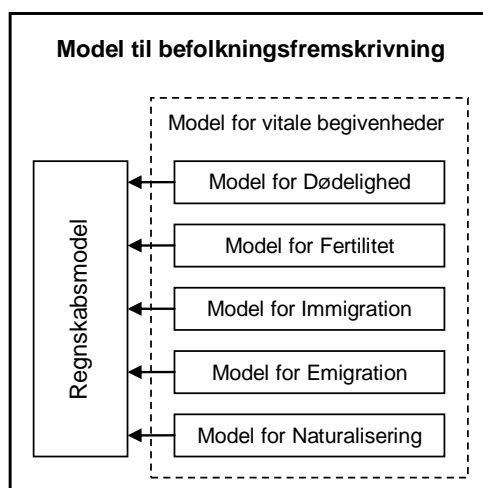
tilgange til beregning af forventet levetid. Tilsvarende indeholder kapitel 5 en beskrivelse af udviklingen i antallet af fødsler og i fertiliteten gennem det seneste århundrede og på denne baggrund præsenteres fremskrivningen af den samlede fertilitet. Fremskrivningen er baseret på en anvendelse af Cubic Spline Smoothing teknikken, som ligeledes beskrives i kapitlet. Kapitel 6 omfatter en gennemgang af den historiske udvikling i indvandringen og de vigtigste hertil knyttede politiktiltag. Yderligere beskrives den anvendte tilgang til fremskrivning af henholdsvis indvandring, udvandring og statsborgerskabsskifte. Kapitel 7 præsenterer resultaterne af den samlede befolkningsfremskrivning, mens fremskrivningen endeligt sammenlignes med den forrige i kapitel 8.

1.1 Opbygningen af befolkningsmodellen

Overordnet består en befolkningsmodel af et sæt ligninger, der holder regnskab med udviklingen i befolkningen fra år til år. Demografiske regnskabsmodeller blev første gang benyttet af Edwin Cannan (1861-1935) til at lave befolkningsfremskrivninger for England og Wales, mens amerikaneren Pascal K. Whelpton i et antal artikler fra omkring 2. verdenskrig opstillede en samlet metode til befolkningsfremskrivning, jf. Alho og Spencer (2005). Siden 1963 har Danmarks Statistik produceret befolkningsfremskrivninger, der ligeledes er baseret på en regnskabsmodel for befolkningen, jf. Danmarks Statistik (1978). Således har samordningen af fremskrivningerne mellem DREAM og DST altså heller ikke medført væsentlige ændringer af den anvendte grundmodel set fra DSTs synspunkt.

Den grundlæggende metode bag demografiske regnskabsmodeller består i, at en given udgangsbefolkning opdeles på et antal undergrupper (f.eks. køn, alder og oprindelse), der fremskrives ét år ad gangen på baggrund af vitale demografiske begivenheder: fødsler, dødsfald, indvandring, udvandring og naturalisering/statsborgerskabskifte. Figur 1 viser opbygningen af DREAMs model til befolkningsfremskrivning.

Figur 1. En model til befolkningsfremskrivning er sammensat af en række delmodeller for de vitale begivenheder, og regnskabsmodellen holder regnskab med udviklingen i befolkningen på baggrund af udviklingen i de enkelte vitale begivenheder.



Det helt centrale i enhver befolkningsfremskrivning er den fremtidige udvikling i fertilitet, dødelighed, indvandring, udvandring og naturalisering. I det følgende gennemgås de antagelser og metoder, der benyttes i befolkningsfremskrivningen.

1.2 Vitale begivenheder

Regnskabsmodellen for befolkningen holder styr på ændringer i primobefolkningen mellem to år. Mekanismerne, der angiver udviklingen af Danmarks befolkning er relativt få. Befolkningen vokser på grund af fødsler og indvandring og formindskes på grund af dødsfald og udvandring, mens sammensætningen af befolkningen på oprindelsesgrupper ændres gennem naturalisering, dvs. opnåelse af dansk statsborgerskab.

1.2.1 Dødsfald

Antallet af døde et givet år i fremskrivningen opnås ved at multiplicere fremskrevne køns- og aldersfordelte dødshyppigheder med antallet af personer, der er eksponeret for dødsrisiko. Der antages således identiske dødshyppigheder på tværs af oprindelse. Antagelsen skal tilskrives, at der blandt efterkommere på nuværende tidspunkt er relativt få personer i de ældre aldersgrupper, hvor dødeligheden er højst. Estimationsgrundlaget er således for tyndt til udarbejdelse af en fremskrivning af dødelighed for hver enkelt oprindelsesgruppe. For indvandrere er datamaterialet dog ved at opnå en tæthed, der retfærdiggør rimeligheden i inden for nærmeste fremtid at undersøge muligheden for særskilt fremskrivning for disse befolkningsgrupper. Således viser en deskriptiv analyse sammenlignende dødeligheden for personer med dansk oprindelse og indvandrere for perioden 2005-2009 viser, at indvandrere fra både vestlige og ikke-vestlige lande i stort set alle aldersgrupper har en lavere dødelighed end personer af dansk oprindelse¹.

Som indført i 2010-fremskrivningen skelnes desuden mellem spædbørnsdødelighed indtrædende hhv. de første 10 dage efter fødslen og den resterende del af første leveår. Idet dødssandsynligheden blandt 0-årige er specielt høj kort tid efter fødslen og 0-årige indvandrere primært kommer til landet efter denne periode, opnås ved denne differentiering en mere realistisk vurdering af dødsfald blandt indvandrede spædbørn. Ved kun at betragte en enkeltstående dødelighed blandt 0-årige, vil der grundet det høje bidrag fra helt nyfødte alt andet være tendens til at overvurdere dødsfald blandt indvandrede spædbørn.

1.2.2 Estimation af dødelighed

For given alder og køn er dødeligheden i en given periode defineret som antallet af dødsfald divideret med antallet af personer, der er udsat for dødsrisiko. Til estimation af fremtidige dødeligheder benyttes for aldersgrupperne 0-99 år en modificeret version af Lee-Carter metoden, der er en ekstrapolativ baseret metode, jf. Lee & Carter (1992a, 1992b). Den grundlæggende antagelse i Lee-Carter metoden er, at den fremtidige udvikling i en given aldersbetinget dødelighed kan beskrives ud fra den historiske udvikling i de aldersbetingede

¹ Danmarks Statistik (2010a): Tabel 1.21.

dødeligheder. For at reducere dimensionen af problemet antages det, at der er en betydelig regularitet i udviklingen af de aldersspecifikke dødeligheder, således at de kan beskrives af tre elementer: En aldersspecifik del, der er uafhængig af tidspunktet, et mortalitetsindeks, der er et tidsafhængigt mål for den samlede dødelighedsudvikling og en tidsafhængig aldersprofil, der vægter gennemslaget af udviklingen i mortalitetsindekset på dødeligheden i de enkelte aldersklasser. Metoden indebærer, at forholdet mellem vækstraterne i dødeligheden for to forskellige aldersgrupper er konstant. Den fremtidige udvikling i dødelighederne bestemmes alene af udviklingen i mortalitetsindekset, der estimeres ved standardmetoder fra tidsrækkeanalyse, jf. f.eks. Chatfield (2004). Til estimation af dødeligheder anvendes til 2013-fremskrivningen data fra perioden 1990-2012. I kapitel 4 vil den anvendte Lee-Carter metode samt metoden til ekstrapolation af dødeligheder for nyfødte blive gennemgået. Ligeledes omtales hvorledes dødeligheder for aldersgrupperne 100-120 år fastlægges.

1.2.3 Fødsler

Det samlede antal fødsler findes som summen af børn født af mødre i de enkelte befolkningsgrupper. Nyfødtes oprindelsesgruppe afhænger, som følge af definitionerne af oprindelsesgrupperne, både af faderens og moderens oprindelse. Der konstrueres på basis af de historiske erfaringer gennem de sidste 3 år (2010-2012 i 2013-fremskrivningen) en sandsynlighedsfordeling for barnets oprindelse givet moderens. Denne fordeling anvendes i fremskrivningen til at fordele børnene på oprindelsesgrupper. I afsnit 2.2.6 beskrives metoden til at tildele børn oprindelse på baggrund af moderens oprindelse.

Fødslerne i en given befolkningsgruppe kan beregnes som den aldersbetingede fertilitet multipliceret med kvinder i den givne befolkningsgruppe og med den givne alder. Fødsler opdeles på køn ved at antage, at en konstant andel af alle nyfødte er drenge. Andelen af drengebørn beregnes som gennemsnittet over hele dataperioden.

1.2.4 Estimation af fertilitet

Den aldersfordelte fertilitet er defineret som antallet af fødsler blandt mødre med en given alder divideret med antallet af potentielle mødre, dvs. kvinder i den pågældende aldersklasse. Fremskrivningen af fertilitet foretages ved at fremskrive den aldersbetingede fertilitet for hver oprindelsesgruppe. I modsætning til estimationen af dødeligheder estimeres den enkelte aldersgruppes fertilitet uafhængigt af den samlede fertilitet og vil derfor også være uafhængig af de øvrige aldersgruppers fertilitet. Udviklingen i den samlede fertilitet i fremskrivningen fremkommer således som en sum af udviklingen i de enkelte aldersgruppers fertilitet.

Der er historisk set større udsving i periodefertilitet end i dødelighed, hvorfor udviklingen på det korte sigt bestemmes på baggrund af den nuværende trend i fertiliteten, mens fertiliteten efterfølgende konvergerer mod et eksogent ligevægtsniveau. Det langsigtede niveau er fastlagt ved at betragte den historiske udvikling af kohortefertilitet og en antagelse om, at denne er rimelig stabil over tid. På kort sigt kan der således være stor forskel i udviklingen i fertilitet for befolkningsfremskrivninger med forskelligt basisår.

Fertiliteten for hele befolkningen faldt med 0,1 fra 2010 og 2011 og yderligere med 0,02 fra 2011 til 2012. I 2013-fremskrivningen er konvergenshastigheden til langsigtsniveauet reduceret fra 20 til 10 år ligesom trendeffekten i fremskrivningens start er mindsket. Ændringerne er motiveret af, at det fortsatte fald i fertiliteten i fravær af korrektion, ville foranledige en udvikling i kohortefertiliteten, der selv i historisk perspektiv ikke kan anses for værende plausibel. Med tanke på, at den nuværende udvikling i fertiliteten må anses for påvirket af såvel de ugunstige konjunkturforskel som af den midlertidige indførelse af egenbetaling af fertilitetsbehandling (der blev afskaffet pr. 1. januar 2012), er det ikke fundet sandsynligt, at fertilitetsniveauet på kort sigt fortsat falder markant, hvilket sammen med kohorteovervejelserne har ført til den nævnte revision.

Det er udelukkende for de tre største befolkningsgrupper, at der er et tilstrækkeligt antal observationer til at kunne estimere den aldersbetingede fertilitet med et-års alderstrin. De tre grupper er: Personer med dansk oprindelse, indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab og indvandrere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab. For disse grupper udtrages for hver alder mellem 15 og 49 år trenden af den historiske udvikling i fertiliteten og den aldersbetingede fertilitet fremskrives derefter ved hjælp af disse trends. Trenden i den aldersbetingede fertilitet udledes ved anvendelse af en metode benævnt *Cubic Spline Smoothing* (CSS), jf. Hyndman, King og Billah (2002).

Der estimeres til 2013-fremskrivningen på baggrund af data fra perioden 1992-2012 og som noget nyt udledes de historiske alderstrends ikke direkte på data, men derimod på aldersprofiler baseret på estimation ved brug af en såkaldt skæv normalfordeling, der for unimodale fertilitetsmønstre anses for at være en fordelagtig model til beskrivelse af data, jf. Mazzuco & Scarpa (2011). Estimationen medvirker specielt til udglatning af fertilitetsprofilerne for indvandrere i de første år af perioden, hvor datagrundlaget er relativt tyndt. Når der efterfølgende udledes trends på det estimerede grundlag sikres en mere jævn udvikling over tid i de enkelte aldersgrupper, der nu i større grad er udtryk for faktiske forskydninger i aldersmønstret end en forbedring af det underliggende datagrundlag, der følger med en gradvis stigning i antallet af medlemmer i befolkningsgruppen. I afsnit 5.3 og 5.4 gennemgås henholdsvis tilpasningen af den aldersafhængige fertilitet til en skæv normalfordeling og *Cubic Spline Smoothing* metoden anvendt til estimation af fertilitet.

De resterende befolkningsgrupper er små. Det er problematisk at fremskrive fertiliteten for disse befolkningsgrupper af to grunde. For det første medfører gruppernes størrelse en betydelig statistisk usikkerhed. For det andet er de kvindelige medlemmer af efterkommergrupperne hovedsageligt under 25-30 år, hvilket betyder, at det er særdeles vanskeligt at skønne over den aldersbetingede fertilitet for den ældste halvdel af den fødedygtige alder på grund af manglende data. Fremskrivningen konstrueres derfor ved at sammenligne den aldersbetingede fertilitetsprofil for hver enkelt af de små befolkningsgrupper med den tilsvarende aldersbetingede fertilitetsprofil for de tre store grupper. Ved hjælp af lineær regressionsanalyse på observationer for de seneste 5 år estimeres de små befolkningsgruppers aldersbetingede fertilitet som et vejet gennemsnit af de tre store gruppers aldersbetingede fertilitet. Herefter fremskrives den aldersbetingede fertilitet for de små befolkningsgrupper på grundlag af fremskrivningerne af de tre store gruppers aldersbetingede fertilitet. I afsnit 5.5 beskrives metoden til estimation af fertilitet for de små befolkningsgrupper på baggrund af de tre store befolkningsgrupper.

Når den kortsigtede udvikling i fertiliteten er bestemt for samtlige befolkningsgrupper, bestemmes konvergenen mod langsigtudviklingen. Til dette benyttes en *Richardskurve*, der i løbet af en given tidsperiode vægter mellem den kortsigtede og den langsigtede udvikling i fertiliteten, hvor sidstnævnte er eksogent bestemt. I afsnit 5.6 gennemgås denne metode, der sikrer, at langsigtudviklingen ikke ændres voldsomt ved indførelsen af et nyt dataår. Dette ville være u hensigtsmæssigt, idet tilføjelsen af et enkelt dataår ikke indeholder information, der gør os mere vidende om det mellemlange og lange sigt. Såfremt der over en længere årrække observeres tendenser i kohortefertiliteten, der trækker i en entydig retning, kan man med rimelighed overveje at revidere langsigtniveauet. Som nævnt ovenfor er konvergensperioden til langsigtniveauet halveret i årets fremskrivning relativt til hvad var gældende i Befolkningsfremskrivning 2012.

1.2.5 Immigration

Personer, der indvandrer til en given befolkningsgruppe, er opdelt i to forskellige typer indvandring. For indvandrere uden dansk statsborgerskab er der en eksogen tilstrømning af indvandrere, mens der for alle andre befolkningsgrupper er genindvandring, der beregnes ud fra indvandringsfrekvensen.

For indvandrere uden dansk statsborgerskab er den fremtidige indvandring antaget eksogent givet. Som udgangspunkt antages således, at indvandringen fra hhv. vestlige og ikke-vestlige lande fordelt på køn og alder i fremtiden bliver på et givet niveau. Udviklingen i de senere års indvandring må formodes i stor udstrækning at afspejle de konjunkturmæssige forhold, men vil også være præget af den gradvise lempelse af kravene i Østaftalen. For første gang siden 2003 kunne for begge typer af indvandrere uden dansk statsborgerskab noteres et fald i indvandringen fra 2008 til 2009. Fra 2009 til 2010 opfølges dette dog af

en mindre stigning. Bruttoindvandringen stiger yderligere fra 2010 til 2011 for indvandrere fra vestlige lande, mens der for ikke-vestlige indvandrere noteres et mindre fald. Fra 2011 til 2012 stiger indvandringen yderligere fra vestlige lande, mens ikke-vestlig indvandring er stort set uændret fra 2011 til 2012.

Kombinationen af lempelser i Østaf-talen og de seneste års konjunktursituation gør det særdeles vanskeligt at vurdere hvor stor en del af de seneste års udvikling, der måtte indikere en permanent ændring i indvandringstilbøjeligheden. Der er dog i øjeblikket intet der tyder på, at bruttoindvandringen fra vestlige lande på trods af de seneste års konjunkturudsving, vil antage et omfang på linje med det markant lavere niveau fra før 2003. Det årlige bruttoindvandringsomfang fra såvel ikke-vestlige som vestlige lande er på sigt fastholdt på niveauet fra Befolkningsfremskrivning 2012, således at der i fremskrivningen antages at indvandre 22.000 og 13.000 personer fra hhv. vestlige og ikke-vestlige lande med udenlandsk statsborgerskab. Niveauet er fastlagt således, at nettoindvandringen til befolkningsgruppen er relativt stabil, hvilket afspejler den seneste historiske udvikling.

Niveauet i første fremskrivningsår, dvs. 2013, er fastlagt som et gennemsnit over de seneste tre historiske år, hvorefter der over en 10-årig periode konvergeres mod langsigtsniveauet. Den gradvise konvergens bevirker, at den trendmæssige udvikling i bestanden af indvandrere bevares ved overgangen mellem den historiske periode og fremskrivningsperioden. Historisk har der ikke kunnet observeres knæk i udviklingen af den type, som en direkte overgang til langsigtsniveauet ville afstedkomme. Startniveauet for ikke-vestlig indvandring er på ca. 14.800 personer, mens vestlig indvandring initialt ligger på 25.000 personer. Indvandringen fordeles på køn og alder i henhold til, hvad der gennemsnitligt har været gældende for indvandringen til de respektive grupper i perioden 2010-2012.

Indvandring til øvrige befolkningsgrupper med dansk statsborgerskab, beregnes ud fra indvandringsfrekvenser fordelt på alder, køn og oprindelse. Frekvenserne beregnes som et gennemsnit over de sidste tre dataår, senest 2010-2012. En mekanisk fremgangsmåde som denne indebærer en betydelig risiko for, at konjunktur- og midlertidige politikeffekter videreføres gennem fremskrivningen. Selv om genindvandring må betegnes som mindre konjunkturfølsomt end indvandring af indvandrere uden dansk statsborgerskab, bør beregningen suppleres med en vurdering af realismen af de langsigtede effekter. Fordelen ved at anvende et gennemsnit, der gradvist ændres med hver fremskrivning, er på den anden side, at man ved permanent ændret adfærd opnår en gradvis tilpasning til den nye tendens.

Med udgangspunkt i data fra PSD er det blevet klarlagt, at indvandringen opgjort efter registrerede hændelser er en anelse undervurderet relativt til den faktiske

indvandring. Dette skyldes forsinkede indberetninger. Indvandring hørende til år t opgøres sædvanligvis 1. februar år $t+1$. Revideres opgørelsen for år t i år $t+2$ ses en stigning i niveauet relativt til den første opgørelse, idet yderligere indberetninger er indløbet. Yderligere revideringer i de efterfølgende år, dvs. $t+3$, $t+4$ osv. indikerer, at der ikke indløber ekstra indberetninger af betydning efter år $t+2$. Ud fra historisk data for indvandring opgjørt i hhv. år $t+1$ og $t+2$ bestemmes køns- og aldersgruppeafhængige skaleringsfaktorer, der efterfølgende pålægges de fundne indvandringsfrekvenser for at korrigere for forsinkelser. De eksogene indvandringsniveauer ikke underlagt korrektion for forsinkelser, da disse skøn i forvejen må betegnes som relativt usikre.

I kapitel 6 er uddybet de overvejelser, der ligger til grund for bestemmelse af den fremtidige indvandring.

1.2.6 Emigration

Antallet af personer, der i et givet år udvandrer fra en given befolkningsgruppe, beregnes ud fra udvandringsfrekvensen fordelt på alder, køn og oprindelse. Frekvenserne beregnes som et gennemsnit over de sidste tre dataår, senest 2010-2012. Sammenholdes denne antagelse med antagelsen om genindvandring fås, at netto-indvandringsfrekvensen til befolkningsgrupper med dansk statsborgerskab er konstant, hvilket dog ikke gælder for netto-indvandringen til befolkningsgrupper uden dansk statsborgerskab.

Specielt for udvandring kan det konkluderes, at forsinkede indberetninger relativt til de registrerede hændelser spiller en central rolle. Opgørelsen af udvandring for år t , der som udgangspunkt er opgjørt i år $t+1$, vil først udvise tendens til at stabilisere sig fra og med år $t+4$. Udvandringer hørende til året 2007 opgøres således 1. februar 2011, 2008 opgøres i 2012 og 2009 opgøres i 2013 og der beregnes igen en gennemsnitlig køns- og aldersgruppeafhængig skaleringsfaktor, som de fundne udvandringshyppigheder justeres med.

Til sine tidligere befolkningsfremskrivninger, dvs. til og med år 2009, har DREAM selv udtrukket relevant data for vandring. En person blev ved denne lejlighed betegnet som værende udvandret, såfremt vedkommende var til stede primo året, ikke død i løbet af året og fraværende ultimo året. Denne opgørelsesmetode implicerer, at en vandring kan tilknyttes et år, hvor den faktiske hændelse ikke har fundet sted, men blot er registreret. Idet metoden dog er anvendt konsekvent for alle dataår, får man dog alligevel i et vist omfang inddraget de forsinkede indberetninger, men altså ikke i de korrekte år. Muligheden for at skelne mellem hændelser og registreringer er først opstået med anvendelsen af PSD, men grundet den tidligere anvendte metode til konstruktion af data, vurderes emnet altså ikke at have haft nogen signifikant betydning for DREAMs tidligere fremskrivninger.

For såvel ind- som udvandring gælder, at aldersprofilen for hyppighederne efter behov tætnes ved skalering af den tilsvarende profil for personer af dansk oprindelse. Dette vil afstedkomme en mere realistisk profil for aldersgrupper,

hvor data er tyndt og der tidligere blot har været antaget konstant ind- og udvandringstilbøjelighed for personer ældre end en given alder.

1.2.7 Naturalisering

Antallet af personer fra befolkningsgrupper uden dansk statsborgerskab, der i et givet år skifter statsborgerskab, beregnes ud fra frekvensen for statsborgerskabsskift fordelt på alder, køn og oprindelse. Frekvensen beregnes som et gennemsnit over de sidste tre dataår, senest 2010-2012.

Der er kun set på skift fra udenlandsk statsborgerskab til dansk, da den modsatte bevægelse er så lille, at man med rimelighed kan se bort fra den.

I afsnit 2.3 samt kapitel 6 beskrives estimation af den eksogene indvandring samt indvandrings-, udvandrings- og naturaliseringsfrekvenserne.

2 Befolkningsfremskrivningsmodellen

I dette afsnit vil der blive redegjort for de regnskabsmæssige sammenhænge i modellen til fremskrivning af befolkningen. Som beskrevet i forrige afsnit er de regnskabsmæssige sammenhænge mellem vitale begivenheder universelle for befolkningsmodeller, og de store forskelle mellem befolkningsmodeller ligger i modellering af vitale begivenheder, som vil blive behandlet i de kommende afsnit.

Udviklingen i den samlede befolknings størrelse fra et år til det næste afhænger af antal fødte, antal døde og antallet af ind- og udvandrede.

$$N_{t+1} = N_t + F_t - D_t + I_t - U_t \quad (1)$$

hvor N_t er befolkningen primo år t , F_t er antal fødte i år t , D_t er antal døde i år t , I_t er antal indvandrede i år t og U_t er antal udvandrede i år t .

Der eksisterer ikke andre faktorer, der ændrer den samlede befolkning og derfor består en befolkningsfremskrivning generelt af ændringer i disse fire typer vitale begivenheder i hvert af de fremtidige år. For at kunne fastlægge disse størrelser opdeles befolkningen på et givet tidspunkt efter dimensionerne alder, køn og oprindelse, hvor oprindelse i nærværende sammenhæng anvendes som fælles betegnelse for kombinationen af oprindelsestype, oprindelsesland og statsborgerskabsstatus².

2.1 Befolkningen fordelt på alder, køn og oprindelse

Kombinationen af oprindelsestype, oprindelsesland og statsborgerskabsstatus giver anledning til, at befolkningen opdeles i ti oprindelsesgrupper:

- Resterende befolkning (personer af dansk oprindelse) uden dansk statsborgerskab, *dan*.³
- Resterende befolkning (personer af dansk oprindelse) med dansk statsborgerskab, *dad*.

² *Oprindelsestype* omfatter indvandrere, efterkommere og den resterende befolkning, jf. afsnit 2.2. *Oprindelsesland* angiver for indvandrere hvorvidt vedkommende stammer fra et vestligt eller et ikke-vestligt land, mens der for efterkommere henvises til arten af moderens oprindelsesland. Mht. til statsborgerskabsstatus skelnes mellem hvorvidt man har dansk eller udenlandsk statsborgerskab.

³ Gruppen af personer af dansk oprindelse indeholder et antal personer uden dansk statsborgerskab. Børn født i Danmark af disse personer kan derfor principielt bliver karakteriseret som efterkommere, jf. definitionen af oprindelsestype. Da antallet er meget begrænset er det valgt at se bort fra denne mulighed. Generelt behandles befolkningsgruppen *dan* adfærdsmæssigt som den store gruppe *dad*. I sådanne tilfælde anvendes den fælles oprindelsesbetegnelse *da*.

- Indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab, *ixn*
- Indvandrere fra ikke-vestlige lande med dansk statsborgerskab, *ixd*
- Indvandrere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab, *iwn*
- Indvandrere fra vestlige lande med dansk statsborgerskab, *iwd*
- Efterkommere uden dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra et ikke-vestligt land, *dxn*
- Efterkommere med dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra et ikke-vestligt land, *dxd*
- Efterkommere uden dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra et vestligt land, *dwn*
- Efterkommere med dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra et vestligt land, *dwd*

Fastlæggelse af oprindelsestypestatus, dvs. om et individ er indvandrer, efterkommer eller af dansk oprindelse følger Danmarks Statistiks definition og er givet ved:

Indvandrere: Personer, der er født i udlandet af forældre, der begge er udenlandske statsborgere eller er født i udlandet. Hvis der kun foreligger oplysninger om den ene forælder, defineres personen som indvandrer, hvis vedkommende er født i udlandet, og forælderen er udenlandsk statsborger eller født i udlandet. Hvis der ikke findes oplysninger om nogen af forældrene, og personen er født i udlandet, defineres personen ligeledes som indvandrer.

Efterkommere: Personer, der er født i Danmark af forældre, hvoraf ingen er både dansk statsborger og født i Danmark. Hvis der ikke findes oplysninger om nogen af forældrene, og personen er udenlandsk statsborger født i Danmark, betragtes vedkommende også som efterkommer.

Dansk oprindelse: Personer, hvoraf mindst en af forældrene er dansk statsborger og født i Danmark, uanset personens eget fødeland og statsborgerskab. Hvis der ikke findes oplysninger om nogen af forældrene, betragtes vedkommende som værende af dansk oprindelse, hvis vedkommende er dansk statsborger født i Danmark.

Disse gruppedefinitioner er udtømmende, dvs. alle personer i befolkningen tilhører en af de tre grupper. Definitionerne er endvidere entydige, dvs. en given person placeres i én og kun én af de tre grupper.

Underopdelingen af indvandrere og efterkommere efter oprindelsesland følger efter samordningen med Danmarks Statistik ikke længere FNs fordeling på mere og mindre udviklede lande, men er erstattet med opdelingen på henholdsvis vestlige og ikke-vestlige lande. Den primære forskel mellem oprindelseslandsdefinitionerne er, at Balkanstaterne, Rusland og Japan regnes som mere udviklede lande, men ikke har status som vestlige lande⁴.

Med opdelingen af befolkningen på alder, x , køn, g og i de ti oprindelsesgrupper, o , er det differensligningssystem, der danner udgangspunkt for befolkningsfremskrivningen givet ved:

$$\begin{aligned} N_{t+1}^{x+1,g,o} &= N_t^{x,g,o} + \bar{I}_t^{x+1,g,o} + I_t^{x+1,g,o} - U_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} - S_t^{x+1,g,o} - D_t^{x+1,g,o} \\ N_{t+1}^{0,g,o} &= F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + I_t^{0,g,o} - U_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - S_t^{0,g,o} - D_t^{0,g,o} \end{aligned} \quad (2)$$

hvor

- $N_t^{x,g,o}$ er befolkningen med alder x , køn g og oprindelse o primo år t ,
- $\bar{I}_t^{x,g,o}$ er det eksogent givne antal indvandrede med alder x , køn g og oprindelse o i år t
- $I_t^{x,g,o}$ er antal indvandrede med alder x , køn g og oprindelse o i år t
- $U_t^{x,g,o}$ er antal udvandrede med alder x , køn g og oprindelse o i år t
- $\bar{S}_t^{x,g,o}$ er det eksogene antal med alder x , køn g og oprindelse o i år t , der skifter til dansk statsborgerskab (og dermed oprindelsesgruppe)
- $S_t^{x,g,o}$ er det endogent bestemte antal med alder x , køn g og oprindelse o i år t , der skifter til dansk statsborgerskab (og dermed oprindelsesgruppe)
- $D_t^{x,g,o}$ er antal døde med alder x , køn g og oprindelse o i år t
- $F_t^{g,o}$ er antal fødte af køn g og oprindelse o i år t . Bemærk, at $F_t^{g,o} = 0$ for $o \in \{ixn, ixd, iwn, iwd\}$, da indvandrere pr. definition ikke kan være født i Danmark.

Det er centralt at bemærke, at aldersdateringen af beholdninger og strømme er forskellig. Befolkningen $N_t^{x,g,o}$ er en beholdning og angiver antallet af personer i

⁴ En detaljeret oversigt over forskellen mellem oprindelsesfordelingerne mere/mindre udviklede lande og vestlige/ikke-vestlige lande kan fås ved henvendelse til DREAM.

oprindelsesgruppe o , der primo året, dvs. pr. 1. januar, har alderen x . De resterende variable er strømme og er ultimo daterede. $I_t^{x,g,o}$ angiver f.eks. antallet af personer, der er indvandret til oprindelsesgruppe o i løbet af år t , og som ved dette års afslutning har alderen x . Denne lidt specielle dateringsteknik bruges ofte i demografiske sammenhænge, og har til formål at skaffe plads til ligningen, der beskriver udviklingen i antallet af 0-årige.

Hvor intet andet er anført gælder, at variablene i modellen er endogene. For befolkningsgrupper med dansk statsborgerskab, dvs. dad , ixd , iwd , dxd og dwd , er den eksogene variabel $\bar{S}_t^{x,g,o}$ defineret, idet den angiver antallet af personer, der tilgår grupperne pga. skift til dansk statsborgerskab. Omfanget af skiftet fastlægges af adfærden i de befolkningsgrupper personerne afgår fra og antages derfor for værende eksogent fra modtagergruppens synspunkt. Således eksisterer den endogene variabel $S_t^{x,g,o}$ ikke for grupperne med dansk statsborgerskab, men er defineret for personer uden dansk statsborgerskab, dvs. for dan , ixn , iwn , dxn og dwn . Der gælder, at

$$\begin{aligned}\bar{S}_t^{x,g,ixd} &= S_t^{x,g,ixn} \\ \bar{S}_t^{x,g,iwd} &= S_t^{x,g,iwn} \\ \bar{S}_t^{x,g,dxd} &= S_t^{x,g,dxn} \\ \bar{S}_t^{x,g,dwd} &= S_t^{x,g,dwn} \\ \bar{S}_t^{x,g,dad} &= S_t^{x,g,dan}\end{aligned}$$

så

$$\begin{aligned}\sum_o N_{t+1}^{x+1,g,o} &= \sum_o N_t^{x,g,o} + \bar{I}_t^{x+1,g,o} + I_t^{x+1,g,o} - U_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} - S_t^{x+1,g,o} - D_t^{x+1,g,o} \\ &= N_t^{x,g} + \bar{I}_t^{x+1,g} + I_t^{x+1,g} - U_t^{x+1,g} - D_t^{x+1,g}\end{aligned}\quad (3)$$

Den eksogene indvandring $\bar{I}_t^{x,g,o}$ er relevant for indvandrere uden dansk statsborgerskab, dvs. for de to oprindelsesgrupper ixn og iwn , mens indvandring til de øvrige befolkningsgrupper har karakter af genindvandring og bestemmes ud fra historiske vandringstilbøjeligheder.

2.2 Bestemmelse af risikogrupper og vitale begivenheder

Generelt kan vitale begivenheder modelleres enten ved et antal personer, der oplever en vital begivenhed, eller ved en frekvens, der med udgangspunkt i en risikogruppe, beskriver andelen, der oplever den pågældende begivenhed. Fastlæggelsen af det såkaldte risikogruppebegreb er dermed centralt i

modelleringen af demografiske begivenheder. Nedenfor behandles 0-årige og den resterende befolkning særskilt, jf. de separate udtryk i (2).

2.2.1 Det generelle tilfælde

De endogene variable i ligningssystemet (2) fastlægges som

$$\begin{aligned} I_t^{x+1,g,o} &= i_t^{x+1,g,o} E_t^{x,g,o} & (4) \\ U_t^{x+1,g,o} &= u_t^{x+1,g,o} E_t^{x,g,o} \\ D_t^{x+1,g,o} &= d_t^{x+1,g,o} E_t^{x,g,o} \\ S_t^{x+1,g,o} &= s_t^{x+1,g,o} E_t^{x,g,o} \end{aligned}$$

hvor $E_t^{x,g,o}$ for givet køn, alder og oprindelse, angiver det antal personer, der er eksponeret for risiko for hhv. at indvandre, udvandre, dø eller skifte statsborgerskab i løbet af år t . $i_t^{x+1,g,o}$, $u_t^{x+1,g,o}$, $d_t^{x+1,g,o}$ og $s_t^{x+1,g,o}$ angiver sandsynlighederne for hver af de vitale begivenheder. Idet det sædvanligvis antages, at befolkningens bevægelser eller de vitale begivenheder finder sted jævnt fordelt over året, antages risikogruppen at udgøres af mediobefolkningen, dvs.

$$\begin{aligned} E_t^{x,g,o} &= \frac{N_{t+1}^{x+1,g,o} + N_t^{x,g,o}}{2} & (5) \\ &= \frac{1}{2} \left(N_t^{x,g,o} + \bar{I}_t^{x+1,g,o} + I_t^{x+1,g,o} - U_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} - S_t^{x+1,g,o} - D_t^{x+1,g,o} + N_t^{x,g,o} \right) \\ &= N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} \left(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + I_t^{x+1,g,o} - U_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} - S_t^{x+1,g,o} - D_t^{x+1,g,o} \right) \end{aligned}$$

Sandsynlighederne anvendt i (4) benævnes derfor mediosandsynligheder. Disse fastlægges ud historiske data for demografiske strømme og risikogrupper og antages herefter at være eksogene i fremskrivningen. Fastlæggelse af de demografiske begivenheder i fremskrivningen sker principielt ved, at der hver periode løses et ligningssystem bestående af ligningerne i (4) og (5), hvorefter næste periodes primobefolkning kan beregnes ved (2). Dette er en noget omstændig og ressourcekrævende fremgangsmåde, hvorfor det nedenfor vises, at der alternativt kan anvendes en ækvivalent tilgang, hvor der udelukkende indgår udtryk i risikogruppebegrebet, der er kendte primo fremskrivningsåret.

Indsættes (5) i (4) fås

$$\begin{aligned}
 I_t^{x+1,g,o} &= i_t^{x+1,g,o} \left(N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} \left(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + I_t^{x+1,g,o} - U_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} - S_t^{x+1,g,o} - D_t^{x+1,g,o} \right) \right) \quad (6) \\
 U_t^{x+1,g,o} &= u_t^{x+1,g,o} \left(N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} \left(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + I_t^{x+1,g,o} - U_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} - S_t^{x+1,g,o} - D_t^{x+1,g,o} \right) \right) \\
 D_t^{x+1,g,o} &= d_t^{x+1,g,o} \left(N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} \left(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + I_t^{x+1,g,o} - U_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} - S_t^{x+1,g,o} - D_t^{x+1,g,o} \right) \right) \\
 S_t^{x+1,g,o} &= s_t^{x+1,g,o} \left(N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} \left(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + I_t^{x+1,g,o} - U_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} - S_t^{x+1,g,o} - D_t^{x+1,g,o} \right) \right)
 \end{aligned}$$

Ved løsning af (6) med hensyn til de fire endogene variable fås

$$\begin{aligned}
 I_t^{x+1,g,o} &= \hat{i}_t^{x+1,g,o} \left(N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} \left(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} \right) \right) \quad (7) \\
 U_t^{x+1,g,o} &= \hat{u}_t^{x+1,g,o} \left(N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} \left(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} \right) \right) \\
 D_t^{x+1,g,o} &= \hat{d}_t^{x+1,g,o} \left(N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} \left(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} \right) \right) \\
 S_t^{x+1,g,o} &= \hat{s}_t^{x+1,g,o} \left(N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} \left(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o} \right) \right)
 \end{aligned}$$

hvor

$$\begin{aligned}
 \hat{i}_t^{x+1,g,o} &= \frac{i_t^{x+1,g,o}}{1 - \frac{1}{2} \left(i_t^{x+1,g,o} - s_t^{x+1,g,o} - u_t^{x+1,g,o} - d_t^{x+1,g,o} \right)} \quad (8) \\
 \hat{u}_t^{x+1,g,o} &= \frac{u_t^{x+1,g,o}}{1 - \frac{1}{2} \left(i_t^{x+1,g,o} - s_t^{x+1,g,o} - u_t^{x+1,g,o} - d_t^{x+1,g,o} \right)} \\
 \hat{d}_t^{x+1,g,o} &= \frac{d_t^{x+1,g,o}}{1 - \frac{1}{2} \left(i_t^{x+1,g,o} - s_t^{x+1,g,o} - u_t^{x+1,g,o} - d_t^{x+1,g,o} \right)} \\
 \hat{s}_t^{x+1,g,o} &= \frac{s_t^{x+1,g,o}}{1 - \frac{1}{2} \left(i_t^{x+1,g,o} - s_t^{x+1,g,o} - u_t^{x+1,g,o} - d_t^{x+1,g,o} \right)}
 \end{aligned}$$

De korrigerede sandsynligheder benævnes primosandsynligheder, idet de udelukkende baserer sig på primostørrelser og eksogene variable. Disse kan historisk beregnes som

$$\begin{aligned}\hat{i}_t^{x+1,g,o} &= \frac{I_t^{x+1,g,o}}{\hat{E}_t^{x,g,o}} & (9) \\ \hat{u}_t^{x+1,g,o} &= \frac{U_t^{x+1,g,o}}{\hat{E}_t^{x,g,o}} \\ \hat{d}_t^{x+1,g,o} &= \frac{D_t^{x+1,g,o}}{\hat{E}_t^{x,g,o}} \\ \hat{s}_t^{x+1,g,o} &= \frac{S_t^{x+1,g,o}}{\hat{E}_t^{x,g,o}}\end{aligned}$$

hvor det primobaserede risikogruppebegreb er givet ved

$$\hat{E}_t^{x,g,o} = N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2}(\bar{I}_t^{x+1,g,o} + \bar{S}_t^{x+1,g,o}) \quad (10)$$

Ved at benytte de historiske sandsynligheder beregnet som i (9)⁵ kombineret med det primobaserede risikogruppebegreb, kan strømmene i (7) og efterfølgende næste års primobefolkning fastlægges i fremskrivningen ved (2).

Indsættes (10) og (7) i (5) fås nedenstående relation mellem den primo- og mediobaserede risikogruppe

$$E_t^{x,g,o} = \left(1 + \frac{1}{2}(\hat{i}_t^{x+1,g,o} - \hat{s}_t^{x+1,g,o} - \hat{u}_t^{x+1,g,o} - \hat{d}_t^{x+1,g,o})\right) \hat{E}_t^{x,g,o}$$

Såfremt den mediobaserede risikogruppe anvendes i fremskrivningen, er det for konsistensens skyld centralt, at de i fremskrivningen anvendte sandsynligheder også historisk er baseret på samme risikogruppebegreb og således er beregnet som i (9).

Definitionen af (10) varierer mellem oprindelsesgrupper, idet variablene ikke er aktuelle for samtlige grupper. Der gælder således, jf. afsnit 2.1, at

$$\begin{aligned}\hat{E}_t^{x,g,o} &= N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2}\bar{I}_t^{x+1,g,o} \quad \text{for } o \in \{ixn, iwn\} \\ \hat{E}_t^{x,g,o} &= N_t^{x,g,o} + \frac{1}{2}\bar{S}_t^{x+1,g,o} \quad \text{for } o \in \{dad, idx, iwd, dxd, dwd\} \\ \hat{E}_t^{x,g,o} &= N_t^{x,g,o} \quad \text{for } o \in \{dan, dxn, dwn\}\end{aligned}$$

2.2.2 Nyfødte

Nedenstående vedrører både individer netop født i Danmark og individer, der er indvandret før det først fyldte år. Det antages, at børn fødes, dør, vandrer og

⁵ Vedrørende døds sandsynligheder vil disse pga. tyndt data ikke blive beregnet for hver oprindelsesgruppe, men blot for befolkningen som helhed. Historisk beregning af disse døds sandsynligheder omtales i afsnit 2.2.4.

skifter statsborgerskab jævnt fordelt over året. Risikogruppen bestående af den 0-årige mediobefolkning kan med afsæt i (2) dermed udtrykkes som

$$E_t^{0,g,o} = \frac{1}{2} \left(F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + I_t^{0,g,o} - U_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - S_t^{0,g,o} - D_t^{0,g,o} \right) \quad (11)$$

Antallet af fødte med givet køn og oprindelse antages i det følgende for værende eksogent. I afsnit 2.2.5 og 2.2.6 gennemgås henholdsvis hvorledes antallet af fødte fastlægges ud fra fertilitetsrater og hvorledes dette antal fordeles på oprindelse ud fra en sandsynlighedsfordeling for barnets oprindelse givet moderens.

Indvandring, udvandring og statsborgerskabsskifte kan ved anvendelse af ovenstående risikogruppe umiddelbart udtrykkes som

$$\begin{aligned} I_t^{0,g,o} &= i_t^{0,g,o} \frac{1}{2} \left(F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + I_t^{0,g,o} - U_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - S_t^{0,g,o} - D_t^{0,g,o} \right) \quad (12) \\ U_t^{0,g,o} &= u_t^{0,g,o} \frac{1}{2} \left(F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + I_t^{0,g,o} - U_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - S_t^{0,g,o} - D_t^{0,g,o} \right) \\ S_t^{0,g,o} &= s_t^{0,g,o} \frac{1}{2} \left(F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + I_t^{0,g,o} - U_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - S_t^{0,g,o} - D_t^{0,g,o} \right) \end{aligned}$$

Som nævnt i afsnit 1.2.1 opdeles dødsfald for 0-årige i de, der indtræder inden for de første 10 dages levetid og de, der indtræder den resterende del af første leveår. Idet dødssandsynligheden er størst umiddelbart efter fødslen og spædbørn primært må formodes at indvandre efter denne periode, mindsker anvendelsen af to dødssandsynligheder risikoen for at overvurdere dødeligheden blandt indvandrende spædbørn. Historisk data for spædbørnsdødelighed afslører desuden forskellige tendenser over tid i de to typer af dødsfald blandt 0-årige, hvorfor en separat fremskrivning af disse tendenser også bidrager til at nuancere udviklingen i dødelighed relativt til en tilgang, der blot anvender en type af dødelighed for 0-årige. Risikogruppen for dødsfald indtrædende umiddelbart efter fødslen antages at være antallet af nyfødte, hvorfor antallet, der dør inden for de første 10 levedage er givet ved

$$D_{t,0}^{0,g,o} = d_{t,0}^{0,g,o} F_t^{g,o}$$

De resterende dødsfald blandt 0-årige kan beregnes ud fra samme risikogruppe, som er anvendt i (12), dvs.

$$D_{t,1}^{0,g,o} = d_{t,1}^{0,g,o} \frac{1}{2} \left(F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + I_t^{0,g,o} - U_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - S_t^{0,g,o} - D_t^{0,g,o} \right) \quad (13)$$

hvor

$$D_t^{0,g,o} = D_{t,0}^{0,g,o} + D_{t,1}^{0,g,o}$$

Løsning af systemet (12) og (13) giver anledning til de demografiske bevægelser defineret ved

$$\begin{aligned}
 I_t^{0,g,o} &= \hat{i}_t^{0,g,o} \frac{1}{2} (F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - D_{t,0}^{0,g,o}) & (14) \\
 U_t^{0,g,o} &= \hat{u}_t^{0,g,o} \frac{1}{2} (F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - D_{t,0}^{0,g,o}) \\
 D_{t,1}^{0,g,o} &= \hat{d}_{t,1}^{0,g,o} \frac{1}{2} (F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - D_{t,0}^{0,g,o}) \\
 S_t^{0,g,o} &= \hat{s}_t^{0,g,o} \frac{1}{2} (F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - D_{t,0}^{0,g,o})
 \end{aligned}$$

hvor primosandsynlighederne er givet ved

$$\begin{aligned}
 \hat{i}_t^{0,g,o} &= \frac{i_t^{0,g,o}}{1 - \frac{1}{2} (i_t^{0,g,o} - s_t^{0,g,o} - u_t^{0,g,o} - d_{t,1}^{0,g,o})} & (15) \\
 \hat{u}_t^{0,g,o} &= \frac{u_t^{0,g,o}}{1 - \frac{1}{2} (i_t^{0,g,o} - s_t^{0,g,o} - u_t^{0,g,o} - d_{t,1}^{0,g,o})} \\
 \hat{d}_{t,1}^{0,g,o} &= \frac{d_{t,1}^{0,g,o}}{1 - \frac{1}{2} (i_t^{0,g,o} - s_t^{0,g,o} - u_t^{0,g,o} - d_{t,1}^{0,g,o})} \\
 \hat{s}_t^{0,g,o} &= \frac{s_t^{0,g,o}}{1 - \frac{1}{2} (i_t^{0,g,o} - s_t^{0,g,o} - u_t^{0,g,o} - d_{t,1}^{0,g,o})}
 \end{aligned}$$

Disse beregnes historisk som

$$\begin{aligned}
 \hat{i}_t^{0,g,o} &= \frac{I_t^{0,g,o}}{\hat{E}_t^{0,g,o}} & (16) \\
 \hat{u}_t^{0,g,o} &= \frac{U_t^{0,g,o}}{\hat{E}_t^{0,g,o}} \\
 \hat{d}_{t,1}^{0,g,o} &= \frac{D_{t,1}^{0,g,o}}{\hat{E}_t^{0,g,o}} \\
 \hat{s}_t^{0,g,o} &= \frac{S_t^{0,g,o}}{\hat{E}_t^{0,g,o}}
 \end{aligned}$$

hvor det primobaserede risikobegreb her er givet ved

$$\hat{E}_t^{0,g,o} = \frac{1}{2} (F_t^{g,o} + \bar{I}_t^{0,g,o} + \bar{S}_t^{0,g,o} - D_{t,0}^{0,g,o}) \quad (17)$$

Sandsynligheden for at dø inden for de første 10 dage efter fødslen baseres på en risikogruppe bestående af antallet af fødte og beregnes derfor som

$$\hat{d}_{t,0}^{0,g,o} = \frac{D_{t,0}^{0,g,o}}{F_t^{g,o}} \quad (18)$$

2.2.3 Demografiske hændelser for indvandrere uden dansk statsborgerskab

Anvendelse af risikogrupperne udledt i afsnit 2.2.1 og 2.2.2, vil for indvandrere uden dansk statsborgerskab afstedkomme en mindre inkonsistens relativt til den måde hvorpå historisk indvandring er opgjort. Indvandring til alle befolkningsgrupper opgøres i data som den tilgang mellem primo- og ultimobefolkningen, der ikke kan tilskrives fødsler eller statsborgerskabsskifte. Indvandring til gruppen af indvandrere uden dansk statsborgerskab tænkes som værende udtryk for førstegangsvandring, hvorfor hele strømmen tilgår gruppen med opholdstid 0 år. Per definition vil netop denne type indvandring således være identisk med primobestanden med opholdstid 0 år i året efter indvandringen er fundet sted (= ultimobefolkningen samme år som indvandringen er hændt). Denne ækvivalens betyder, at der ikke er nogen afgang fra gruppen af de netop indvandrede i indvandringsåret. Der er med andre ord ingen, der udvandrer, dør eller skifter statsborgerskab samme år som de indvandrer. Udvandring, dødsfald og statsborgerskabsskifte relaterer sig dermed udelukkende til den del af gruppen af indvandrere uden statsborgerskab, der har optrådt i primobefolkningen mindst én gang. Primobefolkningen udgør dermed den korrekte risikogruppe for de nævnte afgangshændelser, hvorfor afgangssandsynlighederne vil undervurderes, hvis indvandringsstrømmen $\frac{1}{2} \bar{I}_t^{x+1,g,o}$ indregnes i risikogruppebegrebet for indvandrere uden dansk statsborgerskab.

For indvandrere uden dansk statsborgerskab kan det medioficerede risikogruppebegreb fra (5) alternativt skrives som

$$\begin{aligned} E_t^{x,g,o} &= \frac{N_{t+1}^{x+1,g,o} + N_t^{x,g,o}}{2} & (19) \\ &= \frac{\bar{I}_t^{x+1,g,o}}{2} + \frac{N_{t+1}^{x+1,g,o} - \bar{I}_t^{x+1,g,o} + N_t^{x,g,o}}{2} \\ &\equiv E_t^{x,g,o,0} + E_t^{x,g,o,1} \end{aligned}$$

hvor $E_t^{x,g,o,0}$ er mediobefolkningen for den del af befolkningsgruppen uden dansk statsborgerskab, der er indvandret i løbet af året og $E_t^{x,g,o,1}$ er mediobefolkningen for personer, der var tilstede primo år t .

Udvandring, statsborgerskabsskifte og dødsfald blandt oprindelsesgrupperne iwn og ixn vedrører iht. den måde, hvorpå historisk data er opgjort, udelukkende personer i risikogruppen $E_t^{x,g,o,1}$, hvorfor de nævnte hændelser som alternativ til (4) kan opgøres som

$$\begin{aligned}
U_t^{x+1,g,o} &= u_t^{x+1,g,o,0} E_t^{x,g,o,0} + u_t^{x+1,g,o,1} E_t^{x,g,o,1} & (20) \\
D_t^{x+1,g,o} &= d_t^{x+1,g,o,0} E_t^{x,g,o,0} + d_t^{x+1,g,o,1} E_t^{x,g,o,1} \\
S_t^{x+1,g,o} &= s_t^{x+1,g,o,0} E_t^{x,g,o,0} + s_t^{x+1,g,o,1} E_t^{x,g,o,1}
\end{aligned}$$

hvor risikogrupperne er defineret som ovenfor og mediosandsynlighederne knyttet til risikogruppen $E_t^{x,g,o,0}$ antages er være 0, hvorfor (20) kan reduceres til

$$\begin{aligned}
U_t^{x+1,g,o} &= u_t^{x+1,g,o,1} E_t^{x,g,o,1} & (21) \\
D_t^{x+1,g,o} &= d_t^{x+1,g,o,1} E_t^{x,g,o,1} \\
S_t^{x+1,g,o} &= s_t^{x+1,g,o,1} E_t^{x,g,o,1}
\end{aligned}$$

Ved brug af (2) kan $E_t^{x,g,o,1}$ nu for ixn og iwn skrives som

$$\begin{aligned}
E_t^{x,g,o,1} &= \frac{N_{t+1}^{x+1,g,o} - \bar{I}_t^{x+1,g,o} + N_t^{x,g,o}}{2} & (22) \\
&= \frac{N_t^{x,g,o} + \bar{I}_t^{x+1,g,o} - U_t^{x+1,g,o} - S_t^{x+1,g,o} - D_t^{x+1,g,o} - \bar{I}_t^{x+1,g,o} + N_t^{x,g,o}}{2} \\
&= N_t^{x,g,o} - \frac{1}{2} (U_t^{x+1,g,o} + S_t^{x+1,g,o} + D_t^{x+1,g,o})
\end{aligned}$$

Indsættes (22) i (21) og løses efterfølgende mht. de endogene variable fås

$$\begin{aligned}
U_t^{x+1,g,o} &= \hat{u}_t^{x+1,g,o,1} \hat{E}_t^{x,g,o,1} & (23) \\
D_t^{x+1,g,o} &= \hat{d}_t^{x+1,g,o,1} \hat{E}_t^{x,g,o,1} \\
S_t^{x+1,g,o} &= \hat{s}_t^{x+1,g,o,1} \hat{E}_t^{x,g,o,1}
\end{aligned}$$

hvor

$$\begin{aligned}
\hat{u}_t^{x+1,g,o,1} &= \frac{u_t^{x+1,g,o,1}}{1 + \frac{1}{2} (s_t^{x+1,g,o,1} + u_t^{x+1,g,o,1} + d_t^{x+1,g,o,1})} & (24) \\
\hat{d}_t^{x+1,g,o,1} &= \frac{d_t^{x+1,g,o,1}}{1 + \frac{1}{2} (s_t^{x+1,g,o,1} + u_t^{x+1,g,o,1} + d_t^{x+1,g,o,1})} \\
\hat{s}_t^{x+1,g,o,1} &= \frac{s_t^{x+1,g,o,1}}{1 + \frac{1}{2} (s_t^{x+1,g,o,1} + u_t^{x+1,g,o,1} + d_t^{x+1,g,o,1})} \\
\hat{E}_t^{x,g,o,1} &= N_t^{x,g,o}
\end{aligned}$$

er hhv. de primobaserede sandsynligheder og den primobaserede risikogruppe til fastlæggelse af demografiske bevægelser for indvandrere uden dansk statsborgerskab. Historisk kan de primobaserede sandsynligheder dermed beregnes som

$$\begin{aligned}\hat{u}_t^{x+1,g,o,1} &= \frac{U_t^{x+1,g,o}}{N_t^{x,g,o}} \\ \hat{d}_t^{x+1,g,o,1} &= \frac{D_t^{x+1,g,o}}{N_t^{x,g,o}} \\ \hat{s}_t^{x+1,g,o,1} &= \frac{S_t^{x+1,g,o}}{N_t^{x,g,o}}\end{aligned}\quad (25)$$

Demografiske bevægelser knyttet til 0-årige kan per definition kun vedrøre de, der er født eller indvandret med alder 0 i løbet af året. Indvandrere uden dansk statsborgerskab med alder 0, vil være født i udlandet og dermed i overensstemmelse med hvorledes indvandring historisk er opgjort, optræde i primobefolkningen med alder 0, året efter indvandring. Udvandring, statsborgerskabskifte og dødsfald bør dermed ikke eksistere for 0-årige indvandrere.

2.2.4 Identisk dødelighed på tværs af oprindelse

Specielt for dødssandsynlighederne antages som nævnt i afsnit 1.2.1, at disse ikke varierer mellem oprindelsesgrupperne, hvorfor de ikke historisk bestemmes som anført i (9), (16), (18) og (25). Udgangspunktet for de historisk fastlagte døds hyppigheder er således i stedet en risikogruppe, der ikke afhænger af oprindelse. Den generelle sandsynlighed for at dø henholdsvis inden for de første 10 levedage, den resterende del af første leveår og i de øvrige aldersgrupper bestemmes historisk som

$$\begin{aligned}\hat{d}_{t,0}^{0,g} &= \frac{D_{t,0}^{0,g}}{F_t^g} = \frac{\sum_o D_{t,0}^{0,g,o}}{\sum_o F_t^{g,o}} \\ \hat{d}_{t,1}^{0,g} &= \frac{D_t^{0,g} - D_{t,0}^{0,g}}{F_t^g - D_{t,0}^{0,g} + \frac{1}{2}NI_t^{0,g}} = \frac{D_{t,1}^{0,g}}{F_t^g - D_{t,0}^{0,g} + \frac{1}{2}(N_{t+1}^{0,g} - F_t^g + D_t^{0,g})} = \frac{D_{t,1}^{0,g}}{\frac{1}{2}(N_{t+1}^{0,g} + F_t^g + D_{t,1}^{0,g} - D_{t,0}^{0,g})} \\ \hat{d}_t^{x+1,g} &= \frac{D_t^{x+1,g}}{N_t^{x,g} + \frac{1}{2}NI_t^{x+1,g}} = \frac{D_t^{x+1,g}}{N_t^{x,g} + \frac{1}{2}(N_{t+1}^{x+1,g} - N_t^{x,g} - D_t^{x+1,g})} = \frac{D_t^{x+1,g}}{\frac{1}{2}(N_{t+1}^{x+1,g} + N_t^{x,g} + D_t^{x+1,g})}\end{aligned}\quad (26)$$

hvor nettoindvandringen $NI_t^{0,g}$ og $NI_t^{x+1,g}$ er givet som (jf. summation af (2) over oprindelse)

$$NI_t^{0,g} \equiv \bar{I}_t^{0,g} + I_t^{0,g} - U_t^{0,g} = N_{t+1}^{0,g} - F_t^g - D_t^{0,g}$$

$$NI_t^{x+1,g} \equiv \bar{I}_t^{x+1,g} + I_t^{x+1,g} - U_t^{x+1,g} = N_{t+1}^{x+1,g} - N_t^{x,g} - D_t^{x+1,g}$$

Antallet af døde i hver oprindelsesgruppe bestemmes i fremskrivningen som anført i ligning (7), (14), (18) og (23), men hvor $\hat{d}_{t,0}^{0,g,o}$, $\hat{d}_{t,1}^{0,g,o}$, $\hat{d}_t^{x+1,g,o}$ og $\hat{d}_t^{x+1,g,o,1}$ er erstattet af en fremskrivning baseret på de tilsvarende ikke oprindelsesfordelte størrelser i (26). De fremskrevne værdier for dødshyppighederne bestemmes for individer der dør inden for de første 10 levedage ved en simpel ekstrapolation af den historiske trend, mens Lee-Carters metode er anvendt for de resterende 0-årige og øvrige aldersgrupper.

2.2.5 Fødsler og fertilitet

Er primobefolkningen $N_{t+1}^{x+1,g,o}$ i (2) fastlagt, vises det her hvorledes antallet af fødte $F_t^{g,o}$ efterfølgende kan bestemmes ud fra fremskrevne fertilitetskvotienter og retningslinier for fordeling af nyfødte på oprindelsesstatus givet moderens oprindelse.

Antallet af fødsler blandt $x+1$ -årige kvinder i oprindelsesgruppe \bar{o} kan bestemmes som

$$\Phi_t^{x+1,\bar{o}} = \phi_t^{x+1,\bar{o}} E_t^{x,\bar{o},g="kvinder"} = \phi_t^{x+1,\bar{o}} \frac{N_t^{x,\bar{o},g="kvinder"} + N_{t+1}^{x+1,\bar{o},g="kvinder"}}{2}$$

hvor $E_t^{x,\bar{o},g="kvinder"}$ angiver mediobefolkningen af kvinder bestemt som i (2) og $\phi_t^{x+1,\bar{o}}$ er den tilknyttede mediobaserede fertilitetskvotient. Fra afsnit 2.2.1 vides det, at ovenstående alternativt kan udtrykkes som

$$\Phi_t^{x+1,\bar{o}} = \phi_t^{x+1,\bar{o}} \left(1 + \frac{1}{2} \left(\hat{i}_t^{x+1,"kvinder",o} - \hat{s}_t^{x+1,"kvinder",o} - \hat{u}_t^{x+1,"kvinder",o} - \hat{d}_t^{x+1,"kvinder",o} \right) \right) \hat{E}_t^{x,"kvinder",o}$$

$$\equiv \hat{\phi}_t^{x+1,\bar{o}} \hat{E}_t^{x,"kvinder",o}$$

hvor $\hat{\phi}_t^{x+1,\bar{o}}$ kan betegnes som den primobaserede fertilitetskvotient. Rapportering af samlet fertilitet tager dog generelt udgangspunkt i de mediobaserede kvotienter, hvorfor disse også er anvendt i fremskrivningen sammen med det mediobaserede risikobegreb, der enkelt kan beregnes fra (2), når blot strømmene i (7) er fastlagt, hvilket jo netop ikke fordrer kendskab til antallet af fødte. Det samlede antal fødte i oprindelsesgruppe \bar{o} bestemmes som i (27), idet man kun medregner fødsler, hvor moderens alder falder i intervallet 15-49 år.

$$\Phi_t^{\bar{\sigma}} = \sum_{x=14}^{48} \Phi_t^{x+1, \bar{\sigma}} \quad (27)$$

Metoden til fastlæggelse af nyfødtes køn og oprindelse gennemgås i nedenstående afsnit.

2.2.6 Nyfødtes fordeling på køn og oprindelse

Fødslerne opdeles simpelt på køn ved at antage, at en konstant andel af alle fødte er drenge. Det følger af definitionerne af opdelingen af befolkningen efter oprindelse, at barnets oprindelse afhænger af såvel faderens som moderens oprindelse, jf. afsnit 2.1. Derfor konstrueres på basis af historiske erfaringer en sandsynlighedsfordeling for barnets oprindelse givet moderens. Denne sammenhæng anvendes i fremskrivningen til at fordele børnene på oprindelsesgrupper.

Til formålet defineres $\bar{F}_t^g = (F_t^{g,ixn}, \dots, F_t^{g,dad})$ som en rækkevektor af fødte fordelt på barnets oprindelse og tilsvarende $\bar{\Phi}_t^g = (\Phi_t^{g,ixn}, \dots, \Phi_t^{g,dad})$ som en rækkevektor af fødte fordelt på moderens oprindelse. Der gælder følgende sammenhæng

$$\bar{F}_t^g = \bar{\Phi}_t^g A_t$$

hvor A_t er en 9×9 matrix⁶, hvor hver række er en sandsynlighedsfordeling over barnets oprindelse givet moderens oprindelse.

Det er langt fra alle kombinationer af oprindelse, der er mulige, f.eks. kan ingen fødte være indvandrere. Matricen A angivende sandsynligheden for barnets oprindelse givet moderens indeholder derfor et betydeligt antal nuller, jf. Tabel 1.

⁶ Det antages, at der ikke fødes personer til restgruppen uden dansk statsborgerskab, *dan*.

Tabel 1. Fordelingen af barnets oprindelse givet moderens oprindelse

Barn	Moder									Række-
	<i>ixn</i>	<i>ixd</i>	<i>lwn</i>	<i>iwd</i>	<i>dxn</i>	<i>dxd</i>	<i>dwn</i>	<i>dwd</i>	<i>da</i>	sum
<i>ixn</i>	0	0	0	0	$\lambda_t^{ixn,dxn}$	$\lambda_t^{ixn,dxd}$	0	0	$\lambda_t^{ixn,da}$	1
<i>ixd</i>	0	0	0	0	$\lambda_t^{ixd,dxn}$	$\lambda_t^{ixd,dxd}$	0	0	$\lambda_t^{ixd,da}$	1
<i>iwn</i>	0	0	0	0	0	0	$\lambda_t^{iwn,dwn}$	$\lambda_t^{iwn,dwd}$	$\lambda_t^{iwn,da}$	1
<i>iwd</i>	0	0	0	0	0	0	$\lambda_t^{iwd,dwn}$	$\lambda_t^{iwd,dwd}$	$\lambda_t^{iwd,da}$	1
<i>dxn</i>	0	0	0	0	$\lambda_t^{dxn,dxn}$	$\lambda_t^{dxn,dxd}$	0	0	$\lambda_t^{dxn,da}$	1
<i>dxd</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>dwn</i>	0	0	0	0	0	0	$\lambda_t^{dwn,dwn}$	$\lambda_t^{dwn,dwd}$	$\lambda_t^{dwn,da}$	1
<i>dwd</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>da</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Første række i tabellen angiver mulighederne for barnets oprindelse, hvis moderen er indvandrere fra et ikke-vestligt land uden dansk statsborgerskab. I dette tilfælde kan barnet blive efterkommer fra et ikke-vestligt land uden dansk statsborgerskab, hvis faderen er indvandrere uden dansk statsborgerskab. Andelen af børn, der får denne oprindelse kaldes $\lambda_t^{ixn,dxn}$.

Hvis faderen er indvandrere med dansk statsborgerskab, er der mulighed for, at barnet bliver karakteriseret som efterkommer fra et ikke-vestligt land med dansk statsborgerskab.⁷ Andelen af børn med en moder, der er indvandrere fra et ikke-vestligt land, som får denne oprindelse betegnes $\lambda_t^{ixn,dxd}$.

Den tredje og sidste mulighed er, at barnet bliver af dansk oprindelse. Det er tilfældet, hvis faderen er født i Danmark og har dansk statsborgerskab (dvs. hvis faderen enten er efterkommer med dansk statsborgerskab eller af dansk oprindelse). Den andel af børnene, der tildeles dansk oprindelse og som har en moder, der er indvandret fra et ikke-vestligt land, benævnes $\lambda_t^{ixn,da}$.

Givet Danmarks Statistiks definitioner af befolkningens oprindelse vil alle børn, hvis moder er indvandrere fra et ikke-vestligt land blive karakteriseret ved en af disse tre oprindelser. Der gælder således

$$\lambda_t^{ixn,dxn} + \lambda_t^{ixn,dxd} + \lambda_t^{ixn,da} = 1$$

⁷ Dansk statsborgerskab kan fravælges.

Det ved anvendelse af matricen fundne \bar{F}_t^g kan således efterfølgende indsættes i (11), så de øvrige flows for 0-årige kan beregnes.

2.3 Eksogene parametre i fremskrivningsmodellen

Som anført i gennemgangen af modellen er det nødvendigt at skønne over den fremtidige udvikling i en række eksogene parametre for at kunne gennemføre en fremskrivning. Fremskrivning af ind-, ud- og statsborgerskabsskiftssandsynlighederne i (9) og (16), omfanget af indvandring uden dansk statsborgerskab, døds sandsynlighederne i (26) samt fertilitetskvotienterne i afsnit 2.2.5 er derfor centrale. Dødelighed og fertilitet estimeres ved ekstrapolation af den historiske udvikling. Frekvenser for genindvandring, udvandring og statsborgerskabsskifte bestemmes som et gennemsnit over de seneste tre års observationer kombineret med en antagelse om, at denne udvikling fastholdes i fremtiden. Indvandring af indvandrere uden dansk statsborgerskab fastholdes på et givet niveau i fremtiden, der er fastlagt ud fra en særskilt vurdering af hvorvidt de seneste års udvikling indikerer et permanent trendskifte og derfor i et vist omfang bør influere på det fremtidige niveau.

Fremskrivning af de enkelte eksogene variable gennemgås særskilt i denne udgivelses efterfølgende kapitler. Nedenfor er dog givet en oversigt over, hvad der skal fastlægges:

- $\hat{d}_t^{x,g}$: Dødelighed fordelt på alder og køn.
- $\phi_t^{x,o}$: Fertilitet fordelt på alder og moderens oprindelse.
- $\hat{u}_t^{x,g,o}$: Udvandrings sandsynlighed fordelt på alder, køn og oprindelse.
- $\hat{i}_t^{x,g,o}$: Genindvandringssandsynlighed fordelt på alder, køn og oprindelse.
- $\hat{s}_t^{x,g,o}$: Sandsynlighed for at skifte til dansk statsborgerskab fordelt på alder, køn og oprindelsesgrupperne *dan*, *ixn*, *iwn*, *dxn* og *dwn*.
- $\bar{I}_t^{x,g,o}$ for $o \in \{ixn, iwn\}$: Indvandring fordelt på alder, køn og oprindelse, der ikke har karakter af genindvandring.

Datagrundlaget anvendt til fremskrivning af ovenstående parametre beskrives i det følgende kapitel.

3 Datagrundlaget for fremskrivningsmodellen

Med udarbejdelsen af samordnede fremskrivninger med Danmarks Statistik er datagrundlaget, som nævnt indledningsvist, søgt forbedret gennem udtræk fra PersonStatistikDatabasen (PSD). Databasen opdateres løbende såfremt, der tilkommer nye oplysninger eller korrektioner vedrørende historisk data. Typisk vil dette udmønte sig i, at der kan konstateres små ændringer relativt til det datagrundlag, der anvendtes til 2012-fremskrivningen. Data for demografiske strømme omfatter alt afhængigt af deltaljeringsniveau årene 1990/1992-2012, mens der for beholdninger også haves data for 2013.

For hver af de 10 befolkningsgrupper omfatter data følgende variable:

- Antal mænd og kvinder (fordelt på alder).
- Antal døde mænd og kvinder (fordelt på alder).
- Antal døde piger og drenge fordelt på dage inden for det første leveår.
- Antal fødte drenge og piger (fordelt på moders alder).
- Sandsynlighedsfordeling til fordeling af fødte på oprindelse givet moderens.
- Antal indvandrede mænd og kvinder (fordelt på alder).
- Antal udvandrede mænd og kvinder (fordelt på alder).
- Antal mænd og kvinder, der skifter til dansk statsborgerskab (fordelt på alder).

3.1 Dødelighedsdata

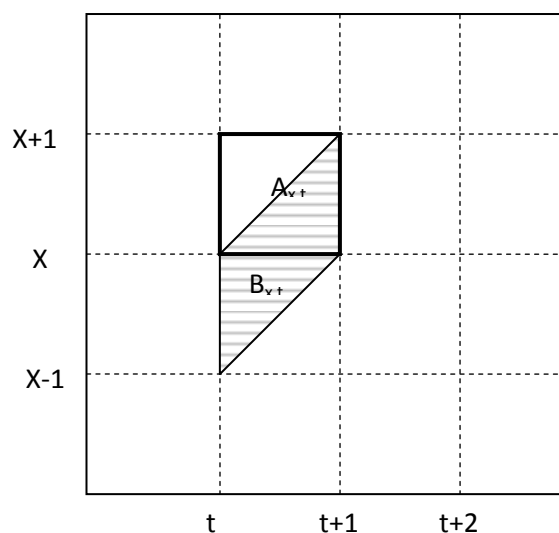
Med overgangen til anvendelse af PSD som datagrundlag fra og med år 2010, beregnes dødssandsynligheder med udgangspunkt i data herfra, hvorfor dødeligheder udtrukket fra Human Mortality Database (HMD) ikke længere anvendes som estimationsgrundlag i Lee-Carter metoden. Som udgangspunkt er datakilden til denne også Danmarks Statistik, men anvendelsen af HMD som kilde var problematisk, idet det nyeste data først var tilgængeligt i slutningen af kalenderåret. Således ville data for 2012 først kunne rekvireres i efteråret 2013. Anvendelse af data fra PSD har desuden den fordel, at historisk data opdateres.

Data fra HMD anvendes dog fortsat i nærværende publikation til illustration af udviklingen i dødelighed i perioden forud for år 1990⁸. Det er centralt at bemærke, at dødeligheder fra HMD er opgjort på såkaldte A-grupper, mens dødeligheder for perioden efter år 1990 er opgjort iht. B-gruppe formatet:

Definition: *Dødelighed for alder x opgjort iht. A-gruppe formatet* vedrører antallet af personer, der i løbet af et år er døde med alderen x . *Dødelighed for alder x opgjort på B-grupper*, refererer til de personer, der er døde i løbet af året og som havde alderen $x - 1$ ved årets begyndelse.

Det i fremskrivningen anvendte format for data beskrivende demografiske strømme er B-grupper, hvor de demografiske begivenheder er kendetegnet ved at vedrøre kohorter. Figur 2 illustrerer definitionen af data opgjort efter henholdsvis A- og B-gruppe formatet.

Figur 2. Datakonventioner i HMD-Databasen (A-grupper) og i DREAMs befolkningsfremskrivningsmodel (B-grupper)



Den i diagrammet optrukne firkant indikerer, hvorledes døde x -årige på tidspunkt t opgøres iht. A-gruppeformatet anvendt i HMD. Denne gruppe benævnes $A_{x,t}$. Parallelogrammet benævnt $B_{x,t}$ angiver den tilsvarende B-gruppedødelighed. Bemærk, at det er alderen ultimo år t , der her angiver, hvilken aldersklasse B-gruppen tilhører.

3.2 Rapportering af restlevetid

Til rapportering af restlevetid udglattes de estimerede dødelighedsdata over tid og alder, hvorved de bringes på en form, der for langt størstedelen af de

⁸ Fordelen ved HMD er, at databasen bl.a. indeholder årlige dødelighedsdata for Danmark fordelt på alder og køn i en meget lang historisk periode (1835-2010), hvilket i vidt omfang muliggør eksperimenter med undersøgelse af fremskrivningspræcision af de anvendte metoder.

historiske år, er sammenlignelig med data i dødelighedstavlerne i Statistikbanken. Denne tilpasning er hensigtsmæssig, idet det er indholdet i de officielle dødelighedstavler, der benyttes til fastlæggelse af indekseringstakten i tilbageføringsalderen i Velfærdsaftalen 2006 og senest i Reformpakken 2020.

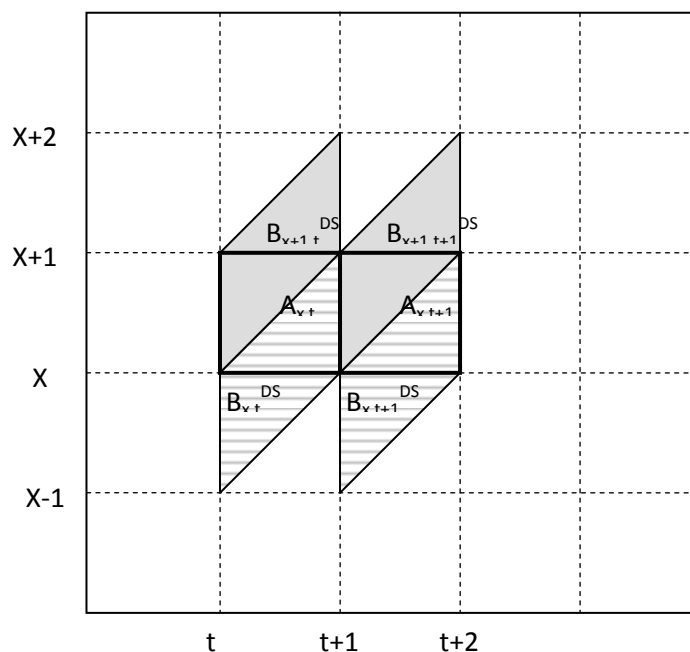
Til og med dødelighedstavlen 2007:2008 er restlevetiderne hos Danmarks Statistik baseret på et gennemsnit af fire B-grupper. De i Figur 3 indtegnede B-grupper danner således udgangspunkt for data for dødelighed og restlevetid for alder x i dødelighedstavlen dateret t til $t + 1$ ⁹. Fra og med dødelighedstavlen for 2008:2009 har Danmarks Statistik ændret metode og beregningsgrundlag for beregning af middellevetider. Disse baseres på nu oplysninger fra CPR-registeret og beregninger på C-grupper, jf. Danmark Statistik (2010b)¹⁰. I modsætning til de tidligere dødelighedstavler er det nye format vanskeligt at approksimere ved medioficering. Således vil de i nærværende publikation beregnede middellevetider for de seneste historiske år 2008:2009 - 2011:2012 afvige fra DSTs opgørelse. DSTs metode er funderet i individdata og kan ikke anvendes på fremskrevet data.

Til og med tavlen 1989:1990 approksimeres DSTs dødelighedstavler gennem medioficering i tid over to A-gruppe dødeligheder, da dette er det tilgængelige datagrundlag for den pågældende periode. I den efterfølgende historiske periode og gennem hele fremskrivningsperioden rapporteres restlevetider baseret på medioficering i tid og alder over fire B-gruppe dødeligheder, netop svarende til tilgangen anvendt af Danmarks Statistik forud for tavlen 2008:2009. Af Figur 3 fremgår det også hvorfor gennemsnittet af A-grupperne $A_{x,t}$ og $A_{x,t+1}$ er en rimelig approksimation til dødshyppigheden for en x -årig som denne fremgår af Danmarks Statistiks dødelighedstavle dateret t til $t + 1$.

⁹ Danmarks Statistik (2003): s. 254. For x -årige beregnes dødeligheden i tavlen t til $t + 1$ som følger. Først beregnes en dødshyppigheden for $B_{x,t}^{DS}$ og $B_{x,t+1}^{DS}$ under ét som summen af de døde i de to grupper divideret med det samlede antal $x-1$ -årige primo år t og primo år $t + 1$. På tilsvarende vis beregnes dødshyppigheden samlet for $B_{x+1,t}^{DS}$ og $B_{x+1,t+1}^{DS}$, hvor der divideres med antallet af x -årige primo år t og primo år $t + 1$. Dødshyppigheden for x -årige konstrueres slutteligt som gennemsnittet over de to beregnede hyppigheder. Herefter kan restlevetiden beregnes.

¹⁰ Se også <http://www.dst.dk/Vejviser/Portal/Befolkning/Middellevetid.aspx>.

Figur 3. Korrespondance mellem medioficerede A- og B-gruppe dødeligheder



Det er centralt at bemærke, at Danmarks Statistiks offentliggørelse af dødeligheden for 0-årige baserer sig på C-grupper i samtlige dødelighedstavler. Man kan derfor ikke opnå fuldstændig approksimation til disse tavler hvad angår dødeligheden og dermed restlevetiden for 0-årige.

Definition: En dødelighed for alder x opgjort på C-grupper måler hvor mange personer, som opnår alderen x i løbet af år t , der er døde inden de bliver $x+1$ år.

4 Dødelighed og forventet levetid

Estimation af dødelighed til befolkningsmodellen bygger på den af Lee & Carter (1992) foreslåede metode til fremskrivning af aldersbetingede dødeligheder. Metoden er tidligere blevet brugt af Velfærdskommissionen (2006) og i DREAMs befolkningsfremskrivning siden 2006¹¹. I de senere år har den opnået betydelig udbredelse, og anvendes af internationale institutioner som f.eks. FN's Population Division, der foretager sammenhængende langsigtede befolkningsfremskrivninger for alle verdens lande, jf. United Nations (2004). Herudover anvendes metoden til befolkningsfremskrivninger i en række lande, f.eks. Sverige, jf. Statistiska centralbyrån (2003, 2005)¹², og endelig anvendes den også af en række forskergrupper. Den stigende udbredelse har betydet, at der er foretaget en ganske omfattende afprøvning af metoden på forskellige lande og generelt findes, at metoden har gode fremskrivningsegenskaber.¹³

I forbindelse med udarbejdelsen af DREAMs befolkningsfremskrivning i 2006 blev gennemført en analyse, der fokuserede på betydningen for estimation og fremskrivning af at opdele den samlede historiske dataserie i delperioder. På den baggrund fandtes bl.a., at man kunne opnå den bedste fremskrivningspræcision ved at vælge en relativ kort dataserie fra 1990 og frem. Grundet den relative markante stigning i væksten i restlevetiden fra og med 1995 medfører anvendelse af en dataserie startende før dette tidspunkt, at den fremskrevne kortsigtede udvikling i den aldersbetingede restlevetid vil ligge i underkanten af den seneste historiske udvikling. Anvendelse af Lee-Carter metoden indebærer, at væksten i restlevetiden over tid vil aftage, således at den langsigtede vækst svarer til trenden i en længere dataserie. Fordelen ved at anvende en dataserie omfattende relativt få år er, at udviklingstendensen for perioden fortsætter på kort sigt. Ved anvendelse af længere dataserier omfattende betydelige perioder med lav vækst, vil man i modsætning hertil opnå en noget lavere fremtidig vækst end de seneste år tilsiger. Ulempen ved at anvende en kort dataserie er, at estimationen af udviklingen i den aldersbetingede dødelighed i uhensigtsmæssig grad kan påvirkes af udsving gennem perioden.

I de to første afsnit præsenteres hovedtrækkene i den klassiske Lee-Carter tilgang, mens udvidelser hertil beskrives i det efterfølgende afsnit. I afsnit 4.4 omtales betydningen af valg af dataperiode og estimationsresultater præsenteres i afsnit 4.5. Dernæst redegøres for estimation og fremskrivning af dødsfald blandt de ældste ældre og nyfødte. I afsnit 4.8 og 4.9 præsenteres den af fremskrivningen foranledigede udvikling i aldersfordelt dødelighed. Den

¹¹ Se Danmarks fremtidige befolkning – Befolkningsfremskrivning 2006, DREAM for en evaluering af Lee-Carter metoden, samt dens udbredelse og i litteraturen foreslåede udvidelser.

¹² Norge anvender andre statistiske estimationsmetoder, som har en mere kompleks struktur end Lee-Carter metoden, jf. Keilman, Pham & Hetland (2001).

¹³ En oversigt over forskellige anvendte metoder til befolkningsfremskrivning og en fortegnelse over hvilke principper der anvendes i en lang række institutioner findes i Andreev & Vaupel (2006)

resterende del af kapitlet er dedikeret til definition af restlevetid og fremskrivningens indvirkning på udviklingen i denne.

Hovedresultaterne i fremskrivningen er, at middellevetiden frem til år 2100 stiger med 13,4 år for mænd og 10,2 år for kvinder¹⁴. Den absolutte vækst i middellevetiden i det 21. århundrede er for mænd ca. 2/3 af væksten gennem det 20. århundrede. For kvinder er der tale om en reduktion på ca. 50 pct. relativt til erfaringerne fra det 20. århundrede. I forhold til argumentationen i Oeppen & Vaupel (2002), som peger på en konstant årlig absolut vækst i middellevetiden, er der derfor tale om et meget forsigtigt skøn. En væsentlig del af forklaringen på den lavere vækst i middellevetiden er, at betydningen af fortsatte reduktioner i spæd- og småbørnsdødeligheden er mere begrænsede end i den historiske periode, fordi dødeligheden for disse grupper allerede er reduceret betydeligt. Betragtes i stedet udviklingen i restlevetiden for 60-årige, har forskellen mellem væksten i det 20. århundrede og den fremskrevne udvikling for det 21. århundrede det modsatte fortegn. I det 20. århundrede voksede restlevetiden for 60-årige mænd med 4,5 år, mens væksten var på 6,5 år for kvinder. I fremskrivningen fås, at den tilsvarende vækst fra 2000 til 2100 er 12,9 år for mænd og 10,5 år for kvinder¹⁵. Dette afspejler at fremtidige reduktioner i dødelighederne forventes at få relativ større effekt på restlevetiden for ældre end for yngre.

Relativt til sidste års fremskrivning er middellevetiden i år 2100 steget med 0,3 år for både mænd og med 0,2 år for kvinder, mens restlevetiden er øget med 0,2 år for begge køn.

4.1 Lee-Carter metoden

Den grundlæggende idé i Lee-Carters metode er, at den fremtidige udvikling i en given aldersbetinget dødelighed kan beskrives ud fra den historiske udvikling i de aldersbetingede dødeligheder. Analysen gennemføres på tværs af oprindelse, men for hvert køn.

For at reducere dimensionen i problemet antages, at der er en betydelig regularitet i udviklingen af de aldersspecifikke dødeligheder, således at de kan beskrives ved hjælp af tre elementer: Et aldersspecifikt element, der er uafhængig af tidspunktet, et tidsafhængigt element, benævnt mortalitetsindekset, beskrivende udviklingen i den samlede dødelighed og et tidsafhængigt gennemslag af udviklingen i mortalitetsindekset på dødeligheden i den enkelte aldersgruppe. Konkret antages følgende sammenhæng:

¹⁴ Restlevetiderne er beregnet med afsæt i medioficerede dødeligheder iht. beskrivelsen i afsnit 3.2. Samtlige niveauer og ændringer i restlevetiden i nærværende kapitel vedrører sidste kalenderår anvendt til medioficeringen. Således benyttes restlevetid for årene $x_1:x_2$ og $y_1:y_2$ til at angive ændringen fra x_2 til y_2 .

¹⁵ Fra 2012-2100 er ændringen i restlevetiden for 60-årige 10,4 år for mænd og 8,3 år for kvinder.

$$\ln(m_t^{x,g}) = a^{x,g} + b^{x,g} k_t^g + \varepsilon_t^{x,g}$$

hvor definitionen af dimensionerne er identisk med de i kapitel 0 anvendte. I øvrigt gælder, at

- $m_t^{x,g}$ er de køns-, alders- og tidsafhængige døds sandsynligheder.
- $a^{x,g}$ er den køns- og aldersafhængige del, som i praksis er et gennemsnit over de logaritmiske dødeligheder i estimationsperioden.
- k_t^g er den køns- og tidsafhængige udvikling i dødeligheden benævnt mortalitetsindekset.
- $b^{x,g}$ vægter gennemslaget af k_t^g på dødelighed for aldersgruppe x .
- $\varepsilon_t^{x,g}$ er et køns-, alders- og tidsafhængigt fejllid.¹⁶

Parameteren $a^{x,g}$ angiver den grundliggende form på aldersprofilen over tid og beregnes i praksis som gennemsnittet over tid af de logaritmiske dødeligheder. Den aldersafhængige parameter $b^{x,g}$ angiver afvigelser fra den generelle profil over tid. Central for fremskrivningen er den aldersuafhængige parameter k_t^g , der beskriver udviklingen over tid i den generelle dødelighed og benævnes derfor mortalitetsindekset. Når det fælles niveau ændres over tid, vægter parameteren $b^{x,g}$ således effekten på de aldersafhængige logaritmiske dødeligheder og tillader således forskellig vækst i dødelighed på tværs af alder. I det mortalitetsindekset vil være aftagende over tid, indikerer en positiv indgang i vektoren $b^{x,g}$, at dødeligheden for den pågældende aldersgruppe er aftagende, mens en negativ indgang indikerer det modsatte. Aftager mortalitetsindekset lineært, dvs. dk_t^g / dt er konstant, vil de logaritmiske dødeligheder også aftage lineært over tid med proportionalitetsfaktoren $b^{x,g}$. Dette medfører, at dødelighedshyppighederne er eksponentielt aftagende.

Denne formulering indebærer blandt andet, at forholdet mellem vækstraterne i dødeligheden for to forskellige aldersgrupper, x og y er konstant og lig med $b^{x,g} / b^{y,g}$. Udviklingen i dødelighederne bestemmes af udviklingen i mortalitetsindekset, k_t^g . Denne estimeres i Lee-Carter (1992) som en *random walk med drift*. Det betyder, at der i fremskrivningen antages en konstant fremtidig vækstrate i dødeligheden for en given årgang.

¹⁶ For den konkrete estimationsprocedure henvises til f.eks. Haldrup (2004).

4.2 Estimation af Lee-Carter modellen

I henhold til Lee & Carter (1992) pålægges modellen restriktioner med det formål at bestemme en entydig løsning af parametrene $a^{x,g}$, $b^{x,g}$ og k_t^g . Således anvendes følgende to restriktioner, hvor t_1 og t_n er henholdsvis første og sidste dataår:

$$\sum_{t=t_1}^{t_n} k_t^g = 0$$

$$\sum_x b^{x,g} = 1$$

Indledningsvist estimeres parameteren $a^{x,g}$ som gennemsnittet over de logaritmiske døds sandsynligheder i dataperioden, dvs.

$$\hat{a}^{x,g} = \frac{\sum_{t=t_1}^{t_n} \ln(m_t^{x,g})}{t_n - t_1 + 1}$$

Efterfølgende beregnes en matrix bestående af de centrerede logaritmiske sandsynligheder som

$$\ln(m_t^{x,g}) - \hat{a}^{x,g}$$

hvorefter denne påføres en Singular Value Decomposition fra hvilken estimerer for henholdsvis $b^{x,g}$ og k_t^g kan udtrages som egenvektorer.

Således er fundet et initialt bud på modellens parametre. Der er imidlertid ikke nogen garanti for, at der for et givet år gælder, at antallet af døde beregnet ud fra estimationen, svarer til det faktiske antal døde. Derfor indeholder den oprindelige Lee-Carter formulering en efterfølgende opdatering af mortalitetsindekset, der sikrer dette. Haldrup (2004) følger denne procedure. I nærværende fremskrivning er det i stedet valgt at opdatere mortalitetsindekset, så der for hvert år i dataperioden opnås sammenfald med middellevetiden. Denne fremgangsmåde er ligeledes anvendt i Lee & Miller (2001). Årsagen til, at levealderen anvendes i stedet for antallet af døde er, at førstnævnte vurderes som en mere relevant målvariabel. Således er det også fremadrettet udviklingen i restlevetiden, der er interessant frem for antallet af dødsfald.

Ved anvendelse af de initiale parameterestimerer for $a^{x,g}$ og $b^{x,g}$ bestemmes mortalitetsindekset ved anvendelse af en Newton-Raphson algoritme således, at forventet levealder i hele dataperioden opnås. I tråd med fremgangsmåden i Haldrup (2004) foretages efterfølgende en yderligere modifikation. Idet det nye

bud på mortalitetsindekset tages for givet, findes ved OLS regression af dette på de logaritmiske dødelighedsrater opdaterede bud på de aldersafhængige parametre $a^{x,g}$ og $b^{x,g}$. Dette kan opfattes som første trin i en iterativ proces, der leder til værdier af $a^{x,g}$ og $b^{x,g}$, som er indbyrdes konsistente med k_t^g . I denne analyse suppleres dette med andet trin i den iterative proces, idet der med de opdaterede værdier for $a^{x,g}$ og $b^{x,g}$ beregnes et nyt mortalitetsindeks, så der igen opnås sammenfald med faktisk levealder. Et eksperiment omhandlende fremskrivningspræcisionen afslører, at tilføjelsen af dette ekstra trin forbedrer præcisionen marginalt. Samtidig opnås tilpasning til den faktiske levealder.

Den centrale variabel for fremskrivningen af udviklingen i levetiden er udviklingen i mortalitetsindekset, k_t^g . Det er derfor centralt, at processen beskrivende udviklingen i dette indeks fastlægges og er statistisk velspecificeret. Denne fastlæggelse baseres på statistiske test suppleret med grafisk inspektion af serien.

Ovenstående procedure udgør den standardiserede estimation af Lee-Carter modellen. Med henblik på yderligere forbedring af fremskrivningspræcisionen gennemføres dog to yderligere korrektioner, der anbefales i den efterhånden omfattende litteratur, der søger at forbedre den klassiske tilgang.

4.3 Korrektioner af fremskrivningsmetoden

Som udvidelse til ovenstående foretages i nærværende afsnit to yderligere korrektioner, der søger at afhjælpe nogle åbenbare ulemper ved den klassiske tilgang for estimation af parametrene i Lee-Carter modellen.

For det første sikres, at den aldersbetingede restlevetid i fremskrivningens første år ikke foretager spring i forhold til den aldersbetingede restlevetid i det seneste år i dataperioden. Da Lee-Carter metoden ekstrapolerer med udgangspunkt i estimerede værdier for aldersbetinget dødelighed, kan dette afstedkomme en ikke ubetydelig afvigelse mellem den seneste observation og estimatet for samme. Bell (1997) foreslår en metode til at forhindre sådanne uhensigtsmæssige afvigelser, så spring mellem den historiske og fremskrevne dataserie undgås. Der anvendes en modificeret udgave af denne metode i nærværende fremskrivning.

For det andet kan Lee-Carter metoden føre til uhensigtsmæssige forskelle i de årlige reduktioner af den aldersbetingede dødelighed i aldersgrupper, der ligger i nærheden af hinanden. Dette tilskrives, at effekten på den enkelte aldersspecifikke dødelighed fremkommer ved, at udviklingen i mortalitetsindekset multipliceres med den aldersspecifikke vektor $b^{x,g}$. Tilfældige udsving mellem to på hinanden følgende aldre i $b^{x,g}$ forstærkes derfor uhensigtsmæssigt. Problemet er størst, hvis metoden baseres på en kortere

dataserie og samtidig anvendes til længere fremskrivninger. De Jong & Tickle (2005) foreslår, at der anvendes en udglatningsmekanisme til afhjælpning af problemet. Den neden for anvendte udglatningsmekanisme afviger fra den i den originale fremstilling foreslåede, men har kvalitativt samme effekt.

4.3.1 Bell's metode samt modifikation heraf

Med henblik på at eliminere de spring i døds hyppigheder og dermed restlevetider, der kan forekomme mellem det sidste historiske år og det første fremskrevne, foreslår Bell (1997) anvendelse af en korrektionsmetode. I henhold til Bells fremstilling kan problemet med spring- eller knæpunkter elimineres ved at påføre hele fremskrivningen en biaskorrektion, hvis omfang bestemmes af forskellen mellem nyeste tilgængelige historiske dødeligheder og estimerede dødeligheder for det samme år. Hvis t således angiver sidste år i den historiske periode, da vil den aldersafhængige bias mellem de logaritmiske dødeligheder være givet som

$$\Delta^{x,g} = \ln(m_t^{x,g}) - \ln(\hat{m}_t^{x,g})$$

hvor t er det sidste historiske år, mens $m_t^{x,g}$ og $\hat{m}_t^{x,g}$ er henholdsvis de observerede og estimerede dødeligheder det pågældende år.

Bell's foreslåede biasjustering indebærer, at den beregnede bias tillægges samtlige logaritmiske dødeligheder i fremskrivningen. Den biasjusterede fremskrivning bliver for fremskrivningsperiode s dermed

$$\ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g})_{\Delta} = \ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g}) + \Delta^{x,g}, \quad s > 0$$

Ovenstående kan alternativt formuleres som

$$\begin{aligned} \ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g})_{\Delta} &= \ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g}) + \ln(m_t^{x,g}) - \ln(\hat{m}_t^{x,g}) \\ &= a^{x,g} + b^{x,g} k_{t+s}^g + \ln(m_t^{x,g}) - a^{x,g} - b^{x,g} k_t^g \\ &= b^{x,g} [k_{t+s}^g - k_t^g] + \ln(m_t^{x,g}) \end{aligned}$$

Det følger, at biaskorrektionen påvirker døds hyppighederne på følgende måde

$$\begin{aligned} \ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g})_{\Delta} &= \ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g}) + \Delta^{x,g} \\ &\Updownarrow \\ (\hat{m}_{t+s}^{x,g})_{\Delta} &= \exp(a^{x,g} + b^{x,g} k_{t+s}^g) \exp(\Delta^{x,g}) \end{aligned}$$

hvorfor det kan konstateres, at biaskorrektionen fremkommer ved multiplikation af de oprindelige fremskrevne dødeligheder med en aldersafhængig konstant. Som det ses af første linje i systemet ovenfor, er forskellen mellem de

biaskorrigerede estimerede logaritmiske dødeligheder og de ikke-biaskorrigerede estimerede logaritmiske dødeligheder per definition konstant over tid. Tages udgangspunkt i dødshyppighederne kan differencen mellem det biaskorrigerede og det ikke-biaskorrigerede estimat udtrykkes som

$$\left(\hat{m}_{t+s}^{x,g}\right)_{\Delta} - \hat{m}_{t+s}^{x,g} = \hat{m}_{t+s}^{x,g} \left(\exp\left(\Delta^{x,g}\right) - 1\right)$$

Eftersom de fremskrevne dødshyppigheder aftager eksponentielt over tid, vil forskellen mellem de biaskorrigerede og ikke-biaskorrigerede dødshyppigheder dermed også følge en eksponentiel funktionsform over tid og konvergere mod et givet niveau. Idet restlevetiden er baseret på udviklingen i dødeligheden, vil forskellen over tid mellem den biaskorrigerede og den ikke-biaskorrigerede restlevetid også være afledt af den eksponentielle form.

Til trods for, at Bells metode eliminerer et eventuelt spring mellem restlevetider i det sidste dataår og første fremskrivningsår, kan metodens berettigelse diskuteres. Ved anvendelse af metoden forbedrer man fremskrivningens egenskaber første år, men idet korrektionen som specificeret ovenfor ikke er tidsafhængig, bør der gøres forsøg på at redegøre for vedvarende konsekvenser og vurdere disse i forhold til gevinsten første år.

Det er i forbindelse med udarbejdelsen af tidligere befolkningsfremskrivninger undersøgt, hvorvidt fremskrivningspræcisionen påvirkes af anvendelse af metoden¹⁷. Undersøgelserne resulterede i, at en modificeret version af Bell's metode anvendes. Modifikationen indebærer for det første, at korrektionen udelukkende anvendes på 50-99-årige. Idet dødshyppigheden er væsentlig højere i disse aldersgrupper end i de yngre, er det for disse grupper, at korrektionen alt andet lige vil have den største effekt. For det andet søges korrektionens negative effekter på længere sigt reduceret ved at lade effekten af korrektionen aftage over tid. Biaskorrektionen $\Delta^{x,g}$ multipliceres således med potensfunktionen $f_t = \gamma^t$, der for $\gamma < 1$ er aftagende over tid. Funktionen sikrer desuden, at biaskorrektionen i sidste dataår ($t = 0$) er uændret.

Der er to yderpunkter for potensfunktionen. I tilfældet $\gamma = 0$ forekommer ingen biaskorrektion af de estimerede og fremskrevne dødeligheder. I det andet yderpunkt er $\gamma = 1$ og her er $f_t = 1$ for alle t , således at Bells biaskorrektion implementeres i sin oprindelige form.

Det er her valgt at fastlægge parameteren γ således, at halveringstiden for korrektionen, $T_{1/2}$, bliver 10 år. Idet halveringstiden defineres som

¹⁷ Se DREAMs befolkningsfremskrivning 2006.

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(\frac{1}{2})}{\ln(\gamma)}$$

da kan γ beregnes ved

$$\gamma = \exp\left(\frac{\ln(\frac{1}{2})}{T_{\frac{1}{2}}}\right)$$

som med en halveringstid på 10 år giver værdien 0,93303. For fuldstændighedens skyld bliver den modificerede biasjusterede fremskrivning for fremskrivningsperiode s dermed

$$\ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g})_{\Delta} = \ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g}) + \gamma^s \Delta^{x,g}, \quad s > 0, x \geq 50$$

4.3.2 Udglatning af dødeligheder for forskellige aldre i fremskrivningen

For at forhindre, at der ved lange fremskrivningshorisonter baseret på kortere dataserier kan forekomme forholdsvis store og ikke-demografisk forklarlige fluktuationer i dødelighedsprofilerne, påføres fremskrivningen slutteligt en udglattende korrektion. Dermed modificeres de estimerede dødshyppigheder i fremskrivningen, hvilket også indebærer, at de ovenfor præsenterede biasjusterede rater korrigeres yderligere.

Lad $\ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g})_S$ angive de fremskrevne logaritmiske dødeligheder efter den udglattende modifikation. Denne kan for $s > 0$ udtrykkes som

$$\begin{aligned} \ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g})_S &= a^{x,g} + b^{x,g} k_t^g + \tilde{b}^{x,g} [k_{t+s}^g - k_t^g] + \gamma^s \Delta^{x,g} \\ &= a^{x,g} + b^{x,g} k_t^g + \tilde{b}^{x,g} [k_{t+s}^g - k_t^g] + \gamma^s \Delta^{x,g} + b^{x,g} k_{t+s}^g - b^{x,g} k_{t+s}^g \\ &= \ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g}) + \tilde{b}^{x,g} [k_{t+s}^g - k_t^g] + \gamma^s \Delta^{x,g} - b^{x,g} [k_{t+s}^g - k_t^g] \\ &= \ln(\hat{m}_{t+s}^{x,g})_{\Delta} + (\tilde{b}^{x,g} - b^{x,g}) [k_{t+s}^g - k_t^g] \end{aligned}$$

hvor t her angiver det sidste år for hvilket data er tilgængeligt og $\Delta^{x,g} = 0$ for $x < 50$. Parameteren $\tilde{b}^{x,g}$ er en udglattet version af estimatet $b^{x,g}$. I praksis er $\tilde{b}^{x,g}$ en såkaldt *cubic spline* af $b^{x,g}$, hvilket indebærer, at der mellem samtlige punkter i $b^{x,g}$ er tilpasset et polynomium af tredje grad under antagelser om minimering af såvel kurvatur i $\tilde{b}^{x,g}$ som af kvadratisk afstand til indgangene i $b^{x,g}$.¹⁸

¹⁸ En formel definition af *cubic spline* begrebet gives i afsnit 5.4 omhandlende estimation af fertilitet.

Udglatningen indebærer, at afvigelser i logaritmen af dødeligheden fra en alder til den næste reduceres eller elimineres. Derimod påvirker udglatningsproceduren ikke det fænomen, at estimationen kan indebære, at reduktionen i den aldersbetingede dødelighed er voksende med alderen for visse aldersgrupper.

4.4 Valg af dataperiode

I forbindelse med DREAMs befolkningsfremskrivning fra 2006 blev der lavet en analyse af forskellige dataperioders betydning for fremskrivningen af dødelighed. Den historiske udvikling viser, at både det gennemsnitlige fald i (logaritmen til) dødelighederne og sammensætningen af faldet på aldersgrupper har tendens til at være konstant over lange perioder. At dette er tilfældet for stort set alle lande, er netop årsagen til Lee-Carter metodens betydelige succes og udbredelse. Samtidig viser analysen af dødelighedsudviklingen i Danmark, at der er givne forholdsvis kortvarige perioder, hvor stabiliteten i dødelighedsudviklingen ophører for herefter at blive genetableret med en ændret vækstrate og en ændret aldersmæssig sammensætning.

Lee-Carter metoden fører til, at fremskrivningen vil have tendens til at forlænge det gennemsnitlige observerede årlige fald i (logaritmen til) dødelighederne igennem estimationsperioden til fremskrivningsperioden. Samtidig vil alderssammensætningen af faldet i dødelighederne også have tendens til at afspejle den gennemsnitlige aldersfordeling af dødelighedsfaldet. Analysen af den estimerede effekt på faldet i de aldersafhængige dødeligheder viser, at estimerne af $b^{x;g}$ og k_t^g ikke er robuste over for valg af dataperiode. Således kan valg af dataperiode derfor have afgørende indflydelse på fremskrivningens resultater.

Baseres fremskrivningen på den seneste periode med ensartet vækst i restlevetiden, hvilket omfatter årene fra 1995 og frem, vil det indebære, at den vil have tendens til at forlænge udviklingen fra denne periode. Da data indikerer, at strukturen i dødelighedsudviklingen fastholdes i længere perioder, er der grund til at forvente, at en fremskrivning baseret på denne dataserie vil have de bedste fremskrivningsegenskaber på kortere sigt.

Årsagen, til at det kan være relevant at inddrage længere dataperioder, er både den betydelige usikkerhed med hensyn til estimerne og hensynet til det længere sigt. Den seneste periode er karakteriseret ved at have de største fald i (logaritmen til) dødelighederne målt over alle perioder i det 20. århundrede. Der er derfor en risiko for, at en kort dataserie vil have en tendens til at overvurdere den årlige vækst i middellevetiden på langt sigt.

Det endelige valg af længden af dataserien er derfor et kompromis mellem den undervurdering af middellevetidsvæksten på kortere sigt, som en lang dataserie

medfører og den mulige fremtidige overvurdering af middellevetidsvæksten, som anvendelsen af en kort dataserie kan føre til.

I lighed med de generelle anbefalinger i litteraturen er det derfor valgt at basere fremskrivningens hovedforløb på en kort dataperiode, som hovedsageligt dækker perioden efter 1995. Af hensyn til usikkerheden på de aldersbetingede estimater er det nødvendigt at udvide antallet af observationer. Den anvendte dataserie omfatter perioden 1990-2012. En fremskrivning baseret på denne tidsserie har for både mænd og kvinder den egenskab, at den langsigtede vækstrate i middellevetiden konvergerer mod vækstraten for en fremskrivning baseret på en længere dataperiode. På det korte sigt indebærer denne fremskrivning en vis opbremsning i væksten i middellevetiden i forhold til den historiske trend.

4.5 Estimationsresultater

I det følgende gennemgås estimationsresultaterne baseret på dataserien omfattende årene 1990-2012. De aldersfordelte dødshyppigheder beregnes indledningsvist som anført i ligning (26) afsnit 2.2.4. Det er udelukkende dødssandsynlighederne for individer, der ikke dør inden for de første 10 levedage, der inddrages i Lee-Carter estimationen, dvs. $\hat{d}_{t,1}^{0,g}$ og $\hat{d}_t^{x+1,g}$. Tilpasningen af modellens parametre til middellevetiden, jf. afsnit 4.2, er med udeladelsen af dødsfald inden for de første 10 levedage i realiteten en tilpasning til restlevetiden for et individ, der har overlevet de første 10 dage.

Med udeladelsen af dødsfald inden for de første 10 levedage i Lee-Carter estimationen tillades som tidligere nævnt estimation og fremskrivning af en særskilt trend for dødelighed indtrædende umiddelbart efter fødslen, hvilket beskrives i afsnit 4.7. Det er udelukkende dødeligheder for 0-99-årige, der inddrages i Lee-Carter estimationen. Dette skal tilskrives, at datatætheden for ældre aldersgrupper er relativt begrænset. Alternativt er der derfor valgt en særskilt ekstrapolativ tilgang til modellering af dødelighedsudviklingen for de ældste ældre, som baseres på resultatet af Lee-Carter fremskrivningen. Den anvendte fremgangsmåde er beskrevet i afsnit 4.6.

Nedenstående modeller for mortalitetsindekset, k_t^g , findes efter test at være velspecificerede for fremskrivningerne for hhv. mænd og kvinder. Standardafvigelsen på de estimerede koefficienter er angivet i parentes

$$\begin{aligned} \Delta k_t^{mænd} &= -2,9977 & \Delta k_t^{kvinder} &= -2,7465 \\ & (0,4451) & & (0,6417) \\ \sigma_\varepsilon^{mænd} &= 2,0878 & \sigma_\varepsilon^{kvinder} &= 3,0098 \end{aligned}$$

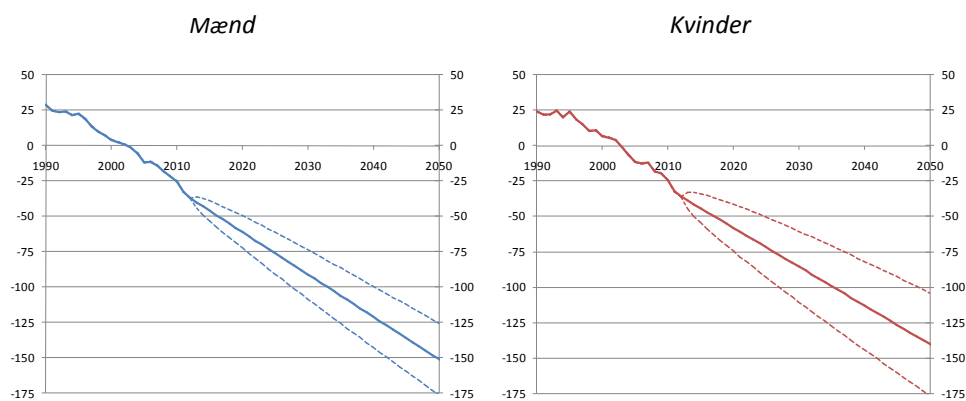
Fremskrivningen af mortalitetsindekset er for både mænd og kvinder beskrevet ved en *random walk med drift*. Den valgte proces er dermed identisk med processen anvendt i 2012-fremskrivningen.

De estimerede og fremskrevne værdier for k_t^g er sammen med det tilhørende 95 % konfidensinterval illustreret i Figur 4. Mortalitetsindekset er den eneste kilde til angivelse af statistisk usikkerhed i fremskrivningen, og det kan således synes utilfredsstillende, at der ikke er knyttet usikkerhed til de aldersafhængige parametre $a^{x,g}$ og $b^{x,g}$. Dette er dog en generel egenskab ved ikke-stokastiske modeller, hvor de vitale begivenheder ikke tilknyttes en sandsynlighed. At begivenhederne ikke tillægges en bestemt sandsynlighed for at indfinde sig i fremtiden er desuden det, der kendetegner en fremskrivning frem for en prognose.

Sammen med de estimerede værdier af gennemslaget på de aldersbetingede dødeligheder, $b^{x,g}$, af et givet fald i dødelighedsindekset, k_t^g , kan dette anvendes til at finde de aldersbetingede procentvise reduktioner i dødelighederne i de to fremskrivninger. Bemærk, at det fremgår af Figur 4,

hvorledes restriktionen $\sum_{t=I_1}^{t_n} k_t^g = 0$ er opfyldt i estimationsperioden.

Figur 4. Estimeret og fremskrevet mortalitetsindeks samt 95 % konfidensinterval



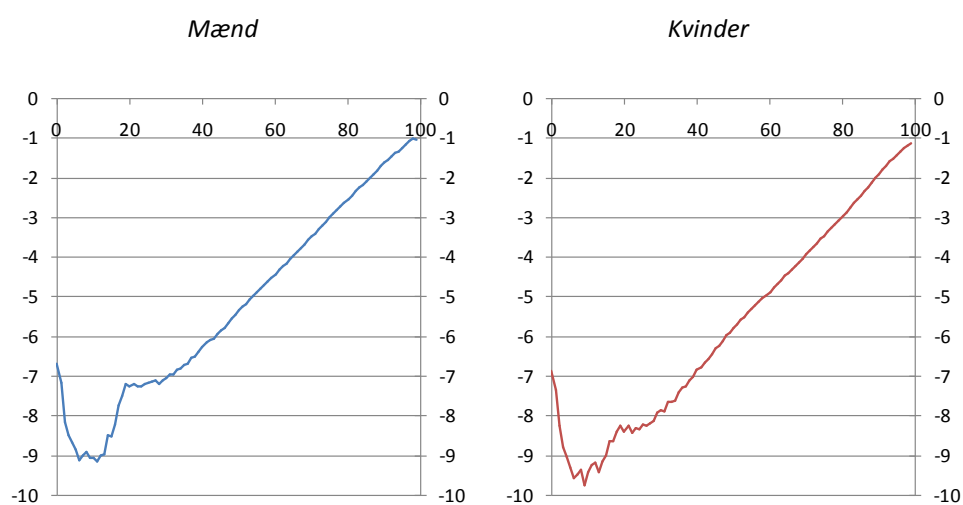
Kilde: Egne beregninger

I Figur 5 og Figur 6 er afbilledet estimerterne for henholdsvis den gennemsnitlige aldersbetingede dødelighed, $a^{x,g}$, samt den aldersbetingede vægtning, $b^{x,g}$, af ændringen i mortalitetsindekset, k_t^g . Endvidere er i Figur 6 angivet udviklingen i $\tilde{b}^{x,g}$, der udglatter $b^{x,g}$ over alder, jf. afsnit 4.3.2.

Det ses, at den gennemsnitlige aldersbetingede dødelighed for både mænd og kvinder er forholdsvis glat, og at fluktuationer primært indtræffer i aldersklasser med meget få dødsfald. Endvidere kan det bemærkes, at der for 30-99-årige er en tendens til at dødeligheden vokser eksponentielt med alderen. Dette svarer til, at risikoen for at dø vokser med en fast procent pr. alderstrin. Fænomenet benævnes Gompertz' lov, jf. Gompertz (1825).

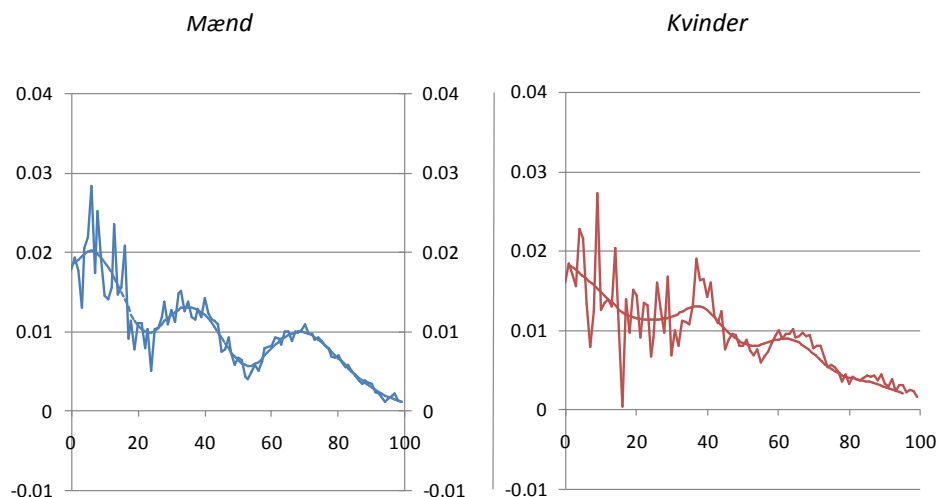
Niveauet for den gennemsnitlige dødelighed er for alle aldersklasser lavere for kvinder, og specielt er ungdomsdødeligheden i aldersklasserne 15-30 år markant højere for mænd, jf. Figur 5.

Figur 5. Estimerede værdier for $a(x)$



Kilde: Egne beregninger

Den aldersbetingede vægtning, $b^{x \cdot g}$, af ændringen i mortalitetsindekset er langt mere fluktuerende end den gennemsnitlige aldersbetingede dødelighed, hvilket skyldes den korte dataperiode, jf. Figur 6.

Figur 6. Estimerede og udglattede værdier for $b(x)$ 

Kilde: Egne beregninger.

For mænd betyder specielt den markant lavere vægtning af aldersklasserne 45-55 år, at den loglineære aldersstruktur på sigt vil bryde samme, hvilket også vil afspejle sig i analysen af fremskrivningsresultaterne. For kvinder er tendensen til, at de procentvise årlige fald er størst for de laveste aldre og gradvist faldende med alderen mere klar. Dette er dog ikke tilfældet for de yngre aldre op til 25 år, hvor der er stor fluktuation og tilmed aldre, hvor ændringen er negativ, hvilket betyder at dødeligheden for de pågældende aldersgrupper vil stige over tid. Bruddet med Gompertz' lov er mindre udtalt for kvinderne end for mændenes vedkommende. Som nævnt i afsnit 4.3.2 er udglatning af $b^{x,g}$ ingen garanti for, at bruddet med Gompertz' lov undgås, men tendensen mindskes.

4.6 Konstruktion af dødshyppigheder for de ældste ældre

Grundet relativt tyndt data for personer i alderen 100 år og ældre er det valgt ikke at inkludere disse aldre i Lee-Carter estimationen ovenfor. Alternativt modelleres udviklingen i dødshyppigheder for 100-120-årige ved at ekstrapolere den fremskrevne alderstrend i dødeligheden for de 80-99-årige.

Aldersfordelte dødshyppigheder for 80-99-årige fremskrevet ved Lee-Carter metoden, her benævnt $\hat{m}_t^{x,g}$, transformeres indledningsvist som

$$\hat{M}_t^{x,g} = \ln \left(\frac{\hat{m}_t^{x,g}}{1 - \hat{m}_t^{x,g}} \right)$$

Ved en simpel OLS estimation findes efterfølgende for hvert tidspunkt relationen mellem de transformerede dødeligheder og alder, således at den estimerede transformerede dødelighed for de 80-99-årige kan beskrives som

$$\hat{M}_t^{x,g} = \hat{\alpha}_t^g + \hat{\beta}_t^g x$$

Koefficientestimerne anvendes nu enkelt til at konstruere estimerede transformerede dødeligheder for de ældste aldersgrupper, som efterfølgende kan retransformeres som

$$\hat{m}_t^{x,g} = \frac{\exp\left(\hat{M}_t^{x,g}\right)}{1 + \exp\left(\hat{M}_t^{x,g}\right)}$$

Ekstrapolation af transformerede sandsynligheder sikrer dermed, at de ekstrapolerede dødssandsynligheder, $\hat{m}_t^{x,g}$, aldrig vil kunne blive større end 1¹⁹.

Tilgangen lider dog under den mangel, at der ingen relation er mellem de ekstrapolerede sandsynligheder på tværs af fremskrivningsperioder. Således er det som ved en fremskrivning anvendende Lee-Carter baserede estimerer ikke nødvendigvis tilfældet, at dødeligheden for en given aldersgruppe udvikler sig monotont (hyppigst aftagende) over tid. For den aktuelle fremskrivning vil dødeligheden for de ældste mænd således være stigende over tid ved ukritisk anvendelse af ekstrapolationen.

Selvom risikogruppen, der eksponeres for dødsfald blandt de ældste ældre såvel nu som i fremtiden, er relativt lille, kan problemet for den givne dødelighedsfremskrivning afhjælpes ved at reducere det aldersinterval, som estimationen baseres på. Det viser sig, at problemet for mænd kan elimineres ved udelukkende at estimere på de logittransformerede dødeligheder for 89-99-årige. Ved iterativt at reducere aldersintervallet og estimere alderstrenden, kan det bemærkes, at R^2 - størrelsen knyttet til estimationen aftager med reduktion af aldersintervallet. For mænd opnås faldende dødelighed over tid således med den konsekvens, at R^2 reduceres fra 0,97 til 0,89, hvilket dog stadig indikerer et fornuftigt fit.

4.7 Estimation og fremskrivning af dødsfald inden for de første 10 levedage

Som anført skelnes der mellem spædbørnsdødelighed indtrædende hhv. de første 10 dage efter fødslen og dødsfald indtrædende den resterende del af første leveår. Opdelingen er funderet i ønsket om at kunne fremskrive dødsfald for 0-årige mere eksakt, hvilket søges opnået ved anvendelse af mere end én trend.

¹⁹ Logitestimation er en almindelig anerkendt tilgang for fastlæggelse af dødelighed for de ældste ældre, jf. Booth H. & Tickle L. (2008).

En historisk analyse af de to typer af dødsfald blandt 0-årige viser, at udviklingen over tid ikke er ensartet. Ofte skal dødsfald umiddelbart efter fødslen tilskrives specielle forhold, hvilket i højere grad er funderet i det enkelte individ end i udviklingen i dødeligheden generelt. På denne baggrund kan det retfærdiggøres, at netop denne type dødsfald ikke indregnes i Lee-Carter estimationen.

Idet dødssandsynligheden blandt 0-årige er specielt høj kort tid efter fødslen og 0-årige indvandrere primært kommer til landet efter denne periode, opnås ved differentieringen en mere realistisk vurdering af dødsfald blandt indvandrede spædbørn. Ved kun at betragte en enkeltstående dødelighed blandt 0-årige vil der, grundet det høje bidrag fra helt nyfødte, alt andet lige være tendens til at overvurdere dødsfald blandt indvandrede spædbørn²⁰.

De historiske dødssandsynligheder for dødsfald inden for de første 10 levedage beregnes ud fra formlen i (26) for årene 1990-2012²¹. Der uddrages ved anvendelse af OLS en trend for udviklingen over tid i de logaritmisk transformerede sandsynligheder. Denne ekstrapoleres lineært ved brug af de estimerede koefficienter. Efterfølgende påføres fremskrivningen en eksponentiel transformation, hvilket tilvejebringer de fremskrevne spædbørnsdødeligheder²².

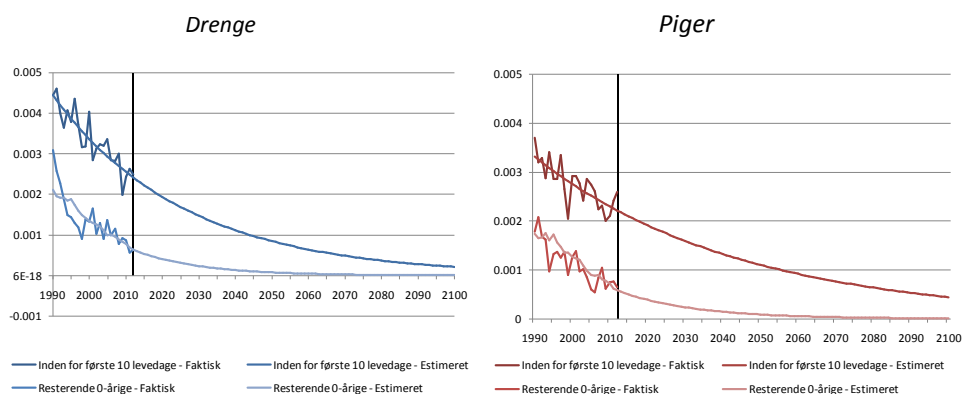
Såvel faktiske som estimerede sandsynligheder for dødsfald blandt 0-årige er i Figur 7 illustreret for hhv. dødsfald indtrædende inden for de første 10 levedage og resterende dødsfald. For begge køn kan det bemærkes, at sandsynligheden for at dø umiddelbart efter fødslen er ca. dobbelt så stor som sandsynligheden for resterende dødsfald blandt 0-årige. Det kan også bemærkes, at trenden i de seneste år ikke varierer betydeligt mellem de to typer af dødsfald, men at estimationen baseret på hele dataserien dog vil give anledning til en ikke-parallel udvikling af de fremskrevne hyppigheder. Den største gevinst ved opdelingen er tilsyneladende en mindsket risiko for at overvurdere dødsfald blandt indvandrere.

²⁰ Iht. afsnit 2.2.3 bør i overensstemmelse med definitionen af netop indvandrede ikke beregnes dødsfald i indvandringsåret. Denne korrektion er ikke indført i årets fremskrivning, idet den ideelt forudsætter modellering af oprindelsesafhængig dødelighed. Eftersom indvandringen fortrinsvis er begrænset til aldersgrupper med lav dødelighed, vil manglende korrektion have minimal betydning. I den aktuelle fremskrivning, vil annullering af dødelighed blandt netop indvandrede afstedkomme, at befolkningen i år 2130 er ca. 100 personer større end i grundscenariet.

²¹ Data for spædbørnsdødelighed fordelt på dage inden for det første leveår vedrører flere kalenderår, men det er her forsimpelt antaget, at alle dødsfald indtrædende inden for de første 10 levedage vedrører samme kalenderår som de øvrige dødsfald blandt 0-årige. Data for dødsfald fordelt på dage efter fødslen vedr. kun personer født i Danmark.

²² Idet sandsynligheden for spædbørnsdødelighed er meget tæt på nul, vil OLS estimation baseret på en logittransformation (som anvendt i afsnit 4.6) resultere i stort set den samme udvikling som den anvendte logtransformation giver anledning til.

Figur 7. Hyppigheder for dødsfald indtrædende inden for de første 10 levedage og for resterende 0-årige, faktisk og estimeret



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste dataår, her 2012.

Kilde: DST og Befolkningsfremskrivning 2013.

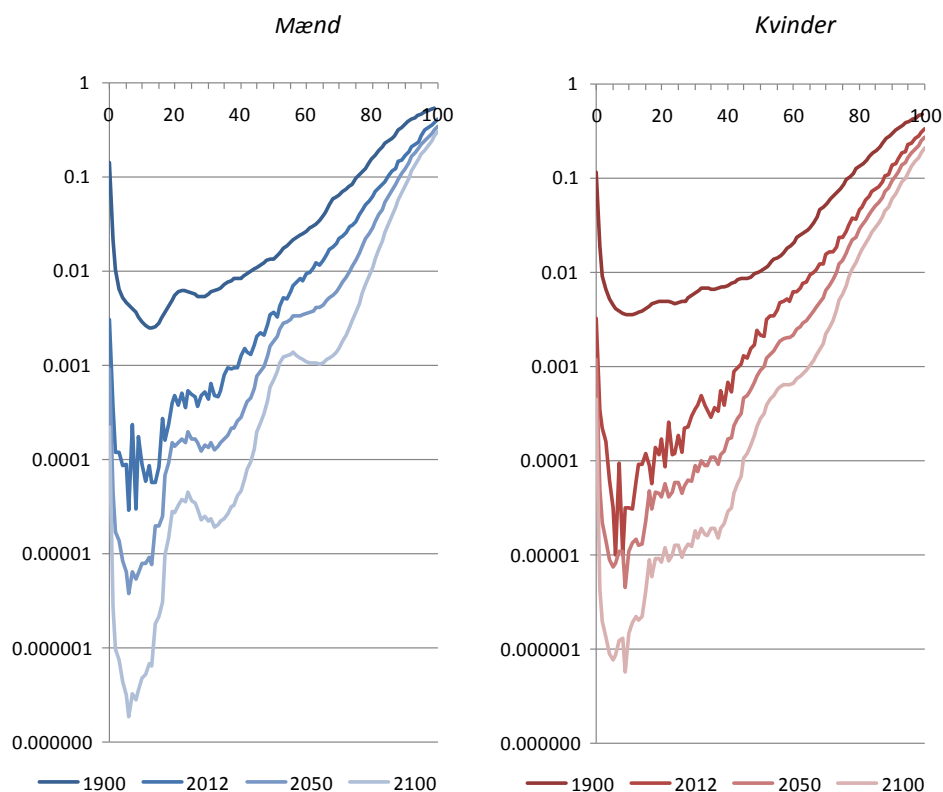
4.8 Resultater af fremskrivningen

De aldersbetingede dødeligheder er i Figur 8 illustreret for år 1900, år 2012, som er det seneste år i dataserien samt for fremskrivningsårene 2050 og 2100. Der er en udpræget tendens til, at dødeligheden på et givet tidspunkt vokser eksponentielt med alderen og således udvikler sig iht. Gompertz' lov.

Tendensen til at dødeligheden vokser med en fast procent for hvert alderstrin, gælder i 2012 afhængigt af køn fra omkring 20- til 30-årsalderen og indtil omkring 90-95 års alderen. Det ses, at dødeligheden blandt personer, der er yngre end 30 år, historisk har haft en tendens til at være højere end den lineære (logaritmiske) udvikling tilsiger. Særligt spædbørns- og småbørnsdødelighed har haft tendens til at trække døds sandsynligheden op.

Den historiske udvikling i de aldersbetingede dødeligheder gennem det 20. århundrede har indebåret, at dødelighederne er faldet mest for de yngre aldersgrupper (spæd- og småbørnsdødelighed samt ungdomsdødelighed, herunder død under barsel for kvinder). Faldet i dødeligheden har været mindre for de ældre aldersgrupper. Udviklingen har betydet, at Gompertz' lov gradvist har haft tendens til at gælde for et stigende antal aldersgrupper.

Figur 8. Aldersbetingede dødshyppigheder for mænd og kvinder, logaritmisk skala



Anm.: Data fra år 1900 stammer fra HMD og således er opgjort på A-gruppe format i modsætning til øvrigt data, der er opgjort på B-gruppe format.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013, DST og Human Mortality Database (HMD).

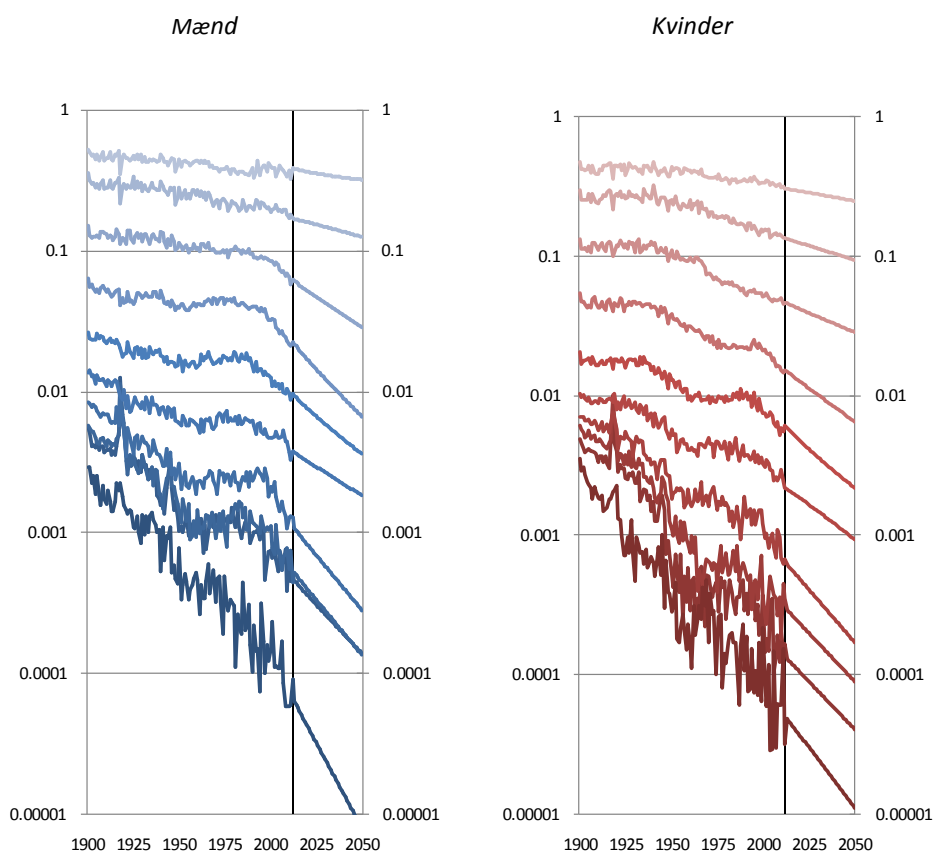
De estimerede årlige reduktioner i den aldersbetingede dødelighed er generelt positive for alle aldersgrupper, jf. Figur 6. Det betyder, at fremskrivningen over tid vil føre til, at dødelighederne reduceres for alle aldersgrupper. Det ses, at for både mænd og kvinder reduceres den aldersbetingede dødelighed frem mod år 2050 og år 2100.

For mænd i aldersgrupperne ca. 23-35 år og 50-60 år observeres i år 2050 stagneret eller faldende dødelighed ved stigende alder, jf. Figur 8. Fænomenet forværres blot frem mod år 2100. Dette medfører et ganske markant brud på Gompertz' lov om, at dødeligheden vokser eksponentielt med alderen. For kvinder ses samme tendens, omend mindre udtalt end for mænd. Det kan derfor slutes, at valget af den korte dataserie som udgangspunkt for fremskrivningen har en negativ konsekvens for aldersstrukturen i dødeligheden sammenlignet med serien fra år 2012.

4.9 Udviklingen i dødeligheden for de enkelte aldersgrupper

Betragtes den historiske udvikling i den aldersbetingede dødelighed gennem det 20. århundrede, ses det, at der er betydelig forskel på det relative forhold mellem aldersgrupperne over tid. Lee-Carter metoden indebærer, at den historiske tendens forlænges således, at den fremskrevne fordeling af faldet i dødelighederne svarer til den historiske udvikling. Betydningen af den valgte estimationsperiode illustreres klart ved at tage udgangspunkt i logaritmen til dødeligheden for en given alder. Lee-Carter metoden implicerer, at den fremskrevne udvikling i dødeligheden for en given aldersgruppe kan vurderes ud fra trenden i dødeligheden gennem den valgte estimationsperiode.

Figur 9. Udviklingen i dødshyppigheder 1900-2050 for udvalgte aldre (10, 20, ..., 90, 99 år), mænd og kvinder, logaritmisk skala



Anm.: Data fra år 1900-1989 stammer fra HMD og således er opgjort på A-gruppe format i modsætning til øvrigt data, der er opgjort på B-gruppe format. Da dødeligheden er voksende med alderen er udviklingen for 99-årige øverst, efterfulgt af 90-årige osv. Bemærk dog at for mænd bliver dødeligheden for 30-årige lavere end dødeligheden for 20-årige i fremskrivningen.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013, DST og Human Mortality Database (HMD).

I Figur 9 ses udviklingen i de aldersbetingede dødeligheder for henholdsvis mænd og kvinder gennem det 20. århundrede for 10-årige, 20-årige, ..., 90-årige og 99-

årige. Dødelighederne for 99-årige ligger øverst, herefter følger de øvrige aldre i faldende orden.

Figureerne for begge køn viser, som en overordnet tendens, at (logaritmen til) dødeligheden er faldende for alle aldersgrupper, og at der på langt sigt er en tydelig tendens til, at faldet er størst for de yngre aldersgrupper. Der er således langt større spredning i dødelighederne ved indgangen til det 21. århundrede end ved indgangen til det 20. århundrede. Herudover er det for begge køn en udbredt tendens, at faldet i dødelighederne flader ud omkring 1950 og først for alvor begynder at falde igen omkring 1995, jf. Figur 9.

For kvinder er der frem til omkring midten af 1930'erne en tendens til, at det kun er de unge aldersgrupper, hvor der er fald i dødeligheden. Herefter falder dødelighederne generelt i en periode frem til 1960'erne, hvor dødelighedsfaldet aftager og gradvist ophører. Først omkring 1995 er der – ligesom hos mændene – tendens til, at dødeligheden igen falder for alle aldersgrupper.

Af fremskrivningerne fremgår det, at Lee-Carter metoden fortsætter de enkelte aldres udvikling siden 1990. Udtrykt logaritmisk fortsætter den procentvise ændring siden 1990. For mænd medfører en videreførelse af den procentvise reduktion, at strukturen i dødelighedsmønstret efter bare få år begynder at bryde sammen, idet enkelte aldres dødeligheder forholdsvis hurtigt begynder at krydse hinanden. Dette reflekteres også i aldersprofilerne i år 2050, jf. Figur 8.

Den historiske tendens til, at de senere års reduktion i dødeligheden er vokset relativt, fremgår ligeledes af Figur 9, hvor det såvel for mænd som kvinder gælder, at dødeligheden for 60-80-årige reduceres betydeligt.

4.10 Definition af restlevetid

Udviklingen i befolkningens dødelighedsmønstre kan alternativt beskrives ved udviklingen i restlevetiden for de enkelte aldersgrupper. Restlevetiden for en given aldersgruppe afhænger af dødeligheden i alle ældre aldersgrupper. Middellevetiden, hvilket er den normale betegnelse for restlevetiden for en 0-årig, indeholder dermed information på en sammenvejede kompakt form om dødeligheden i alle aldersgrupper. Udviklingen i middellevetiden er derfor en måde, hvor på udviklingen i den samlede dødelighed kan udtrykkes.

I nærværende afsnit gennemgås fremgangsmåden for beregning af restlevetid. Det vises i denne forbindelse, at den generelle tilgang, som er funderet i traditionelle demografiske begreber er ækvivalent med en simplere og mindre regnetung fremstilling. Slutteligt vises det, at begge udtryk er konsistente med en intuitiv udlægning af restlevetidsbegrebet.

4.10.1 Sædvanlig fremgangsmåde for beregning af restlevetid i dødelighedstavler

I det følgende anvendes i tråd med den klassiske notation betegnelsen $q_t^{x,g}$ for de køns- og aldersfordelte døds sandsynligheder. Sandsynligheden for at overleve fra alder x til $x+1$ er givet ved

$$p_t^{x,g} = 1 - q_t^{x,g}$$

Indledningsvist beregnes en fælles døds sandsynlighed for 0-årige baseret på hyppighederne knyttet til død inden for de første 10 levedage, $q_{t,0}^{0,g}$, og de resterende dødsfald for 0-årige, $q_{t,1}^{0,g}$.

$$q_t^{0,g} = q_{t,0}^{0,g} + (1 - q_{t,0}^{0,g})q_{t,1}^{0,g}$$

Sandsynligheden for at dø som 0-årig er dermed givet som sandsynligheden for at dø indenfor de første 10 levedage tillagt produktet af sandsynligheden for at overleve de første 10 levedage og sandsynligheden for at dø efter de 10 første dage.

Antag at parameteren $\lambda^{x,g}$ udtrykker den gennemsnitlige andel af året, der gennemleves af de, der dør. Det antages sædvanligvis, at dødsfald for både mænd og kvinder sker jævnt fordelt over året, hvorfor $\lambda^{x,g} = 0,5$ for $x > 0$. For 0-årige er der dog tendens til, at den gennemlevede del af året er blot ca. 10 %, hvor piger desuden kan forventes at gennemleve en større del af første leveår end drenge. For drenge anvendes $\lambda^{0,dreng} = 0,111$, mens størrelsen for piger er $\lambda^{0,pige} = 0,112$.²³²⁴

En person, der fiktivt gennemlever hele sin livscyklus i periode t , vil have sandsynlighed $l_t^{x,g}$ for stadig at være i live ved alder x defineret ved

$$l_t^{x,g} = l_t^{x-1,g} (1 - q_t^{x-1,g}) \quad (21)$$

(21) kan omskrives til

²³ Jf. Danmarks Statistik, Befolkningens bevægelser 2001 s. 243. Størrelserne varierer årligt, men ændringerne har blot marginal betydning. Fastholdelse af disse konstanter relativt til sidste befolkningsfremskrivning muliggør en sammenligning mellem middellevetiderne, hvor forskelle ikke kan tilskrives ændringer i denne konstant.

²⁴ Idet tilpasning til middellevetiden under Lee-Carter estimationen, jf. afsnit 4.2 grundet udeladelsen af dødsfald inden for de første 10 levedage i realiteten er en tilpasning til den forventede restlevetid for en 0-årig, der har overlevet de første 10 levedage, anvendes der i stedet $\lambda = 0,3$ for begge køn. Givet man med sikkerhed overlever de første 10 levedage, men dør inden den næste fødselsdag, kan man altså regne med at leve næsten en tredjedel af året. λ reduceres således markant ved udeladelsen af den høje dødelighed inden for de første 10 levedage.

$$l_t^{x,g} = \prod_{s=0}^{x-1} (1 - q_t^{s,g}) \quad (22)$$

For en fiktiv initialbefolkning, $l_t^{0,g} = 100000$, kan (21) alternativt udtrykke det antal personer, der overlever til alder x . Ud af disse vil antallet $d_t^{x,g}$ dø før de fylder $x + 1$ år, dvs.

$$d_t^{x,g} = l_t^{x,g} - l_t^{x+1,g} = l_t^{x,g} - l_t^{x,g} (1 - q_t^{x,g}) = l_t^{x,g} q_t^{x,g} \quad (23)$$

Det forventede antal personår, $L_t^{x,g}$, der leves i aldersintervallet $[x, x+1)$ er defineret som

$$L_t^{x,g} = l_t^{x+1,g} + \lambda^{x,g} d_t^{x,g} \quad (24)$$

hvilket netop er sammensat af de, der overlever til alder $x + 1$ og produktet af den forventede del af året, der gennemleves af de, der dør og antallet af dødsfald gennem aldersintervallet.

Det forventede antal tilbageværende personår for individer med alder x , $T_t^{x,g}$, fås netop som summen af det forventede antal personår for hvert af de efterfølgende aldersintervaller, dvs.

$$T_t^{x,g} = \sum_{s=x}^{\infty} L_t^{s,g}$$

hvilket i praksis baseres på eksistensen af en maksimal levealder X og derfor kan formuleres som

$$T_t^{x,g} = \sum_{s=x}^X L_t^{s,g} \quad (25)$$

Med udgangspunkt i ovenstående kan en person med alder x forvente at kunne leve yderligere i $e_t^{x,g}$ år defineret som forholdet mellem det samlede antal forventede tilbageværende personår delt med det antal personår, der er i live med alder x .

$$e_t^{x,g} = \frac{T_t^{x,g}}{l_t^{x,g}} \quad (26)$$

Man kan forstå dette som, at det samlede antal tilbageværende leveår skal fordeles blandt de medlemmer af populationen, der stadig er i live ved den givne alder. Udtrykket i (26) er netop det traditionelle udtryk for den på tidspunkt t forventede restlevetid for personer af køn g med alder x .

4.10.2 Alternativ beregning af restlevetid

Det kan vises, at (26) under antagelse om eksistens af en maksimal levealder X er helt ækvivalent med formuleringen af restlevetiden for alder x på tid t udtrykt som

$$e_t^{x,g} = \lambda^{x,g} q_t^{x,g} + (1 - q_t^{x,g})(1 + e_t^{x+1,g}) \quad (27)$$

Den alternative formulering er praktisk, idet den reducerer antallet af mellemregninger betragteligt. Indsættes (24) og (25) i (26) fås

$$e_t^{x,g} = \frac{\sum_{s=x}^X l_t^{s+1,g} + \lambda^{s,g} d_t^{s,g}}{l_t^{x,g}} = \frac{l_t^{x+1,g} + \lambda^{x,g} d_t^{x,g}}{l_t^{x,g}} + \frac{\sum_{s=x+1}^X l_t^{s+1,g} + \lambda^{s,g} d_t^{s,g}}{l_t^{x,g}} \quad (28)$$

(21) og (23) giver nu, at

$$\begin{aligned} e_t^{x,g} &= (1 - q_t^{x,g}) + \lambda^{x,g} q_t^{x,g} + \frac{\sum_{s=x+1}^X l_t^{s+1,g} + \lambda^{s,g} d_t^{s,g}}{l_t^{x,g}} \quad (29) \\ &= (1 - q_t^{x,g}) + \lambda^{x,g} q_t^{x,g} + \frac{l_t^{x+1,g}}{l_t^{x,g}} \frac{\sum_{s=x+1}^X l_t^{s+1,g} + \lambda^{s,g} d_t^{s,g}}{l_t^{x+1,g}} \end{aligned}$$

Benyt igen (24), (25) samt (21) og (26) og få (27)

$$\begin{aligned} e_t^{x,g} &= (1 - q_t^{x,g}) + \lambda^{x,g} q_t^{x,g} + \frac{l_t^{x+1,g}}{l_t^{x,g}} \frac{T_t^{x+1,g}}{l_t^{x+1,g}} \\ &= (1 - q_t^{x,g}) + \lambda^{x,g} q_t^{x,g} + (1 - q_t^{x,g}) e_t^{x+1,g} \\ &= \lambda^{x,g} q_t^{x,g} + (1 - q_t^{x,g})(1 + e_t^{x+1,g}) \end{aligned}$$

For ethvert tidspunkt, t , kan restlevetiderne dermed beregnes iterativt efter ovenstående formel. Bemærk, at med antagelsen om eksistensen af en maksimal levealder X , vil det gælde, at $q_t^{x,g} = 1$ for alle aldre $x \geq X$. I nærværende rapport

er restlevetiden beregnet ved anvendelse af en maksimumalder på 110 år, dvs. $e_t^{110,g} = \frac{1}{2}^{25}$.

Udtrykket ovenfor forstås givetvist bedst ved at se på de ekstreme tilfælde, hvor dødeligheden $q_t^{x,g}$ måtte være henholdsvis 0 og 1. Såfremt individet dør på tidspunkt t , svarende til $q_t^{x,g} = 1$, da vil restlevetiden for den pågældende aldersgruppe være et halvt år, idet det antages, at man dør ligeligt fordelt over året. Hvis individet overlever til næste tidsperiode, svarende til $q_t^{x,g} = 0$, da kan det se frem til at leve yderligere et år tillagt restlevetiden for en et år ældre aldersgruppe.

4.10.3 Intuitiv formulering af restlevetid

Udtrykket i (27) er enkelt at beregne, men er måske ikke specielt intuitivt med undtagelse af ekstremtilfældene. Generelt kan man tænke på forventet levealder som det hele antal år man kan forvente at gennemleve, dvs. som

$$\hat{e}_x = \sum_{s=0}^{\infty} s p_{x,s} q_{x+s}$$

hvilket gælder for hvert køn og tidspunkt (pågældende indeks er her undertrykt for at lette notationen). $p_{x,s}$ angiver ovenfor sandsynligheden for at overleve fra alder x til $x + s$, mens q_{x+s} angiver sandsynligheden for at dø mellem alder $x + s$ og $x + s + 1$. Eftersom alderen rundes ned til nærmeste hele fødselsdag, vil et individ generelt leve en hvis andel af året efter den sidste fødselsdag. Dette er netop udtrykt ved variabelen $\lambda^{x,g}$ ovenfor (i det følgende betegnet λ_x) og den samlede restlevetid for en given alder x , e_x , kan derfor udtrykkes som

$$e_x = \hat{e}_x + \lambda_x = \lambda_x + \sum_{s=0}^{\infty} s p_{x,s} q_{x+s} \quad (30)$$

Det kan vises, at (30) er ækvivalent med (26). Substitution af $p_{x,s}$ ovenfor giver sammen med definitionen $\gamma_x = 1 - q_x$, at

²⁵ Ved tilpasning til middellevetiden i Lee-Carter estimationen, jf. afsnit 4.2, anvendes en maksimal levealder på 100 år, da estimationen som nævnt kun omfatter data for 0-99-årige.

$$\begin{aligned}
e_x &= \lambda_x + \sum_{s=0}^{\infty} s p_{x,s} q_{x+s} \\
&= \lambda_x + \sum_{s=0}^{\infty} s q_{x+s} \prod_{i=0}^{s-1} (1 - q_{x+i}) \\
&= \lambda_x + \sum_{s=1}^{\infty} s q_{x+s} \prod_{i=0}^{s-1} (1 - q_{x+i}) \\
&= \lambda_x + \sum_{s=1}^{\infty} s (1 - \gamma_{x+s}) \prod_{i=0}^{s-1} \gamma_{x+i} \\
&= \lambda_x + \sum_{s=1}^{\infty} s \prod_{i=0}^{s-1} \gamma_{x+i} - \sum_{s=1}^{\infty} s \prod_{i=0}^s \gamma_{x+i} \\
&= \lambda_x + \sum_{s=1}^{\infty} s \prod_{i=0}^{s-1} \gamma_{x+i} - \sum_{s=1}^{\infty} (s+1) \prod_{i=0}^s \gamma_{x+i} + \sum_{s=1}^{\infty} \prod_{i=0}^s \gamma_{x+i} \\
&= \lambda_x + \sum_{s=1}^{\infty} s \prod_{i=0}^{s-1} \gamma_{x+i} - \sum_{s=2}^{\infty} s \prod_{i=0}^{s-1} \gamma_{x+i} + \sum_{s=1}^{\infty} \prod_{i=0}^s \gamma_{x+i} \\
&= \lambda_x + \gamma_x + \sum_{s=1}^{\infty} \prod_{i=0}^s \gamma_{x+i} \\
&= \lambda_x + \sum_{s=1}^{\infty} \prod_{i=0}^{s-1} \gamma_{x+i} \\
&= \lambda_x + \sum_{s=1}^{\infty} \prod_{i=0}^{s-1} (1 - q_{x+i})
\end{aligned}$$

Ved anvendelse af (22), (24) og (25) haves, at ovenstående kan skrives som

$$\begin{aligned}
e_x &= \lambda_x + \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\prod_{i=0}^{x+s-1} (1-q_i)}{\prod_{i=0}^{x-1} (1-q_i)} \\
&= \lambda_x + \sum_{s=1}^{\infty} \frac{l_{x+s}}{l_x} \\
&= \frac{\lambda_x l_x + \sum_{s=x+1}^{\infty} l_s}{l_x} \\
&= \frac{\sum_{s=x}^{\infty} \lambda_s l_s - \sum_{s=x+1}^{\infty} \lambda_s l_s + \sum_{s=x+1}^{\infty} l_s}{l_x} \\
&= \frac{\sum_{s=x}^{\infty} l_{s+1} + \lambda_s (l_s - l_{s+1})}{l_x} \\
&= \frac{\sum_{s=x}^{\infty} l_{s+1} + \lambda_s d_s}{l_x} \\
&= \frac{\sum_{s=x}^{\infty} L_s}{l_x} \\
&= \frac{T_x}{l_x}
\end{aligned}$$

hvilket jo netop er identisk med (26).

Definitionen af restlevetiden illustrerer tydeligt afhængigheden mellem restlevetid for aldersgruppe x og dødeligheden for aldersgrupperne x og ældre. Samtidig kan det bemærkes, at udviklingen i restlevetiden i kraft af værende en ikke-lineær transformation af dødelighederne, vil være præget af antagelsen om en eksponentiel udvikling i sidstnævnte.

Det skal samtidig præciseres, at forventet restlevetid er et demografisk begreb, der ikke relaterer til, hvor gamle eksisterende personer forventes at blive. Begrebet giver et stationært billede af, hvilken alder et fiktivt individ, der gennemlever hele sin livscyklus i tidsperiode t , kan forventes at blive.

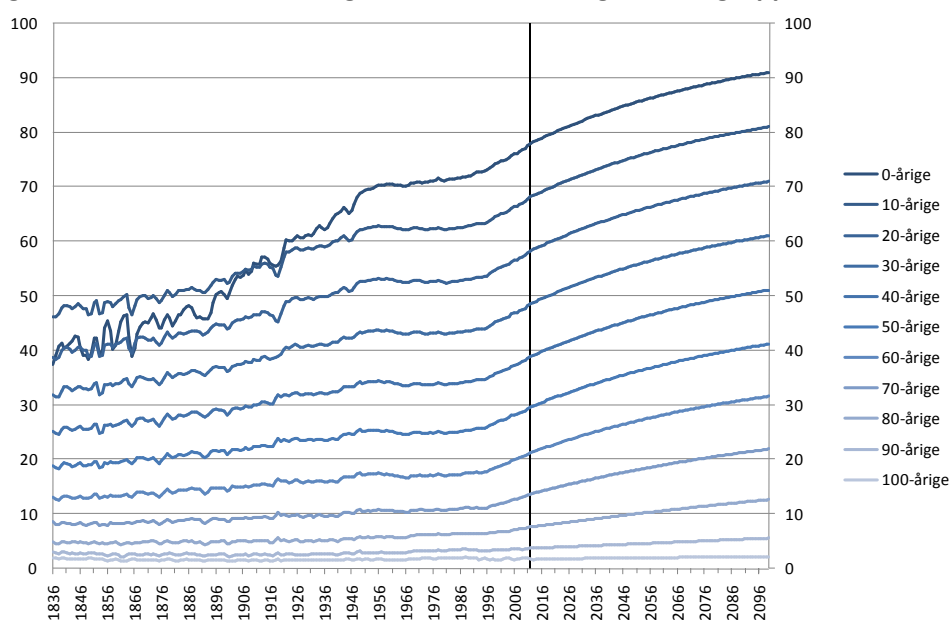
Det kan bemærkes, at en konstant årlig reduktion i logaritmen til de aldersbetingede dødeligheder, som er resultatet af en fremskrivning med Lee-Carter, vil have tendens til at føre til en faldende vækst i middellevetiden. Det skyldes, at dødelighedernes niveau gradvist reduceres, hvilket betyder, at reduktionen i antallet af døde især koncentrerer sig i de højere aldre, hvilket ikke giver en tilsvarende stigning i ekstra leveår som en reduktion i dødeligheden blandt unge. Middellevetidsvæksten vil derfor have en tendens til at være

faldende over tid, jf. Lee (2000). Dette betyder, at Lee-Carter metoden ikke reproducerer den lineære stigning i middellevetiden, som findes i Oeppen & Vaupel (2002).

4.11 Restlevetidsudviklingen for mænd

Restlevetidsudviklingen for mænd i aldersgrupperne 0, 10, ..., 90, 100 år fra 1836²⁶ og fremefter fremgår af Figur 10. Da restlevetiden netop er en sammenvejning af dødelighederne på et givet tidspunkt, vil brud i trenden i dødelighederne indebære et tilsvarende brud i udviklingen i restlevetiden. Derfor er der i den historiske udvikling i mænds restlevetid to tydelige brud svarende til de brud, der blev identificeret i udviklingen i dødelighederne.

Figur 10. Restlevetidsudviklingen for mænd, udvalgte aldersgrupper



Anm.: Restlevetider for årene 1836-1990 er beregnet ud fra dødeligheder fra HMD opgjort på A-gruppe format og medioficeret over tid. Restlevetid for år t og alder a er beregnet ud fra dødelighederne for alder a på tidspunkt $t-1$ og t . Restlevetider for 1991 og frem er beregnet med afsæt i dødelighedsdata fra DST opgjort på B-gruppe format og medioficeret over både alder og tid. Restlevetid for år t og alder a er beregnet ud fra dødelighederne for alder a og $a + 1$ på tidspunkt $t-1$ og t . Dateringen anvendt i figuren henviser til sidste kalenderår anvendt til medioficeringen.

Den lodrette streg angiver sidste rene dataår, dvs. 2012 (2011:2012).

Kilde: Befolkingsfremskrivning 2013, DST og Human Mortality Database (HMD).

Den historiske udvikling i restlevetiden for mænd kan derfor opdeles i tre adskilte perioder karakteriseret ved forskellige vækstrater for alle aldersgrupper.

²⁶ Dateringen dækker over restlevetid baseret på dødeligheder medioficeret over årene 1835 og 1836 iht. fremgangsmåde beskrevet i afsnit 3.2.

Den første periode indtil 1953 er karakteriseret ved en betydelig vækst i den mandlige restlevetid. Vækstraten er stort set den samme for alle aldersgrupper fra 10-årige og derover. For disse aldersgrupper ligger væksten på ca. 0,3 pct. pr. år. Målt absolut er væksten i restlevetiden derfor aftagende med alderen. Således aftager den gennemsnitlige årlige vækst i perioden 1836-1953 fra 3,3 måneder pr. år for 0-årige til 1,5 måneder for 20-årige, hvorefter den falder gradvist med stigende alder. Middellevetidsudviklingen skiller sig ud på grund af et betydeligt større fald i spædbørnsdødeligheden end i dødeligheden for de øvrige aldersgrupper. Stigningen i middellevetiden er derfor omkring 30 pct. i perioden fra 1904 til 1953, eller omtrent dobbelt så høj en vækst som de øvrige aldersgrupper. Udviklingen svarer til en gennemsnitlig årlig stigning i middellevetiden på små 4 måneder. Det bemærkes, at der for de yngre aldersgrupper er et betydeligt knæk i væksten omkring 1918, hvilket skal tilskrives den spanske syge. For 60-årige stiger restlevetiden med gennemsnitligt 0,6 måneder om året fra 1904-1953.

Den anden periode – lavvækstperioden – strækker sig fra omkring 1953 til 1995. I denne periode er der stort set ikke vækst i restlevetiden for aldersgrupperne fra 10 til 60 år. Vækstraten over hele den 40-årige periode ligger på omkring 1,2-2,0 pct. for disse aldersgrupper. Selvom der også er en meget betydelig opbremsning i væksten i middellevetiden, er vækstraten i denne små 5 pct. over den godt 40-årige periode, hvilket svarer til en gennemsnitlig årlig vækst på lidt under en måned. Restlevetiden for 60-årige stiger gennemsnitligt med 0,1 måneder årligt over perioden.

Den tredje og sidste periode er den nuværende og strækker sig foreløbigt fra 1995 til 2012. I denne periode er restlevetiden for alle aldersgrupper vokset mere end i den foregående periode, selvom den foregående periode strækker sig over en årrække, som er ca. 3 gange så lang. Det er endvidere bemærkelsesværdigt, at strukturen i væksten er ændret, således at der nu er en meget tydelig tendens til, at vækstraterne er størst for de ældre aldersgrupper. Middellevetiden for mænd er således vokset med 7,0 pct. siden 1995, restlevetiden for 20-årige mænd med 8,9 pct. og restlevetiden for 60-årige mænd med 20,3 pct. Forskellene i vækstraten betyder, at der kun er begrænsede forskelle i den absolutte vækst for de forskellige aldersgrupper. Således er restlevetiden for en 20-årig mand vokset med 4,8 år over perioden, mens restlevetiden for en 60-årig mand er vokset med 3,6 år. Gennemsnitligt er middellevetiden vokset med 3,6 måneder om året, mens restlevetiden for 60-årige er vokset med 2,5 måneder årligt.

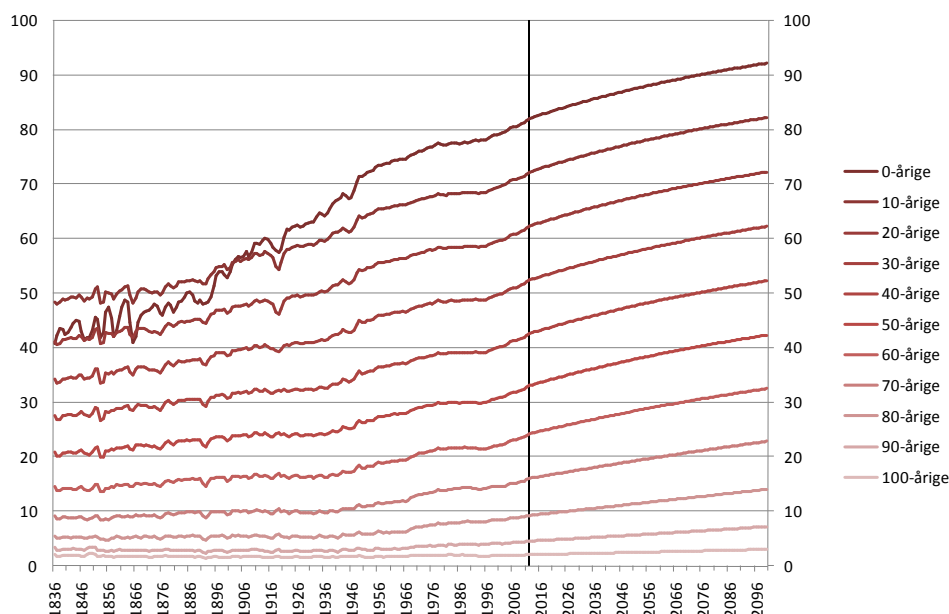
På basis af de internationale sammenligninger er der ligeledes belæg for, at restlevetidsudviklingen for mænd igennem de sidste 100 år kan opdeles i tre faser. Den første fase er karakteriseret ved høj og relativt ensartet vækstrate for aldersgrupperne bortset fra et ekstraordinært stort fald i spædbørnsdødeligheden. Den næste fase er karakteriseret ved stort set 0-vækst for de fleste aldersgrupper, men dog lidt vækst i restlevetiden for ældre og et forsåt, men begrænset fald i spæd- og småbørnsdødeligheden. Den tredje fase er

karakteriseret ved høj vækst for alle aldersgrupper og en tendens til, at vækstraten i restlevetiden er højest for de ældre aldersgrupper. Der henvises til DREAMs Befolkningsfremskrivning 2006 for en international sammenligning af restlevetid.

4.12 Restlevetidsudviklingen for kvinder

Svarende til beskrivelsen for mænd fremgår restlevetidsudviklingen for kvinder i aldersgrupperne 0, 10, ..., 90, 100 år fra 1836 og fremefter af Figur 11. Udviklingen i dødelighederne for kvinder kan opdeles i fem adskilte perioder, som ikke er helt så markante som i mændenes tilfælde. De fem perioder genfindes (på samme måde som hos mændene) i udviklingen i den aldersbetingede restlevetid for kvinder.

Figur 11. Restlevetidsudviklingen for kvinder, udvalgte aldersgrupper



Anm.: Restlevetider for årene 1836-1990 er beregnet ud fra dødeligheder fra HMD opgjort på A-gruppe format og medioficeret over tid. Restlevetid for år t og alder a er beregnet ud fra dødelighederne for alder a på tidspunkt $t-1$ og t . Restlevetider for 1991 og frem er beregnet med afsæt i dødelighedsdata fra DST opgjort på B-gruppe format og medioficeret over både alder og tid. Restlevetid for år t og alder a er beregnet ud fra dødelighederne for alder a og $a + 1$ på tidspunkt $t-1$ og t . Dateringen anvendt i figuren henviser til sidste kalenderår anvendt til medioficeringen.

Den lodrette streg angiver sidste rene dataår, dvs. 2012 (2011:2012).

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013, DST og Human Mortality Database (HMD).

Den første periode indtil år 1900 er som for mænd karakteriseret ved en betydelig vækst i restlevetiden. Vækstraten er stort set den samme for alle aldersgrupper fra 10- til 40-årige, mens middellevetidsudviklingen igen skiller sig ud på grund af et betydeligt større fald i spædbørnsdødeligheden end i

dødeligheden for de øvrige aldersgrupper. Således øges middellevetiden i gennemsnit med 2,3 måneder om året, mens restlevetiden for 60-årige øges med 0,2 måneder årligt.

Den anden periode varer fra 1900 - 1936 og er karakteriseret ved, at der er en meget lille vækst i restlevetiden for personer over 30 år. For de yngre aldersgrupper er der en positiv vækst, som er aftagende med alderen. Specielt spædbørnsdødeligheden er faldende og giver anledning til en gennemsnitlig vækst i middellevetiden på ca. 3,8 måneder årligt. Restlevetiden for 60-årige øges med gennemsnitligt 0,2 måneder om året gennem perioden.

Den tredje periode fra 1936 til 1978 er karakteriseret ved, at der er en betydelig vækst i restlevetiden for alle aldersgrupper, og at vækstraten er stigende med alderen indtil omkring 80 år. Undtaget er dog middellevetiden, hvor vækstraten er høj som følge af fortsat faldende spæd- og småbørnsdødelighed. I perioden fra 1936 til 1978 vokser middellevetiden for kvinder med godt 20 pct., mens restlevetiden for 10-årige piger vokser med 15 pct., restlevetiden for 30-årige kvinder med 18 pct., for 60-årige kvinder med 33 pct. og for 80-årige med 48 pct. Ændringen i middellevetiden svarer til en gennemsnitlig årlig stigning på 3,8 måneder om året, mens restlevetiden for 60-årige årligt stiger med 1,5 måneder i den tredje periode.

Fjerde periode løber fra 1978 til 1995, og som for mænd er denne en 0-vækstperiode. I løbet af denne periode er der således stort set ikke vækst i restlevetiden for kvinder i nogen aldersgrupper. Den gennemsnitlige årlige vækst i restlevetiden for de forskellige aldersgrupper varierer omkring et niveau på 0,2 måneder.

Femte og sidste periode er den nuværende, der foreløbig dækker perioden fra 1995 til 2012. I denne periode er der atter en betydelig vækst i restlevetiden for kvinder i alle aldersgrupper. Som for mænd er der en tendens til, at vækstraten i restlevetiden vokser med alderen i denne periode. Tendensen er dog mindre udtalt end hos mændene og gør sig ikke monotont gældende for aldersgruppen på 60 år og opefter, som har forholdsvis ensartede vækstrater. Middellevetiden for kvinder vokser 5,0 pct. eller gennemsnitligt 2,8 måneder årligt fra 1995 til 2012. Restlevetiden for 60-årige kvinder øges med 13,1 pct. i perioden, hvilket svarer til en gennemsnitlig årlig ændring på 2,0 måneder.

Internationale sammenligninger peger på, at opbremsningen i væksten i levetiden for kvinder i 1970'erne, 80'erne og begyndelsen af 1990'erne er et særskilt dansk fænomen, og at den seneste periodes udvikling tyder på, at middellevetidsudviklingen igen svarer til udviklingen i de omkringliggende lande.

4.13 Fremtidig udvikling i den aldersbetingede restlevetid

Som det fremgår af Figur 10 og Figur 11 giver den Lee-Carter fremskrevne reduktion i aldersbetingede dødeligheder over tid anledning til en stigning i den aldersfordelte restlevetid.

Stigningen i den aldersbetingede restlevetid er i fremskrivningen en forlængelse af de seneste års udvikling kombineret med en tendens til gradvist aftagende vækst. I det følgende fokuseres på udviklingen i restlevetiden for to udvalgte aldersgrupper: Middellevetiden, dvs. restlevetiden for en 0-årig, og restlevetiden for en 60-årig.

4.13.1 Fremtidig udvikling i middellevetiden²⁷

I perioden fra 1995 til 2012 er middellevetiden for mænd vokset fra 72,9 år til 78 år, dvs. med 5,1 år. Det svarer til en gennemsnitlig årlig vækst på 3,6 måneder om året. Den samlede vækst over perioden 1995-2012 er af samme størrelsesorden som den samlede vækst fra 1948-1995, hvor den gennemsnitlige årlige vækst er godt 1,2 måned pr. år. Udgangspunktet for væksten i den mandlige middellevetid er derfor højt.

Fremskrivningen indebærer en gradvis opbremsning i denne vækst, hvor det forventes, at middellevetiden vokser med yderligere 1,9 år frem til 2020, hvor den vil være nået op på 79,9 år. I perioden fra 2020-2030 vil middellevetiden ifølge fremskrivningen vokse med yderligere godt 2 år og således nå op på 82 år i 2030. Det svarer til en gennemsnitlig vækst i middellevetiden på 2,5 måneder om året. I den efterfølgende periode vokser den med ca. to måneder om året og når således 83,8 år i 2040 og 85,4 år i 2050.

Udviklingen i den årlige tilvækst i middellevetiden for mænd i den historiske periode fra 1950 til 1990 udviser årlig variation omkring en vækst på ca. 1 måned pr. år. Efter 1990 er væksten i middellevetiden steget og har ligget på ca. tre måneder pr. år i gennemsnit. I fremskrivningen antages, at den årlige vækst i middellevetiden gradvist reduceres gennem det 21. århundrede fra et niveau på omkring tre måneder i starten til et niveau på ca. 1,0 måned imod slutningen af århundredet, jf. Figur 12.

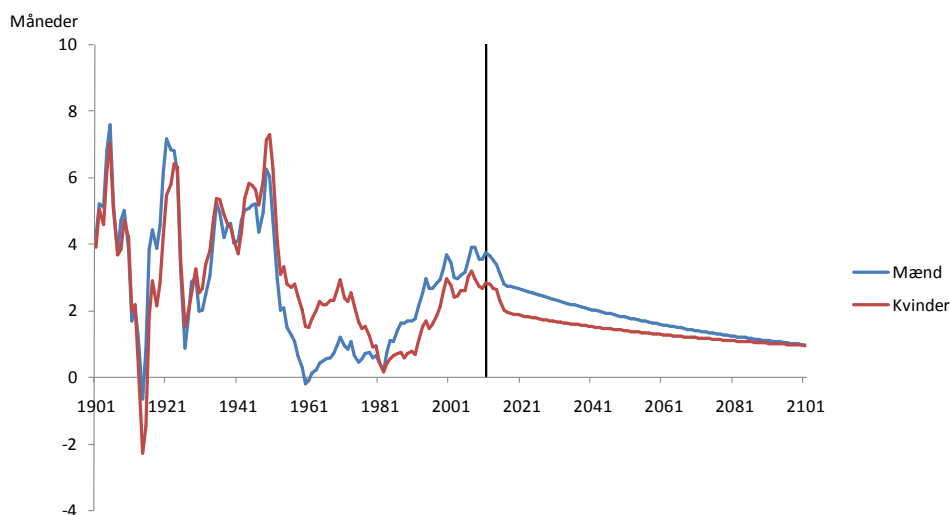
²⁷ Angivelse af middellevetider i dette afsnit er for perioden forud for 1990 baseret på beregninger udført på medioficerede A-gruppe hyppigheder og efterfølgende på beregninger baseret på medioficerede B-gruppe dødeligheder. Danmarks Statistik har fra og med 2010 (dvs. dødelighedstavlen for 2008:2009) ændret metode og beregningsgrundlag for beregning af middellevetider. Disse baseres på nu oplysninger fra CPR-registeret og beregninger på C-grupper, jf. Danmark Statistik (2010b) og <http://www.dst.dk/Vejviser/Portal/Befolkning/Middellevetid.aspx>. I modsætning til DSTs tidligere dødelighedstavler er det nye format vanskeligt at approksimere ved medioficering. Den i afsnittet angivne middellevetid vil derfor for de seneste historiske år 2008:2009 til 2011:2012 afvige fra DSTs opgørelse. Der er i nærværende publikation konsistens mellem opgørelse og metode knyttet til beregning af hhv. historisk (fra 1990) og fremskrevet middellevetid. DSTs metode kan i øvrigt ikke anvendes på fremskrevet data.

I perioden fra 1995 til 2012 er middellevetiden for kvinder steget med 3,9 år svarende til 2,8 måneder om året. Selvom det er væsentligt lavere end væksten i mændenes middellevetid i samme periode (3,6 måneder pr. år), er der også for kvinderne tale om en betydelig acceleration i væksten. Til sammenligning steg middellevetiden for kvinder også med 3,9 år over perioden 1961 til 1995. Den gennemsnitlige årlige vækst er kun på 1,4 måneder i denne periode.

Fremskrivningen indebærer, at væksten i middellevetiden i de første år er lavere end i den seneste historiske periode og ligger på ca. 1,9 måneder pr. år indtil 2020. Væksten reduceres gradvist gennem fremskrivningsperioden og ligger på ca. 1 måned om året ved udgangen af århundredet, jf. Figur 12.

Middellevetiden vokser således fra 82,0 år i 2012 til 83,4 år i 2020. I 2050 er middellevetiden for kvinder vokset til 87,5 år. Det betyder dels, at væksten i middellevetiden for kvinder frem til 2050 er mindre end for mænd og dels, at væksten ligger betydeligt under den gennemsnitlige vækst i middellevetiden for kvinder i det 20. århundrede.

Figur 12. Vækst i middellevetid. 10 års glidende gennemsnit



Anm.: Væksten frem år 1985 er beregnet alene på dødelighedsdata fra HMD, mens vækstrater derefter er helt eller delvist baseret på data fra DST. Den lodrette streg angiver sidste dataår 2012.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013, DST, Human Mortality Database (HMD) og egne beregninger.

4.13.2 Fremtidig udvikling i restlevetiden for 60-årige

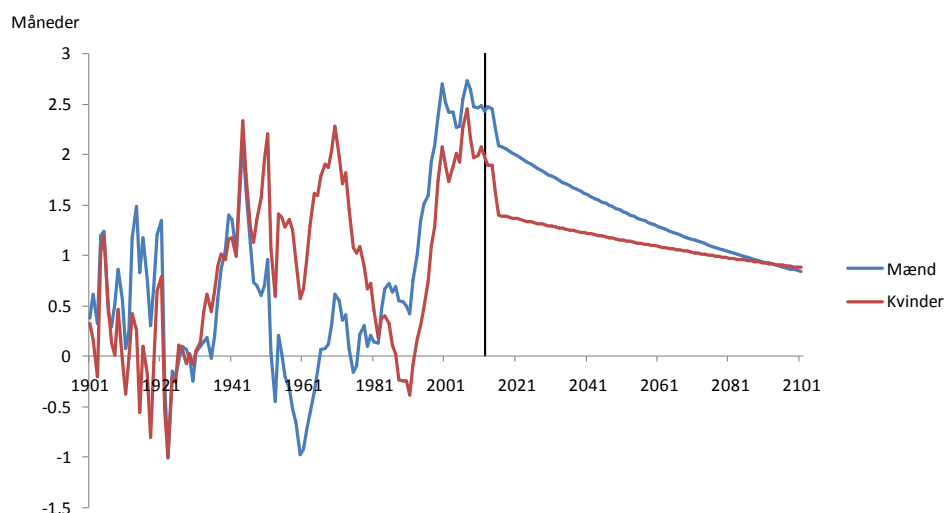
Restlevetiden for 60-årige mænd er vokset fra 17,7 år i 1995 til 21,2 år i 2012, hvilket svarer til en gennemsnitlig årlig vækst i perioden på 2,5 måneder pr. år. Relativt til den tidligere historiske udvikling er der tale om en bemærkelsesværdig høj vækst i denne periode. Til sammenligning kan det nævnes, at restlevetiden for en 60-årig mand steg absolut med 3,2 år i perioden fra 1901 til 1995, svarende til gennemsnitligt 0,4 måneder årligt.

Resultatet af fremskrivningen er, at væksten i restlevetiden for 60-årige mænd falder tilbage mod niveauet før 1995, men at væksten også på langt sigt forbliver højere end i perioden før 1995. Fremskrivningen indebærer, at væksten i de første år er på omkring 1,9 måneder om året – hvilket er noget lavere end væksten siden 1995. Fra dette niveau falder den årlige vækst gradvist mod et langsigtet niveau på godt 0,8 måneder om året, jf. Figur 13.

Som for mænd er der sket en mærkbar stigning i væksten i restlevetiden for 60-årige kvinder i de seneste år. I denne periode er restlevetiden vokset med 2,8 år, hvilket svarer til en gennemsnitlig stigning på 2 måneder om året. Til sammenligning steg restlevetiden for 60-årige kvinder også med 2,8 år i perioden fra 1955 til 1995, hvilket svarer til en årlig vækst på lidt under 1 måned.

Fremskrivningen indebærer, at væksten på kort sigt bliver noget lavere end i den seneste periode og vil ligge på omkring 1,3 måneder om året, hvilket dog er markant højere end i perioden umiddelbart forud for 1995. Væksten er svagt faldende over tid og er på langt sigt godt 0,8 måneder om året, jf. Figur 13.

Figur 13. Vækst i restlevetid for 60-årige. 10 års glidende gennemsnit



Anm.: Væksten frem år 1985 er beregnet alene på dødelighedsdata fra HMD, mens vækstrater derefter er helt eller delvist baseret på data fra DST. Den lodrette streg angiver sidste dataår 2012.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013, DST, Human Mortality Database (HMD) og egne beregninger.

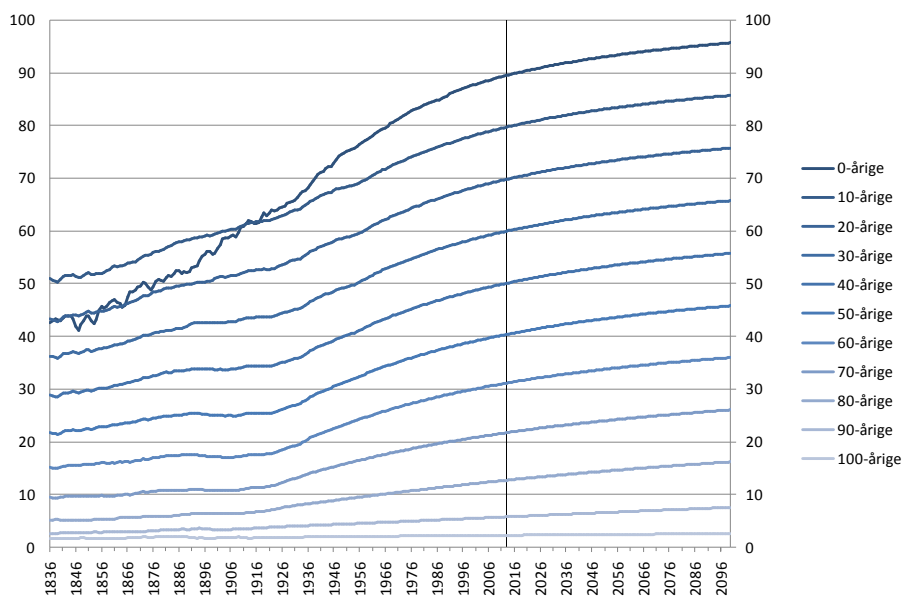
4.14 Kohorterestlevetid

Som anført i afsnit 4.10 beskriver det traditionelle restlevetidsbegreb et fiktivt livsforløb, der leves inden for ét kalenderår og kan derfor ikke anvendes til vurdering af hvor gammel et virkeligt individ kan forventes at blive. Til dette formål kan i stedet anvendes kohorterestlevetid, der i modsætning til det traditionelle periodiske restlevetidsbegreb ikke er baseret på de aldersfordelte dødeligheder på ét givet tidspunkt, men derimod tager udgangspunkt i

dødelighederne knyttet til en given fødselsårgang. For en person født i år 2013, vil kohortemiddellevetiden således være baseret på dødeligheden for 0-årige i 2013, dødeligheden for 1-årige i 2014, osv.. Det periodiske restlevetidsbegreb er fordelagtigt, idet man med blot få års dødelighedsdata kan frembringe en serie for udviklingen i restlevetiden, i modsætning til kohorterestlevetid, der for eksisterende generationer forudsætter en fremskrivning af dødelighederne og for afdøde generationer forudsætter eksistensen af historisk dødelighed gennem et helt livsforløb.

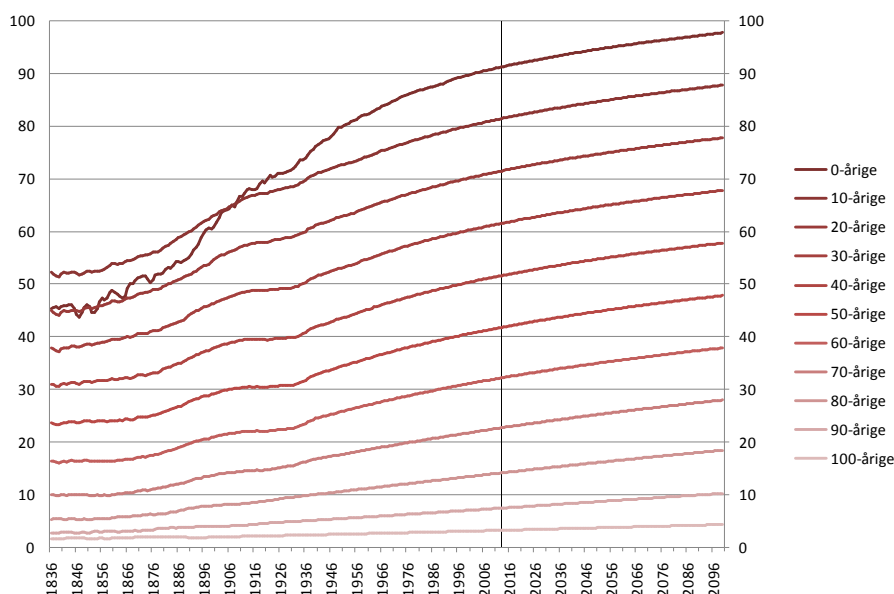
Idet kohorterestlevetiden indregner, at dødeligheden falder over tid, vil niveauet for kohorterestlevetiden være højere end for den periodiske restlevetid. Figur 14 og Figur 15 gengiver for kohorter udviklingen i den periodiske aldersfordelte restlevetid fra Figur 10 og Figur 11. Den lodrette streg i Figur 14 og Figur 15 angiver de middel- og restlevetider som en person, der er 0 år i 2013 forventes at have gennem sit livsforløb. Baseret på fremskrivningen af dødeligheden, kan en 0-årig dreng og pige i 2013 se frem til at blive hhv. 89,5 år og 91,3 år gamle. Opgjort iht. det periodiske restlevetidsbegreb opnås disse middellevetidsniveauer for mænds vedkommende først i år 2083 og for kvinders vedkommende så sent som i år 2088. De medlemmer af generationen, der når at fylde 60 år, kan for mænds vedkommende forvente at leve yderligere 31,1 år, mens 60-årige kvinders forventede restlevetid er 32,3 år. Opgjort periodisk opnås tilsvarende niveauer for 60-åriges restlevetid i år 2093 for mænd og i år 2096 for kvinder.

Figur 14. Udviklingen i kohorterestlevetid for mænd, udvalgte aldersgrupper



Anm.: Der er anvendt medioficerede dødeligheder, jf. anm. til Figur 10 til beregning af kohorterestlevetid. Der er set bort fra manglende konsistens mellem dataformaterne over tid (A- vs. B-grupper). Dateringen anvendt i figuren henviser til sidste år anvendt til medioficeringen og angiver det år kohorten var 0 år gammel. Den lodrette streg angiver de restlevetider, som et individ, der var 0 år i 2013 (2012:2013) kan forvente at have gennem sit livsforløb.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013, DST, Human Mortality Database (HMD) og egne beregninger.

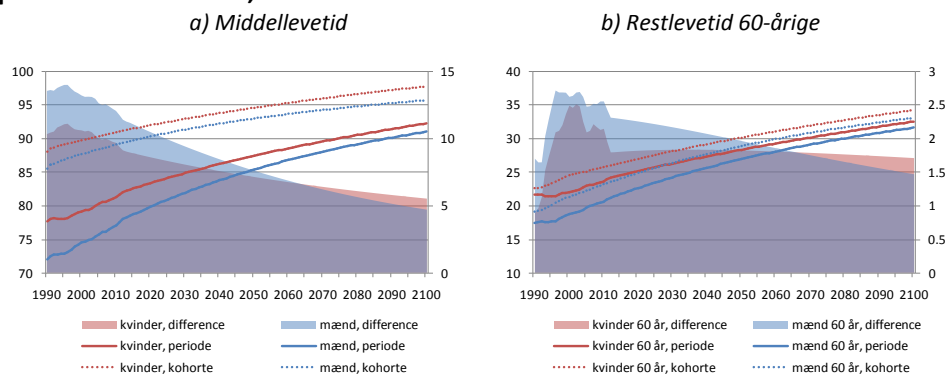
Figur 15. Udviklingen i kohortestlevetid for kvinder, udvalgte aldersgrupper

Anm.: Der er anvendt medioficerede dødeligheder, jf. anm. til Figur 10 til beregning af kohortestlevetid. Der er set bort fra manglende konsistens mellem dataformaterne over tid (A- vs. B-grupper). Dateringen anvendt i figuren henviser til sidste år anvendt til medioficeringen og angiver det år kohorten var 0 år gammel. Den lodrette streg angiver de restlevetider, som et individ, der var 0 år i 2013 (2012:2013) kan forventes at have gennem sit livsforløb.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013, DST, Human Mortality Database (HMD) og egne beregninger.

Bortset fra niveauforskellen er tendensen i udviklingen i kohortestlevetiden den samme som i den periodiske restlevetid. I Figur 16 er udviklingen i middel- og restlevetiden for 60-årige opgjort efter hhv. kohorte- og den periodiske tilgang. For både mænd og kvinder gælder det, at forskellen mellem kohorte- og periodisk restlevetid mindskes over tid. Samtidigt kan det bemærkes, at det indbyrdes forhold mellem mænd og kvinders middellevetid er relativt konstant på tværs af årgange, mens forskellen i den periodiske opgørelse som tidligere nævnt indsnævres over tid. Den absolutte forskel mellem kohortebegrebet og det periodiske begreb er væsentlig større for middellevetiden end for restlevetiden for 60-årige, hvilket skal tilskrives, at beregningen af middellevetid indregner faldet i dødeligheden gennem et helt livsforløb, men restlevetiden for 60-årige alene indregner dødelighedsudviklingen efter 60 års alderen.

Figur 16. Udvikling (venstre akse) og absolut forskel (højre akse) i kohorte- og periodisk restlevetid, år



Anm.: For kohortestlevetid angiver dateringen i a) året hvor personen har alder 0 år og i b) året hvor personen er 60 år gammel. Dermed betragtes forskellige generationer i a) og b). Datering angiver for periodisk restlevetid det tidspunkt, hvor et fiktivt individ gennemlever hhv. hele sit livsforløb og sit resterende livsforløb efter det 60. leveår.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013, DST og egne beregninger.

Der er som tidligere nævnt speciel opmærksomhed omkring udviklingen i restlevetiden for 60-årige grundet indekseringsmekanismen i tilbagetrækningsreformen. Denne er baseret på udviklingen i det periodiske restlevetidsbegreb og fastlagt med henblik på at sikre, at perioden på folkepension på sigt udgør 14,5 år. Såfremt kriteriet om en maksimal korrektion i folkepensionsalderen på et 1 år hvert 5. år respekteres, er udviklingen i folkepensionsalderen til og med år 2050 uafhængig af om det er kohorte eller den periodiske restlevetid, der lægges til grund. På sigt tilsiger udviklingen i kohortestlevetiden for 60-årige dog et højere niveau for folkepensionsalderen end den periodiske restlevetid giver anledning til.

4.15 Sammenfatning af resultater om restlevetidsstigning

Den hastigere reduktion i de aldersbetingede dødeligheder fra 1995 har betydet, at middellevetiden og specielt restlevetiden for 60-årige er vokset markant hurtigere gennem de seneste år end i de foregående 40 til 50 år. Udviklingen er særlig kraftig for mænd.

Tilsvarende stigninger i vækstraten for levetiden er indtrådt omkring 1980 i de øvrige nordiske lande og en række andre vestlige lande. I disse lande har de højere vækstrater været fastholdt i den mellemliggende periode. Vækstraten i Danmark er fra 1995 på niveau med de øvrige vesteuropæiske lande, jf. DREAMS Befolkningsfremskrivning 2006.

På denne baggrund er det valgt at opfatte ændringen i 1995 som et strukturelt brud og derfor basere estimationen af de aldersbetingede dødeligheder på en kort dataserie fra 1990. Det betyder, at fremskrivningen på det korte sigt får en

vækstrate i restlevetiden, som ligger i underkanten af væksten i perioden 1995-2012, og som gradvist reduceres til et niveau, der svarer til den langsommere vækst i perioden fra 1950-1995.

2013-fremskrivningen afstedkommer en mindre stigning i den forventede vækst i den aldersbetingede restlevetid forhold til sidste års fremskrivning, som ligeledes var baseret på en dataserie fra 1990. På langt sigt vil mænd og kvinders middellevetid være henholdsvis 0,3 år og 0,2 år højere end tidligere forventet. Ændringen i middellevetiden genfindes i restlevetiden for 60-årige, der er øget med 0,2 år for begge køn relativt til det langsigtede skøn i Befolkningsfremskrivning 2012.

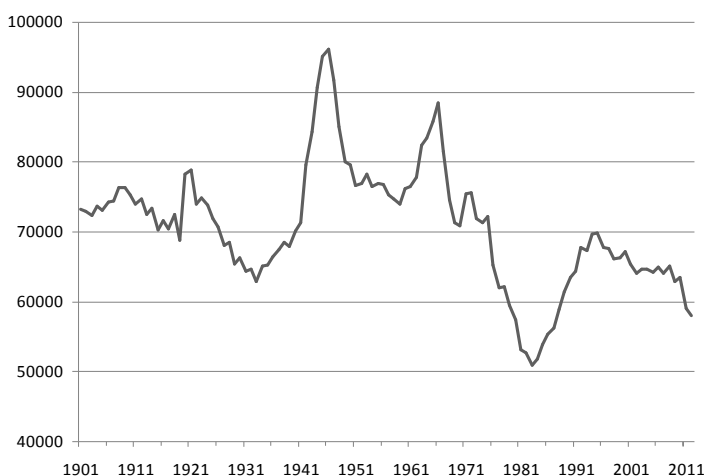
For yderligere bemærkninger til forskellen i middellevetidsudviklingen i de to fremskrivinger henvises til kapitel 8.

5 Fødsler og Fertilitet

5.1 Historisk udvikling i fødsler og fertilitet

Størrelsen af fødselsårgangene har varieret betydeligt gennem det 20. århundrede. Største årgang (1946) er med godt 96.000 fødsler omtrent dobbelt så stor som mindste årgang (1983) med knap 51.000 fødsler. De største årgange – på mere end 80.000 fødsler – findes i perioden fra 1943-50 og blandt disse generationers børn i 1963-67. De mindste årgange på under 60.000 findes i perioden 1979-88, jf. Figur 17.

Figur 17. Antal fødte pr. år, 1901-2012



Kilde: Statistikbanken, tabel HISB3 (1901-1989) og udtræk fra PSD (1990-2012)

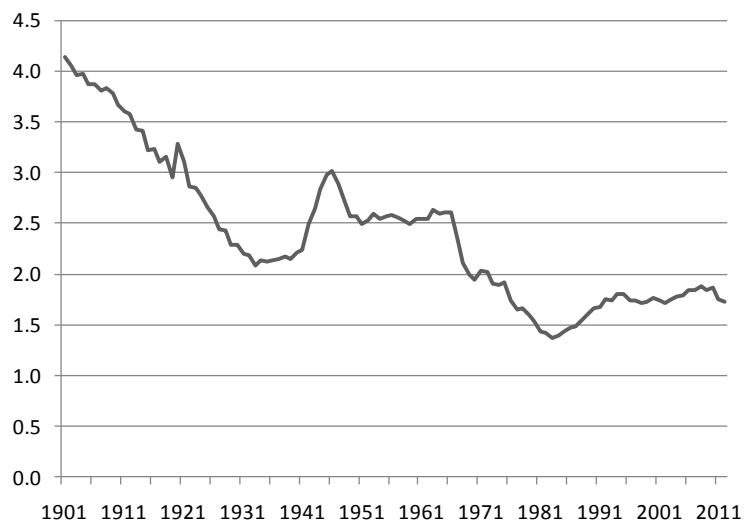
Årsagen til variationen i størrelsen af fødselsårgangene er dels variation i antallet af kvinder i den fødedygtige alder og dels variation i den samlede fertilitet.

I gennem det 20. århundrede er den samlede fertilitet – dvs. det samlede antal børn pr. kvinde i den fødedygtige alder i et givet år – faldet fra godt 4 børn pr. kvinde til et niveau i år 2000 på 1,77 barn pr. kvinde. I år 2012 er den samlede fertilitet 1,73 barn pr. kvinde.

I perioden fra 1900 til 1930 skete der en meget markant reduktion i den samlede fertilitet fra godt 4 børn til godt 2 børn pr. kvinde. Fra starten af 1940'erne til 1946 steg fertiliteten til 3,0 barn pr. kvinde for herefter at falde til omkring 2,5 barn pr. kvinde i starten af 1950'erne. Dette niveau blev fastholdt frem til midten af 60'erne, hvor en ny periode med markante reduktioner i den samlede fertilitet indtrådte. Faldet fortsatte frem til 1983, hvor fertiliteten nåede ned på 1,38 barn pr. kvinde. Det er det hidtil laveste niveau for den samlede fertilitet i Danmark. Herefter steg fertiliteten frem til 1995, hvor den nåede et niveau på 1,81 barn pr. kvinde. Herefter har fertiliteten svinget mellem 1,7 og 1,9 barn pr. kvinde, jf.

Figur 18. Det bemærkes, at der fra 2010 til 2012 er observeret et fald i den samlede fertilitet på 0,14.

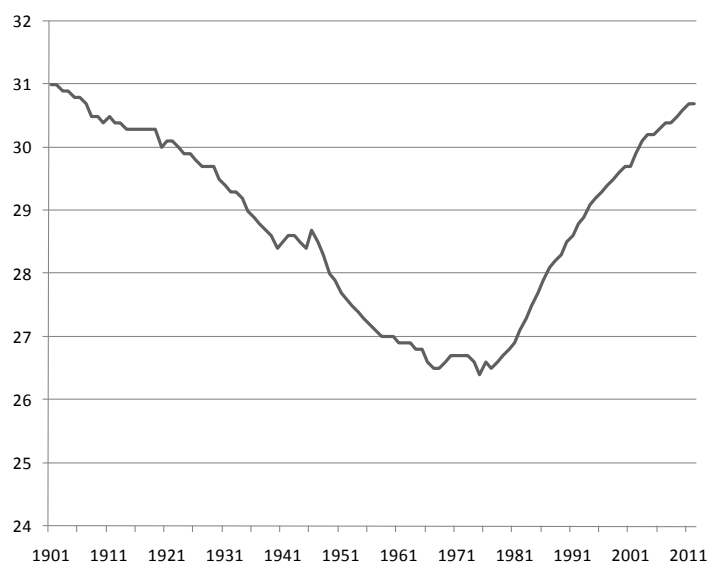
Figur 18. Udviklingen i den samlede fertilitet i perioden 1901 – 2012



Kilde: Statistikbanken, tabel FOD3.

De meget store årgange i 1940'erne hænger således i meget høj grad sammen med, at fertiliteten i denne periode var ekstraordinært høj.

Figur 19. Gennemsnitsalder for fødende kvinder, 1901-2012



Kilde: Statistikbanken, tabel FOD11.

De store årgange fra starten af 1960'erne er derimod alene en ekkovirkning af de store generationer fra 1940'erne, idet fertiliteten i denne periode var forholdsvis konstant. De meget små generationer i 1980'erne er en kombination af, at

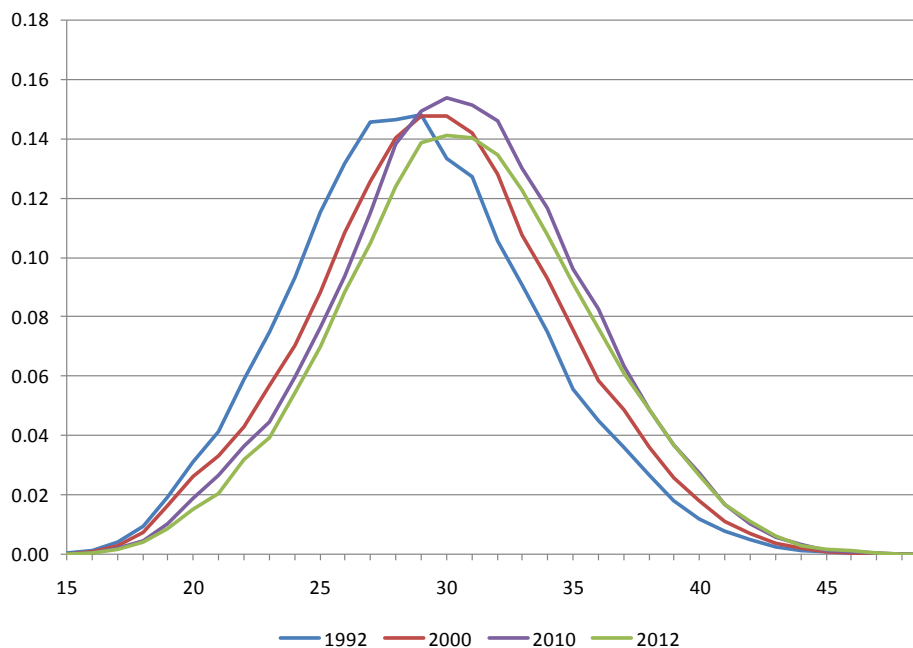
årgangene i 1950'erne ikke var store som i 1940'erne og at disse årgange også havde en lavere fertilitet.

Den relativt beskedne ændring i den samlede fertilitet i de seneste år dækker over en betydelig forskydning i den aldersfordelte fertilitet. Der er en klar tendens til, at moderens alder ved fødslen er voksende, jf. Figur 19.

Frem til 1975 var der tale om en gradvist faldende gennemsnitsalder for fødende kvinder. I de første 75 år af det 20. århundrede faldt gennemsnitsalderen med 4,6 år til 26,4 år. I den sidste fjerdedel af sidste århundrede har gennemsnitsalderen derimod været markant stigende og er i 2012 30,7 år, hvilket er næsten lige så højt som ved starten af det 20. århundrede.

Stigningen i gennemsnitsalderen for fødende kvinder igennem de seneste årtier er karakteriseret ved, at fordelingen for aldersbetinget fertilitet forskydes. Således har der fra 1992-2010 været et betydeligt fald i den aldersbetingede fertilitet op til det 28. år, mens der har været en endnu større stigning i den aldersbetingede fertilitet for kvinder over 28 år. Bevægelsen er sket gradvist gennem perioden, jf. Figur 20. Fra 2010 til 2012 er der sket et markant fald i fertiliteten, hvilket primært skal henføres til de 28-35-årige.

Figur 20. Aldersbetinget fertilitet i 1992, 2000, 2010 og 2012



Kilde: Egne beregninger på PSD.

5.2 Fremskrivning af aldersbetingede fertilitetskvotienter

Fremskrivningen af fertilitet foretages ved at fremskrive den aldersbetingede fertilitet for hver oprindelsesgruppe. I modsætning til estimationen af dødeligheder estimeres den enkelte aldersgruppes fertilitet uafhængigt af den samlede fertilitet og vil derfor også være uafhængig af de øvrige aldersgruppes fertilitet. Udviklingen i den samlede fertilitet i fremskrivningen fremkommer som en sum af udviklingen i de enkelte aldersgruppes fertilitet. Der er historisk set større udsving i fertilitet end i dødelighed, hvorfor udviklingen på kort sigt bestemmes på baggrund af den nuværende trend i fertiliteten, mens fertiliteten på langt sigt konvergerer mod et eksogent ligevægtsniveau.

Det er udelukkende for de tre største oprindelsesgrupper, at der er et tilstrækkeligt antal observationer til at kunne estimere den aldersbetingede fertilitet med et-års alderstrin. De tre grupper er: Personer med dansk oprindelse, indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab og indvandrere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab. For disse grupper uddrages for hver alder mellem 15 og 49 år trenden af den historiske udvikling i fertiliteten og den aldersbetingede fertilitet fremskrives derefter ved hjælp af disse trends. Trenden i den aldersbetingede fertilitet udledes ved anvendelse af en metode benævnt *Cubic Spline Smoothing*. Fremgangsmåden beskrives i afsnit 5.4. I årets fremskrivning er trenden i den aldersafhængige fertilitet ikke som tidligere udledt på baggrund af historisk data, men derimod på baggrund af såkaldte skæve normalfordelinger tilpasset til data. Denne fremgangsmåde skønnes at sikre en større robusthed i trenden over for midlertidige udsving i de enkelte aldersgrupper. Specielt opnås et bedre estimationsgrundlag for indvandrere, hvor data er præget af udsving, der tilskrives en kombination af en initialt lille befolkningsgruppe og ændret adfærd for nyindvandrede relativt til herboende. Tilgangen er beskrevet i afsnit 5.3.

De resterende befolkningsgrupper er små og det er problematisk at fremskrive fertiliteten for disse grupper af to grunde. For det første medfører gruppernes størrelse en betydelig statistisk usikkerhed. For det andet er de kvindelige medlemmer af efterkommergrupperne hovedsageligt under 25 år, hvilket betyder, at det er særdeles vanskelig at skønne over den aldersbetingede fertilitet for den ældste halvdel af den fødedygtige alder på grund af manglende data. Fremskrivningen konstrueres derfor ved at sammenligne den aldersbetingede fertilitetsprofil for hver enkelt af de små befolkningsgrupper med den tilsvarende aldersbetingede fertilitetsprofil for de tre store grupper. Ved hjælp af lineær regressionsanalyse på observationer for de seneste 5 år estimeres de små befolkningsgruppes aldersbetingede fertilitet som et vejte gennemsnit af de tre store gruppes aldersbetingede fertilitet. Herefter fremskrives den aldersbetingede fertilitet for de små befolkningsgrupper på grundlag af fremskrivningerne af de tre store gruppes aldersbetingede fertilitet. I afsnit 5.5 uddybes metoden. Regressionsanalysen er baseret på fertilitetsdata tilpasset en skæv normalfordeling. Dog muliggør datagrundlaget for

efterkommere ikke en sådan tilpasning, hvorfor regressionerne her er baseret på ukorrigeret data, men blot omfattende den nederste halvdel af de fertile aldre.

De fundne estimater for den aldersbetingede fertilitet er meget afhængige af de seneste observerede dataår og må således betragtes som det bedste bud på den kortsigtede udvikling i fertilitet. På kort sigt kan der dermed være stor forskel i udviklingen i fertilitet for befolkningsfremskrivninger med forskelligt basisår. Idet tilføjelsen af et enkelt dataår imidlertid ikke indeholder information, der gør os mere vidende om det mellemlange og lange sigt, er det ikke hensigtsmæssigt at denne variation tillades at afspejle sig i den langsigtede udvikling. For således at sikre, at langsigtet udviklingen ikke ændres nævneværdigt ved indførelsen af et nyt dataår, bestemmes ved anvendelse af en *Richardskurve* konvergensten mod et eksogent fastlagt niveau.

Langsigtsniveauet tænkes at afspejle et skøn for den fremtidige kohortefertilitet, der er baseret på de eksisterende kohorters enten hele eller delvise fuldførelse af deres fertile aldre. Grundet det fortsatte fald i den historiske fertilitet har det i årets fremskrivning været nødvendigt at korrigere i parametrene fastlæggende udviklingen i Richardskurven for at undgå en uplausibel nedskrivning i kohortefertiliteten for udvalgte årgange. Dette behandles i afsnit 5.6.

Overvejelser knyttet til fastlæggelse af langsigtsniveauet præsenteres i afsnit 5.7 og i afsnit 5.9.

5.3 Udglatning af aldersbetinget fertilitet i den historiske periode ved tilpasning til skæv normalfordeling

Aldersafhængige trends udledes som nævnt ovenfor på baggrund af udviklingen i fertiliteten i perioden 1992-2012. Specielt i begyndelsen af perioden er udviklingen over tid præget af det relativt tynde datagrundlag, hvilket afstedkommer usystematiske fluktuationer i aldersprofilerne. For efterkommere og indvandrere med dansk statsborgerskab eksisterer dette mønster gennem hele den historiske periode. Med henblik på at sikre en større robusthed af de udledte trends er data efter normering med den samlede fertilitet tilpasset tætheden for en såkaldt skæv normalfordeling

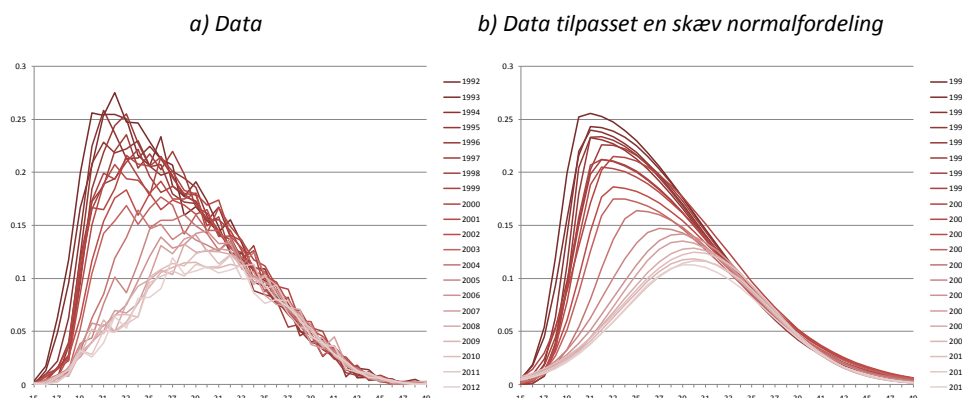
$$f(x, \xi, \omega, \alpha) = \frac{2}{\omega} \phi\left(\frac{x - \xi}{\omega}\right) \Phi\left(\alpha \left(\frac{x - \xi}{\omega}\right)\right)$$

hvor ϕ og Φ er henholdsvis tætheden og fordelingsfunktionen for standardnormalfordelingen. Parametrene ξ , ω og α angiver henholdsvis fordelingsens position (*location*), skalering (*scale*) og form (*shape*). Anvendelse af en skæv normalfordeling fremhæves i bl.a. Mazzuco & Scarpa (2011) som beskrivende data bedre sammenlignet med Gamma-, Hadwiger og Peristara-Kostaki-fordelinger, når fertiliteten er unimodal, dvs. når fordelingen over alder

blot indeholder et toppunkt. Parametrene har ikke en direkte demografisk fortolkning, men det kan vises, at ξ er en funktion af fordelings middelværdi og dermed en funktion af gennemsnitsalderen for fødende kvinder illustreret i Figur 19. Tilsvarende er ω ikke ækvivalent med standardafvigelsen, men proportional hermed. Parameteren α udtrykker fordelings skævhed. Såfremt $\alpha > 0$ betegnes fordelingen som højreskæv, dvs. størstedelen af sandsynlighedsmassen ligger til højre for toppunktet. Fordelingen er omvendt venstreskæv, når $\alpha < 0$. $\alpha = 0$ genskaber den almindelige normalfordeling.

I Figur 21a er illustreret udviklingen i den aldersfordelte fertilitet for indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab. Figur 21b indeholder data efter tilpasning til en skæv normalfordeling. Som det ses, vil tilpasningen afstedkomme en udjævning af fluktuationer på tværs af alder i data og dermed give anledning til mindre variation i trends mellem naboaldersgrupper. Sidstnævnte egenskab vil betyde, at de fremskrevne aldersfordelinger i højere grad end i tidligere fremskrivninger vil være en gengivelse af det historiske mønster, hvilket illustreres i afsnit 5.9.

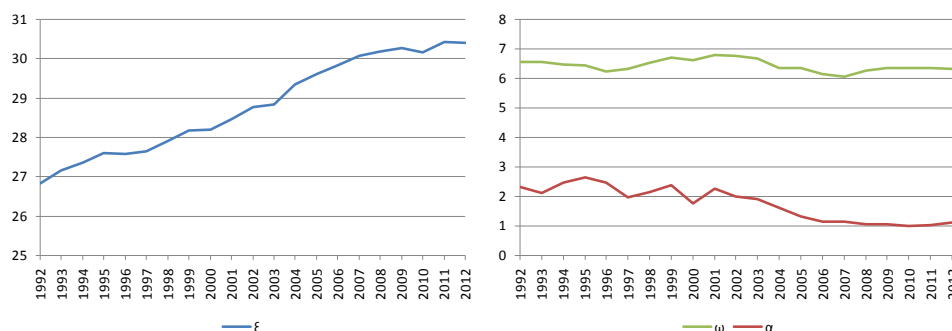
Figur 21. Udviklingen i aldersfordelt fertilitet 1992-2012, indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab



Kilde: Egne beregninger på PSD.

Af Figur 21 fremgår det desuden, at der over tid er sket ikke blot et markant fald i den samlede fertilitet, jf. også Figur 24, men også en forskydning af aldersprofilen mod højre, som udtryk for en stigning i den gennemsnitlige alder for fødende kvinder. Ændringen i aldersprofilen kan endvidere aflæses fra udviklingen i parameterestimaterne for normalfordelingerne, jf. Figur 22.

Figur 22. Udvikling i parameterestimer 1992-2012, indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab



Kilde: Egne beregninger på PSD.

Stigningen i positionsparameteren ξ afspejler forskydningen af fordelings gennemsnit mod højre og dermed indirekte en forskydning af den gennemsnitlige alder for fødende. Skaleringsparameteren ω har været relativt stabil over perioden, hvilket indikerer, at fordelings varians er stort set uændret. For indvandrere er udviklingen i skævhedsparameteren α interessant, idet faldet indikerer, at fordelingen over tid er blevet mere symmetrisk og dermed mindre højreskæv end det oprindeligt var tilfældet.

5.4 Estimation af den aldersbetingede fertilitet for de store grupper

Trenden i den aldersbetingede fertilitet udledes for hver af de tre store befolkningsgrupper ved anvendelse af *Cubic Spline Smoothing* (CSS), jf. Hyndman, King & Billah (2002). Metoden indebærer tilpasning af en speciel funktionsform til data, hvilket resulterer i en udglattet kontinuert form, der i sin simpleste version har konstant hældning i endepunkterne, hvor de andenafledte således er nul. Metoden indebærer, at et tredjegradspolynomium tilpasses mellem hvert par af datapunkter under antagelse om, at det respektive interval opdeles i delintervaller af samme længde. Mellem n datapunkter tilpasses således $n - 1$ tredjegradspolynomier med individuelle koefficienter. Haves således datapunkterne (x_i, y_i) hvor $i = 1, \dots, n$, estimeres for hvert interval en funktion af formen

$$S_i(x) = a_i(x - x_i)^3 + b_i(x - x_i)^2 + c_i(x - x_i) + d_i \text{ for } x \in [x_i, x_{i+1}]$$

Samlet omtales disse individuelle funktionssektioner som *the spline*, $S(x)$. Tilpasningen til den polynomiale funktionsform sker under antagelser om kontinuitet mellem de individuelle funktioner og deres første- og andenafledte

$$\begin{aligned}S_{i-1}(x_i) &= S_i(x_i) \\S'_{i-1}(x_i) &= S'_i(x_i) \\S''_{i-1}(x_i) &= S''_i(x_i)\end{aligned}$$

Anvendes *Cubic Spline Interpolation* stilles yderligere det krav, at $S(x)$ skal gennemløbe samtlige datapunkter. Således opnås ikke en udglattet form, men derimod en funktionsform, der fluktuerer kraftigt. I nærværende situation er man netop interesseret i en udglattet form, hvorfor der i tilpasningen slækkes på kravet om gennemløb af samtlige datapunkter. Kravet erstattes af en kombineret afvejning af kriterier indebærende, at funktionens afstand til data minimeres og at den samtidig udviser begrænset kurvatur. Afstanden til data, D , måles som summen af de kvadratiske afvigelser mellem y_i og $S(x_i)$, dvs.

$$D = \sum_{i=1}^n (S(x_i) - y_i)^2$$

D er oplagt mindst, når $S(x_i)$ gennemløber samtlige datapunkter. Dette indbefatter dog som nævnt voldsom kurvatur, hvilken måles som den integrerede værdi af den andenafledte spline

$$\int |S''(x)|^2 dx$$

Dette udtryk minimeres, når den andenafledte er nul, dvs. når $S(x)$ er en ret linie. Dette ville formodentligt resultere i en høj værdi af afstandsmålet D , hvis minimum jo er forbundet med en høj grad af kurvatur. Kravet til tilpasningen af $S(x)$ er derfor givet som en kombination af de to mål. Restrikeret af kravene om kontinuitet søges derfor følgende udtryk minimeret

$$W = D + \alpha \int |S''(x)|^2 dx$$

hvor parameteren α angiver den vægt, der pålægges afstandskravet. Er α lille vil minimering af W medføre, at $S(x)$ ligger tæt på de faktiske data. Parameteren bestemmes her automatisk ved minimering af det såkaldte *Generalized Cross Validation* (GCV) kriterium²⁸.

Efter estimation af $S(x)$ noteres hældningen mellem de to sidste punkter i splinen samt værdien i endepunktet, dvs. $S(x_n)$, hvilket angiver henholdsvis

²⁸ Se eksempelvis Burrage, Williams, Erhel & Pohl (1994) for en teoretisk specificering af denne almindeligt anvendte fremgangsmåde til fastlæggelse af parameteren α . Papiret tager udgangspunkt i Wahbas originalfremstilling fra 1979.

retningen og udgangspunktet for fremskrivningen. Fremskrivningen fremkommer ved anvendelse af funktionen $f(t) = \exp\left(\frac{at+b}{t+c}\right)$.

Parameteren c angiver den såkaldte tilpasningshastighed for fremskrivningen og er et udtryk for, hvor hurtigt udviklingen i fertiliteten stabiliseres. Havde udviklingen i fertiliteten fortsat lineært fra splinens endepunkt med den her beregnede hældningskoefficient, ville fertiliteten stabiliseres efter c perioder.

Generelt indebærer en lav værdi af c , at udviklingen stabiliseres relativt hurtigt, idet afstanden til det for dette c gældende stabile niveau er rimelig kort. Et større c betyder, at det stabile niveau afviger mere fra niveauet angivende udgangspunktet for fremskrivningen. Samtidig vil et større c afstedkomme en langsommere tilpasning til det stabile niveau.

Således indikerer størrelsen af c altså ikke hastigheden for tilpasning til et for alle værdier af c gældende langsigtsniveau, men derimod hastigheden af tilpasning til en individuel stabil tilstand, i fald udviklingen havde været lineær. At funktionen $f(t)$ er sammensat af en eksponential- og potensfunktion betyder, at udviklingen i fertiliteten netop ikke vil være lineær, hvilket resulterer i en over tid langsommere tilpasning til det stabile niveau.

Koefficienterne a og b bestemmes således, at såvel hældningen som funktionsværdien i det sidste datapunkt, svarende til $t = 0$, er sammenfaldende med henholdsvis hældningen mellem splinens sidste to punkter og værdien i dennes endepunkt. Med andre ord bestemmes a og b således at følgende er opfyldt

$$\begin{aligned} f(0) &= S(0) \\ f'(0) &= S'(0) \end{aligned}$$

hvor $t = x_n = 0$ svarer til det sidste historiske år i den anvendte dataserie. Dette medfører, at

$$\begin{aligned} a &= c \frac{S'(0)}{S(0)} + \ln(S(0)) \\ b &= c \ln(S(0)) \end{aligned}$$

Med fastlæggelse af disse koefficienter kan fremskrivningen af de aldersafhængige fertilitetskvotienter gennemføres ved simpel indsættelse i fremskrivningsfunktionen $f(t)$.

Udgangspunktet for estimationen er de mediobaserede alders- og oprindelsesfordelte fertilitetskvotienter for årene 1992-2012 beregnet iht.

beskrivelsen i afsnit 2.2.5 og tilpasset en skæv normalfordeling som beskrevet i afsnit 5.3. For personer af dansk oprindelse samt indvandrere fra hhv. vestlige og ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab fremskrives fertilitetskvotienterne for de 15-49-årige ved først at anvende *cubic spline smoothing* på hver enkel aldersgruppe og dernæst indsætte resultatet i funktionen $f(t)$. Med dette udgangspunkt kan udviklingen i aldersfordelt fertilitet bestemmes for de resterende befolkningsgrupper.

Grundet det fortsatte fald i fertiliteten fra 2011-2012, har det i årets fremskrivning været nødvendigt at ændre værdien af c fra 5 til 1 for at undgå et urealistisk lavt kortsigtet fertilitetsniveau. Som nævnt suppleres dette senere med en ændring i konvergenshastigheden mod langsigtsniveauet med henblik på stabilisering af kohortefertiliteten.

5.5 Bestemmelse af fertilitetskvotienter for de øvrige befolkningsgrupper

Fremskrivning af fertilitetskvotienter for de øvrige befolkningsgrupper gennemføres grundet det tynde datamateriale ved en alternativ fremgangsmåde. Ved at sammenligne fertilitetsprofilen over alder på et givet tidspunkt for hver enkelt af de små befolkningsgrupper med den tilsvarende profil i de tre store befolkningsgrupper, kan det konstateres hvorvidt der er sammenfald i udviklingen de seneste fem år.

Fertilitetskvotienterne for hver af de små grupper regresseres på kvotienterne i de af de store befolkningsgrupper, hvor der er konstateret en ensartet udvikling. Til brug for denne regressionsanalyse pooler data for op til de seneste fem år sammen, således der for hver af de små grupper maksimalt fremkommer tre signifikante regressionskoefficienter, svarende til at samtlige af de store grupper har forklaringssevne. For indvandrere med dansk statsborgerskab er regressionen som tidligere nævnt ikke baseret på rådata, men derimod data tilpasset en skæv normalfordeling. For efterkommere er regressionen funderet i rådata, idet fertilitetsprofilen er for ufuldstændig til, at en skæv normalfordeling giver en fornuftig tilpasning. Regressionskoefficienterne anvendes sammen med fremskrivningen af fertilitetskvotienterne for de relevante hovedgrupper til at konstruere fremskrivningen for de mindre befolkningsgrupper.

På grund af manglende observationer er det ikke samtlige aldersgrupper, der indgår i regressionen for visse af de små befolkningsgrupper. Således er estimationen for efterkommere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab blot baseret på de 15-35-årige, mens der i estimationen for grupperne efterkommere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab og efterkommere fra ikke-vestlige lande med dansk statsborgerskab blot indgår data for 15-33-årige.

Det findes ved analysen, at udviklingen i fertiliteten for befolkningsgrupperne indvandrere fra vestlige lande med dansk statsborgerskab, efterkommere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab samt efterkommere fra vestlige lande med dansk statsborgerskab forklares af udviklingen i fertiliteten for de to store befolkningsgrupper personer af dansk oprindelse og indvandrere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab.

Den seneste udvikling i fertiliteten for befolkningsgruppen indvandrere fra ikke-vestlige lande med dansk statsborgerskab er bedst forklaret af en kombination af udviklingen i fertiliteten for befolkningsgrupperne personer med dansk oprindelse og indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab.

Til fremskrivningen af fertiliteten for henholdsvis efterkommere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab og efterkommere fra ikke-vestlige lande med dansk statsborgerskab anvendes udviklingen i fertiliteten for indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab og personer med dansk oprindelse.

5.6 Konvergens af fertilitet på langt sigt

På kort sigt beregnes udviklingen i fertiliteten som nævnt ved at ekstrapolere de eksisterende trends fundet ved *Cubic Spline Smoothing*. Der er historisk set meget store udsving i fertiliteten, hvorfor tilføjelsen af et nyt dataår til estimationen kan betyde, at den ekstrapolerede fertilitet på lang sigt ændres markant relativt til sidste års fremskrivning. Disse ændringer repræsenterer ikke, at vi er blevet meget klogere med hensyn til udviklingen i fertiliteten på lang sigt, idet der blot kan være tale om tempoeffekter, som ikke indvirker på den samlede kohortefertilitet, der opgøres, når de enkelte kohorter har gennemlevet alle de fertile aldre.

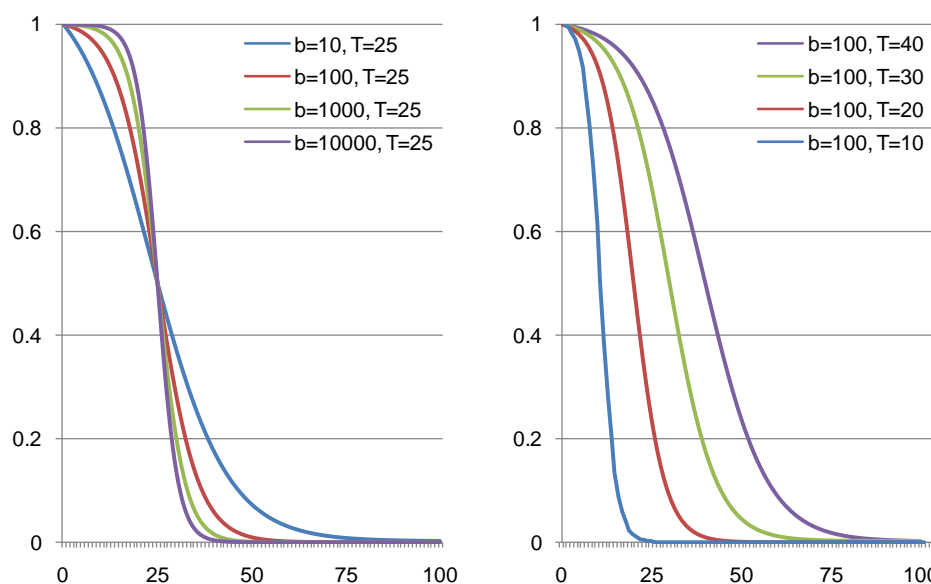
For at undgå en markante variation i fertiliteten på lang sigt indføres derfor en funktion, der vægter fertiliteten mellem den kortsigtede ekstrapolerede udvikling og en eksogen fastlagt langsigtet udvikling, der alt andet lige ikke ændres mellem to fremskrivninger. Langsigtsniveauet tænkes at afspejle et skøn for den fremtidige kohortefertilitet, der er baseret på de eksisterende kohorters enten hele eller delvise fuldførelse af deres fertile aldre. Der skal således en vedvarende ensrettet udvikling i periodefertiliteten til at ændre skønnet for langsigtsniveauet.

Funktionen, der benyttes til at vægte mellem det korte og lange sigt benævnes en *Richardskurve*, og er defineret ved

$$r_t = \left(1 - \frac{1}{1 + b \left(\frac{1}{2+b} \right)^{\frac{t}{T}}} \right) \frac{1+b}{b}$$

Funktionen har den egenskab, at den antager værdien 1 for $t = 0$, konvergerer mod 0 for t gående mod ∞ og antager værdien $\frac{1}{2}$ for $t = T$. Således er halveringstiden givet ved parameteren T , mens parameteren b er udtryk for, om konvergensen sker gradvist. På figuren ses funktionen for forskellige værdier af b og T .

Figur 23. – Richardskurve ved forskellige værdier af b og T .



Den endelige udvikling i fertiliteten, $\phi_t^{x,o}$, bestemmes således ved en vægtning af kort- og langsigtudviklingen, $\phi_t^{SR,x,o}$ og $\phi_t^{LR,x,o}$,

$$\phi_t^{x,o} = r_t \phi_t^{SR,x,o} + (1 - r_t) \phi_t^{LR,x,o}$$

Grundet det fortsatte fald i den historiske fertilitet har det i årets fremskrivning været nødvendigt at korrigere i parametrene fastlæggende udviklingen i Richardskurven for at undgå en uplausibel nedskrivning i kohortefertiliteten for udvalgte årgange. I tidligere fremskrivninger er anvendt parameterværdierne $b = 100$ og $T = 10$, men i 2013-fremskrivningen er halveringstiden T reduceret til 5 år.

5.7 Fastlæggelse af det langsigtede fertilitetsniveau

Når der bortses fra statsborgerskabsstatus anvendes til 2013-fremskrivningen samme langsigtede fertilitetsskøn som til 2012-fremskrivningen. For personer med dansk oprindelse samt efterkommere fra ikke-vestlige lande anvendes uafhængigt af statsborgerskab et langsigtetsniveau på 1,9. For efterkommere fra vestlige lande er det langsigtede niveau uagtet statsborgerskab 1,75. Indvandrere fra ikke-vestlige lande havde i 2012-fremskrivningen en langsigtet fertilitet på

1,9, mens indvandrere fra vestlige lande på sigt har en fertilitet på 1,75. Historisk noteres for indvandrere en betragtelig variation i fertiliteten på tværs af statsborgerskab, hvilken ønskes bevaret i fremskrivningen. For indvandrergrupperne bestemmes derfor statsborgerskabsspecifikke langsigtede fertilitetsrater.

Langsigtede fertilitetsniveauer for indvandrergrupperne fordelt på statsborgerskabsstatus er bestemt ud fra den på nuværende tidspunkt gældende relation mellem den samlede fertilitet for grupperne som helhed og den samlede fertilitet for den enkelte gruppe fordelt på statsborgerskab. Hvis det eksempelvis findes, at fertiliteten for indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab historisk er 1,5 pct. højere end fertiliteten for indvandrere fra ikke-vestlige lande som helhed, er det antaget, at denne relation også er bevaret på sigt²⁹. Hvis det langsigtede skøn for gruppen som helhed således er fastsat til 1,9, vil langsigtsniveauet for gruppen uden dansk statsborgerskab være 1,5 pct. højere, dvs. ca. 1,93. Eftersom indvandrerbefolkningens sammensætning på statsborgerskab ikke ændres væsentligt i fremskrivningen, vil den samlede fertilitet for gruppen som helhed på sigt være ca. 1,9 selv om der er anvendt særskilte niveauer for de enkelte statsborgerskabskategorier³⁰. Det skal bemærkes, at de langsigtede niveauer for efterkommere ikke varierer på tværs af statsborgerskab. Dette skyldes, at efterkommeres sammensætning på statsborgerskab ændres markant over tid, hvorfor de ønskede gennemsnitsniveauer ikke ville kunne opnås ved varierende langsigtsniveauer.

Fastlæggelsen af det langsigtede fertilitetsniveau sker som nævnt ud fra overvejelser omkring udviklingen i kohortefertiliteten, men kunne tænkes forbedret på flere punkter. Flere studier viser, at beslutningen om at få børn afhænger af en lang række faktorer. Flexibilitet af arbejdsmarkedet, den enkeltes højst opnåede uddannelsesniveau samt indkomst er blandt de faktorer, der kan have indflydelse på fertiliteten, jf. D'Addio & d'Ercole (2005). En modelform, der integrerede udviklingen i disse faktorer kunne derfor muligvis bidrage til en forbedring af det langsigtede skøn.

5.8 Fremskrivningsresultater

Hovedresultatet af fremskrivningen er, at den samlede fertilitet for befolkningen falder de første to år af fremskrivningsperioden for derefter at stige og stabilisere sig på et niveau omkring 1,88 fra og med 2025, jf. Tabel 2. For indvandrere fra

²⁹ Det relative forhold beregnes som et gennemsnit over de sidste tre år, senest 2010-2012.

³⁰ Variation i fertilitetsniveauerne på tværs af statsborgerskabsstatus er stort set kvantitativt ækvivalent med hvad benyttedes i 2012-fremskrivningen. Det langsigtede fertilitetsniveau for indvandrere fra ikke-vestlige lande var 1,93 for personer uden dansk statsborgerskab og 1,87 for personer med dansk statsborgerskab i både 2012- og 2013-fremskrivningen. For vestlige indvandrere uden dansk statsborgerskab er der tale om en lille nedjustering i det langsigtede niveau fra 1,76 til 1,75, mens niveauet for vestlige indvandrere med dansk statsborgerskab i 2013-fremskrivningen er 1,75 mod 1,7 i sidste års fremskrivning.

ikke-vestlige lande er udviklingen i fertiliteten initialt konstant med efterfølgende stabilisering på et højere langsigtsniveau. Fertiliteten for indvandrere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab udviser et lignende mønster, mens fertiliteten for samme gruppe med dansk statsborgerskab initialt er faldende. For efterkommere fra ikke-vestlige lande med og uden dansk statsborgerskab noteres henholdsvis en stort set konstant udvikling og en initialt konstant udvikling efterfulgt af en stigning. Udviklingen i sidstnævnte afspejler pr. konstruktion udviklingen i fertiliteten for indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab. Fertiliteten for efterkommere fra vestlige lande med og uden dansk statsborgerskab stiger gennem den første del af fremskrivning indtil stabilisering. Nedenstående tabel tydeliggør desuden hvorledes den langsigtede fertilitet tillades at variere på tværs af statsborgerskabsstatus iht. fremgangsmåden beskrevet i afsnit 5.7.

Generelt indebærer tilgangen, at fertiliteten er stort set uændret fra 2050 og fremefter.

Tabel 2. Samlet fertilitet for befolkningen som helhed og fordelt på oprindelse

	2012	2050	2100
Personer med dansk oprindelse	1.76	1.90	1.90
Indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab	1.79	1.93	1.93
Indvandrere fra ikke-vestlige lande med dansk statsborgerskab	1.87	1.88	1.88
Indvandrere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab	1.47	1.76	1.76
Indvandrere fra vestlige lande med dansk statsborgerskab	1.40	1.75	1.75
Efterkommere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab	2.20	1.90	1.90
Efterkommere fra ikke-vestlige lande med dansk statsborgerskab	1.83	1.90	1.90
Efterkommere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab	1.51	1.75	1.75
Efterkommere fra vestlige lande med dansk statsborgerskab	1.69	1.75	1.75
I alt	1.78	1.88	1.88

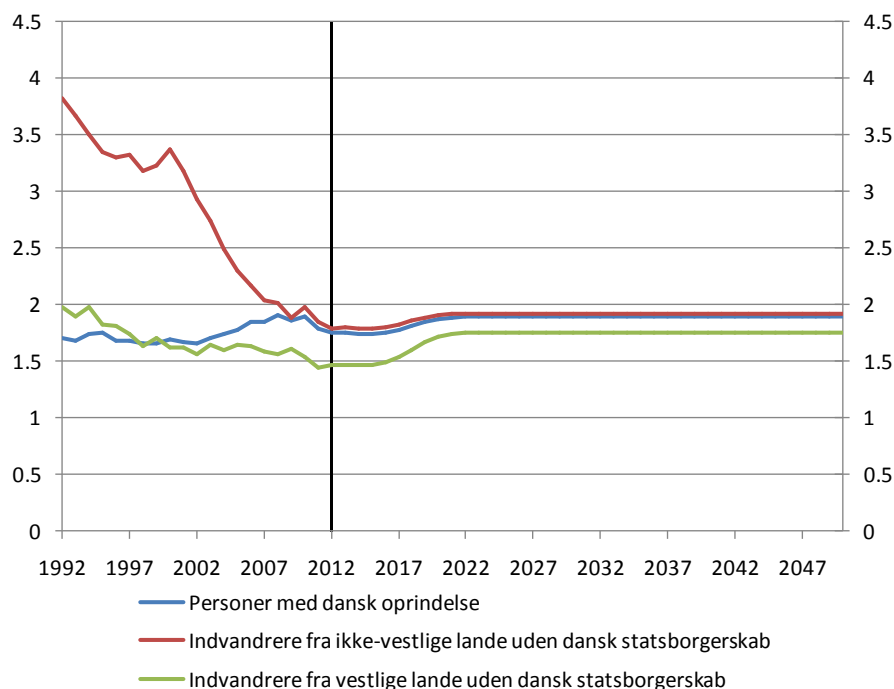
Kilde: *Befolkningsfremskrivning 2013*

Indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab havde i 1992 en samlet fertilitet på omkring 3,8 (børn pr. kvinde). Frem til omkring år 2000 lå den omkring 3,3 barn pr. kvinde, men i de seneste år har der været en dramatisk reduktion i fertiliteten for denne gruppe, således at den i 2012 er 1,79 barn pr. kvinde. Der er næppe tvivl om, at såvel de ændrede regler for familiesammenføring som den ændrede sammensætning af indvandringen efter lovændringen i år 2002, har betydning for denne udvikling. Det er imidlertid vanskeligt at skønne over, hvor stor den langsigtede effekt vil være. Estimation baseret på den historiske udvikling indebærer, at der forventes en initialt konstant fertilitet i den indledende del af fremskrivningen, mens tilpasning til langsigtsniveauet sikrer en stabilisering på et højere niveau, jf. Figur 24.

For personer med dansk oprindelse har der efter en periode med opadgående tendens været et markant fald i den samlede fertilitet de seneste to år fra 1,9 til 1,76. Der forventes på denne baggrund en stort set stabil udvikling på kort sigt i fremskrivningen og at den samlede fertilitet derefter vil konvergere mod et langsigtet niveau på omkring 1,9 barn pr. kvinde.

Den samlede fertilitet for indvandrerggruppen fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab har vist en tendens til reduktion fra et niveau på omkring 2,0 børn pr. kvinde til 1,47 barn pr. kvinde. I fremskrivningen forventes initialt en stabilisering på det nuværende niveau, men tilpasningen til langsigtstudviklingen afstedkommer en gradvis stigning på sigt til en fertilitet på 1,76 i 2050, jf. Figur 24 og Tabel 2.

Figur 24. Udviklingen i den samlede fertilitet for de tre største befolkningsgrupper 1992-2050



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste dataår 2012.

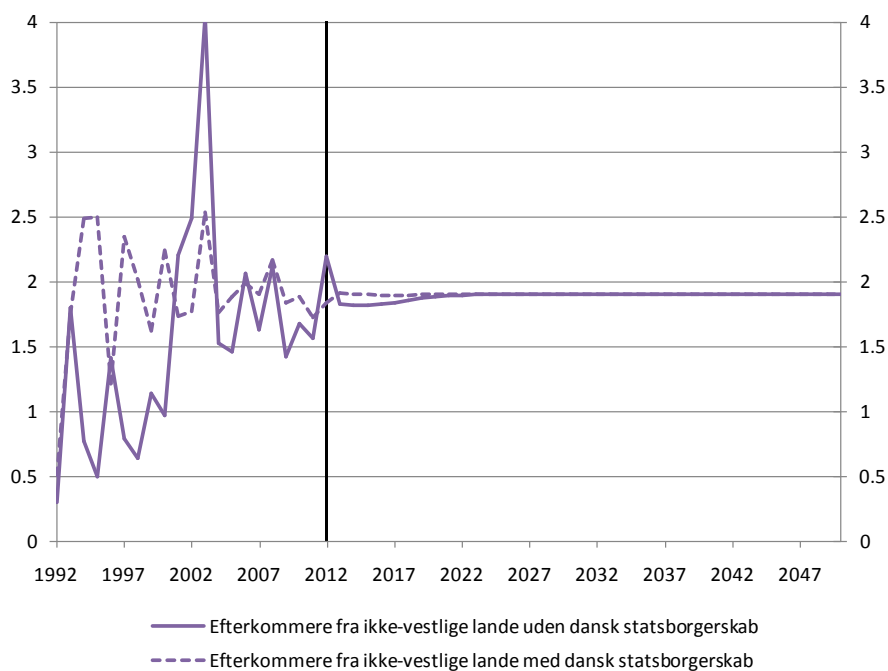
Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

Alle fire efterkommergrupper har en lav og meget fluktuerende fertilitet. Det sidste skyldes befolkningsgruppernes begrænsede størrelse, som betyder, at tilfældige udsving påvirker det samlede niveau. Det forudsættes i fremskrivningen, at aldersprofilen for fertiliteten kan beskrives ud fra to af de tre store befolkningsgrupper, dvs. personer af dansk oprindelse, indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab og indvandrere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab. Dette medfører, at udviklingen i de store grupper på kort sigt afspejles i fertiliteten for efterkommergrupperne. Generelt opnås dog relativt hurtigt tilpasning til de eksogent valgte langsigtshiveauer, jf. Figur 25 og Figur 26.

Det bemærkes, at der er en meget betydelig usikkerhed knyttet til fertilitetsudviklingen for efterkommergrupperne. Udover størrelsen af

befolkningsgrupperne skyldes dette, at de kvindelige efterkommere er unge og således ikke har gennemlevet de fertile aldre, hvilket giver anledning et tyndt datamateriale. Der er således en risiko for, at den anvendte procedure indebærer, at aldersfordelingen af fertiliteten får for lidt vægt i de ældre aldersgrupper. Endelig er fertiliteten for gruppen af efterkommere fra ikke-vestlige lande i betydeligt omfang påvirket af både 24-årsreglen og mest-tilknytningsprincippet i indvandringslovgivningen.

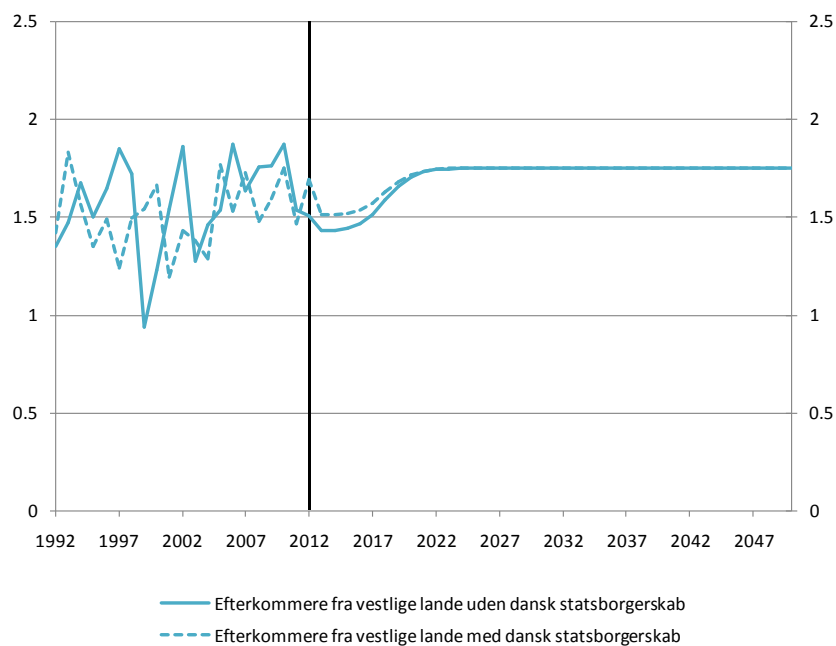
Figur 25. Udviklingen i den samlede fertilitet for efterkommere fra ikke-vestlige lande 1992-2050



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste dataår 2012.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

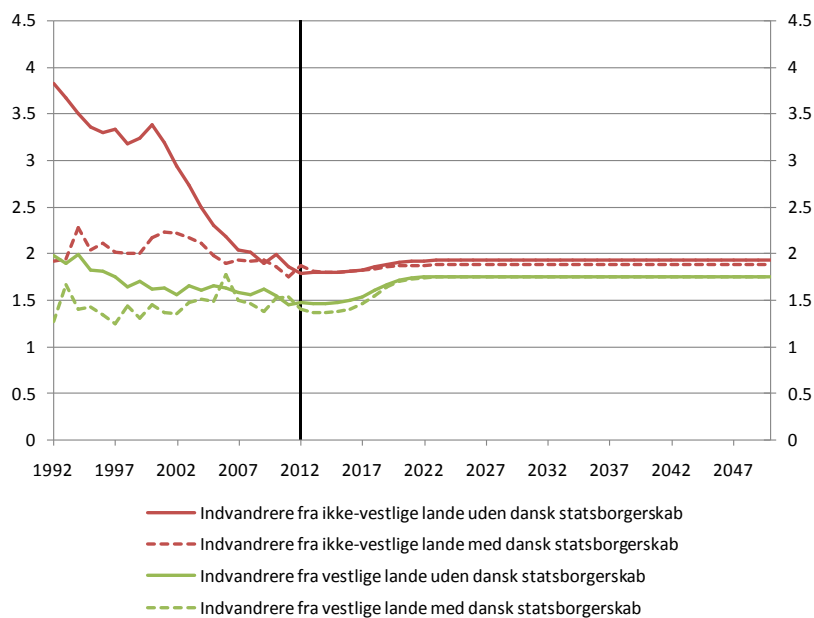
Figur 26. Udviklingen i den samlede fertilitet for efterkommere fra vestlige lande 1992-2050



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste dataår 2012.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

Figur 27. Udviklingen i den samlede fertilitet for indvandrergupperne 1992-2050



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste dataår 2012.

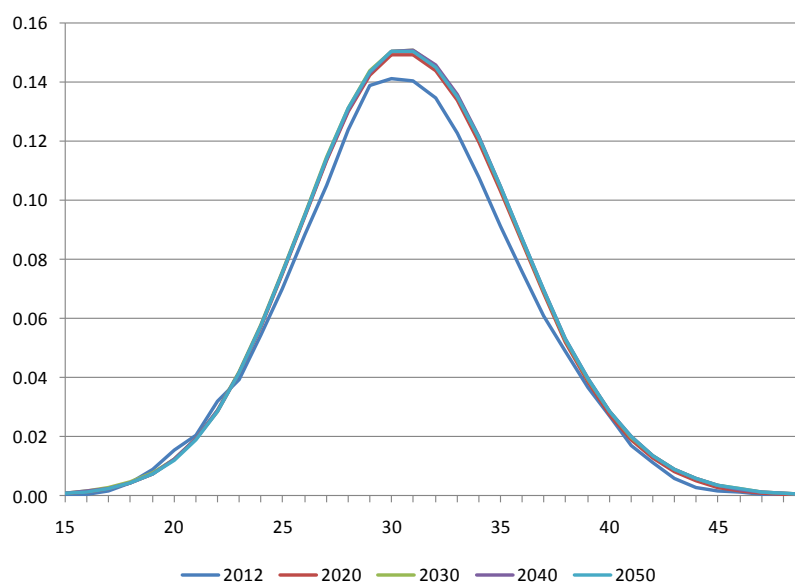
Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

Som nævnt har der historisk set været et meget markant fald i fertiliteten for indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab. En tilsvarende, men mindre markant udvikling ses for indvandrere fra ikke-vestlige lande med dansk statsborgerskab, jf. Figur 27. For denne gruppe er fertiliteten faldet med knapt 0,3 barn pr. kvinde siden 2002. Det forventes, at fertiliteten for denne befolkningsgruppe på kort sigt ligger på et stabilt niveau for derefter at konvergere mod et niveau omkring 1,88 barn pr. kvinde. For indvandrere fra vestlige lande antages i fremskrivningen, at fertiliteten for personer uden dansk statsborgerskab over tid stabiliseres på et niveau, der er knapt 0,3 højere end det nuværende. For personer med dansk statsborgerskab er niveauændringen fra og med første fremskrivningsår ligeledes knapt ca. 0,3 over tid, jf. Figur 27.

5.9 Udviklingen i den aldersbetingede fertilitet

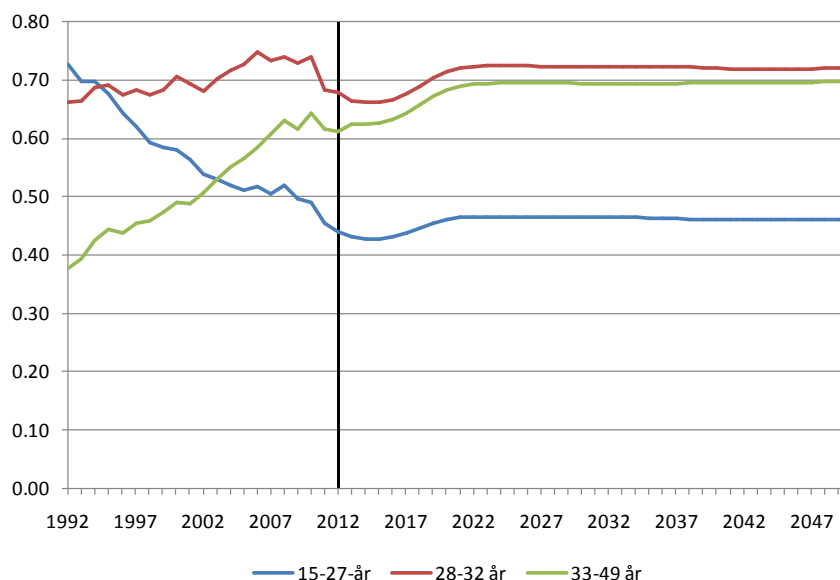
Den aldersbetingede fertilitetsprofil er blevet forskudt i retning mod højere alder for fødende kvinder igennem de seneste år, jf. Figur 20. I fremskrivningen forudsættes denne bevægelse at fortsætte omend med reduceret styrke og det fås, at aldersprofilen konvergerer mod en form, der i stor udstrækning gengiver profilen i 2012, jf. Figur 28. Som nævnt i afsnit 5.3 er denne egenskab afstedkommet af, at historisk data er udglattet ved tilpasning til en skæv normalfordeling forud for CSS-estimationen³¹.

Figur 28. Aldersbetinget fertilitet for hele befolkningen, udvalgte år



Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013

³¹ Konsekvensen af at udlede aldersafhængige trends på et ikke udglattet grundlag fremgår af Figur 23 i Hansen & Stephensen (2012).

Figur 29. Udviklingen i fertiliteten i aldersgrupperne 15-27, 28-32 og 33-49 år

Anm.: Den lodrette streg angiver sidste dataår 2012.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

Den varierende udvikling på tværs af alder er ligeledes illustreret i Figur 29, hvor den samlede fertilitet er opdelt i aldersgrupperne 15-27 år, 28-32 år og 33-49 år. Opdelingen af den samlede fertilitet på aldersintervaller afslører, at den samlede fertilitet for 15-27-årige er faldet stødt gennem hele den historiske periode. Samtidig er den samlede fertilitet for både de 28-32-årige og de 33-49-årige vokset i størstedelen af den historiske periode. For den yngste aldersgruppe er der dog tale om en mindre markant stigning relativt til den ældste gruppe. Det bemærkes i øvrigt, at faldet i fertiliteten fra 2010 til 2012 kan ses i alle aldersgrupper, men specielt i grupperne omfattende de 15-27-årige og de 28-32-årige.

For de sidstnævnte aldersgrupper er faldet et brud med de seneste års tendens og med afsæt heri forventes det, at fertiliteten for aldersgruppen på sigt vil konvergere mod et niveau tæt på det, der var gældende i de seneste historiske år op til 2010. Den historisk opadgående tendens for 33-49-årige fortsættes og langsigtsniveauet er her ca. 0,2 lavere end det for 28-32-årige. Den fremtidige stigning i den samlede fertilitet, jf. Tabel 2, dækker således over en aldersforskydning i fertilitetsmønstret.

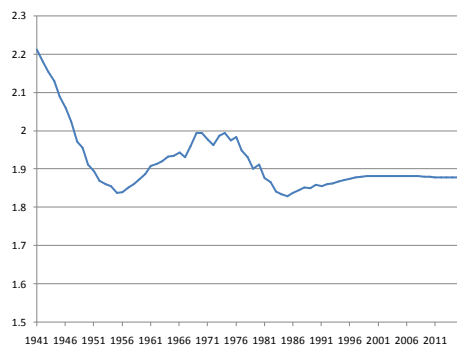
5.10 Udviklingen i kohortefertiliteten

Som anført i afsnit 5.7 er de langsigtede fertilitetsniveauer valgt således, at den fremtidige udvikling i kohortefertiliteten svarer nogenlunde til tendensen i fertiliteten for de eksisterende kohorter, som har fuldført enten hele eller blot en del af deres fertile alder. I Figur 30b ses udviklingen i den historiske akkumulerede aldersfordelte fertilitet for udvalgte årgange. Årgang 1962 er den yngste årgang, der har fuldført hele sin fertile periode, der resulterer i en kohortefertilitet på 1,91. For kohorter, der ikke har færdiggjort deres fertile periode, ses typisk en forskydning af den akkumulerede fertilitetskurve mod højre, hvilket afspejler mønsteret fra Figur 20. Hvis man fortolker denne forskydning som en udskydelseeffekt, dvs. en tempoeffekt, antages, at fertiliteten i de resterende fertile aldre bliver højere end hos den foregående årgang. Således påvirkes den samlede kohortefertilitet ikke. I takt med, at tempoeffekterne bliver mere udtalte kan det få indflydelse på mulighederne for, at kvinder kan nå at få samme antal børn som hidtil gennem deres fertile aldre. Dette kan i så fald give anledning til en revidering af skønnet for den langsigtede kohortefertilitet.

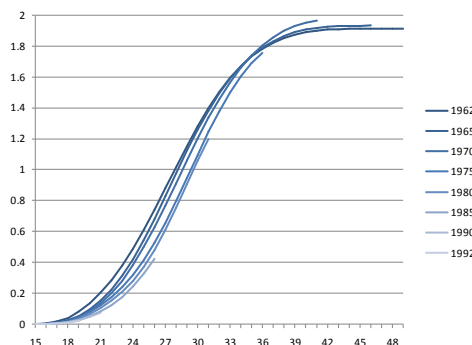
Til trods for at udskydelseeffekten er relativt udpræget fastholdes de gældende skøn for den langsigtede fertilitet. Kombineret med antagelsen om hurtigere konvergens mod det langsigtede fertilitetsniveau, opnås udviklingen i kohortefertiliteten i Figur 30a. Årgang 1962-80 har en kohortefertilitet mellem 1,9 og 2,0, hvorefter den falder markant og opnår et minimum for årgang 1985 på 1,83. Faldet skal primært tilskrives antagelsen i fremskrivningens start om fortsættelse af den historiske faldende trend og derpå den følgende periode, hvor fertiliteten ligger under langsigtsniveauet. Fravær af korrektion af konvergensthastigheden mod langsigtsniveauet, ville have foranlediget, at kohortefertiliteten havde nået et minimum på 1,8 som ville have været gældende for ti årgange og dermed uden historisk fortilfælde i den nedenfor illustrerede periode. Ændringerne i kohortefertiliteten fra og med årgang 1956 kan i en vis udstrækning også henføres til den ændrede sammensætning i fertiliteten på tværs af oprindelse, der påbegyndtes i 60'erne og 70'erne. I takt med, at fertilitetsmønsteret for ikke-vestlige indvandrere ændrer sig i begyndelsen af 90'erne og konvergerer mod fertiliteten i de øvrige oprindelsesgrupper, jf. Figur 21 og Figur 24, stabiliseres kohortefertiliteten, så denne er rimelig konstant for årgang 1966-76. Den midlertidige stigning i kohortefertiliteten anses dermed blot for at være udtryk for en midlertidig afvigelse fra normaltilstanden, der skal henføres til hhv. ændret befolkningssammensætning og til adfærden inden for oprindelsesgrupperne.

Figur 30. Udvikling i kohortefertiliteten fordelt på fødselsår og historisk aldersfordelt fertilitet for udvalgte generationer

a) Samlet kohortefertilitet fordelt på årgang



b) Aldersfordelt akk. fertilitet for udvalgte årgange



Anm.: Figur a) er indeholder både historisk og fremskrevet data, mens Figur b) kun omfatter historisk data. Fertiliteten er beregnet for hele befolkningen på tværs af oprindelsesgrupper, da oprindelsesfordelt fertilitet kun er tilgængelig for årgang 1977 og frem.

Kilde: PSD, DST, Befolkningsfremskrivning 2013 og egne beregninger.

5.11 Nyfødtes fordeling på oprindelsesgrupper

De nyfødte har ikke nødvendigvis samme oprindelse som deres moder, jf. Tabel 1. Derfor fordeles de nyfødte på oprindelsesgrupper betinget af moderens oprindelsesgruppe. Dette gøres med udgangspunkt i data for de tre seneste år, dvs. for årene 2010-2012 i nærværende fremskrivning. Denne forudsætning indebærer at mønstret for, hvordan de forskellige befolkningsgrupper blandes i forbindelse med fødsler fastholdes i fremtiden. Der er således ikke øget integration – forstået som øget tendens til at befolkningsgrupperne blandes i forbindelse med fødsler – i fremskrivningsperioden.

Der er i dag kun en beskedent tilbøjelighed til, at indvandrere fra ikke-vestlige lande får børn med personer af dansk oprindelse. Det er kun 20 til 28 pct. af fødslerne, hvor moderen er indvandrer fra et ikke-vestligt land, og hvor faderen er enten af dansk oprindelse eller efterkommer med dansk statsborgerskab, jf. Tabel 3.

Tabel 3. Fordelingen af barnets oprindelse givet moderens oprindelse, gennemsnit 2010-2012

<i>Barn</i>	<i>ixn</i>	<i>ixd</i>	<i>iwn</i>	<i>iwd</i>	<i>dxn</i>	<i>dxd</i>	<i>dwn</i>	<i>dwd</i>	<i>da</i>	<i>Række- sum</i>
<i>Moder</i>										
<i>ixn</i>	0	0	0	0	0,5071	0,2159	0	0	0,2770	1
<i>ixd</i>	0	0	0	0	0,0004	0,8009	0	0	0,1987	1
<i>iwn</i>	0	0	0	0	0	0	0,4920	0,0386	0,4694	1
<i>iwd</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,2622	0,7378	1
<i>dxn</i>	0	0	0	0	0,5116	0,1341	0	0	0,3543	1
<i>dxd</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>dwn</i>	0	0	0	0	0	0	0,3621	0,0214	0,6166	1
<i>dwd</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Da</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Kilde: PSD og egne beregninger.

Hvis moderen er indvandrer fra et vestligt land, er der derimod mellem 47 og 74 pct. sandsynlighed for, at faderen er enten efterkommer med dansk statsborgerskab eller af dansk oprindelse. Dette svarer nogenlunde til niveauet anvendt i sidste års fremskrivning.

Tilsvarende er der meget stor forskel for efterkommergrupperne. Hvis moderen er efterkommer fra et ikke-vestligt land uden dansk statsborgerskab, er der 51 pct. sandsynlighed for, at faderen enten er indvandrer eller efterkommer uden dansk statsborgerskab. Hvis moderen derimod er efterkommer fra et vestligt land uden dansk statsborgerskab, er der 36 pct. sandsynlighed for, at faderen er indvandrer eller efterkommer uden dansk statsborgerskab. De relativt store udsving i sandsynlighederne for efterkommerne såvel indbyrdes mellem grupperne og fra år til år skal i stor udstrækning tilskrives, at der er tale om små befolkningsgrupper.

6 Indvandring, udvandring og statsborgerskab

Nærværende kapitel behandler særskilt de gjorte antagelser med henblik på fastlæggelse af den fremtidige udvikling i hhv. indvandring, udvandring og statsborgerskabsskifte. Udviklingen i visse typer af indvandring er særdeles afhængig af den gældende lovgivning på området, hvorfor der nedenfor gives et overblik over de tiltag, der historisk har haft en markant betydning. De øvrige afsnit tjener som en uddybning af de i afsnit 1.2.5-1.2.7 nævnte antagelser.

6.1 Lovgivning med betydning for indvandringen³²

Som beskrevet i afsnit 1.2.5 antages indvandringen fra vestlige og ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab at blive fastlagt eksogent i befolkningsfremskrivningsmodellen. Indvandringen til disse to befolkningsgrupper er reguleret og kræver opholdstilladelse. Således er ændringer i lovgivningen særdeles afgørende for den fremtidige udvikling i indvandringen baseret på visse opholdsgrundlag. Der gives opholdstilladelser til følgende forskellige grupper: Flygtninge m.v., familiesammenførte, EU/EØS borgere, personer med beskæftigelse i Danmark og personer med andre grunde til ophold i Danmark. Omfanget og sammensætningen af indvandringen reguleres ved udlændingeloven.

Den oprindelige udlændingelov stammer fra 1952. Ifølge denne kunne udlændinge relativt frit indvandre til Danmark. I sammenhæng med den stigende arbejdsløshed i 1973 indførtes et indvandringsstop, hvilket betød, at udlændinge som hovedregel kun kunne opnå opholdstilladelse af beskæftigelsestilsyn i særlige tilfælde. Indvandringstoppet betød ikke, at der ikke var indvandring, idet familiesammenføring og tildeling af asyl fortsat gav anledning til indvandring. Indvandringsstoppet omfattede ikke nordiske statsborgere og statsborgere i EU-landene, der kunne indrejse og arbejde i Danmark.

I 1983 blev udlændingeloven revideret. Den ny lovgivning havde blandt andet til formål at styrke retsstillingen for familiesammenførte og flygtninge. Der blev indført retskrav på familiesammenføring af børn, ægtefæller og forældre. Herudover indførtes begrebet "de facto flygtninge" i lovgivningen. Der skulle være tale om personer, der ikke umiddelbart var flygtninge efter FN's Flygtningekonventionen, men hvor det af lignende eller andre tungtvejende grunde, der medførte begrundet frygt for forfølgelse eller tilsvarende overgreb, ikke burde kræves, at vedkommende vendte tilbage til sit hjemland.

³² Nærværende afsnit er i vidt omfang en gengivelse af s. 85-88 i Velfærdskommissionen (2005).

I 2002 gennemførtes endnu en større lovændring af udlændingeloven (lov nr. 365 af 6. juni 2002). Formålet med denne ændring var at begrænse adgangen til familiesammenføring og at indsnævre betingelserne for adgang til asyl.

Lovændringen i 2002 afskaffede muligheden for at få asyl med status som de facto flygtning. I stedet indførtes en mulighed for asyl til personer med beskyttelsesstatus. Det er personer, som ikke umiddelbart opfylder definitionen i FN's Flygtningekonvention, men som Danmark har forpligtiget sig til at modtage gennem andre konventioner, herunder Den Europæiske Menneskerettighedskonvention fra 1950 samt 6. tillægsprotokol fra 1983. Der gives opholdstilladelse til flygtninge, der risikerer dødsstraf, tortur, umenneskelig eller nedværdigende behandling eller straf, hvis de vender tilbage til deres hjemland.

Lovændringen i 2002 betød også en række regelændringer vedrørende familiesammenføring af ægtefæller. Der indførtes bl.a. en 24 års regel, der indebærer, at begge parter skal være 24 år eller derover. Indtil lovændringen var aldersgrænsen 18 år. Yderligere skete der en stramning i reglen om, at familiesammenføring med ægtefælle sker til det land, hvor parrets samlede tilknytning er størst ("tilknytningskravet"). Efter lovændringen gælder dette for alle personer, mens det før lovændringen ikke var gældende for danske statsborgere. Kravet om, at tilknytningen til Danmark skal være størst bortfalder, hvis den ægtefælle, der bor i Danmark, har haft dansk statsborgerskab i over 28 år. Det samme gælder for personer, som har opholdt sig lovligt i Danmark i over 28 år, og som er født og opvokset i Danmark eller kommet hertil som mindre børn. Familiesammenføring af ægtefælle kan opnås af personer med dansk eller nordisk statsborgerskab, flygtninge med ophold i Danmark eller personer, som har haft permanent opholdstilladelse i Danmark i over 3 år og som bor fast i Danmark. Ud over de ovennævnte krav er det en betingelse, at det kan godtgøres, at den herboende kan forsørge den familiesammenførte. Frem til lovændringen var der ikke noget forsørgelseskrav for personer med dansk eller nordisk statsborgerskab eller flygtninge med konventions- eller de facto status.

Endelig blev muligheden for familiesammenføring af forældre afskaffet med lovændringen i 2002. Indtil lovændringen kunne personer i Danmark med dansk eller nordisk statsborgerskab eller flygtningestatus opnå familiesammenføring med forældre over 60 år. Det var dog en betingelse, at personen i Danmark rådede over en bolig af en vis størrelse og at personen påtog sig at forsørge sine udenlandske forældre.

Reglerne for familiesammenføring i Danmark er strammere end de tilsvarende fælles EU regler, der åbner mulighed for en 21-års-regel for familiesammenføring af ægtefæller, men ikke for et "tilknytningskrav".

Pr. 1. maj 2004 oprettedes den første Østaf-tale med det formål at sikre, at arbejdstagere fra de nye østeuropæiske EU-lande har adgang til at søge arbejde i Danmark på lige vilkår med arbejdstagere fra andre EU-lande. Den første aftale

indeholdte en national overgangsordning med krav om opholds- og arbejdstilladelse betinget af tilbud om fuldtidsarbejde på overenskomst- eller overenskomstækvivalente vilkår. Aftalen revideres i april 2006 for at smidiggøre ansættelsen af arbejdskraft, hvilket bl.a. skete gennem lempelse af kravene i overgangsordningen. Eksempelvis blev det muligt for østeuropæere at opnå opholdstilladelse betinget af deltidsarbejde. Som led i en løbende vurdering revideres aftalen igen juni 2007. Østaftalen var generelt tænkt som en midlertidig ordning og bortfaldt således helt pr. 1. maj 2009.

6.2 Udviklingen i indvandringen 1992 - 2012

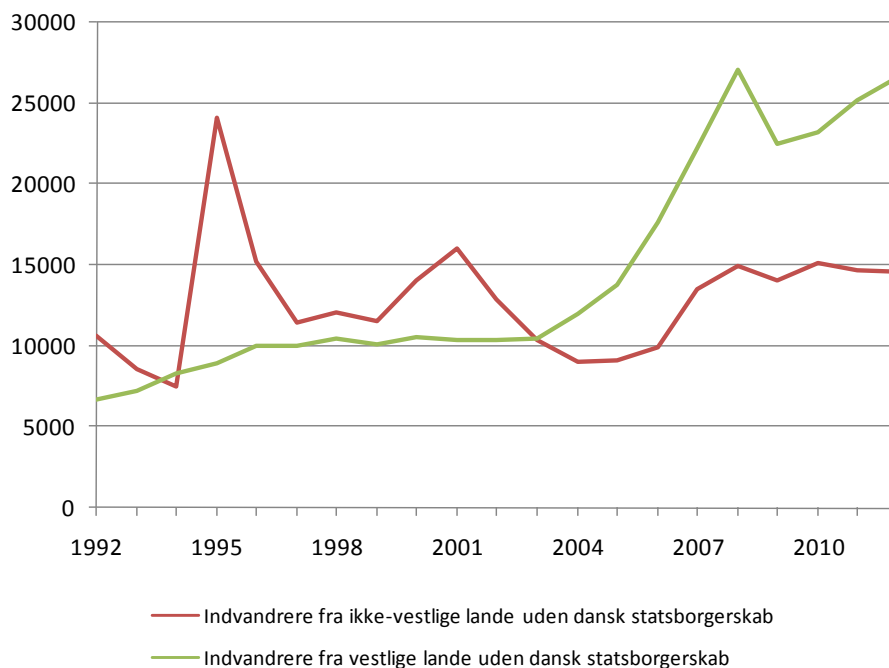
Indvandringsopgørelserne i dette afsnit omfatter ikke genindvandring, men udelukkende tilstrømning af indvandrere uden dansk statsborgerskab fra vestlige og ikke-vestlige lande. Denne type indvandring udgør langt størstedelen af indvandringen i Danmark, hvorfor fastlæggelse af netop dette mønster har central betydning for fremskrivningen. En person er opgjort som indvandret, såfremt personen ikke var til stede primo året, men er det ultimo. Personer, der når både at indvandre og udvandre inden for samme år, er således ikke omfattet af opgørelsen³³.

Der synes umiddelbart at være en sammenhæng mellem lovgivningsgrundlaget og udviklingen i indvandringen. Efter ændringen af lovgivningen i 1983 skete der et permanent løft i den årlige indvandring fra ikke-vestlige lande, som mere end fordobledes fra 1984 til 1985 og nåede et midlertidigt højdepunkt i 1986 (ikke illustreret). Frem til midten af 1990'erne lå indvandringen fra ikke-vestlige lande på ca. 7.000 til 10.000 personer, men steg herefter markant som følge af særlovgivningen vedr. midlertidige opholdstilladelser til personer flygtet fra krigen i det tidligere Jugoslavien og toppede således med 24.000 i år 1995³⁴. Stramningen af udlændingeloven i 2002 ledte til et fald i indvandringen allerede i løbet af året og faldet fortsatte i perioden fra 2003 til 2005. Fra 2005 til 2008 steg indvandringen med ca. 6.000 personer til et niveau på 15.000. Fra 2008 til 2009 observeres det første fald i indvandringen fra ikke-vestlige lande gennem en længere årrække således, at niveauet i 2009 er på godt 14.000 personer. Efter 2009 observeres der igen en stigning i indvandringen, som i 2010 og 2011 lå på hhv. lidt over og lidt under 15.000 personer. Ikke-vestlig indvandring er stort set uændret mellem 2011 og 2012, jf. Figur 31.

³³ Indvandringsomfanget vil dermed afvige fra det der kan findes i Statistikbanken, idet vandringer der er opgjort som antal grænsepassager i løbet af et år.

³⁴ Balkanstaterne tilordnes ikke-vestlige lande, men registreres som mere udviklede i den tidligere anvendte oprindelsesfordeling.

Figur 31. Indvandringen af indvandrere fra vestlige og ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab, 1992-2012



Anm.: Data er ikke korrigeret for forsinkede indberetninger.

Kilde: Udtræk fra PSD.

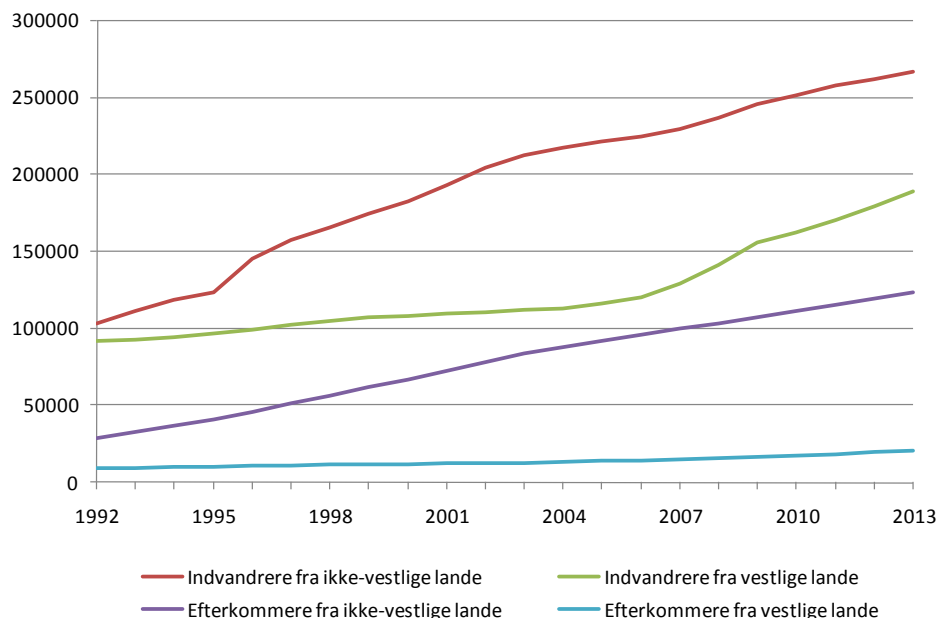
Indvandringen fra vestlige lande steg gradvist fra 1992 til 1996 til et niveau på ca. 10.300 personer omkring hvilket niveauet har ligget nogenlunde stabilt frem til år 2003. Siden 2004 har der været betydelig vækst i indvandringen fra vestlige lande og i år 2008 nåede den et niveau på ca. 27.000 personer, men faldt i 2009 til ca. 22.500 personer, jf. Figur 31. Fra 2009 til 2010 og fra 2010 til 2011 observeres igen en stigning i indvandringen fra vestlige lande, der i 2011 nåede et niveau på godt 25.000 personer. Mens indvandringen fra ikke-vestlige lande er konstant fra 2011 til 2012, er vestlig indvandring steget med ca. 1.400 personer. Tidspunktet for starten af vækstperioden kan konstateres at være sammenfaldende med tidspunktet for oprettelsen af Østaftalen. De seneste års lavkonjunktur kan have medvirket til faldet i bruttoindvandringen mellem 2008 og 2009, men har ikke haft en effekt, der har ført til efterfølgende fald i indvandringsomfanget.

Udviklingen i den årlige indvandring giver sammen med udvandringstilbøjeligheden anledning til udviklingen i antallet af herboende indvandrere, jf. Figur 32.

Stigningen i antallet af herboende indvandrere fra ikke-vestlige lande var forholdsvis stabil indtil primo 1996, hvor antallet relativt til det foregående år var vokset fra 123.000 til 145.000. Den ekstraordinære indvandring i 1995 betød, at der var en kraftig vækst frem til 1996, og herefter førte det højere niveau for den

årlige indvandring til en fortsat vækst i antallet af herboende indvandrere fra ikke-vestlige lande. Primo 2013 er antallet nået op på godt 267.000 personer.

Figur 32. Antallet af herboende indvandrere og efterkommere fra vestlige og ikke-vestlige udviklede lande, 1992– 2013



Kilde: Udtræk fra PSD.

Antallet af herboende indvandrere fra vestlige lande har været svagt stigende fra 1992-2006 og har her opnået et niveau på omkring 120.000 personer. I de seneste år er væksten grundet den stigende indvandring tiltaget og i 2013 er antallet af herboende indvandrere fra vestlige lande næsten 190.000.

Den høje vækst i antallet af herboende indvandrere fra ikke-vestlige lande sammenlignet med væksten i antallet af herboende indvandrere fra vestlige lande skyldes først og fremmest, at udvandringstilbøjeligheden er væsentligt lavere for førstnævnte gruppe. Dog ses væksten i antallet af indvandrere fra vestlige lande i en periode fra 2006-2009 at have overhalet væksten i antallet fra ikke-vestlige lande. Dette må i stort omfang kunne tilskrives lempelserne i Østaf-talen og de samtidigt gunstige konjunkturforshold i Danmark. Således ses væksten i antallet af herboende indvandrere fra vestlige lande grundet de allerseneste års afmattende konjunkturforshold også at aftage igen efter 2009. Væksten i antallet af indvandrere fra vestlige lande er de seneste år en anelse højere end væksten i antallet af herboende indvandrere fra ikke-vestlige lande.

Antallet af efterkommere fra ikke-vestlige lande er vokset med en betydelig og nogenlunde konstant hastighed frem til i dag, hvor antallet af herboende har nået et niveau på næsten 124.000. Stigningen skal delvist tilskrives den lave udvandringstilbøjelighed for indvandrergruppen. Yderligere indebærer alderssammensætningen i indvandrergruppen, at der er mange i den fødedygtige

alder, hvilket kombineret med en historisk høj fertilitet for indvandrere fra ikke-vestlige lande relativt til andre grupper, jf. Figur 24, også har bidraget til det stigende antal efterkommere.

Antallet af herboende efterkommere fra vestlige udviklede lande er lavt og kun svagt voksende fra 1992-2013, således at der er sket en fordobling fra 9.200 til 20.500 over hele perioden.

6.3 Fremskrivning af indvandringen

6.3.1 Førstegangsvandring – indvandrere uden dansk statsborgerskab

Den historiske udvikling i indvandringen og i sammensætningen af denne på oprindelseslande peger på, at reguleringen af indvandringen har meget stor betydning. Det er vanskeligt at vurdere langsigtseffekterne af de ret betydelige ændringer, der gennemførtes i 2002, men det er oplagt, at ændringerne indtil nu har haft en afgørende indflydelse på indvandringen fra specielt ikke-vestlige lande, som er reduceret meget betydeligt i perioden. Dog noteres for denne befolkningsgruppe en stigning i indvandringen fra 2005 til 2008, som man ikke kan afvise er delvis konjunkturbetinget. Efterfølgende har niveauet dog på trods af krisen været relativt stabilt.

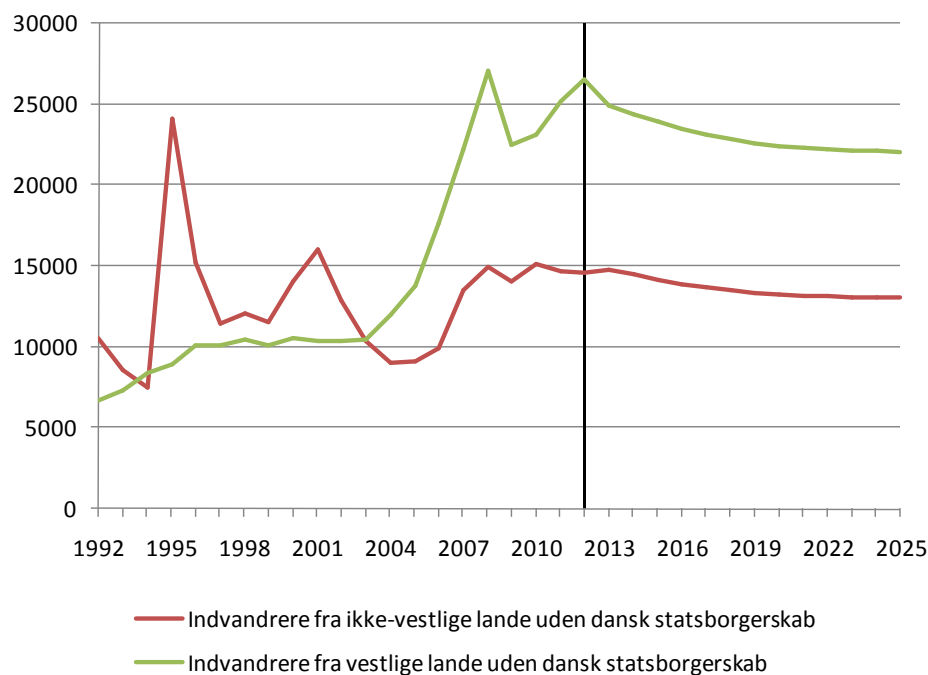
På grund af kombinationen af de store ændringer, som lovgivningen har medført, og den relativt korte tid den har virket, antages det, at der ikke sker markante ændringer i bruttoindvandringen i fremtiden. Det betyder, at det årlige antal af indvandrere uden dansk statsborgerskab fra henholdsvis vestlige og ikke-vestlige lande på sigt antages at være konstant i fremskrivningen. Niveauet er fastlagt ud fra en række overvejelser om de lovgivnings- og konjunkturmæssige forhold samt om konsistensen med den historiske udvikling i nettoindvandringen. På kort sigt sker over en 10-årig periode en indfasning fra de seneste tre års gennemsnitlige indvandningsniveau til langsigtetsniveauet. Dette sikrer en jævn videreførelse af den historiske udvikling i indvandrerbestandene ind i fremskrivningsperioden.

Ophævelse af overgangsordningen i Østaf-talen bør isoleret set lempelig gøre tilgangen til det danske arbejdsmarked og sandsynliggør dermed en yderligere stigning i indvandringen fra de østlige EU-lande. Dog er lempelserne i overgangsordningen fra 2006 og 2007 direkte affødt af den på de tidspunkter store efterspørgsel efter arbejdskraft og dermed må en betragtelig andel af stigningen i indvandringen siden aftalens oprettelse anses som konjunkturafhængig. Nettoeffekten af kombinationen af den økonomiske afmatning og afskaffelse af overgangsordningen gav ganske vist anledning til fald i indvandringen på ca. 5.000 personer fra 2008 til 2009, men efterfølgende er indvandringen fra vestlige lande steget med godt 4.000 personer. Der er således anledning til at formode, at det nuværende indvandningsomfang er noget mere persistent end antaget i tidligere befolkningsfremskrivninger. Omvendt vidner bestandsudviklingen i antallet af vestlige indvandrere i Figur 32 også om, at

perioden fra 2006-2009 var ganske speciel og, at væksten de seneste år nu er aftaget betydeligt relativt hertil. Eftersom indvandringsomfanget fortsat er relativt højt indikerer dette altså, at udvandringstilbøjeligheden ligeledes er steget relativt til den tidligere historiske periode. Bruttoindvandringsomfanget bør derfor ikke fastlægges uden at registrere konsekvenserne for nettoindvandringen, der determinerer udviklingen i befolkningen.

Med det formål at opnå en fremtidig nettoindvandring og dermed befolkningstilvækst, der er i overensstemmelse med den seneste historiske tendens, fastlægges vestlig indvandring til på sigt at have et årligt omfang på 22.000 personer, mens indvandringen fra ikke-vestlige lande antages at være på 13.000 personer om året. Som nævnt ovenfor opnås dette niveau efter en 10-årig indfasningsperiode startende fra de seneste tre års gennemsnitlige indvandringsniveau, jf. Figur 33. Indvandringens sammensætning på køn og alder er fastlagt ud fra et gennemsnit af tendenserne for årene 2010-2012 i de respektive befolkningsgrupper.

Figur 33. Indvandringen af indvandrere fra vestlige og ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab, 1992-2012 og fremskrevet



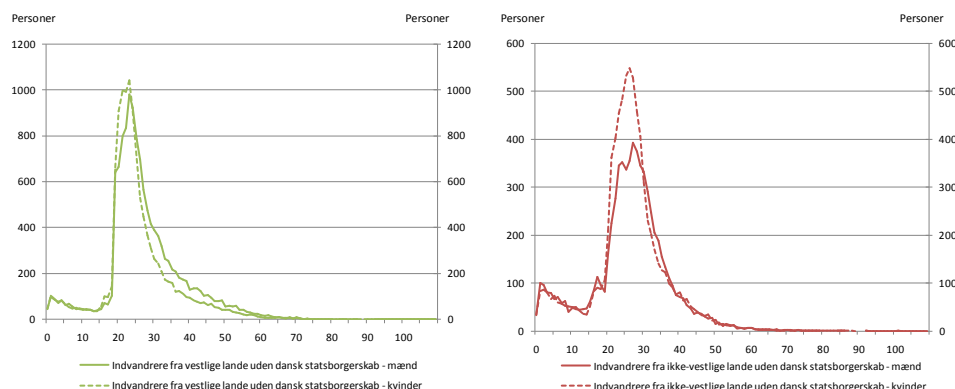
Anm.: Historisk data er ikke korrigeret for forsinkede indberetninger. Den lodrette streg angiver seneste historiske dataår, her 2012.

Kilde: PSD og Befolkningsfremskrivning 2013.

For begge befolkningsgrupper gælder, at indvandringens aldersfordeling er stort set kvalitativt sammenfaldende for de to køn. For gruppen af indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab gælder, at indvandringen er koncentreret i alderen fra omkring 20 til 35 år, hvor kvinders indvandringsomfang

er markant højere end mænds. Indvandringen af personer i de øvrige aldersgrupper er begrænset. For gruppen af indvandrere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab er der mere spredning i aldersprofilen, men også for denne gruppe gælder, at indvandringen er størst for aldersgruppen fra 20 til 35 år, jf. Figur 34. I aldersgrupperne fra 25-60 år er den mandlige indvandring typisk størst.

Figur 34. Årlig fremtidig indvandring af personer uden dansk statsborgerskab fordelt på køn, alder og oprindelse.



Anm.: Fordelingen på køn og alder er fastlagt ud fra den gennemsnitlige fordeling i årene 2010-2012. Fordelingen anvendes for samtlige fremskrivningsår, men omfanget i illustrationen vedrører år 2013.

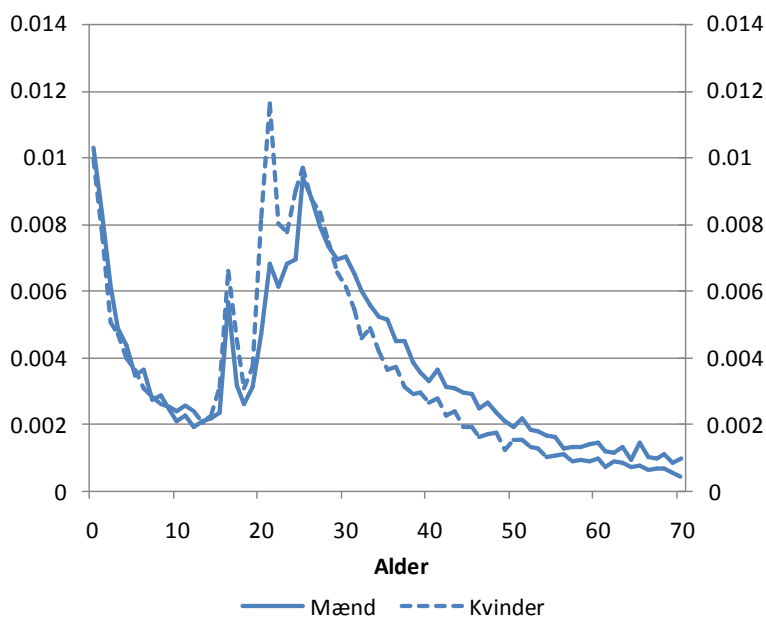
Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

6.3.2 Genindvandring

Indvandring til alle andre befolkningsgrupper end de to, der er nævnt i ovenstående afsnit betegnes genindvandring. Dette vedrører således grupperne omfattende indvandrere med dansk statsborgerskab, efterkommere og personer med dansk oprindelse. Fremskrivningen af denne type indvandring fastlægges ud fra en antagelse om, at indvandringen for givet køn og alder udgør en fast andel af den relevante befolkningsgruppe.³⁵ Denne andel kaldes en genindvandringkvotient og er beregnet som et gennemsnit over data korrigeret for forsinkede indberetninger for perioden 2010-2012, jf. Figur 35 og Figur 36.

³⁵ Man kan således tale om en "indvandringssandsynlighed".

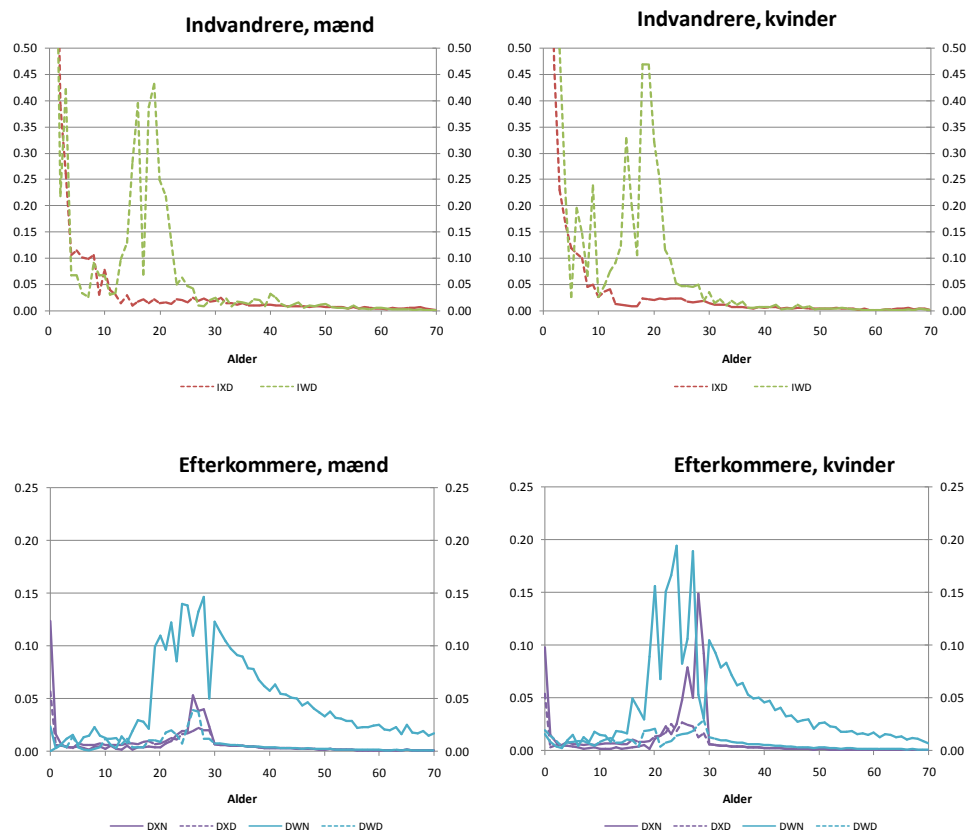
Figur 35. Genindvandningskvotienter for mænd og kvinder af dansk oprindelse, gennemsnit 2010-2012



Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

Genindvandningskvotienterne for mænd og kvinder af dansk oprindelse er typisk under 1 pct. for alle årgange. Eneste undtagelse er genindvandningskvotienten for 21-årige kvinder, som er omkring 1,2 pct. Det modsvarer, at udvandningskvotienten for kvinder topes for 20-årige (jf. nedenfor). For mænd findes den højeste genindvandningskvotient blandt 25-årige. Også dette modsvarer af, at den højeste udvandningskvotient for mænd af dansk oprindelse er blandt 24-årige. I begge tilfælde afspejler kvotienterne, at en del yngre personer af dansk oprindelse tager et korterevarende ophold i udlandet, jf. Figur 35.

Figur 36. Genindvandringskvotienter for indvandrere og efterkommere fordelt på køn og alder, gennemsnit 2010-2012



Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

Aldersprofilen for genindvandringskvotienterne for indvandrere med dansk statsborgerskab fra vestlige lande minder om de tilsvarende for personer af dansk oprindelse, men niveauet for både mænd og kvinder er væsentligt højere. Samtidig er der meget høje genindvandringskvotienterne for indvandrerbørn med dansk statsborgerskab. De høje kvotienter afspejler i høj grad, at der er meget få personer i de pågældende grupper (og i særdeleshed når disse fordeles på alderstrin). For indvandrere med dansk statsborgerskab fra ikke-vestlige udviklede lande er der også meget høje genindvandringskvotienter i de yngste aldre, mens niveauet i de højere aldersgrupper minder mere om genindvandringskvotienterne for personer med dansk oprindelse, jf. Figur 36.

For samtlige efterkommere gør det sig gældende, at antallet af registreringer knyttet til personer ældre end 30 år er mangelfulde. Til udbedring af dette er det således valgt at imputere indvandringstilbøjeligheder for de pågældende aldersgrupper som en skalering af den eksisterende aldersprofil for personer af dansk oprindelse³⁶. Som det fremgår af afsnit 6.4 anvendes en tilsvarende tilgang

³⁶ En tilsvarende metode anvendes til udbedring af indvandringsdata for indvandrere med dansk statsborgerskab ældre end 70 år (ikke illustreret).

til korrektion af udvandringsmønsteret. Indvandringstilbøjeligheden er ca. 10 gange større for efterkommere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab relativt til, hvad der gør sig gældende for personer af dansk oprindelse. Indvandringstilbøjelighederne for øvrige efterkommere er på et niveau, der i større udstrækning minder om det, der kan observeres for personer af dansk oprindelse.

Som nævnt i afsnit 1.2.5 har anvendelsen af PSD klarlagt, at indvandringen opgjort efter registrerede hændelser er en anelse undervurderet relativt til den faktiske indvandring grundet forsinkede indberetninger. For et givet år kan noteres nævneværdige ændringer i opgørelsen op til et år efter den første indberetning. Ud fra historisk data for indvandring opgjort i to på hinanden følgende år bestemmes derfor køns- og aldersgruppeafhængige skaleringsfaktorer, der pålægges de rå indvandringsfrekvenser for at korrigere for forsinkelser. Skaleringen korrigerende for forsinkede indberetninger er gennemført umiddelbart inden aldersprofilerne for efterkommere udbedres ved skalering til profilen for personer af dansk oprindelse.

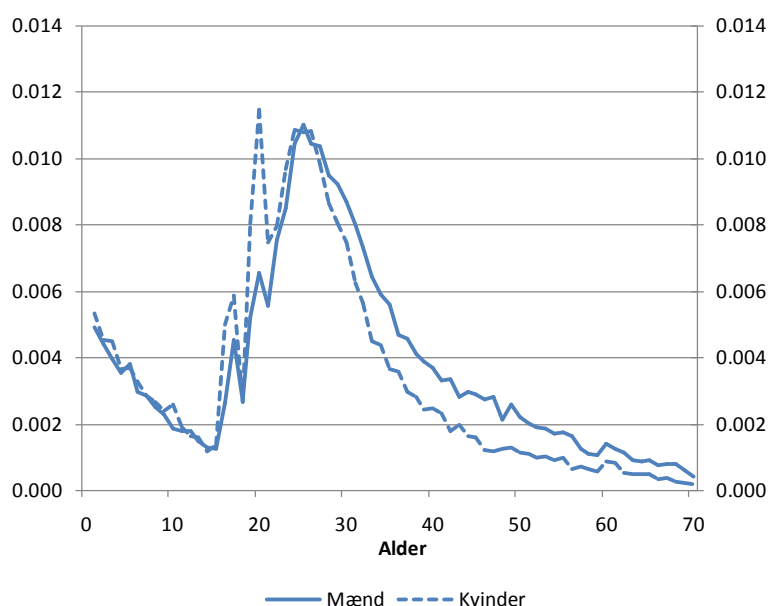
6.4 Udvandring

Udvandringen i fremskrivningen bestemmes for alle befolkningsgrupper ved at fastlægge en alders- og kønsspecifik udvandringssandsynlighed. Udvandringssandsynlighederne fastlægges for hver alder, køn og oprindelse som gennemsnittet af de historiske udvandringkvotienter for de seneste tre år, dvs. 2010-2012. Disse er definerede som antal udvandrede delt med antal personer i den relevante befolkningsgruppe, jf. Figur 37 og Figur 38.

Udvandringkvotienterne for mænd og kvinder af dansk oprindelse er generelt lavere end 1 pct. Dog er der en højere udvandringkvotient for 20-årige kvinder på 1,1 pct., mens også kvinder i alderen 24-26 år har en udvandringkvotient på lidt over 1 pct. For mænd findes den maksimale udvandringkvotient for 24-årige, hvor den er næsten 1,1 pct. Mænd i aldersgruppen 24-27 år har en udvandringkvotient på over 1 pct.

Som nævnt under afsnittet om genindvandringkvotienter er der en bemærkelsesværdig lighed i ud- og genindvandringprofilerne bortset fra en mindre aldersforskydning. Dette indikerer som nævnt, at en betydelig del af udvandringsaktiviteten skyldes kortere udenlandsophold.

Figur 37. Udvandringskvotienter for personer af dansk oprindelse fordelt på alder og køn, gennemsnit 2010-2012



Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

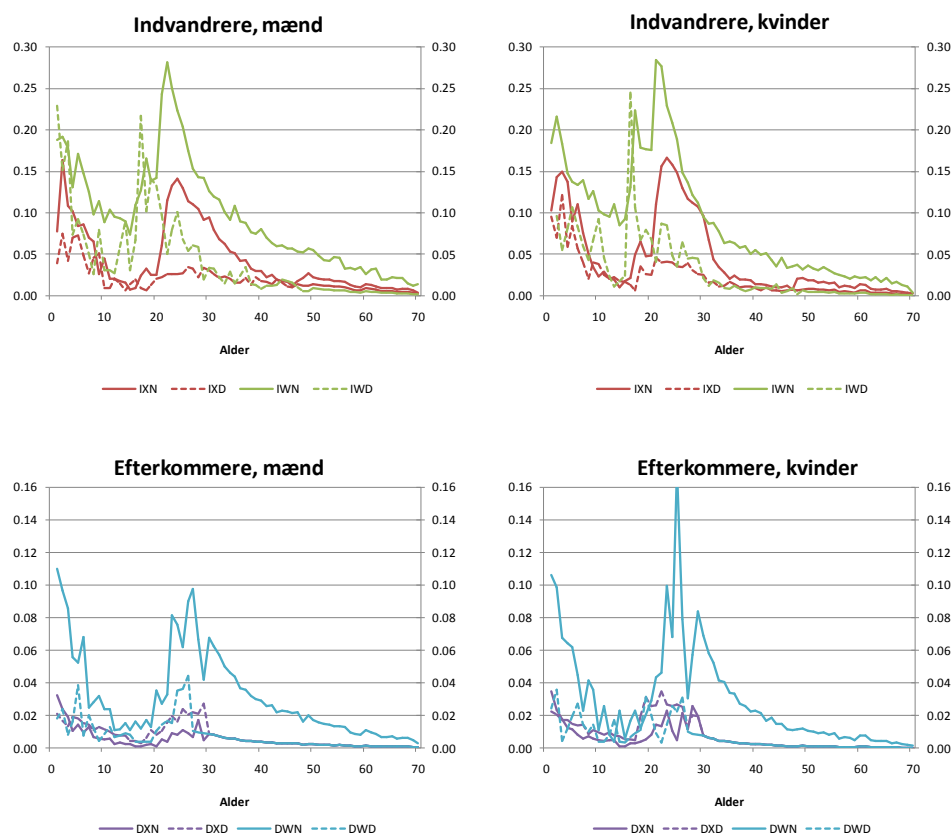
De højeste udvandringskvotienter findes for gruppen af indvandrere fra vestlige lande uden dansk statsborgerskab. For både mænd og kvinder er der nogle markante toppe i aldersprofilen for udvandringskvotienterne. Den første har toppunkt omkring 2 års alderen og har et niveau på godt 19-21 pct. For stort set alle aldersgrupper under 10 år observeres en udvandringssandsynlighed over 10 pct. for denne befolkningsgruppe. Det samme gælder omtrent for aldersgruppen fra 15-35 år for både mænd og kvinder. For mænd er der toppunkt i udvandringskvotienterne ved det 22. år og for kvinder ved det 21. år. For begge køn er niveauet i toppunktet på ca. 28 pct.

De øvrige indvandrergrupper har væsentligt lavere udvandringskvotienter. Den store gruppe bestående af indvandrere fra ikke-vestlige lande uden dansk statsborgerskab har udvandringssandsynligheder, der primært kun overstiger 5 pct. for aldersgrupperne 20-35 år, jf. Figur 38. Sammenlignes udvandringssandsynlighederne for indvandrere uden dansk statsborgerskab med hyppighederne for de samme befolkningsgrupper anvendt i Befolkningsfremskrivning 2012, er det tydeligt, at sandsynlighederne i Befolkningsfremskrivning 2013 er væsentligt højere. Dette skal i stor udstrækning tilskrives, at det nu antages, at man ikke kan udvandre samme år som man indvandrer, hvilket betyder, at sandsynligheden for at udvandre efterfølgende opjusteres, jf. udledning af udvandringssandsynligheder for indvandrere uden dansk statsborgerskab i afsnit 2.2.3.

Udvandringskvotienterne for efterkommere minder, som det ses, om dem for indvandrere, selvom niveauerne er noget lavere. Efterkommere fra vestlige lande har højere udvandringskvotienter end efterkommere fra ikke-vestlige lande. For at kompensere for mangelfuldt data, er aldersprofilen for efterkommere ældre end 30 år, som tilfældet også var det med indvandring, en skalering af udvandringsprofilen hørende til personer af dansk oprindelse. For indvandrere er der anvendt samme princip for personer ældre end 50 år.

Problemet med forsinkede indberetninger er som nævnt tidligere noget mere udtalt, når der ses på udvandring. Således ændres opgørelserne væsentligt indtil tre år efter opgørelsestidspunktet. Som tilfældet var det med indvandring er dette forhold forsøgt udbedret gennem anvendelse af historiske køns- og aldersbestemte skaleringsfaktorer.

Figur 38. Udvandringskvotienter for indvandrere og efterkommere fordelt på alder, køn og oprindelse, gennemsnit 2010-2012



Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

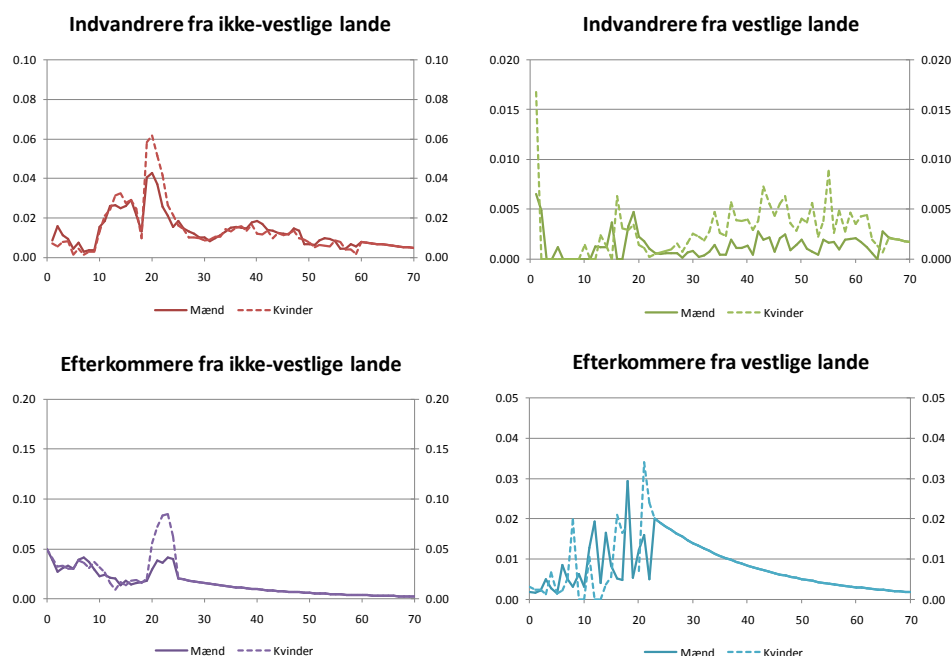
6.5 Statsborgerskabsskift

Statsborgerskabsskiftskvotienten angiver for givet køn, oprindelse og alder andelen af personer, der skifter til dansk statsborgerskab. Kvotienten er derfor kun defineret for grupper bestående af personer, der ikke er danske

statsborgere. Statsborgerskabsskiftskvotienten defineres som andelen af personer i en given befolkningsgruppe, der bliver danske statsborgere. I fremskrivningen antages kvotienterne at være konstante og beregnes som et gennemsnit af de tre seneste år, dvs. her 2010 til 2012. Såvel som man ikke kan udvandre samme år, man indvandrer, kan man heller ikke skifte til dansk statsborgerskab i indvandringsåret.

Umiddelbart kan observeres, at indvandrere fra vestlige lande generelt har lavere tilbøjelighed til at skifte statsborgerskab end indvandrere fra ikke-vestlige lande. Det samme indbyrdes forhold gør sig gældende mellem grupperne af efterkommere om end ikke i samme udstrækning, jf. Figur 39.

Figur 39. Statsborgerskabsskiftskvotienter for indvandrere og efterkommere fordelt på alder, køn og oprindelse, gennemsnit 2010-2012



Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

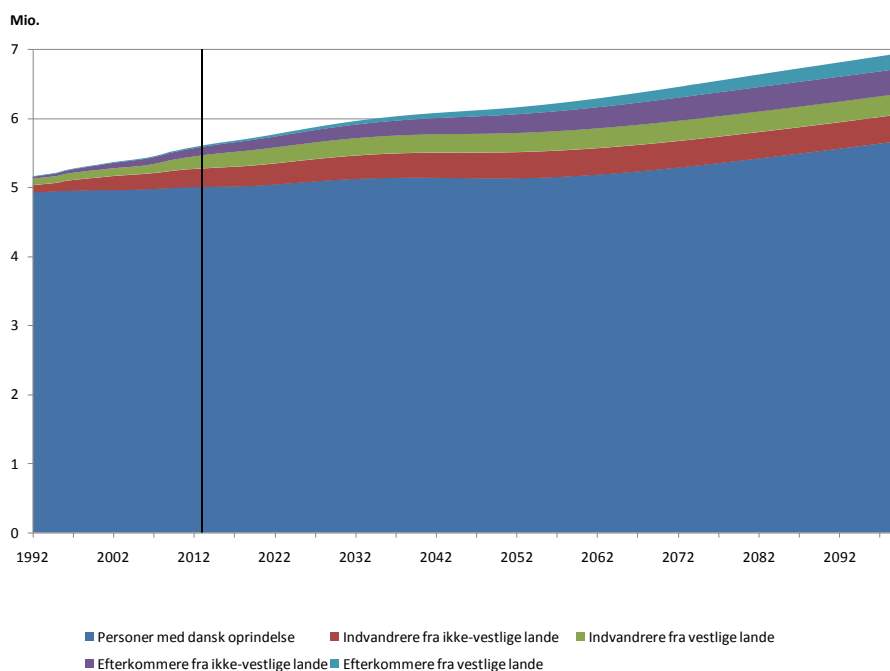
Den mest markante tilbøjelighed til at skifte statsborgerskab observeres for indvandrere og efterkommere omkring 20-års alderen, hvor niveauet specielt for efterkommere er væsentligt højere end for de omkringliggende aldre. For efterkommere ældre end 25 år og indvandrere ældre end 60 år udviser historisk data store udsving på tværs af alder, hvorfor en højere grad af stabilitet er indført gennem imputering ved en aftagende potensfunktion.

7 Resultater

7.1 Udviklingen i den samlede befolkning

Danmarks befolkning er vokset fra 2,4 mio. personer i 1901 til 5,6 mio. ved indgangen til 2013. Der har været positiv befolkningsvækst i alle årene bortset fra en kortere periode i begyndelsen af 1980'erne.

Figur 40. Den samlede befolkning fordelt efter oprindelse, 1992-2100



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2013).

Kilde: Udtræk fra PSD (1992-2013) og Befolkningsfremskrivning 2013.

2013-befolkningsfremskrivningen giver som resultat, at tendensen i befolkningsvæksten fortsætter – om end med formindsket styrke – gennem det 21. århundrede. Ved udgangen af århundredet forventes befolkningen under de gjorte forudsætninger at blive på godt 6,9 mio. mennesker, jf. Figur 40. Der forventes initialt aftagende, men positiv vækst i befolkningen frem til 2017, hvorefter væksten øges frem mod 2024 for efterfølgende at aftage gennem den kommende 20-årige periode. Fra og med 2047 øges befolkningstilvæksten igen og stabiliseres omkring år 2080 på et niveau omkring 0,3 pct. om året.

Befolkningsvæksten varierer i fremskrivningens begyndelse mellem 16-20.000 personer om året. Efter år 2024 aftager den årlige tilvækst dog gradvist indtil der nås et niveau på ca. 7.400 personer i år 2046. Herefter noteres igen en monotont stigende tilvækst frem mod år 2080, hvor befolkningen øges med ca. 18.000 personer årligt. Resten af århundredet er tilvæksten stort set stabil omkring dette niveau.

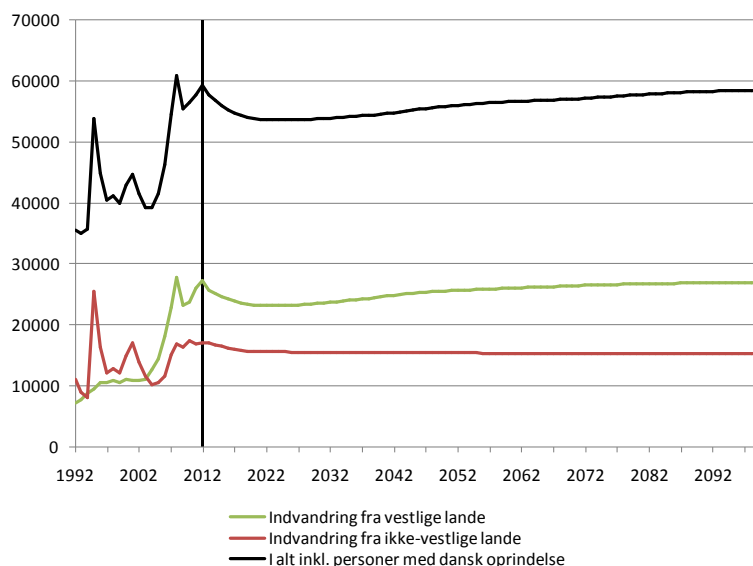
Nettoindvandringen udgør i fremskrivningens start ca. 15.000 personer om året. Niveaueftager svagt indtil år 2029, hvorefter det ligger stort set stabilt omkring 8.300 personer årligt. Fødselsoverskuddet (født – døde) udgør den resterende del af befolkningsændringen og varierer mellem ca. 12.400 og -900 personer om året. Antallet af fødsler svinger mellem 57.000 og 74.000 om året i fremskrivningsperioden og udsvingene er betydeligt mindre end i det seneste århundrede. Antallet af døde pr. år varierer i fremskrivningsperioden typisk mellem 52.000 og 65.000 personer.

7.2 Indvandring og udvandring

Den samlede bruttoindvandring til Danmark var godt 59.000 personer i 2012. En meget betydelig del af disse personer var personer, som genindvandrede til Danmark efter mere end et års ophold i udlandet. Antallet af genindvandrere domineres dog af antallet af førstegangsinvandrere, der i 2012 udgør godt 41.000 personer.

Betragtes alene indvandringen af personer med oprindelse fra enten vestlige eller ikke-vestlige lande var den i 2012 på ca. 44.000 personer³⁷. I befolkningsfremskrivningen antages bruttoindvandringen til de fire grupper på kort sigt at falde svagt, hvorefter den er svagt stigende. Indvandringen fra vestlige lande er omtrent 60 pct. større end indvandringen fra ikke-vestlige lande.

Figur 41. Bruttoindvandring



Anm.: Historisk data ikke er korrigeret for forsinkede indberetninger. Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2012).

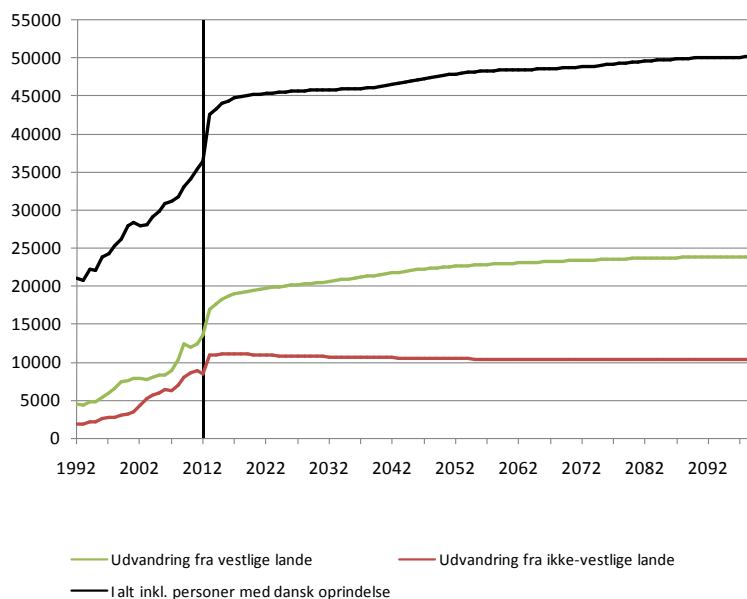
Kilde: Udtræk fra PSD (1992-2012) og Befolkningsfremskrivning 2013.

³⁷ Opgørelsen omfatter både indvandrere og efterkommere.

Udvandringen fra Danmark ligger på omkring 35.900 personer i år 2011 (opgjort pr. 1. februar 2012 og dermed ikke korrigeret for forsinkede indberetninger). Heraf var ca. 12.400 udvandring af personer fra vestlige lande, mens ca. 8.900 var udvandring af personer fra ikke-vestlige lande. Det er således under halvdelen af den samlede udvandring, der består af personer af dansk oprindelse.

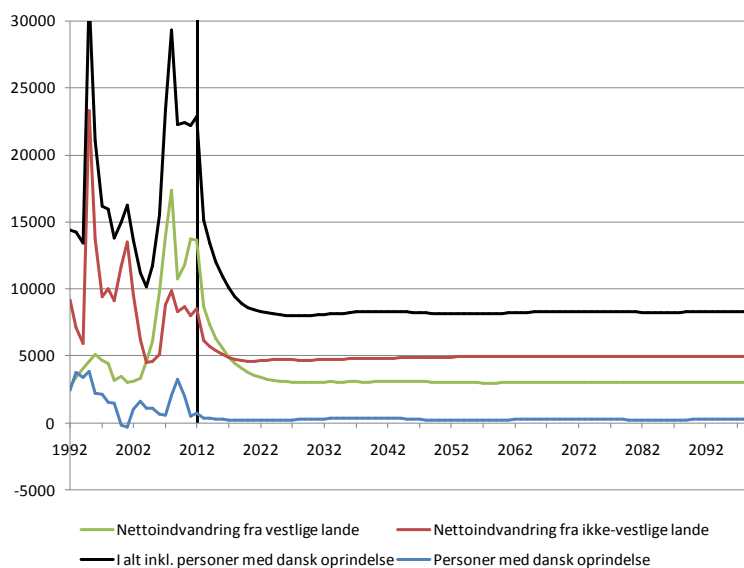
I fremskrivningen vokser udvandringen gradvist og når godt 47.000 personer i år 2050 og godt 50.000 ved slutningen af århundredet. Denne stigning skyldes først og fremmest en stigning i udvandringen af efterkommere fra vestlige lande og af personer med dansk oprindelse, jf. Figur 42. Idet hastigheden med hvilken den samlede udvandring stiger er stort set identisk med stigningstakten for den samlede indvandring, vil nettoindvandringen være stort set konstant i fremskrivningsperioden. Det ses, at denne samlede tendens også kan genfindes for hver af de enkelte befolkningsgrupper, jf. Figur 43. På sigt ligger nettoindvandringen for personer med dansk oprindelse mellem 200 og 300 personer årligt, mens nettoindvandringen fra vestlige og ikke-vestlige lande har et omfang på henholdsvis 3.000 og 5.000 personer årligt.

Figur 42. Udvandring



Anm.: Historisk data ikke er korrigeret for forsinkede indberetninger, hvilket delvist forklarer niveauforskellen mellem 2012 og 2013.. Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2012).

Kilde: Udtræk fra PSD (1992-2012) og Befolkningsfremskrivning 2013. Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2012).

Figur 43. Nettoindvandring

Anm.: Historisk data ikke er korrigeret for forsinkede indberetninger. Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2012).

Kilde: Udtræk fra PSD (1992-2012) og Befolkningsfremskrivning 2013.

7.3 Befolkningsgrupperne

Ved indgangen til 2013 boede der i alt 600.674 indvandrere og efterkommere i Danmark, et antal, der stiger til godt 1 mio. i år 2050. I år 2100 vil antallet af herboende indvandrere og efterkommere være vokset til næsten 1,3 mio. mennesker.

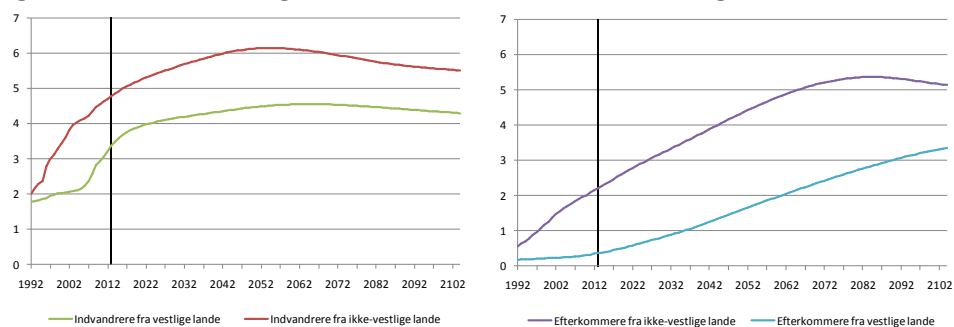
Primo 2013 boede der 5.001.954 personer af dansk oprindelse i Danmark. I fremskrivningen antages antallet af personer med dansk oprindelse fortsat at stige, men bremses dog midlertidigt af en periode med svag negativ vækst i perioden 2040-2050. Herefter genoptages den positive vækst, der vedvarende øges gennem den sidste halvdel af århundredet. Således udgøres befolkningsgruppen i år 2100 af ca. 5,7 mio. personer.

Målt som andel af den samlede befolkning udgjorde herboende indvandrere og efterkommere i 2013 i alt 10,7 pct. Denne andel vokser gradvist frem til omkring år 2080, hvor andelen når et niveau på 18,3 pct. og derefter er stort set konstant. Væksten i indvandreres og efterkommeres andel af befolkningen er aftagende over tid således, at andelen fra 2013 til 2040 er vokset med 4,8 pct. point, mens den de næste 40 år vokser med 3,1 pct. point.

Betragtes alene indvandrere og efterkommere fra ikke-vestlige lande udgjorde disse befolkningsgrupper tilsammen 7 pct. af befolkningen i 2013. Disse befolkningsgruppers andel af den samlede befolkning er voksende frem til år 2075, hvor de tilsammen udgør omkring 11,2 pct. af befolkningen. Herefter er

andelen svagt aftagende. Andelen af indvandrere fra ikke-vestlige lande topes i 2054, mens andelen af efterkommere fra ikke-vestlige lande topes i 2084. Begge befolkningsgruppers andel af den samlede befolkning aftager herefter, jf. Figur 44.

Figur 44. Indvandrere og efterkommeres andel af befolkningen



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2013).

Kilde: Udtræk fra PSD (1992-2013) og Befolkningsfremskrivning 2013.

Med antagelserne om ind- og udvandring samt fertilitet fås således, at indvandreres og efterkommeres samlede andel af befolkningen forventes at blive forøget med godt 70 pct. ved udgangen af det 21. århundrede relativt til idag.

Tabel 4. Befolkningen opdelt efter oprindelse i 1000 personer

	Personer med dansk oprindelse	Indvandrere fra ikke-vestlige lande	Indvandrere fra vestlige lande	Efterkommere fra ikke-vestlige lande	Efterkommere fra vestlige lande	I alt
	Personer					
1992	4 924	103	92	29	9	5 158
1993	4 929	112	93	33	9	5 176
1994	4 932	119	94	37	10	5 192
1995	4 939	124	97	41	10	5 210
1996	4 944	145	99	46	11	5 245
1997	4 947	157	102	51	11	5 269
1998	4 950	166	105	57	11	5 289
1999	4 953	175	107	62	12	5 308
2000	4 955	183	108	67	12	5 325
2001	4 956	193	110	73	12	5 344
2002	4 956	205	111	79	12	5 363
2003	4 956	213	112	84	13	5 378
2004	4 959	218	113	88	13	5 392
2005	4 963	222	116	92	14	5 407
2006	4 968	225	121	96	14	5 423
2007	4 973	230	129	100	15	5 447
2008	4 978	238	141	104	16	5 476
2009	4 985	246	156	108	16	5 511
2010	4 992	252	162	111	17	5 535
2011	4 998	258	171	116	18	5 561
2012	5 000	262	179	120	19	5 581
2013	5 002	267	189	124	20	5 603
2020	5 021	298	224	152	30	5 725
2030	5 105	333	246	191	49	5 923
2040	5 136	359	262	228	71	6 056
2050	5 124	376	274	265	96	6 136
2060	5 164	383	284	300	123	6 254
2070	5 258	384	291	331	151	6 414
2080	5 385	382	296	353	178	6 593
2090	5 525	382	298	361	204	6 770
2100	5 673	385	301	361	227	6 946

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2013.

7.4 Aldersfordeling

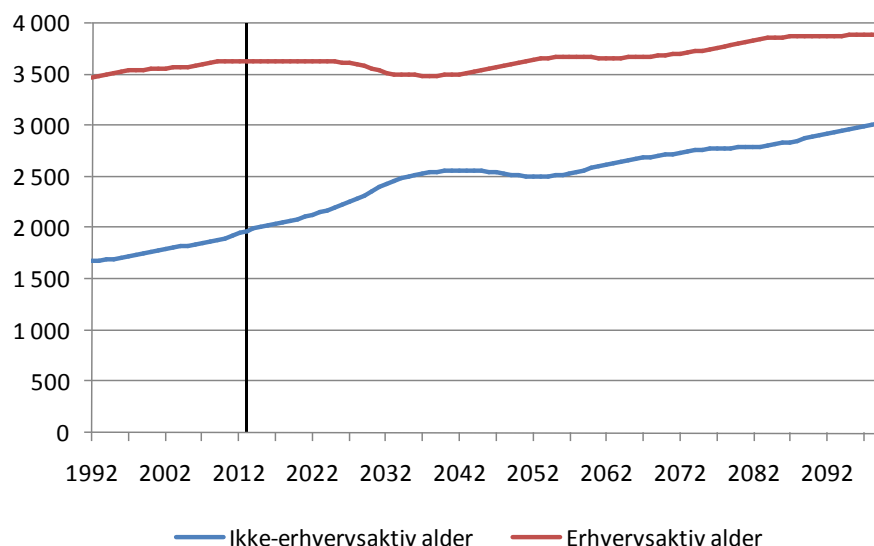
Gennem de sidste hundrede år er der hele tiden blevet flere personer i den erhvervsaktive alder, som her i overensstemmelse med den demografiske definition udgøres af personer i alderen 15 til 64 år.³⁸ Ved indgangen til 1900-tallet var der således knap 1½ mio. personer i den erhvervsaktive alder, mens der i år 2000 var godt 3½ mio. personer. Dermed er der i dag over dobbelt så mange forsørgere som for hundrede år siden.

Der forventes en mindre gunstig udvikling i antallet af forsørgere i de kommende årtier, idet antallet af personer i den erhvervsaktive alder forventes at være først stabilt og siden falde til et niveau omkring 3,5 mio. omkring år 2040. Der forventes dermed relativt til i dag en reduktion i antallet af personer i den erhvervsaktive alder på ca. 130.000 over en periode på omkring 30 år.

³⁸ I modsætning til den økonomiske erhvervsaktive alder, afspejler den demografiske ikke, at tilbagetrækningsalderen stiger over tid som følger af indekseringsmekanismen i Velfærdsaftalen fra 2006 og Tilbagetrækningsreformen fra 2011.

I perioden efter 2040 er antallet af personer i den erhvervsaktive alder stigende og når i år 2100 op på ca. 3,9 mio. personer, jf. Figur 45. Samme år udgør de 15-64-åriges andel af befolkningen 56 pct. Til sammenligning udgør de 15-64-årige i 2013 65 pct. af befolkningen, jf. Figur 47.

Figur 45. Antal personer hhv. i og uden for den erhvervsaktive alder, 1000 personer



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2013).

Kilde: Udtræk fra PSD (1992-2013) og Befolkningsfremskrivning 2013.

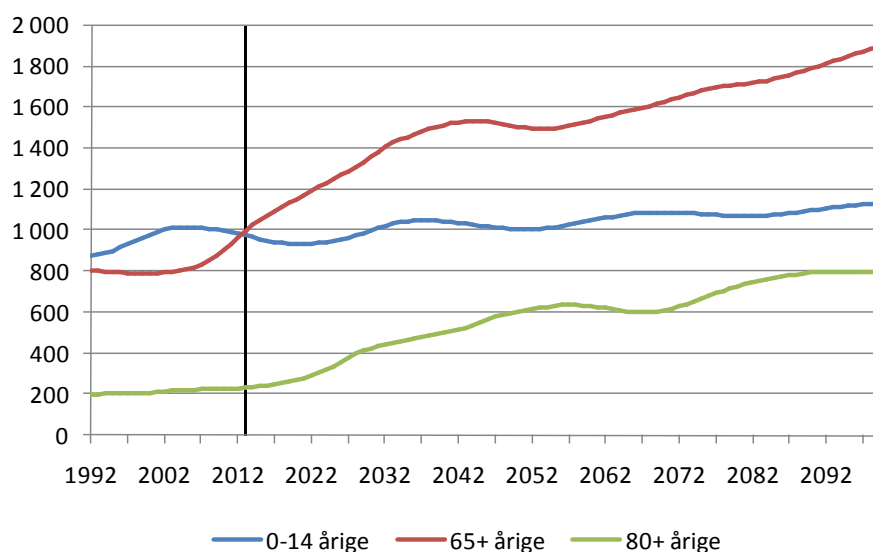
Samtidig er der i løbet af det seneste århundrede sket en stigning i antallet af børn og ældre, dvs. personer uden for den erhvervsaktive alder. Omkring år 1900 var der således omkring 1 mio. børn og ældre, hvilket er steget til næsten 2 mio. i 2013. Der er altså blevet flere personer i de aldersgrupper, som typisk skal forsørges. Denne udvikling ventes at fortsætte i de kommende år, så der er næsten 2,6 mio. børn og ældre kort efter år 2040. Herefter forventes et midlertidigt fald i antallet af personer i disse aldersgrupper, men allerede omkring 2055 stiger antallet af personer igen. I år 2100 er antallet af personer uden for den erhvervsaktive alder vokset til 3,1 mio., jf. Figur 45.

Hovedårsagen til, at antallet af personer uden for den erhvervsaktive alder er steget, er, at der er blevet langt flere ældre, mens antallet af børn – med undtagelse af en kort periode fra 1940 – ikke er steget. Således er antallet af personer over 64 år steget fra knap 200.000 i 1900 til 1 mio. i 2013. Denne udvikling ventes at fortsætte i de kommende år, således at antallet af ældre toppe omkring 2045 med 1,5 mio. personer. Det vil sige, at der om godt 30 år skønnes at være godt 500.000 flere ældre end i dag. I perioden fra 2045 til 2055 falder antallet af ældre lidt, hvorefter det igen er stigende. I år 2100 er antallet af ældre på over 64 år vokset til godt 1,9 mio. personer.

Udviklingen betyder, at mens personer over 64 år i 2013 udgør 17,8 pct. af befolkningen, vil andelen vokse til 25,2 pct. i 2042, hvor den topper midlertidigt. I 2100 udgør personer over 64 år 27,5 pct. af befolkningen, jf. Figur 47.

Antallet af børn under 15 år afspejler udviklingen i fertiliteten. Frem mod 2020 falder antallet fra omkring 980.000 i dag til 940.000, men herefter vil der være en gradvis men ikke monoton stigning mod et niveau på godt 1,1 mio. personer i slutningen af århundredet, jf. Figur 46.

Figur 46. Antal personer under 15 år og over hhv. 65 år og 80 år, 1000 personer



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2013).

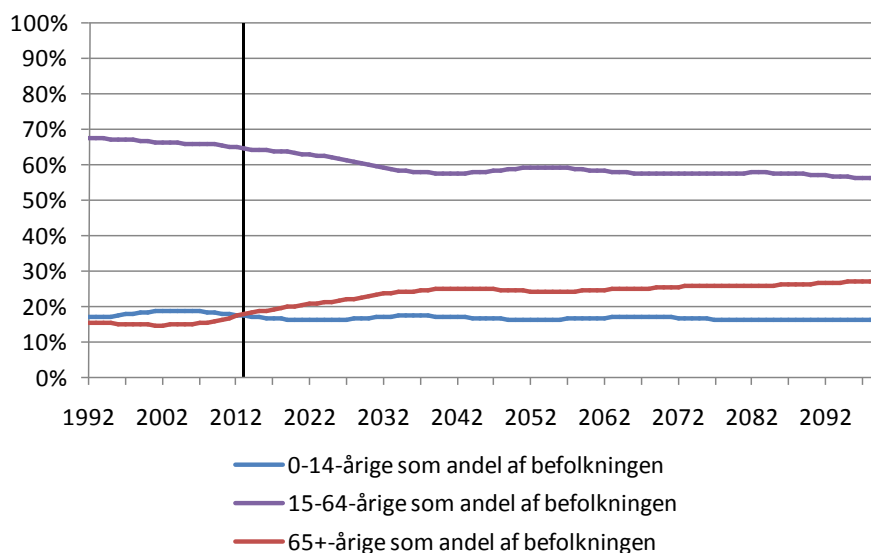
Kilde: Udtræk fra PSD (1992-2013) og Befolkningsfremskrivning 2013.

Der forventes en relativt større stigning i antallet af ældste ældre end i ældregruppen som helhed. Således skønnes antallet af personer på 80 år og derover, at blive fordoblet inden år 2035. Antallet af personer på 80 år og derover fortsætter med at vokse – dog ikke monotont – og antallet forventes under de nuværende antagelser at udgøre godt 800.000 personer i år 2100, hvilket er mere end tre gange så mange som idag, jf. Figur 46. Denne stigning er specielt interessant, fordi de offentlige serviceudgifter pr. person er større for denne gruppe end for andre aldersgrupper.

I forhold til den fremtidige finansiering af velfærdssamfundet er udviklingen i forholdet mellem de forskellige aldersgrupper i befolkningen af afgørende betydning. Størrelsesforholdet mellem forskellige aldersgrupper i befolkningen måles ofte ved udviklingen i den demografiske forsørgerkvote, der sætter antallet af børn og ældre i forhold til antallet af personer i den erhvervsaktive alder. Målet kan betragtes som et groft mål for antallet af personer, som skal forsørges, delt med antallet af potentielle forsørgere. I modsætning til den

økonomiske forsørgerkvote, afspejler den demografiske ikke, at tilbagetrækningsalderen stiger i takt med stigningen i restlevetiden for en 60-årig. Den kraftige stigning i sidste århundrede i antallet af personer i den erhvervsaktive alder, har historisk betydet et fald i den demografiske forsørgerkvote. Grundet aldring af de pågældende erhvervsaktive, er den nuværende tendens dog en stigende forsørgerkvote.

Figur 47. Befolkningen fordelt efter alder i pct. af den samlede befolkning



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2013).

Kilde: Udtræk fra PSD (1992-2013) og Befolkningsfremskrivning 2013.

Den demografiske forsørgerkvote defineres som summen af antallet af personer i alderen 0-14 år og antallet af personer, der er 65 år eller derover, divideret med antallet af personer i alderen 15-64 år.

Målt ved dette begreb skulle godt 6 erhvervsaktive for hundrede år siden forsørge 4 personer, mens 6 erhvervsaktive i dag kun skal forsørge lidt over 3 personer uden for den erhvervsaktive alder. Alternativt kan man sige, at 20 personer skal forsørge lidt over 10 personer. Fremover forventes der en mindre stigning i antallet af personer i den erhvervsaktive alder end i antallet af personer uden for den erhvervsaktive alder, jf. Figur 45. Det betyder, at det omkring år 2040 forventes at 20 erhvervsaktive skal forsørge næsten 15 personer, der ikke er i den erhvervsaktive alder. Fra 2055 stiger forsørgerkvoten til næsten 0,8 frem mod år 2100, jf. Figur 48. Således skal der her 20 erhvervsaktive til at forsørge næsten 16 ikke-erhvervsaktive.

Sammensætningen af personerne uden for den erhvervsaktive alder er dog markant anderledes end ved det 20. århundredes begyndelse. Dette ses ved at

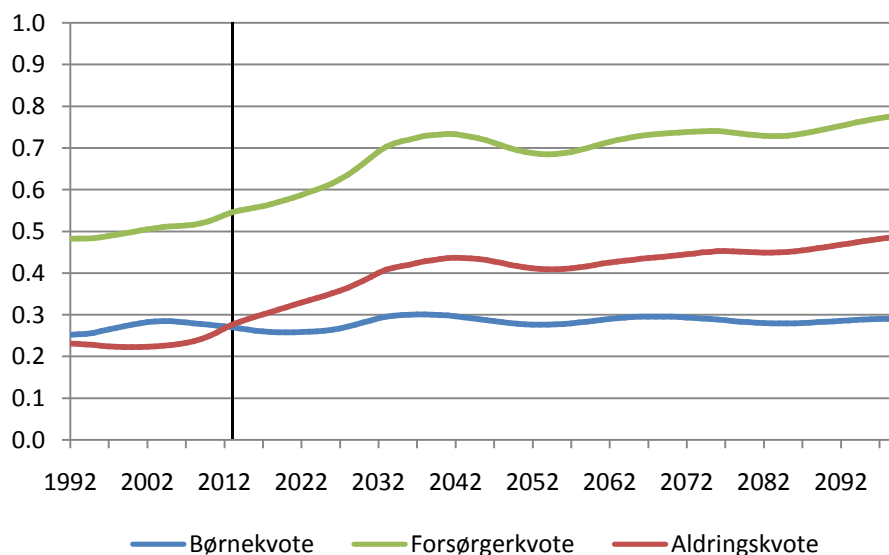
opdele den demografiske forsørgerkvote i henholdsvis en demografisk børnekvote og en demografisk ældrekvote.

Den demografiske børnekvote er defineret som antallet af personer i alderen 0 – 14 år divideret med antallet af personer i alderen 15 – 64 år.

Den demografiske ældrekvote er defineret som antallet af personer på 65 år og derover divideret med antallet af personer i alderen 15 – 64 år.

I løbet af det 20. århundrede har antallet af børn ligget nogenlunde konstant, mens der er blevet flere i den erhvervsaktive alder. Således var der i år 1900 omkring lidt mere end et barn pr. 2 forsørgere, hvilket i dag er faldet til lidt under det halve, hvorfor der nu er ca. 4 forsørgere pr. barn. I fremskrivningen fastholdes dette niveau, således at børnekvoten stabiliseres omkring 0,3, jf. Figur 48.

Figur 48. Demografiske kvoter



Anm.: Den lodrette streg angiver sidste historiske år (2013).

Kilde: Udtræk fra PSD (1992-2013) og Befolkningsfremskrivning 2013.

Omvendt er antallet af ældre gennem det 20. århundrede vokset betydeligt mere end antallet af personer i den erhvervsaktive alder. I begyndelsen af århundredet var der 1 ældre pr. 10 personer i alderen fra 15 – 64 år. I 2013 skal de samme erhvervsaktive forsøge næsten 3 ældre. Frem til 2042 forventes den demografiske ældrekvote næsten at blive fordoblet i forhold til 2013, idet den forventes at nå et niveau på godt 0,4. Efter et midlertidigt fald i ældrekvoten stiger denne igen i århundredets sidste halvdel og nærmer sig 0,5 ved udgangen af århundredet. 10 erhvervsaktive skal således på dette tidspunkt forsøge 5 ældre.

Ændringen i sammensætningen af den demografiske forsørgerkvote – fra hovedsageligt at dække over forsørgelse af børn i starten af det 20. århundrede til i dag at repræsentere en stor set lige fordeling af børn og ældre og i fremtiden til hovedsageligt at være en forsørgelse af ældre – har betydning for de offentlige finanser. Det skyldes, at de offentlige udgifter til en person på 65 år eller derover – med den nuværende udgiftssammensætning – er væsentlig højere end udgifterne til et barn.

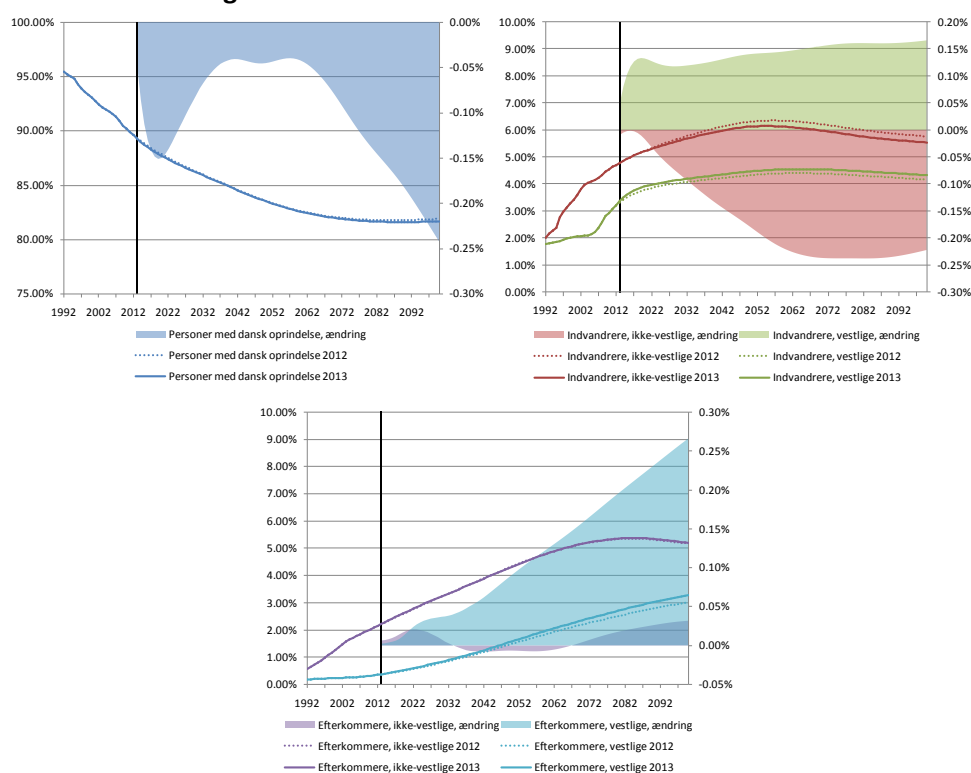
8 Sammenligning med Befolkningsfremskrivning 2012

Nedenfor sammenholdes i hovedtræk resultaterne fra 2013-fremskrivningen med Befolkningsfremskrivning 2012.

8.1 Udviklingen i den samlede befolkning

Relativt til 2012-fremskrivning ændrer befolkningens sammensætning på oprindelse sig i retning af, at vestlige indvandrere og efterkommere nu udgør en større andel af befolkningen, mens ikke-vestlige indvandrere og personer af dansk oprindelse udgør en mindre andel, jf. Figur 49. Andelen af ikke-vestlige efterkommere er marginalt større på sigt end i 2012-fremskrivningen.

Figur 49. Udvikling (venstre akse, pct.) og absolut ændring (højre akse, pct. point) i befolkningens oprindelsessammensætning hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen



Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2013. Oprindelsesandelens niveau er angivet på venstre akse i pct., mens den absolutte ændring i pct. point er angivet på højre akse.

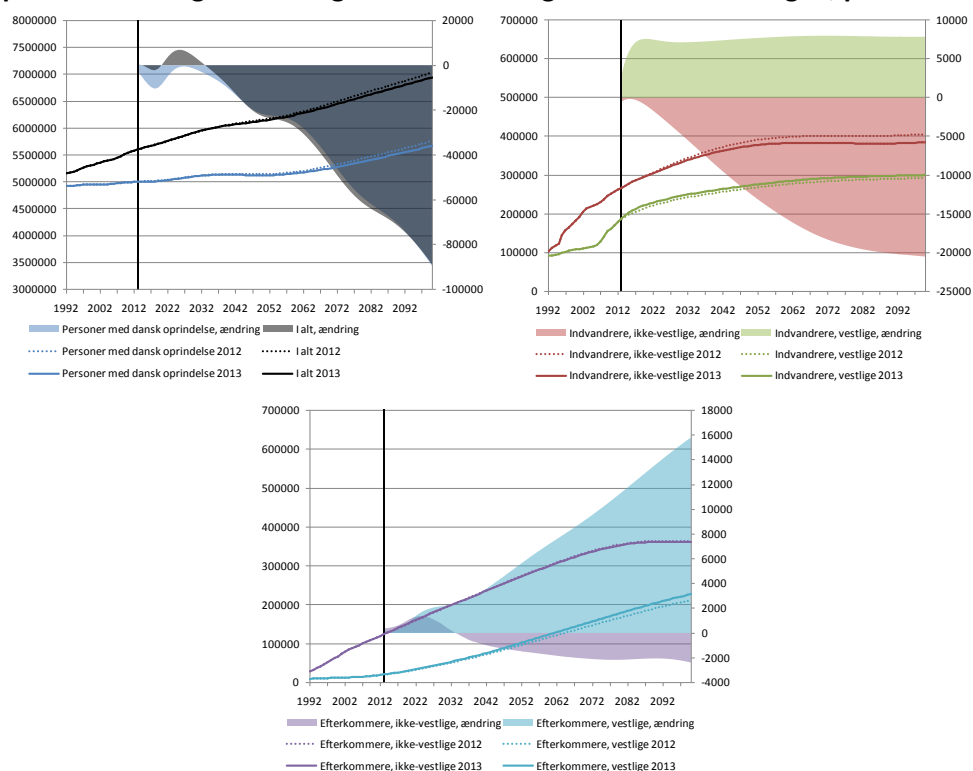
Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

Overordnet afstedkommer opdateret data samt metoderevisioner, at den samlede befolkning i år 2050 og år 2100 er reduceret med hhv. godt 23.000 og

88.000 personer relativt til sidste års fremskrivning, jf. Figur 50. Faldet dækker, som det klarlægges i det følgende, over et lavere fødselsoverskud end i sidste års fremskrivning og en lavere nettoindvandring. Frem til omkring 2030, er fødselsoverskuddet dog større end i sidste års fremskrivning grundet opjustering af fertilitetens konvergenshastighed til ligevægtsniveauet. På sigt er nettoindvandringen ca. 1000 personer under det årlige niveau i 2012-fremskrivningen.

Antallet af personer med dansk oprindelse er gennem det meste af fremskrivningen lavere end sidste år grundet førnævnte forhold. Således er antallet i 2050 mindsket med ca. 22.000 og antallet i år 2100 er mindsket med ca. 89.000. Faldet er foranlediget af en initialt lavere fertilitet og en vedvarende, lavere nettoindvandring end sidste år. Ændringen i antallet af personer med dansk oprindelse er dermed stort set sammenfaldende med den samlede ændring i befolkningen, jf. Figur 50.

Figur 50. Udvikling (venstre akse) og absolut ændring (højre akse) i primobefolkningen hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen, personer



Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2013. Niveau er angivet på venstre akse, mens den absolutte ændring i personer er angivet på højre akse.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

Det samlede antal indvandrere i befolkningen er konsekvent lavere i 2013-fremskrivningen relativt til sidste år. I år 2050 er der således næsten 5.000 færre indvandrere i befolkningen, mens forskellen i år 2100 er næsten 13.000. Dette

dækker over et langsigtet fald i antallet af indvandrere fra ikke-vestlige lande på ca. 21.000 personer og en stigning i antallet af vestlige indvandrere på ca. 7.900 personer.

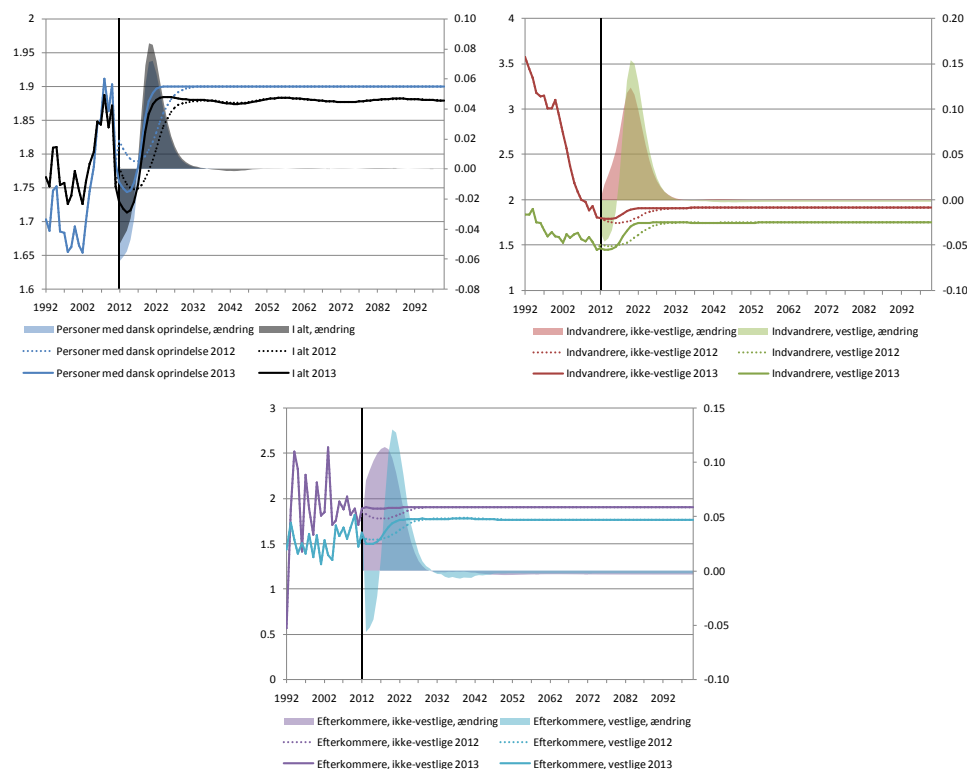
Årsagen til denne udvikling skal findes i nettoindvandringen. Grundet den fortsatte stigning i den historiske indvandring er det kortsigtede niveau for bruttoindvandringen opjusteret for såvel vestlige som ikke-vestlige indvandrere, jf. Figur 56. Denne udvikling afspejler sig i nettoindvandringen, jf. Figur 55. På sigt er bruttoindvandringens niveau dog stort set uændret relativt til sidste år og den marginale nedjustering for ikke-vestlige indvandrere skal alene tilskrives, at indvandringsomfanget af ikke-vestlige indvandrere med dansk statsborgerskab er aftaget. Årsagen til den mindre nettoindvandring for indvandrere fra ikke-vestlige lande er dermed primært forklaret af en stigning i udvandringsomfanget for denne oprindelsesgruppe, der gennem hele 2013-fremskrivning er højere end sidste år, jf. Figur 57. Dette skal i stor udstrækning tilskrives korrektion i risikogruppebegrebet anvendt til beregning af udvandring af førstegangsinvandrere, jf. afsnit 2.2.3. For vestlige indvandrere forklares den højere nettoindvandring af et mindre udvandringsomfang relativt til sidste års fremskrivning.

Udviklingen i antallet af indvandrere afspejles naturligt i udviklingen i antallet af efterkommere fra hhv. vestlige og ikke-vestlige lande. Samlet set er antallet af efterkommere konsekvent højere i 2013-fremskrivningen relativt til sidste år. Stigningen i antallet af indvandrere fra vestlige lande dominerer således effekten af det initiale fald i fertiliteten for vestlige indvandrere og personer af dansk oprindelse. Som det ses, vil antallet af ikke-vestlige efterkommere på sigt være mindre end sidste år grundet faldet i antallet af ikke-vestlige indvandrere. Dette dæmpes dog af, at ikke-vestlige efterkommere i Befolkningsfremskrivning 2013 har en større nettoindvandring end tilfældet var i 2012-fremskrivningen. Det modsatte gør sig gældende for vestlige efterkommere. Den samlede nettoindvandring for efterkommere er blot marginalt højere end i sidste års fremskrivning, jf. Figur 55. På sigt er der i årets fremskrivning ca. 16.000 flere og ca. 2.000 færre efterkommere fra hhv. vestlige og ikke-vestlige lande end tilfældet var sidste år.

8.2 Fødsler og fertilitet

Som forklaret i afsnit 5.7, anvendes med undtagelse af fordeling på statsborgerskab samme langsigtetsniveauer i 2013-fremskrivningen som i 2012-fremskrivningen. Nedenfor er sammenholdt udviklingen i den samlede fertilitet for hhv. hele befolkningen, personer af dansk oprindelse, indvandrere samt efterkommere i de to fremskrivninger, jf. Figur 51.

Figur 51. Udvikling (venstre akse) og absolut ændring (højre akse) i fertiliteten hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen



Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2013. Niveau er angivet på venstre akse, mens den absolutte ændring er angivet på højre akse.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

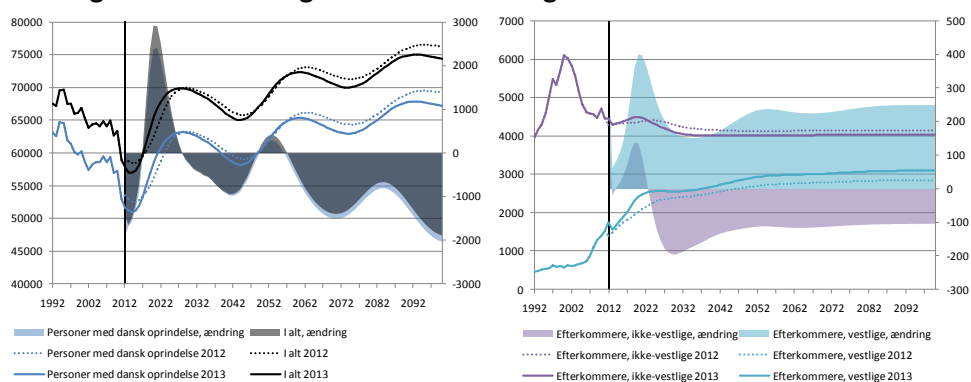
Som det ses, vil den nyeste udvikling tillades at indvirke på fertiliteten på det korte sigt, mens tilpasning til langsigtsniveauet efterfølgende indfinder sig inden for en nu 10 år lang periode. At tilpasningsperioden til langsigtsniveauet er halveret relativt til Befolkningsfremskrivning 2012 ses tydeligt for alle oprindelsesgrupper, idet fertiliteten med undtagelse af de første fremskrivningsår konsekvent er højere end sidste års fremskrivning indtil ligevægtsniveauet opnås. Det fortsatte fald i fertiliteten mellem 2011 og 2012 ses at indvirke på den kortsigtede udvikling i næsten alle oprindelsesgrupper. Dog gælder, at halvering af konvergensperioden samt et hhv. stabilt og stigende fertilitetsniveau mellem 2011 og 2012 afstedkommer et konsekvent højere fertilitetsniveau for ikke-vestlige indvandrere og efterkommere end i sidste års fremskrivning. Forskellen mellem 2012- og 2013 fremskrivningen ses at være elimineret omkring år 2030.

Trods justering af de langsigtede statsborgerskabsfordelte skøn for indvandrere foranlediger den løbende ændring i statsborgerskabssammensætningen ikke en ændring i den samlede fertilitet for indvandrere relativt til 2012-fremskrivningen. Denne er således stadig på ca. 1,90 for ikke-vestlige indvandrere og 1,75 for vestlige indvandrere. Dette dækker dog over en lille opjustering af fertiliteten for

ikke-vestlige indvandrere med dansk statsborgerskab fra 1,87 til 1,88 og af fertiliteten for vestlige indvandrere med dansk statsborgerskab fra 1,70 til 1,75.

Kombineres befolkningens sammensætning på oprindelse med de enkelte oprindelsesgruppers fertilitet på alle tidspunkter i fremskrivningen, giver dette anledning til udviklingen i den samlede fertilitet for hele befolkningen. Denne afspejler udviklingen i fertiliteten for personer af dansk oprindelse og det langsigtede niveau er her uændret relativt til sidste års fremskrivning, jf. Figur 51. Udviklingen i antallet af fødte fordelt på barnets oprindelse og for befolkningen som helhed er sammenholdt i Figur 52.

Figur 52. Udvikling (venstre akse) og absolut ændring (højre akse) i antal fødte hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen



Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2012. Niveau er angivet på venstre akse, mens den absolutte ændring i personer er angivet på højre akse.

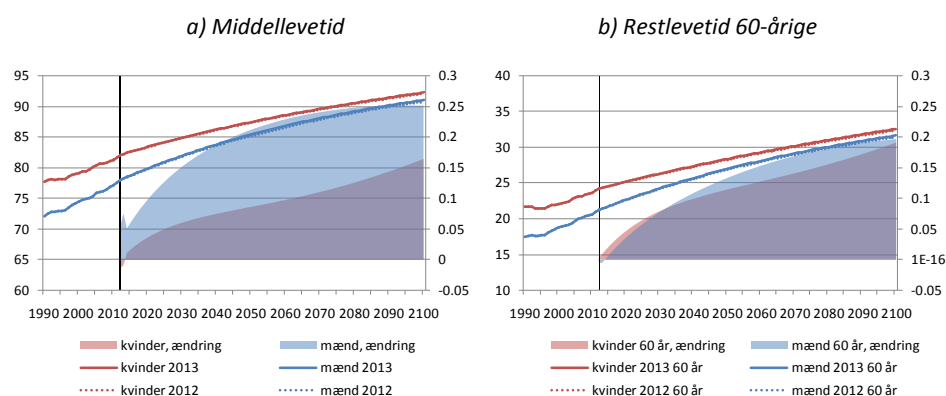
Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

8.3 Dødsfald og middellevetid

For mænd kan noteres en stigning i middellevetiden fra 2011 til 2012 på 0,5 år, mens kvinders restlevetid i samme periode er steget med 0,4 år³⁹. Dette har indvirket på udviklingen relativt til sidste års fremskrivning. I 2050 er middellevetiden for mænd ca. 0,2 år højere i dette års fremskrivning end sidste år og vil dermed ligge på 85,4 år, mens forskellen i år 2100 er øget til 0,25 år, hvor middellevetiden vil nå et niveau på 91 år, jf. Figur 53a.

³⁹ Ændringer og niveauer for middel- og restlevetiden i dette afsnit er opgjort med udgangspunkt i middel- og restlevetid beregnet ud fra medioficerede dødeligheder, jf. fodnote 27.

Figur 53. Udvikling (venstre akse) og absolut ændring (højre akse) i middel- og restlevetiden for 60-årige hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen, år



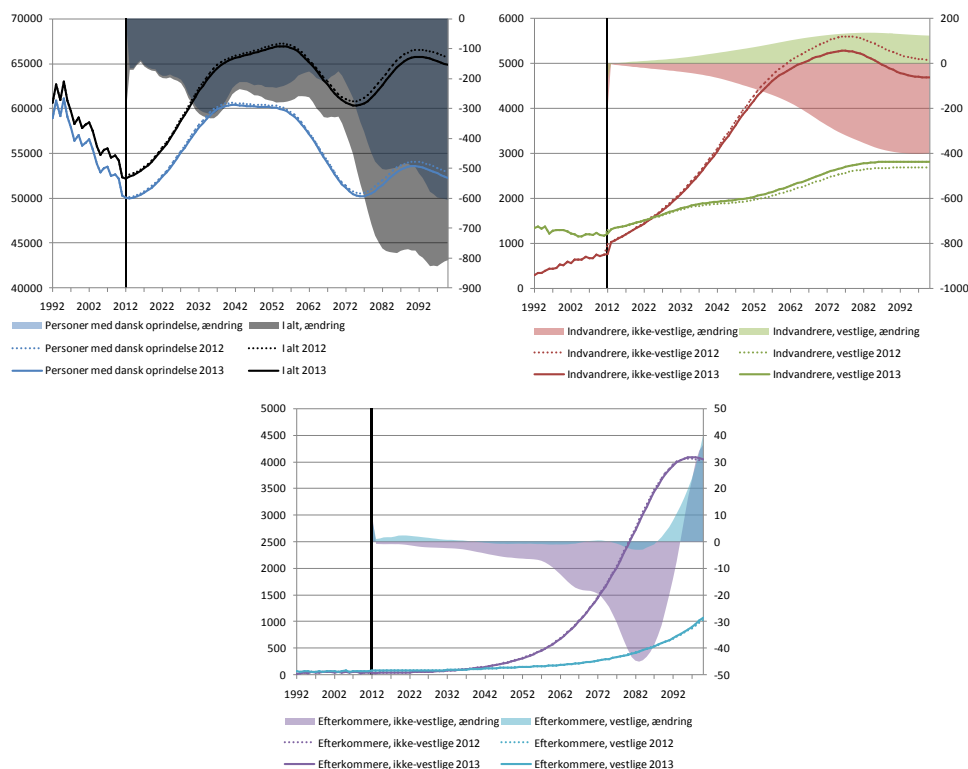
Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2012. Niveau i år er angivet på venstre akse, mens den absolutte ændring i år er angivet på højre akse.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

For kvinder er middellevetiden i år 2050 og 2100 henholdsvis 87,5 år og 92,3 år, hvilket er hhv. 0,1 år og godt 0,15 år højere end i sidste års fremskrivning. For 60-årige er udviklingen mere ensartet på tværs af køn og det ses, at ændringen i middellevetiden for kvinder primært er drevet af udvikling i restlevetiden for 60-årige, mens ændring i restlevetiden for personer under 60 år i større udstrækning indvirker på stigningen i mænds middellevetid, jf. Figur 53a og Figur 53b.

Antallet af dødsfald påvirkes negativt af den mere optimistiske udvikling i middellevetiden, jf. Figur 54. Udviklingen i antallet af dødsfald afspejler herudover ændringen i primobefolkningen mellem Befolkningsfremskrivning 2012 og 2013, jf. Figur 50.

Figur 54. Udvikling (venstre akse) og absolut ændring (højre akse) i antal døde hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen, personer



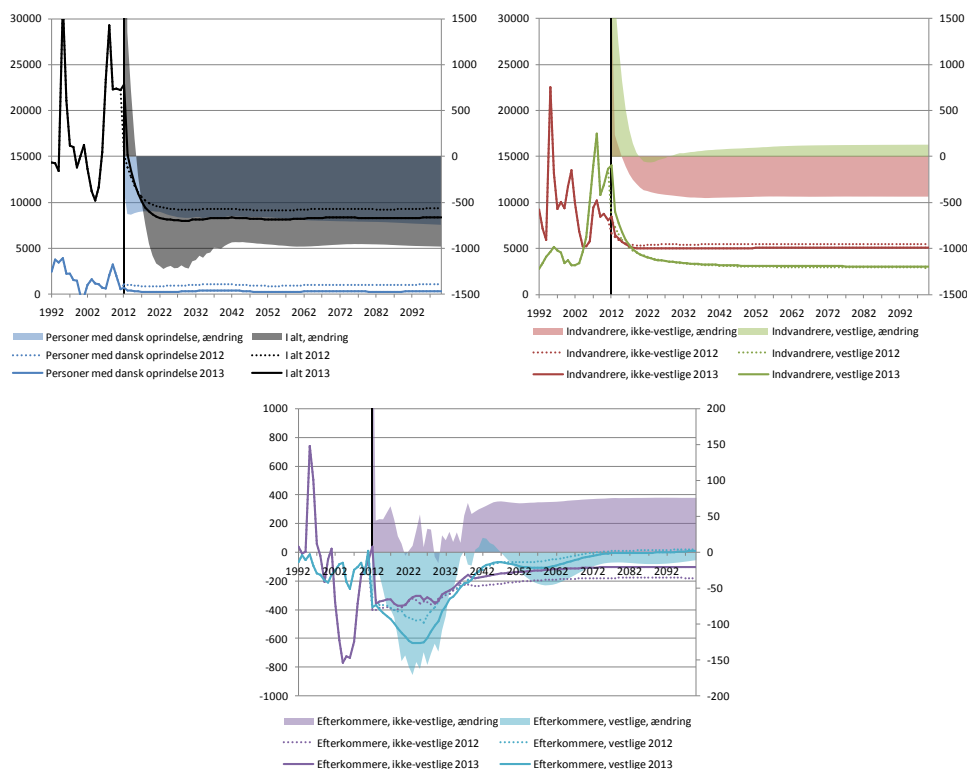
Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2012. Niveau er angivet på venstre akse, mens den absolutte ændring i personer er angivet på højre akse.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

8.4 Vandringer

Udviklingen i nettoindvandringen er illustreret i Figur 55 og allerede omtalt ovenfor. Udviklingen er afledt af forskellen mellem ind- og udvandring illustreret i Figur 56 og Figur 57. De historiske data er i figurerne ikke korrigerede for forsinkede indberetninger og betydningen ses som tidligere nævnt at være størst for udvandringsdata, hvilket giver anledning til et spring mellem den historiske periode og fremskrivningen. Fremskrevne værdier for ind- og udvandring er baseret på hyppigheder korrigeret for forsinkelser.

Figur 55. Udvikling (venstre akse) og absolut ændring (højre akse) i nettoindvandringen hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen, personer

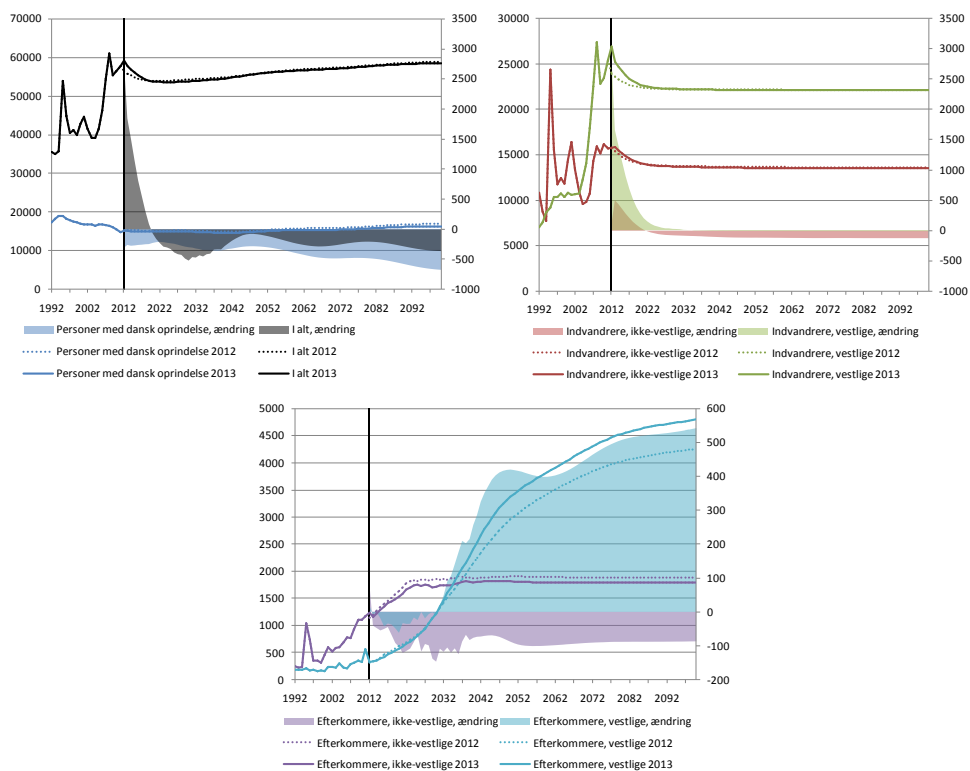


Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2012. Niveau er angivet på venstre akse, mens den absolutte ændring i personer er angivet på højre akse.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

Forskellen mellem 2012- og 2013-fremskrivningen skal tilskrives en kombination af opdatering af datagrundlaget og ændring i antagelserne vedrørende førstegangsendvandreres udvandringstilbøjelighed, jf. omtalen af nettoindvandring i afsnit 8.1. I fremskrivningens første år er bruttoindvandringen grundet den historiske udvikling opjusteret med ca. 3.000 personer for indvandrere fra vestlige lande og med ca. 500 personer for ikke-vestlige indvandrere. Dette forklarer størstedelen af den samlede ændring i bruttoindvandringsomfanget, jf. Figur 56. Primært grundet korrektionen i risikogruppebegrebet anvendt til fastlæggelse af udvandring af førstegangsendvandrere, er udvandringen af ikke-vestlige indvandrere større i 2013-fremskrivningen relativt til sidste års version. Stigningen i den samlede udvandring er herudover forklaret af en stigning i udvandringen af vestlige efterkommere og i personer af dansk oprindelse, jf. Figur 57.

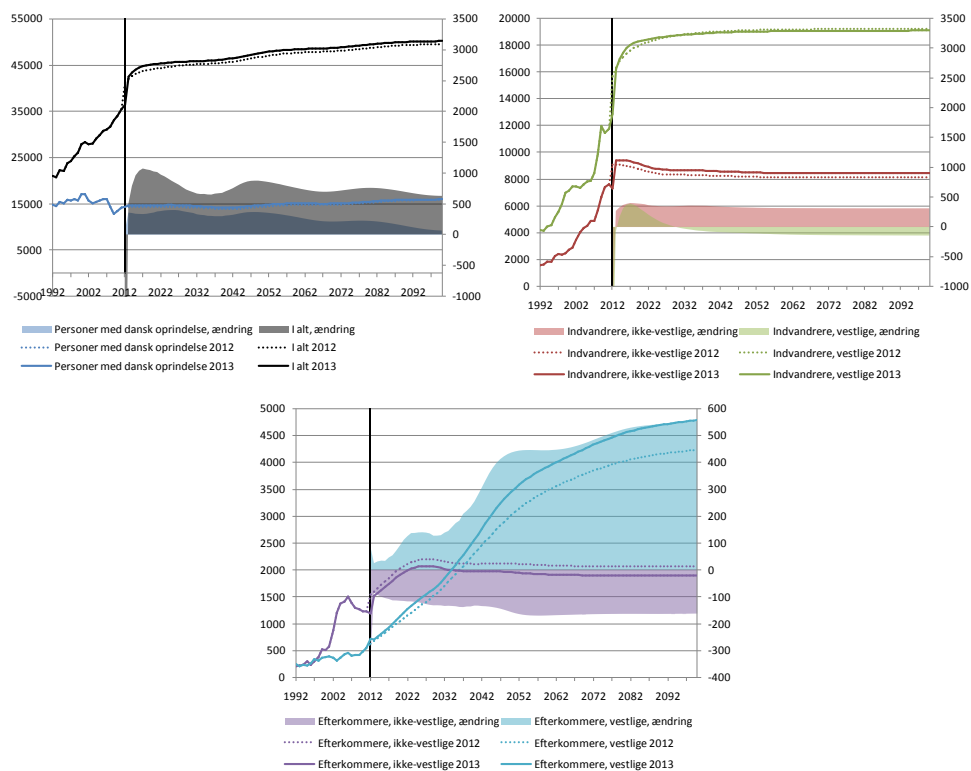
Figur 56. Udvikling (venstre akse) og absolut ændring (højre akse) i bruttoindvandringen hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen, personer



Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2012. Niveau er angivet på venstre akse, mens den absolutte ændring i personer er angivet på højre akse.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

Figur 57. Udvikling (venstre akse) og absolut ændring (højre akse) i udvandringen hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen, personer



Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2012. Niveau er angivet på venstre akse, mens den absolutte ændring i personer er angivet på højre akse.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

Tabel 5 sammenholder i oversigtsform de kvantitative forskelle mellem 2012- og 2013-fremskrivningerne.

Tabel 5. Beholdninger og strømme i 2012- og 2013-fremskrivningerne i år 2050 og år 2100.

	2012-fremskrivning, 2050	2013-fremskrivning, 2050	2012-fremskrivning, 2100	2013-fremskrivning, 2100
Befolkning				
I alt	6 158 632	6 135 806	7 034 583	6 945 848
Personer af dansk oprindelse	5 146 241	5 124 391	5 762 175	5 672 684
Indvandrere, ikke-vestlige	388 514	376 041	405 554	385 003
Indvandrere, vestlige	266 373	274 041	292 706	300 586
Efterkommere, ikke-vestlige	266 320	264 928	363 016	360 644
Efterkommere, vestlige	91 185	96 406	211 132	226 930
Indvandring				
I alt	55 949	55 861	58 926	58 566
Personer af dansk oprindelse	15 238	14 947	16 988	16 313
Indvandrere, ikke-vestlige	13 680	13 565	13 635	13 512
Indvandrere, vestlige	22 175	22 162	22 169	22 153
Efterkommere, ikke-vestlige	1 902	1 814	1 882	1 794
Efterkommere, vestlige	2 954	3 373	4 253	4 794
Udvandring				
I alt	46 834	47 699	49 599	50 224
Personer af dansk oprindelse	14 370	14 738	15 923	15 991
Indvandrere, ikke-vestlige	8 190	8 517	8 129	8 444
Indvandrere, vestlige	19 140	19 033	19 256	19 110
Efterkommere, ikke-vestlige	2 112	1 955	2 061	1 897
Efterkommere, vestlige	3 021	3 457	4 231	4 783
Fertilitet				
I alt	1.88	1.88	1.88	1.88
Personer af dansk oprindelse	1.90	1.90	1.90	1.90
Indvandrere, ikke-vestlige	1.91	1.91	1.91	1.91
Indvandrere, vestlige	1.75	1.75	1.75	1.75
Efterkommere, ikke-vestlige	1.91	1.90	1.91	1.90
Efterkommere, vestlige	1.77	1.77	1.77	1.76
Restlevetid				
Middellevetid, mænd	85.2	85.4	90.8	91.0
Restlevetid for 60-årige, mænd	26.8	26.9	31.4	31.6
Middellevetid, kvinder	87.4	87.5	92.1	92.3
Restlevetid for 60-årige, kvinder	28.2	28.3	32.4	32.6

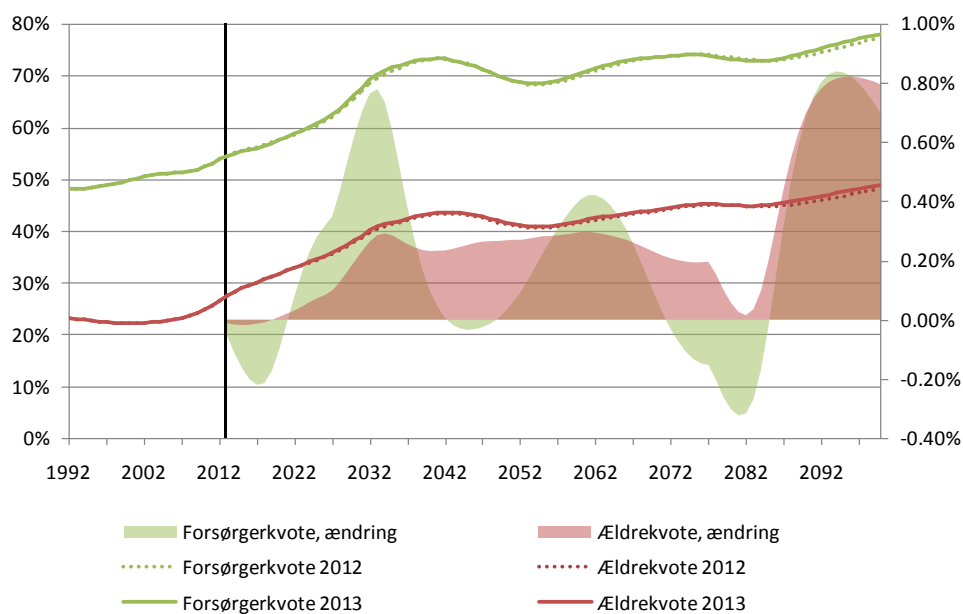
Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og 2013.

8.5 Udvikling i forsørger- og ældrekvote

Ældrekvoten er konsekvent højere i 2013-fremskrivningen relativt til sidste års fremskrivning, hvilket skal tilskrives stigningen i restlevetiden kombineret med ekkovirkningerne af den initiale justering i fertiliteten jf. Figur 58. Sidstnævnte vil isoleret set på sigt give anledning til en nedjustering af antallet i den erhvervsaktive alder, hvilket forstærkes af et mindsket nettoindvandringsomfang.

I fremskrivningens begyndelse er forsørgerkvoten lavere end sidste år og da ældrekvoten i samme periode ikke er ændret nævneværdigt, kan ændringen i forsørgerkvoten henføres til faldet i antallet af børn, der er direkte foranlediget af det lavere antal fødte i fremskrivningens begyndelse, jf. Figur 52. En hurtigere konvergens af fertiliteten til langsigtsniveauet bidrager efterfølgende til en stigning i forsørgerkvoten, der forstærkes yderligere af en samtidig stigning i ældrekvoten.

Figur 58. Udvikling (venstre akse, pct.) og absolut ændring (højre akse, pct. point) i demografiske kvoter hhv. i og mellem 2012- og 2013-fremskrivningen



Anm.: Den lodrette streg angiver seneste historiske år, her 2013. Niveau er angivet på venstre akse, mens den absolutte ændring i pct. point er angivet på højre akse.

Kilde: Befolkningsfremskrivning 2012 og Befolkningsfremskrivning 2013.

9 Referencer

Alho, J. M. & Spencer B. D. (2005): *Statistical Demography and Forecasting*, Springer.

Andreev, K.F. and J. Vaupel (2006): *Forecasts of Cohort Mortality After Age 50, MPIDR Working Paper WP 2006-012*, Max Planck Institute for Demographic Research, Rostock, Germany.

Bell, W. R. (1997): Comparing and Assessing Time Series Methods for Forecasting Age-Specific Fertility and Mortality Rates, *Journal of Official Statistics* vol. 13 no. 3 279-303.

Booth H & Tickle L. (2008): *Mortality modelling and forecasting: A review of methods*, ADSRI Working Paper No. 3, 2008.

Burrage. K, A. Williams, J. Erhel & B. Pohl (1994): The implementation of a Generalized Cross Validation algorithm using deflation techniques for linear systems, *Research Report no. 94-05*, Seminar für Angewandte Mathematik, Eidgenössische Technische Hochschule, Switzerland.

Chatfield, C. (2004): *The Analysis of Time Series – An Introduction*, Chapman & Hall/CRC, 6. udgave.

D'Addio, A. C. & M. M. d'Ercole (2005): Policies, Institutions and fertility rates: A panel data analysis for OECD countries, *OECD Economic Studies* No. 41, 2005/2.

Danmarks Statistik (1978): *Befolkningsprognoser 1977-2000*, *Statistiske undersøgelser* nr. 36.

Danmarks Statistik (2003): *Befolkningens bevægelser*.

Danmarks Statistik (2010a): *Indvandrere i Danmark 2010*.

Danmarks Statistik (2010b): *NYT fra Danmarks Statistik, nr. 124, marts 2010*.

De Jong, P. & L. Tickle (2005): *Extending Lee-Carter Mortality Forecasting*, Working Paper Institute of Actuaries of Australia.

Gompertz, B. (1825): On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Vol. 115 (1825)*, 513-585.

Hansen M. F. & Stephensen P. (2012): *Danmarks fremtidige befolkning. Befolkningsfremskrivning 2012. DREAM rapport 2012*. www.dreammodel.dk.

Haldrup, N. (2004): Estimation af middellevetider for mænd og kvinder i Danmark 2002-2100 baseret på Lee-Carter metoden. Arbejdsrapport 2004:3, Velfærdskommissionen.

Hyndman, King & Billah (2002): Local Linear Forecasts Using Cubic Smoothing Splines, Monash University Australia, Working Paper 10/2002.

Keilman, N., D. Q. Pham, & A. Hetland (2001): Norway's Uncertain Demographic Future, *Statistisk sentralbyrå*, Social and Economic Studies.

Lee, R. (2000): The Lee-Carter Method for Forecasting Mortality, with Various Extensions and Applications, *North American Actuarial Journal*, vol. 4 no. 1, 80-93.

Lee, R., and L. Carter (1992a): Modelling and Forecasting the Time Series of U.S. Mortality, *Journal of the American Statistical Association*, 87, 659-671.

Lee, R., and L. Carter (1992b): Modelling and forecasting US sex differentials in mortality, *International Journal of Forecasting* vol. 8, 393-411.

Lee, R. & T. Miller (2001): Evaluating the Performance of the Lee-Carter Method for Forecasting Mortality, *Demography* vol. 38 no. 4, 537-549.

Mazzuco S. & B. Scarpa (2011): Fitting age-specific fertility rates by a skew-symmetric probability density function, *Department of Statistical Sciences, University of Padua, Italy*, Working Paper Series, N. 10, October 2011.

Oeppen, J. & J. W. Vaupel (2002): Broken Limits to Life Expectancy, *Science* vol. 296 May 2002.

Statistiska centralbyrån (2003): Sveriges framtida befolkning, befolkningsfraskrivning för åren 2003-2050, Demografiske rapporter 2003:4.

Statistiska centralbyrån (2005): SCB's modell för befolkningsprognoser – En dokumentation, Bakgrundsmaterial om demografi, barn och familj 2005:1.

United Nations (2004): World Population in 2300. UN, New York.

Velfærdskommissionen (2006): Fremtidens Velfærd - vores valg, Analyserapport, København.