

DREAM

Danmarks fremtidige befolkning Befolkningsfremskrivning 2009

Marianne Frank Hansen
og Mathilde Louise Barington

August 2009

Indholdsfortegnelse

Danmarks fremtidige befolkning.....	1
Befolkningsfremskrivning 2009	1
Indholdsfortegnelse	1
Forord.....	4
1. Indledning	5
1.1 Opbygningen af befolkningsmodellen.....	6
1.2 Vitale begivenheder	6
2. Befolkningsfremskrivningsmodellen	11
2.1 Befolkningen fordelt på alder og køn.....	11
2.2 Befolkningen fordelt på alder, køn og oprindelse	12
2.3 Bestemmelsen af vitale begivenheder.....	15
2.4 Eksogene parametre i fremskrivningsmodellen	20
3. Data.....	21
3.1 Primær data.....	22
3.2 Befolkningsfremskrivning	23
4. Dødelighed og forventet levetid	24
4.1 Lee-Carter metoden.....	25
4.2 Estimation af Lee-Carter modellen	26
4.3 Valg af dataperiode.....	28
4.4 Estimationsresultater	29
4.5 Korrektioner af fremskrivningsmetoden	32
4.6 Resultater af fremskrivningen.....	35
4.7 Udviklingen i dødeligheden for de enkelte aldersgrupper.....	37
4.8 Restlevetid	38
4.9 Definition af restlevetid.....	41
4.10 Restlevetidsudviklingen for mænd.....	46
4.11 Restlevetidsudviklingen for kvinder	48

4.12 Fremtidig udvikling i den aldersbetingede restlevetid.....	49
4.13 Sammenfatning af resultater om restlevetidsstigning.....	52
5. Fødsler og Fertilitet.....	54
5.1 Historisk udvikling i fødsler og fertilitet.....	54
5.2 Metode til fremskrivningen af aldersbetingede fertilitetskvotienter.....	57
5.3 Estimation af den aldersbetingede fertilitet for de store grupper.....	57
5.4 Bestemmelse af fertilitetskvotienter for de øvrige befolkningsgrupper	60
5.5 Konvergens af fertilitet på lang sigt	61
5.6 Fremskrivningsresultater.....	63
5.7 Udviklingen i den aldersbetingede fertilitet	68
5.8 Nyfødtes fordeling på oprindelsesgrupper	69
6. Indvandring, udvandring og statsborgerskab	72
6.1 Indvandring fra mere og mindre udviklede lande	72
6.2 Udviklingen i indvandringen 1981 - 2008.....	74
6.3 Fremskrivning af indvandringen	76
6.4 Indvandrere uden dansk statsborgerskab.....	77
6.5 Aldersfordelingen af indvandringen af personer uden dansk statsborgerskab.....	79
6.6. Genindvandring	80
6.7 Udvandring.....	82
6.8 Statsborgerskabsskift	84
7. Resultater	86
7.1 Udviklingen i den samlede befolkning	86
7.2 Indvandring og udvandring.....	88
7.3 Befolkningsgrupperne.....	90
7.4 Aldersfordeling.....	92
8. Sammenligning med DREAMs 2008-fremskrivning.....	97
8.1 Udviklingen i den samlede befolkning	97
8.2 Udvikling i forsørger- og ældrekvote.....	101

9 Sammenligning med Danmarks Statistiks befolkningsfremskrivning 2009	103
Referencer.....	108

Forord

DREAM har siden 1999 årligt udarbejdet landsdækkende befolkningsfremskrivninger. Datakilder, forudsætninger og beregningsmetode beskrives her sammen med de væsentligste resultater af 2009-fremskrivningen.

Bortset fra visse mindre ændringer er nærværende fremskrivning i så vidt omfang som muligt en opdatering af fremskrivningen fra 2008, hvor opdateringen består af den registrerede udvikling i befolkningen frem til primo 2009. Der laves sidst i papiret en sammenligning med fremskrivningen fra sidste år.

Befolkningsudviklingen er – i overensstemmelse med tidligere år – fremskrevet indtil år 2100. Det skal understreges, at usikkerheden på befolkningsfremskrivningen er hastigt voksende i fremskrivningens længde. Der er så stor usikkerhed ved især de langsigtede skøn, at resultatet først og fremmest skal fortolkes som en illustration af befolkningsudviklingen og dens sammensætning for det givne sæt antagelser, der anvendes. Antagelserne revideres kritisk hvert år bl.a. ud fra et kriterium om, at inddragelse af et nyt historisk år ikke afstedkommer en fremskrivning, der på længere sigt afviger markant fra sidste års skøn.

1. Indledning

Befolkningsfremskrivninger har fået en stadigt mere fremtrædende placering ved fastlæggelse af den økonomiske politik og ved centrale beslutninger i f.eks. private pensionsselskaber. Derfor er der også i de seneste år kommet mere fokus på de anvendte metoder og modeller.

DREAM har udarbejdet befolkningsfremskrivninger siden 1999, og disse er løbende blevet dokumenteret i forbindelse med beskrivelse af resultatet af den aktuelle fremskrivning. Der er gradvist sket en udbygning af de anvendte metoder.

Formålet med denne publikation er at dokumentere de anvendte metoder i DREAMs befolkningsfremskrivningsmodel og det datagrundlag, der ligger til grund for modellen. Endvidere præsenteres resultaterne af dette års fremskrivning. Endelig sammenlignes dette års fremskrivning med fremskrivningen fra 2008 og forskellene dekomponeres i effekter fra henholdsvis ændret fertilitet, dødelighed og andre forhold.

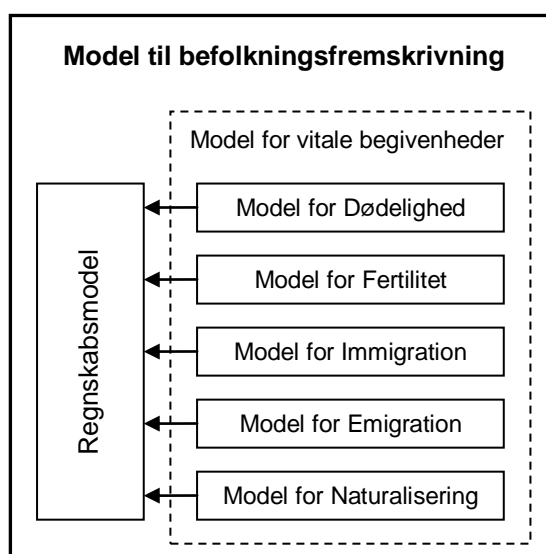
Dokumentationen er organiseret på følgende måde: I dette kapitel gives det første overblik over modellen. I kapitel 2 opstilles den anvendte befolkningsfremskrivningsmodel formelt, og der redegøres for dimensionen af modellen samt de eksogene variable, der fastlægges ved estimation på den historiske udvikling. I kapitel 3 præsenteres de anvendte datakilder og de centrale demografiske begreber defineres. Afsnit 4 er en beskrivelse af udviklingen af dødeligheden i Danmark gennem det seneste århundrede og af Lee-Carter metoden, der anvendes til estimation af den fremtidige udvikling i dødeligheder og dermed den aldersbetingede restlevetid. 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. Endelig indeholder kapitel 6 en gennemgang af den historiske udvikling i indvandringen (siden 1981) samt den anvendte fremskrivningsmetode for henholdsvis indvandring og udvandring. Kapitel 7 præsenterer resultaterne af den samlede befolkningsfremskrivning, mens fremskrivningen sammenlignes med resultaterne fra sidste år i kapitel 8. Endelig sammenlignes 2009 fremskrivningen med Danmarks Statistiks 2009 fremskrivning i kapitel 9.

1.1 Opbygningen af befolkningsmodellen

Helt generelt 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 (Alho og Spencer, 2005). Siden 1963 har Danmarks Statistik produceret befolkningsfremskrivninger, der ligeledes er baseret på en regnskabsmodel for befolkningen (Danmarks Statistik, 1978).

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. 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 DREAMS befolkningsfremskrivning.

1.2 Vitale begivenheder

Regnskabsmodellen for befolkningen holder styr på ændringer i befolkningen (primo) mellem to år. Mekanismerne i 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 befolkningens herkomstgrupper ændres gennem naturalisering (opnåelse af dansk statsborgerskab).

Dødsfald

Antallet af døde i et givet år fremskrives ved at tage udgangspunkt i befolkningen fordelt på alder og køn og fremskrive dødshyppigheden fordelt på disse grupper. Således antages det implicit, at dødshyppigheden ikke er afhængig af befolkningens oprindelse. Dette skyldes, at der blandt indvandrere og specielt efterkommere er få personer i de ældre aldersgrupper, hvor dødeligheden er højst. Det er derfor ikke meningsfuldt at lave oprindelsesopdelt fremskrivning af dødelighed. I fremtiden vil et forbedret datagrundlag med flere ældre indvandrere og efterkommere åbne for muligheden for at lave dødelighedsfremskrivninger for hver oprindelsesgruppe.

Estimation af dødelighed

For given aldersklasse 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 Lee-Carter metoden, se Lee og Carter (1992a, 1992b), der er en ekstrapolativ metode. Den grundlæggende idé i Lee-Carter metoden er, at den fremtidige udvikling i en given aldersbetinget dødelighed kan beskrives ud fra den historiske udvikling i de aldersbetingede 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 3 elementer: En aldersspecifik del, der er uafhængig af tidspunktet, et mortalitetsindeks, der er et tidsafhængigt mål for den samlede dødelighed 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, se f.eks. Chatfield (2004). I kapitel 4 vil den anvendte Lee-Carter metode blive gennemgået.

Fødsler

Det samlede antal fødsler findes som summen af børn født af mødre i de enkelte befolkningsgrupper. Da de nyfødte børn ikke altid tilhører samme herkomstgruppe som deres mødre (børn af indvandrere karakteriseres f.eks. som efterkommere), defineres fødte som udgangspunkt efter 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.

Nyfødtes oprindelsesgruppe afhænger, som følge af definitionerne af oprindelsesgrupperne, både af faderens og moderens oprindelse. I DREAM er der derfor udviklet en metode, hvor børnene fordeles på oprindelsesgrupper alene på baggrund af moderens oprindelsesgruppe. Der konstrueres på basis af de historiske erfaringer en sandsynlighedsfordeling for barnets oprindelse givet moderens. Denne fordeling anvendes i fremskrivningen til at fordele børnene på oprindelsesgrupper. I afsnit 2.3 beskrives metoden til at tildele børn oprindelse på baggrund af moderens oprindelse.

Estimation af fertilitet

Den aldersfordelte fertilitet i en given periode er defineret som antallet af fødsler blandt mødre med en given alder divideret med antallet af potentielle mødre i den pågældende aldersklasse. Fremskrivningen af fertilitet sker ved at fremskrive den aldersbetingede fertilitet for hver befolkningsgruppe. I modsætning til estimationen af dødeligheder estimeres den enkelte aldersgruppes fertilitet uafhængigt af den samlede fertilitet og den er derfor også uafhængig af de øvrige aldersgruppes fertilitet. Udviklingen i den samlede fertilitet i fremskrivningen fremkommer således som en sum af udviklingen i de enkelte aldersgruppes fertilitet. Der er historisk set større udsving i fertilitet end i dødelighed, derfor bestemmes udviklingen på kort sigt på baggrund af den nuværende trend i fertiliteten, mens fertiliteten på lang sigt konvergerer mod et ligevægtsniveau. På kort sigt kan der således være stor forskel i udviklingen i fertilitet for befolkningsfremskrivninger med forskelligt basisår, mens den langsigtede udvikling ikke ændres i samme grad ved at medtage flere dataår.

Det er udelukkende for de tre største befolkningsgrupper, at der er tilstrækkeligt antal observationer til at kunne estimere den aldersbetingede fertilitet med et-års alderstrin. De tre grupper er: Personer med dansk oprindelse, indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab og indvandrere fra mere udviklede 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* (CSS), se Hyndman, King og Billah (2002). Metoden medfører en udglattet konvergens mod et ligevægtsniveau defineret på baggrund af den historiske udvikling. I afsnit 5.3 gennemgås Cubic Spline Smoothing metoden 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 år, hvilket betyder, at det er vanskeligt/umuligt 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 3 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 3 store gruppers aldersbetingede fertilitet. I afsnit 5.4 beskrives metoden til estimation af fertilitet for de små befolkningsgrupper på baggrund af de 3 store befolkningsgrupper.

Når den kortsigtede udvikling i fertiliteten er bestemt for samtlige befolkningsgrupper, bestemmes konvergensten mod langsigtudsudviklingen. Til dette benyttes en *Richards Curve*, der i løbet af en given tidsperiode vægter mellem den kortsigtede og den langsigtede udvikling i fertilitet. I afsnit 5.5 gennemgås denne metode, der sikrer, at langsigtudsudviklingen ikke ændres voldsomt ved indførelsen af et nyt dataår.

Immigration

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

For indvandrere uden dansk statsborgerskab er indvandringen eksogent givet. Som udgangspunkt antages, at indvandringen fra hhv. mere og mindre udviklede lande fordelt på køn og alder i fremtiden bliver på et givet niveau, der er bestemt som et gennemsnit over de seneste 3 dataår. I det indvandringen de senere år har vist sig stærkt konjunkturafhængig, er niveauet i årets fremskrivning fastholdt på niveauet fra de seneste to års fremskrivninger, som er baseret på data fra årene 2004 til 2006. Ved således at udelade data for 2007 og 2008 mindskes risikoen for at overvurdere den fremtidige indvandring. Dermed lægges op til, at indvandring uden dansk statsborgerskab fremover i større grad bestemmes med udgangspunkt i de gældende konjunkturer og således ikke blot er mekanisk bestemt.

Antallet af personer, der i et givet år genindvandrer til befolkningsgrupper med dansk statsborgerskab, beregnes ud fra indvandringsfrekvenser fordelt på alder, køn og oprindelse. Frekvenserne beregnes som et gennemsnit over de sidste 5 dataår. Med denne fremgangsmåde vil man dog efterhånden som år med lavere indvandringshyppigheder substitueres med år med højere, opnå en større gennemsnitlig kvotient, der på sigt giver anledning til en markant større befolkning end sidste års fremskrivning. Tror man på, at stigningen ikke skyldes konjunctureffekter, men i stedet er en indikation på permanent ændret adfærd, er fordelene ved fremgangsmåden, at den afstedkommer en gradvis tilpasning. Ulempen er, at konjunktur- og midlertidige politikeffekter til trods for medtagelsen af

relativt mange dataår videreføres gennem fremskrivningen. Selv om genindvandring må betegnes som mindre konjunkturfølsomt end indvandring af indvandrere uden dansk statsborgerskab, lægges der fra og med dette års fremskrivning op til, at genindvandring ikke udelukkende bestemmes ud fra et mekanisk princip, men i højere grad suppleres med en vurdering af realismen af de langsigtede effekter. Til 2009-fremskrivningen er genindvandringskoefficienterne fra 2008-fremskrivningen således fastholdt. Med andre ord anvendes et gennemsnit over hyppighederne fra 2003-2007.

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

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 5 dataår. Sammenholdes denne antagelse med antagelsen om genindvandring, fås at netto-indvandringsfrekvensen til befolkningsgrupper med dansk statsborgerskab er konstant. Dette gælder ikke for netto-indvandringen til befolkningsgrupper uden dansk statsborgerskab.

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 3 dataår.

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

Historiske data for statsborgerskabsskift er netop tilgængeliggjort, hvorfor disse oplysninger til den kommende fremskrivning (eller i opdatering af nærværende) inddrages i befolkningsfremskrivningen. Således anvendes i nærværende fremskrivning stadig en af DREAM udviklet metode til at beregne statsborgerskabsskift på baggrund af historiske data for primo befolkningen, fødsel, dødsfald, indvandring og udvandring.

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 senere 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.

$$P_{t+1} = P_t + b_t - d_t + i_t - e_t$$

hvor

P_t er befolkningen (population) primo år t ,

b_t er antal fødte børn i år t

d_t er antal døde i år t

i_t er antal indvandrede (immigrants) i år t

e_t er antal udvandrede (emigrants) 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 vælger vi i DREAM at opdele befolkningen på et givet tidspunkt efter dimensionerne alder, køn og oprindelse.

2.1 Befolkningen fordelt på alder og køn

Opdelingen på alder og køn fører til, at udviklingen i befolkningen størrelse beskrives for hver aldersgruppe og for hvert køn for sig. Ovenstående differensligning erstattes derfor af et sæt af differensligninger givet ved

$$\begin{aligned} P_{t+1}^{x+1,g} &= P_t^{x,g} - d_t^{x+1,g} + i_t^{x+1,g} - e_t^{x+1,g} \quad \text{for } x \in \{0,1,\dots,120\} \text{ og } g = \{m, f\} \\ P_t^{0,g} &= b_t^g - d_t^{0,g} + i_t^{0,g} - e_t^{0,g} \quad \text{for } g = \{m, f\} \end{aligned}$$

hvor indeks m er mænd, mens indeks f er kvinder og

$P_t^{x,g}$ er befolkningen med alder x og køn g primo år t ,

b_t^g er antal fødte af køn g i år t

$d_t^{x,g}$ er antal døde med alder x og køn g i år t

$i_t^{x,g}$ er antal indvandrede med alder x og køn g i år t

$e_t^{x,g}$ er antal udvandrede med alder x og køn g i år t

Bemærk, at aldersdateringen af beholdninger og strømme er forskellige. Befolkningen $P_t^{x,g}$ er en beholdning og angiver antallet af personer, der den 1. januar havde alderen x . De resterende variable er strømme og er *ultimo-daterede*. $i_t^{x,g}$ angiver f.eks. antallet af personer, der indvandrede i løbet af året t , og som ved dette års afslutning havde alderen x . Denne lidt specielle dateringsteknik bruges ofte i demografiske sammenhænge, og har til formål at skaffe plads til ligningen, der beskriver udviklingen i nyfødte.

2.2 Befolkningen fordelt på alder, køn og oprindelse

I DREAM opdeles befolkningen ydermere efter oprindelse og efter om personerne har dansk statsborgerskab eller ej. Denne opdeling giver anledning til, at befolkningen opdeles i 9 kategorier efter oprindelse:

Indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab, *iln*

Indvandrere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab, *ild*

Indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab, *imn*

Indvandrere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab, *imd*

Efterkommere uden dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra mindre udviklet land, *dln*

Efterkommere med dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra mindre udviklet land, *dld*

Efterkommere uden dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra mere udviklet land, *dln*

Efterkommere med dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra mere udviklet land, *dmd*

Personer af dansk oprindelse (eller resterende befolkning), *da*.¹

Definitionen af indvandrere, efterkommere og dansk oprindelse følger Danmarks Statistik 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 FN definition og giver anledning til følgende definitioner af landegrupperne:²

De mere udviklede lande omfatter: Albanien, Australien, Belgien, Bosnien og Hercegovina, Bulgarien, Canada, Estland, Finland, Frankrig, Grækenland, Holland, Hviderusland, Irland, Island, Italien, Japan, Kroatien, Letland, Litauen, Luxemburg, Malta, (Tidl. Jugoslaviske republik) Makedonien, Moldova, New Zealand, Norge, Polen, Portugal, Rumænien, Rusland, Schweiz, Serbien og Montenegro, Slovakiet, Slovenien, Spanien, Storbritannien, Sverige, Tjekkiet, Tyskland, Ukraine, Ungarn og USA.

De mindre udviklede lande er alle øvrige lande.

¹ 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. definitionerne ovenfor. Da antallet er meget begrænset er det valgt at se bort fra denne mulighed.

² Definitionen af landegrupperne findes på: <http://esa.un.org/unpp/definition.html>

Med opdelingen af befolkningen i de 9 oprindelsesgrupper bliver det differensligningssystem, der giver anledning til befolkningsfremskrivningen givet ved:

$$P_{t+1}^{x+1,g,o} = P_t^{x,g,o} + i_t^{x+1,g,o} - e_t^{x+1,g,o} + c_t^{x+1,g,o} - d_t^{x+1,g,o}$$

for $x \in \{0,1,\dots,120\}$, $g \in \{m, f\}$ og $o \in \{iln, ild, imn, imd, dln, dld, dmn, dmd, da\}$

$$P_t^{0,g,o} = \hat{b}_t^{g,o} + i_t^{0,g,o} - e_t^{0,g,o} + c_t^{0,g,o} - d_t^{0,g,o}$$

for $g \in \{m, f\}$ og $o \in \{iln, ild, imn, imd, dln, dld, dmn, dmd, da\}$

hvor

$$c_t^{x,g,ild} = -c_t^{x,g,iln}, c_t^{x,g,imd} = -c_t^{x,g,imn}, c_t^{x,g,dld} = -c_t^{x,g,dln}, c_t^{x,g,dmd} = -c_t^{x,g,dmn}, c_t^{x,g,da} = 0$$

$$\hat{b}_t^{g,o} = 0 \text{ for } o \in \{iln, ild, imn, imd\}$$

og hvor

$P_t^{x,g,o}$ er befolkningen med alder x , køn g og oprindelse o primo år t ,

$\hat{b}_t^{g,o}$ er antal fødte af 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

$d_t^{x,g,o}$ er antal døde med alder x , køn g og oprindelse o i år t

$e_t^{x,g,o}$ er antal udvandrede med alder x , køn g og oprindelse o i år t

$c_t^{x,g,o}$ er antal der skifter til dansk statsborgerskab (citizenship) (og dermed oprindelsesgruppe), med alder x , køn g og oprindelse o i år t .

Variablen for skift af statsborgerskab, $c_t^{x,g,o}$ regnes med fortegn, således at hvis en person får dansk statsborgerskab, er $c_t^{x,g,o}$ negativ i grupperne karakteriseret ved personer, der ikke har statsborgerskab. Dvs. grupperne iln , imn , dln og dmn . Tilsvarende er variabelen positiv i grupperne karakteriseret ved dansk statsborgerskab, dvs. ild , imd , dld og dmd . Der gælder derfor, at summen af alle statsborgerskabsskift er nul.

$$\sum_o c_t^{x,g,o} = 0$$

Endelig gælder, at indvandrere pr. definition ikke kan være født i Danmark. Fødselsvariablen, $\hat{b}_t^{g,o}$ er derfor nul for disse grupper.

2.3 Bestemmelsen af vitale begivenheder

I det følgende beskrives, hvorledes de enkelte vitale begivenheder modelleres. Generelt kan vitale begivenheder modelleres enten ved et antal personer, der oplever en vital begivenhed, eller ved en frekvens, der beskriver andelen af en gruppe personer, der har været udsat for risiko, som rent faktisk oplever den vitale begivenhed.

Antallet af personer, der er udsat for risiko i løbet af et år, $E_t^{x,g,o}$, benyttes til en lang række beregninger i modellen og er defineres ved:

$$E_t^{x,g,o} = P_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} i_t^{x+1,g,o} \quad \text{for } o \in \{iln, imn\}$$

$$E_t^{x,g,o} = P_t^{x,g,o} + \frac{1}{2} c_t^{x+1,g,o} \quad \text{for } o \in \{ild, imd, dld, dmd\}$$

$$E_t^{x,g,o} = P_t^{x,g,o} \quad \text{for } o \in \{dln, dmn, da\}$$

Der er korrigeret for strømme, som eksogent tilgår gruppen. For indvandrergrupper uden dansk statsborgerskab er der en eksogen tilstrømning af indvandrere. For alle andre grupper er indvandringen endogent bestemt (jf. nedenfor). For indvandrer- og efterkommergrupper med dansk statsborgerskab er der en eksogen tilstrømning af personer, som skifter til dansk statsborgerskab.

Dødelighed

Antallet af døde i et givet år fremskrives ved at tage udgangspunkt i befolkningen fordelt på alder og køn og fremskrive dødshyppigheden fordelt på disse grupper. Principielt ignoreres herved muligheden for, at dødshyppigheden kan være afhængig af befolkningens oprindelse.³ Dvs. der foretages en fremskrivning af størrelsen

$$m_t^{x+1,g} = d_t^{x+1,g} / E_t^{x,g}$$

hvor

$m_t^{x,g}$ er dødshyppigheden for personer med ultimo-alder x og køn g i år t ,

³ Indvandrere og specielt efterkommeres nuværende aldersfordeling betyder, at der er få personer i de ældre aldersgrupper, hvor dødeligheden er højest. Det er derfor ikke undersøgt om præcisionen kunne øges ved at opdele dødshyppigheden efter oprindelse.

$E_t^{x,g}$ er et mål for antallet af personer, der udsættes for dødsrisiko i den relevante periode, som beregnes ved:

$$E_t^{x,g} = P_t^{x,g} + \frac{1}{2} \tilde{i}_t^{x+1,g}$$

hvor $\tilde{i}_t^{x+1,g}$ er den eksogene indvandring givet ved

$$\tilde{i}_t^{x+1,g} = i_t^{x+1,g,iln} + i_t^{x+1,g,imm}$$

Variablene $i_t^{x+1,g,imm}$ og $i_t^{x+1,g,iln}$ angiver indvandring af personer uden dansk statsborgerskab fra hhv. mere og mindre udviklede lande (se nærmere nedenfor).

Da det antages at alle oprindelsesgrupper har samme dødelighed, følger det at antallet af døde fordelt på oprindelse beregnes ved hjælp af den ovenfor beregnede dødshyppighed og $E_t^{x,g,o}$

$$d_t^{x+1,g,o} = m_t^{x+1,g} E_t^{x,g,o}$$

Fødsler og fertilitet

Det samlede antal fødsler findes som summen af børn født af mødre i de enkelte befolkningsgrupper. Da nyfødte ikke i alle tilfælde tilhører samme befolkningskategori som deres mødre (børn af indvandrere karakteriseres f.eks. som efterkommere), defineres fødte som udgangspunkt efter moderens oprindelse. Fødslerne i en given befolkningsgruppe kan skrives som den aldersbetingede fertilitet multipliceret med kvinder i den givne befolkningsgruppe og med den givne alder, der har mulighed for at føde. Hvilket formelt kan skrives som

$$b_t^o = \sum_{x=15}^{49} \varphi_t^{x,o} E_t^{x,f,o}$$

hvor

b_t^o er antallet af børn født af kvinder i befolkningsgruppe o til tidspunkt t

$\varphi_t^{x,o}$ er den aldersbetingede fertilitet for kvinder med alderen x fra befolkningsgruppe o til tidspunkt t

$E_t^{x,f,o}$ er et mål for antallet af kvinder i en given oprindelsesgruppe, der har mulighed for at føde i den relevante periode og beregnes ved medio befolkningen af kvinder:

$$E_t^{x,f,o} = (P_t^{x-1,f,o} + P_{t+1}^{x,f,o})/2$$

hvor $P_t^{x,f,o}$ er antallet af kvinder med alderen x fra befolkningsgruppe o til tidspunkt t

Fødslerne opdeles på køn ved at antage, at en konstant andel γ af alle fødte er drenge. Dermed bliver antallet af fødte drenge, $b_t^{m,o}$ og piger, $b_t^{f,o}$ givet ved henholdsvis

$$b_t^{m,o} = \gamma b_t^o \text{ og } b_t^{f,o} = (1-\gamma)b_t^o$$

Nyfødtes fordeling på oprindelsesgrupper

Det følger af definitionerne af opdelingen af befolkningen efter oprindelse, at barnets oprindelse afhænger af såvel faderens som moderens oprindelse. Derfor konstrueres på basis af de historiske erfaringer en sandsynlighedsfordeling for barnets oprindelse givet moderens. Denne sammenhæng anvendes i fremskrivningen til at fordele børnene på oprindelsesgrupper.

Til dette brug defineres $\hat{b}_t = (\hat{b}_t^{in}, \dots, \hat{b}_t^{do})$ som en rækkevektor af fødte fordelt på barnets oprindelse og tilsvarende $b_t = (b_t^{in}, \dots, b_t^{do})$ som en rækkevektor af fødte fordelt på moderens oprindelse. Der gælder følgende sammenhæng

$$\hat{b}_t = A_t b_t$$

hvor A_t er en 9x9 matrice, hvor hver række er en sandsynlighedsfordeling over barnets oprindelse givet moderens oprindelse.

Fordi rækkerne i A_{t-1} er sandsynlighedsfordelinger gælder, at relationen sikrer, at det samlede antal fødte ikke påvirkes af om disse opgøres efter moderens eller barnets oprindelse

$$\sum_o b_t^{g,o} = \sum_o \hat{b}_t^{g,o}$$

Det er langt fra alle kombinationer af oprindelse, der er mulige, f.eks. kan ingen fødte være indvandrere. Matricen A indeholder derfor et betydeligt antal nuller, jf. Tabel 1, som angiver sandsynligheden for barnets oprindelsestype givet moderens oprindelsestype, hvilket svarer til elementerne i A .

Table 1. Fordelingen af barnets oprindelse givet moderens oprindelse

Barn Moder	<i>iln</i>	<i>ild</i>	<i>imn</i>	<i>imd</i>	<i>dln</i>	<i>dld</i>	<i>dmn</i>	<i>dmd</i>	<i>da</i>	Række- sum
<i>iln</i>	0	0	0	0	$\lambda_t^{iln,dln}$	$\lambda_t^{iln,dld}$	0	0	$\lambda_t^{iln,da}$	1
<i>ild</i>	0	0	0	0	$\lambda_t^{ild,dln}$	$\lambda_t^{ild,dld}$	0	0	$\lambda_t^{ild,da}$	1
<i>imn</i>	0	0	0	0	0	0	$\lambda_t^{imn,dmn}$	$\lambda_t^{imn,dmd}$	$\lambda_t^{imn,da}$	1
<i>imd</i>	0	0	0	0	0	0	$\lambda_t^{imd,dmn}$	$\lambda_t^{imd,dmd}$	$\lambda_t^{imd,da}$	1
<i>dln</i>	0	0	0	0	$\lambda_t^{dln,dln}$	$\lambda_t^{dln,dld}$	0	0	$\lambda_t^{dln,da}$	1
<i>dld</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>dmn</i>	0	0	0	0	0	0	$\lambda_t^{dmn,dmn}$	$\lambda_t^{dmn,dmd}$	$\lambda_t^{dmn,da}$	1
<i>dmd</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 indvandrer fra et mindre udviklet land uden dansk statsborgerskab. I dette tilfælde kan barnet blive efterkommer fra et mindre udviklet land uden dansk statsborgerskab, hvis faderen er en indvandrer uden dansk statsborgerskab. Andelen af børn, der får denne oprindelse kaldes $\lambda_t^{iln,dln}$.

Hvis faderen er en indvandrer med dansk statsborgerskab, er der mulighed for, at barnet bliver karakteriseret som efterkommer fra mindre udviklet land med dansk statsborgerskab.⁴ Andelen af børn med en moder, der er indvandrer fra et mindre udviklet land, som får denne oprindelse betegnes $\lambda_t^{iln,dld}$.

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, hvis mødre er indvandrere fra mindre udviklede lande, der får dansk oprindelse kaldes $\lambda_t^{iln,da}$.

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

$$\lambda_t^{iln,dln} + \lambda_t^{iln,dld} + \lambda_t^{iln,da} = 1$$

⁴ Dansk statsborgerskab kan fravælges.

Udvandring

Antallet af personer, der udvandreri fra en given befolkningsgruppe i et givet år er endogent bestemt og skrives som

$$e_t^{x+1,g,o} = \varepsilon_t^{x+1,g,o} E_t^{x,g,o}$$

hvor $\varepsilon_t^{x,g,o}$ er udvandringsfrekvensen for personer med alder x , køn g og oprindelse o i periode t . Frekvenserne beregnes som et gennemsnit over de sidste 5 dataår.

Indvandring

Antallet af personer, der genindvandrer til en given befolkningsgruppe i et givet år skrives som

$$i_t^{x+1,g,o} = \iota_t^{x+1,g,o} E_t^{x,g,o} \text{ hvor } o \notin \{iln, imn\}$$

hvor $\iota_t^{x,g,o}$ er indvandringsfrekvensen for personer med alder x , køn g og oprindelse o i periode t . Frekvenserne beregnes som et gennemsnit over de sidste 5 dataår⁵. Til 2009-fremskrivningen er anvendt et gennemsnit over årene 2003-2007 svarende til skønnet fra 2008-fremskrivningen. Som tidligere nævnt er valget motiveret af et ønske om ikke at lade eventuelle konjunkturreffekter influere mærkbart på størrelsen af den fremtidige befolkning.

For indvandrere uden dansk statsborgerskab er indvandringen eksogent givet. Det antages i nærværende prognose, at indvandringen fra hhv. mere og mindre udviklede lande fordelt på køn og alder i fremtiden ligger på et konstant niveau. Disse indvandringsniveauer er bestemt som et gennemsnit af data fra årene 2004-2006, hvilket således svarer til niveauerne i sidste års fremskrivning, jf. tidligere bemærkning om konjunkturafhængighed.

Statsborgerskab

Antallet af personer, der skifter statsborgerskab er endogent bestemt i grupper, som ikke har dansk statsborgerskab. Det gælder her, at

$$c_t^{x+1,g,o} = \psi_t^{x+1,g,o} E_t^{x,g,o}$$

⁵ Sammenholdes antagelsen om en genindvandringssandsynlighed med antagelsen om, at udvandringen beskrives ved en udvandringssandsynlighed gange den samme bestand, fås at det er netto-udvandringen der beskrives ved en sandsynlighed.

hvor $\psi_t^{x,g,o}$ er frekvensen for statsborgerskabsskift for personer med alder x , køn g og oprindelse o i periode t . Frekvenserne beregnes som et gennemsnit over de sidste 3 dataår.

2.4 Eksogene parametre i fremskrivningsmodellen

For at kunne gennemføre en fremskrivning er det nødvendigt eksogent at skønne over udviklingen i følgende eksogene størrelser:

$m_t^{x,g}$: Dødelighed fordelt på alder og køn.

$\phi_t^{x,o}$: Fertilitet fordelt på alder og oprindelse.

$\varepsilon_t^{x,g,o}$: Udvandringssandsynlighed fordelt på alder, køn og oprindelse.

$i_t^{x,g,o}$: Genindvandringssandsynlighed fordelt på alder, køn og oprindelse.

$\psi_t^{x,g,o}$: Statsborgerskabsskift-sandsynlighed fordelt på alder, køn og oprindelse.

$i_t^{x,g,o}$ for $o \in \{ihn, imn\}$: Indvandring fordelt på alder, køn og oprindelse (af personer uden dansk statsborgerskab med oprindelse fra henholdsvis mere og mindre udviklede lande).

Dødelighed og fertilitet estimeres på basis af den historiske udvikling, mens de øvrige fire typer parametre og variable ud fra de seneste observationer og en antagelse om at denne udvikling fastholdes i fremtiden. I de efterfølgende afsnit 4 til 6 gennemgås fremskrivningen af hvert af disse 5 typer af eksogene variable i befolkningsmodellen.

3. Data

DREAM har udviklet sin egen individbaserede database, hvori der findes demografisk relevante individ-oplysninger om hele den danske befolkning i perioden 1981-2009. Ud fra denne individ-database dannes et datasæt, der for perioden 1981-2008 opdeler befolkningen på de 9 befolkningsgrupper.

For hver befolkningsgruppe indeholder datasættet følgende variable:

- Antal mænd og kvinder (fordelt på alder)
- Antal døde mænd og kvinder (fordelt på alder)
- Antal fødte drenge og piger (fordelt på moders alder)
- Antal indvandrede mænd og kvinder (fordelt på alder)
- Antal udvandrede mænd og kvinder (fordelt på alder)

Endvidere indeholder datasættet en "baby-database" for perioden 1981-2008. Samtlige fødsler i perioden er registreret, og for hver nyfødt findes data for:

- Barnets køn, statsborgerskab og gruppetilhørsforhold
- Moders og faders gruppetilhørsforhold, statsborgerskab og hjemland

Ud over DREAMs befolkningsdatabase anvendes dødelighedsdata fra Human Mortality Database (HMD), som er en stor international database, der vedligeholdes af forskere ved University of California, Berkeley og Max Planck-Institute for Demographic Research, Rostock⁶. Databasen er tilgængelig via Internettet og indeholder bl.a. årlige dødelighedsdata for Danmark fordelt på alder og køn i perioden 1835-2008⁷. Den tekniske estimation foregår på disse data.

Til rapportering af restlevetid udglattes de estimerede dødelighedsdata over tid, hvorved de bringes på en form, der er sammenlignelig med data i dødelighedstavlerne i Statistikbanken. I det følgende kapitel indikerer tidsindekset $t:t+1$, at den illustrerede restlevetid er baseret på et gennemsnit af de estimerede dødeligheder for perioderne t og $t+1$.

⁶ Se www.mortality.org. Her findes også en dokumentation af metoden til konstruktion af dataserierne.

⁷ Data for dødshyppigheder for 2008 er på tidspunktet for udarbejdelse af 2009-fremskrivningen ikke tilgængelige i HMD, hvorfor data for dette år er imputeret iht. fremgangsmåden, der er beskrevet i HMDs methodedokumentation.

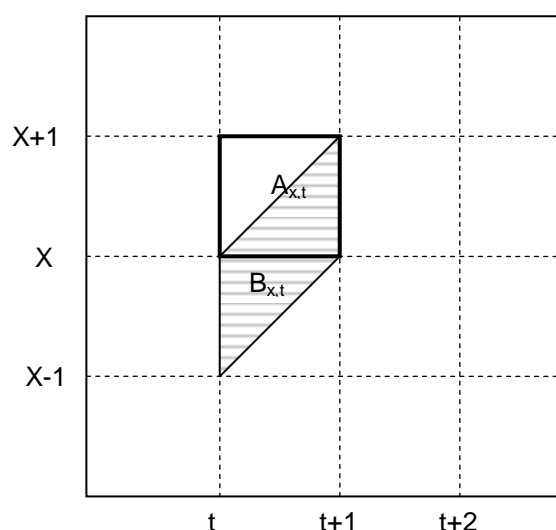
Forskellen mellem ovennævnte datakilder består i, hvorvidt dødelighederne er opgjort på såkaldte A-, B- eller C-grupper. Det er relativt enkelt at translaterer dødelighed opgjort efter en af disse definitioner til en af de øvrige. Inden anvendelse i fremskrivningen kan data derfor bringes på approksimativ ækvivalent form.

3.1 Primær data

Dødeligheder fra samtlige år i den anvendte dataperiode stammer fra dødelighedstavlerne i Human Mortality Database og er defineret som A-grupper.

Det resterende data fra DREAMS database er defineret som B-grupper.

Figur 2. – Datakonventioner i HMD-Databasen (A-grupper) og i DREAMS database (B-grupper).



Figur 2 illustrerer definitionen af data opgjort efter henholdsvis A- og B-grupper i henhold til de konventioner, der er gældende i HMD og DREAMS database. Den i diagrammet stærkt optrukne firkant indikerer hvorledes døde x -årige på tidspunkt t opgøres som en A-gruppe efter konventioner gældende i HMD. Denne gruppe benævnes $A_{x,t}$.

Definition: En dødelighed for alder x opgjort på A-gruppe måler hvor mange personer, der i løbet af et år er døde med alderen x .

Parallelogrammet benævnt $B_{x,t}$ angiver den tilsvarende B-gruppedødelighed, som denne er defineret i DREAMS befolkningsdatabase. Bemærk, at det er alderen ultimo år t , der her angiver, hvilken aldersklasse B-gruppen tilhører.

Definition: En dødelighed for alder x opgjort på B-grupper måler hvor mange personer, som havde alderen $x-1$ ved årets begyndelse, der er døde i løbet af et år.

3.2 Befolkningsfremskrivning

Til brug for befolkningsfremskrivningen anvendes data opgjort på et givet tidspunkt (primo året). Den relevante data-definition for dette formål er således B-grupper. Dødshyppighederne er fremskrevet på A-grupper, og de skal derfor konverteres til B-grupper, før de kan benyttes i modellen. For ethvert tidspunkt er denne konvertering udtrykt ved approksimationen

$$B_x \cong \frac{A_{x-1} + A_x}{2}, \text{ hvor } A_{-1} = 0$$

Øvrige inputdata til befolkningsfremskrivningen er allerede på B-grupper og kan derfor benyttes uden yderligere tilpasning.

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 og i DREAMs befolkningsfremskrivning siden 2006⁸. 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. UN (2003). Herudover anvendes metoden til befolkningsfremskrivninger i en række lande, f.eks. Sverige, jf. Statistiska centralbyrå (2003,2005)⁹, 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.¹⁰

I forbindelse med udarbejdelsen af DREAMs befolkningsfremskrivning fra 2006 blev der lavet en analyse, der fokuserede på betydningen for estimation og fremskrivning af at opdele den samlede historiske dataserie i delperioder. På den baggrund baseres dødelighedsfremskrivningen på en relativt kort dataserie fra 1990 og frem. Det medfører, at den kortsigtede udvikling i den aldersbetingede restlevetid vil ligge i underkanten af den udvikling, der er observeret i den seneste periode, der har været domineret af høj vækst. I denne fremskrivning vil væksten have en tendens til at aftage, således at den langsigtede vækst svarer til en længere dataserie. Set over fremskrivningsperioden som gennemsnit betyder dette, at væksten i Danmark ligger under trenden i grænsen for middellevetidsudviklingen på verdensplan. Ulempen ved denne fremskrivningstilgang er, at den anvendte dataserie er så kort, at estimaterne på udviklingen i den aldersbetingede dødelighed bliver usikre og udviklingen for de enkelte aldre påvirkes af udsving i den seneste periode. Fordelen er, at de seneste 18 års vækst i middellevetiden fortsætter på kort sigt, mens man ved brug af længere dataserier vil opnå en væsentlig lavere vækst på kort sigt.

I de to første afsnit præsenteres hovedtrækkene i Lee-Carter metoden. I afsnit 3 omtales betydningen af valg af dataperiode, I afsnit 4 præsenteres estimationsresultater, mens justeringer til Lee-Carters fremskrivningsmetode præsenteres i afsnit 5. Dernæst redegøres for

⁸ Se Danmarks fremtidige befolkning – Befolkningsfremskrivning 2006, DREAM for en evaluering af Lee-Carter metoden, samt dens udbredelse og i litteraturen foreslåede udvidelser.

⁹ Norge anvender andre statistiske estimationsmetoder, som har en mere kompleks struktur end Lee-Carter metoden, jf. Keilman, Pham & Hetland (2001).

¹⁰ 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)

udviklingen i den fremtidige dødelighed. I afsnit 8 og 9 præsenteres en definition af restlevetiden, der er konsistent med tal offentliggjort af Danmarks Statistik. Kapitlets resterende afsnit er dedikerede til præsentation af resultaterne vedrørende fremskrivning af restlevetiden fordelt på alder og køn.

Hovedresultaterne i fremskrivningen er, at middellevetiden frem til år 2100 stiger med 12,8 år for mænd og 9,9 år for kvinder. Der er således stort set tale om en halvering af den absolutte vækst i forhold 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 frem til 2100 er 9,8 år for mænd og 7,7 år for kvinder. Dette afspejler det generelle resultat, at fremtidige reduktioner i dødelighederne forventes at få relativt større effekt på restlevetiden for ældre.

Relativt til sidste års fremskrivning er middellevetiden i år 2100 steget med 0,2 år for mænds vedkommende, mens middellevetiden for kvinder i 2009-fremskrivningen er 0,4 år lavere end sidste år. For 60-årige noteres en opjustering på 0,3 år for mænd og en nedjustering på 0,4 år kvinder relativt til sidste år.

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. I denne fremskrivning på danske data laves dette opdelt på mænd og kvinder.

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 3 elementer: Et aldersspecifikt element, der er uafhængig af tidspunktet, et tidsafhængigt element beskrivende udviklingen i den samlede dødelighed (kaldet mortalitetsindekset) og et (tidsafhængigt) gennemslag af udviklingen i mortalitetsindekset på dødeligheden i den enkelte aldersgruppe. Konkret antages følgende sammenhæng:

$$\ln(m(x,t)) = a(x) + b(x)k(t) + e(x,t)$$

hvor x er alderen, t er tiden

$m(x, t)$ er det alders- og tidsafhængige niveau for dødeligheden

$a(x)$ er den aldersafhængige del, som i praksis er et gennemsnit over de logaritmiske dødeligheder i estimationsperioden

$k(t)$ er den tidsafhængige udvikling i dødeligheden og

$b(x)$ vægter gennemslaget af $k(t)$ på dødelighed for aldersgruppe x .

$e(x, t)$ er et alders- og tidsafhængigt fejleled.¹¹

Parameteren $a(x)$ angiver den grundliggende form på aldersprofilen over tid og beregnes i praksis som gennemsnittet over tid af de logaritmiske dødsrater. Den aldersafhængige parameter $b(x)$ angiver afvigelser fra den generelle profil over tid. Central for fremskrivningen er den aldersuafhængige parameter $k(t)$, der beskriver udviklingen over tid i den generelle dødelighed og benævnes derfor mortalitetsindekset. Når det fælles niveau ændres over tid, vægter parameteren $b(x)$ således effekten på de aldersafhængige logaritmiske dødelighedsrater. Idet indekset vil være aftagende over tid, indikerer en positiv indgang i vektoren $b(x)$, at dødeligheden for den pågældende aldersgruppe er aftagende, mens en negativ indgang indikerer det modsatte. Aftager mortalitetsindekset lineært, dvs. $dk(t)/dt$ er konstant, vil de logaritmiske dødelighedsrater også aftage lineært over tid med proportionalitetsfaktoren $b(x)$. Dette medfører, at dødelighedsraterne 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 $b(x)/b(y)$. Udviklingen i dødelighederne bestemmes af udviklingen i mortalitetsindekset, $k(t)$. Denne estimeres i den oprindelige Lee-Carter artikel (1992) som en *random walk med drift*. Det betyder, at der i fremskrivningen antages en konstant fremtidig vækstrate i dødeligheden for en given årgang.

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 $a(x)$, $b(x)$ og $k(t)$. Således anvendes følgende to restriktioner, hvor t_1 og t_n er henholdsvis første og sidste dataår:

¹¹ For den konkrete estimationsprocedure henvises til f.eks. Haldrup (2004).

$$\sum_{t=t_1}^{t_n} k(t) = 0$$

$$\sum_x b(x) = 1$$

Indledningsvist estimeres parameteren $a(x)$ som gennemsnittet over de logaritmiske dødelighedsrater i dataperioden, dvs.

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

Efterfølgende beregnes en matrix bestående af de centrerede logaritmiske rater som

$$\ln(m(x,t)) - \hat{a}(x)$$

hvorefter denne påføres en Singular Value Decomposition fra hvilken estimerer for henholdsvis $b(x)$ og $k(t)$ kan udtrages.

Således er fundet et initialt bud på modellens parametre. Der er imidlertid ikke er 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 den faktiske levealder. 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 den mest relevante målvariabel.

Ved anvendelse af de initiale parameterestimerer for $a(x)$ og $b(x)$ 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 $a(x)$ og $b(x)$. Dette kan opfattes som første trin i en iterativ proces, der leder til værdier af $a(x)$ og $b(x)$, som er indbyrdes konsistente med $k(t)$. I denne analyse suppleres dette med andet trin i den iterative proces, idet der med de opdaterede værdier for $a(x)$ og $b(x)$ 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. Parametrene i Lee-Carter modellen er nu fastlagt og dødelighedsrater kan estimeres inden for dataperioden.

Den centrale variabel for fremskrivningen af udviklingen i levetiden er udviklingen i mortalitetsindekset, $k(t)$. Det er derfor centralt, at processen beskrivende udviklingen i dette indeks fastlægges og er statistisk velspecificeret. Denne fastlæggelse baseres på statistiske test og suppleres med grafisk inspektion af serien.

4.3 Valg af dataperiode

I forbindelse med Befolkningsfremskrivning 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 for mænd viser således, at estimerne af $b(x)$ og $k(t)$ ikke er robuste over for valg af dataperiode. Valg af dataperiode vil derfor have afgørende effekt på fremskrivningens resultater.

Baseres fremskrivningen på den seneste periode, dvs. fra 1995 og frem, vil det indebære, at den vil have tendens til at forlænge den seneste udvikling. 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 1990-2008. En fremskrivning baseret på denne tidsserie har for både mænd og kvinder den egenskab, at den langsigtede vækstrate i middellevetiden konvergerer mod vækstraten for fremskrivningen 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.

4.4 Estimationsresultater

I det følgende gennemgås estimationsresultaterne for dataserien 1990-2008, der anvendes til fremskrivningen for både mænd og kvinder.

Nedenstående modeller for mortalitetsindekset, $k(t)$, findes efter test at være velspecificerede for fremskrivningerne for hhv. mænd og kvinder. Spredningen på de estimerede koefficienter er angivet i parentes

$$\begin{aligned} \text{Mænd:} \quad \Delta k(t) &= -2,4691 \\ &\quad (0,5538) \\ \sigma_{\varepsilon} &= 2,3496 \end{aligned}$$

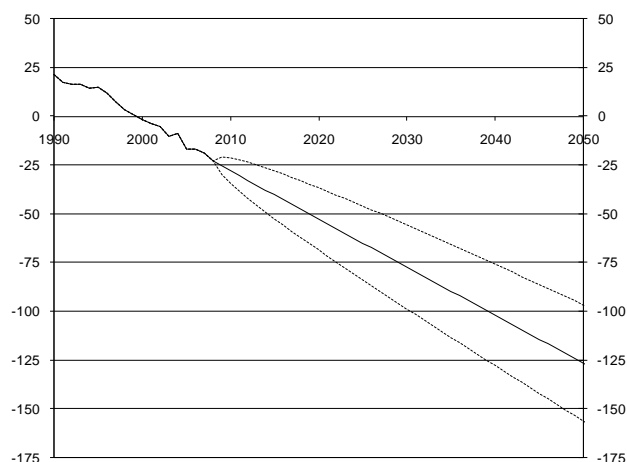
$$\begin{aligned} \text{Kvinder:} \quad \Delta k(t) &= -3,8484 - 0,5745 \Delta k(t-1) \\ &\quad (1,0009) \quad (0,2200) \\ \sigma_{\varepsilon} &= 3,5467 \end{aligned}$$

Fremskrivningen af mortalitetsindekset er for mænd beskrevet ved en random walk med drift process, mens den for kvinder er beskrevet ved en 1. ordens autoregressiv proces med en trend.

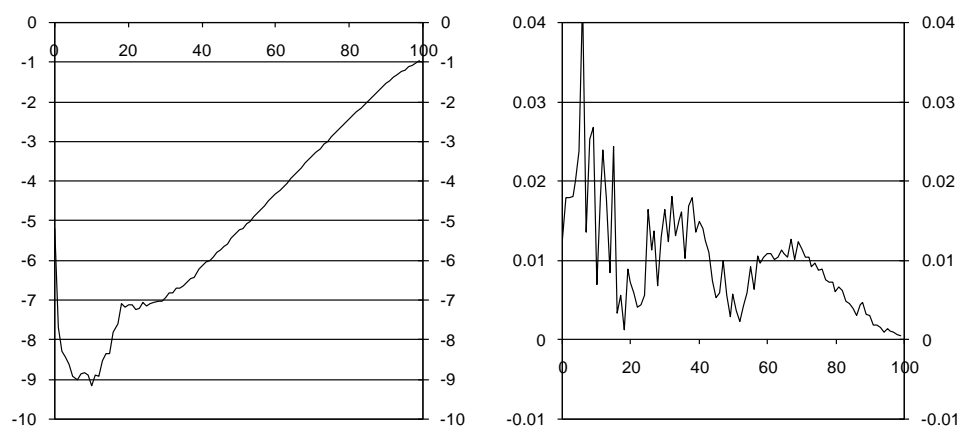
Driften eller konstantleddet i ovenstående sammenhænge vil efter få perioder dominere således, at det fremskrevne indeks $k(t)$ på sigt vil følge et lineært trendforløb også for kvinder. De estimerede og fremskrevne værdier for $k(t)$ er sammen med et 95% konfidensinterval vist i Figur 3 og Figur 5 for henholdsvis mænd og kvinder. Sammen med de estimerede værdier af gennemslaget på de aldersbetingede dødeligheder, $b(x)$, af et givet fald i dødelighedsindekset, $k(t)$, kan dette anvendes til at finde de aldersbetingede procentvise reduktioner i dødelighederne i de to fremskrivninger. Bemærk, at figurene viser hvorledes betingelsen på $k(t)$,

$$\sum_{t=t_1}^{t_n} k(t) = 0, \text{ er opfyldt i estimationsperioden.}$$

Figur 3. Estimerede og fremskrevne værdier for $k(x)$, samt 95%-konfidensinterval, mænd



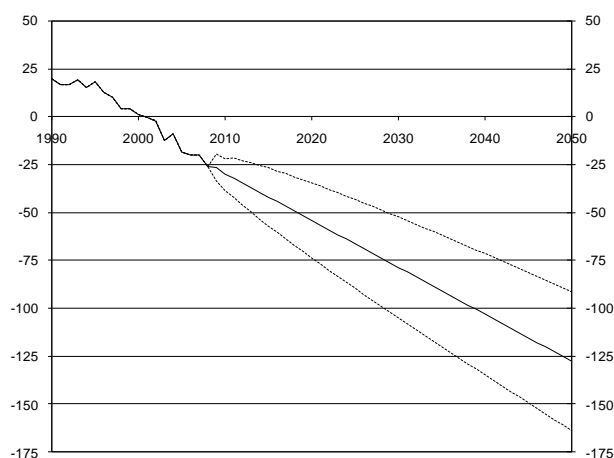
Figur 4. Estimerede værdier for $a(x)$ og $b(x)$, mænd



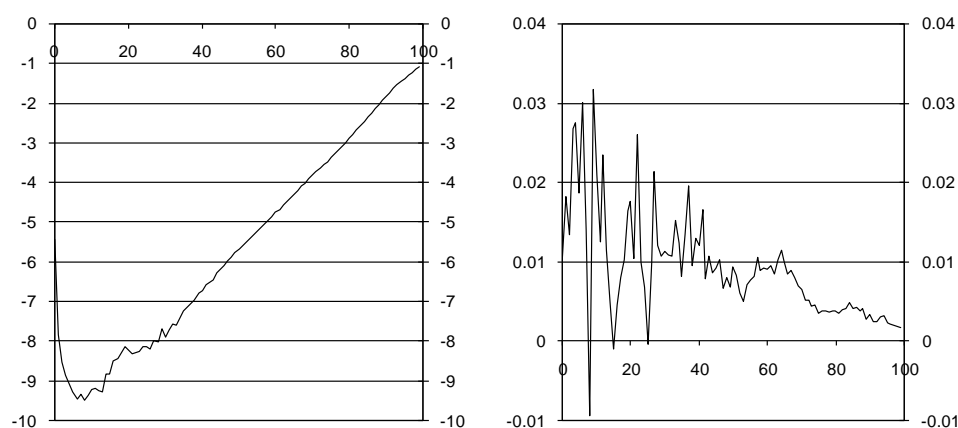
I Figur 4 og Figur 6 er der for hhv. mænd og kvinder vist estimationen af den gennemsnitlige aldersbetingede dødelighed, $a(x)$, samt den aldersbetingede vægtning, $b(x)$, af ændringen i mortalitetsindekset, $k(x)$. Det ses, at den gennemsnitlige aldersbetingede dødelighed for både mænd og kvinder er forholdsvis glat og, at fluktuationer primært indtræffer i aldersklasser med meget få dødsfald. Samtidig ses det, at Gompertz lov om, at dødelighederne vokser eksponentielt med alderen, er opfyldt for aldersklasserne 30-99 år. Dette svarer til, at risikoen for at dø vokser med en fast procent pr. alderstrin.

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.

Figur 5. Estimerede og fremskrevne værdier for $k(x)$, samt 95%-konfidensinterval, kvinder



Figur 6. Estimerede værdier for $a(x)$ og $b(x)$, kvinder



Den aldersbetingede vægtning, $b(x)$, af ændringen i mortalitetsindekset, $k(x)$, er langt mere fluktuerende end den gennemsnitlige aldersbetingede dødelighed, hvilket skyldes den korte dataperiode.

For mænd betyder specielt den markant lavere vægtning af aldersklasserne 45-55 år, at den log-lineære aldersstruktur på sigt vil bryde samme. Dette vil senere vise sig i 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 dermed mindre udtalt for kvinderne.

4.5 Korrektioner af fremskrivningsmetoden

Som angivet ovenfor er fremskrivningen af de aldersspecifikke dødeligheder baseret på en fremskrivning af det estimerede mortalitetsindeks, $k(t)$, og de estimerede aldersafhængige variable $a(x)$ og $b(x)$.

Der foretages dog to yderligere korrektioner. 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 den aldersbetingede dødelighed er estimeret kan den seneste observation indeholde en ikke ubetydelig residual i forhold til den estimerede værdi. Dette er en betydelig ulempe, som Lee-Carter metoden har tilfælles med andre metoder, der baserede sig på estimerede værdier. Bell (1997) foreslår en metode til at forhindre disse spring. Der anvendes en modificeret udgave af denne metode i denne fremskrivning.

For det andet kan Lee-Carter metoden føre til u hensigtsmæssige forskelle i de årlige reduktioner af de aldersbetingede dødelighed i aldersgrupper, der ligger i nærheden af hinanden. Det skyldes, at effekten på den enkelte aldersspecifikke dødelighed fremkommer ved at udviklingen i mortalitetsindekset $k(t)$ multipliceres med den aldersspecifikke vektor $b(x)$. Tilfældige udsving imellem $b(i)$ og $b(i+1)$ forstærkes derfor u hensigtsmæssigt. Problemet er størst, hvis metoden baseres på en kortere dataserie og samtidig anvendes til længere fremskrivninger. De Jong & Tickle (2005) foreslår i så fald, at der anvendes en udglatningsmekanisme. Den i nærværende fremskrivning anvendte udglatningsmekanisme afviger fra denne, men har kvalitativt samme effekt.

Inden resultaterne af fremskrivningen præsenteres sidst i afsnittet, følger en detaljeret gennemgang af de to korrektioner.

Bell's metode samt modifikationen heraf

Med henblik på at eliminere de spring i dødshyppigheder 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/- 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

$$Bias(x) = \ln(m(x,t)) - \ln(\hat{m}(x,t))$$

hvor t er det sidste historiske år, $m(x,t)$ er de observerede dødeligheder og $\hat{m}(x,t)$ angiver den estimerede værdi for dødeligheder.

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

$$\ln(\hat{m}(x, t + s))_{biascorrected} = \ln(\hat{m}(x, t + s)) + Bias(x), \quad s > 0$$

Idet de fremskrevne dødeligheder er beregnet på Lee-Carter metoden, kan ovenstående formuleres som

$$\begin{aligned} \ln(\hat{m}(x, t + s))_{biascorrected} &= \ln(\hat{m}(x, t + s)) + \ln(m(x, t)) - \ln(\hat{m}(x, t)) \\ &= a(x) + b(x)k(t + s) + \ln(m(x, t)) - a(x) - b(x)k(t) \\ &= b(x)[k(t + s) - k(t)] + \ln(m(x, t)) \end{aligned}$$

Der følger at biaskorrekturen påvirker dødshyppighederne på følgende måde

$$\begin{aligned} \ln(\hat{m}(x, t + s))_{biascorrected} &= \ln(\hat{m}(x, t + s)) + Bias(x) \Leftrightarrow \\ \hat{m}(x, t + s)_{biascorrected} &= \exp(a(x) + b(x)k(t + s)) \cdot \exp(Bias(x)) \end{aligned}$$

hvorfor det kan konstateres, at biaskorrekturen fremkommer ved multiplikation af de oprindelige fremskrevne dødeligheder med en aldersafhængig konstant. Som det ses af første linie i systemet ovenfor, er forskellen mellem de biaskorrigerede estimerede logaritmiske dødeligheder og de ikke-biaskorrigerede estimerede logaritmiske dødeligheder per definition konstant over tid, idet differencen jo netop er den aldersafhængige biaskorrekturen $Bias(x)$.

Tages udgangspunkt i dødshyppighederne kan differencen mellem det biaskorrigerede og det ikke-biaskorrigerede estimat udtrykkes som

$$\hat{m}(x, t + s)_{biascorrected} - \hat{m}(x, t + s) = \hat{m}(x, t + s) \cdot (\exp(Bias(x)) - 1)$$

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 korrekturen 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 metoden¹². 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 $Bias(x)$ multipliceres således med potensfunktionen $f(t) = \gamma^t$, der for $\gamma < 1$ er aftagende over tid, samtidig med at potensfunktionen sikrer, 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

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

Da kan γ beregnes ved

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

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

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

hvor $x \geq 50$.

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. Derfor modificeres de estimerede

¹² Se DREAMs befolkningsfremskrivning 2006.

dødshyppigheder i fremskrivningen, hvilket også indebærer, at de ovenfor præsenterede biasjusterede rater korrigeres yderligere.

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

$$\begin{aligned} \ln(\hat{m}(x, t + s))_{smooth} &= a(x) + b(x)k(t) + \tilde{b}(x)(k(t + s) - k(t)) + \gamma^s Bias(x) \\ &= a(x) + b(x)k(t) + \tilde{b}(x)(k(t + s) - k(t)) + \gamma^s Bias(x) + b(x)k(t + s) - b(x)k(t + s) \\ &= \ln(\hat{m}(x, t + s)) + \tilde{b}(x)(k(t + s) - k(t)) + \gamma^s Bias(x) - b(x)(k(t + s) - k(t)) \\ &= \ln(\hat{m}(x, t + s))_{biascorrected} + (\tilde{b}(x) - b(x))(k(t + s) - k(t)) \end{aligned}$$

hvor t her angiver basisåret eller det sidste år for hvilket data er tilgængelige og $Bias(x) = 0$ for $x < 50$. Parameteren $\tilde{b}(x)$ er en udglattet version af estimatet $b(x)$. I praksis er $\tilde{b}(x)$ en såkaldt *cubic spline* af $b(x)$, hvilket essentielt indebærer, at der mellem samtlige punkter i $b(x)$ er fittet et polynomium af grad tre under antagelser om minimering af såvel kurvatur i $\tilde{b}(x)$ som af kvadratisk afstand til indgangene i $b(x)$.

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.

4.6 Resultater af fremskrivningen

De aldersbetingede dødeligheder er i Figur 7 illustreret for år 1900, år 2008, som er det seneste år i dataserien samt for fremskrivningsåret 2050. Der er en udpræget tendens til, at dødeligheden på et givet tidspunkt vokser eksponentielt med alderen. Det svarer til, at risikoen for at dø vokser med en fast procent for hvert alderstrin. Fænomenet kaldes Gompertz lov, jf. Gompertz (1825) og har siden offentliggørelsen været anvendt til aktuarisk fastsættelse af f.eks. præmier ved livsforsikring. I Danmark anvendes sammenhængen i det forsikringstekniske grundlag G82¹³, hvor dødsintensiteten beskrives som

$$m(x) = 0,0005 + 10^{-4,12+0,038x} \text{ for mænd}$$

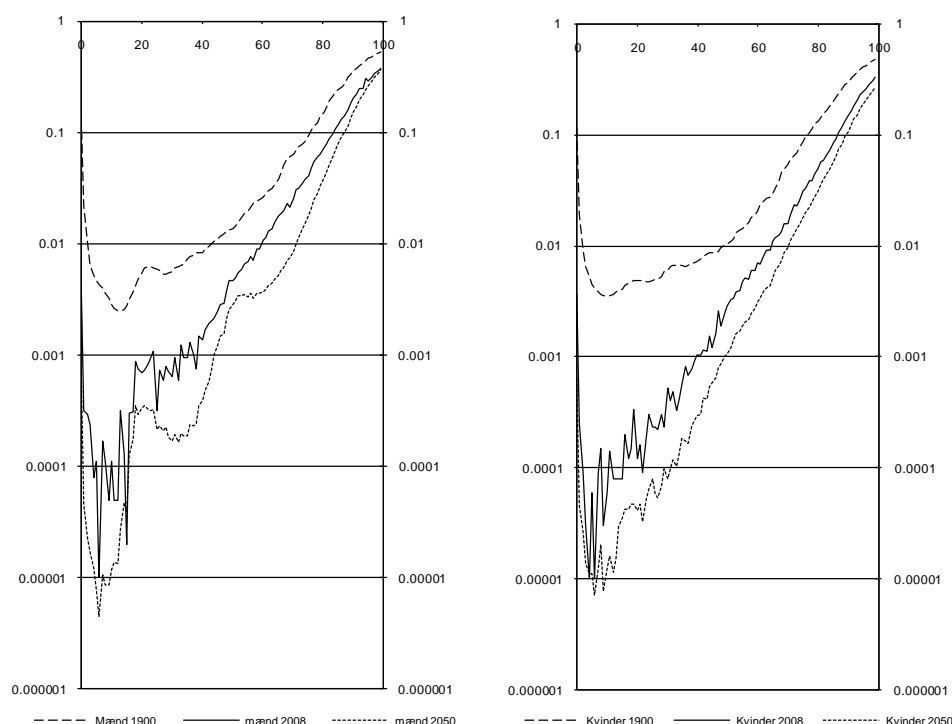
¹³ Bemærk, at dødelighederne i G82 kun er aldersafhængige og således ikke tager højde for at den aldersbetingede restlevetid vokser med tiden. De skal derfor løbende opdateres for at tage højde for denne udvikling

$$m(x) = 0,0005 + 10^{-4,272+0,038x} \text{ for kvinder}$$

Tendensen til, at dødeligheden vokser med en fast procent for hvert alderstrin, gælder i 2008 fra omkring 30-årsalderen og indtil omkring 80 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 dødsrisikoen op. I data for 2008 er dødsrisikoen for de omkring 10-årige på niveau med en forlængelse af den (logaritmiske) lineære sammenhæng, mens de øvrige unge aldersgrupper fortsat ligger over.

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 7. Aldersbetingede dødshyppigheder for mænd og kvinder, logaritmisk skala



De estimerede årlige reduktioner i den aldersbetingede dødelighed er generelt positive for alle aldersgrupper, jf. Figur 4 og 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 2050.

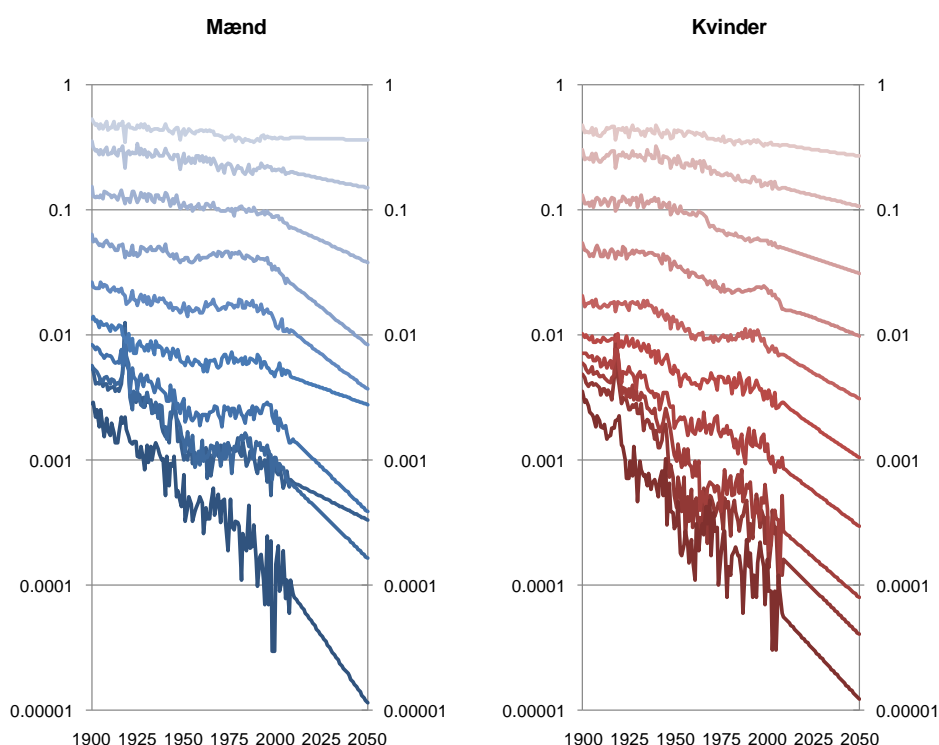
For mænd i aldersgrupperne ca. 18-32 år og 52-60 år observeres i 2050 stagneret eller faldende dødelighed ved stigende alder, jf. Figur 7. Dette medfører et ganske markant brud på Gompertz' lov om, at dødeligheden vokser eksponentielt med alderen. For kvinder ses omvendt, at fremskrivningen leder til en stort set perfekt lineær vækst i logaritmen til dødeligheden med alderen i år 2050.

Konklusionen er derfor, at for mænd har valget af den korte dataserie som udgangspunkt for fremskrivningen en negativ konsekvens for aldersstrukturen i dødeligheden sammenlignet med referenceserien, mens dette ikke er tilfældet for kvinder.

4.7 Udviklingen i dødeligheden for de enkelte aldersgrupper

Betragtes den historiske udvikling gennem det 20. århundrede i den aldersbetingede dødelighed for de individuelle aldre, ses det imidlertid, at der er betydelig forskel på de relative størrelser af faldet i forskellige tidsperioder. Lee-Carter metoden indebærer, at den historiske tendens

Figur 8. Dødshyppighed for udvalgte aldre (10, 20, ... , 90, 99 år), mænd og kvinder, logaritmisk skala



Note: Da dødeligheden er voksende med alderen er 99-årige øverst, efterfulgt af 90-årige osv. Bemærk dog at for mænd der bliver dødeligheden for 30-årige lavere end for 20-årige i fremskrivningen.

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.

I Figur 8 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 8.

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 den nedbrudte aldersprofil for mænd i år 2050, jf. Figur 7. Hos kvinder bevares den initiale struktur i fremskrivningen.

Den historiske tendens til, at de senere års reduktion i dødeligheden er vokset relativt, fremgår ligeledes af Figur 8, hvor det såvel for mænd som kvinder gælder, at dødeligheden for 60-årige (og i mindre grad 80-årige) reduceres betydeligt.

4.8 Restlevetid

Som alternativ til de aldersbetingede dødeligheder kan udviklingen beskrives ved restlevetiden for de enkelte aldersgrupper. Fra en økonomisk-politisk synsvinkel vil dette ofte være mere relevant på grund af den betydelige omfordeling mellem aldersgrupperne, som følger af den

sociale kontrakt i velfærdssamfundet, jf. f.eks. Andersen & Pedersen (2005).

Restlevetiden for en given aldersgruppe afhænger af dødeligheden i alle højere aldersgrupper. Middellevetiden, hvilket er den normale betegnelse for restlevetiden for en 0-årig, indeholder dermed information på en sammenvejret kompakt form om dødeligheden for alle aldersgrupper. Udviklingen i middellevetiden er derfor en måde at udtrykke udviklingen i den samlede dødelighed på.

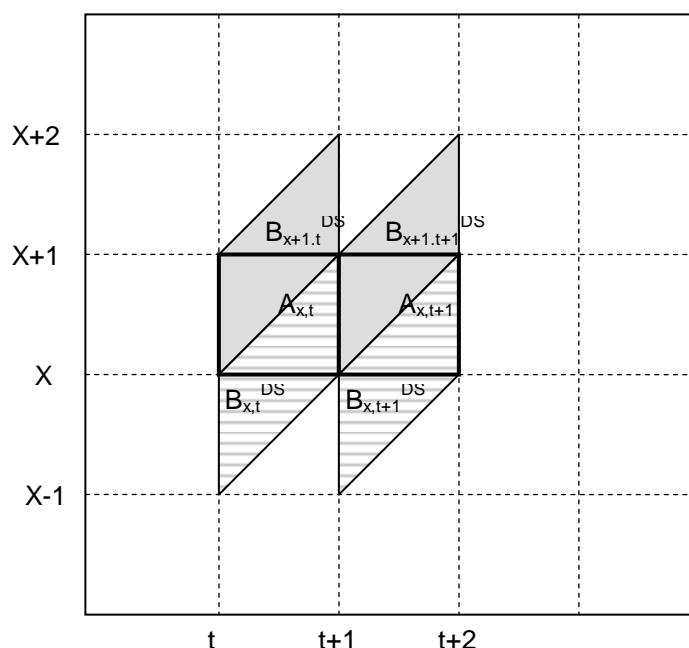
For at skabe definatorisk overensstemmelse med den af Danmarks Statistik offentliggjorte aldersbetingede restlevetid, udglattes de estimerede dødelighedsdata over tid, hvorefter restlevetiden til rapporteringsformål kan beregnes, jf. kapitel 3. For samtlige aldersgrupper gælder således, at den her offentliggjorte restlevetid med dateringen $t:t+1$ er baseret på gennemsnittet af dødelighederne for år t og $t-1$. Nedenstående illustration klarlægger sammen med de efterfølgende bemærkninger, hvorfor udglatning af A-grupper over tid er en approksimation til de af Danmarks Statistik offentliggjorte dødeligheder¹⁴.

Offentliggjorte dødeligheder fra Danmarks Statistik er baseret på fire B-grupper. De i Figur 9 indtegnede B-grupper danner således udgangspunkt for data vedrørende dødelighed i Statistikbanken og vil henhøre til dødelighedstavlen dateret t til $t + 1$.

I udgivelsen *Befolkningens Bevægelser 2003*, Danmarks Statistik s. 254 beskrives, hvorledes data figurerende i dødelighedstavlerne fremkommer fra de fire grupper. For x -årige beregnes dødeligheden i tavlen t til $t + 1$ som følger. Først beregnes en dødshyppighed 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.

¹⁴ Under estimationen af de aldersbetingede dødeligheder ved Lee-Carter metoden foretoges en tilpasning til historisk restlevetid. Denne restlevetid er imidlertid beregnet på baggrund af rene A-gruppe dødeligheder, hvorfor der efter estimationen ikke automatisk er korrespondance med de af Danmarks Statistik offentliggjorte restlevetider.

Figur 9. Datakonventioner i HMD (A-grupper) og Danmarks Statistik (udglattede B-grupper)



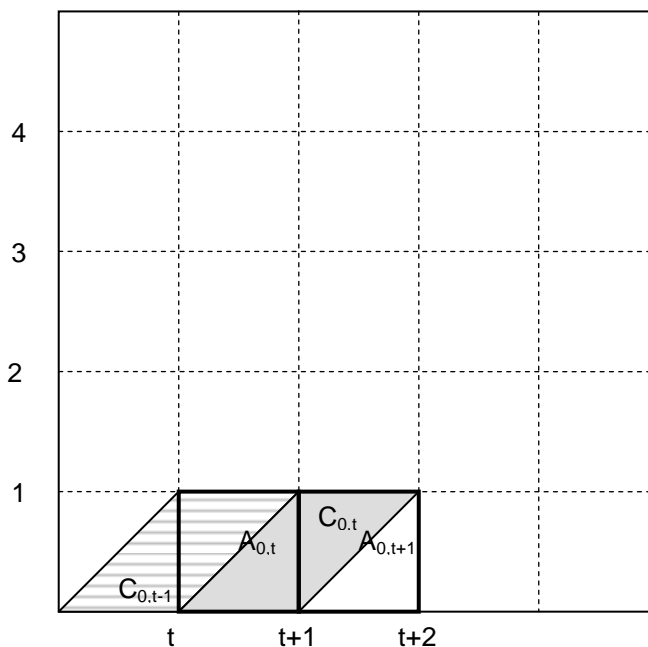
Af Figur 9 fremgår det også hvorfor gennemsnittet af A-grupperne $A_{x,t}$ og $A_{x,t+1}$ er en rimelig approksimation til døds hyppigheden for en x -årig som denne fremgår af Danmarks Statistiks dødelighedstavle dateret t til $t+1$.

Dog baserer Danmarks Statistiks offentliggørelse af dødeligheden for 0-årige sig på C-grupper. Man kan derfor ikke umiddelbart sammenligne dødeligheden for 0-årige i rapporteringen til befolkningsfremskrivningen med Danmarks Statistiks tal.

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.

Døds hyppigheden for 0-årige i DS dødelighedstavlen dateret $t:t+1$ er beregnet ud fra de i Figur 10 indtegnede C-grupper. Døds hyppigheden for de to C-grupper benævnt henholdsvis $C_{0,t+1}$ og $C_{0,t}$ beregnes under et som det samlede antal døde i de to grupper divideret med det samlede antal levendefødte i årene $t-1$ og t .

Figur 10. Datakonventioner i HMD (A-grupper) og Danmarks Statistik vedrørende 0-årige (udglattede C-grupper)



Det fremgår, at gruppen $A_{0,t}$ umiddelbart virker som en mere oplagt approksimation til Danmarks Statistiks døds hyppighed for 0-årige end den, der anvendes i denne rapportering og som for de øvrige aldersgrupper er baseret på A-grupperne $A_{0,t}$ og $A_{0,t+1}$.

4.9 Definition af restlevetid

Den her anvendte metode til beregning af restlevetid er konsistent med de generelle demografiske metoder, der anvendes til konstruktion af dødelighedstavler af såvel HMD som Danmarks Statistik.

Indledningsvist udglattes de estimerede dødeligheder over tid og tildeles derved dateringen $t:t+1$.

$$q_{x,t:t+1} = \frac{1}{2}q_{x,t} + \frac{1}{2}q_{x,t+1}$$

Sandsynligheden for at overleve fra alder x til $x+1$ er

$$p_{x,t:t+1} = 1 - q_{x,t:t+1}$$

For enhver tidsperiode, $t:t+1$, kan restlevetiderne beregnes iterativt efter nedenstående formel. Det antages at det findes en alder, X , der angiver en

øvre grænse for hvor gammelt et individ kan blive. Dette betyder, at for alle ældre $x \geq X$, da er dødeligheden $q_{x,t,t+1} = 1$, hvilket svarer til at sandsynligheden for at overleve er $p_{x,t,t+1} = 0$. Forventet restlevetid, $e_{x,t,t+1}$, kan enkelt udtrykkes som

$$e_{x,t,t+1} = \begin{cases} e_{X,t,t+1} = \frac{1}{2} \\ e_{x,t,t+1} = q_{x,t,t+1} \cdot \frac{1}{2} + (1 - q_{x,t,t+1}) \cdot (1 + e_{x+1,t,t+1}) \\ e_{0,t,t+1} = q_{0,t,t+1} \cdot \lambda + (1 - q_{0,t,t+1}) \cdot (1 + e_{1,t,t+1}) \end{cases}$$

Udtrykket forstås givetvist bedst ved at se på de ekstreme tilfælde, hvor dødeligheden $q_{x,t,t+1}$ måtte være henholdsvis 0 og 1. Såfremt individet dør i tidsperiode $t:t+1$, svarende til $q_{x,t,t+1} = 1$, 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 at $q_{x,t,t+1} = 0$, da kan det se frem til at leve yderligere et år tillagt restlevetiden for en et år ældre aldersgruppe.

For aldersgruppen 0 år indgår λ , der er en kønsafhængig konstant, som er mindre end 0,5 og således netop angiver, at spædbørn, der ikke overlever, har tendens til at dø inden for et halvt år af deres første leveår. For drenge anvendes $\lambda = 0.111$, mens størrelsen for piger er $\lambda = 0.112$ ¹⁵.

Nedenfor vises, hvorledes den ovenfor angivne formel for forventet restlevetid alternativt kan formuleres. Lad $E_{x,t,t+1} = e_{x,t,t+1} - \lambda_x$, da kan ovenstående ligning skrives som

$$E_{x,t,t+1} + \lambda_x = q_{x,t,t+1} \cdot \lambda_x + (1 - q_{x,t,t+1}) \cdot (1 + E_{x+1,t,t+1} + \lambda_x)$$

hvor $\lambda_x = \frac{1}{2}$ for $x > 0$ og $\lambda_x = \lambda$ for $x = 0$.

Da $p_{x,t,t+1} = 1 - q_{x,t,t+1}$ kan dette skrives som

$$E_{x,t,t+1} = p_{x,t,t+1} (1 + E_{x+1,t,t+1})$$

¹⁵ Disse tal er i overensstemmelse med Danmarks Statistiks, som disse er angivet i *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.

Ved at indsætte iterativt fås, at $E_{0,t,t+1}$ kan udtrykkes på følgende måde

$$E_{o,t,t+1} = \sum_{s=0}^{x-1} \prod_{v=0}^s p_{v,t,t+1} + E_{x,t,t+1} \prod_{v=0}^{x-1} p_{v,t,t+1}$$

For et individ, der gennemlever hele sine livscyklus i én fast tidsperiode $t:t+1$, dvs. gennemlever alle aldre og dertilhørende dødeligheder i tidsperiode $t:t+1$, er sandsynligheden for stadig at være i live i alder x givet ved

$$l_{x,t,t+1} = \prod_{i=0}^{x-1} p_{i,t,t+1}$$

Således kan ligningen ovenfor udtrykkes ved

$$E_{o,t,t+1} = \sum_{s=1}^x l_{s,t,t+1} + E_{x,t,t+1} l_{x,t,t+1}$$

Da det er antaget, at der eksisterer et X således, at $e_{X,t,t+1} = \frac{1}{2}$, hvilket er ensbetydende med at $E_{X,t,t+1} = 0$, følger det, at $E_{o,t,t+1}$ kan beregnes som

$$E_{o,t,t+1} = \sum_{s=1}^X l_{s,t,t+1} + E_{X,t,t+1} l_{X,t,t+1} = \sum_{s=1}^X l_{s,t,t+1}$$

Ved at indsætte denne værdi for $E_{o,t,t+1}$ i den forrige ligning fås

$$\sum_{s=1}^X l_{s,t,t+1} = \sum_{s=1}^x l_{s,t,t+1} + E_{x,t,t+1} l_{x,t,t+1}$$

Hvilket medfører at $E_{x,t,t+1}$ kan udtrykkes som

$$E_{x,t,t+1} = \frac{\sum_{s=1}^X l_{s,t,t+1} - \sum_{s=1}^x l_{s,t,t+1}}{l_{x,t,t+1}} = \frac{\sum_{s=x+1}^X l_{s,t,t+1}}{l_{x,t,t+1}}$$

Da $E_{x,t,t+1} = e_{x,t,t+1} - \lambda_x$ følger det at restlevetiden for en person med alder x er

$$e_{x,t,t+1} = \lambda_x + \frac{\sum_{s=x+1}^X l_{s,t,t+1}}{l_{x,t,t+1}} = \frac{\lambda_x l_{x,t,t+1} + \sum_{s=x+1}^X l_{s,t,t+1}}{l_{x,t,t+1}} = \frac{\sum_{s=x}^X (\lambda_s l_{s,t,t+1} + (1 - \lambda_s) l_{s+1,t,t+1})}{l_{x,t,t+1}}$$

Definer det forventede antal personår levet i aldersintervallet $[x, x+1)$ ved

$$\begin{cases} L_{x,t,t+1} = \frac{1}{2}l_{x,t,t+1} + \frac{1}{2}l_{x+1,t,t+1} & \text{for } x > 0 \\ L_{0,t,t+1} = \lambda l_{0,t,t+1} + (1-\lambda)l_{1,t,t+1} & \text{for } x = 0 \end{cases}$$

for $x=0, 1, \dots, X-1$ og for $x=X$ gælder at $L_{X,t,t+1} = l_{X,t,t+1} \cdot a_x$, hvor $a_{+110} \approx 1,4$ i historiske beregninger fra HMD.

Da kan den forventede restlevetid for en person med alder x udtrykkes ved

$$e_{x,t,t+1} = \frac{\sum_{s=x}^X L_{s,t,t+1}}{l_{x,t,t+1}}$$

for $x=0, 1, \dots, X$.

Det forventede antal af tilbageværende personår for et individ med alder x er

$$T_{x,t,t+1} = \sum_{i=x}^{X-1} L_{i,t,t+1} + L_{X,t,t+1}$$

for $x=0, 1, \dots, X-1$ og for $x=X$ gælder at $T_{X,t,t+1} = L_{X,t,t+1}$.

Forventet restlevetid for alder x er

$$e_{x,t,t+1} = \frac{T_{x,t,t+1}}{l_{x,t,t+1}}$$

for $x=0, 1, \dots, X$.

HMD benytter en alternativ definition af forventet restlevetid, der bygger på sandsynligheden for at overleve indtil alder x , men ikke til alder $x+1$, dvs. dø i alder x , der er defineret ved

$$d_{x,t,t+1} = l_{x,t,t+1} \cdot q_{x,t,t+1}$$

for $x=0, 1, \dots, X-1$ og for $x=X$ gælder at $d_{X,t,t+1} = l_{X,t,t+1}$. Da kan $L_{x,t,t+1}$ alternativt skrives på følgende måde

$$\begin{cases} L_{x,t,t+1} = l_{x,t,t+1} - \frac{1}{2}d_{x,t,t+1} & \text{for } x > 0 \\ L_{0,t,t+1} = l_{0,t,t+1} - (1-\lambda)d_{0,t,t+1} & \text{for } x = 0 \end{cases}$$

Idet der gælder at

$$\begin{aligned}
L_x &= l_x - (1-\lambda)d_x = l_x - (1-\lambda)l_x \cdot q_x = \prod_{i=0}^{x-1} p_i - (1-\lambda) \prod_{i=0}^{x-1} p_i \cdot q_x \\
&= \lambda \prod_{i=0}^{x-1} p_i + (1-\lambda) \prod_{i=0}^{x-1} p_i \cdot (1-q_x) = \lambda \prod_{i=0}^{x-1} p_i + (1-\lambda) \prod_{i=0}^{x-1} p_i \cdot p_x \\
&= \lambda \prod_{i=0}^{x-1} p_i + (1-\lambda) \prod_{i=0}^x p_i = \lambda l_x + (1-\lambda)l_{x+1}
\end{aligned}$$

Det ses således, at den her anvendte definition af forventet restlevetid er konsistent med alternative fremstillinger.

Det er altså blevet vist, at når forventet restlevetid defineres ved

$$e_{x,t:t+1} = \begin{cases} e_{x,t:t+1} = \frac{1}{2} \\ e_{x,t:t+1} = q_{x,t:t+1} \cdot \frac{1}{2} + (1-q_{x,t:t+1}) \cdot (1+e_{x+1,t:t+1}) \\ e_{0,t:t+1} = q_{0,t:t+1} \cdot \lambda + (1-q_{0,t:t+1}) \cdot (1+e_{1,t:t+1}) \end{cases}$$

og der findes en maksimal levealder X , da kan den forventede restlevetid for en person med alder x beregnes ved følgende formel

$$e_{x,t:t+1} = \frac{T_{x,t:t+1}}{l_{x,t:t+1}}$$

for $x=0,1,\dots,X$, hvor X sættes til en given aldersklasse, f.eks. +110-årige, som tilfældet er for HMD. I nærværende rapporteringen anvendes en maksimumalder på 110 år, hvorfor $e_{110,t:t+1} = \frac{1}{2}$.

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 en tidsperiode $t:t+1$, kan forventes at blive.

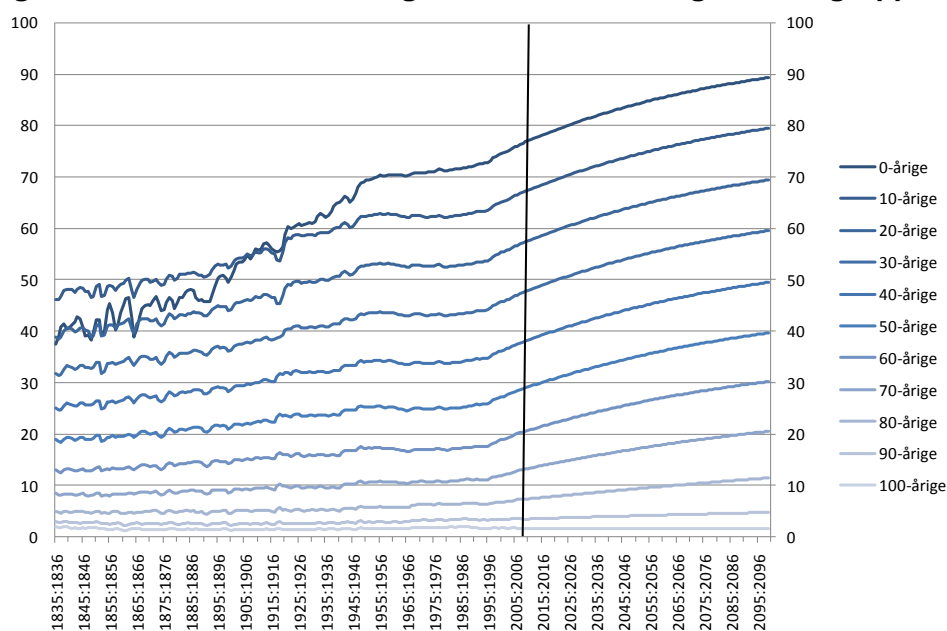
Bemærk, at en konstant årlig reduktion i logaritmen til de aldersbetingede dødeligheder, som er resultatet af en fremskrivning med Lee-Carter, vil have tendens til at føre til en faldende vækst i middellevetiden, fordi dødelighedernes niveau gradvist reduceres, hvilket betyder, at reduktionen

i antallet af døde især koncentreret 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 (2001). Dette betyder, at Lee-Carter metoden ikke reproducerer den lineære stigning i middellevetiden, som findes i Oeppen & Vaupel (2002).

4.10 Restlevetidsudviklingen for mænd

Restlevetidsudviklingen for mænd i aldersgrupperne 0, 10, ..., 90, 100 år fra 1835 og fremefter fremgår af Figur 11. 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 restlevetiden for mænd to tydelige brud svarende til de brud, der blev identificeret i udviklingen i dødelighederne.

Figur 11. Restlevetidsudviklingen for mænd, udvalgte aldersgrupper



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

Den første periode indtil 1953¹⁶ er karakteriseret ved en betydelig vækst i den mandlige restlevetid. Vækstraten er stort set den samme for alle

¹⁶ Bemærk, at alle tidsangivelser i dette og det følgende afsnit er ultimoangivelser. Således svarer 1953 til medioangivelsen 1952:1953. Samtidig skal det bemærkes, at der er tale om ikke-overlappende perioder. Normalt angives den nuværende vækstperiode som 1994:1995 til 2007:2008, men idet 1994:1995 allerede indgår i beregningen af ændringen

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 1835-1953 fra 3,3 måneder pr. år for 0-årige til 1,4 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 1954 til 1995. I denne periode er der stort set ikke vækst i restlevetiden for aldersgrupperne fra 10 til 70 år. Vækstraten over hele den 40-årige periode ligger på omkring 1,0-1,5 pct. for disse aldersgrupper. Selvom der også er en meget betydelig opbremsning i væksten i middellevetiden, er vækstraten i denne godt 4 pct. over den godt 40-årige periode, hvilket svarer til en gennemsnitlig årlig vækst på 0,8 måneder. 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 1996 til 2008. 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. 4 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 4,7 pct. siden 1995, restlevetiden for 20-årige mænd med 6,0 pct. og restlevetiden for 60-årige mænd med 14,5 pct. Forskellene i vækstraten betyder, at der kun er begrænsede forskelle i den absolutte vækst for de forskellige aldersgrupper. Således er restlevetiden for en 10-årig dreng vokset med 3,3 år over perioden, mens restlevetiden for en 60-årig mand er vokset med 2,6 år. Gennemsnitligt er middellevetiden vokset med 3,5 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

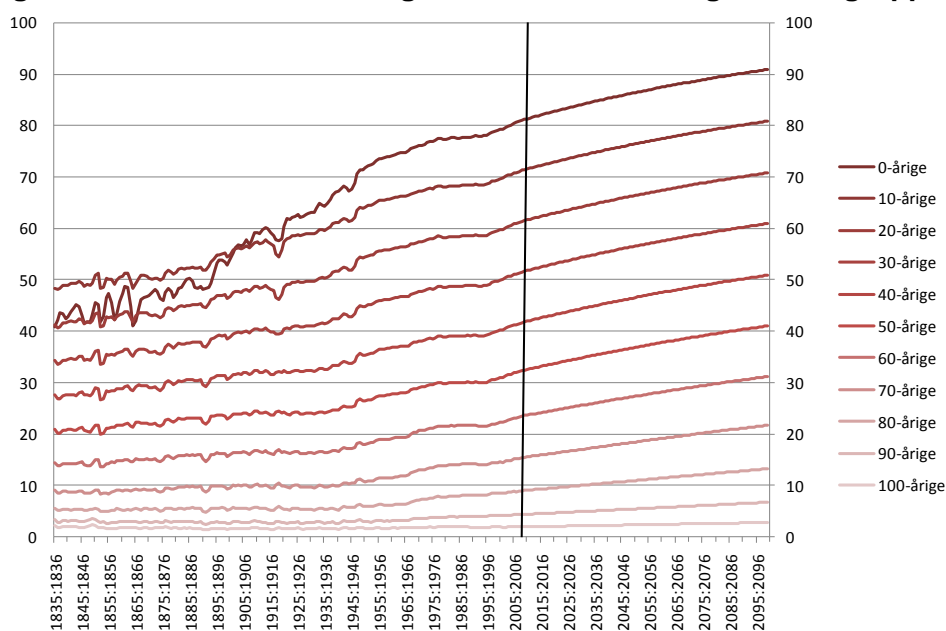
fra 1954-1995 er dateringen forskudt i dette og det følgende afsnit. Således vil ændringerne i restlevetiden afsnit 4.12 afvige fra de her angivne.

ældre og et forsat, 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.

4.11 Restlevetidsudviklingen for kvinder

Svarende til beskrivelsen for mænd fremgår restlevetidsudviklingen for kvinder i aldersgrupperne 0, 10, ..., 90, 100 år fra 1835 og fremefter af Figur 12. Udviklingen i dødelighederne for kvinder gennem det 20. Århundrede 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 12. Restlevetidsudviklingen for kvinder, udvalgte aldersgrupper



Den første periode indtil 1900 er som for mænd karakteriseret ved en betydelig vækst i restlevetiden. Vækstraten er stort set den samme for alle aldersgrupper fra 10- til 55-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 2,4 måneder om året, mens restlevetiden for 60-årige øges med 0,3 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. 3,6 måneder årligt. Restlevetiden for 60-årige øges med gennemsnitligt 0,2 måneder om året gennem perioden.

Den tredje periode fra 1937 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 19 pct., mens restlevetiden for 10-årige piger vokser med 14 pct., restlevetiden for 30-årige kvinder med 17 pct., for 60-årige kvinder med 32 pct. og for 80-årige med 48 pct. Ændringen i middellevetiden svarer til en gennemsnitlig årlig stigning på 3,6 måneder om året, mens restlevetiden for 60-årige årligt stiger med 1,5 måneder i den tredje periode.

Fjerde periode løber fra 1979 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 typiske gennemsnitlige årlige vækst i restlevetiden for de forskellige aldersgrupper ligger mellem 0,2 og 0,4 måneder.

Femte og sidste periode er den nuværende, der foreløbig dækker perioden fra 1996 til 2008. 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 gældende for aldersgruppen på 60 år og op efter, som har forholdsvis ensartede vækstrater. Middellevetiden for kvinder vokser 3,4 pct. eller gennemsnitligt 2,7 måneder årligt fra 1995 til 2008. Restlevetiden for 60-årige kvinder øges med 8,8 pct. i perioden, hvilket svarer til en gennemsnitlig årlig ændring på 1,9 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.

4.12 Fremtidig udvikling i den aldersbetingede restlevetid

Den Lee-Carter fremskrevne reduktion i aldersbetingede dødelighed over tid giver anledning til en stigning i den aldersfordelte restlevetid. Den fremtidige udvikling i aldersfordelt restlevetid er for mænd vist i Figur 11 og for kvinder i Figur 12.

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.

Fremtidig udvikling i middellevetiden

I perioden fra 1994:1995 til 2007:2008 er middellevetiden for mænd vokset fra 72,7 år til 76,3 år, dvs. med 3,6 år. Det svarer til en gennemsnitlig årlig vækst på 3,3 måneder om året. Den samlede vækst over perioden 1994:1995-2007:2008 er af samme størrelsesorden som den samlede vækst fra 1953:1954-1994:1995, hvor den gennemsnitlige årlige vækst er knap 0,9 måned pr. år. Udgangspunktet for væksten i den mandlige middellevetid er derfor højt.

Fremskrivningen indebærer en gradvis opbremsning i denne vækst, som betyder, at det forventes, at middellevetiden vokser med yderligere 0,8 år frem til 2010:2011, hvor den vil være nået op på 77,1 år. I perioden fra 2010:2011 til 2020:2021 vil middellevetiden ifølge fremskrivningen vokse med yderligere godt 2 år og således nå op på 79,2 år i 2020:2021. Det svarer til en gennemsnitlig vækst i middellevetiden på 2,5 måneder om året. Middellevetiden for mænd når op på 80 år i 2024:2025. I den efterfølgende periode vokser den med godt to måneder om året og når således 81 år i 2030:2031 og 84,2 år i 2050:2051.

Udviklingen i den årlige tilvækst i middellevetiden for mænd i den historiske periode fra 1950 til 1990 udviser betydelig årlig variation omkring en vækst på ca. 1,2 måneder 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 1,0 måned imod slutningen af århundredet, jf. Figur 13.

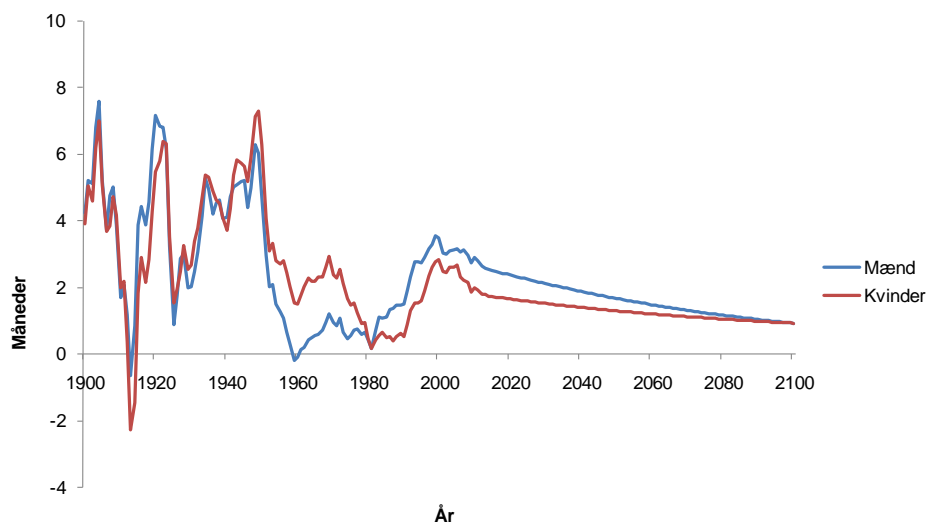
I perioden fra 1994:1995 til 2007:2008 er middellevetiden for kvinder steget med 2,8 år svarende til 2,5 måneder om året. Selvom det er væsentligt lavere end væksten i mændenes middellevetid i samme periode (3,3 måneder pr. år), er der også for kvinderne tale om en betydelig acceleration i væksten. Til sammenligning steg middellevetiden for kvinder med knap 2,6 år over perioden fra 1967:1968 til 1994:1995. Den gennemsnitlige årlige vækst er kun på 1,1 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. Væksten reduceres gradvist gennem fremskrivningsperioden og ligger på ca. 1,0 måned om året ved udgangen af århundredet, jf. Figur 13.

Middellevetiden vokser således fra 80,7 år i 2007:2008 til 81,3 år i 2010:2011 og 82,7 i 2020:2021. I 2050:2051 er middellevetiden for kvinder

vokset til 86,4 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 13. Vækst i middellevetid. 10 års glidende gennemsnit



Fremskrevet udvikling i restlevetiden for 60-årige

Restlevetiden for 60-årige mænd er vokset fra 17,7 år i 1994:1995 til 20,3 år i 2007:2008, hvilket svarer til en gennemsnitlig årlig vækst i perioden på 2,4 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 også steg absolut med 2,6 år i perioden fra 1908:1909 til 1994:1995, svarende til gennemsnitligt 0,4 måneder årligt.

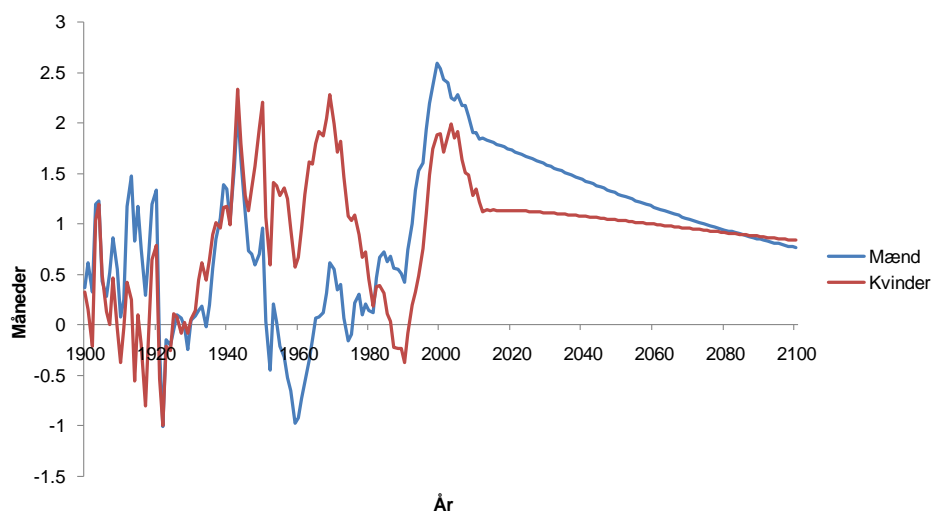
Resultatet af fremskrivningen er, at væksten i restlevetiden for 60-årige mænd falder tilbage mod niveauet før 1995, men at væksten også på langt sigt forbliver højere end i perioden før 1995. Fremskrivningen indebærer, at væksten i de første år er på omkring 1,9 måneder om året – hvilket er noget lavere end væksten i de seneste 14 år. Fra dette niveau falder den årlige vækst gradvist mod et langsigtet niveau på 0,8 måneder om året, jf. Figur 14.

Som for mænd er der sket en mærkbar stigning i væksten i restlevetiden for 60-årige kvinder i de seneste 14 år. I denne periode er restlevetiden vokset med 1,9 år, hvilket svarer til en gennemsnitlig stigning på 1,8 måneder om året. Til sammenligning steg restlevetiden for 60-årige kvinder også med godt 1,9 år i perioden fra 1966:1967 til 1994:1995.

Fremskrivningen indebærer, at væksten på kort sigt bliver noget lavere end i den seneste periode og vil ligge på omkring 1,1 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 14.

Figur 14. Vækst i restlevetid for 60-årige. 10 års glidende gennemsnit



4.13 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 14 år end i de foregående 40 til 50 år. Udviklingen er særligt 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 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 de seneste 14 år, og som gradvist reduceres til et niveau, der svarer til den langsommere vækst i perioden fra 1950-1995.

2009-fremskrivningen afstedkommer en mindre stigning i den forventede vækst i den aldersbetingede restlevetid for mænd i forhold til sidste års fremskrivning, som ligeledes var baseret på en dataserie fra 1990. På langt sigt, vil mænds middellevetid være ca. 0,5 år højere end tidligere forventet. For kvinder er der på kort sigt tale om en marginalt højere vækst

end sidste år, men på langt sigt aftager den forventede vækst til et niveau akkurat under det, der var gældende i sidste års fremskrivning. Kvinders middellevetid er på langt sigt 0,1 år lavere end tidligere forudsagt.

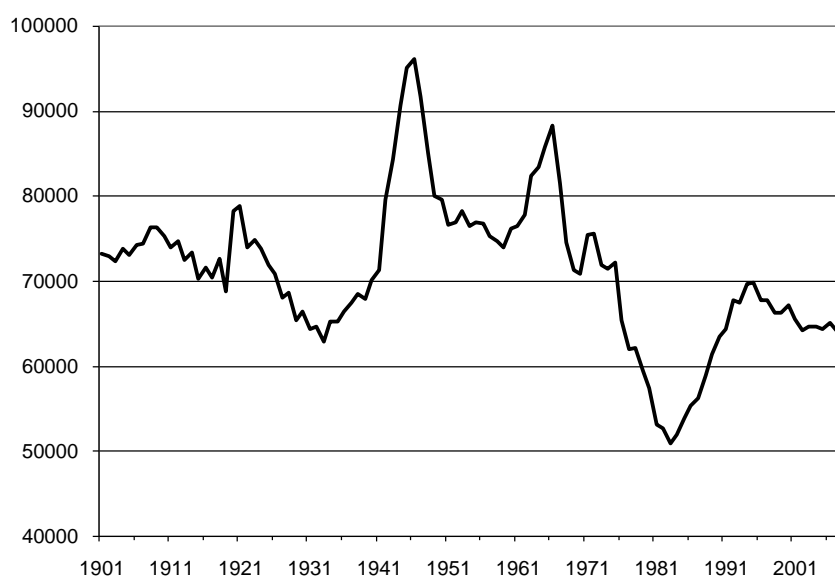
Regeringspartierne fremsatte under sidste valg en målsætning om, at levetiden i løbet af de kommende 10 år skal øges med 3 år. Resultaterne fra DREAMs 2009 fremskrivning indfrier som tilfældet også var sidste år langt fra denne målsætning, idet middellevetiden for kvinder øges med 1,4 år, mens middellevetiden for mænd øges med 2,1 år i perioden 2007:2008 til 2016:2017. Dog skal det nævnes, at relativt til udviklingen over den samme periode i sidste års fremskrivning, er mænds middellevetid steget med yderligere 0,2 år.

5. Fødsler og Fertilitet

5.1 Historisk udvikling i fødsler og fertilitet

Størrelsen af fødselsårgangene har varieret meget 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 15.

Figur 15. Antal fødte pr. år, 1901-2008



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.

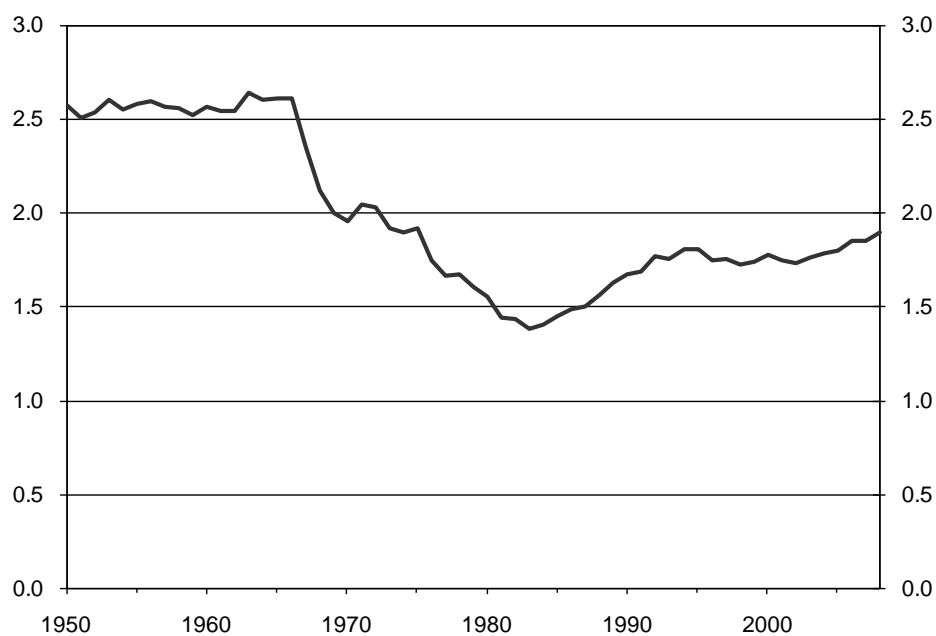
Igennem det 20. århundrede er den samlede fertilitet – dvs. det samlede antal børn pr. kvinde i den fødedygtige alder i et givet år – faldet fra godt 4 børn pr. kvinde til et niveau i år 2000 på 1,77 barn pr. kvinde. I år 2008 er den samlede fertilitet 1,89 barn pr. kvinde.

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.¹⁷ Fra starten af 1940'erne til 1946 steg fertiliteten til 3,02 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 1966, hvor en ny periode med markante reduktioner i den samlede fertilitet indtrådte. Faldet fortsatte frem til 1983, hvor fertiliteten nåede ned på 1,37 barn pr. kvinde. Det er det hidtil laveste

¹⁷ Oplysninger om fertilitet før 1950 stammer fra Danmarks Statistik (2000): "Befolkningen i 150 år"

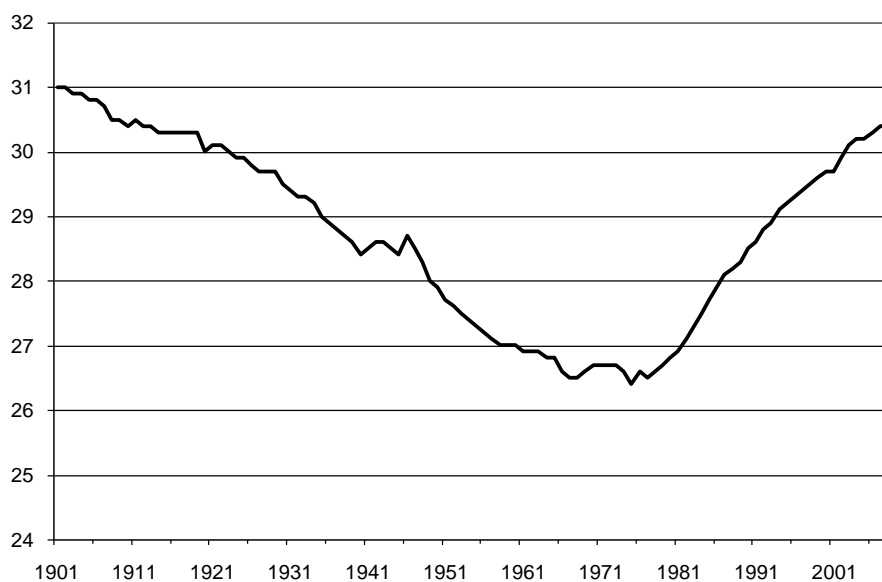
niveau for den samlede fertilitet i Danmark. Herefter steg fertiliteten frem til 1994, hvor den nåede et niveau på 1,81 barn pr. kvinde. Herefter har fertiliteten svinget mellem 1,7 og 1,8 barn pr. kvinde, jf. Figur 16.

Figur 16. Udviklingen i den samlede fertilitet i perioden 1950 – 2008



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

Figur 17. Gennemsnitsalder for fødende kvinder, 1901-2008



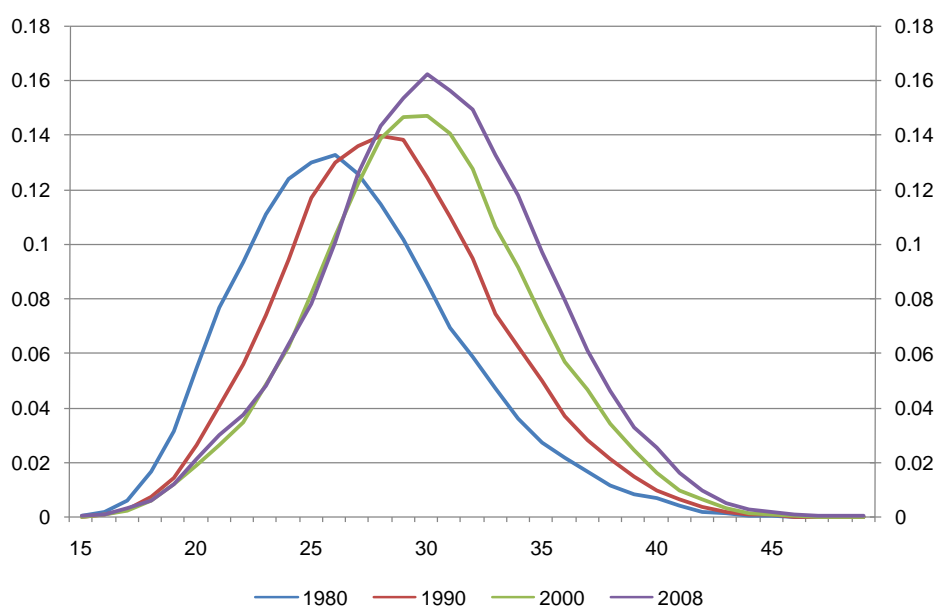
De store årgange fra starten af 1960'erne er derimod alene en ekkovirkning af de store generationer fra 1940'erne, idet fertiliteten i denne periode var forholdsvis konstant. De meget små generationer i 1980'erne er en kombination af, at årgangene i 1950'erne ikke var store som i 1940'erne og at disse 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 17.

Frem til 1975 var der tale om en gradvist faldende gennemsnitsalder for fødende kvinder. I de første 75 år af århundredet faldt gennemsnitsalderen med 4,5 til 26,4 år. I den sidste fjerdedel af århundredet har gennemsnitsalderen derimod været markant stigende og er i 2008 på 30,4 år, hvilket er næsten lige så højt som ved starten af det 20. århundrede.

Stigningen i gennemsnitsalderen for fødende kvinder igennem de seneste 30 år er karakteriseret ved, at hele aldersfordelingen forskydes. Således har der været et betydeligt fald i den aldersbetingede fertilitet op til det 25. år, mens der har været en endnu større stigning i den aldersbetingede fertilitet for kvinder over 25. år. Bevægelsen er sket gradvist gennem perioden, jf. Figur 18. Eggert og Jørgensen (2007) viser hvorledes den aldersbetingede fertilitet kan beskrives ved en gammafordeling, der i de sidste 10 år er konvergeret mod en normalfordeling.

Figur 18. Aldersbetinget fertilitet i 1980, 1990, 2000 og 2008 (kvinder af dansk oprindelse)



5.2 Metode til fremskrivningen af aldersbetingede fertilitetskvoienter

Fremskrivning af fertiliteten sker ved at fremskrive den aldersbetingede fertilitet for hver befolkningsgruppe. I modsætning til estimationen af dødelighederne estimeres den enkelte aldersgruppes fertilitet uafhængigt af den samlede fertilitet og derfor også uafhængigt af de øvrige aldersgruppes fertilitet. Udviklingen i den samlede fertilitet i fremskrivningen fremkommer således som en sum af udviklingen i de enkelte aldersgruppes fertilitet.

Det er udelukkende for de tre største befolkningsgrupper, at der er et tilstrækkeligt antal observationer til at kunne estimere den aldersbetingede fertilitet på et-års alderstrin. De tre grupper er: Personer med dansk oprindelse, *da*, indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab, *iln* og indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab, *imn*. For disse grupper uddrages for hver alder mellem 15 og 49 år trenden af den historiske udvikling i fertiliteten, og den aldersbetingede fertilitet fremskrives ved hjælp af disse trends.

Det er problematisk at fremskrive fertiliteten for de resterende befolkningsgrupper af to grunde. Dels fordi de er små, hvilket giver en betydelig statistisk usikkerhed, dels fordi de kvindelige medlemmer af efterkommergrupperne hovedsageligt er under 25 år, hvilket betyder, at det er vanskeligt/umuligt at skønne over den aldersbetingede fertilitet for den ældste halvdel af den fødedygtige alder på grund af manglende data. Derfor sammenlignes den aldersbetingede fertilitetsprofil for hver enkelt af de små befolkningsgrupper med den tilsvarende aldersbetingede fertilitetsprofil for de 3 store grupper i løbet af de seneste 5 år. Ved hjælp af lineær regressionsanalyse estimeres de små befolkningsgruppes aldersbetingede fertilitet som et vejet gennemsnit af de tre store gruppes aldersbetingede fertilitet. Herefter fremskrives den aldersbetingede fertilitet for de små befolkningsgrupper på grundlag af fremskrivningerne af de 3 store gruppes aldersbetingede fertilitet.

De fundne estimater for den aldersbetingede fertilitet er meget afhængige af de seneste observerede dataår. Dette gør, at estimaterne kan betragtes som det bedste bud på den kortsigtede udvikling i fertilitet. Metodens langsigtede estimater kan dog ændres meget hver gang, der tilføjes et nyt dataår. Dette er u hensigtsmæssigt, idet et ekstra dataår ikke burde have meget betydning for den langsigtede udvikling. Derfor indføres en vægtning, der medfører, at kortsigtede estimater for fertilitet konvergerer mod et langsigtsniveau, der ikke afhænger af det nyeste dataår.

5.3 Estimation af den aldersbetingede fertilitet for de store grupper

Trenden i den aldersbetingede fertilitet udledes ved anvendelse af en metode benævnt *Cubic Spline Smoothing* (CSS), jf. Hyndman, King &

Billah (2002). Under givne antagelser tilpasses en speciel funktionsform til data, og resultatet er en udglattet kontinuert form, der i sin simpleste version har konstant hældning i endepunkterne, hvor de andenafledte således er nul. Metoden er fordelagtig, idet den 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

$$S_i(x) = a_i(x - x_i)^3 + b_i(x - x_i)^2 + c_i(x - x_i) + d_i$$

for

$$x \in [x_i, x_{i+1}]$$

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

$$S_{i-1}(x_i) = S_i(x_i)$$

$$S'_{i-1}(x_i) = S'_i(x_i)$$

$$S''_{i-1}(x_i) = S''_i(x_i)$$

Anvendes *Cubic Spline Interpolation* stilles yderligere det krav, at $S(x)$ skal gå i gennem samtlige datapunkter. Således opnås ikke en udglattet funktion, 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 kriterier om, at funktionen kommer tæt på data, og at denne samtidig udviser begrænset fluktuation eller kurvatur. Afstanden til data måles som summen af de kvadratiske afvigelser mellem y_i og $S(x_i)$:

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

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

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

Denne størrelse er minimal, når den andenafledte er nul, dvs. $S(x)$ er dermed 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. Under kravene om kontinuitet søges derfor følgende udtryk minimeret

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

hvor

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) kriterium¹⁸.

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 retningen og udgangspunktet for fremskrivningen. Fremskrivningen fremkommer ved anvendelse af funktionen

$$f(t) = \exp\left(\frac{at+b}{t+c}\right).$$

Parameteren c er den såkaldte tilpasningshastighed for fremskrivningen, som er fastsat til 5. Denne parameter er et udtryk for, hvor hurtigt udviklingen i fertiliteten stabiliseres. En værdi på 5 indikerer, at havde udviklingen i fertiliteten fortsat lineært fra splinens endepunkt med den her beregnede hældningskoefficient, ville fertiliteten stabiliseres efter fem 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 det sidste år i datagrundlaget. Samtidig vil et større c betyde 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 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.

¹⁸ 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.

Koefficienterne a og b bestemmes således, at såvel hældningen, $f'(t)$, som funktionsværdien, $f(t)$, i det sidste data punkt 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 så

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

hvor

$t = x_n = 0$ svarer til sidste historiske år. Dette medfører, at

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

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

Metoden anvendes som nævnt for befolkningsgrupperne personer af dansk oprindelse og indvandrere fra henholdsvis mere og mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab. Der estimeres på data for perioden 1981-2008. For hver af de tre befolkningsgrupper fremskrives fertilitetskvotienterne for de 15-49-årige således ved først at anvende *cubic spline smoothing* på hver enkel aldersgruppe og dernæst indsætte resultatet i funktionen $f(t)$.

5.4 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 5 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 5 år sammen, således der for hver af de små grupper maksimalt fremkommer tre regressionskoefficienter, svarende til at samtlige af de store grupper har forklaringssevne. 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 mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab blot baseret på de 15-35-årige, mens der i estimationen for grupperne efterkommere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab og efterkommere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab blot indgår data for 15-33-årige.

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

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

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

5.5 Konvergens af fertilitet på lang sigt

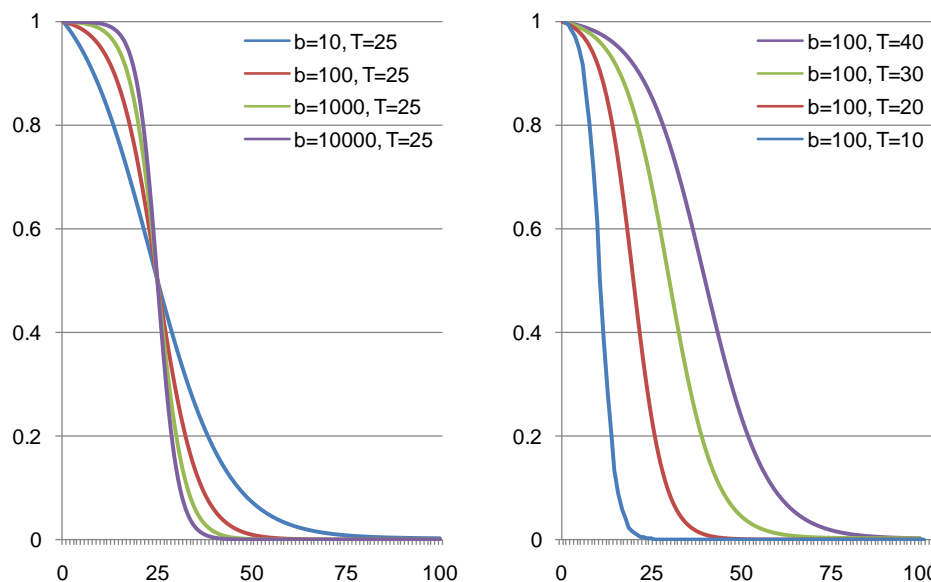
På kort sigt beregnes udviklingen i fertilitet ved at ekstrapolere de eksisterende trends ved brug af Cubic Spline Smoothing. Der er historisk set meget store udsving i fertiliteten, og derfor kan et nyt dataår betyde, at den ekstrapolerede fertilitet på lang sigt ændres meget hver gang fremskrivningen opdateres. Disse ændringer repræsenterer ikke, at vi er blevet meget klogere med hensyn til udviklingen af fertiliteten på lang sigt, idet fertiliteten ud over en 30 års tidshorizont er meget usikker (se Eggert og Jørgensen, 2007). For at undgå at der kommer store udsving i fertiliteten på lang sigt, indføres derfor en funktion, der vægter fertiliteten mellem den kortsigtede ekstrapolerede udvikling og en defineret langsigtet udvikling.

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

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

Funktionen har den egenskab, at den antager værdien 1 for $t=0$, går 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 konvergensten sker gradvist. På figuren ses funktionen for forskellige værdier af b og T .

Figur 19. – Richards Curve ved forskellige værdier af b og T .



Den endelige udvikling i fertiliteten bestemmes således ved en vægtning af kort- og langsigtudviklingen

$$\varphi_t^{x,o} = r(t)\varphi_t^{KS,x,o} + (1-r(t))\varphi_t^{LS,x,o}$$

hvor koefficienterne i Richards Kurven er sat til $b=100$ og $T=10$.

Fastlæggelse af den langsigtede udvikling i fertiliteten

Det her anvendte langsigtede niveau stammer fra DREAMs befolkningsfremskrivning 2006¹⁹. Der er intet belæg for, at dette niveau skulle være mere retvisende end det, der fremkommer fra årets fremskrivning, hvis den ovenfor nævnte justering udelades. Når det angår fertilitet er det dog som nævnt ikke rimeligt, at et enkelt dataår indeholder så meget information, at det kan influere på befolkningsfremskrivningen i

¹⁹ For grupperne bestående af efterkommere fra mindre udviklede lande med og uden dansk statsborgerskab anvendes et langsigtetsniveau bestemt ud fra dette års fremskrivning og således er der ikke anvendt korrektionen med Richardskurven. Langsigtetsniveauet fra 2006-fremskrivningen vurderes som urealistisk lavt relativt til den historiske udvikling i de pågældende befolkningsgrupper.

det omfang, som det ville være tilfældet, hvis der ikke foretoges en korrektion.

Det vil fremover blive tilstræbt at fastlægge et mere velfunderet langsigtet niveau. 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 influere på fertiliteten, jf. D'Addio & d'Ercole (2005). En økonometrisk undersøgelse af sammenhængen mellem fertilitet og øvrige faktorer kan derfor givetvist afklare graden af signifikans. Skal en forklarende faktor anvendes til bestemmelse af fertiliteten på længere sigt kræver det selvsagt, at der eksisterer en fremskrivning af den pågældende faktor. Denne vil i sagens natur også være behæftet med usikkerhed. Såfremt en fremskrivning inden for den historiske periode af fertiliteten baseret på den pågældende faktor udviser en fornuftig forklaringssevne, vil en fremadrettet fremskrivning dog være funderet i en velspecificeret historisk relation.

Idet DREAM årligt udarbejder en fremskrivning af befolkningen fordelt på højst opnåede uddannelse og arbejdsmarkedstilknøytning, vil det være relevant at lave en indgående undersøgelse af forholdet mellem fertilitet og disse faktorer. Såfremt et sådant forhold er velspecificeret, kunne en mulig tilgang være at lade resultatet af sidste års fremskrivning af befolkningens uddannelses- og erhvervstilbøjelighed bestemme det langsigtede fertilitetsniveau i det aktuelle års fremskrivning²⁰.

En anden tilgang kan være at se nærmere på den historiske udvikling i kohortefertiliteter og fødselspariteter.

5.6 Fremskrivningsresultater

Hovedresultatet af fremskrivningen er, at den samlede fertilitet for befolkningen er voksende i starten af fremskrivningsperioden for derefter at aftage til et niveau, der er identisk med udgangspunktet, jf. Tabel 2. Dette resultat er primært drevet af, at fertiliteten for personer af dansk oprindelse er voksende. For indvandrere fra mindre udviklede lande samt indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab er der tale om en faldende tendens, mens fertiliteten for indvandrere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab stiger på sigt. For efterkommere er fertiliteten faldet for alle grupper, bortset fra efterkommere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab. Fremskrivningstilgangen indebærer, at fertiliteten stort set er uændret fra 2050 og fremefter.

²⁰ Hvis man har tiltro til det fremtidige skøn for antallet af personer på barselsorlov, kunne man argumentere for det rimelige i, at dette afspejlede sig i niveauet for fertiliteten.

Tabel 2. Samlet fertilitet for befolkningsgrupper efter oprindelse

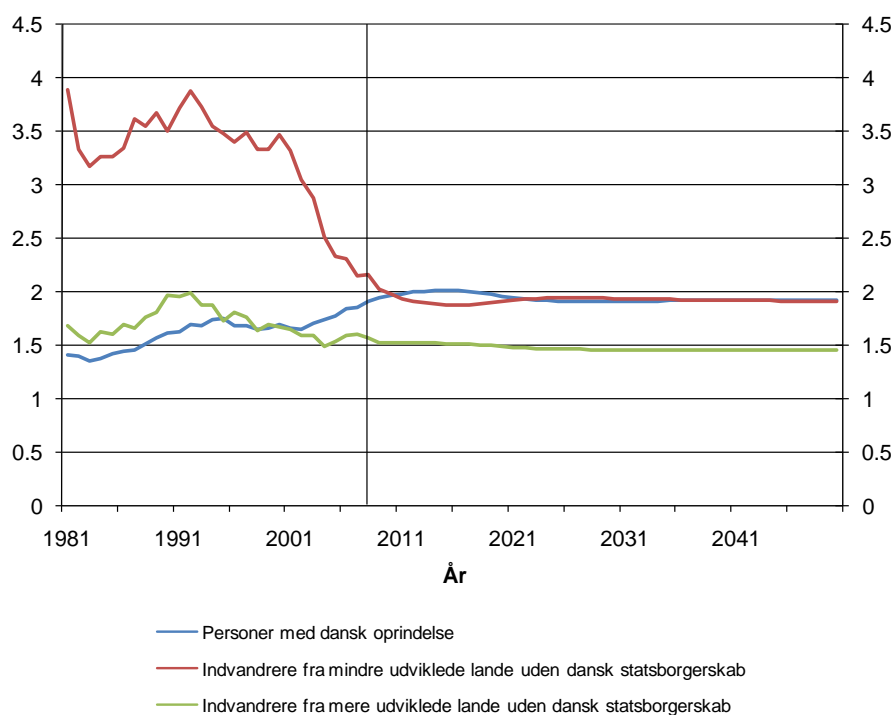
Befolkningsgruppe	2008	2050	2100
Befolkningen i alt	1,89	1,88	1,89
Personer af dansk oprindelse	1,91	1,92	1,93
Indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab	2,15	1,91	1,89
Indvandrere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab	1,90	1,87	1,87
Indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab	1,56	1,45	1,45
Indvandrere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab	1,46	1,62	1,63
Efterkommere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab	2,56	1,81	1,81
Efterkommere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab	2,02	1,81	1,81
Efterkommere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab	1,62	1,61	1,62
Efterkommere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab	1,65	1,68	1,68

Indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab havde omkring 1980 en samlet fertilitet på omkring 4,0 (børn pr. kvinde). Frem til omkring år 2000 lå den omkring 3,5 barn pr. kvinde, men i de seneste år har der været en dramatisk reduktion i fertiliteten for denne gruppe, således at den i 2008 er 2,15 barn pr. kvinde. Der er næppe tvivl om, at såvel de ændrede regler for familiesammenføring som den ændrede sammensætning af indvandringen efter lovændringen i 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 fortsat faldende tendens i den indledende del af fremskrivningen, jf. Figur 20.

For personer med dansk oprindelse har der i de seneste år været en tendens til en mindre stigning i den samlede fertilitet. Det forventes i fremskrivningen, at dette fortsætter således den samlede fertilitet på kort sigt vil stige til lige under 2,0 barn pr. kvinde, for derefter at konvergere mod et langsigtet niveau på omkring 1,9 barn pr. kvinde. Omvendt har den samlede fertilitet for indvandrergruppen fra mere udviklede lande uden

dansk statsborgerskab vist en tendens til reduktion fra et niveau på omkring 2,0 børn pr. kvinde til ca. 1,5 barn pr. kvinde. I fremskrivningen forventes denne udvikling at fortsætte, men fertiliteten stabiliseres dog relativt hurtigt og er 1,45 i år 2050, jf. Figur 20.

Figur 20. Udviklingen i den samlede fertilitet for de tre største befolkningsgrupper 1981-2050

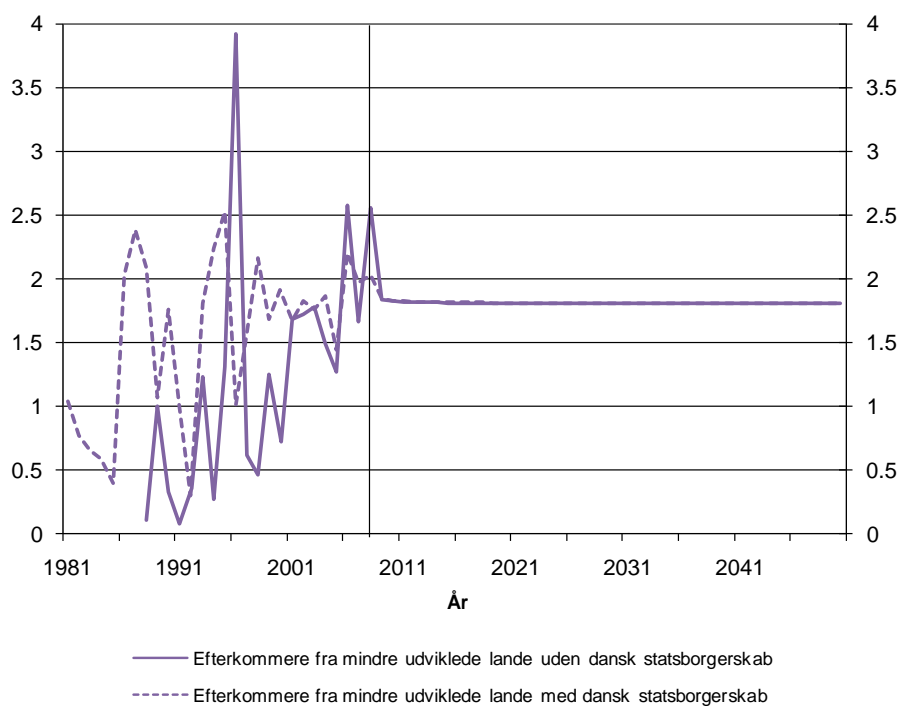


Alle fire efterkommergrupper har en lav og meget fluktuerende fertilitet. Det sidste skyldes befolkningsgruppernes begrænsede størrelse, som betyder, at tilfældige udsving påvirker det samlede niveau. Det forudsættes i fremskrivningen, at aldersprofilen for fertiliteten kan beskrives ud fra to af de tre store befolkningsgrupper, dvs. personer af dansk oprindelse, indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab og indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab. Dette medfører, at fertiliteten for efterkommergrupperne forholdsvis hurtigt stabiliseres på et niveau mellem 1,6 og 1,8 barn pr. kvinde, jf. Figur 21.

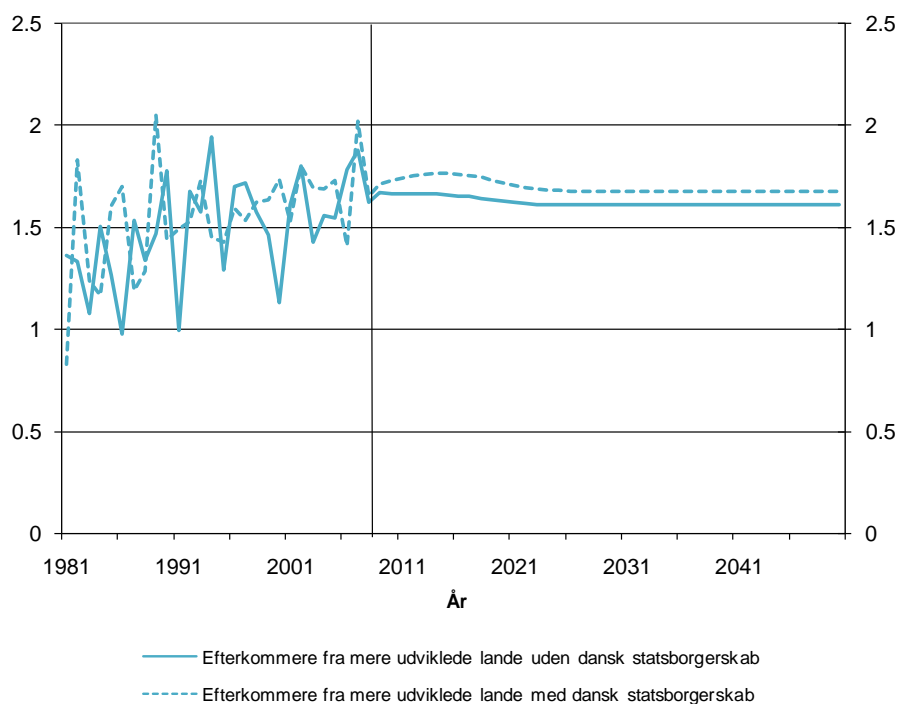
Det bemærkes, at der er en meget betydelig usikkerhed knyttet til fertilitetsudviklingen for efterkommergrupperne. Udover størrelsen af befolkningsgrupperne skyldes dette, at de kvindelige efterkommere er unge og således ikke har gennemlevet de fertile aldre, hvilket giver anledning et tyndt datamateriale. 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 mindre udviklede lande i betydeligt omfang påvirket af både 24-årsreglen og mest-tilknytningsprincippet i

indvandringslovgivningen. Som tidligere nævnt er det endnu for tidligt at skønne over disse bestemmelser langsigtede konsekvenser.

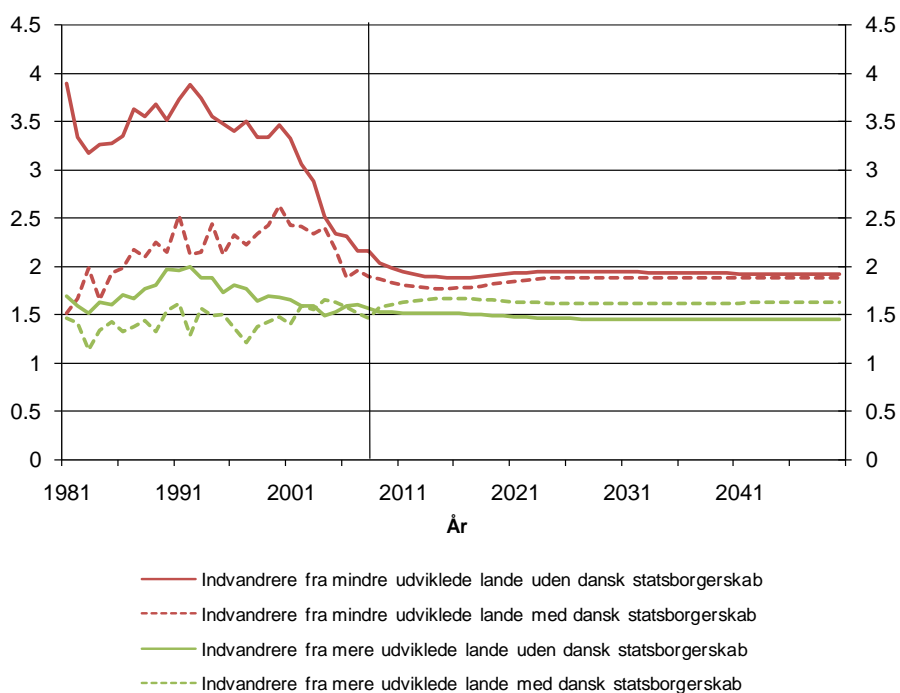
Figur 21. Udviklingen i den samlede fertilitet for efterkommere fra mindre udviklede lande 1981-2050



Figur 22. Udviklingen i den samlede fertilitet for efterkommere fra mere udviklede lande 1981-2050



Figur 23. Udviklingen i den samlede fertilitet for indvandrergupperne 1981-2050



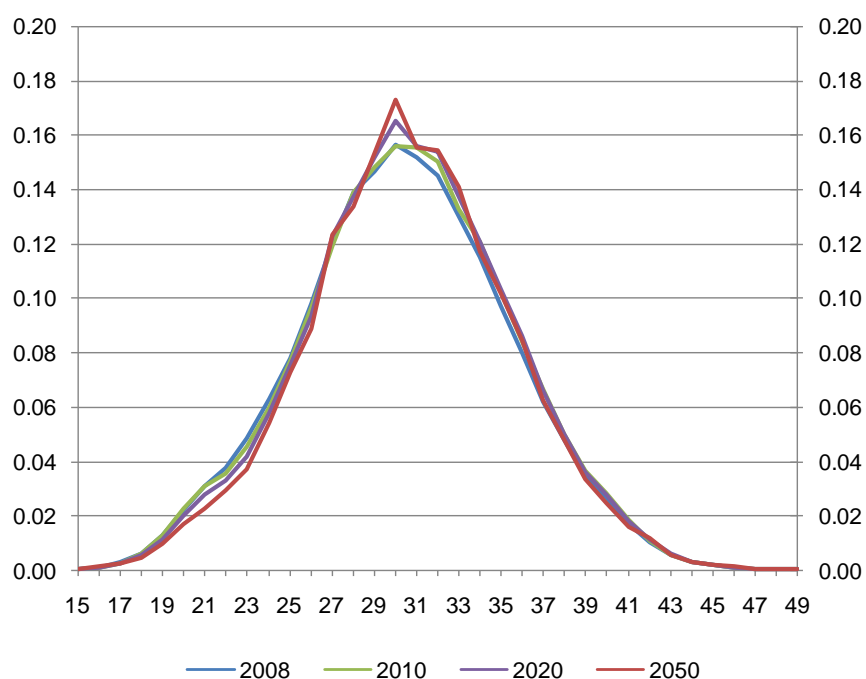
Som nævnt har der historisk set været et meget markant fald i fertiliteten for indvandrere fra mindre udviklede lande uden statsborgerskab. En

tilsvarende, men mindre markant udvikling ses for indvandrere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab. For denne gruppe er fertiliteten faldet med knapt 0,5 barn pr. kvinde siden 2002. Forløbet har dog ikke været monotont, idet der er mindre stigninger fra 2003 til 2004 og fra 2006 til 2007. Det forventes, at faldet udfases således, at fertiliteten for denne befolkningsgruppe inden for en kortere årrække stabiliseres på et niveau omkring 1,9 barn pr. kvinde. For indvandrere fra mere udviklede lande antages i fremskrivningen, at fertiliteten stabiliseres omkring det nuværende forholdsvis lave niveau omkring 1,5 – 1,6 barn pr. kvinde, jf. Figur 23.

5.7 Udviklingen i den aldersbetingede fertilitet

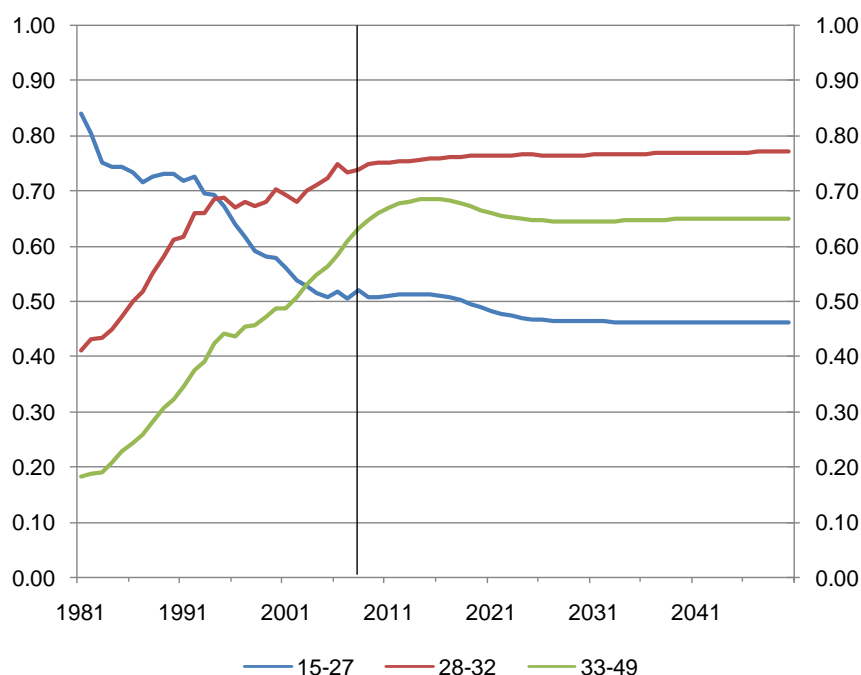
Den aldersbetingede fertilitetsprofil er blevet forskudt i retning af højere alder for fødende kvinder igennem de seneste 25 år. Denne bevægelse har været forholdsvis konstant siden slutningen af 70'erne, men synes dog at være opbremset de senere år. I fremskrivningen forudsættes denne bevægelse at fortsætte med væsentlig reduceret styrke og det fås, at aldersprofilen konvergerer mod en form, som ikke afviger markant fra profilen i 2008²¹, jf. Figur 24.

Figur 24. Aldersbetinget fertilitet 2008, 2010, 2020 og 2050



²¹ Mindre afvigelser fra formen i 2008 specielt omkring 30 års alderen, skal tilskrives, at den anvendte metode til fremskrivning som nævnt indebærer, at den historiske tendens i hver aldersgruppe ekstrapoleres uafhængigt af tendenserne i de øvrige.

Figur 25. Udviklingen i fertiliteten i aldersgrupperne 15-27, 28-32 og 33-49 år



Dette er ligeledes illustreret i Figur 25, hvor den samlede fertilitet er opdelt på fertiliteten i aldersgrupperne 15-27, 28-32 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, bortset fra de sidste år, hvor den syntes at stabiliseres. Samtidig er den samlede fertilitet for både de 28-32-årige og de 33-49-årige vokset i den historiske periode. For de 28-32-årige noteres en opbremsning eller et trendskift i starten af 90'erne, mens fertiliteten for de 33-49-årige er vokset gennem hele perioden. Mellem 2006 og 2007 sker et minimalt fald i den samlede fertilitet, hvilket i Figur 25 kan ses i aldersgrupperne 15-27 år og 28-32 år. Idet fertiliteten for den ældste aldersgruppe i samme periode er steget, er der i et vist omfang tale om udskudte fødsler, men altså ikke i et omfang, der får den samlede fertilitet til at stige. På lang sigt ses det, at den samlede fertilitet for de 28-32-årige og de 33-49-årige stabiliseres på et niveau, der er en anelse højere end det nuværende, mens det fremtidige niveau for fertiliteten for de 15-27-årige bliver en anelse lavere end i dag.

5.8 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. 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 mindre udviklede lande får børn med personer af dansk oprindelse. Det er kun 17 til 23 pct. af fødslerne, hvor moderen er indvandrer fra et mindre udviklet land, og hvor faderen er enten af dansk oprindelse eller efterkommer med dansk statsborgerskab, jf. Tabel 3. Dette er en svag stigning i forhold til 2008-fremskrivningen.

Tabel 3. Fordelingen af barnets oprindelse givet moderens oprindelse – beregnet som gennemsnit over 2006-2008

Barn	Moder										Række-
	dan	dad	iln	ild	imn	imd	dln	dld	dmn	dmd	sum
Dan	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dad	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
IlN	0	0,234786	0	0	0	0	0,487548	0,277666	0	0	1
Ild	0	0,173107	0	0	0	0	0,000221	0,826673	0	0	1
Imn	0	0,535219	0	0	0	0	0	0	0,388713	0,076068	1
Imd	0	0,440067	0	0	0	0	0	0	0	0,559933	1
dln	0	0,36478	0	0	0	0	0,509434	0,125786	0	0	1
dld	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
dmn	0	0,554974	0	0	0	0	0	0	0,350785	0,094241	1
dmd	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Hvis moderen er indvandrer fra et mere udviklet land, er der derimod mellem 44 og 55 pct. sandsynlighed for, at faderen er enten efterkommer med dansk statsborgerskab eller af dansk oprindelse. Dette svarer til niveauet fra anvendt i sidste års fremskrivning.

Tilsvarende er der meget stor forskel for efterkommergrupperne. Hvis moderen er efterkommer fra et mindre udviklet land uden dansk statsborgerskab, er der 51 pct. sandsynlighed for, at faderen enten er indvandrer eller efterkommer uden dansk statsborgerskab, hvilket er et fald relativt til 2008-fremskrivningen. Hvis moderen derimod er efterkommer fra et mere udviklet land uden dansk statsborgerskab, er der 35 pct. sandsynlighed for, at faderen er indvandrer eller efterkommer uden dansk statsborgerskab, hvilket er højere end set i 2008-fremskrivningen, hvor den tilsvarende størrelse var 28 pct. De relativt store udsving i

sandsynlighederne for efterkommerne fra år til år skal i stor udstrækning tilskrives, at der er tale om små befolkningsgrupper.

6. Indvandring, udvandring og statsborgerskab

6.1 Indvandring fra mere og mindre udviklede lande²²

Som beskrevet i det følgende antages indvandringen fra mere og mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab at blive fastlagt eksogent i befolkningsfremskrivningsmodellen. Indvandringen til disse to befolkningsgrupper er reguleret og kræver opholdstilladelse. 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.²³

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". Indvandringsstoppet betød, at udlændinge som hovedregel kun kunne opnå opholdstilladelse af beskæftigelseshensyn 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.

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

²² Dette og følgende underafsnit stammer delvist fra Velfærdskommissionens analyserapport: Fremtidens velfærd og globaliseringen side 85-88.

²³ Andre oversigter over udlændingeloven i hovedtræk findes i DA (2001), Tænk tanken (2004), Bauer et al. (2004)

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 Østtaftale 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. Østtaftalen er generelt tænkt som en midlertidig ordning, der

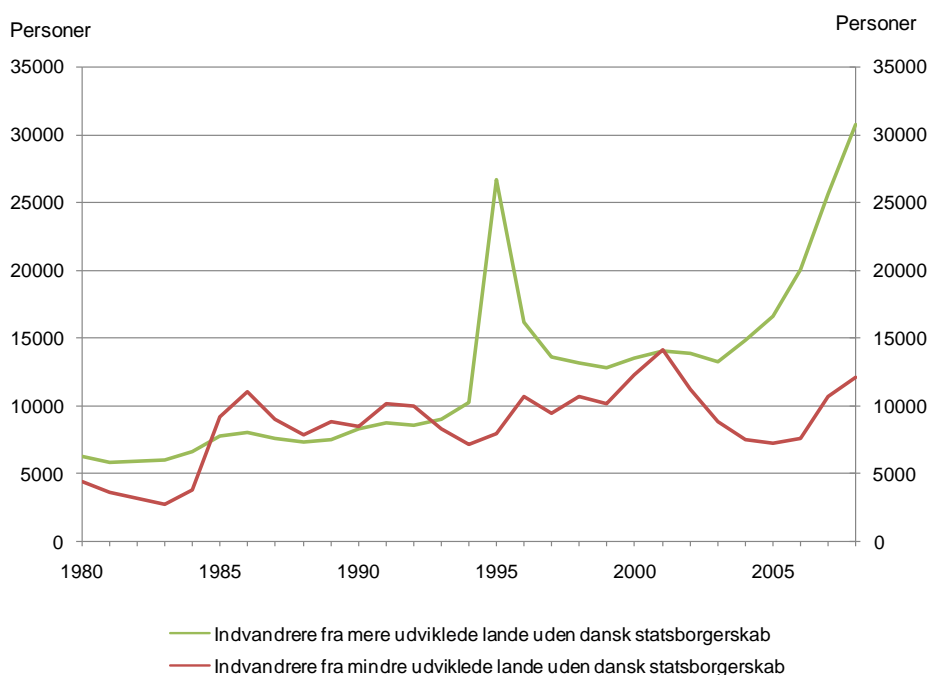
planlægges udfaset pr. 1. maj 2009, dog med mulighed for en 2-årig forlængelse.

6.2 Udviklingen i indvandringen 1981 - 2008

Indvandringsopgørelserne i dette afsnit omfatter ikke genindvandring, men udelukkende tilstrømning af indvandrere uden dansk statsborgerskab fra mere og mindre udviklede lande.

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 mindre udviklede lande. Fra 1984 til 1985 mere end fordobledes den årlige indvandring fra mindre udviklede lande fra 3.800 til 9.200. I 1986 nåedes en midlertidig top i indvandringen fra mindre udviklede lande på 11.000 personer. Frem til midten af 1990'erne lå indvandringen fra mindre udviklede lande på mellem 7.000 og 10.000 personer. Herefter steg indvandringen fra denne landegruppe og toppede med 14.000 i år 2001. Stramningen af udlændingeloven i 2002 ledte til et fald i indvandringen allerede i løbet af året og faldet fortsatte i perioden fra 2003 til 2006. Fra 2006 til 2007 steg indvandringen med ca. 3000 personer til et niveau på 10.700. Fra 2007 til 2008 forekom en yderligere stigning til 12.070 personer.

Figur 26. Indvandringen af indvandrere fra mere og mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab, 1980-2008



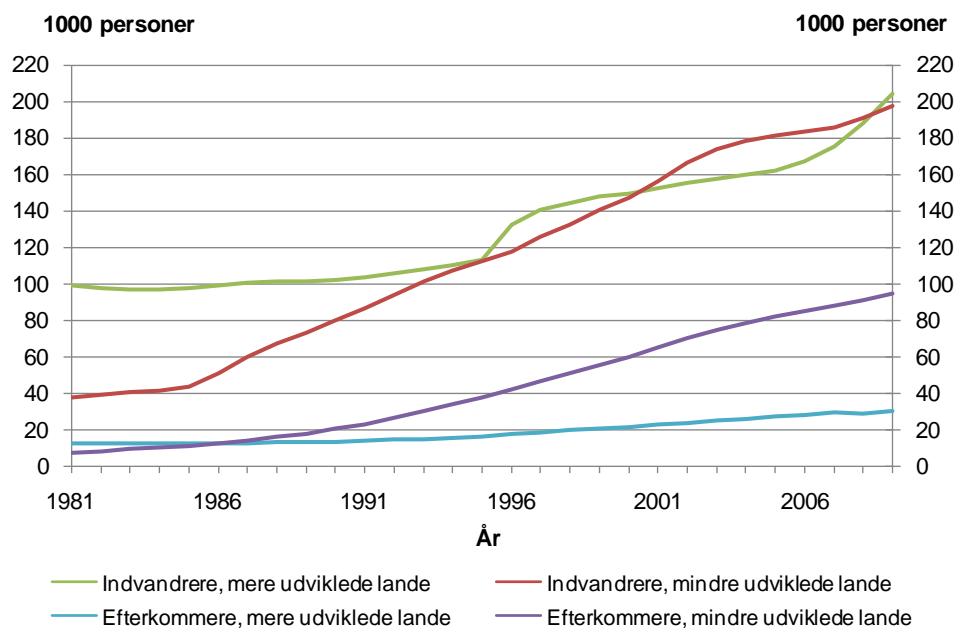
Indvandringen fra mere udviklede lande steg gradvist fra 1981 til 1994 fra et niveau på 5.800 til 10.100 personer. Tallet for 1995 var stærkt påvirket af særlovgivningen vedr. midlertidige opholdstilladelser til personer fra det tidligere Jugoslavien. I 1996 var tallet også ekstraordinært højt, mens det derefter stabiliserede sig på et niveau mellem 13.000 og 14.000 personer om året frem til 2003. Siden 2004 har der været betydelig vækst i indvandringen fra mere udviklede lande og i 2008 nåede den et niveau på 30.708 personer, jf. Figur 26. Der synes således at være en voksende trend i indvandringen fra denne landegruppe. Tidspunktet for starten af denne vækstperiode er netop sammenfaldende med tidspunktet for oprettelsen af Østtaftalen.

Udviklingen i den årlige indvandring giver sammen med udvandringstilbøjeligheden anledning til udviklingen i antallet af herboende indvandrere, jf. Figur 27.

Antallet af herboende indvandrere fra mere udviklede lande var forholdsvis stabilt fra 1981 til primo 1995, hvor antallet voksede fra 99.000 til 113.000. 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 mere udviklede lande. Primo 2009 er antallet nået op på 204.109 personer.

Antallet af herboende efterkommere fra mere udviklede lande er lavt og kun svagt voksende gennem hele perioden fra 1981-2009, således at der skete godt en fordobling fra 12.500 til 29.946 over hele perioden.

Figur 27. Antallet af herboende indvandrere og efterkommere fra mere og mindre udviklede lande, 1981 – 2009



Frem til primo 1986 var antallet af herboende indvandrere fra mindre udviklede lande forholdsvis konstant på et lavt niveau omkring 40.000 personer. Stigningen i den årlige indvandring fra 1985 og frem gav anledning til en betydelig tilvækst i antallet af herboende indvandrere. Stigningen var forholdsvis konstant gennem hele perioden frem til 2003 og førte til mere end en firedobling af antallet frem til 2003 til 174.000 personer. I de seneste år har væksten været langsommere og i 2009 er antallet af herboende indvandrere fra mindre udviklede lande 197.662. Antallet af herboende indvandrere fra mindre udviklede lande oversteg antallet af herboende indvandrere fra mere udviklede lande i 2001, men grundet den kraftige stigning i indvandringen til sidstnævnte befolkningsgruppe er der igen primo 2009 flere herboende indvandrere fra mere end mindre udviklede lande.

Den høje vækst i antallet af herboende indvandrere fra mindre udviklede lande sammenlignet med væksten i antallet af herboende indvandrere fra mere udviklede lande skyldes først og fremmest, at udvandringstilbøjeligheden er væsentligt lavere for førstnævnte gruppe. Dog ses væksten i antallet af indvandrere fra mere udviklede lande de seneste år at have overhalet væksten i antallet fra mindre udviklede lande. Dette må i stort omfang kunne tilskrives lempelserne i Østaf-talen og de samtidigt gunstige konjunkturfors-hold i Danmark.

Antallet af efterkommere fra mindre udviklede lande vokser med en betydelig hastighed frem til omkring 2003. Det skyldes dels den lave udvandringstilbøjelighed for indvandrergruppen, dels at alderssammensætningen af indvandrergruppen betyder, at der er mange i den fødedygtige alder, og endelig at den samlede fertilitet for indvandrere fra mindre udviklede lande historisk set har været høj sammenlignet med andre grupper, men forskellen er kraftigt aftagende i de seneste år. Dette har sammen med en reduceret indvandring været med til at reducere væksten i de seneste år.

6.3 Fremskrivning af indvandringen

Den historiske udvikling i indvandringen og i sammensætningen af denne på oprindelseslande peger på, at reguleringen af indvandringen har meget stor betydning. Det er endnu for tidligt at vurdere langsigteffekterne af de ret betydelige ændringer, der gennemførtes i 2002. Det er derimod oplagt, at ændringerne i hvert fald på det korte sigt har haft en afgørende indflydelse på indvandringen fra specielt mindre udviklede lande, som er reduceret meget betydeligt i perioden. Dog noteres for denne befolkningsgruppe en stigning i indvandringen siden 2005, som man ikke kan afvise er delvis konjunkturbetinget.

På grund af kombinationen af de store ændringer, som lovgivningen har medført, og den korte tid den har virket, antages det, at der ikke sker ændringer i indvandringen i fremtiden. Det betyder, at det årlige antal af indvandrere uden dansk statsborgerskab fra henholdsvis mere og mindre udviklede lande antages at være konstant i fremskrivningen. Som

udgangspunkt fastlægges niveauet som et gennemsnit af indvandringen til disse befolkningsgrupper de seneste tre år. Ukritisk anvendelse af dette princip viser sig dog at afføde urimelige ændringer relativt til sidste års fremskrivning i form af en i fremtiden meget voldsom stigning i den samlede befolkning. Ophævelse af overgangsordningen i Østaftalen bør isoleret set lempeliggøre 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. Til trods for fremtidig afskaffelse af overgangsordningen er der med tanke på en begyndende afmatning ikke grund til at tro, at det høje indvandringsniveau fra mere udviklede lande vil fortsætte i fremtiden.

Isoleret set sandsynliggør disse overvejelser dermed ikke, at de seneste års stigning i indvandringen, vil afstedkomme en markant og vedvarende ændring i det fremtidige skøn for såvel indvandring som størrelsen af befolkningen. Globalisering og politiske tiltag som eksempelvis Østaftalen eller stramning af udlændingelovgivningen kan med rimelighed påvirke indvandringen på såvel kort, mellemlangt som langt sigt. Men det er selvsagt ikke rimeligt, at konjunkturer påvirker det langsigtede skøn i det omfang, det her ville være tilfældet. For at undgå videreførelse af konjunkturreffekter valgtes det til 2008-fremskrivningen, at fastholde indvandringsniveauet på et gennemsnit over årene 2004-2006 og dermed udelade data for 2007 i skønnet for det fremtidige niveau. Indvandringen i perioden 2004-2006 må også formodes at være delvist konjunkturdrevet, men antages også at afspejle stigende globalisering og effekten af stramningen af udlændingeloven fra 2002. På baggrund af de her gjorde overvejelser er der ikke fundet anledning til at ændre skønnet for indvandringen i de to grupper, hvorfor sidste års skøn også fastholdes i 2009-fremskrivningen. Således udelades altså også information for året 2008.

Indvandrere med dansk statsborgerskab, efterkommere og personer med dansk oprindelse, som genindvandrer til Danmark antages i fremskrivningen at udgøre en konstant andel af den respektive befolkningsgruppe. Den fremtidige andel bestemmes som den gennemsnitlige andel for den relevante befolkningsgruppe i perioden 2003-2007. Medtagelsen af 5 dataår begrundes i et ønske om at udjævne eventuelle konjunkturreffekter. Af samme årsag er det, som tilfældet er ovenfor, til 2009-fremskrivningen valgt at udelade information for året 2008.

6.4 Indvandrere uden dansk statsborgerskab

Indvandringen af personer uden dansk statsborgerskab udgør stort set hele bruttoindvandringen fra henholdsvis mere og mindre udviklede

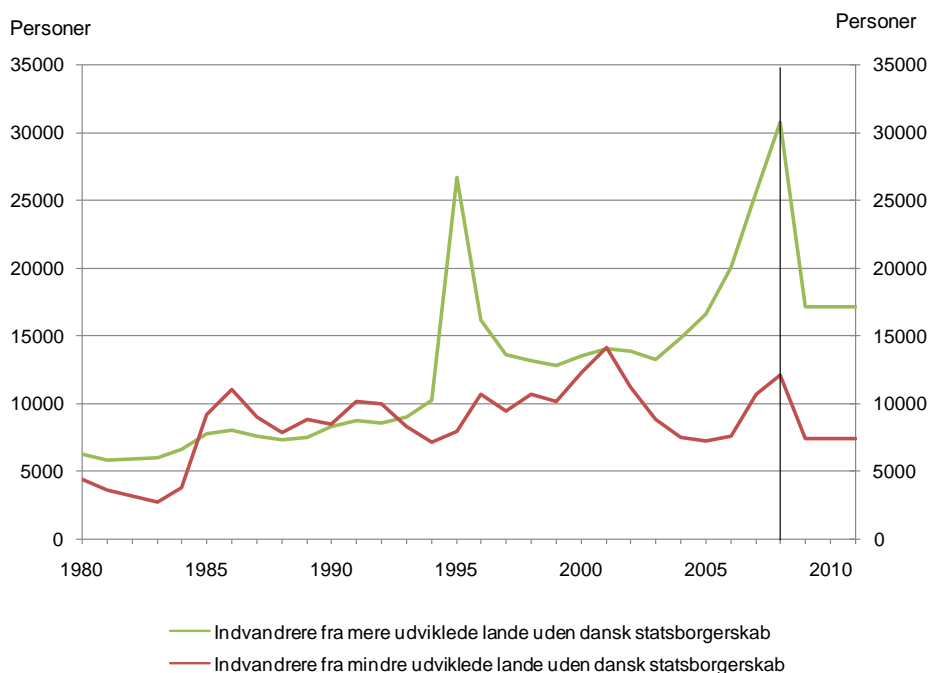
lande²⁴. Udviklingen over tid afspejler derfor nøje udviklingen i indvandringen fra disse landegrupper. Når der ses bort fra den ekstraordinære indvandring som følge af krigen i Eksjugoslavien, har der derfor været en tendens til stigende indvandring over tid fra gruppen af mere udviklede lande. Dette er også i tråd med forventningen om øget international mobilitet bl.a. som følge af globaliseringen og den øgede integration i Europa.

Det er i fremskrivningen valgt at se bort fra denne tendens til stigning i indvandringen fra mere udviklede lande. Det skyldes primært, at den øgede indvandring ikke i fuldt omfang slår ud i et øget antal herboende indvandrere fra mere udviklede lande, hvilket indikerer, at længden af opholdet i Danmark er aftagende for denne gruppe indvandrere. En mulig årsagsforklaring på dette kan være en ændret sammensætning af indvandrerens opholdsgrundlag. Det har imidlertid ikke været muligt at fremskaffe data for udvandring fordelt på alder, køn og opholdsgrundlag. Når man derfor er nødt til at se bort fra opholdsgrundlaget i udvandringstilbøjeligheden, er der en risiko for at længden af opholdet overvurderes med de data, der er til rådighed. Grundet denne mangel ved udvandringsdata tages der udgangspunkt i et meget konservativt skøn for indvandringen fra mere udviklede lande og fastholde niveauet absolut, idet den centrale målvariabel for fremskrivningen er antallet af herboende indvandrere. Fortsætter væksten i antallet af herboende indvandrere fra mere udviklede lande over en længere periode, jf. Figur 27, kan fremskrivningsmetoden eventuelt revideres. I nogen udstrækning ses stigningsmønstret i indvandringen fra mere udviklede lande dog de seneste to til tre år at have afspejlet sig i antallet af herboende indvandrere fra den pågældende landegruppe. Dette til trods afstedkommer de tidligere anførte konjunkturovervejelser dog stadig en vis tilbageholdenhed med hensyn til at ændre det fremtidige skøn.

For gruppen af indvandrere fra mindre udviklede lande er det tilsvarende valgt at fastholde indvandringens absolutte omfang. Det skyldes som nævnt ikke mindst en betydelig usikkerhed med hensyn til langsigtsvirkningerne af den ændring i indvandringspolitikken, der blev gennemført i 2002.

²⁴ Dvs. hele førstegangsindvandringen samt genindvandringen af efterkommere og indvandrere.

Figur 28. Førstegangsendvandring fra mindre og mere udviklede lande

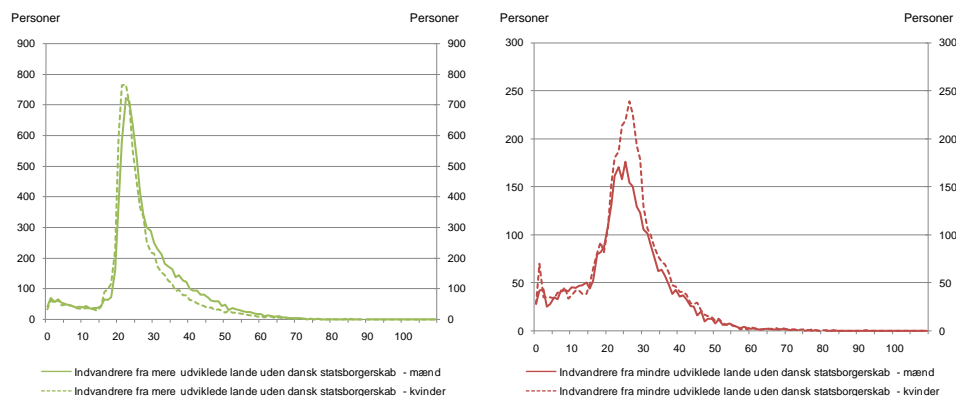


6.5 Aldersfordelingen af indvandringen af personer uden dansk statsborgerskab

For hver af de to grupper af oprindelseslande fordeles den samlede årlige indvandring på alder og køn ud fra den gennemsnitlige fordeling i perioden fra 2004-2006.

For begge landegrupper gælder, at indvandringens aldersfordeling er stort set sammenfaldende for de to køn. For gruppen af indvandrere fra mere udviklede land uden dansk statsborgerskab gælder, at indvandringen er koncentreret i alderen fra omkring 20 til 35 år. Indvandringen af personer i de øvrige aldersgrupper er begrænset. For gruppen af indvandrere fra mindre udviklede 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. I denne gruppe er der relativt flere børn og helt unge end blandt indvandrere fra mere udviklede lande. Da den samlede indvandring fra mere udviklede lande er omkring dobbelt så stor betyder dette, at der er stort set samme antal børn og unge som årligt indvandrer fra de to landegrupper, jf. Figur 29.

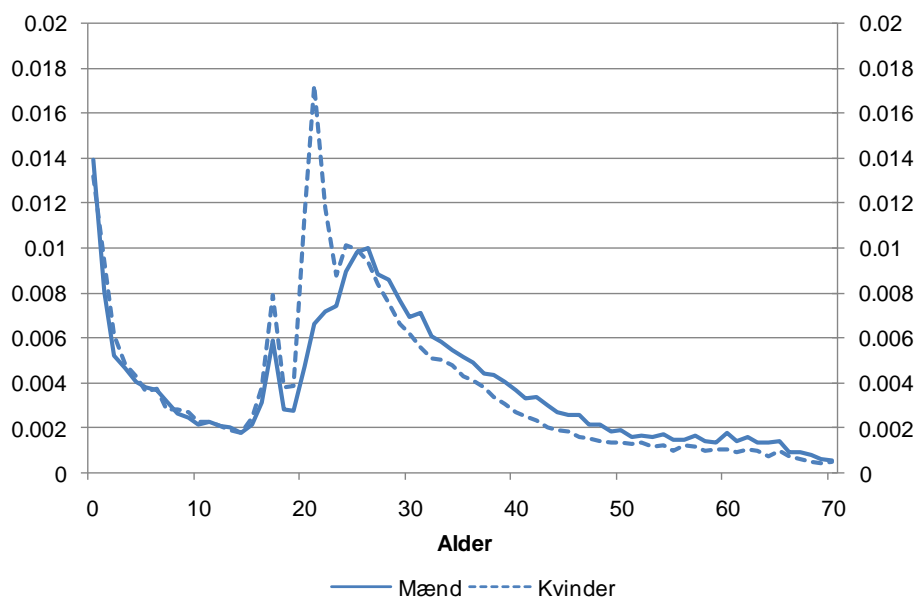
Figur 29. Indvandringen af personer uden dansk statsborgerskab fordelt på køn, alder og oprindelse, gennemsnit 2004-2006



6.6. Genindvandring

Indvandring til alle befolkningsgrupper, som ikke er indvandrere uden dansk statsborgerskab, betegnes genindvandring. Fremskrivningen af denne type indvandring fastlægges ud fra en antagelse om, at indvandringen udgør en fast andel af antallet af personer med et givet køn og en given alder i den relevante befolkningsgruppe.²⁵ Denne andel kaldes en genindvandringsskoefficient. Koefficienterne er beregnet som et gennemsnit over data for perioden 2003-2007 og er vist i Figur 30 og Figur 31.

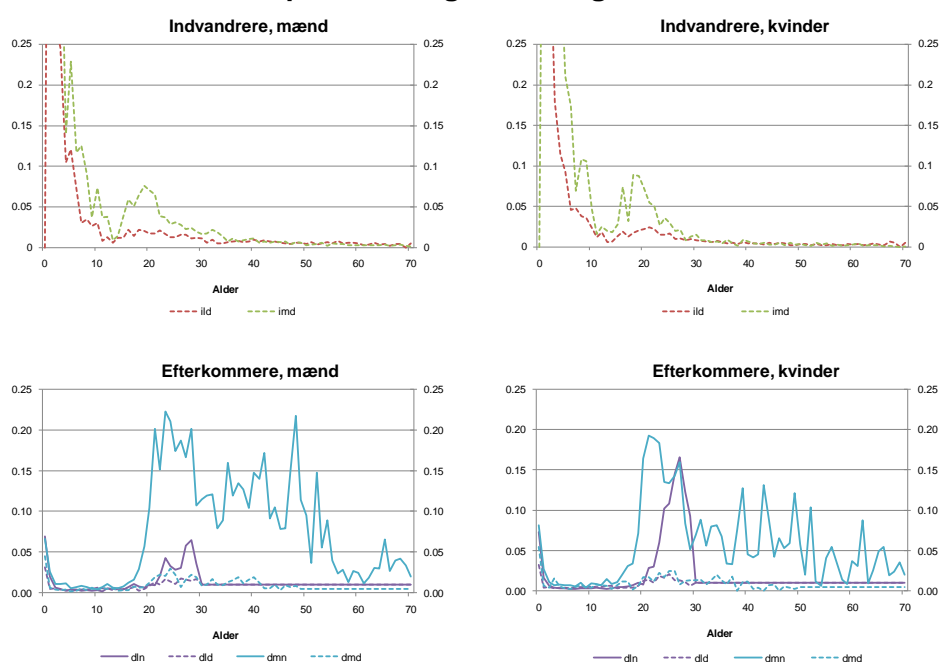
Figur 30. Genindvandringsskoefficienter for mænd og kvinder af dansk oprindelse, gennemsnit 2003-2007



²⁵ Man kan således tale om en "indvandringssandsynlighed".

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 1,7 pct. Det modsvarer, at udvandningskvotienten for kvinder toppe for 20-årige (jf. nedenfor). For mænd findes den højeste genindvandningskvotient blandt 26-årige. Også dette modsvarer af, at den højeste udvandningskvotient for mænd af dansk oprindelse er blandt 25-årige. I begge tilfælde afspejler kvotienterne, at en del yngre personer af dansk oprindelse tager et korterevarende ophold i udlandet, jf. Figur 30.

Figur 31. Genindvandningskvotienter for indvandrere og efterkommere fordelt på mænd og kvinder, gennemsnit 2003-2007



Aldersprofilen for genindvandningskvotienterne for indvandrere med dansk statsborgerskab fra mere udviklede lande minder om de tilsvarende for personer af dansk oprindelse, men niveauet for både mænd og kvinder er ca. 10 gange så højt. Samtidig er der meget høje genindvandningskvotienterne 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 mindre udviklede lande er der også meget høje genindvandningskvotienter i de yngste aldre, mens niveauet i de højere aldersgrupper minder mere om genindvandningskvotienterne for personer med dansk oprindelse, jf. Figur 31.

For efterkommere fra mere udviklede lande fluktuerer genindvandringkvotienterne omkring et højt niveau (omkring 10 pct. for mænd, lidt lavere for kvinder) i hele aldersintervallet 20-50 år. Begge dele afspejler, at der er relativt få personer i denne befolkningsgruppe.

For efterkommere fra mindre udviklede lande gælder, at der stort set ikke er registreret personer over 30 år. Der er derfor et meget tyndt datagrundlag for denne aldersgruppe. Kvotienterne er derfor sat til 1 pct. Dette er ligeledes gældende for efterkommere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab, som er ældre end 50 år. For denne aldersgruppe er kvotienterne sat til 0,5 pct. For efterkommere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab sættes koefficienten til 2 pct. for personer i alderen 70 år og opefter.

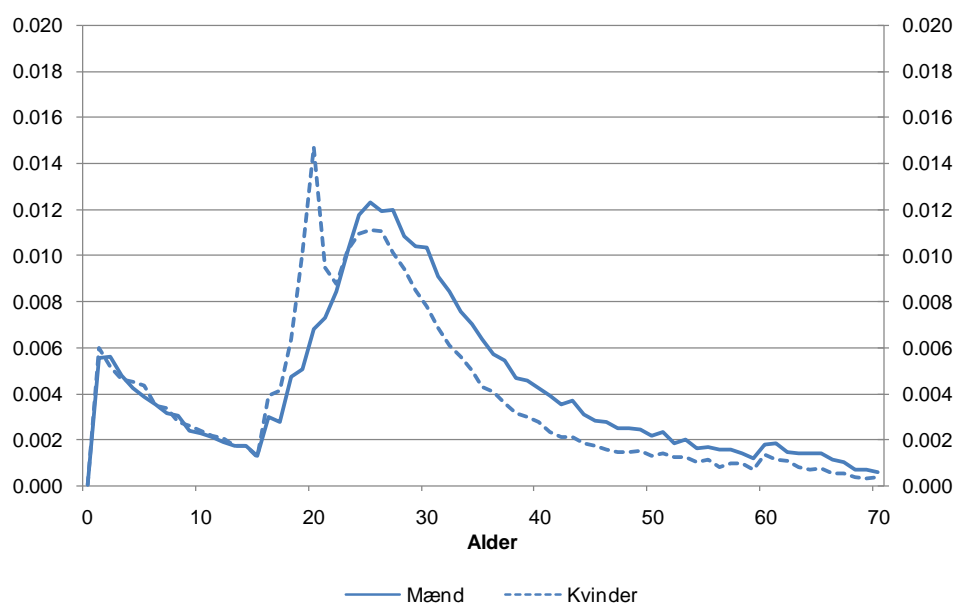
6.7 Udvandring

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 fem år, dvs. 2004-2008. Disse er definerede som antal udvandrede delt med antal personer i den relevante befolkningsgruppe, jf. Figur 32 og Figur 33.

Udvandringkvotienterne for mænd og kvinder af dansk oprindelse er generelt lavere end 1 pct. Dog er der en markant højere udvandringkvotient for 20-årige kvinder på 1,4 pct., mens også kvinder i alderen 23-27 år har en udvandringkvotient på lidt over 1 pct. For mænd findes den maksimale udvandringkvotient for 25-årige, hvor den er 1,2 pct. Mænd i aldersgruppen 23-30 år har en udvandringkvotient på over 1 pct.

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

Figur 32. Udvandringskvotienter for personer af dansk oprindelse fordelt på alder og køn, gennemsnit 2004-2008

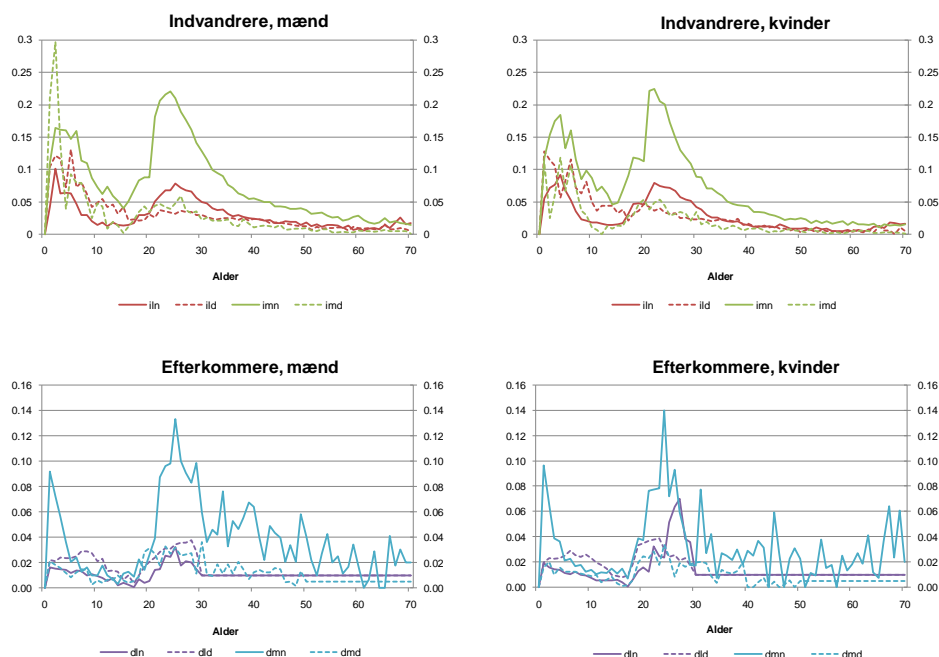


De højeste udvandringskvotienter findes for gruppen af indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab. For både mænd og kvinder er der to toppe i aldersprofilen for udvandringskvotienterne. Den første har toppunkt i 3-5 års alderen og har et niveau på godt 15 pct. – lidt højere for kvinder end for mænd. For alle aldersgrupper mellem 1 år og 7-8 år er udvandringssandsynligheden over 10 pct. for denne befolkningsgruppe. Det samme gælder omtrent for aldersgruppen fra 20-35 år for både mænd og kvinder. For mænd er der toppunkt i udvandringskvotienterne ved det 25. år og for kvinder ved det 22. år. For begge køn er niveauet i toppunktet på ca. 22 pct.

De øvrige indvandrergrupper har væsentligt lavere udvandringskvotienter. Specielt har den store gruppe af indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab udvandringssandsynligheder, der kun for enkelte alder overstiger 5 pct., jf. Figur 33.

Udvandringskvotienterne for efterkommere minder som det ses om dem for indvandrere, selvom niveauerne er noget lavere. Efterkommere fra mere udviklede lande har højere udvandringskvotienter end efterkommere fra mindre udviklede lande. Da der findes relativt få efterkommere fra mindre udviklede lande, som er ældre end 30 år er datagrundlaget tyndt for denne aldersgruppe. Kvotienterne er derfor sat til 1 pct. Dette er ligeledes gældende for efterkommere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab som er ældre end 50 år. For denne aldersgruppe er kvotienterne sat til 0,5 pct., jf. Figur 33.

Figur 33. Udvandringskvotienter for indvandrere og efterkommere fordelt på alder, køn og oprindelse, gennemsnit 2004-2008



6.8 Statsborgerskabsskift

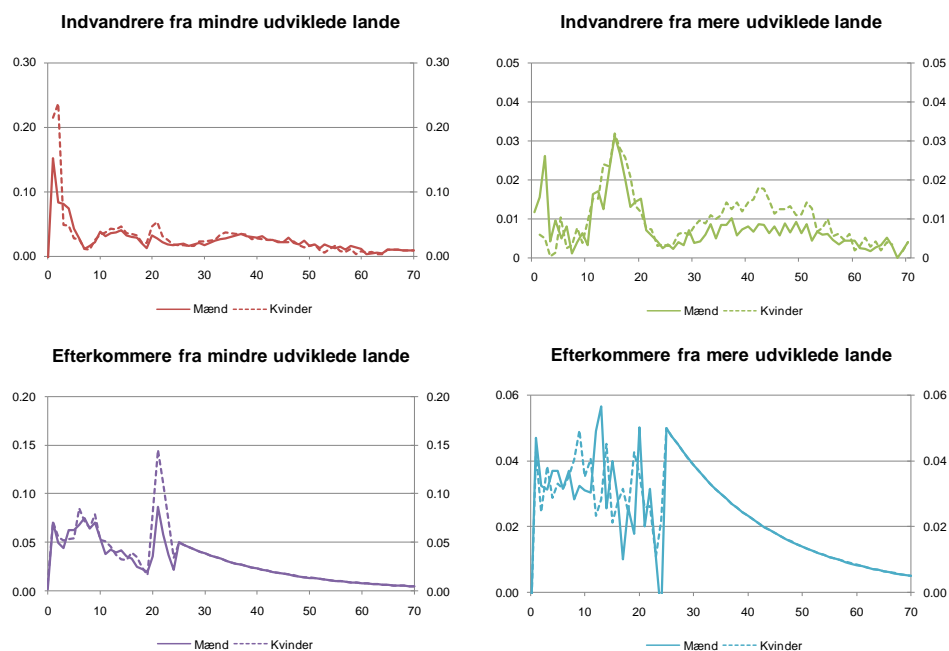
Statsborgerskabsskiftskvotienten angiver for givet køn, gruppe og alder andelen af personer, der skifter til dansk statsborgerskab. Kvotienten er derfor kun defineret for grupper bestående af personer, der ikke er danske statsborgere. Historiske tal for statsborgerskabsskift er, som tidligere nævnt, beregnet ud fra data i DREAMs grundlæggende database. I denne database haves for hver befolkningsgruppe antallet af døde, antallet af fødte, antallet af indvandrede og antallet af udvandrede. Ændringer i antallet af personer i en given befolkningsgruppe, der ikke kan forklares af disse forhold, kan derfor kun forklares ved statsborgerskabsskift (samt naturligvis målefejl). Statsborgerskabsskiftskvotienten defineres som andelen af personer i en given befolkningsgruppe, der bliver danske statsborgere. I fremskrivningen antages statsborgerskabsskiftskvotienterne at være konstante og beregnes som et gennemsnit af de tre seneste dataår, dvs. her 2006 til 2008.

Der er en meget betydelig andel af de yngste aldersgrupper blandt børn af indvandrere fra mindre udviklede lande, der får dansk statsborgerskab. For 1-2-årige ligger andelen på omkring 20 pct. for kvinder og 15 pct. for mænd. For de øvrige aldersgrupper ligger statsborgerskabsskiftskvotienten på ca. 3 pct. frem til 40 års alderen, hvorefter den falder gradvist.

Tendensen til, at børn har en meget høj statsborgerskabsskiftskvotient genfindes ikke blandt indvandrere fra mere udviklede lande. Hertil kommer, at denne befolkningsgruppe generelt har lavere

statsborgerskabsskiftskvotienter end indvandrere fra mindre udviklede lande, jf. Figur 34.

Figur 34. Statsborgerskabsskiftskvotienter for indvandrere og efterkommere fordelt på alder, køn og oprindelse, gennemsnit 2006-2008



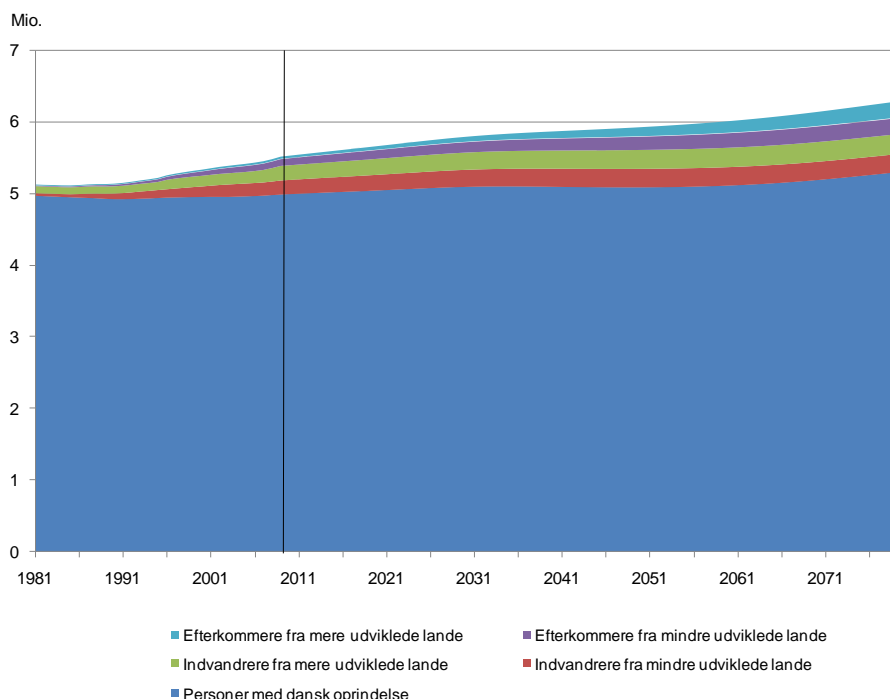
Efterkommere fra mindre udviklede lande har generelt en statsborgerskabsskiftskvotient, der ligger lidt over den tilsvarende størrelse for efterkommere fra mere udviklede lande. Frem til det 10. år ligger kvotienten på omkring 6-7 pct. Herefter falder den gradvist med stigende alder med undtagelse af en stigning i starten af 20'erne. For efterkommere fra mere udviklede lande er niveauet stort set konstant over alder indtil det 25. år, jf. Figur 34.

7. Resultater

7.1 Udviklingen i den samlede befolkning

Danmarks befolkning er vokset fra 2,4 mio. personer i 1901 til 5,5 mio. ved indgangen til 2009. Der har været positiv befolkningsvækst i alle årene bortset fra en kortere periode i begyndelsen af 1980'erne.

Figur 35. Den samlede befolkning fordelt efter oprindelse, 1981-2080



DREAMs 2009-befolkningsfremskrivning giver som resultat, at tendensen i befolkningsvæksten fortsætter – om end med formindsket styrke – gennem det 21. århundrede. Ved udgangen af århundredet forventes befolkningen at blive på 6,6 mio. mennesker. Der forventes en vækst i befolkningen frem til 2040, hvor befolkningen er nået op på 5,9 mio. mennesker. I perioden fra år 2040 til kort før år 2060 er der kun svag vækst i befolkningens størrelse, mens befolkningsvæksten herefter igen tager til, jf. Figur 35. Befolkningens størrelse passerer 6 mio. i 2060.

Befolkningsvæksten er på godt 13.000 personer om året og svagt stigende i de første år af fremskrivningen. Efter år 2022 aftager tilvæksten dog gradvist indtil der nås et niveau på ca. 5.500 personer i år 2042. Herefter noteres igen en monotont stigende tilvækst frem mod år 2075, hvor befolkningen øges med ca. 16.200 personer årligt. Efterfølgende falder tilvæksten igen og når et niveau på godt 12.000 personer mod slutningen af århundredet, jf. Tabel 4. Bemærk i øvrigt den markante vækst i 2007 og 2008, der primært er forklaret af vækst i nettoindvandringen.

Nettoindvandringen udgør i fremskrivningens start ca. 4.000 personer om året. Niveauet stiger jævnt indtil omkring år 2060, hvorefter det stabiliseres på ca. 7.400-7.500 personer om året i den resterende del af fremskrivningsperioden. Fødselsoverskuddet (fødsler – døde) udgør den resterende del af befolkningsændringen og varierer mellem ca. 10.000 og -1.000 personer om året. Antallet af fødsler svinger mellem 64.000 og 70.000 om året i fremskrivningsperioden og udsvingene er betydeligt mindre end i det seneste århundrede. Antallet af døde pr. år er ligeledes rimeligt stabilt og ligger i fremskrivningsperioden typisk mellem 60.000 og 67.000 personer. Indtil år 2025 stiger antallet af døde fra ca. 55.000 til 60.000 personer årligt.

Tabel 4. Befolkningsregnskab

	Befolkning, primo	Født	Døde	Fødsels- overskud	Netto- indvandring	Befolknings- tilvækst
1980	5 122 065	55 559	55 936	-377	617	240
1981	5 123 989	52 411	55 946	-3 535	-1 398	-4 933
1982	5 119 155	52 047	54 937	-2 890	257	-2 633
1983	5 116 464	50 286	56 745	-6 459	2 098	-4 361
1984	5 112 130	51 229	56 692	-5 463	4 329	-1 134
1985	5 111 108	53 040	57 935	-4 895	9 740	4 845
1986	5 116 273	54 688	57 641	-2 953	11 331	8 378
1987	5 124 794	55 562	57 669	-2 107	6 468	4 361
1988	5 129 254	58 181	58 526	-345	850	505
1989	5 129 778	60 641	58 910	1 731	3 797	5 528
1990	5 135 409	62 788	60 311	2 477	8 545	11 022
1991	5 146 469	63 748	59 120	4 628	11 130	15 758
1992	5 162 126	67 125	60 373	6 752	11 708	18 460
1993	5 180 614	66 821	62 393	4 428	11 404	15 832
1994	5 196 642	69 118	60 698	8 420	10 593	19 013
1995	5 215 718	69 245	62 729	6 516	28 696	35 212
1996	5 251 027	67 096	60 648	6 448	17 452	23 900
1997	5 275 121	66 946	59 517	7 429	12 080	19 509
1998	5 294 860	65 527	58 123	7 404	11 540	18 944
1999	5 313 577	65 624	58 857	6 767	9 467	16 234
2000	5 330 020	66 415	57 624	8 791	10 123	18 914
2001	5 349 212	64 681	57 992	6 689	12 444	19 133
2002	5 368 354	63 410	58 267	5 143	9 786	14 929
2003	5 383 507	63 921	57 273	6 648	7 027	13 675
2004	5 397 640	63 806	55 482	8 324	5 518	13 842
2005	5 411 405	63 504	54 656	8 848	7 213	16 061
2006	5 427 459	64 227	55 186	9 041	10 584	19 625
2007	5 447 084	63 668	55 313	8 355	20 509	28 864
2008	5 475 790	64 589	54 307	10 282	25 379	35 661
2009	5 511 451	64 439	54 993	9 447	3 803	13 249
2010	5 524 700	64 095	54 771	9 325	4 066	13 391
2011	5 538 091	63 753	54 868	8 884	4 354	13 238
2012	5 551 329	63 476	54 848	8 628	4 567	13 195
2013	5 564 524	63 300	54 965	8 335	4 751	13 086
2014	5 577 609	63 265	55 075	8 190	4 895	13 085
2015	5 590 694	63 373	55 260	8 114	5 019	13 133
2016	5 603 826	63 572	55 468	8 104	5 117	13 221
2017	5 617 047	63 855	55 732	8 123	5 170	13 293
2018	5 630 340	64 210	56 039	8 171	5 212	13 383
2019	5 643 723	64 618	56 392	8 227	5 244	13 471
2020	5 657 193	65 052	56 784	8 268	5 311	13 578
2025	5 725 342	67 026	59 381	7 645	5 578	13 223
2030	5 786 232	66 827	62 538	4 289	5 947	10 236
2040	5 861 436	65 460	66 374	-914	6 528	5 613
2050	5 920 476	66 624	66 661	-38	6 930	6 892
2060	6 003 842	68 315	65 026	3 289	7 265	10 554
2070	6 130 880	67 720	59 957	7 764	7 416	15 180
2080	6 289 439	68 641	60 770	7 871	7 491	15 362
2090	6 428 903	70 051	64 770	5 281	7 510	12 791
2100	6 555 840	69 993	64 883	5 110	7 526	12 636

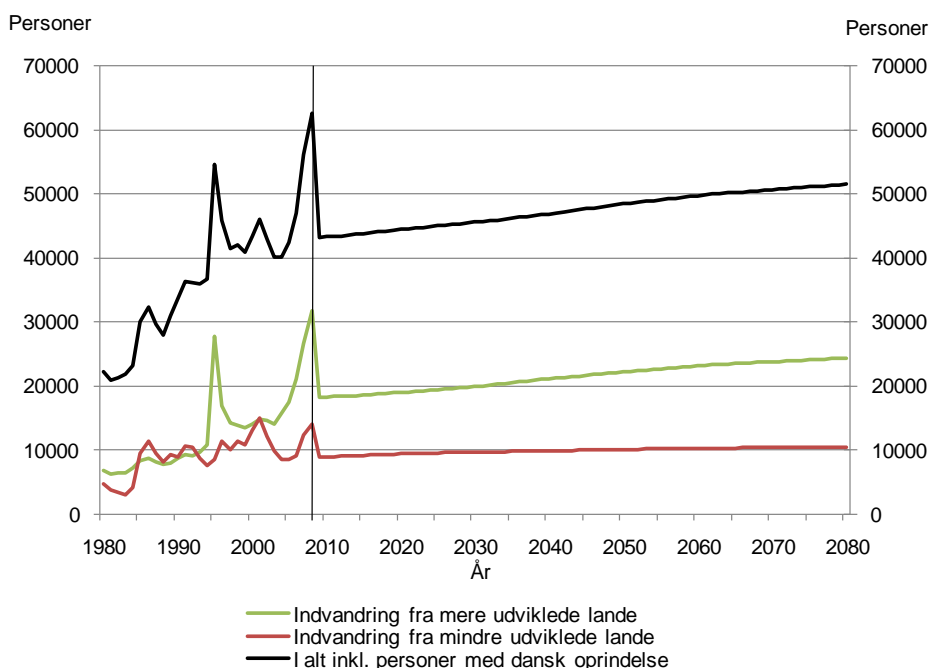
Note: Historiske oplysninger kan ikke afstemmes eksakt grundet afgrænsningsvanskeligheder ved oprindelser.

7.2 Indvandring og udvandring

Den samlede bruttoindvandring til Danmark var godt 62.600 personer i 2008. En meget betydelig del af disse personer var personer, som genindvandrede til Danmark efter mere end et år ophold i udlandet. Antallet af genindvandrere domineres dog af antallet af førstegangsindvandrere, der i 2008 udgør ca. 42.700 personer.

Betragtes alene indvandringen af personer med oprindelse fra enten mere eller mindre udviklede lande var den i 2008 på ca. 45.800 personer. I befolkningsfremskrivningen antages bruttoindvandringen til de fire grupper på kort sigt at falde således at den i 2009 er godt 27.000 personer, hvorefter den er svagt stigende. Indvandringen fra disse lande forventes at passere 30.000 personer i 2034. Indvandringen fra mere udviklede lande er omtrent dobbelt så stor som indvandringen fra mindre udviklede lande.

Figur 36. Bruttoindvandring



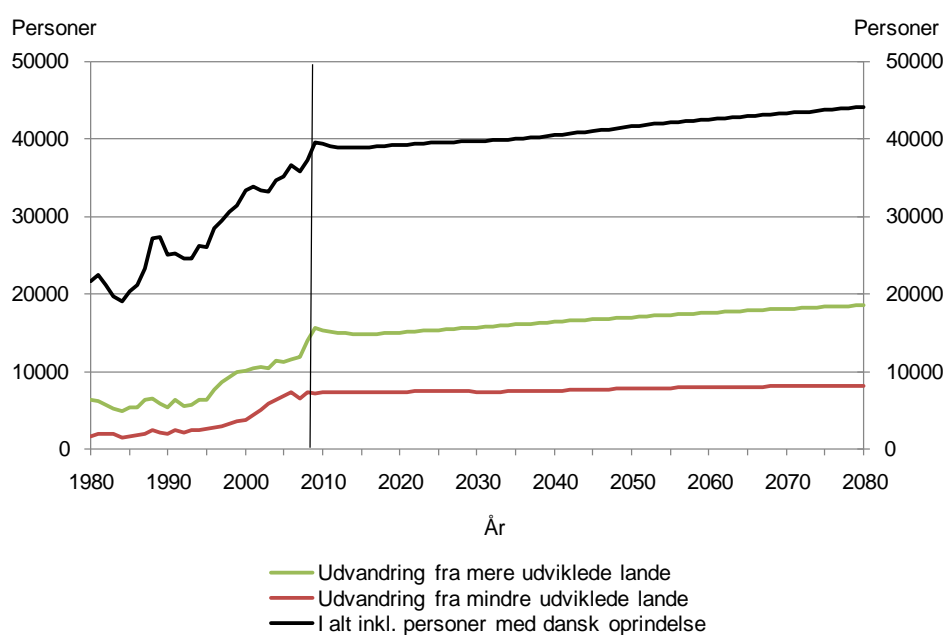
Udvandringen fra Danmark ligger på omkring 37.000 personer i år 2008. Heraf var ca. 14.000 udvandring af personer fra mere udviklede lande, mens ca. 7.000 var udvandring af personer fra mindre udviklede lande. Det er således under halvdelen af den samlede udvandring, der består af personer af dansk oprindelse.

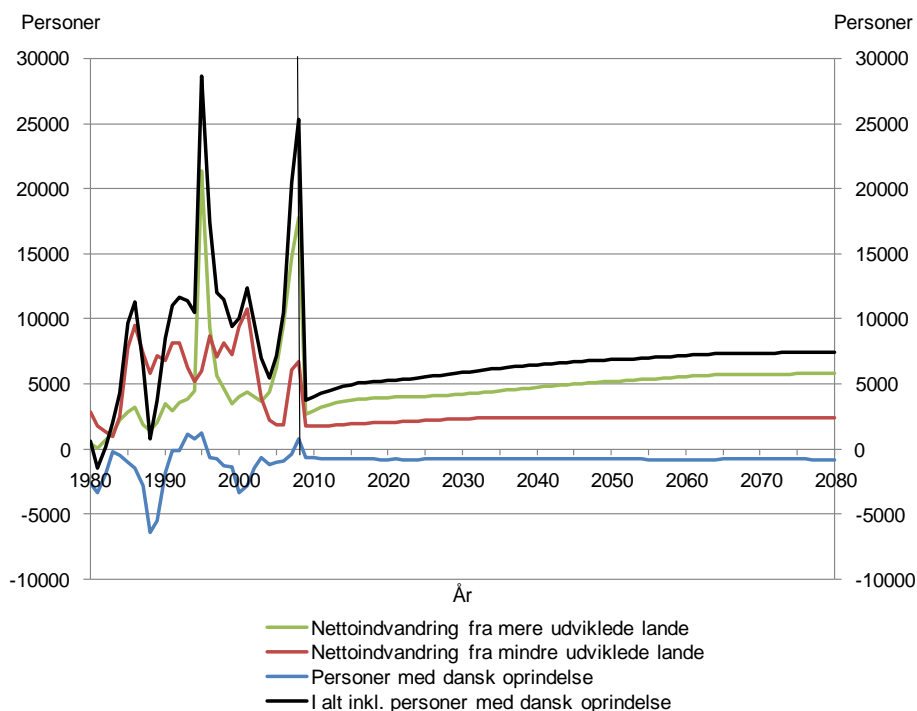
I fremskrivningen vokser udvandringen gradvist og når godt 40.000 personer i år 2036. Denne stigning skyldes først og fremmest en stigning i udvandringen af efterkommere fra mere udviklede lande og af personer med dansk oprindelse, jf. Figur 37.

Idet indvandringen samlet stiger mere end udvandringen, er den samlede nettoindvandring svagt stigende i fremskrivningsperioden. Det ses dog, at denne udvikling stort set alene er drevet af udviklingen i nettoindvandringen fra mere udviklede lande, jf. Figur 38, idet indvandring og udvandring stort set udvikler sig ækvivalent i de to øvrige grupper.

Ses alene på nettoindvandringen af personer med oprindelse fra mere og mindre udviklede lande, er denne svagt stigende i fremskrivningen. I 2008 var nettoindvandringen af personer med disse oprindelser på ca. 24.500 personer (sammensat af 17.800 fra mere udviklede lande og 6.700 fra mindre udviklede lande). Grundet nedjusteringen af bruttoindvandringen og den indledende stigning i udvandringen er nettoindvandringen i 2009 ca. 4.400 personer. I år 2040 er nettoindvandringen med personer med disse oprindelser vokset til ca. 7.200 personer (sammensat af 4.800 fra mere udviklede lande og 2.400 fra mindre udviklede lande). Niveauet for nettoindvandring fra mindre udviklede lande fastholdes herefter, mens nettoindvandringen fra mere udviklede lande er svagt stigende.

Figur 37. Udvandring



Figur 38. Nettoindvandring

Nettoindvandringen af personer med dansk oprindelse antages stort set at være konstant i fremskrivningsperioden med et niveau på ca. -700 personer. Således er set bort fra, at øget globalisering kan forøge tendens til udvandring.

7.3 Befolkningsgrupperne

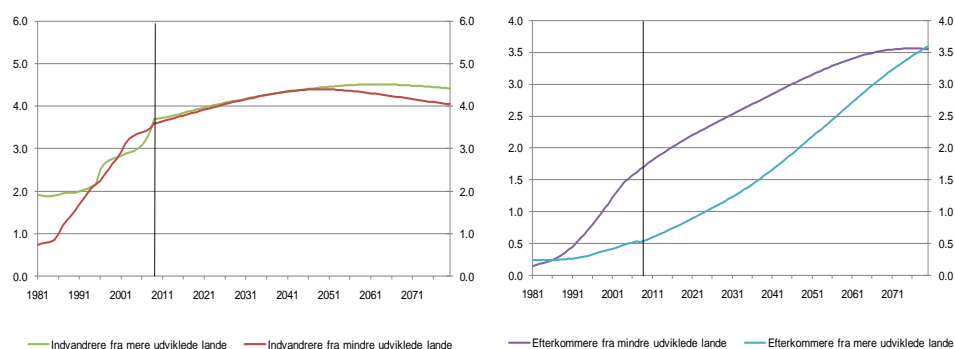
Ved indgangen til 2009 boede der i alt 526.036 indvandrere og efterkommere i Danmark. Grundet den svagt stigende nettoindvandring og den relativt lave fertilitet, der antages for disse grupper i fremskrivningen, vil antallet stige til 767.491 i 2040. I år 2100 vil antallet af herboende indvandrere og efterkommere være vokset til godt 1,0 mio. mennesker.

Primo 2009 boede der 4,99 mio. personer af dansk oprindelse i Danmark. I 2012 passerer befolkningstallet 5,0 mio., hvorefter antallet af personer med dansk oprindelse fortsat stiger indtil 2035. Efter et svagt fald indtil 2050 til et niveau på 5,09 mio. stiger antallet af personer med dansk oprindelse i den sidste halvdel af århundredet. Således udgøres befolkningsgruppen i år 2100 af ca. 5,58 mio. personer.

Målt som andel af den samlede befolkning udgjorde herboende indvandrere og efterkommere i 2009 i alt 9,5 pct. Denne andel vokser gradvist frem til 2086, hvor andelen når 15,7 pct. Herefter noteres et mindre fald. Væksten i indvandrere og efterkommeres andel af befolkningen er aftagende over tid således, at andelen fra 2020 til 2040 er vokset med 2,2 pct. point, mens den de næste 20 år blot vokser med 1,8 pct. point.

Betragtes alene indvandrere og efterkommere fra mindre udviklede lande udgjorde disse befolkningsgrupper tilsammen 5,3 pct. af befolkningen i 2009. Disse befolkningsgruppers andel af den samlede befolkning er voksende frem til 2066, hvor de tilsammen udgør omkring 7,7 pct. af befolkningen. Herefter er andelen svag aftagende. Andelen af indvandrere fra mindre udviklede lande topes i 2049, mens andelen af efterkommere fra mindre udviklede lande topes i 2076. Begge befolkningsgruppers andel af den samlede befolkning aftager herefter, jf. Figur 39.

Figur 39. Indvandrere og efterkommeres andel af befolkningen



Med antagelserne om ind- og udvandring samt fertilitet fås således, at indvandreres og efterkommeres samlede andel af befolkningen forventes at blive forøget med over 60 pct. ved udgangen af det 21. århundrede.

Tabel 5. Befolkningen opdelt efter oprindelse

	Personer med dansk oprindelse	Indvandrere fra mindre udviklede lande	Efterkommere fra mindre udviklede lande	Indvandrere fra mere udviklede lande	Efterkommere fra mere udviklede lande	I alt	Brutto-indvandring	Netto-indvandring
	1000 personer							
1980	4969	35	6	100	12	5 122	22.3	0.7
1981	4968	38	7	99	12	5 124	20.9	-1.4
1982	4962	39	8	97	12	5 119	21.3	0.3
1983	4958	40	9	97	12	5 116	21.7	2.1
1984	4952	41	10	96	12	5 112	23.2	4.3
1985	4947	43	11	97	12	5 111	29.9	9.7
1986	4942	51	12	99	12	5 116	32.3	11.3
1987	4938	60	14	100	12	5 125	29.6	6.5
1988	4933	67	16	101	13	5 129	27.9	0.9
1989	4926	73	18	101	13	5 130	31.0	3.8
1990	4921	80	20	101	13	5 135	33.6	8.5
1991	4920	86	23	103	14	5 146	36.3	11.1
1992	4923	94	26	105	14	5 162	36.2	11.7
1993	4927	101	30	107	15	5 181	35.9	11.4
1994	4931	107	33	110	15	5 197	36.6	10.6
1995	4937	112	37	113	16	5 216	54.6	28.7
1996	4942	118	42	132	17	5 251	45.8	17.5
1997	4945	126	46	140	18	5 275	41.4	12.1
1998	4948	133	51	144	20	5 295	42.1	11.5
1999	4950	140	55	147	20	5 314	40.8	9.5
2000	4952	147	60	150	21	5 330	43.4	10.1
2001	4953	156	65	152	22	5 349	46.1	12.4
2002	4953	167	70	155	24	5 368	43.1	9.8
2003	4953	174	75	157	25	5 384	40.2	7.0
2004	4956	178	78	159	26	5 398	40.2	5.5
2005	4959	181	82	162	27	5 411	42.3	7.2
2006	4964	183	85	167	28	5 427	47.1	10.6
2007	4969	186	88	175	29	5 447	56.2	20.5
2008	4978	191	91	188	28	5 476	62.6	25.4
2009	4985	198	94	204	30	5 511	43.3	3.8
2010	4991	200	97	205	31	5 525	43.3	4.1
2011	4997	202	100	207	33	5 538	43.4	4.4
2012	5002	204	103	208	34	5 551	43.4	4.6
2013	5008	206	105	210	36	5 565	43.5	4.8
2014	5013	208	108	212	38	5 578	43.7	4.9
2015	5017	210	110	214	39	5 591	43.8	5.0
2016	5022	212	113	216	41	5 604	44.0	5.1
2017	5027	214	115	218	43	5 617	44.1	5.2
2018	5032	216	118	220	45	5 630	44.2	5.2
2019	5037	218	120	222	47	5 644	44.3	5.2
2020	5042	220	122	224	49	5 657	44.5	5.3
2025	5070	230	134	233	58	5 725	45.0	5.6
2030	5092	240	144	241	69	5 786	45.6	5.9
2040	5094	254	165	254	94	5 861	46.9	6.5
2050	5086	260	185	264	126	5 920	48.5	6.9
2060	5111	259	203	271	160	6 004	49.8	7.3
2070	5187	256	217	276	195	6 131	50.7	7.4
2080	5307	254	223	279	226	6 289	51.5	7.5
2090	5423	255	220	281	250	6 429	52.1	7.5
2100	5536	257	213	284	265	6 556	52.4	7.5

7.4 Aldersfordeling

Gennem de sidste hundrede år er der hele tiden blevet flere personer i den erhvervsaktive alder, som vi her definerer som personer mellem 15 og 64 år.²⁶ Ved indgangen til 1900-tallet var der således knap 1½ mio. personer i den erhvervsaktive alder, mens der i 2000 var godt 3½ mio. personer. Dermed er der i dag over dobbelt så mange forsørgere som for hundrede år siden.

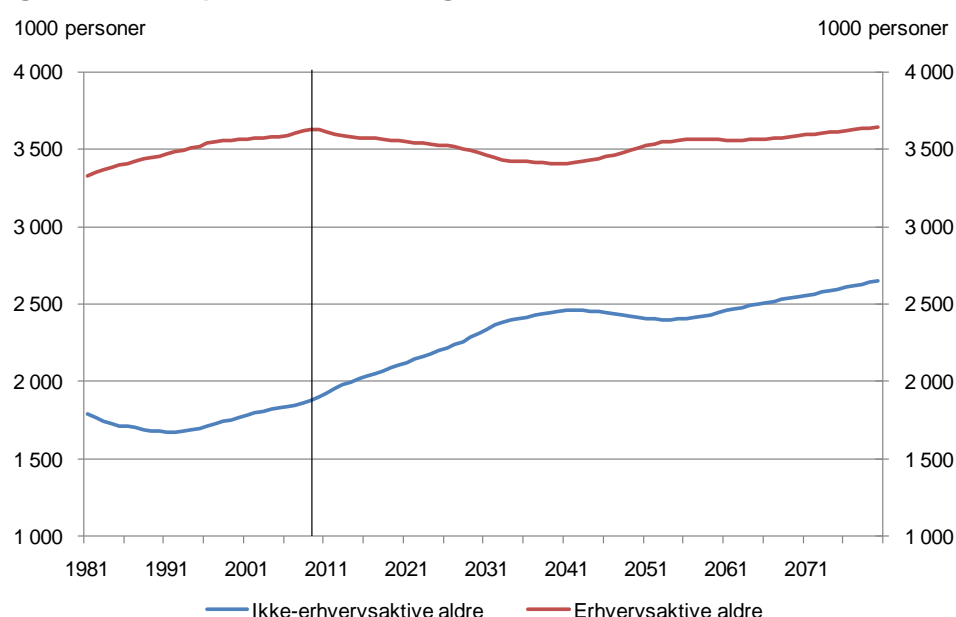
Der forventes en mindre gunstig udvikling i antallet af forsørgere i de kommende årtier, idet antallet af personer i den erhvervsaktive alder

²⁶ Anvendelsen af en fast aldersgrænse for den erhvervsaktive alder er næppe rimelig over så lang en periode, hvor middellevetiden (jf. nedenfor) er vokset betydeligt. Tallene skal derfor kun tages som en indikator for udviklingen.

forventes at falde fra 2009. Fra et højdepunkt omkring 3,6 mio. personer i den erhvervsaktive alder i dette år, forventes antallet at falde støt til ca. 3,4 mio. personer omkring år 2040. Der forventes altså en reduktion i antallet af personer i den erhvervsaktive alder på ca. 200.000 på en periode på omkring 30 år. I det omfang den erhvervsaktive alder udvides i perioden – bl.a. fordi levetiden stiger – kan faldet i antal personer i den erhvervsaktive alder blive mindre og eventuelt modvirkes.

I perioden efter 2040 er antallet af personer i den erhvervsaktive alder stigende og når i 2080 op på ca. 3,6 mio. personer, jf. Figur 40. Samme år udgør de 15-64-åriges andel af befolkningen 58 pct. Til sammenligning udgør de 15-64-årige i 2009 66 pct. af befolkningen, jf. Figur 42.

Figur 40. Antal personer hhv. i og uden for den erhvervsaktive alder



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 1900 var der således omkring 1 mio. børn og ældre, hvilket er steget til ca. 1,88 mio. i 2009. 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 godt 2,5 mio. børn og ældre i 2040. Herefter forventes et midlertidigt fald i antallet af personer i disse aldersgrupper, men allerede omkring 2055 stiger antallet af personer igen. I år 2080 er antallet af personer uden for den erhvervsaktive alder vokset til 2,7 mio. personer, jf. Figur 41.

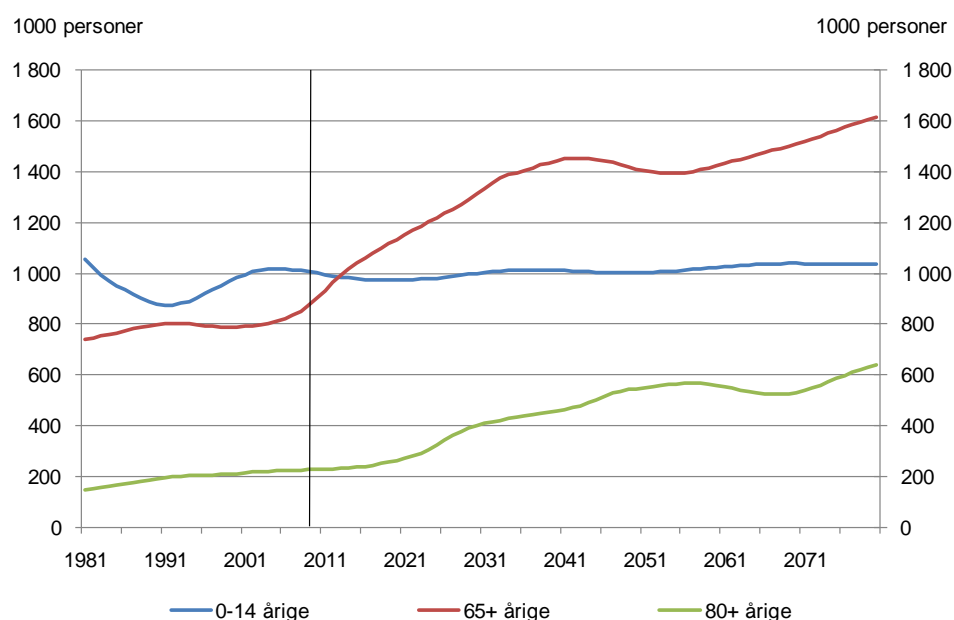
Hovedårsagen til, at antallet af personer uden for den erhvervsaktive alder er steget, er, at der er blevet langt flere ældre, mens antallet af børn – med undtagelse af en kort periode fra 1940 – ikke er steget. Således er antallet af personer over 64 år steget fra knap 200.000 i 1900 til ca. 875.000 i 2009. Denne udvikling ventes at fortsætte i de kommende år, således at antallet af ældre topper omkring 2042 med 1,45 mio. personer. Det vil

sige, at der om godt 30 år skønnes at være ca. 600.000 flere ældre end i dag. I perioden fra 2045 til 2055 falder antallet af ældre lidt, hvorefter det igen er stigende. I år 2080 er antallet af ældre på over 64 år vokset til 1,61 mio. personer.

Udviklingen betyder, at mens personer over 64 år i 2009 udgør 15,9 pct. af befolkningen, vil andelen vokse til 24,7 pct. i 2042, hvor den topper midlertidigt. I 2080 udgør personer over 64 år 25,7 pct. af befolkningen, jf. Figur 42.

Antallet af børn under 15 år ventes at være nogenlunde uændret i fremskrivningsperioden. Frem mod 2020 falder antallet fra omkring 1,0 mio. i dag til 970.000, men herefter vil der være en gradvis stigning tilbage mod lidt over 1,0 mio. personer igennem århundredet, jf. Figur 41.

Figur 41. Antal personer under 15 år og over hhv. 65 år og 80 år

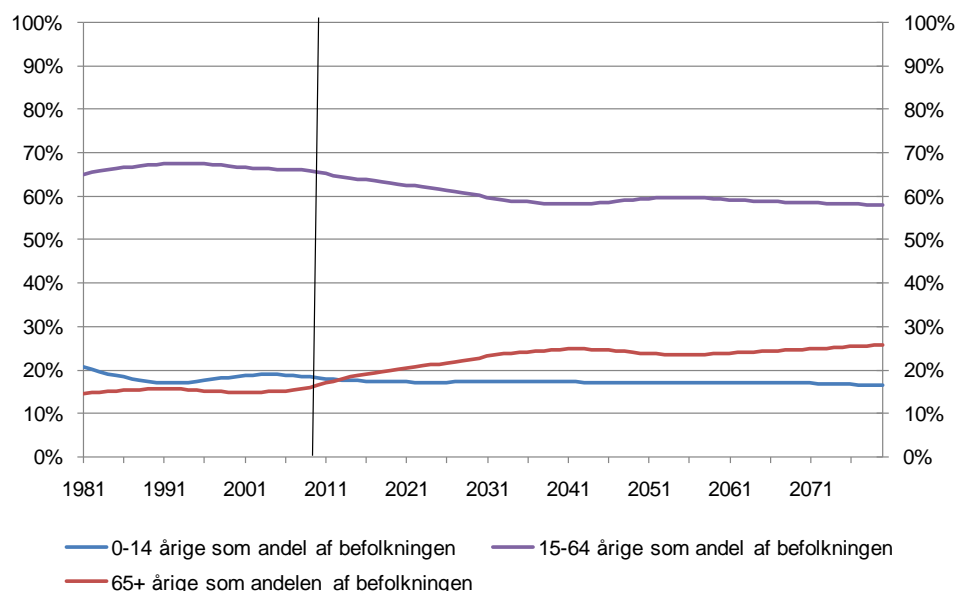


Der forventes en relativt større stigning i antallet af ældste ældre end i ældregruppen som helhed. Således skønnes antallet af personer på 80 år og derover, at blive fordoblet fra omkring 227.000 til 457.000 personer i løbet af de kommende 30 år. Væksten i antallet af personer på 80 år og derover fortsætter med at vokse – dog ikke monotont - og antallet udgør i 2080 638.000 personer, jf. Figur 41. 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. Den kraftige stigning over de sidste hundrede år i antallet af personer i den erhvervsaktive alder har betydet et fald i den demografiske forsørgerkvote.

Figur 42. Befolkningen fordelt efter alder i pct. af den samlede befolkning



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 3 erhvervsaktive for hundrede år siden forsørge lidt mindre end 2 personer, mens 2 erhvervsaktive i dag kun skal forsørge 1 person uden for den erhvervsaktive alder. Fremover forventes der at blive færre i den erhvervsaktive alder og flere uden for den erhvervsaktive alder. Det betyder, at der omkring 2040 forventes at være 4 erhvervsaktive til at forsørge lidt mindre end 3 personer, der ikke er i den erhvervsaktive alder. Fra 2040 ligger dette tal nogenlunde stabilt frem til 2080, jf. Figur 43.

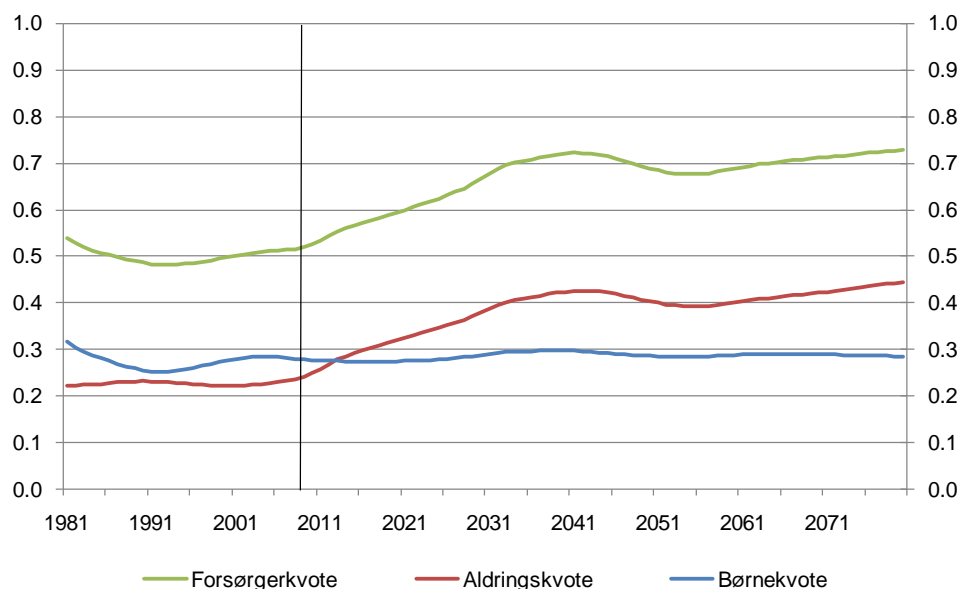
Sammensætningen af personerne uden for den erhvervsaktive alder er dog markant anderledes end ved det 20. århundredes begyndelse. Dette ses ved at opdele den demografiske forsørgerkvote i henholdsvis en demografisk børnekvote og en demografisk ældrekvote.

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 1900 omkring 0,57 barn pr. forsørger, hvilket i dag er faldet til lidt under det halve. I fremskrivningen fastholdes dette niveau, således at børnekvoten stabiliseres omkring 0,28, jf. Figur 43.

Figur 43. Demografiske kvoter



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 0,1 ældre pr. person i alderen fra 15 – 64 år. I 2009 er der mere end dobbelt så mange ældre pr. erhvervsaktiv, nemlig 0,24. Frem til 2042 forventes den demografiske ældrekvote stort set at blive fordoblet i forhold til 2009, idet den forventes at nå et niveau på 0,43. Efter et midlertidigt fald i ældrekvoten stiger denne igen i århundredets sidste halvdel og nærmer sig 0,5 ved udgangen af århundredet.

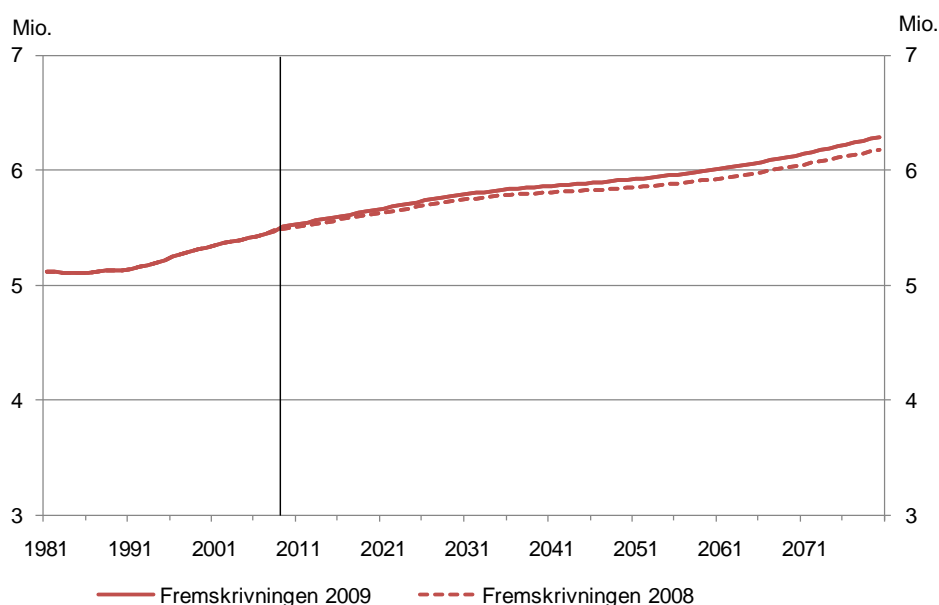
Ændringen i sammensætningen af den demografiske forsørgerkvote – fra hovedsageligt at dække over forsørgelse af børn i starten af det 20. århundrede til i dag at repræsentere en stor set lige fordeling af børn og ældre og i fremtiden til hovedsageligt at være en forsørgelse af ældre – har betydning for 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 DREAMs 2008-fremskrivning

8.1 Udviklingen i den samlede befolkning

2009-fremskrivningen afviger ikke markant fra sidste års fremskrivning. Således ses også i år, at tendensen til en voksende befolkning, som har været gældende gennem det 20. århundrede, forsættes i det 21. århundrede. Vækstraten i fremskrivningen er dog væsentligt reduceret i forhold til den historiske. Den positive befolkningsvækst er steget marginalt relativt til fremskrivningen fra 2008, jf. Figur 44.

Figur 44. Udviklingen i samlet befolkning i hhv. 2008- og 2009-fremskrivningen

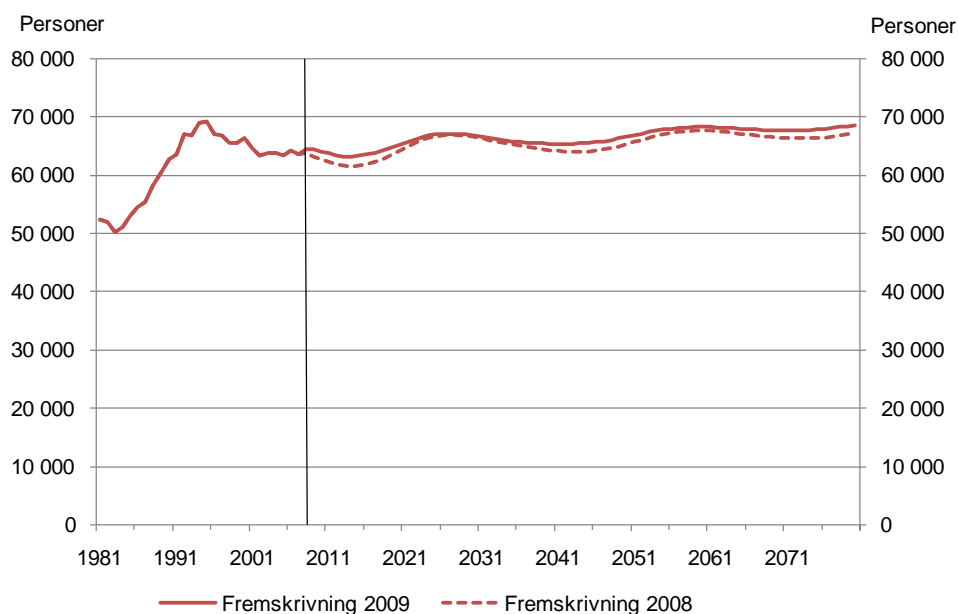


Denne stigning skal delvist tilskrives en stigning i fødselsoverskuddet og delvist en stigning i nettoindvandringen. På kort sigt antages den samlede fertilitet at vokse mere i denne fremskrivning end i 2008-fremskrivningen. Grundet fastholdelsen af det langsigtede niveau fra sidste års fremskrivning i stort set samtlige befolkningsgrupper, vil det samlede antal fødte blot stige på kort sigt for derefter at følge udviklingen fra sidste års fremskrivning stort set parallelt. Dog vil antallet af fødte være højere end i 2008-fremskrivningen såvel indledningsvist som i efterfølgende perioder, der svarer til, at de initialt flere fødte indtræder i deres fertile aldre, jf. Figur 45. Forskellen i antallet af fødte varierer i fremskrivningen mellem ca. 200 og 1700 personer årligt.

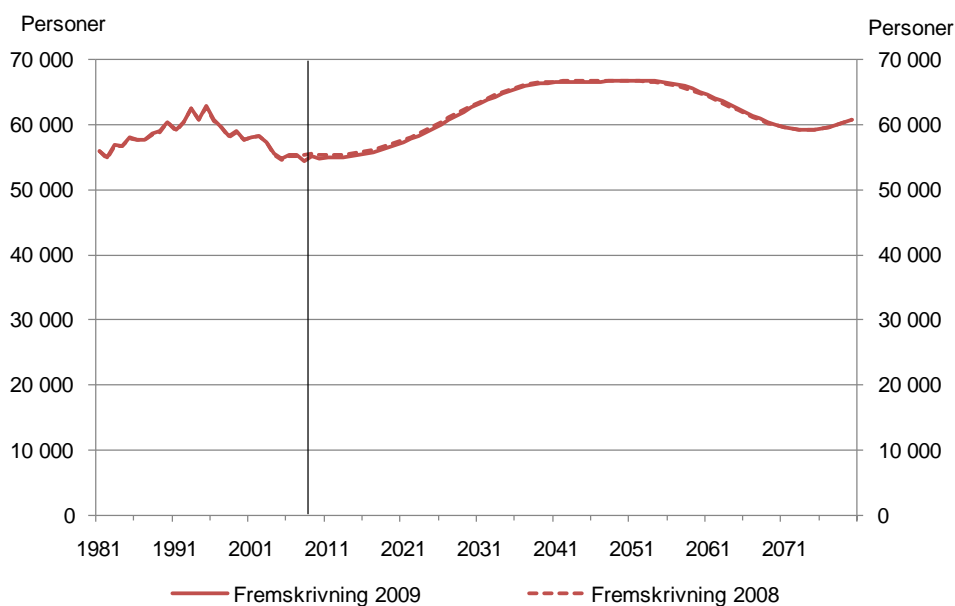
Forskellen i antallet af døde er begrænset, men relativt til sidste års fremskrivning noteres et mindre fald på kort og mellemlangt sigt. Den lavere dødelighed på omkring 500 personer aftager frem mod 2050 og kan på kort og mellemlangt sigt tilskrives en mindre opjustering i skønnet for

forventet levetid for såvel mænd som kvinder relativt til sidste års fremskrivning. En initialt lavere nettoindvandring bidrager også til nedbringelse af antallet af døde i den første del af fremskrivningen. Mens mænds middellevetid gennem hele fremskrivningen ligger over sidste års vurdering, vil dette kun være tilfældet for kvinderne til og med år 2070. At antallet af døde fra omkring år 2050 faktisk er højere i dette års fremskrivning skal i tilgift til det senere fald i kvinders middellevetid også tilskrives, at det initialt højere antal fødte på dette tidspunkt har opnået en alder med begyndende høj dødelighed, jf. Figur 46. Samtidig vil antallet af nettoindvandrere stige relativt til sidste år efter år 2024, hvilket selvsagt betyder, at de, der stadig opholder sig i landet mod fremskrivningens slutning også eksponeres for dødsrisiko, jf. Figur 47.

Figur 45. Udviklingen i antal fødte i hhv. 2008- og 2009-fremskrivningen

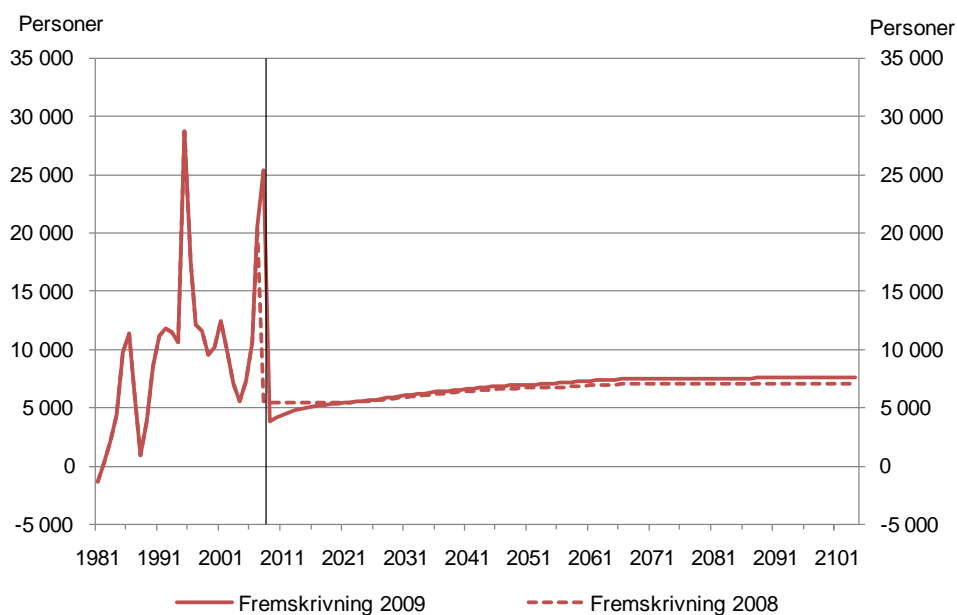


Figur 46. Udviklingen i antal døde i hhv. 2008- og 2009-fremskrivningen

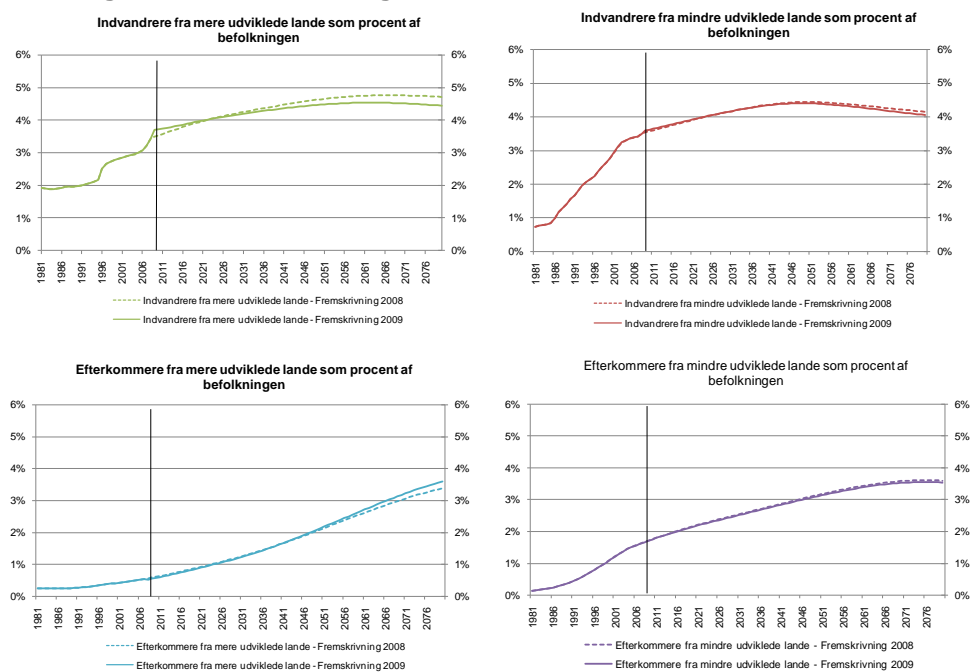


I 2008 indvandrede ca. 19.400 flere personer end forventet ifølge sidste års fremskrivning. Som tidligere omtalt formodes den høje bruttoindvandring i meget stort omfang at være konjunkturbetinget. I den resterende del af fremskrivningen stiger afvigelsen til sidste års fremskrivning nogenlunde monotont til ca. 1400 personer årligt. Som tidligere nævnt skal ændringen alene tilskrives øget genindvandring, idet skønnet for den resterende indvandring er uændret i forhold til sidste år. Den øgede indvandring modsvares af højere udvandring. Initialt er udvandringen i 2009-fremskrivningen ca. 1500 personer højere, hvilket aftager mod nul indtil år 2026, hvorefter forskellen i udvandringen igen øges monotont mod et niveau på ca. 850 ved periodens slutning. Forløbet i hhv. ind- og udvandring afstedkommer, at nettoindvandringen indtil år 2024 er lavere end i sidste års fremskrivning, men at den herefter er højere i den resterende del af fremskrivningen. Mod fremskrivningens slutning er nettoindvandringen godt 500 personer højere i dette års fremskrivningen, jf. Figur 47.

Figur 47. Udviklingen i antal nettoindvandrere i hhv. 2008- og 2009-fremskrivningen



Figur 48. Indvandrere og efterkommeres andel af befolkningen i hhv. 2008- og 2009-fremskrivningen



Udviklingen i den samlede befolkning varierer som nævnt ikke meget mellem de to fremskrivninger. Den samlede andel af indvandrere og efterkommere er stort set uforandret i fremskrivningens begyndelse. Dog er andelen i dette års fremskrivning initialt en anelse højere. Den samlede forskel initialt afspejler stort set forskellen mellem andelen af indvandrere fra mere udviklede lande, der indtil omkring år 2020 er større i dette års fremskrivning for derefter at blive mindre relativt til 2008-fremskrivningen. Fra omkring 2040 vil andelen af indvandrere fra mindre udviklede lande

ligeledes være lavere end tilfældet var sidste år. Andelen af efterkommere fra mere udviklede lande er fra omkring år 2040 større i dette års fremskrivning, mens den tilsvarende andel fra mindre udviklede lande er så godt som uforandret. De modsat rettede forskelle hos indvandrere og efterkommere fra mere udviklede lande, udligner stort set hinanden på sigt, hvorfor den samlede forskel i andelen af indvandrere og efterkommere efter år 2060 stort set udgøres af forskellen i indvandrere fra mindre udviklede lande, jf. Figur 48.

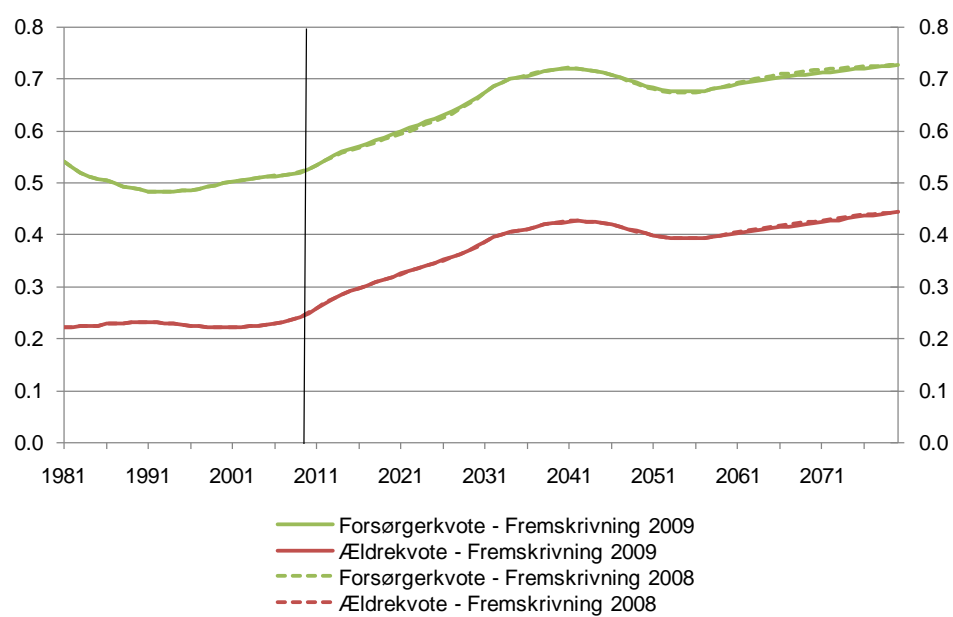
Andelen af indvandrere falder pga. faldende nettoindvandring, mens andelen af efterkommere fra mere udviklede lande omvendt stiger grundet stigning i nettoindvandringen for denne befolkningsgruppe. Samtidig er stigningen i sidstnævnte befolkningsgruppe også et resultat af den kortsigtede mindre stigning i fertiliteten for indvandrere fra mere udviklede lande.

8.2 Udvikling i forsørger- og ældrekvote

Både forsørger- og ældrekvoten er stort set uforandrede i forhold til 2008-fremskrivningen. I forsørgerkvoten spores dog indtil omkring år 2060 marginale stigninger relativt til sidste års fremskrivning i perioder, der er stort set sammenfaldende med de tidspunkter, hvor der kunne spores ændringer i antallet af fødsler relativt til sidste års fremskrivning. At stigninger i forsørgerkvoten primært er drevet af forskelle i antallet af børn understreges af, at der ikke samtidigt er stigninger i aldringskvoten af en tilsvarende størrelse. Efter år 2060 er ændringer i forsørgerkvoten dog i stor udstrækning drevet af ændringer i ældrekvoten. Således er forsørger- og ældrekvoten fra ca. 2060-2080 lavere end sidste års fremskrivning, mens den er højere fra år 2080 og i den resterende del af fremskrivningen.

At forsørgerkvoten stiger på sigt skyldes til dels, at den kortsigtede stigning i fertilitet for specielt indvandrere fra mere udviklede lande og personer af dansk oprindelse, på dette tidspunkt har affødt et antal ældre efterkommere og personer af dansk oprindelse. Samtidig har en stor del af den tidligere i fremskrivningen øgede nettoindvandring af efterkommere, passeret 64 år, jf. Figur 49. At der på sigt er blevet flere ældre relativt til forsørgere skal endvidere tilskrives stigningen i middellevetiden, der primært afspejler stigning i restlevetiderne for de ældre aldersgrupper.

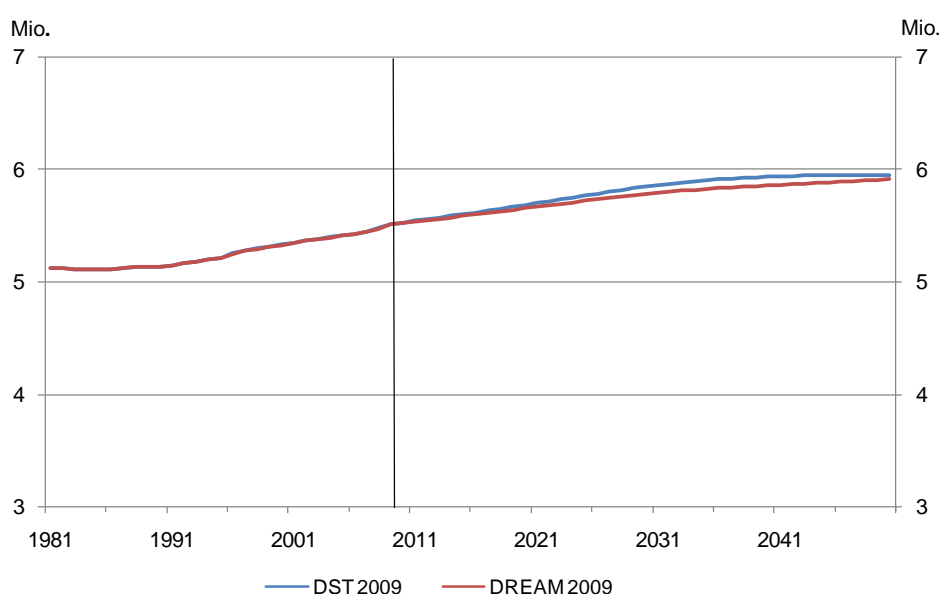
Figur 49. Udviklingen i forsørger- og ældrekvote i hhv. 2008- og 2009-fremskrivningen



9 Sammenligning med Danmarks Statistiks befolkningsfremskrivning 2009

Befolkningsprognoserne fra DREAM og Danmarks Statistik (DST) følger hinanden meget tæt frem mod år 2050, der udgør det sidste år i DSTs fremskrivningsperiode, jf. Figur 50. Vurderingen fra Danmarks Statistik ligger en anelse højere end DREAMs og forskellen stiger fra ca. 1000 mod godt 71.000 personer i år 2038, hvorefter den aftager. Fra år 2048 ses et svagt fald i den samlede befolkning i Danmarks Statistiks befolkningsprognose, mens DREAMs befolkningsprognose fortsat viser en svag stigning i den samlede befolkning. DREAMs samlede befolkningstal ligger dog konsekvent under DSTs skøn.

Figur 50. Udviklingen i samlet befolkning i hhv. Danmarks Statistiks (DST) og DREAMs 2009-fremskrivning

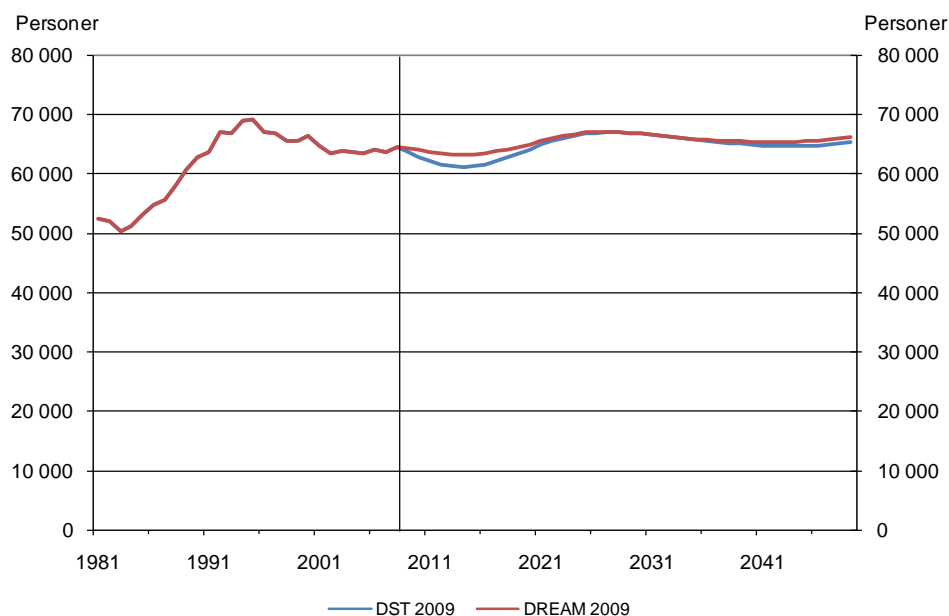


Sammenlignes de underlæggende parametre, ses mindre forskelle mellem DREAM og Danmarks Statistik. DREAM forventer et større antal fødte end Danmarks Statistik med undtagelse af årene 2031-2034, hvor DSTs skøn er marginalt højere. Fra og med 2028 forventer DREAM ligeledes en større nettoindvandring. Dette modsvares af, at DREAM forventer et højere antal døde indtil år 2040, hvorefter antallet indtil år 2050 stort set er stagneret. Dette er medvirkende til, at DREAM i modsætning til Danmarks Statistik forventer en højere vækst i den samlede befolkning efter 2040.

Sammenlignes antallet af fødte ligger DREAMs prognose generelt højere end Danmarks Statistiks prognose, jf. Figur 51. Dette skyldes selvsagt varierende fertilitetsantagelser. DREAM forventer i højere grad end Danmarks Statistik, at den nuværende trend påvirker det kortsigtede skøn, men ikke influerer på det langsigtede. Herved undgås markante ændringer affødt af et enkelt dataår. Som tidligere nævnt er DREAMs nuværende langsigtetsniveau ikke nødvendigvis specielt velfunderet, men dets rigiditet

overfor korterevarende udsving synes rimelig. Udover at forbedre grundlaget for det langsigtede skøn, kan tilpasningshastigheden til dette i fremtiden justeres såfremt udviklingen de seneste historiske år begynder at pege i en bestemt retning. På sigt er fertiliteten for personer af dansk oprindelse voksende, mens der for de to største grupper af indvandrere (uden dansk statsborgerskab) er tale om en faldende tendens relativt til udgangsniveauet i år 2008, jf. kapitel 5.

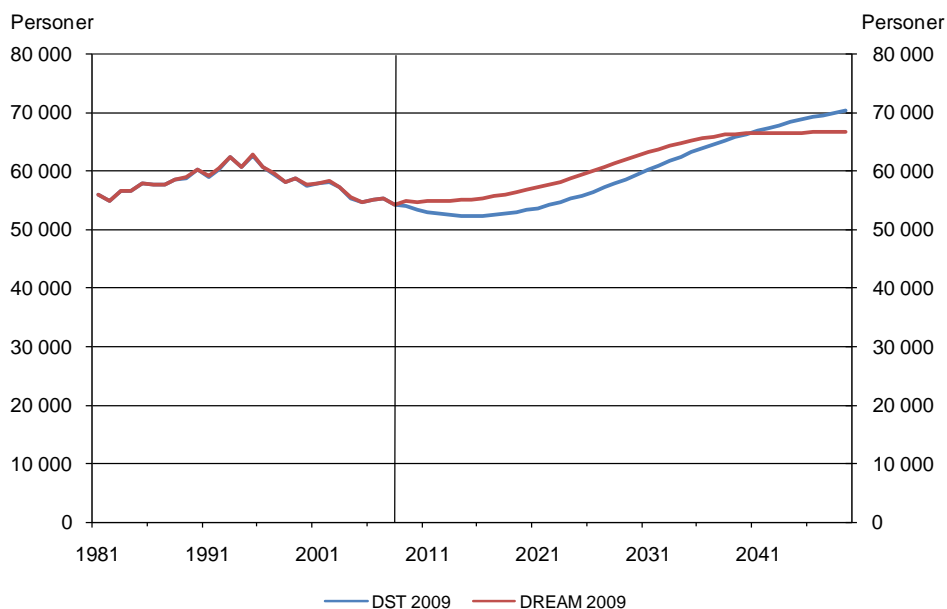
Figur 51. Udviklingen i antal fødte i hhv. Danmarks Statistiks (DST) og DREAMs 2009-fremskrivning



For kvinder af dansk oprindelse forventer DREAM, at fertiliteten vil stige fra 1,91 i 2008 til 1,92 i 2050, mens Danmarks Statistik forventer et konstant niveau på 1,90 gennem hele fremskrivningen. For indvandrerkvinder uden dansk statsborgerskab fra mindre udviklede lande forventer DREAM et fald fra 2,15 til 1,91 i 2050. For indvandrerkvinder fra ikke-vestlige lande forventer Danmarks Statistik et fald i fertiliteten fra 1,95 i 2008 til 1,90 i 2040, hvorefter den er fast. Fertiliteten for indvandrerkvinder uden dansk statsborgerskab fra mere udviklede lande forventes af DREAM at falde fra 1,56 til 1,45 i 2050. For indvandrere fra vestlige lande forventer DST en stigning fra 1,59 til 1,75 i år 2040. Danmarks Statistiks fremskrivning indeholder ikke statsborgerskabsafhængig adfærd, hvorfor fertilitetsmålene ikke er direkte sammenlignelige.

Sammenlignes antallet af døde ligger DREAMs prognose højere end Danmarks Statistiks prognose frem til omkring 2040, jf. Figur 52. Generelt forventer DREAM en marginalt mindre stigning i middellevetiden for kvinder end Danmarks Statistik og en lidt større stigning for mænds vedkommende. I 2050 forventer DREAM en middellevetid på 86,3 og 84,1 år for henholdsvis kvinder og mænd, mens Danmarks Statistiks skøn er 86,4 og 83,6 år for henholdsvis kvinder og mænd i 2050.

Figur 52. Udviklingen i antal døde i hhv. Danmarks Statistiks (DST) og DREAMs 2009-fremskrivning

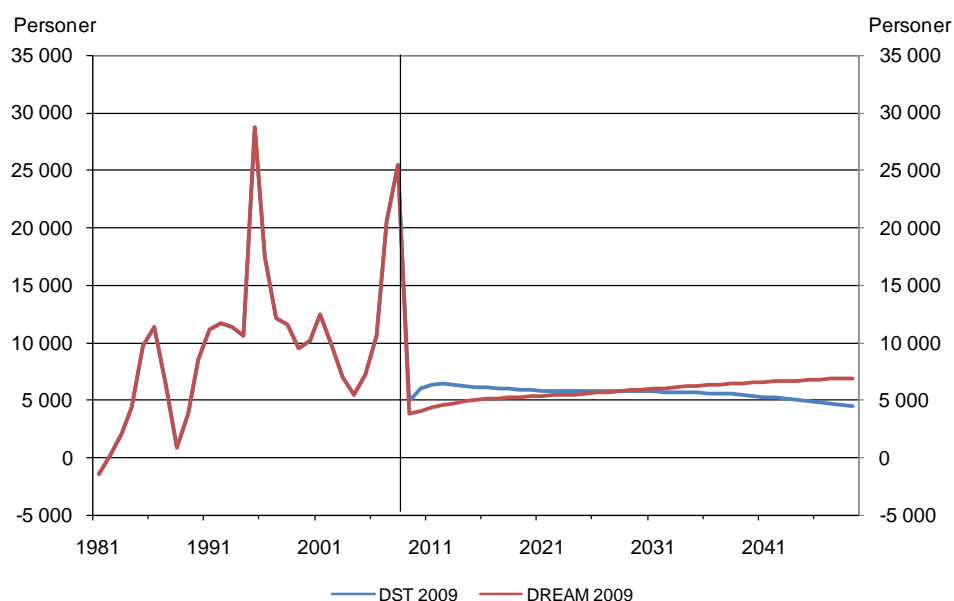


DREAM forventer omtrent en konstant stigningstakt i middelevetiden i hele perioden, jf. kapitel 4. Danmarks Statistik forventer en højere stigningstakt for middelevetiden i starten af perioden, som modsvares af en lavere stigningstakt i slutningen af perioden frem mod 2050.

Den højere stigningstakt i starten af perioden hos Danmarks Statistik medfører et lavere antal døde i forhold til DREAM. Omvendt ses et højere antal døde i slutningen af perioden hos Danmarks Statistik, hvor stigningstakten i middelevetiden er lavere end hos DREAM.

Sammenlignes nettoindvandringen ligger DREAMs skøn som nævnt højere end Danmarks Statistiks fra år 2028, jf. Figur 53. DREAM forventer en nettoindvandring, der stiger fra ca. 3.800 til 6.900 i 2050, hvorefter stigningen fortsætter til ca. 7.500 mod slutningen af fremskrivningsperioden. Danmarks Statistik forventer, at nettoindvandringen efter en kortvarig stigning fra ca. 4.900 til 6.400 personer gradvist aftager til et niveau på 4.500 personer i 2050.

Figur 53. Udviklingen i antal nettoindvandrere i hhv. Danmarks Statistiks (DST) og DREAMs 2009-fremskrivning



Forskellene i nettoindvandringen mellem Danmarks Statistik og DREAM kan dekomponeres i forskellige antagelser om udvandring og indvandring.

DREAM forventer en fast udvandringskvotient for alle befolkningsgrupper i forhold til perioden 2004 til 2008. Udgangspunktet for DST er et gennemsnit over udvandringskvotienterne fra 2007-2008. Til trods for de varierende antagelser er udviklingerne i antallet af udvandrede dog stort set parallelle i de to fremskrivninger, hvorfor forskellen i nettoindvandring primært skal tilskrives varierende antagelser for indvandring.

Danmarks Statistik antager en svag stigning i indvandringen af personer med dansk oprindelse og efterkommere fra godt 22.000 til 25.000 personer i 2030 og frem, mens DREAM modellerer genindvandring som en konstant andel af den pågældende befolkningsgruppe i forhold til andelen i 2003 til 2007. Således stiger indvandringen af de tre grupper hos DREAM fra 18.500 i 2008 til 20.000 personer i 2030.

Data for år 2007 og 2008 influerer ikke på DREAMs skøn for indvandring af indvandrere med udenlandsk statsborgerskab. Det nuværende niveau for disse grupper fastholdes på baggrund af konjunkturovervejelser på gennemsnitsniveauet fra 2004-2006. Den samlede indvandring i DREAM fra mindre udviklede lande (dvs. både dansk og udenlandsk statsborgerskab) er stort set konstant 8.100 personer i hele fremskrivningen. I 2008 var niveauet ca. 13.000 personer. Indvandringen fra mere udviklede lande er ca. konstant 17.500 i fremskrivningen, mens niveauet i 2008 er ca. 31.100.

Danmarks Statistik forventer en indvandring af indvandrere fra ikke-vestlige lande på konstant 13.000 personer, mens indvandringen fra mere

udviklede lande fastlægges på 22.000 gennem hele fremskrivningsperioden.

Sammenlagt stiger indvandringen hos DST fra ca. 56.800 personer til 58.000 i år 2030, mens der i DREAMs fremskrivning i den samme periode noteres en stigning fra 43.200 til 45.600 personer.

Referencer

Andersen, T. M. & L. H. Pedersen (2005): Demografi, velstanddilemma og makroøkonomiske strategier, *Nationaløkonomisk Tidsskrift* vol. 143, no. 2, 189-229

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

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

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.

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

Girosi, F. & G. King (2005): A Reassessment of the Lee-Carter Mortality Forecasting Method, Working paper Harvard University

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

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

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

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

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

Tænk tanken om udfordringer for integrationsindsatsen i Danmark (2004): Udlændinge- og integrationspolitikken i Danmark og udvalgte lande, København.

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

Velfærdskommissionen (2004a): Fremtidens velfærd kommer ikke af sig selv. Analyserapport. Velfærdskommissionen, København.

Velfærdskommissionen (2005): Fremtidens Velfærd og Globaliseringen, Analyserapport, København

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