

DREAM

# Danmarks fremtidige befolkning Befolkningsfremskrivning 2006

Marianne Frank Hansen, Lars Haagen Pedersen  
og Peter Stephensen

Juni 2006

## Indholdsfortegnelse

Forord.....	4
1. Indledning.....	6
2. Befolkningsfremskrivningsmodellen.....	8
2.1 Befolkningen fordelt på alder og køn .....	8
2.2 Dødelighed .....	9
2.3 Befolkningen fordelt på alder, køn og oprindelse.....	9
2.4 Statsborgerskab .....	12
2.5 Udvandring .....	13
2.6 Indvandring.....	13
2.7 Fødsler og fertilitet.....	13
2.8 Nyfødtes fordeling på oprindelsesgrupper .....	14
2.9 Eksogene og parametre i fremskrivningsmodellen .....	16
3. Data.....	17
3.1 Fremskrivning af dødeligheder.....	18
3.2 Befolkningsfremskrivning .....	19
3.3 Rapportering.....	19
4. Dødelighed og forventet levetid .....	23
4.1 Indledning .....	23
4.2 Lee-Carter metoden og udvidelser af denne.....	26
4.3 Aldersbetinget dødelighed og restlevetid .....	29
4.4 Udviklingen beskrevet ved restlevetid .....	32
4.5 Restlevetidsudviklingen for mænd .....	33
4.6 International sammenligning af udviklingen for mænd.....	34
4.7 Restlevetidsudviklingen for kvinder .....	37
4.8 International sammenligning af udviklingen for kvinder .....	38
4.9 Estimation af Lee-Carter modellen.....	40

4.10 Afgrænsning af dataperioden .....	42
4.11 Estimationsresultater .....	45
4.12 Korrektioner af fremskrivningsmetoden .....	48
4.13 Bell's metode samt modifikationen heraf .....	48
4.14 Udglatning af dødeligheder for forskellige aldre i fremskrivningen .....	51
4.15 Resultater af fremskrivningen.....	52
4.16 Udviklingen i dødeligheden for de enkelte aldersgrupper .....	53
4.17 Udviklingen i den aldersbetingede restlevetid.....	55
4.18 Udviklingen i middellevetiden for mænd .....	55
4.19 Udviklingen i restlevetiden for 60-årige mænd.....	57
4.20 Udviklingen i middellevetiden for kvinder .....	58
4.21 Udviklingen i restlevetiden for 60-årige kvinder .....	59
4.22 Sammenfatning af resultater om restlevetidsstigning .....	60
5. Fødsler og Fertilitet.....	62
5.1 Historisk udvikling i fødsler og fertilitet .....	62
5.2 Metode til fremskrivningen af aldersbetingede fertilitetskvoteinter .....	64
5.3 Estimation af den aldersbetingede fertilitet for de store grupper .....	65
5.4 Bestemmelse af fertilitetskvoteinter for de øvrige befolkningsgrupper ....	68
5.5 Fremskrivningsresultater .....	69
5.6 Udviklingen i den aldersbetingede fertilitet.....	73
5.7 Sammenligning med fertiliteten i 2004 befolkningsfremskrivning .....	75
5.8 Nyfødtes fordeling på oprindelsesgrupper .....	76
6. Indvandring, udvandring og statsborgerskab .....	78
6.1 Indvandring fra mere og mindre udviklede lande .....	78
6.2 Udviklingen i indvandringen 1981 - 2005 .....	79
6.3 Fremskrivning af indvandringen .....	81
6.4 Indvandrere uden dansk statsborgerskab.....	82
6.5 Aldersfordelingen af indvandringen af personer uden dansk statsborgerskab .....	83

6.6. Genindvandring .....	84
6.7. Udvandring .....	86
6.8. Statsborgerskabsskift .....	87
7. Resultater .....	89
7.1. Udviklingen i den samlede befolkning .....	89
7.2. Indvandring og udvandring .....	90
7.3. Befolkningsgrupperne .....	92
7.4. Aldersfordeling .....	94
7.5. Befolkningsfremskrivning med højere dødelighed .....	98
8. Sammenligning med fremskrivning fra 2004 .....	101
8.1. Udviklingen i den samlede befolkning .....	101
8.2. Udvikling i forsørger- og ældrekvote .....	104
Referencer .....	106

## Forord

DREAM har siden 1999 årligt udarbejdet landsdækkende befolkningsfremskrivninger. Fra og med i år er tidspunktet for offentliggørelse af fremskrivningen fremrykket således, at det sker i juni måned, som er det tidligst mulige tidspunkt efter Danmarks Statistiks offentliggørelse af de seneste befolkningstal i maj.

Betydningen af befolkningsfremskrivningerne for tilrettelæggelsen af den langsigtede økonomiske politik har været stigende siden DREAM startede med at udarbejde befolkningsfremskrivninger. Det har betydet, at der i DREAM gradvist er anvendt flere ressourcer på de årlige fremskrivninger. Det søges løbende at forbedre de anvendte metoder og at øge detaljeringsgraden i fremskrivningerne. Senest har Velfærdskommissionens analyser illustreret, at specielt udviklingen i midllevetiden har meget afgørende betydning for den langsigtede økonomiske politik, jf. Velfærdskommissionen (2006).

På denne baggrund er der i forbindelse med dette års fremskrivning gennemført en analyse af den historiske udvikling i dødelighed og restlevetid i Danmark gennem det 20. århundrede. På basis af denne analyse er det valgt at basere dette års fremskrivning af dødeligheden på en dataserie for perioden 1990-2005, fordi der identificeres et betydeligt strukturelt brud i udviklingen i dødelighederne i starten af 1990'erne. Bruddet betyder en markant højere vækst i restlevetiden særligt for de ældre aldersgrupper. Tilsvarende brud er identificeret i de fleste øvrige vestlige lande, men dette sker typisk 10 til 15 år før end i Danmark. For de øvrige lande er udviklingen efter bruddet fastholdt. Der er derfor grund til at forvente, at det også bliver tilfældet i Danmark.

For at illustrere usikkerheden i udviklingen i den aldersbetingede restlevetid er der lavet en referencefremskrivning, hvor fremskrivningen af dødeligheden baseres på data fra perioden 1965-2005. I denne fremskrivning får perioden frem til 1995 mere vægt og fremskrivningen indebærer derfor en forventning om at de seneste 10 års udvikling er et midlertidigt fænomen, som ophører i den nærmeste fremtid.

Begge fremskrivninger af udviklingen i dødeligheden baseres fortsat på Lee-Carters metode, der introduceredes i forbindelse med befolkningsfremskrivningen til Velfærdskommissionen i 2004.

Fremskrivningen af den aldersbetingede fertilitet baseres fortsat på data fra perioden fra 1981, men fremskrivningsmetoden er ændret idet den fra i år baseres på en mere fleksibel metode kaldet cubic spline.

Fremskrivningen af indvandring og udvandring er simplificeret betydeligt i forhold til de seneste års fremskrivninger. Indvandringen af personer med oprindelse i henholdsvis mere og mindre udviklede lande som ikke har dansk statsborgerskab antages i denne fremskrivning at blive fastholdt på niveauet fra 2005. Vedrørende udvandring antages generelt, at den alders- og kønsbetingede udvandringssandsynlighed for personer med en given oprindelse er konstant og svarer til gennemsnittet over de seneste 3 år.

På grund af den øgede fokus på befolkningsfremskrivninger er det i denne dokumentation valgt at præsentere en egentlig matematisk dokumentation af den anvendte model. Herudover beskrives datakilder, forudsætninger og estimations- og fremskrivningsmetoder.

Resultaterne af befolkningsfremskrivningen præsenteres og sammenholdes med resultaterne af befolkningsfremskrivningen fra november 2004.

Befolkningsudviklingen er – i overensstemmelse med tidligere år – skrevet 100 år frem i tiden. 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.

Lars Haagen Pedersen

## 1. Indledning

Befolkningsfremskrivninger har fået en stadig mere fremtrædende placering ved fastlæggelse af den økonomiske politik og ved centrale beslutninger i f.eks. private pensionselskaber. 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. Derfor er det i år valgt at udgive en egentlig dokumentation af hele befolkningsfremskrivningssystemet i DREAM

Formålet med denne publikation er således, at dokumentere DREAMs befolkningsfremskrivningsmodel og det datagrundlag, der ligger til grund for modellen. Endvidere dokumenteres de metoder, der er anvendt til fastlæggelse af de variable og parametre, der bestemmes eksogent i befolkningsfremskrivningsmodellen. Endvidere præsenteres resultaterne af dette års fremskrivning inklusiv en følsomhedsberegning vedrørende reduktionen i den aldersbetingede dødelighed. Endelig sammenlignes dette års fremskrivning med fremskrivningen fra oktober 2004 og forskellene dekomponeres i effekter fra henholdsvis ændret fertilitet, dødelighed og andre forhold.

Det er fastlæggelsen af centrale eksogene variable som den aldersbetingede dødelighed og fertilitet, samt indvandrings- og udvandringssandsynligheder, der er afgørende for fremskrivningen. Der er derfor en grundig gennemgang af både disse størrelses historiske udvikling og den metode, som er anvendt til fremskrivningen – ligesom resultatet af fremskrivningen sammenstilles med den historiske udvikling.

Dokumentationen er organiseret på følgende måde: 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 afsnit 3 præsenteres de anvendte datakilder og 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. Endvidere indeholder afsnittet en beskrivelse af de korrektioner af Lee-Carter metoden, som er anvendt i denne fremskrivning. Tilsvarende indeholder kapitel 5 en beskrivelse af udviklingen af i antal 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 og af en alternativ fremskrivning som indebærer et lavere fald i den fremtidige dødelighed. Endelig sammenlignes fremskrivningen med fremskrivningen fra oktober 2004 i kapitel 8.



## 2. Befolkningsfremskrivningsmodellen

Udviklingen i befolkningens 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  $t$

Grundlæggende er der derfor fire typer af befolkningsændringer i hvert af de fremtidige år for at lave fremskrivningen. Befolkningsfremskrivningen fastlægger disse fire ændringer i hvert af de fremtidige år. For at kunne fastlægge disse størrelser opdeles 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 befolkningens størrelse beskrives for hver aldersgruppe og for hvert køn for sig. Ovenstående differensligning erstattes derfor et sæt af differensligninger givet ved

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

$$P_t^{0,g} = b_t^g - d_t^{0,g} + i_t^{0,g} - e_t^{0,g} \quad g = \{m, f\}$$

hvor

indeks  $m$  er mænd, mens indeks  $f$  er kvinder

$P_t^{x,g}$  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 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.<sup>1</sup> 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  $t$ ,  
 $E_t^{x,g}$  er et mål for antallet af personer der udsættes for dødsrisiko i den relevante periode, som beregnes ved:

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

hvor

$\bar{i}_t^{x,g}$  er den eksogene indvandring givet ved

$$\bar{i}_t^{x+1,g} = i_t^{x+1,g,iln} + i_t^{x+1,g,inn}$$

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

## 2.3 Befolkningen fordelt på alder, køn og oprindelse

For at kunne foretage en fremskrivning af de øvrige tre typer befolkningsændringer opdeles befolkningen efter oprindelse og efter om personerne har dansk statsborgerskab eller ej. Denne opdeling giver anledning til at befolkningen opdeles i 9 kategorier efter oprindelse:

<sup>1</sup> 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.

1. Indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab, *iln*
2. Indvandrere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab, *ild*
3. Indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab, *imn*
4. Indvandrere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab, *imd*
5. Efterkommere uden dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra mindre udviklet land, *dln*
6. Efterkommere med dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra mindre udviklet land, *dld*
7. Efterkommere uden dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra mere udviklet land, *dmn*
8. Efterkommere med dansk statsborgerskab hvis mor kommer fra mere udviklet land, *dmd*
9. Personer af dansk oprindelse (eller resterende befolkning), *da*.<sup>2</sup>

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.

---

<sup>2</sup> Gruppen af personer af dansk oprindelse indeholder et antal personer uden dansk statsborgerskab. Børn født 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.

Underopdelingen af indvandrere og efterkommere efter oprindelsesland følger FN definition og giver anledning til følgende definitioner af landegrupperne:<sup>3</sup>

**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.

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

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

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

hvor

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

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

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  $t$ .

<sup>3</sup> Definitionen af landegrupperne findes på: <http://esa.un.org/unpp/definition.html>

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.

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

Antallet af personer der er udsat for risiko  $E_t^{x,g,o}$  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 eksogen tilgår gruppen. For indvandrergupper 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.

Antallet af døde fordelt på oprindelse beregnes ved hjælp af den ovenfor beregnede dødshyppighed og  $E_t^{x,g,o}$

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

## 2.4 Statsborgerskab

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

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

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.

## 2.5 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 3 dataår.

## 2.6 Indvandring

Antallet af personer, der gen-indvandrer til en given befolkningsgruppe i et givet år skrives som

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

hvor

$i_t^{x,g,o}$  er indvandringsfrekvensen for personer med alder  $x$ , køn  $g$  og oprindelse  $o$  i periode  $t$ . Frekvenserne beregnes som et gennemsnit over de sidste 3 dataår.<sup>4</sup>

For indvandrere uden dansk statsborgerskab er indvandringen eksogent givet. Det antages i nærværende prognose, at den samlede indvandring fra hhv. mere og mindre udviklede lande i fremtiden bliver på niveauet for sidste dataår (2005). Disse indvandrings niveauer fordeles på køn og alder ved at bruge den gennemsnitlige fordeling i de seneste 3 dataår.

## 2.7 Fødsler og fertilitet

Det samlede antal fødsler findes som summen af børn født af mødre i de enkeltbefolkningsgrupper. Da de nyfødte børn 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 (mediotallet af

---

<sup>4</sup> 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.

kvinder i den givne befolkningsgruppe og med den givne alder. Hvilket formelt kan skrives som

$$b_t^o = \sum_{x=15}^{49} \varphi_t^{x,o} (P_t^{x,f,o} + P_{t+1}^{x+1,f,o}) / 2$$

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  $t$

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

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

$$b_t^{m,o} = \gamma b_t^o$$

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

## 2.8 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 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

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

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 oprindelstese type givet moderens oprindelstese type, hvilket svarer til elementerne i  $A$ .

**Tabel 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.<sup>5</sup> Andelen af børn med en moder, der er indvandrer fra et mindre udviklet land, som får denne oprindelse betegnes  $\lambda_t^{iln,dld}$ .

<sup>5</sup> Dansk statsborgerskab kan fravælges.



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  $\lambda_t^{in,da}$ .

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

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

## 2.9 Eksogene og parametre i fremskrivningsmodellen

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

- Dødelighed fordelt på alder og køn,  $m_t^{x+1,g}$
- Fertilitet fordelt på alder og oprindelse,  $\phi_t^{x,o}$
- Udvandringssandsynlighed fordelt på alder, køn og oprindelse,  $\varepsilon_t^{x+1,g,o}$
- Gen-indvandringssandsynlighed fordelt på alder, køn og oprindelse,  $\iota_t^{x+1,g,o}$
- Statsborgerskabsskift-sandsynlighed fordelt på alder, køn og oprindelse,  $\psi_t^{x,g,o}$
- 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

Der er til befolkningsfremskrivningsmodellen udviklet en database i Danmarks Statistik. Databasen dækker perioden 1981-2005 og indeholder opdeling af befolkningen på de 9 befolkningsgrupper.

For hver befolkningsgruppe indeholder databasen følgende variable

1. Antal mænd og kvinder (fordelt på alder)
2. Antal døde mænd og kvinder (fordelt på alder)
3. Antal fødte drenge og piger (fordelt på moders alder)
4. Antal indvandrede mænd og kvinder (fordelt på alder)
5. Antal udvandrede mænd og kvinder (fordelt på alder)

Endvidere indeholder databasen en "baby-database" for perioden 1981-2005. Samtlige fødsler i perioden er registreret, og for hver nyfødt findes data for:

1. Barnets køn, statsborgerskab og gruppetilhørsforhold
2. 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, Rostock. Databasen er tilgængelig via Internettet og indeholder bl.a. dødelighedsdata for Danmark fordelt på alder og køn for hvert år i perioden 1835-2004.<sup>6</sup>

Til nærværende formål er anvendt variabelen  $q(x)$  fra de periodiske dødelighedstavler i HMD. Nyeste tilgængelige data er her fra 2004, men for at inddrage den nyeste tilgængelige information konstrueres et skøn for dødshyppighederne for 2005 ved anvendelse af data fra DREAMs befolkningsdatabase som gøres sammenlignelige med HMD data. Disse dødeligheder føjes til HMD data, så der for såvel mænd som kvinder slutteligt fremstår data frem til 2005 til brug for fremskrivningen.

Den tekniske estimation foregår på disse data. Den endelige rapportering af resultater i det efterfølgende kapitel og i de regneark med dødeligheder, der hører til befolkningsfremskrivningen er imidlertid korrigeret og "udglattet", således at de er umiddelbart sammenlignelige med de af Danmarks Statistik offentliggjorte værdier med den konvention, at dødeligheder som Danmarks Statistik benævner 2004/2005, kaldes 2005 – svarende til

---

<sup>6</sup> [www.mortality.org](http://www.mortality.org) som også indeholder dokumentation metoden til konstruktion af dataserierne.

Danmarks Statistiks egen konvention i forbindelse med befolkningsfremskrivning.

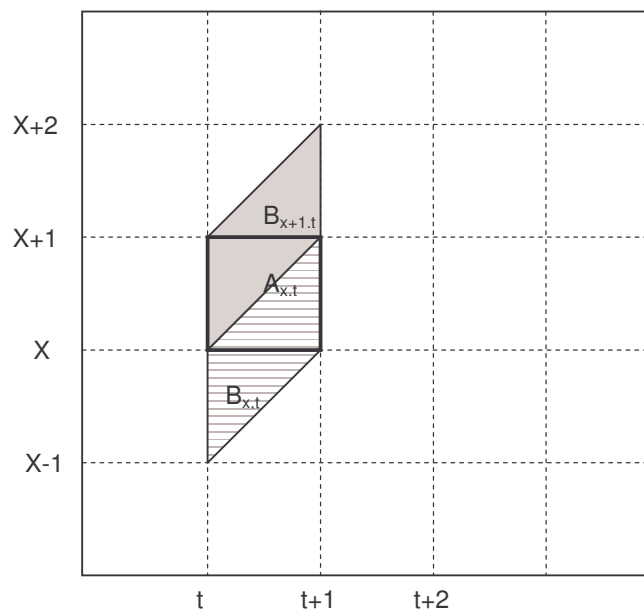
Forskellen mellem de tre datakilder består i hvorvidt dødelighederne er opgjort på såkaldte A-, B- eller C-grupper. Det er relativt enkelt at translaterer dødelighed opgjort efter en af disse definitioner til en af de øvrige, hvorfor data inden anvendelse i fremskrivningen kan bringes på approksimativ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

### 3.1 Fremskrivning af dødeligheder

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

Dødelighedsdata fra DREAMs database er defineret som B-grupper. For at anvende 2005 observationen sammen med HMD data skal denne derfor inden estimationen bringes på en form, der er kompatibel med A-grupper.

**Figur 1. – Datakonventioner i HMD-Databasen (A-grupper) og i DREAMs database (B-grupper).**



Figur 1 illustrerer definitionen af dødshyppighed 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. Lad denne gruppe være benævnt  $A_x$ .

**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 med tværgående tekstur benævnt  $B_{x,t}$  angiver den tilsvarende B-gruppetæthed, 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.**

Haves således data på B-grupper efter denne konvention er det ud fra illustrationen rimeligt, at data for A-gruppen kan approksimeres som et gennemsnit over B-grupperne  $B_{x,t}$  og  $B_{x+1,t}$ . Med andre ord haves for  $x = 0, \dots, 99$ , at

$$A_x \cong \frac{B_x + B_{x+1}}{2}$$

Approximationen indebærer en antagelse om en jævn fordeling af fødsler over året.

Denne fremgangsmåde er anvendt til at translaterer dødeligheder for 2005 opgjort på B-grupper til A-grupper. Efterfølgende er de approksimative A-gruppe dødeligheder for 2005 føjet til datasættet indeholdende de for fremskrivningen relevante dødelighedsdata fra HMD rangerende over perioderne 1965-2004 og 1990-2004. Estimationen medtager således nyeste data og såvel estimation som fremskrivning baseres på dødelighed opgjort efter A-grupper.

### 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. Derfor skal de fremskrevne dødshyppigheder konverteres, hvilket gennemføres ved approximationen

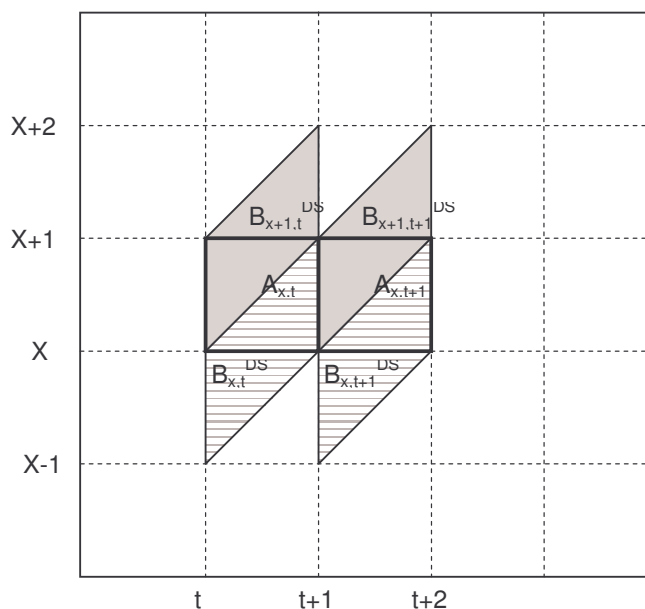
$$B_x \cong \frac{A_{x-1} + A_x}{2}, \text{ hvor } A_{-1} = 0$$

### 3.3 Rapportering

Restlevetid beregnes i denne publikation med udgangspunkt i A-grupper, fordi den baserer sig på de fremskrivne dødeligheder. For at skabe en så høj overensstemmelse med den af Danmarks Statistik offentliggjorte aldersbetingede restlevetid sker der en korrektion af den beregnede restlevetid.

For samtlige aldersgrupper gælder således, at den offentliggjorte restlevetid for år  $t$  er gennemsnittet af restlevetiden for år  $t$  og  $t-1$ .<sup>7</sup> Nedenstående illustration klarlægger sammen med de efterfølgende bemærkninger, hvorfor udglatning af A-grupper over tid aproksimerer de af Danmarks Statistik offentliggjorte dødeligheder.

**Figur 2. Datakonventioner i HMD (A-grupper) og Danmarks Statistik (udglattede B-grupper)**



Offentliggjorte dødeligheder fra Danmarks Statistik er baseret på fire B-grupper. De i Figur 2 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  $x$ -

<sup>7</sup> Alternativt kunne man først have udglattet dødelighederne over tid og efterfølgende have beregnet restlevetiden. Idet restlevetid ikke er en lineær transformation af dødelighederne, er der ikke en entydig korrespondance mellem de to fremgangsmåder. For praktiske formål er forskellen dog begrænset. Med de her anvendte data er der kun en afvigelse på femte decimal i restlevetiden.

årige konstrueres slutteligt som gennemsnittet over de to beregnede hyppigheder.

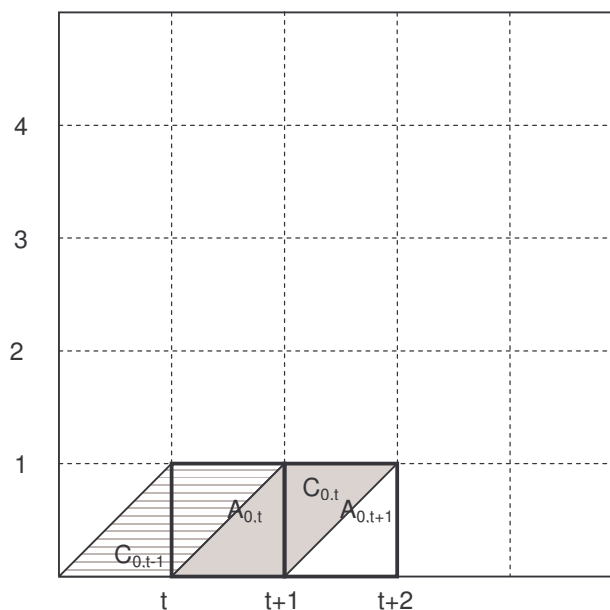
Af Figur 2 fremgår også hvorfor gennemsnittet af A-grupperne  $A_{x,t}$  og  $A_{x,t+1}$  er en rimelig approksimation til døds hyppigheden for en  $x$ -årig som denne fremgår af Danmarks Statistiks dødelighedstavle dateret  $t$  til  $t + 1$ . Denne udglatning af A-grupper er gennemført for samtlige aldersgrupper, der indgår i estimation og fremskrivning af dødelighederne og dateres i offentliggørelsen  $t+1$ .

Dog baseres Danmarks Statistik offentliggørelse af dødeligheden for 0-årige sig på C-grupper. Man kan derfor ikke umiddelbar 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.**

Således er døds hyppigheden for 0-årige i dødelighedstavlen dateret  $t - t + 1$  beregnet fra de i figur 3 indtegnede C-grupper, der fremstår som vandretpositionerede parallelogrammer.

**Figur 3. Datakonventioner i HMD (A-grupper) og Danmarks Statistik vedrørende 0-årige (udglattede C-grupper)**



Dødshyppigheden 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  $t$ .

Det fremgår, at gruppen  $A_{0,t}$  umiddelbart virker som en mere oplagt approksimation til Danmarks Statistiks dødshyppighed for 0-årige end den der anvendes i denne rapporteringen af denne fremskrivning, og som fremkommer ved udglatning af A-grupperne  $A_{0,t}$  og  $A_{0,t+1}$ .

## 4. Dødelighed og forventet levetid

### 4.1 Indledning

Igennem det 20. århundrede steg middellevetiden med 24,1 år for mænd og 25,1 år for kvinder. Det svarer til en gennemsnitlig stigning i middellevetiden på omkring 2,9 måneder om året for mænd og 3,0 måneder om året for kvinder. Både danske mænd og kvinder havde ved indgangen til det 21. århundrede en middellevetid, der var steget med omkring 47 pct. i forhold til middellevetiden ved indgangen til det 20. århundrede. Middellevetiden var i 2005 75,5 år for mænd og 80,1 år for kvinder

Set over hele det 20. århundrede er væksten i den danske middellevetid omtrent fulgt med udviklingen i grænsen for middellevetiden målt som væksten i middellevetiden i det land, hvor denne er højest. Over den 160-årige periode, som der findes data for, har der været en bemærkelsesværdig stabil vækst i denne grænse på 3,0 måneder om året for kvinder og 2,7 måneder om året for mænd, jf. Oeppen & Vaupel (2002). Det er en central pointe i den citerede analyse, at der ikke er nogen tendens til afbøjning i væksten over tid, hvilket fortolkes som et udtryk for, at der ikke er tegn på, at den befolkningsgruppe, der har den højeste middellevetid, nærmer sig en øvre biologisk grænse.

Både danske kvinder og mænd har ved indgangen til det 21. århundrede en middellevetid, som ligger noget lavere end den højst observerede middellevetid. I 2003 toppede japanske kvinder med en middellevetid på 85,3 år, mens danske kvinders var 79,5 år. Hos mændene toppede Island med en middellevetid på 79,0 år, mens danske mænds middellevetid var 74,9 år, jf. OECD (2005). Der er således grund til at forvente, at væksten i den danske middellevetid kan fastholdes i en lang tidshorizont uden, at der burde opstå tegn på, at en biologisk grænse nås.

Udviklingen i middellevetiden i Danmark i det 20 århundrede kan i store træk opdeles i tre delperioder karakteriseret ved henholdsvis relativ høj vækst frem til starten af 1950'erne, lavere vækst eller stort set ingen vækst i perioden fra midten af 1950-erne til starten af 1990'erne og til sidst en periode, hvor væksten igen er relativ høj. Dateringen af perioderne er lidt forskellig for mænd og kvinder, men det er fælles for de to køn, at der i perioden op til omkring 1995 stort set ikke var vækst i den aldersbetingede restlevetid.

De tre perioder med forskellige vækstrater i den aldersbetingede restlevetid genfindes i en række af de øvrige europæiske lande, herunder de øvrige nordiske lande (bortset fra Finland). Der er dog den forskel, at perioden, hvor der er lav eller ingen vækst i den aldersbetingede restlevetid er markant længere i Danmark end i de øvrige lande, hvor perioden med de højere vækstrater begynder i slutningen af 1970'erne eller i starten af 1980'erne.



De tre perioder med forskellig udvikling i den aldersbetingede restlevetid betyder, at en fremskrivning baseret på den historiske udvikling ikke bliver robust, men tværtimod bliver afhængig af det valg af historisk periode, som lægges til grund. Den relative høje vækst i den aldersbetingede restlevetid i perioden efter 1995 kan ikke reproducere med udgangspunkt i den historiske udvikling, der ligger forud for denne, fordi der i en lang periode forud for 1995 var meget lav vækst i restlevetiden for de fleste grupper i befolkningen. For en række af de øvrige lande, som har en tilsvarende udvikling, er problemet søgt løst ved i høj grad at basere fremskrivningen på data for perioden efter at stigningen i væksten i restlevetiden er indtruffet.

Samme metode anvendes i denne fremskrivning. Imidlertid betyder det senere vendepunkt for væksten i levetiden i Danmark end i de øvrige lande, at det bliver særligt usikkert at skønne over den fremtidige udvikling i Danmark, fordi den dataperiode, der kan lægges til grund bliver meget kort. Der er således en afvejning mellem usikkerheden ved kun at lægge en kort periode til grund og risikoen for, at en fremskrivning baseret på en længere dataserie vil blive domineret af den lange periode med meget lav vækst i restlevetiden.

Baseres fremskrivningen på en kort dataserie fra omkring 1990 og frem, vil den kortsigtede udvikling i den aldersbetingede restlevetid ligge i underkanten af den udvikling, der er observeret i den seneste periode (med høj vækst). I denne fremskrivning vil væksten have en tendens til at aftage, således at den langsigtede vækst svarer til den lange dataserie. Set over fremskrivningsperioden som gennemsnit betyder dette, at væksten i Danmark ligger under trenden i grænsen for middellevetidsudviklingen. Ulemper ved denne fremskrivning er, at den anvendte dataserie er så kort, at estimerne på udviklingen i den aldersbetingede dødelighed bliver usikre og udviklingen for de enkelte aldre påvirket af udsving i den seneste periode.

Baseres fremskrivningen på en længere serie f.eks. startende omkring 1965 vil fremskrivningen allerede fra det første år udvise en vækstrate, der er meget lavere end den, der er observeret gennem de seneste 10 år. Denne fremskrivning indebærer derfor at den seneste periode opfattes som "unormal". Erfaringerne fra de øvrige vestlige lande peger imidlertid på at den højere vækst fastholdes over en lang periode. Der er derfor grund til forvente at denne fremskrivning vil føre en undervurdering af den fremtidige vækst i levetiden allerede fra fremskrivningens start. Samtidig vil den føre til, at vækstraten i Danmark såvel på kort som på langt sigt vil ligge et godt stykke under den robuste trend i grænsen for middellevetidsudviklingen.

På denne baggrund baseres fremskrivningen på data for perioden 1990 – 2005. Samtidig gennemføres en alternativ fremskrivning baseret på data for perioden 1965 – 2005. Denne fremskrivning benævnes referencefremskrivningen. Formålet med at vise begge fremskrivninger er at illustrere den betydelige usikkerhed, der er forbundet med fremskrivningen af den

aldersbetingede restlevetid. De to fremskrivninger sammenlignes med den fremskrivning af levetidsudviklingen for forskellige aldersgrupper, som Haldrup (2004) udførte for Velfærdskommissionen, jf. Velfærdskommissionen (2004). Det er samme levetidsfremskrivning, der ligger til grund for DREAM befolkningsfremskrivning fra 2004. Denne fremskrivning afviger blandt andet ved at være baseret på data for perioden fra 1904 – 2002.

Såvel nærværende fremskrivning som Velfærdskommissionens fremskrivning anvender den af Lee & Carter (1992) foreslåede metode til fremskrivning af aldersbetingede dødeligheder. Denne metode har i de senere år opnået en 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). Lee-Carter metoden anvendes herudover til befolkningsfremskrivninger i en række lande, f.eks. Sverige, jf. Statistiska centralbyrå (2003,2005).<sup>8</sup> Herudover anvendes metoden af en række forskergrupper. Den stigende udbredelse har betydet, at der er en ganske omfattende afprøvning af metoden på forskellige lande og generelt findes, at metoden har gode fremskrivningsegenskaber.<sup>9</sup>

Den internationale diskussion om metoder til fremskrivning af befolkningsudviklingen foregår derfor i høj grad inden for rammerne af Lee-Carter metoden, som søges videreudviklet med henblik på at forbedre fremskrivningsegenskaberne i de enkelte lande. Dette papir er i tråd med denne udvikling. I næste afsnit præsenteres hovedtrækkene i Lee-Carter metoden og de mest udbredte typer af videreudviklinger af metoden. Dernæst præsenteres udviklingen i dødeligheden og restlevetiden for danske mænd og kvinder i afsnit 3. For hvert af de to køn foretages en sammenligning med udviklingen i de øvrige nordiske lande med henblik på at fastlægge, om der er tale om generelle eller landespecifikke forhold, der ligger til grund for den observerede udvikling i Danmark. Analysen af danske og internationale data anvendes som udgangspunkt for fastlæggelse af datagrundlaget for en fremskrivning af restlevetiden for henholdsvis mænd og kvinder fordelt på alder. Estimationsresultater og metode beskrives i afsnit 4, mens de justeringer i Lee-Carters fremskrivningsmetode som indføres i denne analyse præsenteres i afsnit 5. Den resulterende fremskrivning af restlevetiden fordelt på alder og køn præsenteres i det afsluttende afsnit 6 og sammenlignes med fremskrivningen i Velfærdskommissionen (2004).

Hovedresultaterne i fremskrivningen er, at middellevetiden frem til år 2100 stiger med 13,3 år for mænd og 9,8 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),

<sup>8</sup> Norge anvender andre statistiske estimationsmetoder, som har en mere kompleks struktur end Lee-Carter metoden, jf. Keilman, Pham & Hetland (2001).

<sup>9</sup> 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)

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 4,7 år mens væksten var på 6,4 år for kvinder. I fremskrivningen fås, at den tilsvarende vækst frem til 2100 er 9,9 år for mænd og 7,6 år for kvinder. Dette afspejler det generelle resultat, at fremtidige reduktioner i dødelighederne forventes at få relativ større effekt på restlevetiden for ældre.

#### 4.2 Lee-Carter metoden og udvidelser af denne

Den grundlæggende ide 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. På danske data laves dette opdelt på mænd og kvinder.

For at reducere dimension i problemet antages, at der er en betydelig regularitet til udviklingen af de aldersspecifikke dødeligheder, således at de kan beskrives ved hjælp af 3 elementer: En aldersspecifik del, der er uafhængig af tidspunktet, en tidsafhængig udvikling i et mål for den samlede dødelighed (kaldet mortalitetsindekset) og et (tidsuafhængigt) 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

$b(x)$  er gennemslaget af denne på dødelighed for aldersgruppe  $x$ .

$e(x,t)$  er et alders- og tidsafhængigt fejl-led.<sup>10</sup>

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 ar-

<sup>10</sup> For den konkrete estimationsprocedure henvises til f.eks. Haldrup (2004) eller dokumentationsrapporten til dette papir i Hansen (2006).

tikel (1992) som en *random walk med drift*. Det betyder, at der i fremskrivningen antages en konstant fremtidig vækstrate i dødeligheden for en given årgang.

De udvidelser der i de senere år er lavet af Lee-Carters oprindelige artikel tager udgangspunkt i antagelserne eller de afledte implikationer.

Den første type analyser tager udgangspunkt i, at der antages, at vækstraten i de aldersbetingede dødeligheder er konstante og at forholdet mellem vækstraten i dødelighederne for aldersgrupperne er uændret over tid. Det undersøges derfor om data for det pågældende land har denne egenskab. Det generelle resultat er, at denne beskrivelse er dækkende for ganske lange del-perioder, men at der typisk vil være et eller flere tidspunkter med strukturelle brud, hvor sammenhængen ophører. Herefter følger endnu en periode, hvor antagelserne er opfyldt, men med en anden samlet vækstrate og/eller et andet forhold mellem de aldersbetingede vækstrater. Dette leder til en diskussion af længden af den dataserie, der indgår i estimationen, som leder frem til fremskrivningen. Der findes for en række lande, at begrænsning af dataserien forbedrer fremskrivningsegenskaberne i hvert fald på det kortere sigt.

Lee & Miller (2001) finder på amerikanske data en tendens til brud udviklingen i dødeligheden og i alderssammensætningen af denne omkring 1950 ligesom i Danmark og en række andre vestlige lande. De analyserer fremskrivningsegenskaberne ved lade modellen fremskrive den historiske periode frem til 1998. De finder, at en dataserie startende i 1950 har klart bedre fremskrivningsegenskaber end en serie startende i 1920.

Carter & Prskawetz (2001) sammenligner for Østrig egenskaberne ved fremskrivninger baseret på henholdsvis perioden fra 1947-1999 og 1976-1999 og at særligt for udviklingen i dødeligheden i de højere aldersgrupper er den korte periode at foretrække fordi der indtræder en ændring i den relative reduktion af dødelighederne mellem de forskellige aldersgrupper imod slutningen af dataperioden.

Booth, Maindonald & Smith (2002) videreudvikler denne ide ved at introducere et test for den optimale datalængde. Udgangspunktet er, at dataperioden skal ende i data for det senest offentliggjorte tidspunkt. Metoden skal derfor udpege startpunktet for den dataserie, der lægges til grund for fremskrivningen. Det kriterium, der anvendes, er, at udviklingen i mortalitetsindekset,  $k(t)$  skal kunne beskrives ved en lineær trend i den historiske periode. Datas afvigelse fra denne trend måles, og hvis reduktion af dataperioden leder til en "substantially smaller" afvigelse vælges at forkorte perioden. Metoden udpeger på australske data for det 20. århundrede et brud i trenden for  $k(t)$  i slutningen af 1940'erne (lidt før 1950) og et omkring 1968. Bruddet i 1950 reducerer faldet i dødelighederne, mens bruddet i 1968 forøger reduktionen i dødelighederne, og svarer således til det brud der ses i danske data i omkring 1995. Analysen viser, at fremskrivningsegenskaberne for Lee-Carter modellen baseret på data fra 1968 dominerer

fremskrivninger baseret på en længere periode, dvs. enten fra 1950 eller hele perioden.

Booth, Tickle, & Smith (2005) sammenligner for 10 lande herunder Danmark ovenstående metode med henholdsvis Lee & Millers forslag om at starte dataserien i tidspunktet for det generelle brud omkring 1950 og en Lee-Carter estimation baseret på hele perioden. Ved anvendelse af data frem til 1985 og fremskrivninger på den historiske periode fra 1986-2000. For alle landene udpeger metoden i Booth, Maindonald & Smith (2002) et brud der ligger efter 1950. For Danmark udpeges året 1968 for mænd og 1967 for kvinder. For hovedparten af landene herunder for Danmark findes, at den kortere periode reducerer fejlen på fremskrivningen.

Lundström & Qvist (2004) undersøger udviklingen i svenske dødelighedsdata for det 20. århundrede og finder to større brud i udviklingen både i alderssammensætningen af dødelighedsreduktionen og i den gennemsnitlige størrelse af denne. Første brud dateres til 1951 og andet brud til 1981, jf. nedenfor for en nærmere gennemgang af den svenske udvikling. Baseret på denne analyse har de officielle svenske befolkningsfremskrivninger fra 2003 og frem været baseret på en udvikling i dødelighederne fremskrevet ved Lee-Carter metoden ud fra en dataserie for perioden fra 1990 til seneste data år, jf. Statistiska centralbyrån (2003,2005).

Den næste type analyser indfører flere forklarende variable i beskrivelsen af udviklingen i (logaritmen til) de aldersbetingede dødeligheder. Det mest åbenlyse er at øge dimensionen af leddet  $b(x)k(t)$ , således at udviklingen beskrives ved to eller flere stokastiske processer over tid, som har hver sit gennemslag på de aldersbetingede dødeligheder. Det betyder, at der ikke – som i den oprindelige formulering – nødvendigvis er et fast forhold mellem dødelighedsvækstraten i de enkelte aldre. Det vises i Girosi & King (2005), at dette forbedrer relationens forklaringskraft mærkbart blandt andet for en række skandinaviske lande (Danmark er ikke undersøgt).

En tilsvarende ide er at opdele den samlede aldersbetingede dødelighed efter en række hoveddødsårsager og således opfatte den samlede aldersbetingede dødelighed som summen af disse. For hver hoveddødsårsag beskrives den aldersbetingede dødelighed ved en "standard" Lee-Carter relation. Da de enkelte hoveddødsårsager har en forskellig aldersfordeling indebærer dette, at der heller ikke i dette tilfælde nødvendigvis er et fast forhold mellem dødelighedsvækstraterne i de enkelte aldre. Wilmoth (1995, 1996)

En tredje variant af dette er at opdele de aldersbetingede dødeligheder i overordnede aldersgrupper og fastlægge udviklingen i hvert af de overordnede aldersgrupper ved en standard Lee-Carter relation. En empirisk begrundelse for dette er, at de aldersbetingede dødeligheder har tendens til at udvise en opdeling i tre faser: Spæd- og småbørnsdødelighed op til ca. 10 år, dødelighed for ungdomsgruppen op til 30-40 års alderen og de resterende aldersgrupper. Man kan derved opnå noget af den effekt som

kan opnås ved opdeling efter dødsårsager uden at have disse data til rådighed. Lundström & Qvist (2004) anvender således 40 år som en grænse.

En sidste mulighed som diskuteres i litteraturen er at søge at estimere en mere kompleks stokastisk proces for  $k(t)$  som f.eks. tillader en længere lag-struktur.

I nærværende analyse ses alene på den første type af ændringer dvs. på betydningen for estimation og fremskrivning af at opdele den samlede historiske dataserie i delperioder.

### 4.3 Aldersbetinget dødelighed og restlevetid

Der er en udpræget tendens til, at de aldersbetingede dødeligheder 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 G82<sup>11</sup>, hvor dødsintensiteten beskrives som

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

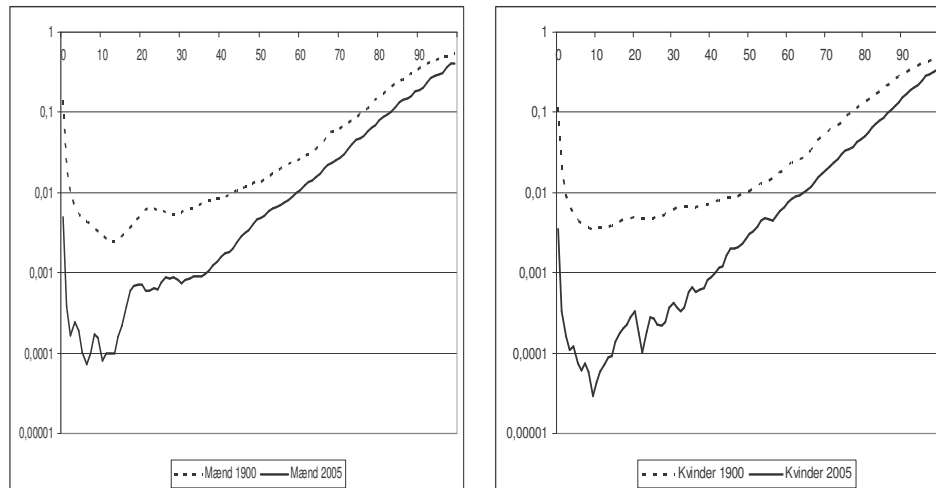
$$m(x) = 0,0005 + 10^{-4,272+0,038x} \quad \text{for kvinder}$$

Tendensen, til at dødsrisikoen vokser med en fast procent for hvert alderstrin, gælder i Danmark fra omkring 30-årsalderen og indtil omkring 80 års alderen, jf. Figur 4, hvor dødsrisikoen for de enkelte aldersgrupper er vist med en logaritmisk skala, således at der er tendens til, at disse vokser lineært med 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 2005 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.

---

<sup>11</sup> 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

**Figur 4. Aldersbetinget dødshyppighed for mænd og kvinder 1900 og 2005 (logaritmisk skala)**



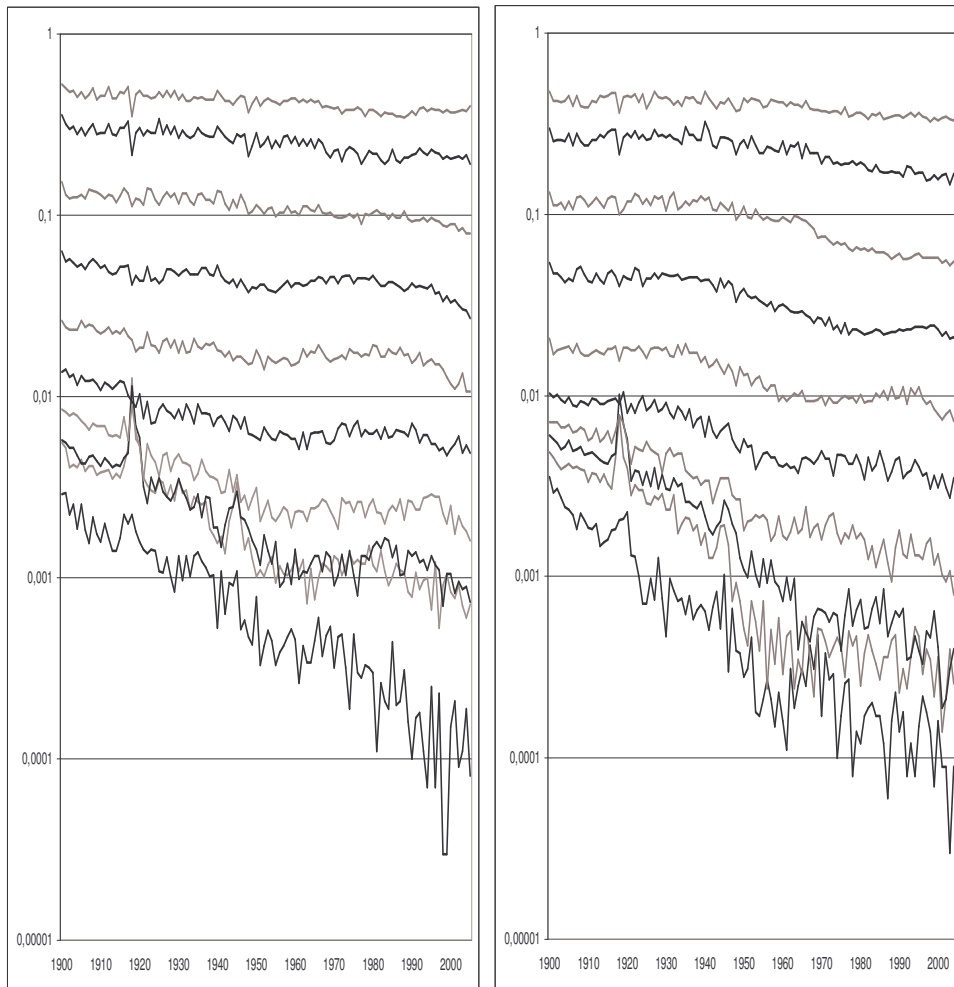
Den historiske udvikling i de aldersbetingede logaritmiske dødeligheder gennem det 20. århundrede har betydet, at logaritmen til dødelighederne er faldet mest for de yngre aldersgrupper (spæd- og småbørnsdødelighed, samt fald i dødeligheden for unge herunder død under barsel for kvinder). Faldet i de logaritmiske dødeligheder 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.

Opdeles den historiske udvikling gennem det 20. århundrede i delperioder, er der imidlertid betydelig forskel på de relative størrelser af faldet i den aldersbetingede dødelighed. Lee-Carter metoden indebærer, at den historiske tendens forlænges således, at den fremskrevne fordeling af faldet i dødelighederne svarer til den historiske udvikling. Det er derfor ikke uden betydning for den fremtidige struktur i dødeligheden, hvilken periode, der lægges til grund for fremskrivningen. Anvendes en lang dataserie vil der ved lange fremskrivninger med Lee-Carter være en tendens til, at de yngre aldersgruppers dødelighed kommer under den lineære tendens, der ses i de nuværende data.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Dette har mindre betydning for befolkningsfremskrivningen, fordi de absolutte dødeligheder er begrænset i udgangspunktet.



**Figur 5. Aldersbetinget dødshyppighed 1900-2005, mænd (venstre) og kvinder (højre) Aldersgrupper 10 år, 20 år, ..., 90 år, 99 år (logaritmisk skala)**



Udviklingen i de aldersbetingede dødeligheder for henholdsvis mænd og kvinder gennem det 20. århundrede er vist for 10-årige, 20-årige, ..., 90-årige og 99-årige i Figur 5. 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 er en tydelig tendens over det lange sigt til, at faldet er størst for de yngre aldersgrupper. Der er således langt større spredning i logaritmen til dødelighederne ved indgangen til det 21. århundrede end ved indgangen til det 20. århundrede.

Der er herudover for begge køn en tendens til, at faldet i dødelighederne for alle aldersgrupper på nær 10-årige flader ud omkring 1950 og først for



alvor begynder at falde igen omkring 1995. Især for mænd kommer de to skift over en kort periode, jf. Figur 5 (venstre side).

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.

#### 4.4 Udviklingen beskrevet ved restlevetid

Som alternativ til udviklingen i de aldersbetingede dødeligheder kan udviklingen beskrives ved udviklingen i 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 (= restlevetiden for en 0-årig) indeholder dermed information på en sammenvejret kompakt form om dødeligheden for alle aldersgrupper. Udviklingen i middellevetiden er derfor måde at udtrykke udviklingen i den samlede dødelighed.

For ethvert år,  $t$ , er restlevetiderne for 1-99-årige beregnet efter nedenstående formel, hvor restlevetiden for en 100-årig er sat til et halvt år og  $x$  angiver alder:

$$\text{restlevetid}(x,t) = m(x,t) \cdot 0,5 + (1 - m(x,t)) \cdot (1 + \text{restlevetid}(x+1,t))$$

Indholdet i denne formel forstås givetvist bedst ved at se på de ekstreme tilfælde, hvor dødelighedsraten  $m(x,t)$  måtte være henholdsvis 0 og 1. Såfremt  $m(x,t) = 1$  ville restlevetiden for den pågældende aldersgruppe være et halvt år, idet det antages, at man dør ligeligt fordelt over året. Er  $m(x,t) = 0$ , kan man se frem til at leve yderligere et år tillagt restlevetiden for en et år ældre aldersgruppe.

Givet at døden indtræder inden for det første leveår, vil det generelt forekomme tidligere end efter et halvt år. Som følge heraf anvendes en speciel og kønsafhængig korrektion for 0-årige. Her anvendes formlen

$$\text{restlevetid}(0,t) = m(0,t) \cdot G + (1 - m(0,t)) \cdot (1 + \text{restlevetid}(1,t))$$

hvor  $G$  er en kønsafhængig konstant, der 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 mænd er anvendt  $G = 0,111$ , mens størrelsen for kvinder er  $0,112$ <sup>13</sup>.

Formlen for beregning af restlevetiden illustrerer tydeligt den ovenfor omtalte afhængighed mellem restlevetid for aldersgruppe  $x$  og dødelighedsrater for aldersgrupperne  $x$  og ældre. Samtidig kan det bemærkes, at udviklingen i restlevetiden i kraft af værende en ikke-lineær transformation af dødelighedsraterne, vil være præget af antagelsen om en eksponentiel udvikling i sidstnævnte.

Bemærk, at en konstant årligt 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 koncentrerer sig i de højere aldre, hvilket ikke giver en tilsvarende stigning i ekstra leveår som en reduktion i dødeligheden blandt unge. Middellevetidsvæksten vil derfor have en tendens til at være faldende over tid, jf. Lee(2001). Dette betyder, at Lee-Carter metoden ikke reproducerer den lineære stigning i middellevetiden, som findes i den nævnte reference af Oeppen & Vaupel (2002).

#### 4.5 Restlevetidsudviklingen for mænd

Restlevetidsudviklingen for mænd i aldersgrupperne 0, 10, 20, ..., 90 år gennem de sidste hundrede år fremgår af Figur 6. Da restlevetiden netop er en sammenvæjning af dødelighederne på et givet tidspunkt, vil brud i trenden i dødelighederne på et givet tidspunkt 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, sammenhold Figur 5 (venstre side) med Figur 6 (venstre side).

Den historiske udvikling i restlevetiden for mænd kan derfor opdeles i 3 adskilte perioder karakteriseret ved forskellige vækstrater for alle aldersgrupper.

- Den første periode fra 1904 til 1953 er karakteriseret ved en betydelig vækst i den mandlige restlevetid. Vækstraten er stort set den samme for alle aldersgrupper fra 10-årige og derover. For disse aldersgrupper ligger væksten på ca. 15 pct. over den 50-årige periode (svarende til 0,3 pct. pr. år). Målt absolut er væksten i restleveti-

<sup>13</sup> 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.

den derfor aftagende med alderen for aldersgrupperne. 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 0,5 pct. Det bemærkes, at der for de yngre aldersgrupper er et betydeligt knæk i væksten omkring 1918. Det er konsekvenserne af den spanske syge i 1918, der er årsagen til dette.

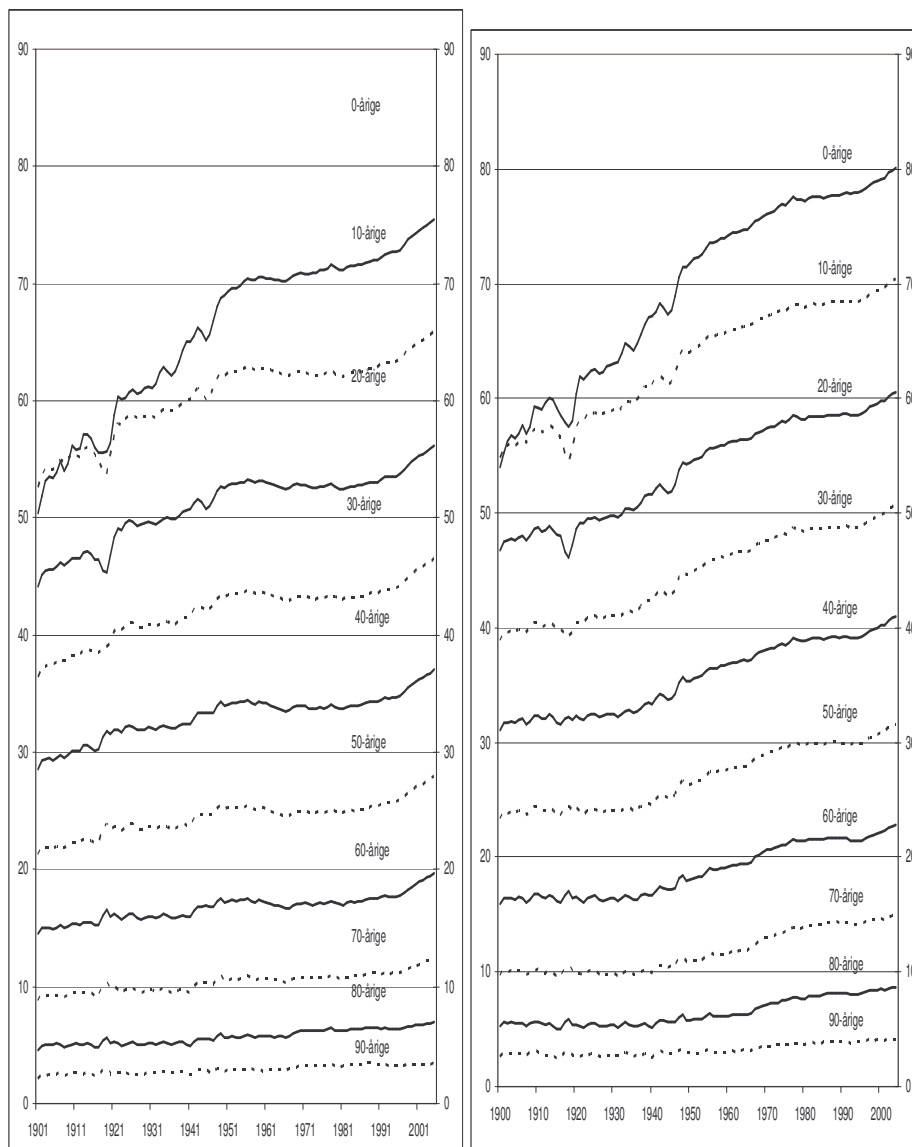
- Den anden periode – lavvækstperioden – strækker sig fra omkring 1953 til 1995. I denne periode er der stort set ikke vækst i restlevetiden for aldersgrupperne fra 10 til 70 år. Vækstraten for den 40-årige periode ligger samlet på omkring 1,5 pct. for disse aldersgrupper (svarende til en gennemsnitlig årlig vækst på 0,04 pct.). Selvom der også er en meget betydelig opbremsning i væksten i middellevetiden er vækstraten i denne på omkring 5 pct. over den godt 40-årige periode (svarende til en gennemsnitlig årlig vækst på 0,1 pct.). For de ældste aldersgrupper er faldet i vækstraten mindre og ligger f.eks. for 80-årige på 8 pct. over perioden
- Den tredje og sidste periode er den nuværende og strækker sig foreløbigt fra 1995 til 2005. I denne periode er restlevetiden for alle aldersgrupper (bortset fra middellevetiden) 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 3,8 pct. siden 1995, restlevetiden for 20-årige mænd med 4,8 pct., restlevetiden for 50-årige mænd med 8,5 pct. og restlevetiden for 60-årige mænd med 11,2 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 2,6 år over perioden, mens restlevetiden for en 60-årig mand er vokset med 2,0 år.

#### 4.6 International sammenligning af udviklingen for mænd

Den bemærkelsesværdige udvikling, hvor der er en betydelig reduktion i væksten i middellevetiden omkring 1950 er ikke enestående for Danmark. Denne tendens genfindes i en række af de vestlige lande som på dette tidspunkt har en høj middellevetid, jf. Figur 7, der viser udviklingen for de nordiske lande. For både Danmark, Norge Sverige og Island ses reduktionen i middellevetidsvæksten omkring 1950. For Norge Sverige og Island er der en tendens til øget vækst igen fra omkring 1980. For Danmark indtræ-

der denne tendens først omkring 1995. De samme tendenser gør sig gældende for restlevetiden for 60-årige mænd, jf. Figur 8.

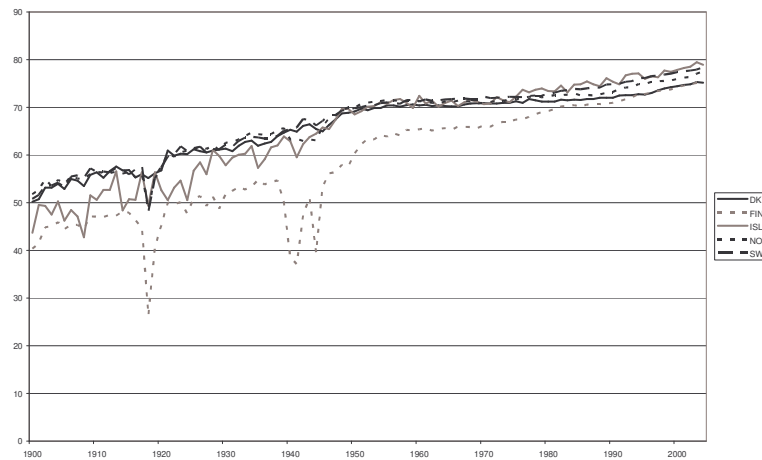
**Figur 6. Restlevetidsudviklingen for udvalgte aldersgrupper mænd (venstre) og kvinder (højre).**



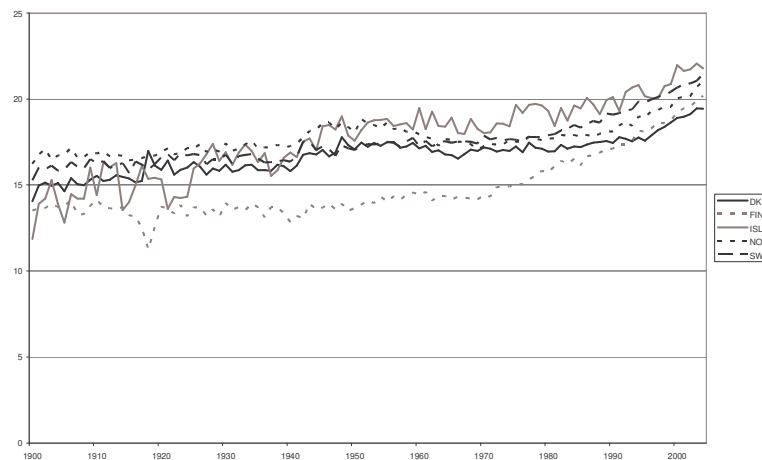
I det følgende sammenlignes den danske udvikling med den svenske, jf. Lundstöm og Qvist (2004). Udviklingen i den svenske restlevetid for mænd falder ligesom den danske i 3 tydeligt afgrænsede delperioder. Lundstöm og Qvist daterer den første – hvor der er en betydelig vækst i restlevetiden for alle aldersgrupper – fra århundredeskiftet til 1951. Altså stort set samme periode som i Danmark. Fordelingen af væksten fordelt på aldersgrupper svarer også til den danske, således at vækstraten er størst for middel-

levetiden, mens der er en lavere, men omtrent ens vækstrate for aldersgrupperne fra 10 år og derover.

**Figur 7. Middellevetidsudviklingen for mænd i de nordiske lande, 1900 -2005**



**Figur 8. Restlevetidsudviklingen for 60-årige mænd i de nordiske lande, 1900 - 2005**



Denne periode efterfølges ligesom i Danmark af en lavvækstperiode, som i det svenske tilfælde strækker sig frem til 1981. Det er karakteristisk for de fleste vestlige lande at lavvækstperioden er kortere end i Danmark og typisk ophører i sidste halvdel af 1970'erne eller i starten af 1980'erne. Ligesom i Danmark er den svenske udvikling i denne lavvækstperiode endvidere karakteriseret ved, at spædbørnsdødeligheden fortsat falder mere end de øvrige dødeligheder, og at opbremsningen i væksten i middellevetiden derfor er lavere end faldet i væksten i restlevetiden for de øvrige aldersgrupper.

Perioden fra 1981 svarer til den periode, der i Danmark starter i 1995, og er således karakteriseret ved, at vækstraten er betydeligt højere end i den foregående periode, og at vækstraten er højere for de ældre aldersgrupper end for de yngre. Sverige har således oplevet en højvækstperiode i restlevetiden, der foreløbig har været i omkring 25 år, mens den tilsvarende danske endnu kun er på ca. 10 år.

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

Disse tre ret klart afgrænsede perioder i udviklingen i restlevetiden for mænd giver anledning til, at der kan anlægges forskellige strategier ved fremskrivningen af den forventede udvikling i restlevetiden, jf. nedenfor.

#### 4.7 Restlevetidsudviklingen for kvinder

Svarende til beskrivelsen for mænd fremgår restlevetidsudviklingen for kvinder i aldersgrupperne 0, 10, 20, ..., 90 år gennem de sidste hundrede år af Figur 6 (højre side). Som beskrevet ovenfor kan udviklingen i dødelighederne for kvinder gennem det 20. århundrede opdeles i 4 adskilte perioder, som ikke er helt så markante som i mændenes tilfælde. De 4 perioder genfindes (på samme måde som hos mændene) i udviklingen i den aldersbetingede restlevetid for kvinder.

- Den første periode varer fra 1904 - 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 vækst i middellevetiden. Vækstraten i middellevetiden for kvinder over perioden fra 1904 til 1936 er på 11 pct., mens den tilsvarende vækstrate i restlevetiden for 10-årige piger er 7 pct., for 30-årige kvinder er den 5 pct. og for 50-årige er den 2 pct. For de alder ældste aldersgrupper er der tale om et fald i restlevetiden gennem perioden. Således reduceres restlevetiden med 1 pct. for 70-årige kvinder og med 4 pct. for 80-årige kvinder.
- I den anden periode fra 1936 til 1978 er karakteriseret ved, at der er en betydelig vækst i restlevetiden for alle aldersgrupper, og at vækstraten er stigende med alderen dog med undtagelse af middellevetiden, hvor vækstraten er høj som følge af fortsat faldende

spæd- og småbørnsdødelighed. I perioden fra 1936 til 1978 vokser middellevetiden for kvinder med 20 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 45 pct.

- Tredje periode – 0-vækstperioden – er fra 1978 til 1995. I denne perioden er der stort set ikke vækst i restlevetiden for kvinder i nogen aldersgrupper.
- Fjerde og sidste periode er den nuværende der foreløbig dækker perioden fra 1995 til 2005. I denne periode er der atter en betydelig vækst i restlevetiden for kvinder i alle aldersgrupper. Som hos mændene 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 2,8 pct. fra 1995 til 2005, mens restlevetiden for 10-årige piger vokser 2,9 pct. i samme periode og det tilsvarende tal for 30-årige er 3,9 pct. For 60-årige vokser restlevetiden med 6,5 pct. i perioden og noget tilsvarende gør sig gældende for de ældre aldersgrupper.

#### 4.8 International sammenligning af udviklingen for kvinder

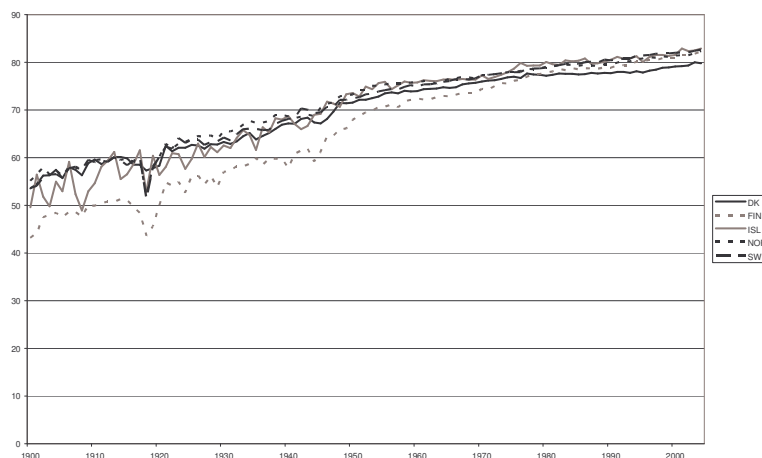
Udviklingen i restlevetiden for danske kvinders adskiller sig fra de fleste andre lande ved at der er periode fra 1978 til 1995, hvor væksten i restlevetiden stort set går i stå. Bortset fra denne periode er der et betydeligt sammenfald mellem udviklingen i Danmark og de øvrige nordiske lande. Undtagelsen er Finland, som gennem hele det 20. århundrede oplever en større stigning i middellevetiden for kvinder end de øvrige nordiske lande og ved indgangen til det 21. århundrede har overhalet Danmark og opnået et niveau der svarer til de øvrige nordiske lande, jf. Figur 9.

Den danske og den svenske udvikling i restlevetiden for 60-årige kvinder har store lighedstræk gennem det 20. århundrede. De to eneste større forskelle er at stigningen i vækstraten sætter ind i midten af 1930'erne i Danmark, mens det først sker i starten af 1940'erne i Sverige. Denne forskel betyder at restlevetiden i Danmark når det svenske niveau omkring 1940. Udviklingen i de to lande er derefter helt parallel frem til 1978, hvor væksten ophører i Danmark men forsætter i Sverige. Omkring 1995 vender væksten tilbage i Danmark, men i den mellemliggende periode er forskellen i restlevetiden vokset til 2,7 år, Figur 10.

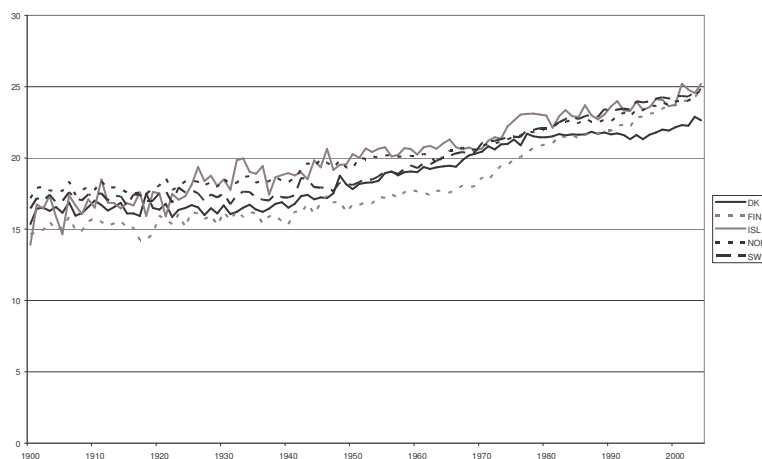
For Island og Norge, hvor restlevetiden er højest, er der en tendens til at væksten aftager i perioden fra 1950 til 1970 således, at udviklingen minder om den, der ses for alle de nordiske lande for mænd. Fra 1970 stiger væksten igen, og der er stort set sammenfald i restlevetidsudviklingen i Norge,

Sverige, og Island igennem de sidste 35 år. Finland har gennem hele perioden en højere vækst men starter på et lavere niveau. Ved udgangen af århundredet har den finske restlevetid samme niveau som de tre øvrige nordiske lande – og Danmark ligger som det eneste nordiske land under de øvrige, jf Figur 10.

**Figur 9. Middellevetidsudviklingen for kvinder i de nordiske lande, 1900 - 2005**



**Figur 10. Udviklingen i restlevetiden for 60-årige kvinder i de nordiske lande 1900 - 2005**



Sammensætningen af væksten i middellevetiden for kvinder er stort set identisk i Danmark og Sverige i første halvdel af det 20. århundrede. Væksten i middellevetiden skyldes i denne periode i høj grad reduktion i spæd- og småbørnsdødeligheden. Der er kun en begrænset vækst i restlevetiden for voksne kvinder i Sverige frem til omkring 1940, hvorefter der er vækst i restlevetiden for alle aldersgrupper. Væksten forsætter med uændret styrke frem til de seneste år, hvor der synes at være en tendens til at vækstraten aftager, jf. Lundström og Qvist (2004).



Internationale sammenligninger peger derfor 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.

#### 4.9 Estimation af Lee-Carter modellen

Den grundlæggende ide 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 til udviklingen af de aldersspecifikke dødeligheder, således at de kan beskrives ved hjælp af 3 elementer: En aldersspecifik del, der er uafhængig af tidspunktet, en tidsafhængig udvikling i et mål for 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  $m(x,t)$  angiver dødelighedsraten på tidspunkt  $t$  for aldersgruppe  $x$ .

Parameteren  $a(x)$  angiver den grundlæggende 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. Centralt for fremskrivningen er den aldersafhængige parameter  $k(t)$ , der beskriver udviklingen over tid i den generelle dødelighed og benævnes derfor mortalitetsindekset. Når det fælles niveau ændres over tid indikerer 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.

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:

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

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

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 estimater for henholdsvis  $b(x)$  og  $k(t)$  kan uddrages.

Således er fundet et initialt bud på modellens parametre. Der er imidlertid ikke er nogen garanti for, at denne estimation resulterer i, at der for et givet år opnås, at det antal døde, der kan beregnes fra estimationen, svarer til det faktiske samlede 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 parameterestimater for  $a(x)$  og  $b(x)$  bestemmes mortalitetsindekset ved anvendelse af en Newton-Raphson algoritme således, at forventet levealder i hele dataperioden opnås. Som det er 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 præ-

cisionen 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,  $k(t)$  over tid. 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.

#### 4.10 Afgrænsning af dataperioden

Gennemgangen af den historiske udvikling i 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. Det betyder, at det bliver centralt for fremskrivningens resultater, hvordan den dataperiode, der lægges til grund, er afgrænset.

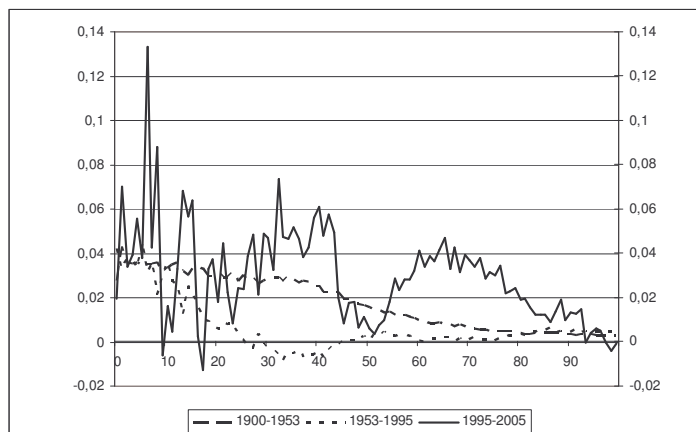
For Danmark identificeredes 3 delperioder for mænd og 4 del perioder for kvinder, jf. afsnit 2. Svarende til analyserne i den i afsnit 2 refererede litteratur er Lee-Carter modellen blevet estimeret for hver af disse 7 delperioder.

Resultaterne af estimationerne af  $k(t)$  og  $b(x)$  er anvendt til at beregne det estimerede årlige procentvise fald i dødelighederne de enkelte aldre, jf. Figur 11 og Figur 12.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Det procentvise årlige fald fremkommer som  $b(x) \Delta k(t)$ . Da  $k(t)$  er en  $I(1)$  proces vil fremskrivningen lede til et lineært fald i  $k(t)$  efter nogle perioder.  $\Delta k(t)$  er derfor konstant og man kan se bort fra tidsafhængigheden i det årlige fald.

**Figur 11. Estimerede årlige procentvise fald i de aldersbetingede dødeligheder, mænd**



Det årlige fald i de aldersafhængige dødeligheder for mænd er meget afhængigt af hvilken af de 3 delperioder, der lægges til grund. Lægges perioden fra 1900-1953 til grund, ses, at den procentvise reduktion i dødeligheden er aftagende med alderen, idet den årlige reduktion i spædbørnsdødeligheden er 4 pct., mens reduktionen i dødeligheden for en 45-årig er 2 pct. og reduktionen herefter gradvist reduceres til 0 for de ældste aldre.

Lægges perioden 1953-1995 til grund fås også årlige fald i spædbørnsdødeligheden på ca. 4 pct., men for de øvrige aldersgrupper er der væsentlig mindre fald. For mænd over 25 år er der intet fald.

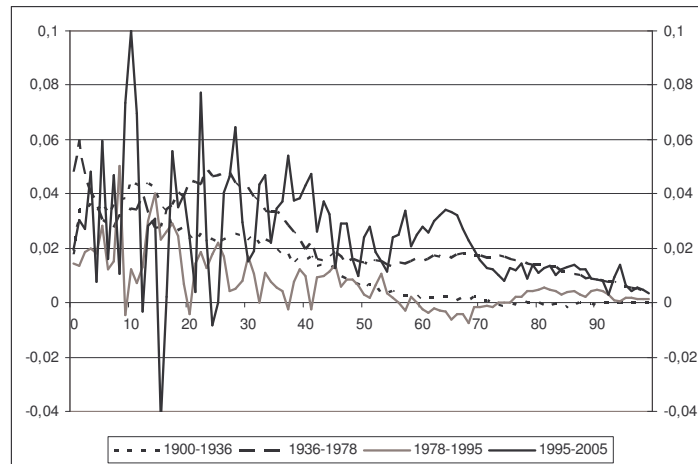
Endelig ses en estimation på basis af perioden fra 1995 at lede til de største procentvise fald i de aldersbetingede dødeligheder, men samtidig er det klart, at den korte periode leder til betydelige fluktuationer for en aldersgruppe til den næste. Dette er en indikation af, at dataperioden er for kort til, at der kan opnås stabile aldersbetingede estimater, fordi disse bliver påvirkede af tilfælde udsving i enkelte år. I denne forbindelse er særligt de systematisk lave reduktioner i dødelighederne for aldersgrupperne fra ca. 45 til 55 år et betydeligt problem for strukturen i dødeligheden i fremskrivningsperioden.

Det er dog på trods af usikkerheden vedrørende de 45-55-årige klart, at aldersstrukturen i dødelighedsfaldet er ændret, når denne periode lægges til grund. De største procentvise fald opnås for gruppen i alderen 30 til 40 år, hvor gennemsnittet er på ca. 5 pct. Imidlertid er det procentvise fald for gruppen fra 60 til 80 år med et årligt niveau på 3 – 4 pct. også betydeligt højere end det ses ved estimation baseret på de øvrige perioder. Det sidste er afgørende, fordi dødeligheden for disse aldersgrupper er høj sammenlignet de unge aldersgrupper.

Analysen af den estimerede effekt på faldet i de aldersafhængige dødeligheder for mænd viser således klart, at estimaterne af  $b(x)$  og  $k(t)$  ikke er

robuste over de tre dataperioder. Valg af dataperiode vil derfor have afgørende effekt på fremskrivningen.

**Figur 12. Estimerede årlige procentvise fald i de aldersbetingede dødeligheder, kvinder**



De samme tendenser til forskelle i både det gennemsnitlige niveau for det procentvise fald i dødelighederne og aldersfordelingen af disse findes for kvinder. Forskellene er dog generelt mindre end for mændene. Også i dette tilfælde ses, at anvendelse af korte tidsperioder for estimationen giver anledning til, at estimaterne for de enkelte aldre svinger meget betydeligt og derved indikerer, at den korte periode giver anledning til betydelig usikkerhed. Samtidig gælder også i dette tilfælde, at estimationen baseret på den seneste periode giver anledning til de største fald, og at dette særligt er markant for aldersgruppen fra 30 til 70 år, hvor de årlige fald er på mellem 5 og 3 pct. Som hos mændene er estimaterne baseret på data for perioden forud for den sidste karakteriseret ved stort set at føre til uændrede aldersbetingede dødeligheder.

Også for kvinder er konklusionen derfor, at estimaterne af  $b(x)$  og  $k(t)$  ikke er robuste over de fire dataperioder, og at dataperiodens længde derfor må forventes at have betydelig effekt på estimaterne.

Tilsvarende resultater har i en række af de øvrige vestlige lande, jf. referencerne i afsnit 2 ledt til, at estimationen alene baseres på data fra den seneste periode, hvor estimaterne er robuste, hvilket svarer til, at der kun anvendes data fra efter det seneste strukturelle brud. For Danmark indebærer dette, som vist ovenfor, at estimaterne ikke bliver robuste, fordi den periode der lægges til grund er for kort. På grund af det strukturelle skift i udviklingen i dødelighederne i 1995 vil udvidelse af perioden føre til, at parameterestimerne for  $b(x) \Delta k(t)$  vil falde systematisk for hvert år perioden udvides med. Dette giver anledning til, at der er meget betydelig usikkerhed på fremskrivningerne af den forventede levetid.

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 dataserier vil have de bedste fremskrivningsegenskaber på kortere sigt.

Årsagen, til at det kan være relevant at inddrage længere dataperiode, er både den betydelige usikkerhed med hensyn til estimerne og hensynet til det længere sigt. Som vist er den seneste periode 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 endelig 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.

Der er derfor gennemført analyser, hvor estimationen er baseret på dataperioder af forskellig længde. Resultatet af disse er, at der kun er begrænset effekt på estimerne af at forlænge dataserien ud over perioden fra 1965-2005. Estimer baseret på denne dataserie anvendes derfor som reference, og der laves en fremskrivning baseret på denne. Fremskrivningen indebærer, at der fra det første år i fremskrivningen er en markant lavere vækst i middellevetiden end den, der er blevet observeret i de seneste ti år.

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 estimer er det nødvendigt at udvide antallet af observationer. Valget af dataserie er efter denne procedure faldet på perioden fra 1990-2005. 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 perioden fra 1965-2005, og at de to vækstrater er ens inden udgangen af det 21. århundrede. På det korte sigt indebærer denne fremskrivning en vis opbremsning i væksten i middellevetiden i forhold til den historiske trend.

#### **4.11 Estimationsresultater**

I det følgende gennemgås estimationsresultaterne for både dataserien 1990-2005, der anvendes til fremskrivningen for både mænd og kvinder og den langsigtede reference dataserie fra 1965-2005 også for både mænd og kvinder.

Nedenstående modeller for indekset for dødelighederne,  $k(t)$  findes efter test at være velspecificerede for de fire fremskrivninger af  $k(t)$ . Indeks frembragt på baggrund af data fra 1990-2005 findes at kunne beskrives ved følgende, hvor spredningen på de estimerede koefficienter er angivet i parentes

$$\text{Mænd:} \quad \Delta k(t) = -2,4820_{(0,6087)}$$

$$\text{Kvinder:} \quad \Delta k(t) = -4,5374_{(1,3046)} - 0,6735_{(0,2611)} \Delta k(t-1)$$

For fremskrivningen baseret på data fra 1965-2005 følger mortalitetsindekset for såvel mænd som kvinder en  $I(1)$  proces med en trend.

$$\text{Mænd:} \quad \Delta k(t) = -1,9951_{(0,4964)} - 0,3150_{(0,1805)} \Delta k(t-1)$$

$$\text{Kvinder:} \quad \Delta k(t) = -2,7285_{(0,6079)} - 0,4840_{(0,1553)} \Delta k(t-1)$$

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. 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. jf. Figur 13 og Figur 14.

For mænd indebærer en fremskrivning baseret på perioden 1990-2005, at den årlige reduktion i dødeligheden bliver større for alle aldersgrupper bortset fra unge i visse aldre mellem 10 og 20 år end, hvis fremskrivningen baseres på data for perioden 1965-2005.

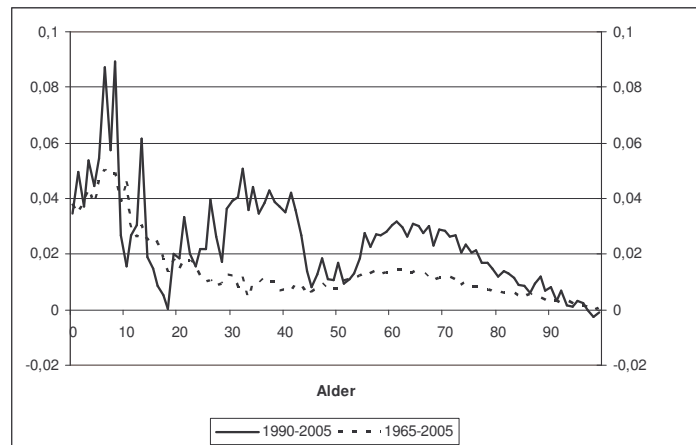
Fremskrivningen baseret på perioden 1965-2005 indebærer årlige fald i dødeligheden på omkring 4-5 pct. for børn faldende til omkring 2 pct. for 20-årige og 1 pct. for mænd i alderen 25-75 år. For de ældste er det årlige fald lidt mindre.

De tilsvarende fald i de aldersbetingede dødeligheder baseret på data for 1990-2005 afviger især for aldersgruppen 25-40 år, hvor det årlige fald i fremskrivningen bliver på omkring 4 pct. For aldersgruppen fra 55-70 år bliver det årlige fald på omkring 3 pct. mens faldet for de ældre aldersgrupper gradvist reduceres fra dette niveau til 0 pct. for personer over 95 år.

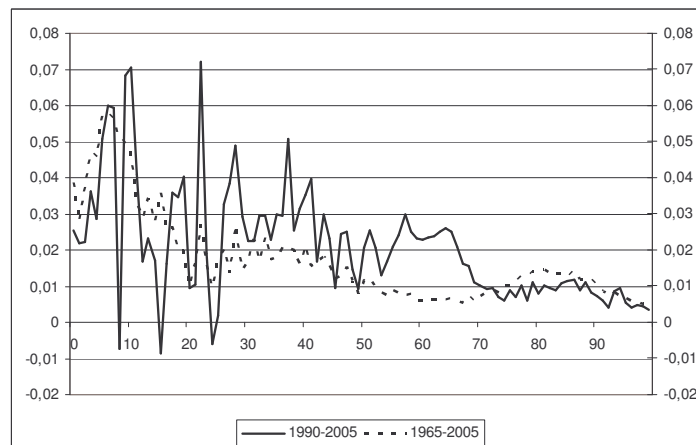
De aldersbetingede årlige reduktioner i dødeligheden er for det første mere usikre, når den korte dataperiode lægges til grund. Dette fremgår af kurvens mere takkede struktur. For det andet og vigtigere er tendensen til, at de procentvise årlige fald er størst for de laveste aldre og gradvist fal-

dende med alderen, ikke systematisk til stede med den korte dataserie. Markante undtagelser er aldersgrupperne fra omkring 17 til 32 år og fra 52 til 60 år, hvor reduktionen i dødeligheden er voksende med alderen.

**Figur 13. Estimerede årlige procentvise fald i de aldersbetingede dødeligheder, mænd**



**Figur 14. Estimerede årlige procentvise fald i de aldersbetingede dødeligheder, kvinder**



Det sidste punkt er kritisk, fordi fremskrivningen over tid vil afvige stadigt mere markant fra Gompertz lov om, at dødelighederne vokser eksponentielt over med alderen. For de to nævnte aldersgrupper vil dødelighederne over tid få tendens til at være aftagende med alderen.

For kvinder er forskellen mellem de to sæt estimerede reduktioner i de aldersbetingede dødeligheder mindre end for mændene. Der er dog også for kvinderne en tendens til reduktionen er størst i det tilfælde, hvor den baseres på data fra perioden 1990-2005. Der er dog en tendens til at dette ikke er tilfældet både for de yngre aldre op til 25 år og de ældre dvs. fra ca. 72 år og herover.



Svarende til resultaterne for mænd haves, at den kortere dataperiode fører betydelige udsving i reduktionerne i de aldersbetingede dødeligheder, men i modsætning til hos mændene er der ikke længere sammenhængende aldersgrupper for reduktionen i dødelighederne er stigende med alderen. Tendensen til brud på Gompertz lov er derfor ikke udtalt for kvinderne

#### 4.12 Korrektioner af fremskrivningsmetoden

Som angivet ovenfor fremkommer fremskrivningen ved, at udviklingen i det estimerede mortalitetsindeks,  $k(t)$  fremskrives og udviklingen i de aldersspecifikke dødeligheder beregnes ud fra de estimerede  $a(x)$  og  $b(x)$ . Herudfra kan udviklingen i den aldersspecifikke restlevetid i fremskrivningen beregnes.

Der foretages dog to yderligere korrektioner inden dette gøres. 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 praktisk 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 som det fremgik ovenfor føre til uhensigtsmæssige 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 uhensigtsmæssigt. Problemet er størst, hvis metoden baseres på en kortere dataserie, og hvis metoden samtidig anvendes til længere fremskrivninger. De Jong & Tickle (2005) foreslår en udglatningsmekanisme for dette tilfælde. I nærværende fremskrivning er der anvendt en udglatningsmekanisme, som afviger fra denne.

Inden resultaterne af fremskrivningen præsenteres sidst i afsnittet gennemgås disse to justeringer.

#### 4.13 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/- knækpunkter eli-

mineres 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

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

Sidste led på højre side angiver den estimerede værdi for de logaritmiske dødeligheder det sidste historiske år.  $x$  angiver som hidtil alder. 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

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

Biaskorrekturen påvirker dødshyppighederne som følger

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

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 korrektionen som specificeret ovenfor ikke er tidsafhængig, bør der gøres forsøg på at redegøre for vedvarende konsekvenser og vurdere disse i forhold til gevinsten første år.

Det er nærliggende at undersøge, hvorvidt fremskrivningspræcisionen påvirkes af anvendelse af metoden. Til dette formål anvendes data fra 1835-2004 fra HMD. På baggrund af en dataperiode omfattende 40 år fremskrives dødelighederne for de efterfølgende 10 år, hvorefter den gennemsnitlige kvadratiske fremskrivningsfejl over alder for det 10. fremskrivningsår beregnes. Dataperiodens begyndelses- og sluttidspunkt forskydes et år, og eksperimentet gentages. Første data- og fremskrivningsperiode bliver dermed hhv. 1835-1874 og 1875-1884, mens de sidste bliver 1955-1994 og 1995-2004. Eksperimentet gennemføres både med og uden anvendelse af Bells korrektion. I 57 % af tilfældene er fejlen i det 10. fremskrivningsår mindst, når Bells korrektion anvendes. Dette taler umiddelbart for en ukritisk anvendelse af metoden. På den anden side er den numeriske værdi af fremskrivningsfejlen markant større i de tilfælde hvor fremskrivning uden korrektion er mest præcis. Den gennemsnitlige fremskrivningsfejl er derfor kun marginalt mindre, når Bell korrektion anvendes.

En udtømmende sammenligning af fremskrivningsegenskaberne med og uden Bells korrektion, bør i princippet omfatte et bredt udvalg af dataperiodelængder og fremskrivningshorisonter. Registreres fremskrivningsfejlen således i et eksperiment identisk med ovenstående, men med en fremskrivningsperiode på 20 år, vil den gennemsnitlige fejl være mindst, såfremt Bells korrektion udelades, til trods for, at fejlen ved anvendelse af korrektionen stadig er mindst i over halvdelen af tilfældene, her 55 %.

En tredje type eksperiment er gennemført ved at variere dataperiodens længde fra 15 til 100 år for et givet slutår. For hvert af disse slutår registreres den mindste fremskrivningsfejl i det 20. fremskrivningsår henholdsvis med og uden Bell's korrektion. I dette tilfælde vil fremskrivning uden Bell's korrektion være at foretrække i 60 % af tilfældene. Den mindste fremskrivningsfejl er således ikke nødvendigvis frembragt af den samme periode-længde i eksperimenterne med og uden anvendelse af Bells korrektion og formålet er dermed ikke at afgøre metodens indflydelse på en bestemt periodelængde, men derimod på den mindste fremskrivningsfejl.

På basis af disse resultater anvendes her en modificeret version af Bell's metode. 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 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, samti-

dig med at potensfunktionen sikrer, at biaskorrektionen i sidste dataår ( $t = 0$ ) er uændret.

Der er to yderpunkter for potensfunktionen. For det første tilfælde  $\gamma = 0$  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 i denne fremskrivning valgt at fastlægge parameteren  $\gamma$  således halveringstiden for korrektionen,  $T_{1/2}$ , bliver 10 år. I det halveringstiden defineres som

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

er

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

som i nærværende tilfælde får værdien  $\gamma = 0,93303$ . For fuldstændighedens skyld bliver den modificerede biasjusterede fremskrivning for fremskrivningsperiode  $s$  dermed

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

hvor  $x \geq 50$ .

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

Lad  $\ln(\hat{m}(x, t + s))_{\text{smooth}}$  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.

#### 4.15 Resultater af fremskrivningen

De estimerede årlige reduktioner i den aldersbetingede dødelighed er generelt positive for alle aldersgrupper, jf. Figur 13 og Figur 14. Det betyder, at fremskrivningen over tid vil føre til, at dødelighederne reduceres for alle aldersgrupper.

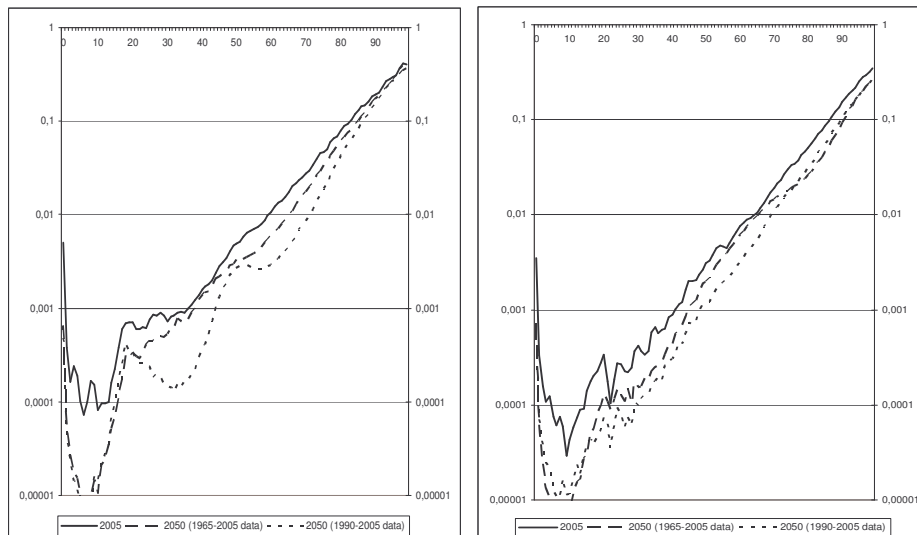
Logaritmen til de aldersbetingede dødeligheder er i Figur 15 vist både for det seneste år i dataserien, som er 2005 og fremskrevet til 2050. Der vises både selve fremskrivningen baseret på dataserien fra 1990 og referenceforløbet baseret på dataserien fra 1965. For både mænd og kvinder reduceres den aldersbetingede dødelighed frem mod 2050.

I fremskrivningen ses, at tendensen til, at de årlige reduktioner i den aldersbetingede dødelighed for mænd er voksende med alderen for aldersgrupperne 17-32 år og 52-60 år, som forventet fører til et ganske markant brud på Gompertz lov om, at dødeligheden vokser eksponentielt med alderen. For de to nævnte aldersgrupper er dødeligheden faldende med alderen i år 2050. For referencefremskrivningen baseret på dataserien fra 1965 er der tendenser til samme type problem for aldersgruppen fra 52 til 60-årige.

Samtidig fremgår det, at referencefremskrivningen indebærer, at reduktionen i dødeligheden vil være meget beskedent, særligt for aldersgrupperne fra 25 til 50 år, hvor der stort set ikke er nogen reduktion i dødelighederne.

For kvinder haves omvendt, at fremskrivningen leder til en stort set perfekt lineær vækst i logaritmen til dødeligheden med alderen i år 2050. Derimod leder referencefremskrivningen baseret på dataserien fra 1965 til en tendens til brud på den lineære vækst som følge af, at de estimerede årlige reduktioner i dødeligheden blandt kvinder i aldersgrupperne fra 30-70 år er meget lave, hvis denne dataperiode lægges til grund.

**Figur 15. Aldersbetinget dødshyppighed for mænd (venstre figur) og kvinder (højre figur)**



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.

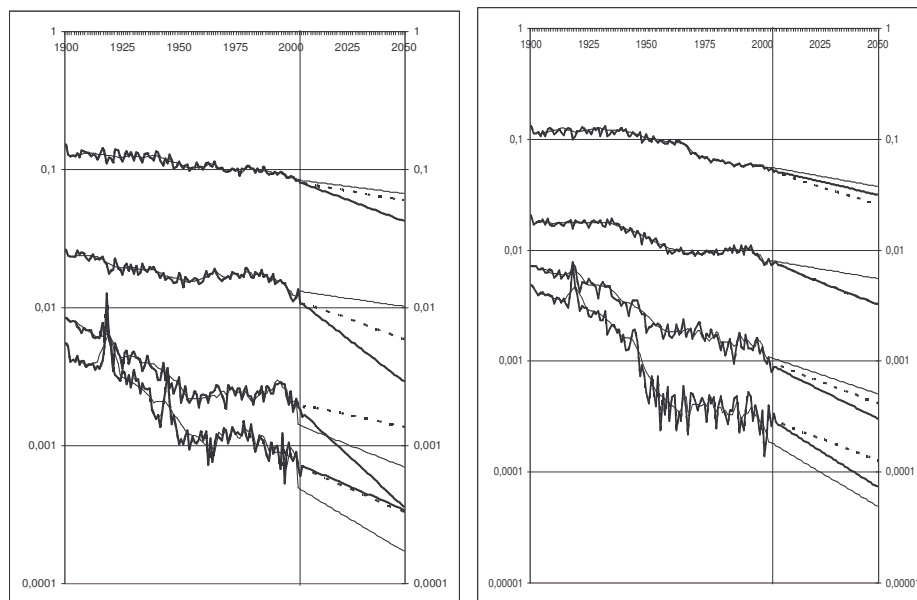
#### 4.16 Udviklingen i dødeligheden for de enkelte aldersgrupper

Betydningen af den valgte estimationsperiode illustreres klarest ved at tage udgangspunkt i logaritmen til dødeligheden for en given alder. Lee-Carter metoden implicerer, at den fremskrevne udvikling i logaritmen til dødeligheden for en given aldersgruppe kan vurderes ud fra trenden i dødeligheden gennem den valgte estimationsperiode. I Figur 16 sammenlignes fremskrivningen (fed fuldt-optrukket kurve) med referencefremskrivningen baseret på dataserien fra 1965 (fed stiplede kurve) og fremskrivningen i DREAM (2004), der er identisk med Velfærdskommissionens fremskrivning af dødelighederne. Denne fremskrivning er baseret på data for perioden 1904-2002 (tynd fuldt-optrukket kurve).

Som forventeligt er der især for gruppen af mænd i alderen 30 til 70 år en meget betydelig forskel på udviklingen dødeligheden i de tre fremskrivninger. Dødeligheden i hovedfremskrivningen udviser en betydelig tendens til

fald, fordi dødeligheden for disse aldersgrupper er faldet betydeligt gennem de seneste ti år. I perioden op til 1995 faldt dødelighederne stort set ikke for denne aldersgruppe af mænd. Referencefremskrivningen får derfor en væsentlig lavere reduktion i den fremtidige dødelighed, fordi denne fremskrives ud fra udviklingen i to historiske to delperioder med forskellig historisk reduktion. For aldersgrupperne op til 40 år har DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning stort set samme årlige reduktion som referencefremskrivningen. Der er imidlertid en betydelig forskel i startniveauet for dødelighederne, fordi DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning ikke er korrigeret, så den tager udgangspunkt i den seneste observation. Forskellen mellem de to fremskrivinger viser derfor den potentielle effekt af at anvende den af Bell (1997) foreslåede korrektion ved fremskrivinger baseret på den lange historiske dataserie. Med anvendelsen af de kortere data serier er behovet for korrektionen betydeligt mindre på danske data.

**Figur 16. Dødshyppighed for udvalgte aldersgrupper (20, 40, 60 og 80 år), mænd (venstre figur) og kvinder (højre figur), logaritmisk skala**



Note: Da dødeligheden er voksende med alderen er 80-årige øverst, efterfulgt af 60-årige osv.

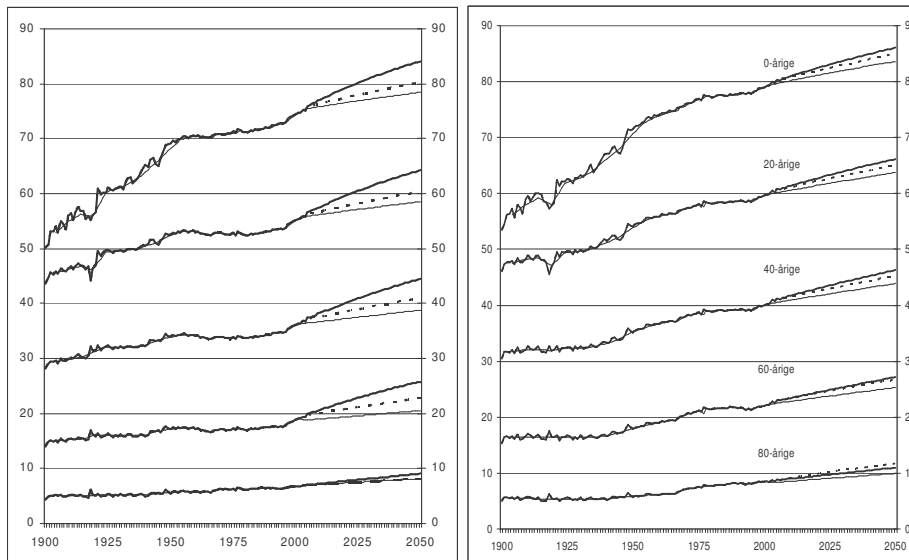
Den historiske tendens til, at de senere års reduktion i dødeligheden er vokset relativt, fremgår ligeledes af Figur 16, hvor det såvel for mænd som kvinder gælder, at dødeligheden for 60-årige (og i mindre grad 80-årige) reduceres betydeligt mere i referencefremskrivningen end i Velfærdskommissionens fremskrivning.

For kvinder gælder generelt, at forskellen mellem de tre fremskrivinger er væsentligt mindre end for mænd.

#### 4.17 Udviklingen i den aldersbetingede restlevetid

Reduktionen i aldersbetingede dødelighed over tid giver anledning til en stigning i den aldersfordelte restlevetid. Udviklingen i denne i de tre ovenfor nævnte fremskrivninger er vist i Figur 17.

**Figur 17. Restlevetid for udvalgte aldersgrupper (0, 20, 40, 60 og 80 år), mænd (venstre figur) og kvinder (højre figur)**



Stigningen i den aldersbetingede restlevetid er i hovedfremskrivningen en forlængelse af de seneste års udvikling kombineret med en tendens til gradvist aftagende vækst. Referencefremskrivningen betyder for mænd, at stigningen i fremskrivningens første år er lavere end i den foregående periode for alle aldersgrupper. For kvinder er forskellen mellem hoved- og referencefremskrivningen mindre markant, hvilket også gør sig gældende for de første års fremskrivning. Velfærdskommissionens fremskrivning har et lavere niveau fra starten (hvilket hænger sammen med at de seneste tre data-års betydelige stigninger i den aldersbetingede restlevetid ikke indgår), og stigningen er generelt endnu lavere end i referenceforløbet, hvilket først og fremmest hænger sammen med, at reduktionen i den aldersbetingede dødelighed for de ældre aldersgrupper undervurderes, fordi der anvendes så lang en dataserie.

I det følgende fokuseres på udviklingen i restlevetiden for to udvalgte aldersgrupper: Middellevetiden (= restlevetiden for en 0-årig) og restlevetiden for en 60-årig.

#### 4.18 Udviklingen i middellevetiden for mænd

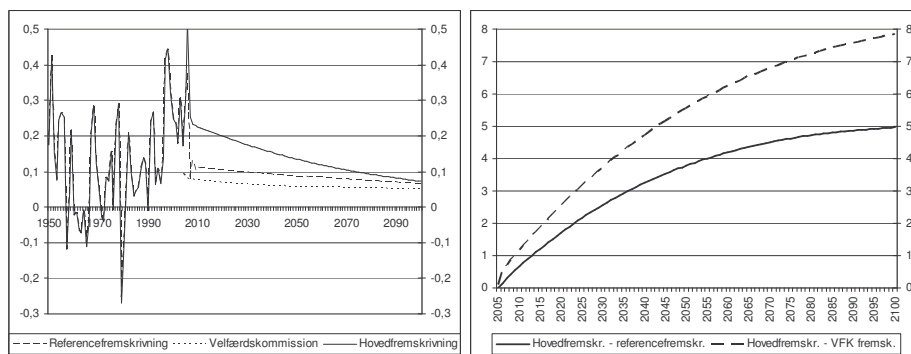
I perioden fra 1995 til 2005 er middellevetiden for mænd vokset fra 72,7 år til 75,5 år, dvs. med 2,8 år. Det svarer til en gennemsnitlig årlig vækst på



3,4 måneder om året. Den samlede vækst over 10-året fra 1995-2005 er af samme størrelsesorden som væksten i hele perioden fra 1951-1995.<sup>15</sup> 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 1,5 år frem til 2010, hvor den vil være nået op på 77,0 år. I perioden fra 2010 til 2020 vil middellevetiden ifølge fremskrivningen vokse med yderligere 2,1 år og således nå op på 79,1 år i 2020. Det svarer til en gennemsnitlig vækst i middellevetiden på 2,5 måned om året. Middellevetiden for mænd når op på 80 år i 2025. I den efterfølgende periode vokser med knap 2 måneder om året og når således 81 år i 2031 og 84 år i 2050.

**Figur 18. Væksten i middellevetiden for mænd (venstre figur) og differensen i middellevetid for mænd mellem hovedfremskrivningen og de øvrige fremskrivninger (højre figur)**



Udviklingen i den årlige tilvækst i middellevetiden i den historiske periode fra 1950 til 1990 udviser betydelig årlig variation omkring en vækst på ca. 0,1 år pr. år. Efter 1990 er væksten i middellevetiden steget og har som nævnt ligget på 0,3 år pr. år i gennemsnit. I fremskrivningen antages, at væksten i middellevetiden gradvist reduceres gennem det 21. århundrede fra et niveau på omkring 0,25 år i starten til et niveau på 0,07 år imod slutningen af århundredet, jf. Figur 18.

I såvel referencefremskrivningen som i DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning indebærer metoden, at det lave langsigtede niveau stort set er gældende fra starten af fremskrivningsperioden. I begge disse fremskrivninger betragtes den seneste ti-års periode derfor som "unormal", og middellevetidsudviklingen vender tilbage til niveauet før 1990 fra første år i fremskrivningen. Referencefremskrivningen indebærer lidt højere vækst end DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning, idet væksten falder fra et niveau på omkring 0,13 år pr. år i starten til et niveau på 0,06 år pr. år i slutningen af århundredet. Den tilsvarende udvikling i DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning indebærer et fald i væksten fra 0,8 år pr. år til 0,5 år pr. år på langt sigt, jf. Figur 18.

<sup>15</sup> I denne periode var den gennemsnitlige årlige vækst på knap 0,9 måned pr. år.

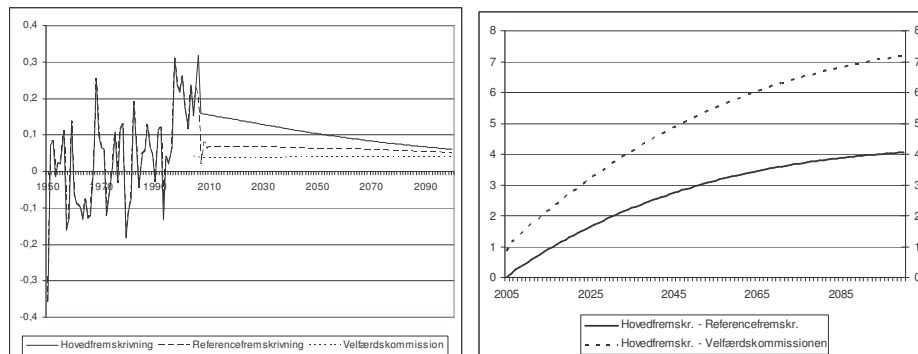
Forskellene i de årlige vækstr niveauer indebærer, at fremskrivningerne af middellevetiden over tid kommer til at afvige betragteligt. I 2025 er middellevetiden godt 2 år højere i hovedfremskrivningen end i alternativet, mens forskellen til Velfærdskommissionens fremskrivning er på godt 3 år i 2025. I 2050 er de tilsvarende forskelle på henholdsvis 3,8 og 5,6 år, jf. Figur 18.

#### 4.19 Udviklingen i restlevetiden for 60-årige mænd

Restlevetiden for 60-årige mænd er vokset fra 17,7 år i 1995 til 19,7 år i 2005. Hvilket svarer til en gennemsnitlig årlig vækst i perioden på vækst på 2,4 måneder pr. år. Det er en bemærkelsesværdig høj vækst over denne periode. For at illustrere størrelsesordenen kan det noteres, at restlevetiden for en 60-årig mand også steg med 2,0 år i perioden fra 1923 til 1995. Væksten i de seneste ti år svarer således til væksten i de foregående 72 år. I perioden fra 1923 til 1995 var den gennemsnitlige vækst på 0,33 måneder pr. år.

Resultatet af fremskrivningen er, at væksten i restlevetiden for 60-årige 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 1,8 måneder om året – hvilket er noget lavere end de seneste 10 års gennemsnitlige vækst. Fra dette niveau falder den årlige vækst gradvist mod et langsigtet niveau på godt 0,7 måneder om året.

**Figur 19. Væksten i restlevetiden for 60-årige mænd (venstre figur) og differensen i restlevetid for 60-årige mænd mellem hovedfremskrivningen og de øvrige fremskrivninger (højre figur)**



I såvel referencefremskrivningen som DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning er resultatet, at den årlige vækst også i fremskrivningens første år har et niveau, der svarer til det langsigtede og derfor er på henholdsvis 0,6 – 0,7 måneder pr. år og 0,5 – 0,6 måneder pr. år, jf. Figur 19.

Den højere vækst i de første år af hovedfremskrivningen betyder, at niveauet for restlevetiden for 60-årige mænd bliver højere end i de øvrige fremskrivninger. Frem til 2010 vokser restlevetiden for 60-årige mænd fra 19,7 år i 2005 til 20,6 år. I 2020 er restlevetiden for 60-årige mænd vokset til 22,1 år og i 2050 til 25,7 år. I reference-fremskrivningen er restlevetiden i 2050 vokset til kun vokset til 22,8 år, mens Velfærdskommissionens fremskrivning indebærer en restlevetid for 60-årige mænd på 20,5 år i 2050.

Det er bemærkelsesværdigt forskellen mellem fremskrivningernes udvikling i restlevetiden for 60-årige er næsten lige stor som forskellen mellem fremskrivningernes middellevetidsudvikling. I løbet af det 21. århundrede bliver forskellen mellem hovedfremskrivningen og DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning 8,0 år, mens forskellen i restlevetiden for 60-årige mænd er 7,2 år. Det gælder således, at stort set hele den ekstra stigningen i middellevetiden skyldes en ekstra stigning i restlevetiden for 60-årige. Det samme gør sig gældende for forskellene mellem hovedfremskrivningen og referencefremskrivningen. Her vokser forskellen i middellevetiden til 5,0 år, mens forskellen i restlevetiden for 60-årige vokser til 4,0 år.

#### 4.20 Udviklingen i middellevetiden for kvinder

I perioden fra 1995 til 2005 er middellevetiden for kvinder steget med 2,2 år eller gennemsnitligt med 2,6 måneder om året. Selvom det er væsentligt lavere end væksten i mændenes middellevetid i samme periode (3,4 måneder pr. år), er der også for kvinderne tale om en betydelig acceleration i væksten. Til sammenligning steg middellevetiden for kvinder også med 2,2 år over perioden fra 1970 til 1995. Den gennemsnitlige årlige vækst er kun på 1,1 måned i denne periode.

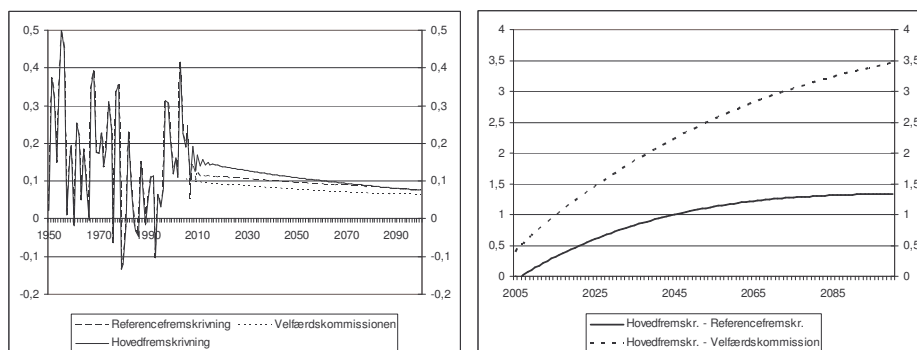
Hovedfremskrivningen indebærer, at væksten i middellevetiden i de første år er lavere end i den seneste historiske periode og ligger på ca. 1,8 måneder pr. år. Væksten reduceres gradvist gennem fremskrivningsperioden og ligger på 0,9 måned om året ved udgangen af århundredet, jf. Figur 20.

Middellevetiden vokser således fra 80,1 år i 2005 til 80,9 år i 2010 og 82,3 i 2020. I 2050 er middellevetiden for kvinder vokset til 86,0 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.

Den gennemsnitlige vækst i middellevetiden i hovedfremskrivningen er samtidig højere end væksten i både referencefremskrivningen og DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning. Forskellen skyldes ligesom for mændene først og fremmest, at hovedfremskrivningen indebærer en højere vækst i de førstkommande år, fordi de to øvrige fremskrivninger indebærer, at langsigtsvækstraten stort set indtræder fra første år i frem-

skrivningsperioden, således at væksten bliver mindre end det halve af væksten i de seneste år i disse fremskrivninger. I 2050 betyder disse antagelser, at middellevetiden for kvinder bliver 85,0 år i referencefremskrivningen og 83,6 år ifølge DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning. Det svarer til en forskel på henholdsvis 1,0 år og 2,4 år til hovedfremskrivningen, jf. Figur 20.

**Figur 20. Væksten i middellevetiden for kvinder (venstre figur) og differensen i middellevetid for kvinder mellem hovedfremskrivningen og de øvrige fremskrivninger (højre figur)**



#### 4.21 Udviklingen i restlevetiden for 60-årige kvinder

Ligesom for mændene er der sket en mærkbar stigning i væksten i restlevetiden for 60-årige kvinder i de seneste ti år. I denne periode er restlevetiden vokset med 1,4 år, hvilket svarer til en gennemsnitlig stigning på 1,7 måneder om året. Til sammenligning steg restlevetiden for 60-årige kvinder også med 1,4 år i perioden fra 1968 til 1995. I de seneste 10 år er restlevetiden derfor vokset lige så meget som i de foregående 27 år.

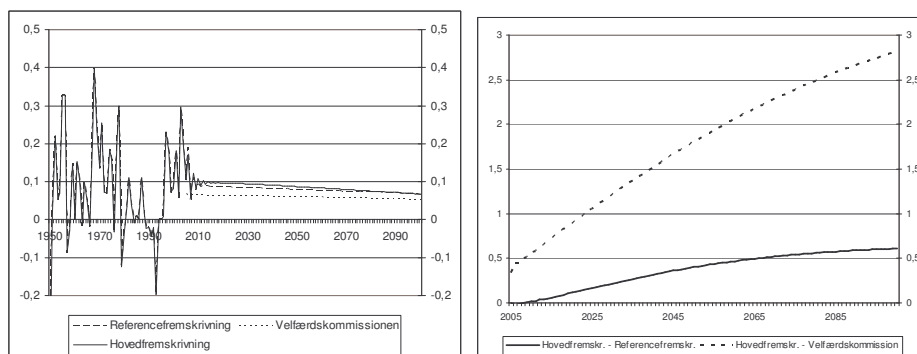
Hovedfremskrivningen indebærer, at væksten på kort sigt bliver noget lavere end i den seneste periode, men fortsat vil ligge på omkring 1,2 måneder om året, hvilket er næsten dobbelt så højt som i perioden forud for 1995. Væksten er svagt faldende over tid og er på langt sigt 0,9 måneder om året, jf. Figur 21. Det bemærkes, at fremskrivningen af væksten i restlevetiden for 60-årige kvinder i referencefremskrivningen er stort set sammenfaldende med hovedfremskrivningen. Den tilsvarende vækst i DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning ligger til sammenligning noget under de to øvrige med et niveau på mellem 0,6 og 0,7 måneder pr. år.

Den højere vækst i de første år af hovedfremskrivningen og i referencefremskrivningen betyder, at niveauet for restlevetiden for 60-årige kvinder bliver højere i disse fremskrivninger end i DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning. Frem til 2050 vokser restlevetiden for 60-årige kvinder til 27,1 år, hvilket er 4,3 år mere end i 2005.

De tilsvarende tal for referencefremskrivningen og DREAM-2004/Velfærdskommissionens femskrivning er 3,9 år og 2,5 år.

Som hos mændene er forskellen mellem fremskrivningernes udvikling i restlevetiden for 60-årige næsten lige stor som forskellen mellem fremskrivningernes middellevetidsudvikling. I løbet af det 21. århundrede bliver forskellen mellem hovedfremskrivningen og DREAM-2004/Velfærdskommissionens fremskrivning 4,0 år, mens forskellen i restlevetiden for 60-årige mænd er 3,5 år. Det gælder således, at stort set hele ændringen i middellevetidsudviklingen mellem fremskrivningerne skyldes en ekstra stigning i restlevetiden for 60-årige.

**Figur 21. Væksten i restlevetiden for 60-årige kvinder (venstre figur) og differensen i restlevetid for 60-årige kvinder mellem hovedfremskrivningen og de øvrige fremskrivninger (højre figur)**



#### 4.22 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 10 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.

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 data-serie fra 1990. Det betyder, at fremskrivningen på det korte sigt får en vækstrate i restlevetiden, som ligger i underkanten af væksten i de seneste ti år, og som gradvist reduceres til et niveau, der svarer til den langsommere vækst i perioden fra 1950-1995.

Denne fremskrivning betyder en opjustering i den forventede vækst i den aldersbetingede restlevetid i forhold til tidligere fremskrivninger, som var baseret på en dataserie fra 1900, hvor perioden med lav vækst indgik med betydelig vægt. Opjusteringen af væksten i de aldersbetingede restlevetid skyldes i meget høj grad en opjustering af restlevetiden for personer på 60 år og derover.

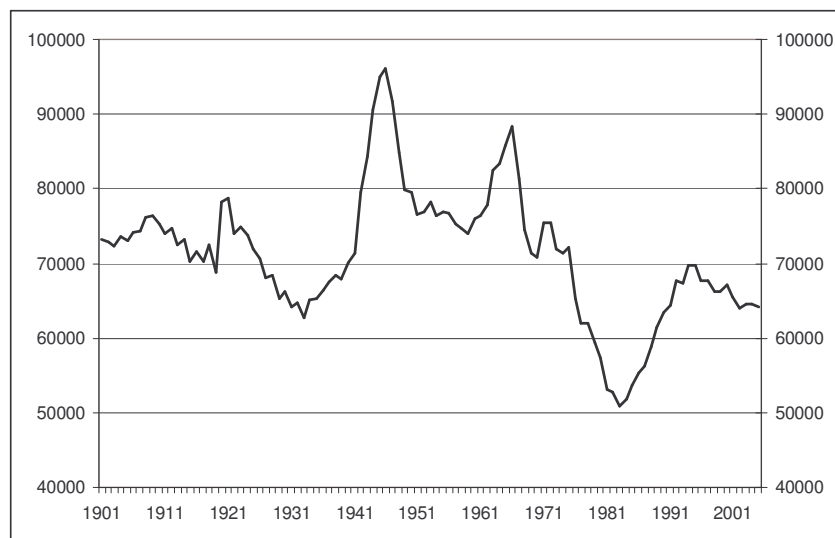
## 5. Fødsler og Fertilitet

### 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, Figur 22.

**Figur 22. Antal fødte pr. år, 1901-2005**



Kilde: Statistikbanken (HISB3)

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.

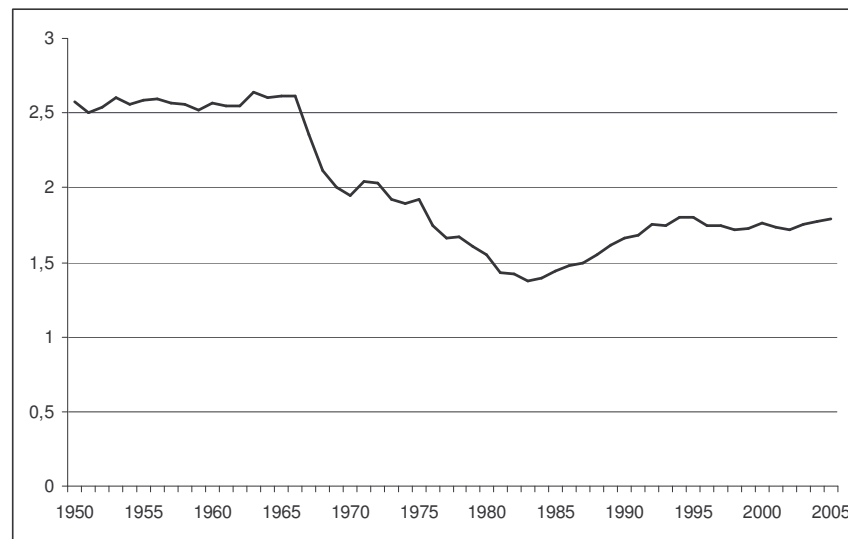
Igennem det 20. århundrede er den samlede fertilitet – dvs. det samlede antal børn pr. kvinde i den fødedygtige alder i et givet år – faldet fra godt 4 børn pr. kvinde til et niveau i år 2000 på 1,76 barn pr. kvinde. I år 2005 er den samlede fertilitet 1,79 barn pr. kvinde.

I perioden fra 1900 til 1930 skete der en meget markant reduktion i den samlede fertilitet fra godt 4 børn til godt 2 børn pr. kvinde. Fra starten af 1940'erne til 1946 steg fertiliteten til 3,02 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 niveau for den samlede fertilitet i Danmark. Herefter steg fertiliteten frem til 1994, hvor

den nåede et niveau på 1,80 barn pr. kvinde. Herefter har fertiliteten svinget mellem 1,7 og 1,8 barn pr. kvinde, jf. Figur 23.<sup>16</sup>

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

**Figur 23. Udviklingen i den samlede fertilitet i perioden 1950 - 2005**



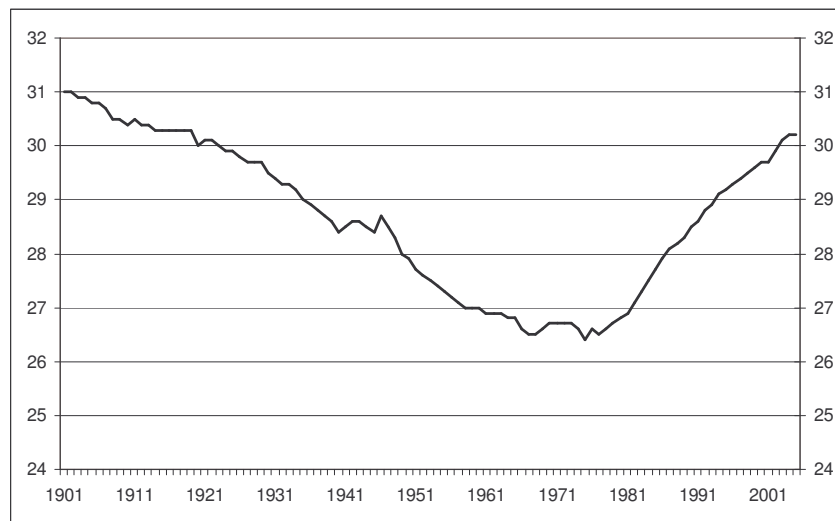
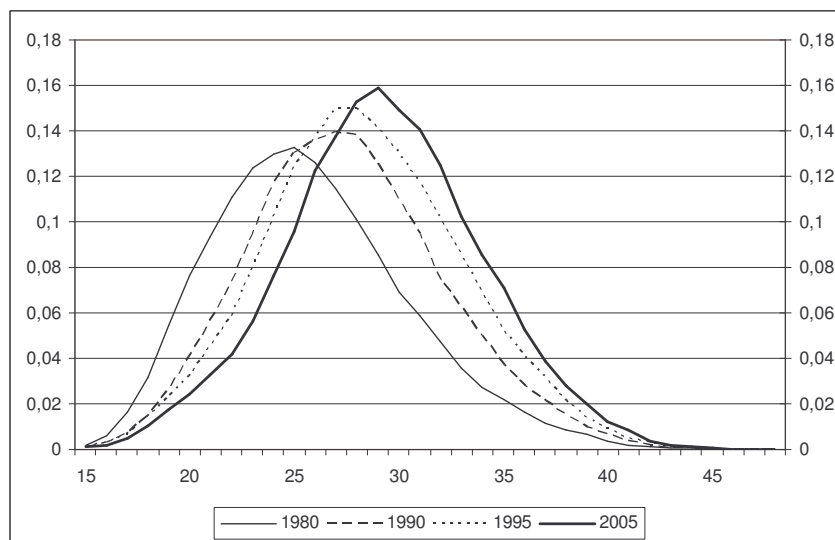
Den relativt beskedne ændring i den samlede fertilitet i de seneste år dækker over en betydelig forskydning i den aldersfordelte fertilitet. Der er en klar tendens til at moderens alder ved fødslen er voksende, jf. Figur 24.

Frem til 1975 var der tale om en gradvist faldende gennemsnitsalder for fødende kvinder. I de første 75 år af århundredet fald gennemsnitsalderen med 4,5 til 26,4 år. I den sidste fjerdedel af århundredet har gennemsnitsalderen derimod været markant stigende og er i 2005 på 30,2 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 25.

<sup>16</sup> Oplysninger om fertilitet før 1950 stammer fra Danmarks Statistik (2000): "Befolkningen i 150 år"



**Figur 24. Gennemsnitsalder for fødende kvinder, 1901-2005****Figur 25. Aldersbetinget fertilitet i 1980, 1990, 1995 og 2005 (kvinder af dansk oprindelse)**

## 5.2 Metode til fremskrivningen af aldersbetingede fertilitetskvotienter

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 aldersgruppers fertilitet. Udviklingen i den samlede fertilitet i fremskrivningen fremkommer således som en sum af udviklingen i de enkelte aldersgruppers fertilitet.

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, *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.

De resterende befolkningsgrupper er små. Det er problematisk at fremskrive fertiliteten for disse 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. Ved hjælp af lineær regressionsanalyse 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.

### 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).<sup>17</sup> Under givne antagelser tilpasses en speciel funktionsform til data og resultatet er en udglattet kontinuert form, der i sin simpleste version har konstant hælding i endepunkterne og dermed er de andenafledte her 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

---

<sup>17</sup> Tidligere anvendtes Smooth Transition Regression til at udlede trenden af historiske data. Denne metode indebærer at et polynomium tilpasses udviklingen af data. Det er vurderet at denne metode er mere restriktiv end cubic spline metoden.

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

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

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

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

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

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 andenaflædte spline:

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

Denne størrelse er minimal, når den andenaflædte er nul, dvs.  $S(x)$  er dermed en ret linie. Dette ville formodentligt resultere i en høj værdi for 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

$\alpha$  angiver den vægt, der pålægges afstandskravet. Er  $\alpha$  lille vil minimering af  $W$  medføre, at  $S(x)$  ligger tæt på de faktiske data. Parameteren be-

stemmes her automatisk ved minimering af det såkaldte *Generalized Cross Validation* (GCV) kriterium<sup>18</sup>.

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 foregår 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 potensfunktionen betyder, at udviklingen i fertiliteten netop ikke vil være lineær, hvilket resulterer i en over tid langsommere tilpasning til det stabile niveau.

Koefficienterne  $a$  og  $b$  bestemmes således, at såvel hældningen,  $f'(t)$ , 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

---

<sup>18</sup> Se eksempelvis Burrage, Williams, Erhel & Pohl (1994) for en teoretisk specificering af denne almindeligt anvendte fremgangsmåde til fastlæggelse af parameteren  $\alpha$ . Papiret tager udgangspunkt i Wahbas originalfremstilling fra 1979.

$$a = \frac{S'(0) \cdot c}{S(0)} + \ln(S(0))$$

$$b = c \cdot \ln(S(0))$$

Med fastlæggelse af disse koefficienter kan fremskrivningen af de aldersafhængige fertilitetskquotienter 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 1981-2005. For hver af de tre befolkningsgrupper fremskrives fertilitetskquotienterne for de 15-49-årige således ved at anvende *cubic spline smoothing* på hver enkel aldersgruppe. Kquotienterne fremskrives ved anvendelse af formlen indtil 2100. Det svarer til den metode, der blev anvendt i befolkningsfremskrivningen for Velfærdfærdskommissionen, men afviger fra DREAM-2004 fremskrivningen, hvor langsigtsniveauet for den samlede fertilitet blev fastsat eksogent ud fra FN's langsigtede fremskrivning<sup>19</sup>.

#### 5.4 Bestemmelse af fertilitetskquotienter for de øvrige befolkningsgrupper

Fremskrivning af fertilitetskquotienter 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 profilen i de tre store befolkningsgrupper, kan det konstateres hvorvidt der er sammenfald i udviklingen de seneste 5 år.

Fertilitetskquotienterne for hver af de små grupper regresseres på kquotienterne i de af de store befolkningsgrupper. Til brug for denne regressionsanalyse pooles data for 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 fertilitetskquotienterne 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

<sup>19</sup> Det understreges, at *Smooth Transition Regression* metoden anvendtes til fremskrivning af fertiliteten i både Velfærdskommissionens befolkningsfremskrivning og DREAM 2004-fremskrivningen. Således afviger de på dette punkt begge fra den nuværende anvendende *Cubic Spline Smoothing*.

statsborgerskab blot baseret på de 15-40-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 15-30-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.

## 5.5 Fremskrivningsresultater

Hovedresultatet af fremskrivningen er, at den samlede fertilitet for befolkningen som helhed er svagt voksende i fremskrivningsperioden. Det skyldes alene at fertiliteten for personer af dansk oprindelse er voksende. For de øvrige grupper er der tale om en faldende tendens bortset fra indvandrere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab, jf. Tabel 2, der viser den samlede fertilitet for befolkningsgrupperne anført i det sidste historiske år 2005 samt i årene 2050 og 2100. Fremskrivningen indebærer at fertiliteten stort set er uændret fra 2050.

Det mest bemærkelsesværdige er udviklingen i fertiliteten for indvandrere fra mindre udviklede lande som igennem de seneste år er faldet meget betydeligt og fortsat forventes at falde i løbet af fremskrivningen. På længere sigt forventes denne befolkningsgruppe at få et lavere samlet fertilitetsniveau end personer af dansk oprindelse. På langt sigt forventes det derfor, at fertiliteten vil være højest for personer af dansk oprindelse, mens specielt efterkommergrupperne forventes at have en meget lav samlet fertilitet.

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 2005 er på under 2,4 barn pr. kvinde. Der er næppe tvivl om at såvel de ændrede regler for familiesammenføring som den ændrede sammensætning af indvandringen i 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 tendens til fald, jf. Figur 26.

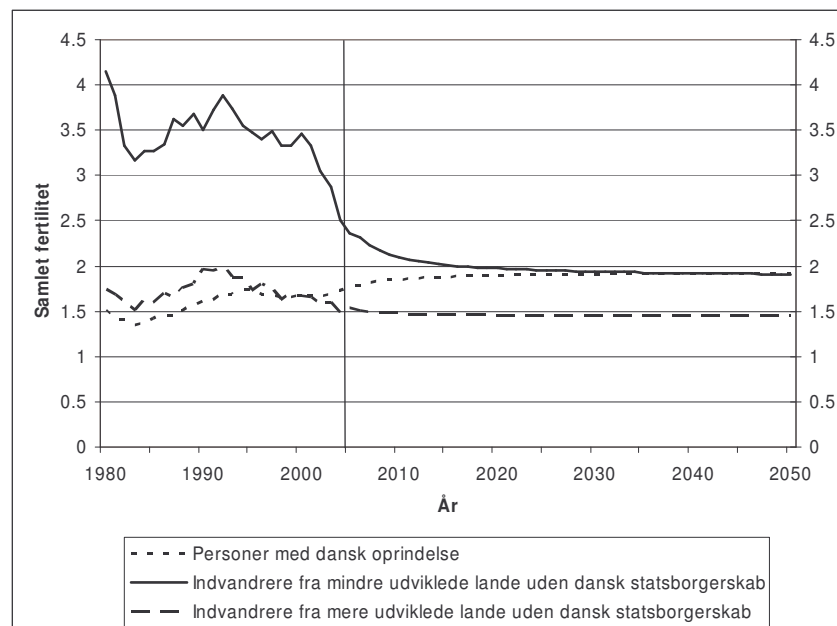
For personer med dansk oprindelse har der i de seneste år været en tendens til en mindre stigning i den samlede fertilitet. Det forventes i fremskrivningen, at dette fortsætter således den samlede fertilitet over de næste 15 år konvergerer mod et langsigtet niveau på omkring 1,9 barn pr. kvinde. Omvendt 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 26.

**Tabel 2. Samlet fertilitet for befolkningsgrupper efter oprindelse**

<b>Befolkningsgruppe</b>	<b>2005</b>	<b>2050</b>	<b>2100</b>
Samlet fertilitet for befolkningen som helhed	1,79	1,86	1,87
Personer af dansk oprindelse	1,78	1,92	1,93
Indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab	2,36	1,91	1,89
Indvandrere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab	2,16	1,87	1,87
Indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab	1,54	1,45	1,45
Indvandrere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab	1,54	1,62	1,63
Efterkommere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab	1,56	1,61	1,62
Efterkommere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab	1,72	1,68	1,68
Efterkommere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab	1,32	1,28	1,27
Efterkommere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab	1,44	1,27	1,26

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 det lave niveau fastholdes på et niveau omkring 1,5 barn pr. kvinde. Undtagelse fra dette generelle billede er fertiliteten for efterkommere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab. Denne gruppes fertilitet antages at følge udviklingen for indvandrere fra mindre udviklede lande, som er faldende. Derfor kommer fertiliteten for denne gruppe helt ned omkring 1,25 barn pr kvinde, jf. Figur 27.

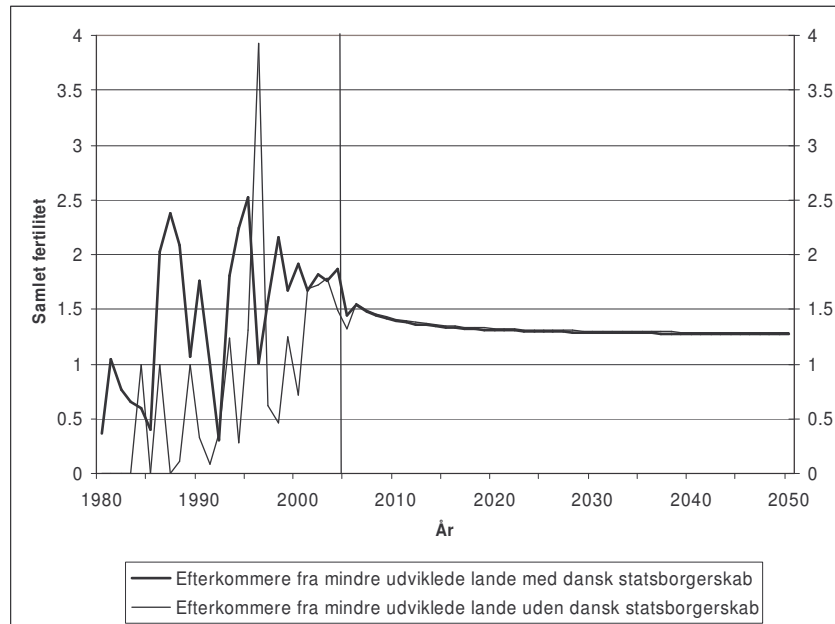
**Figur 26. Udviklingen i den samlede fertilitet for de tre største befolkningsgrupper**



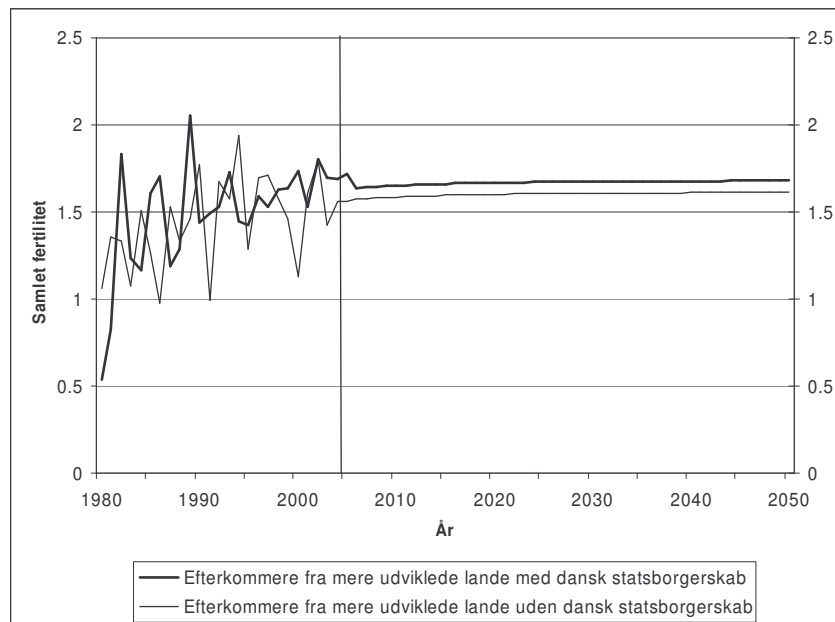
Det bemærkes, at der er en meget betydelig usikkerhed knyttet til fertilitetsudviklingen for efterkommergrupperne. Det skyldes for det første at de er små, og for det andet at de er unge, så det er vanskeligt at finde materiale at basere aldersfordelingen af fertiliteten på. Der er således en risiko 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 påvirket i betydeligt omfang af både 24-årsreglen og mest-tilknytningsprincippet i indvandringslovgivningen. Som tidligere nævnt er det endnu for tidligt at skønne over disse bestemmelser langsigtede konsekvenser.

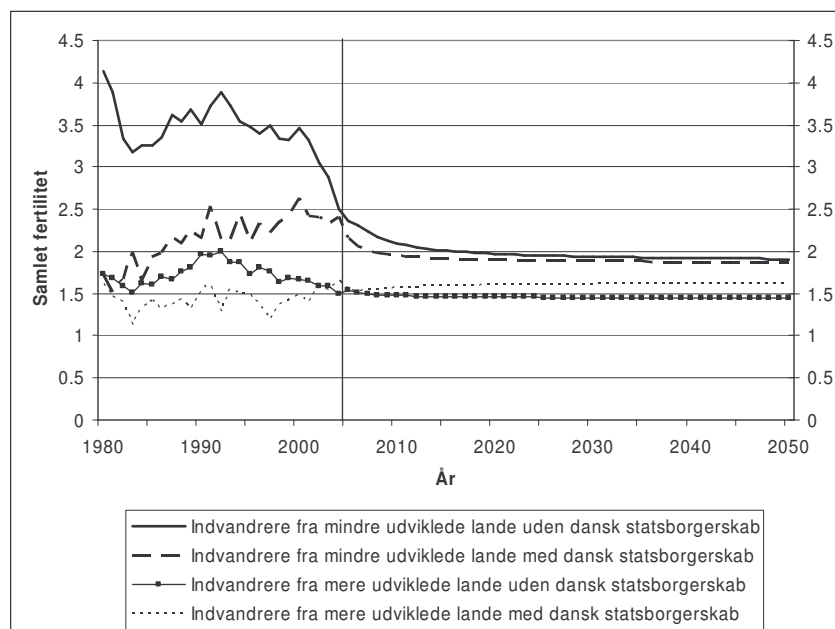


**Figur 27. Udviklingen i den samlede fertilitet for efterkommere fra mindre udviklede lande**



**Figur 28. Udviklingen i den samlede fertilitet for efterkommere fra mere udviklede lande**



**Figur 29. Udviklingen i den samlede fertilitet for indvandregrupper**

Som nævnt har der været et meget markant fald i fertiliteten for indvandrere fra mindre udviklede lande uden statsborgerskab. En tilsvarende men mindre markant udvikling har fertiliteten for indvandrere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab. For denne gruppe er fertiliteten faldet med knapt  $\frac{1}{2}$  barn pr. kvinde siden 2002. Det forventes, at dette fald flader ud, 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 29.

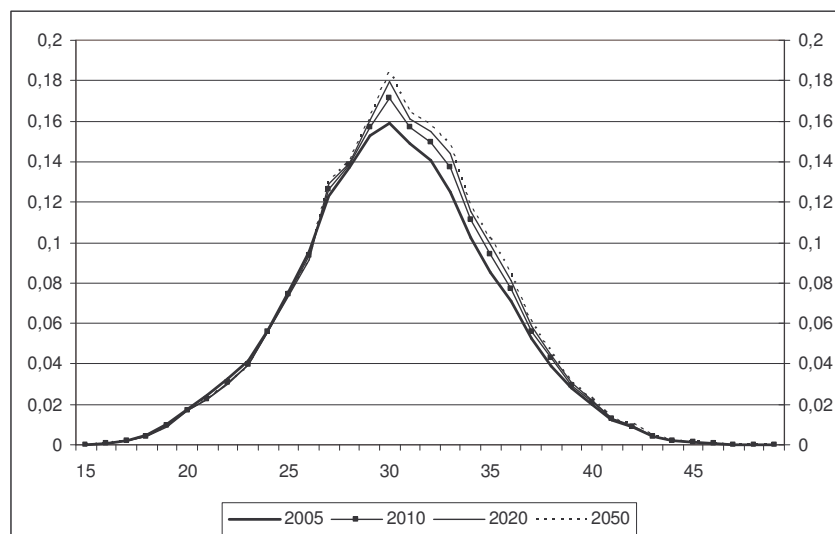
### 5.6 Udviklingen i den aldersbetingede fertilitet

Den aldersbetingede fertilitetsprofil er blevet forskudt i retning af højere alder for fødende kvinder igennem de seneste 25 år. Denne bevægelse har været forholdsvis hastig, jf. Figur 24 og Figur 25. I fremskrivningen forudsættes denne bevægelse fortsat, men med væsentlig reduceret styrke og det forudsættes at aldersprofilen konvergerer mod en form som ikke afviger markant fra profilen i 2005, jf. Figur 30.

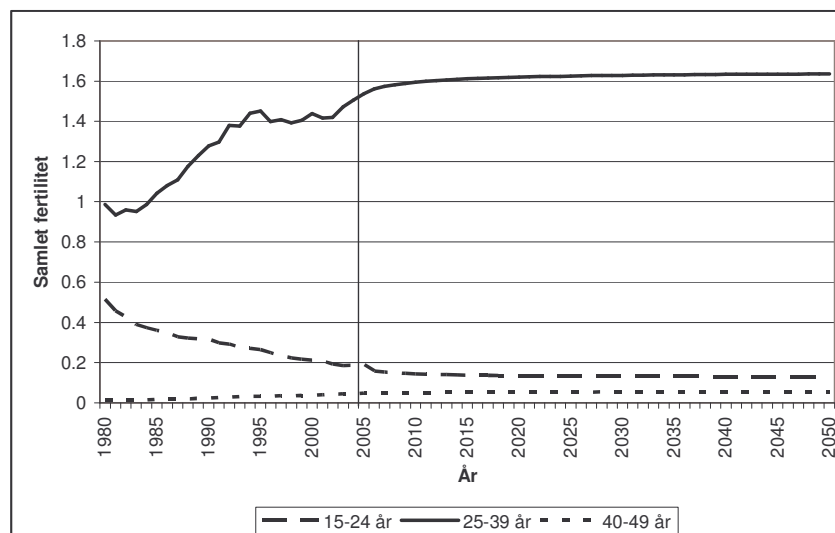
Dette er ligeledes illustreret i Figur 31, hvor den samlede fertilitet er opdelt på fertiliteten i aldersgrupperne 15-24, 25-39 og 40-49 år. Opdelingen af den samlede fertilitet på aldersintervaller afslører, at idet den samlede fer-

tiltiet for 40-49-årige er kun svagt voksende i den historiske periode, kan stigningen i fertiliteten over alle aldre tilskrives, at den samlede fertilitet for 25-39-årige i den historiske periode er steget mere end fertiliteten for 15-24-årige er aftaget. Denne tendens fortsætter i fremskrivningens første år.

**Figur 30. Aldersbetinget fertilitet 2005, 2010, 2020 og 2050 (kvinder af dansk oprindelse)**



**Figur 31. Udviklingen i fertiliteten i aldersgrupperne 15-24, 25-39 og 40-49 år (kvinder af dansk oprindelse)**



### 5.7 Sammenligning med fertiliteten i 2004 befolkningsfremskrivning

Der er to markant forskelle i fertilitetsudviklingen fordelt på befolkningsgrupper. For det første er fertiliteten voksende for personer af dansk oprindelse i denne befolkningsfremskrivning, mens den var aftagende i 2004 fremskrivningen. For det andet er der et markant fald i fertiliteten for indvandrere og efterkommere fra mindre udviklede lande. I 2004 fremskrivningen var der kun mindre fald i fertiliteten for disse grupper.

Ændringen i fertiliteten for personer med dansk oprindelse hænger både sammen med tilføjelsen af de seneste data år (2004 og 2005) om med ændringen af metoden til CSS.

**Tabel 3. Sammenligning med 2004 fremskrivning  
samlet fertilitet fordelt på befolkningsgrupper**

Befolkningsgruppe	2050 – gl. fremskrivning	2050 – ny fremskrivning
Befolkningen som helhed	1,79	1,86
Personer med dansk oprindelse	1,76	1,92
Indvandrere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab	2,42	1,91
Indvandrere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab	2,08	1,87
Indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab	1,70	1,45
Indvandrere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab	1,64	1,62
Efterkommere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab	1,76	1,61
Efterkommere fra mere udviklede lande med dansk statsborgerskab	1,73	1,68
Efterkommere fra mindre udviklede lande uden dansk statsborgerskab	1,69	1,28
Efterkommere fra mindre udviklede lande med dansk statsborgerskab	1,95	1,27

Derimod er forklaringen på den meget betydelige ændring fertiliteten for indvandrere og efterkommere fra mindre udviklede lande begrundet i det betydelige skift i fertiliteten der er indtrukket i de seneste år og som formentlig hænger sammen med ændringen i indvandringslovgivningen i 2004, jf. ovenfor.

### 5.8 Nyfødtes fordeling på oprindelsesgrupper

De nyfødte har ikke nødvendigvis samme oprindelse som deres moder, jf. afsnit 2.8. 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 13 til 15 pct. af fødslerne, hvor moderen er indvandrer fra et mindre udviklet land hvor faderen er enten af dansk oprindelse eller efterkommer med dansk statsborgerskab, jf. Tabel 4.

**Tabel 4. 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	0,55	0,30	0	0	0,15	1
<i>ild</i>	0	0	0	0	0,02	0,86	0	0	0,13	1
<i>imn</i>	0	0	0	0	0	0	0,43	0,07	0,51	1
<i>imd</i>	0	0	0	0	0	0	0,01	0,38	0,61	1
<i>dln</i>	0	0	0	0	0,80	0,13	0	0	0,06	1
<i>dld</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>dmn</i>	0	0	0	0	0	0	0,30	0,04	0,66	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

Hvis moderen er indvandrer fra et mere udviklet land er der derimod mellem 50 og 61 pct. sandsynlighed for at faderen er enten efterkommer med dansk statsborgerskab eller af dansk oprindelse.

Tilsvarende er der meget stor forskel for efterkommergrupperne. Hvis moderen er efterkommer fra et mindre udviklet land uden dansk statsborgerskab er der 80 pct. sandsynlighed for at faderen enten er indvandrer eller efterkommer uden dansk statsborgerskab. Hvis moderen derimod er efterkommer fra et mere udviklet land uden dansk statsborgerskab er der kun 30 pct. sandsynlighed for at faderen er indvandrer eller efterkommer uden dansk statsborgerskab.

## 6. Indvandring, udvandring og statsborgerskab

### 6.1 Indvandring fra mere og mindre udviklede lande<sup>20</sup>

Som beskrevet i afsnit 2 antages indvandringen fra mere og mindre udviklede lande 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.<sup>21</sup>

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 heller 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 grunde 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 Europæiske

<sup>20</sup> Dette og følgende underafsnit stammer fra Velfærdskommissionens analyserapport: Fremtidens velfærd og globaliseringen side 85-88. Tallene er opdateret til 2005.

<sup>21</sup> Andre oversigter over udlændingeloven i hovedtræk findes i DA (2001), Tænketanken (2004), Bauer et al. (2004)

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. For det første indførtes en 24 års regel. Reglen betyder, at begge parter skal være 24 år eller derover. Indtil lovændringen var aldersgrænsen 18 år. Samtidig 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 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".

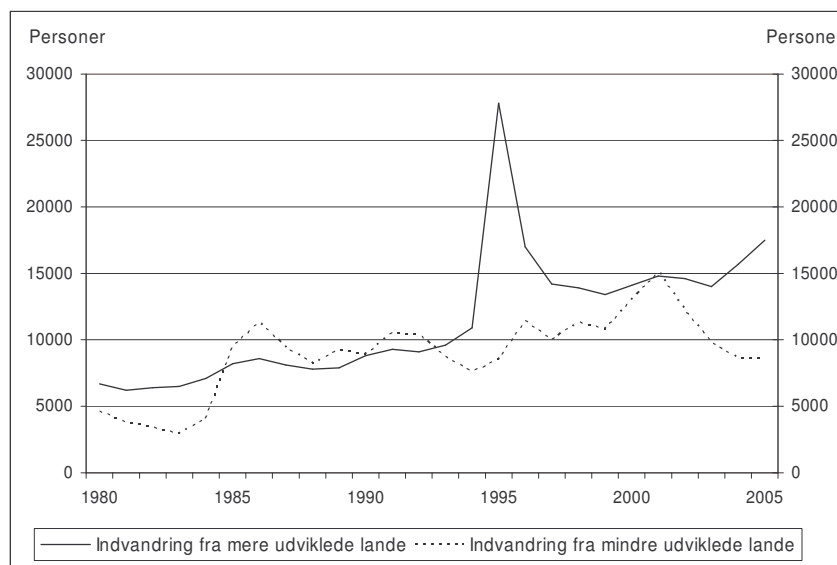
## 6.2 Udviklingen i indvandringen 1981 - 2005

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 ud-



lændingeloven i 2002 ledte til et fald i indvandringen allerede i løbet af året og faldet fortsatte i perioden fra 2003 til 2005. I de to seneste år har indvandringen fra mindre udviklede lande ligget på omkring 8.500 personer.

**Figur 32. Indvandringen fra mere og mindre udviklede lande, 1980-2005**



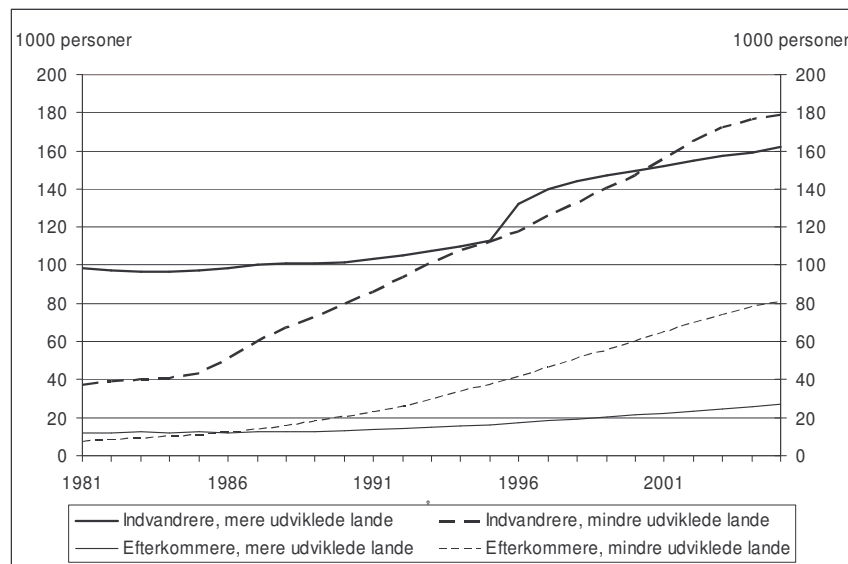
Indvandringen fra mere udviklede lande steg gradvist fra 1981 til 1994 fra et niveau på 5.800 til 10.100 personer. Tallet for 1995 er stærkt påvirket af særlovgivningen vedr. midlertidige opholdstilladelser til personer fra det tidligere Jugoslavien. I 1996 er tallet også ekstraordinært højt, mens det herefter er stabiliseret på et niveau mellem 13.000 og 14.000 personer om året frem til 2003. De seneste år har der været betydelig vækst i indvandringen fra mere udviklede lande og i 2005 havde den nået et niveau på 17.500 personer, jf. Figur 32. Der synes således at være en voksende trend i indvandringen fra denne landegruppe.

Denne udvikling i den årlige indvandring giver sammen med udvandrings-tilbøjeligheden anledning til udviklingen i antallet af herboende indvandre-re, jf. Figur 33.

Antallet af herboende indvandrere fra mere udviklede lande var forholds-vist 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 kraf-tig vækst frem til 1996, og herefter førte det højere niveau for den årlige indvandring til en fortsat vækst i antallet af herboende indvandrere fra me-re udviklede lande. Primo 2005 var antallet nået op på 162.000 personer.

Antallet af herboende efterkommere fra mere udviklede lande er lavt og kun svagt voksende gennem hele perioden fra 1981-2005, således at der skete godt en fordobling fra 12.500 til 27.000 over hele perioden.

**Figur 33. Antallet af herboende indvandrere og efterkommere fra mere og mindre udviklede lande, 1981 - 2005**



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 4-dobling af antallet frem til 2003 til 172.000 personer. I de seneste år har væksten været langsommere og i 2005 er antallet af herboende indvandrere fra mindre udviklede lande oversteg antallet af herboende indvandrere fra mere udviklede lande i 2001.

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.

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 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 to 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 langsigtseffekterne 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.

På grund af kombinationen af de store ændringer, som lovgivningen har medført, og den korte tid den har virket, er det til denne befolkningsfremskrivning valgt generelt at antage, at der ikke sker ændringer i indvandringen i fremtiden. Det betyder,

- at det årlige antal af indvandrere uden statsborgerskab fra henholdsvis mere og mindre udviklede lande antages at være konstant i fremskrivningen. Niveauet fastlægges som indvandringen til disse befolkningsgrupper i 2005.
- Indvandrere med dansk statsborgerskab, efterkommere og personer med dansk oprindelse, som genindvandrer til Danmark udgør en konstant andel af den respektive befolkningsgruppe. Den fremtidige andel er lig med den gennemsnitlige andel for den relevante befolkningsgruppe i perioden 2003-2005

#### **6.4 Indvandrere uden dansk statsborgerskab**

Indvandringen af personer uden dansk statsborgerskab udgør stort set hele bruttoindvandringen fra henholdsvis mere og mindre udviklede lande. Udviklingen over tid afspejler derfor nøje udviklingen i indvandringen fra disse landegrupper, jf. en sammenligning af Figur 32 og Figur 34.

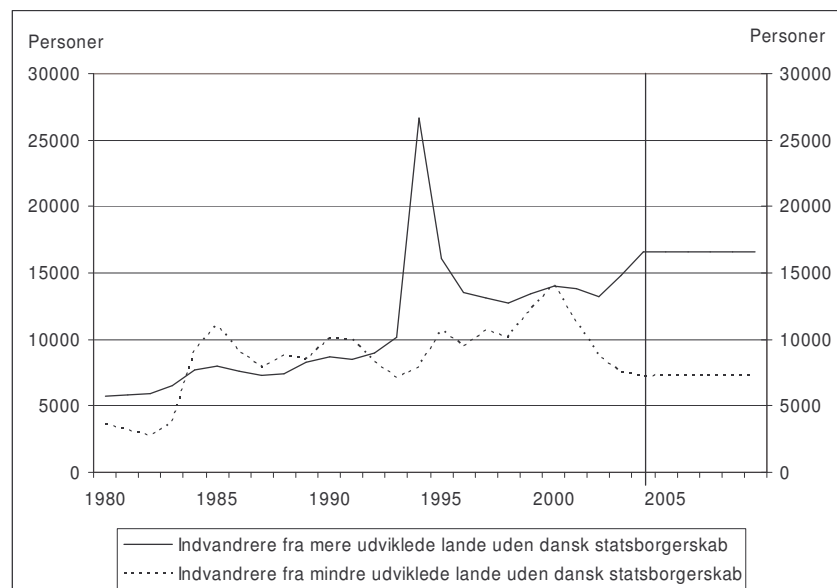
Når der bortses fra den ekstraordinære indvandring som følge af krigen i Eksjugoslavien har der derfor været en tendens til stigende indvandring over tid fra gruppen af mere udviklede lande. Dette er også i tråd med forventningen om øget international mobilitet bl.a. som følge af globaliseringen og den 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 er det valgt, at tage udgangspunkt i et meget konservativt skøn for indvandringen fra mere ud-

viklede lande og fastholde niveauet absolut, idet den centrale målvariabel for fremskrivningen er antallet af herboende indvandrere.

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.

**Figur 34. Indvandring af personer uden dansk statsborgerskab fordelt efter oprindelse**

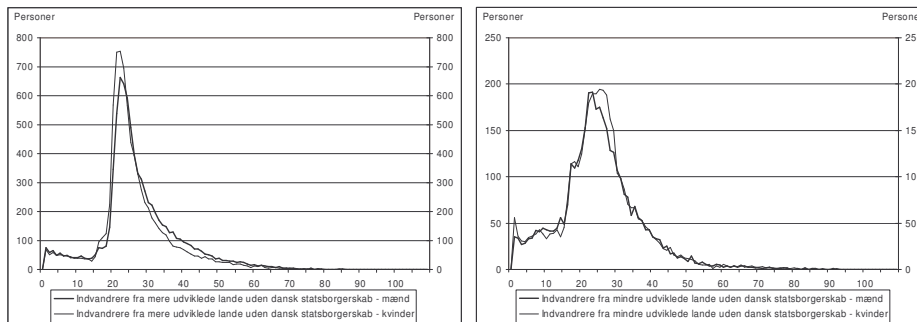


### 6.5 Aldersfordelingen af indvandringen af personer uden dansk statsborgerskab

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 2003-2005.

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 35.

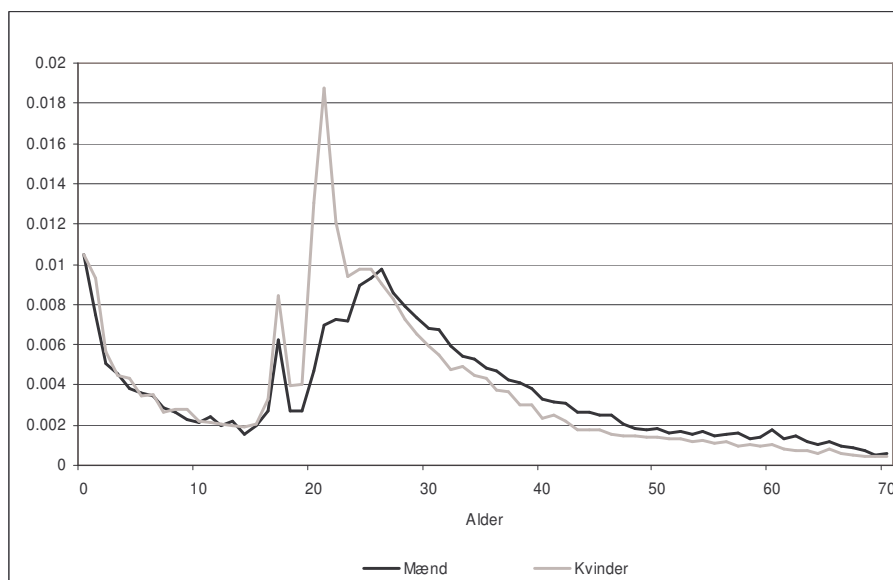
**Figur 35. Indvandringen af personer uden dansk statsborgerskab fordelt på køn, alder og oprindelse, gennemsnit 2003-2005**



## 6.6. Genindvandring

Indvandring til alle befolkningsgrupper, som ikke er indvandrere uden 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.<sup>22</sup> Denne andel kaldes en genindvandningskvote. Kvotienterne er beregnet som et gennemsnit over de seneste 3 års data (2003-2005) og er vist i Figur 36 og Figur 37.

**Figur 36. Genindvandningskvotienter for mænd og kvinder af dansk oprindelse, gennemsnit 2003-2005**

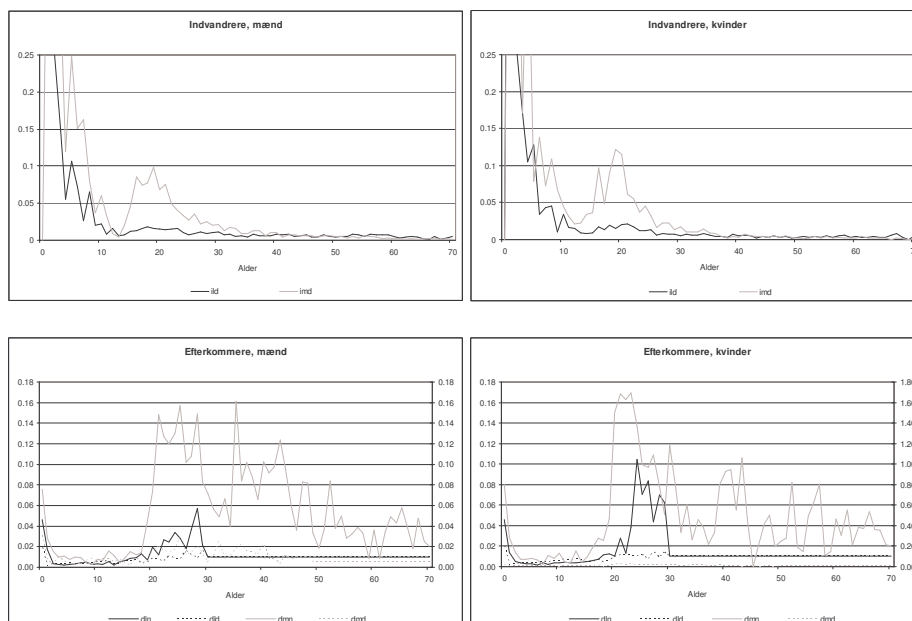


Genindvandningskvotienterne for mænd og kvinder af dansk oprindelse er typisk under 1 pct. for alle årgange. Eneste undtagelse er genindvandningskvotienten for 21-årige kvinder, som er omkring 1,9 pct. Det modsva-

<sup>22</sup> Man kan således tale om en "indvandringssandsynlighed".

rer, at udvandringskvotienten for kvinder toppe for 20-årige (jf. nedenfor). For mænd findes den højeste genindvandringskvotient blandt 26-årige. Også dette modsvarer af, at den højeste udvandringskvotient 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 36.

**Figur 37. Genindvandringskvotienter for indvandrere og efterkommere fordelt på mænd og kvinder, gennemsnit 2003-2005**



Aldersprofilen for genindvandringskvotienterne 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 genindvandringskvotienter 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 genindvandringskvotienter i de yngste aldre, mens niveauet i de højere aldersgrupper minder mere om genindvandringskvotienterne for personer med dansk oprindelse, jf. Figur 37.

For efterkommere fra mere udviklede lande fluktuerer genindvandringskvotienterne omkring et højt niveau (omkring 10 pct.) i hele aldersintervallet 20-45 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 datagrund-

lag for denne aldersgruppe. Kvotienterne er derfor sat til 1 pct. Dette er ligeledes gældende for efterkommere fra mere udviklede lande som er mere end 50 år. For denne aldersgruppe er kvotienterne sat til 0,5 pct.

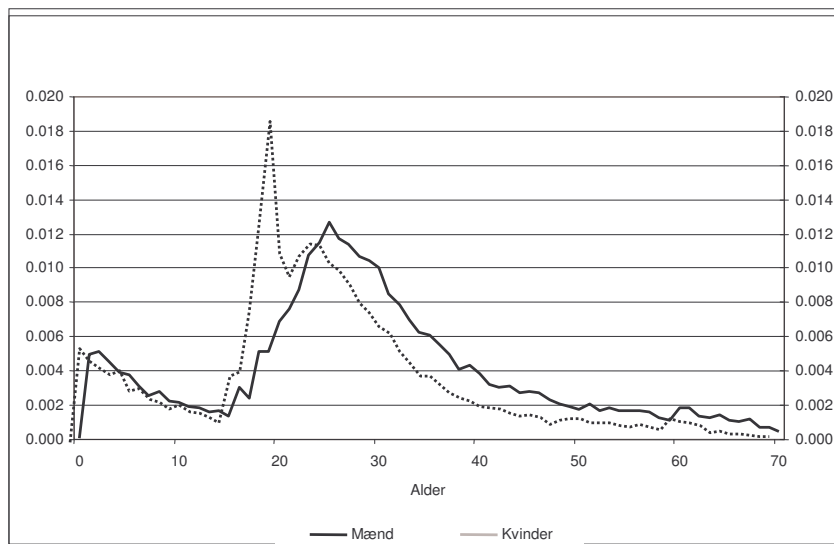
## 6.7 Udvandring

Udvandringen i fremskrivningen bestemmes for alle befolkningsgrupper ved at fastlægge en alders- og kønsspecifik udvandrings sandsynlighed. Udvandrings sandsynlighederne fastlægges som gennemsnittet af de historiske udvandringskvotienter for de seneste 3 år (dvs. 2003-2005). Disse er defineret som antal udvandrede delt med antal personer i den relevante befolkningsgruppe, jf. Figur 38 og Figur 39.

Udvandringskvotienterne for personer mænd og kvinder af dansk oprindelse er generelt lavere end 1 pct. Dog er der en markant højere udvandringskvotient for 20-årige kvinder på 1,9 pct., mens også kvinder i alderen 22-27 år har en udvandringskvotient på lidt over 1 pct. For mænd findes den maksimale udvandringskvotient for 25-årige, hvor den er 1,3 pct. Mænd i aldersgruppen 23-33 år har en udvandringskvotient på over 1 pct.

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

**Figur 38. Udvandringskvotienter for personer af dansk oprindelse fordelt på alder og køn, gennemsnit 2003-2005**



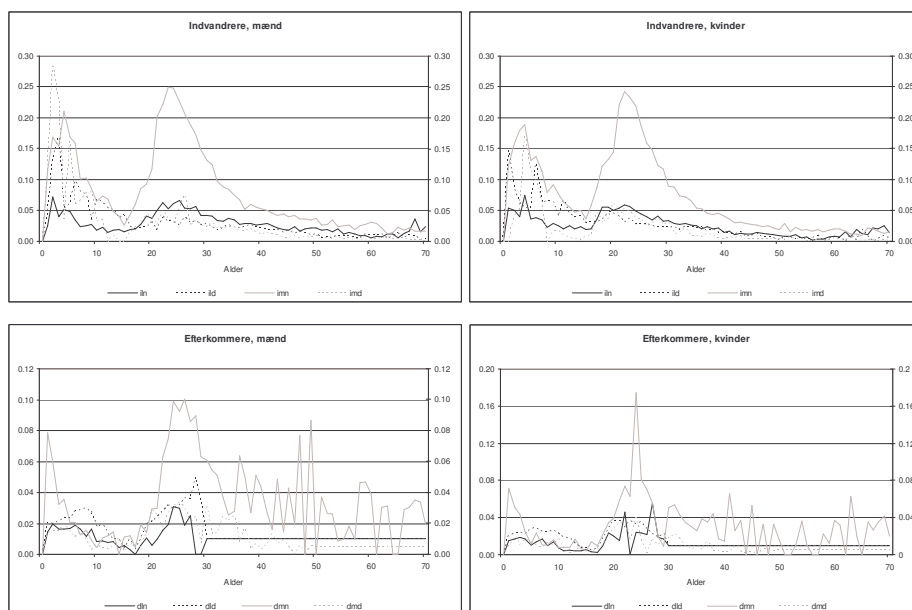
De højeste udvandringskvotienter findes for gruppen af indvandrere fra mere udviklede lande uden dansk statsborgerskab. For både mænd og kvinder er der to toppe i aldersprofilen for udvandringskvotienterne. Den første har toppunkt ved 5 år og her et niveau på omkring 20 pct. – lidt hø-

jere for mænd og lidt lavere for kvinder. For alle aldersgrupper mellem 1 og 10 år er udvandringssandsynligheden over 10 pct. for denne befolkningsgruppe. Det samme gælder for aldersgruppen fra 20-35 år for både mænd og kvinder. For begge køn er der toppunkt i udvandringskvotienterne ved det 25. år, hvor de har et niveau på omkring 25 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 39

Udvandringsskoefficienterne for efterkommere minder om det der ses for indvandrere, selvom niveauerne er noget lavere. Også efterkommere fra mere udviklede lande har højere udvandringsskoefficienter 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 som er mere end 50 år. For denne aldersgruppe er kvotienterne sat til 0,5 pct., jf. Figur 39

**Figur 39. Udvandringsskoefficienter for indvandrere og efterkommere fordelt på alder, køn og oprindelse, gennemsnit 2003-2005**



## 6.8 Statsborgerskabsskift

Statsborgerskabsskift-kvotienten angiver for givet køn, gruppe og alder andelen af personer, der skifter til dansk statsborgerskab. Kvotienten er derfor kun defineret for grupperne bestående af personer, der ikke er danske statsborgere. Historiske tal for statsborgerskabsskift er beregnet ud fra data i DREAMs grundlæggende database, jf. afsnit 3.



I denne database haves for hver befolkningsgruppe antallet af døde, antallet af fødte, antal indvandrede og antal udvandrede. Ændringer i antallet af personer i en given befolkningsgruppe, der ikke kan forklares af disse forhold, kan derfor kun forklares ved statsborgerskift (samt naturligvis målefejl). Statsborgerskabsskifts-kvotienten defineres som andelen af personer i en given befolkningsgruppe, der bliver danske statsborgere. I fremskrivningen antages statsborgerskabsskift-kvotienterne at være konstante og beregnes som et gennemsnit af de sidste 3 år op til opdateringsåret (dvs. 2003 til 2005).

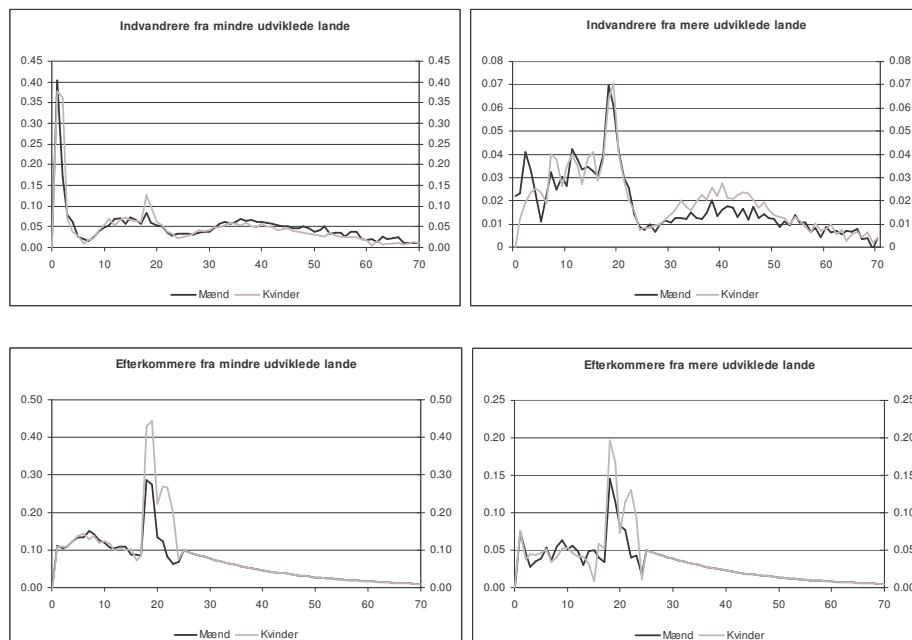
Der er en meget betydelig andel af de yngste aldersgrupper blandt børn af indvandrere fra mindre udviklede lande der får dansk statsborgerskab. For 1-2-årige er andelen oppe på omkring 35 pct. For de øvrige aldersgrupper ligger statsborgerskabsskiftskvotienten på mellem 5 og 10 pct. frem til 50 års alderen, 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 statsborgerskabsskiftskvotient end indvandrere fra mindre udviklede lande, jf. Figur 40.

Efterkommere fra mindre udviklede lande har generelt en høj statsborgerskabsskiftskvotient. Frem til det 17 år ligger kvotienten på omkring 10 pct. Herefter stiger den markant – særligt for kvinder hvor kvotienten når op på 45 pct. for 18-19-årige. For mænd er der ligeledes en stigning til omkring 28 pct. for disse aldersgrupper.

For efterkommere fra mere udviklede lande er aldersprofilen i statsborgerskabsskiftskvotienten den samme som for efterkommere fra mindre udviklede lande, men niveauet er kun omkring det halve, jf. Figur 40.

**Figur 40. Statsborgerskabsskiftskvotienter for indvandrere og efterkommere fordelt på alder, køn og oprindelse**

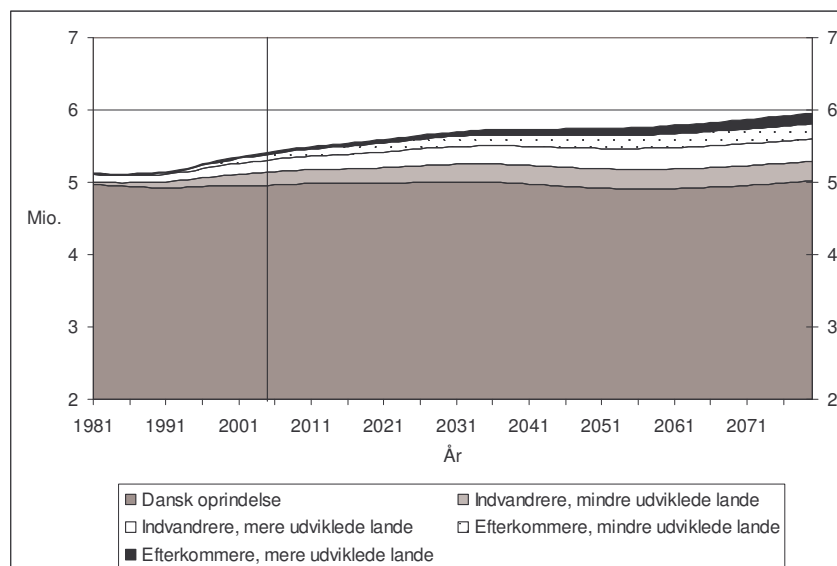


## 7. Resultater

### 7.1 Udviklingen i den samlede befolkning

Danmarks befolkning er vokset fra 2,4 mio. personer i 1901 til 5,4 mio. ved indgangen til 2005. Der har været positiv befolkningsvækst i alle årene bortset fra en kortere periode i begyndelsen af 1980'erne.

**Figur 41. Den samlede befolkning fordelt efter oprindelse, 1981-2080**



DREAMs 2006-befolkningsfremskrivning giver som resultat, at tendensen til befolkningsvækst fortsætter – om end med formindsket styrke – gennem det 21. århundrede. Ved udgangen af århundredet forventes befolkningen at blive på 6,1 mio. mennesker. Der forventes en vækst i befolkningen frem til 2040, hvor befolkningen er nået op på 5,7 mio. mennesker. I perioden fra 2040 til 2055 fastholdes denne befolkningsstørrelse, mens der efter 2055 er en fortsat vækst i befolkningen, jf. Figur 41.

Befolkningsvæksten er på omkring 15.000 personer om året i de første år af fremskrivningen, men falder i år 2010 til omkring 10.000 personer. Dette niveau fastholdes frem til omkring 2040 og når befolkningsvæksten igen bliver positiv omkring 2055 ligger den også dette niveau, jf. Tabel 5.

Nettoindvandringen ligger på omkring 6.000 personer om året i fremskrivningsperioden, mens fødselsoverskuddet (fødsler – døde) udgør de resterende ca. 4.000 personer om året. Antallet af fødsler svinger mellem 60.000 og 65.000 om året i fremskrivningsperioden og udsvingene er betydeligt mindre end i det seneste århundrede. Antallet af døde pr. år er ligeledes ganske stabilt og ligger i fremskrivningsperioden typisk mellem 55.000 og 60.000 personer.

**Tabel 5. Befolkningsregnskab**

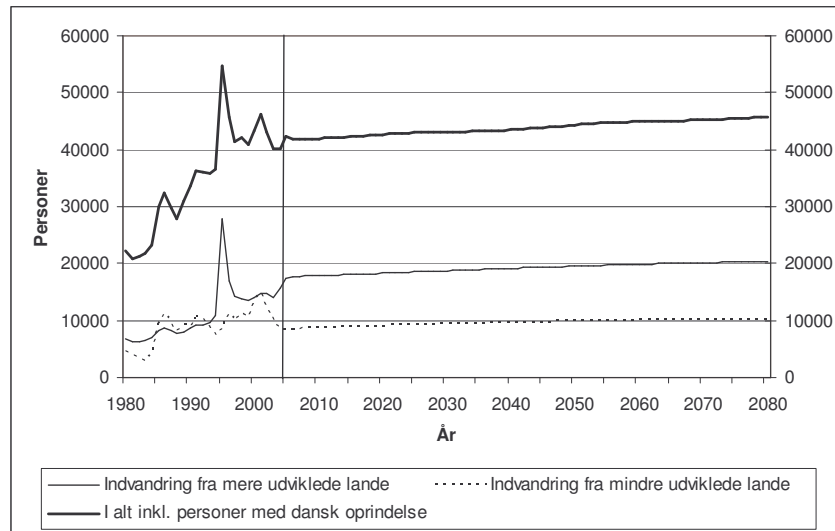
	Befolkning, primo	Født	Døde	Fødsels- overskud	Netto- indvandring	Befolknings- tilvækst
1980	5 122 065	55 559	55 936	-377	617	240
1981	5 123 989	53 089	56 359	-3 270	-1 509	-4 779
1982	5 119 155	52 656	55 366	-2 710	139	-2 571
1983	5 116 464	50 821	57 152	-6 331	2 009	-4 322
1984	5 112 130	51 800	57 109	-5 309	4 262	-1 047
1985	5 111 108	53 749	58 378	-4 629	9 792	5 163
1986	5 116 273	55 312	58 100	-2 788	11 375	8 587
1987	5 124 794	56 221	58 136	-1 915	6 530	4 615
1988	5 129 254	58 844	58 984	-140	861	721
1989	5 129 778	61 350	59 401	1 949	3 790	5 739
1990	5 135 409	63 433	60 935	2 498	8 534	11 032
1991	5 146 469	64 350	59 569	4 781	11 197	15 978
1992	5 162 126	67 726	60 820	6 906	11 741	18 647
1993	5 180 614	67 369	62 801	4 568	11 394	15 962
1994	5 196 642	69 666	61 099	8 567	10 624	19 191
1995	5 215 718	69 771	63 126	6 645	28 976	35 621
1996	5 251 027	67 629	61 040	6 589	17 581	24 170
1997	5 275 121	67 636	59 898	7 738	12 107	19 845
1998	5 294 860	66 170	58 441	7 729	11 527	19 256
1999	5 313 577	66 220	59 156	7 064	9 386	16 450
2000	5 330 020	67 081	57 984	9 097	10 070	19 167
2001	5 349 212	65 448	58 338	7 110	12 543	19 653
2002	5 368 354	64 146	58 571	5 575	9 944	15 519
2003	5 383 507	64 677	57 571	7 106	6 985	14 091
2004	5 397 640	64 397	55 796	8 601	5 400	14 001
2005	5 411 405	64 186	54 959	9 227	7 169	16 396
2006	5 427 559	62 925	55 706	7 219	7 352	14 571
2007	5 442 130	62 233	55 029	7 205	6 941	14 146
2008	5 456 275	61 437	55 234	6 203	6 680	12 883
2009	5 469 157	60 591	54 915	5 676	6 511	12 187
2010	5 481 343	59 824	55 020	4 804	6 363	11 167
2011	5 492 509	59 159	54 911	4 248	6 217	10 465
2012	5 502 973	58 687	55 016	3 671	6 094	9 765
2013	5 512 736	58 425	55 048	3 377	5 975	9 351
2014	5 522 086	58 404	55 195	3 209	5 885	9 094
2015	5 531 180	58 637	55 336	3 301	5 819	9 120
2016	5 540 298	59 063	55 556	3 507	5 751	9 258
2017	5 549 555	59 691	55 795	3 896	5 677	9 572
2018	5 559 126	60 473	56 093	4 381	5 622	10 003
2019	5 569 127	61 358	56 427	4 931	5 551	10 481
2020	5 579 607	62 251	56 815	5 436	5 537	10 973
2025	5 637 475	65 509	59 366	6 144	5 476	11 619
2030	5 690 125	65 221	62 476	2 745	5 643	8 388
2040	5 736 439	61 334	66 345	-5 011	5 873	862
2050	5 740 986	62 507	66 665	-4 158	5 887	1 729
2060	5 780 278	65 317	64 824	493	5 927	6 420
2070	5 859 443	63 124	59 863	3 261	6 031	9 292
2080	5 954 514	63 684	60 410	3 274	5 981	9 255
2090	6 041 702	65 808	63 228	2 580	5 946	8 526
2100	6 129 447	64 743	61 614	3 129	5 960	9 089

## 7.2 Indvandring og udvandring

Den samlede bruttoindvandring til Danmark var 42.000 personer i 2005. En meget betydelig del af disse personer var personer, som genindvandrede til Danmark efter mere end et år ophold i udlandet. Betragtes alene indvandringen af personer med oprindelse fra enten mere eller mindre udviklede lande, var den i 2005 på 26.000 personer. I befolkningsfremskriv-

ningen antages bruttoindvandringen at være svagt stigende således at indvandringen fra disse lande forventes at ligge på ca. 29.000 personer i 2040 og ca. 30.000 personer i år 2080. Indvandringen fra mere udviklede lande er omtrent dobbelt så stor som indvandringen fra mindre udviklede lande.

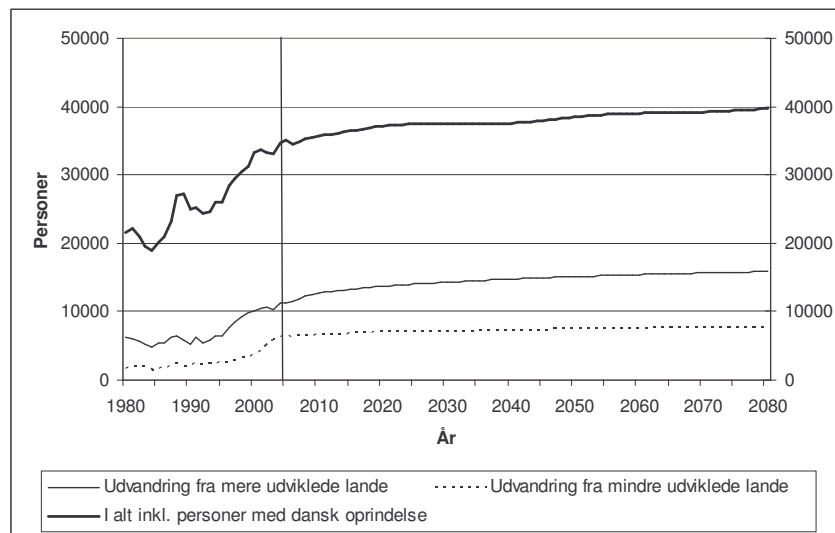
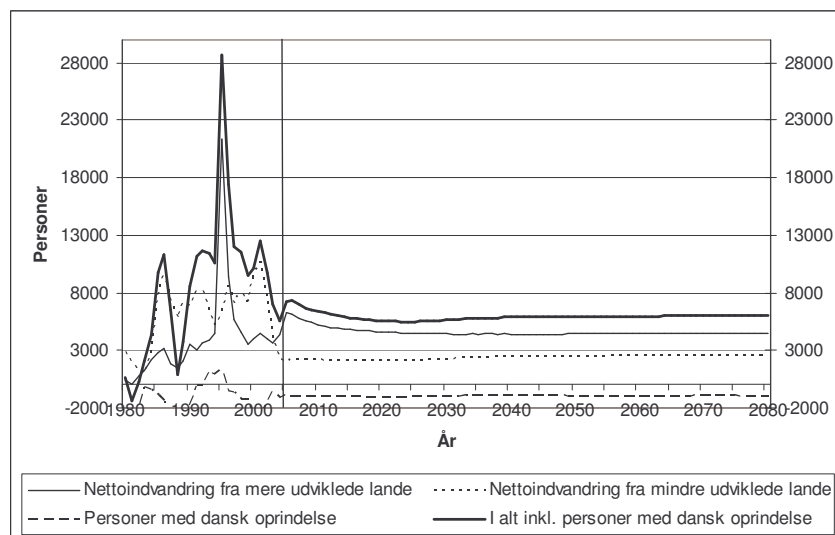
**Figur 42. Bruttoindvandring**



Udvandringen fra Danmark ligger på omkring 35.000 personer i år 2005. Heraf var ca. 11.000 genudvandring af personer fra mere udviklede lande, mens ca. 6.700 var genudvandring af personer fra mindre udviklede lande. Det er således ca. halvdelen af den samlede udvandring, der består af personer af dansk oprindelse.

I fremskrivningen vokser udvandringen gradvist og når 40.000 personer i 2080. Denne stigning skyldes først og fremmest en stigning i udvandringen af personer fra mere udviklede lande, jf. Figur 43.

Stigningen i både ind- og udvandring fører til, at den samlede nettoindvandring er forholdsvis konstant i fremskrivningsperioden. Ses alene på nettoindvandringen af personer med oprindelse fra mere og mindre udviklede lande under ét er denne svagt aftagende. I 2005 var nettoindvandringen af personer med disse oprindelser på ca. 8.000 personer (sammensat af 6.000 fra mere udviklede lande og 2.000 fra mindre udviklede lande). I år 2040 er nettoindvandringen med personer med disse oprindelser reduceret til 7.000 personer (sammensat af 4.500 fra mere udviklede lande og 2.500 fra mindre udviklede lande). Dette niveau – og denne fordeling – fastholdes herefter.

**Figur 43. Udvandring****Figur 44. Nettoindvandring**

Nettoudvandringen af personer af dansk oprindelse antages ligeledes at være konstant i fremskrivningsperioden – der er således set bort fra at øget globalisering kan forøge tendens til udvandring. Den samlede nettoindvandring er derfor 7.000 personer i starten af fremskrivningsperioden, hvilket reduceres til 6.000 gennem perioden, jf. Figur 44.

### 7.3 Befolkningsgrupperne

I 2005 boede der i alt 449.000 indvandrere og efterkommere i Danmark. Med den begrænsede nettoindvandring på ca. 6.000 personer og den relativt lave fertilitet der antages for disse grupper i fremskrivningen vil antallet

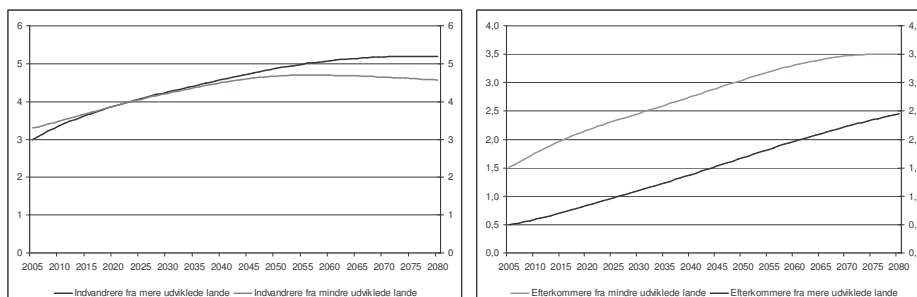
stige til 757.000 i 2040. I år 2100 vil antallet af herboende indvandrere og efterkommere være vokset til knap 1,0 mio. mennesker.

I 2005 boede der 4,96 mio. personer af dansk oprindelse i Danmark. Dette tal er kun meget langsomt stigende gennem det næste århundrede. I 2030 nås over 5,0 mio. af dansk oprindelse, mens tallet i 2060 er nede på 4,91 mio. Imod slutningen af århundredet indebærer fremskrivningen en vis vækst i antallet af personer af dansk oprindelse, således at der er knap 5,2 mio. af denne oprindelse i år 2100.

Målt som andel af den samlede befolkning udgjorde herboende indvandrere og efterkommere i 2005 i alt 8,3 pct. Denne andel vokser gradvist frem til 2080, hvor andelen stabiliseres omkring 15,7 pct., hvis den nuværende nettoindvandring fastholdes i fremtiden. Væksten i indvandrere og efterkommeres andel af befolkningen er aftagende over tid således, at andelen i 2020 er vokset til 10,8 pct. og i 2040 til 13,2 pct.

Betragtes alene indvandrere og efterkommere fra mindre udviklede lande udgjorde disse befolkningsgrupper 4,8 pct. af befolkningen i 2005. Disse befolkningsgruppers andel af den samlede befolkning er voksende frem til omkring 2070, hvor de til sammen udgør omkring 8,0 pct. af befolkningen. Herefter er andelen svag aftagende.

**Figur 45. Indvandrere og efterkommeres andel af befolkningen**



Med antagelserne om ind- og udvandring samt fertilitet fås således at indvandreres og efterkommeres andel af befolkningen forventes at blive fordoblet i løbet af det næste århundrede, og at der fortsat vil være stort set lige mange indvandrere og efterkommere fra hver af de to landegrupper, jf. Figur 45.

Tabel 6. Befolkningen opdelt efter oprindelse

	Personer med dansk oprindelse	Indvandrere fra		Efterkommere		Residual	I alt	Brutto-indvandring	Netto-indvandring
		mindre udviklede lande	fra mindre udviklede lande	Indvandrere fra mere udviklede lande	fra mere udviklede lande				
	1000 personer								
1980	4 969	35	6	100	12		5 122	27,1	0,6
1981	4 968	37	7	99	12		5 124	24,6	-1,5
1982	4 962	39	8	97	12		5 119	25,0	0,1
1983	4 958	40	9	97	12		5 116	24,6	2,0
1984	4 952	41	10	97	12		5 112	26,2	4,3
1985	4 947	43	11	97	12		5 111	33,0	9,8
1986	4 942	51	12	99	12		5 116	35,7	11,4
1987	4 938	60	14	100	12		5 125	33,0	6,5
1988	4 933	67	16	101	13		5 129	31,2	0,9
1989	4 926	73	18	101	13		5 130	34,1	3,8
1990	4 921	80	20	102	13		5 135	36,6	8,5
1991	4 920	86	23	104	14		5 146	39,6	11,2
1992	4 923	94	26	105	14		5 162	39,3	11,7
1993	4 927	101	30	107	15		5 181	39,3	11,4
1994	4 931	107	33	110	15		5 197	40,4	10,6
1995	4 937	112	37	113	16		5 216	58,6	29,0
1996	4 942	118	42	132	17		5 251	50,0	17,6
1997	4 945	126	46	140	18		5 275	45,6	12,1
1998	4 948	133	51	144	20		5 295	46,5	11,5
1999	4 950	140	55	147	20		5 314	45,3	9,4
2000	4 952	147	60	150	21		5 330	48,0	10,1
2001	4 953	155	65	152	22	1,4	5 349	50,8	12,5
2002	4 953	165	70	155	24	1,7	5 368	47,9	9,9
2003	4 953	172	74	157	25	2,3	5 384	45,1	7,0
2004	4 956	177	78	159	26	2,3	5 398	44,9	5,4
2005	4 959	179	81	162	27	2,9	5 411	47,8	7,2
2006	4 968	181	84	167	28		5 428	41,9	7,4
2007	4 971	183	87	172	29		5 442	41,9	6,9
2008	4 974	186	90	176	30		5 456	41,9	6,7
2009	4 976	189	93	180	31		5 469	41,9	6,5
2010	4 978	191	96	184	32		5 481	42,0	6,4
2011	4 979	194	99	188	34		5 493	42,0	6,2
2012	4 979	196	102	191	35		5 503	42,0	6,1
2013	4 979	199	104	195	36		5 513	42,1	6,0
2014	4 978	201	107	198	38		5 522	42,2	5,9
2015	4 978	204	109	201	39		5 531	42,3	5,8
2016	4 977	206	112	204	40		5 540	42,3	5,8
2017	4 977	209	114	207	42		5 550	42,4	5,7
2018	4 977	212	116	210	43		5 559	42,5	5,6
2019	4 978	214	119	213	45		5 569	42,6	5,6
2020	4 980	217	121	216	47		5 580	42,7	5,5
2025	4 994	229	131	230	54		5 637	43,0	5,5
2030	5 006	240	140	242	62		5 690	43,1	5,6
2040	4 979	258	158	262	79		5 736	43,5	5,9
2050	4 922	268	175	280	96		5 741	44,3	5,9
2060	4 911	271	191	293	114		5 780	44,9	5,9
2070	4 950	272	203	304	131		5 859	45,2	6,0
2080	5 018	272	209	310	146		5 955	45,7	6,0
2090	5 092	273	206	314	157		6 042	46,0	5,9
2100	5 172	276	200	317	165		6 129	46,0	6,0

## 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.<sup>23</sup> 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. Der-

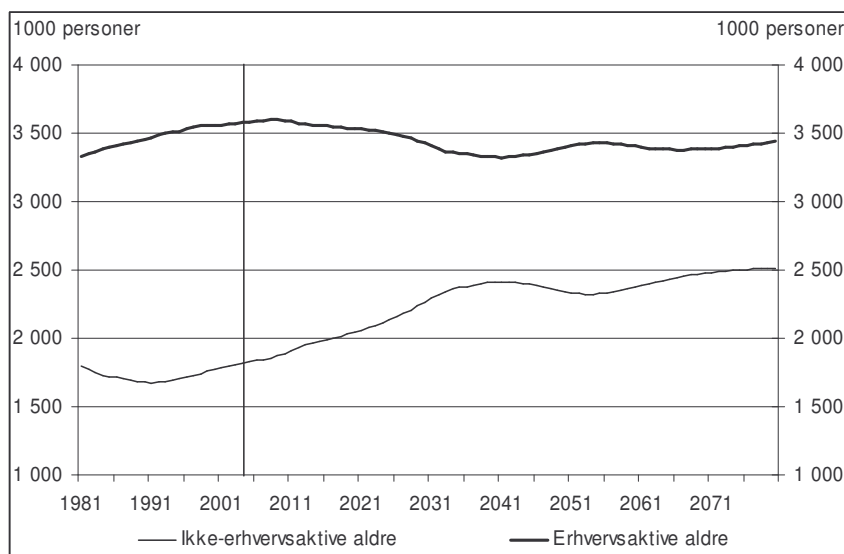
<sup>23</sup> Anvendelsen af en fast aldersgrænse for den erhvervsaktive alder er næppe rimelig over så lang en periode, hvor middellevetiden (jf. nedenfor) er vokset betydeligt. Tallene skal derfor kun tages som en indikator for udviklingen.

med er der i dag over dobbelt så mange forsørgere som for hundrede år siden.

Der forventes en mindre gunstig udvikling i antallet af forsørgere i de kommende årtier, idet antallet af personer i den erhvervsaktive alder forventes at 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. 3,3 mio. personer i 2040. Der forventes altså en reduktion i antallet af personer i den erhvervsaktive alder på 300.000 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.

I perioden efter 2040 er antallet af personer i den erhvervsaktive alder stigende og når i 2080 op på mere end 3,4 mio. personer. Denne stigning er dog kun netop stor nok til at fastholde de 15-64-åriges andel af befolkningen på 58 pct. Til sammenligning udgør de 15-64-årige i 2005 66 pct. af befolkningen.

**Figur 46. Antal personer henholdsvis 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. 1,8 mio. i 2005. 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 2,4 mio. børn og ældre i 2040. Herefter forventes et midlertidigt fald i antallet af personer i disse aldersgrupper, men allerede omkring 2050-55 stiger antallet af personer igen. I år 2080 er antallet af børn og ældre – dvs. antallet af personer uden for den erhvervsaktive alder – vokset til 2,5 mio. personer, jf. Figur 46.

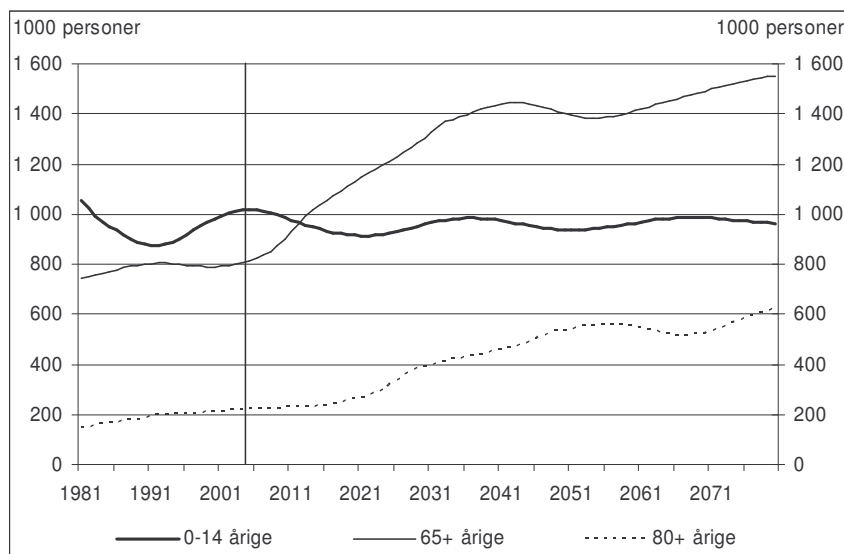


Hovedårsagen til, at antallet af personer uden for den erhvervsaktive alder er steget, er, at der er blevet langt flere ældre, mens antallet af børn – med undtagelse af en kort periode fra 1940 – ikke er steget. Således er antallet af personer over 64 år steget fra knap 200.000 i 1900 til ca. 810.000 i dag. Denne udvikling ventes at fortsætte i de kommende år, således at antallet af ældre topper omkring 2044 med 1,44 mio. personer. Det vil sige, at der om knap 40 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 1,55 mio. personer.

Udviklingen betyder, at mens personer over 64 år i 2005 udgør 15,0 pct. af befolkningen, vil andelen vokse til 25,2 pct. i 2042, hvor den topper midlertidigt. I 2080 udgør personer over 64 år 26,0 pct. af befolkningen.

Antallet af børn op til 15 år ventes at være nogenlunde uændret i fremskrivningsperioden. Frem mod 2020 falder antallet fra omkring 1,0 mio. i dag til 910.000, men herefter vil der være en gradvis stigning tilbage mod ca. 1,0 mio. personer igennem århundredet, jf. Figur 47.

**Figur 47. Antal personer under 15 år og over henholdsvis 65 år og 80 år**

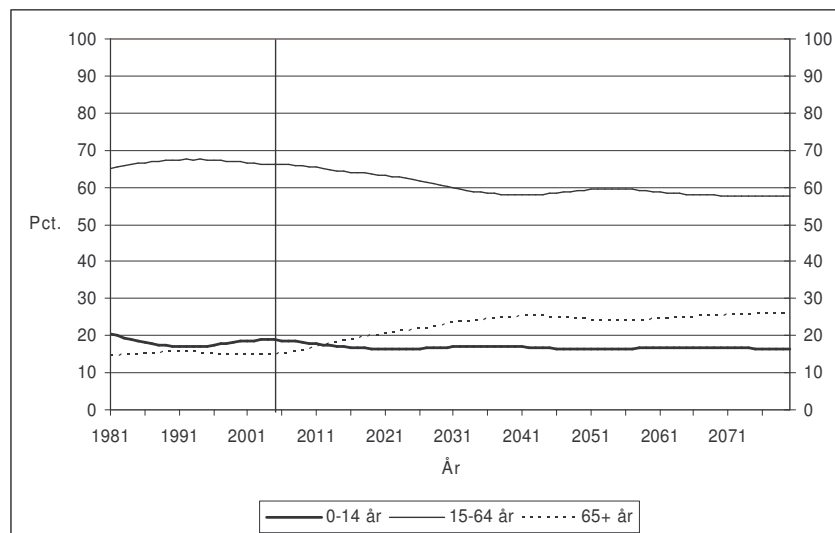


Der forventes en relativt større stigning i antallet af ældste ældre end i ældregruppen som helhed. Således skønnes antallet af personer på 80 år og derover, at blive fordoblet fra omkring 220.000 til knap 450.000 personer i løbet af de kommende 35 år. Væksten i antallet af personer på 80 år og derover fortsætter med at vokse og udgør i 2080 625.000 personer, jf. Figur 47. Denne stigning er relevant, 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 48. 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 personer 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 fast frem til 2080.

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

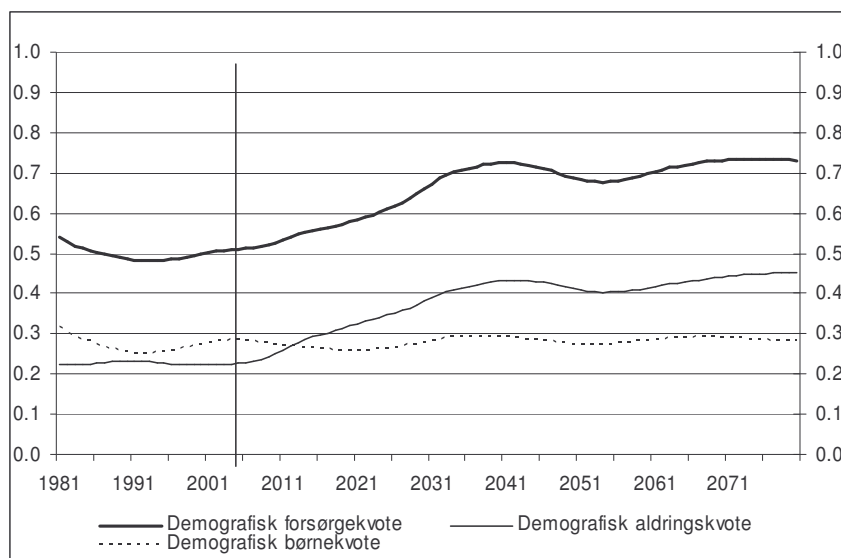
Dette ses ved at opdele den demografiske forsørgerkvote i henholdsvis en demografisk børnekvote og en demografisk ældrekvote.

*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 godt og vel det halve. I fremskrivningen fastholdes dette niveau, således at børnekvoten stabiliseres omkring 0,28 pr. person i den erhvervsaktive alder, jf. Figur 49.

**Figur 49. Demografiske forsørgerkvoter**



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 2005 er der mere end dobbelt så mange ældre pr. erhvervsaktiv, nemlig 0,23. Frem til 2042 forventes den demografiske ældrekvote stort set at blive fordoblet i forhold til 2005, 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.

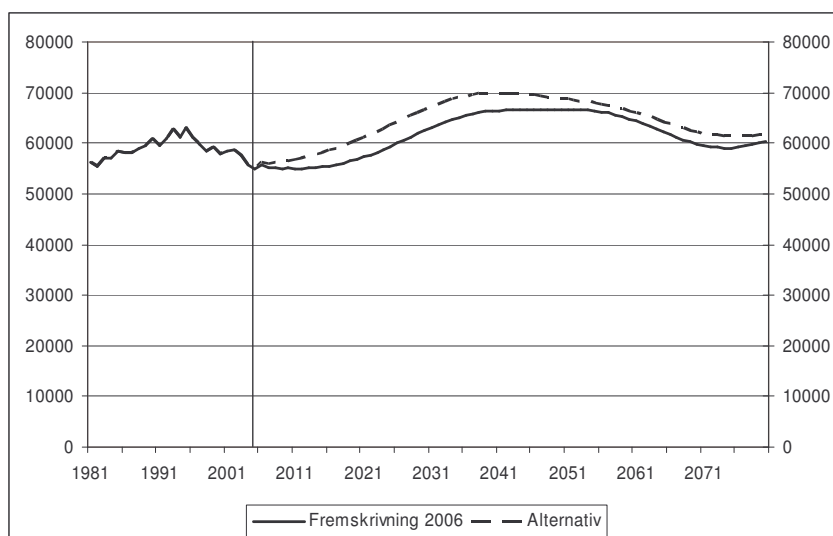
## 7.5 Befolkningsfremskrivning med højere dødelighed

Som beskrevet i afsnit 4 er der betydelig usikkerhed med hensyn til størrelsen og alderssammensætningen af den fremtidige reduktion i dødeligheden. Der er der gennemført en alternativ fremskrivning af dødeligheder-

ne baseret på data fra perioden 1965-2005, som inkluderer en betydelig del af perioden op til 1995, hvor reduktionen i dødelighederne var begrænsede. Betydningen af denne dødelighedsantagelse for befolkningsudviklingen analyseres i dette afsnit.

For det første betyder den højere dødelighed i de enkelte aldersgrupper, at den samlede dødelighed bliver højere end i fremskrivningen. I perioden fra omkring 2020 til 2040, hvor forskellen er størst er antallet af døde i alternativet mellem 3.000 og 4.000 højere end i fremskrivningen. Derefter indsnævres forskellen, fordi forskellen i befolkningens vokser og efterhånden opvejer den højere dødelighed i alternativet.

**Figur 50. Antal døde pr. år i fremskrivningen og i alternativet**



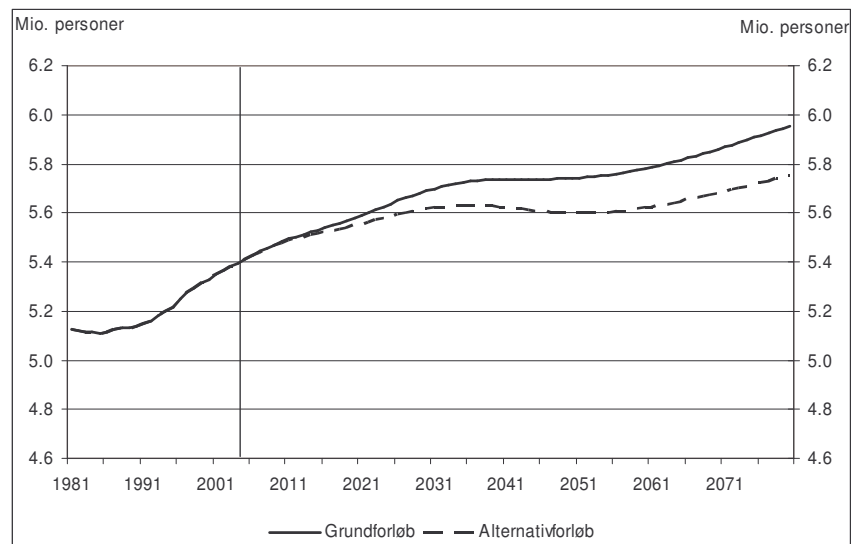
Efter 20 år (dvs. i 2025) er den samlede befolkning i alternativet omkring 50.000 personer lavere end i fremskrivningen. I 2050 er forskellen på 140.000 personer, mens den i 2080 er helt oppe på 200.000 personer. Det betyder, at den samlede befolkning stort set ikke vokser fra 2025 til 2055 og forbliver under 6 mio. også ved århundredets afslutning, jf. Figur 51.

Da det hovedsageligt er restlevetiden for 60-årige og derover, der reduceres som følge af forudsætningerne i alternativet, har det også en forholdsvis stor betydning for befolkningens alderssammensætning. Der er således færre ældre med forudsætningerne i alternativet. Anvendes den demografiske forsørgerkvote som mål for dette, fås, at stigningen i denne frem mod 2040 reduceres. I alternativet er den demografiske forsørgerkvote 0,70 i 2042 mod de 0,73 i befolkningsfremskrivningen. Forskellen forøges gradvist og i 2080 ligger forsørgerkvoten i alternativforløbet 0,05 point under niveauet i befolkningsfremskrivningen. En helt tilsvarende reduktion genfindes i ældrekvoten, jf. Figur 52.

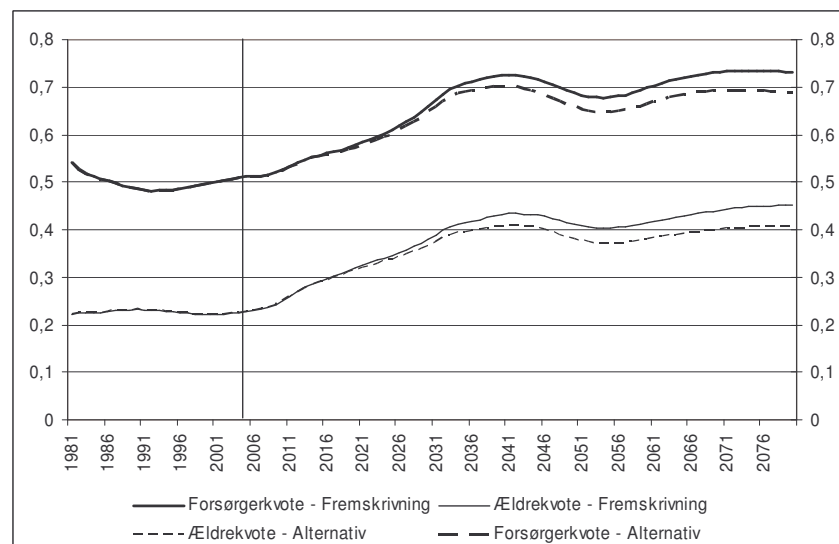
Den højere dødelighed blandt især ældre i alternativet er dog langt fra tilstrækkelig til at forhindre en meget markant stigning i niveauet for forsør-

gerkvoten som også i dette forløb stiger med 0,20 point i forhold til udgangspunktet i 2005.

**Figur 51. Udvikling i befolkningen i fremskrivningen og i alternativet**



**Figur 52. Forsørgerkvote og ældrekvote i fremskrivning og alternativ**

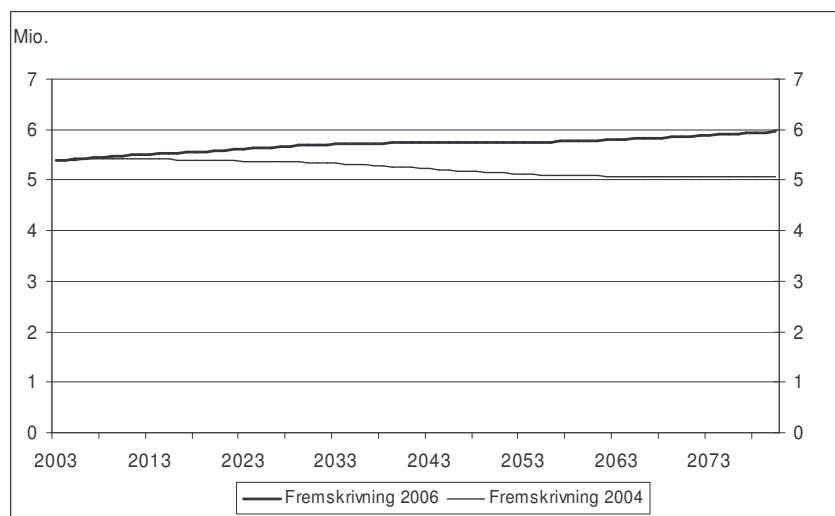


## 8. Sammenligning med fremskrivning fra 2004

### 8.1 Udviklingen i den samlede befolkning

Dette års fremskrivning betyder, at den tendens til voksende befolkning, som har været gældende gennem det 20. århundrede forsættes i det 21. århundrede. Dette dog med en væsentligt reduceret vækstrate i forhold til den historiske. Den positive befolkningsvækst er en ændring i forhold til fremskrivningen fra 2004 som indebar et fald i den samlede befolkning, jf. Figur 53.

**Figur 53. Udviklingen i samlet befolkning i henholdsvis 2004- og 2006-fremskrivningen**



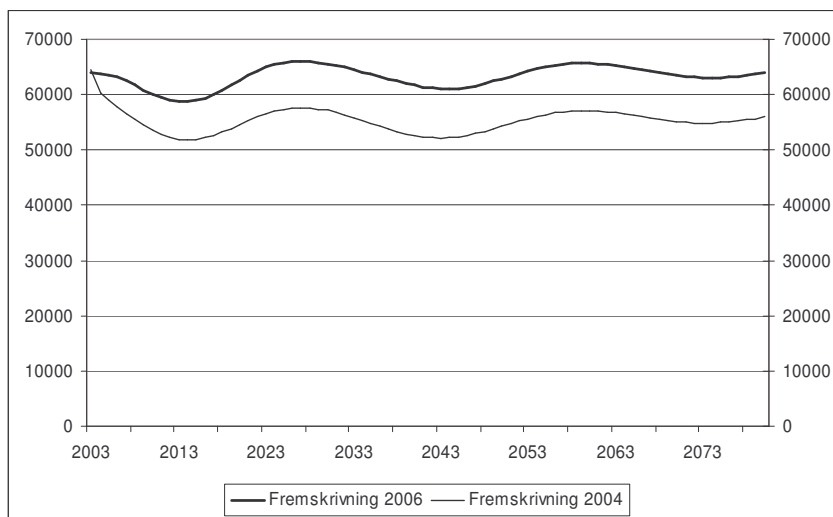
Den stigende befolkning er for det første en konsekvens af at den samlede fertilitet antages at vokse i denne fremskrivning, mens der var tale om et temporært fald i fertiliteten i 2004-fremskrivningen. Selvom det i 2004-fremskrivningen blev antaget, at fertiliteten ville stige i sidste halvdel af århundredet er dette ikke tilstrækkeligt til, at antallet af fødsler nærmer sig antallet i dette års fremskrivning, fordi den højere fertilitet påvirker en generation af kvinder, som er mindre end den tilsvarende i dette års fremskrivning, jf. Figur 54 som viser udviklingen i antallet af fødsler i de to fremskrivninger. Der er mellem 8.000 og 9.000 flere fødsler pr. år i 2006-fremskrivningen end i 2004-fremskrivningen.

Denne forskel i udviklingen i antallet af fødte forklarer ca. 800.000 af den samlede forskel på ca. 1,0 mio. personer i den samlede befolkning i år 2080.

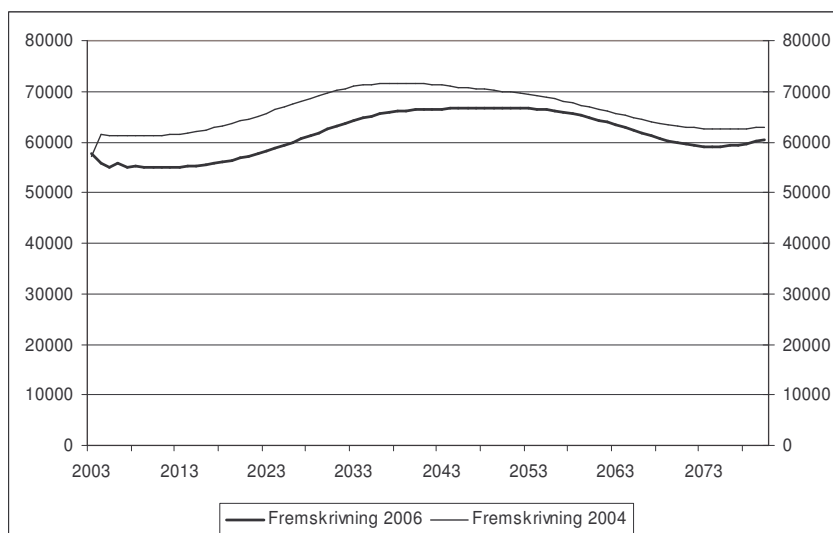
Den resterende forskel i udviklingen i den samlede befolkning skyldes ændringen i den forventede levetid i forhold til 2004 fremskrivningen, jf. afsnit 4. Denne forskel betyder, at antallet af døde pr. år er 8.000 til 9.000 lavere i perioden frem mod 2040 i dette års fremskrivning. Herefter reduceres for-

skellen i antallet af døde gradvist, fordi den lavere dødelighed i dette års befolkning modvirkes af den større samlede befolkning. I 2080 forklarer den lavere dødelighed alene en forskel i befolkningen på omkring 0,37 mio. personer.

**Figur 54. Udviklingen i antal fødte i henholdsvis 2004- og 2006-fremskrivningen**

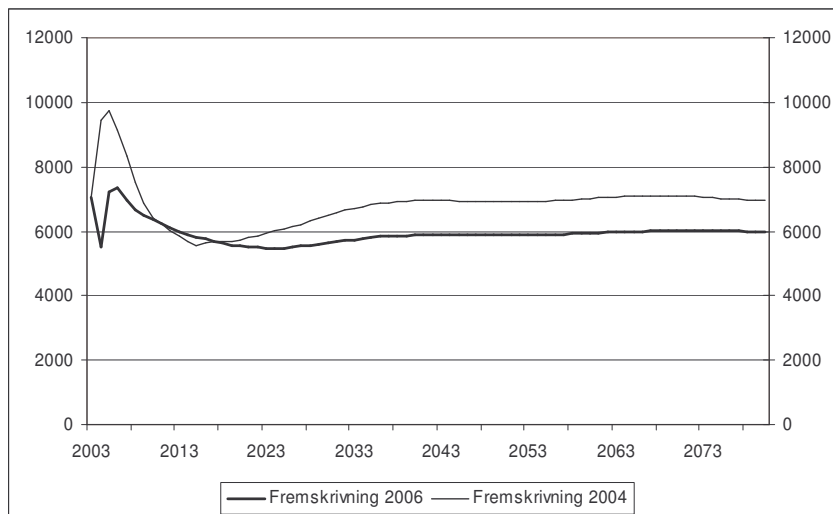


**Figur 55. Udviklingen i antal døde i henholdsvis 2004- og 2006-fremskrivningen**



Summen af de to isolerede ændringer henholdsvis fertilitet og dødelighed er således større end den samlede forskel i befolkningsudviklingen i de to fremskrivninger. Det skyldes, at der i 2006-fremskrivningen er antaget en lidt lavere årlig nettoindvandring, jf. Figur 56. Den årlige nettoindvandring er i dette års fremskrivning på 6.000 personer om året, mens den fra omkring 2030 var 7.000 personer i 2004-fremskrivningen.

**Figur 56. Udviklingen i antal nettoindvandrere i henholdsvis 2004- og 2006-fremskrivningen**

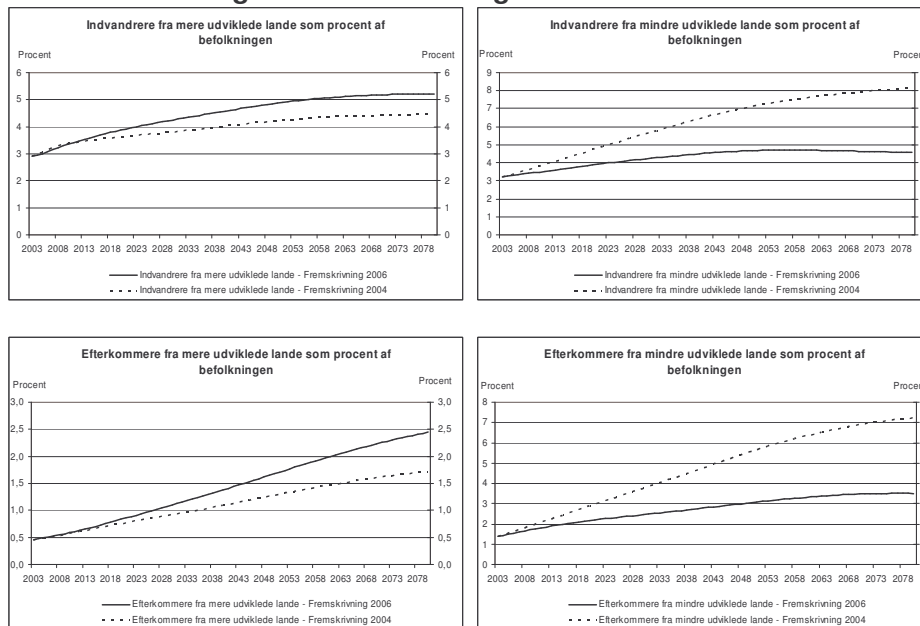


Antagelserne om en lavere nettoindvandring og en fertilitet for indvandrere og efterkommere fra specielt mindre udviklede lande betyder, at såvel indvandrere som efterkommere fra mindre udviklede lande kommer til at udgøre en væsentlig lavere andel af befolkningen ifølge 2006-fremskrivningen end det var tilfældet i 2004-fremskrivningen. Indvandrere fra mindre udviklede lande udgør fra omkring 2050 mellem 4,0 og 4,5 pct. af befolkningen, mens denne befolkningsgruppe i 2004 fremskrivningen gradvist voksede til mere end 8 pct. af befolkningen ved udgangen af århundredet, jf. Figur 57. Der er en tilsvarende markant forskel i udviklingen i efterkommere fra mindre udviklede landes andel af befolkningen. Denne vokser gradvist til ca. 3,5 pct. ved århundredets udgang ifølge 2006-fremskrivningen, mens denne befolkningsgruppe i 2004-fremskrivningen gradvist voksede til godt 7 pct.

For indvandrere og efterkommere fra mere udviklede lande gør den modsatte tendens sig gældende. På grund af den antagne højere nettoindvandring fra denne landegruppe vokser herboende indvandrere og efterkommere fra mere udviklede lande hurtigere i 2006-fremskrivningen end i 2004-fremskrivningen. Stigningen er dog langt fra tilstrækkelig til at opveje reduktionen i antallet af indvandrere og efterkommere fra mindre udviklede lande. Derfor er der en reduceres den samlede andel af herboende indvandrere og efterkommere fra i alt 22 pct. ved udgangen af århundredet i 2004-fremskrivningen til 16 pct. i 2006-fremskrivningen.



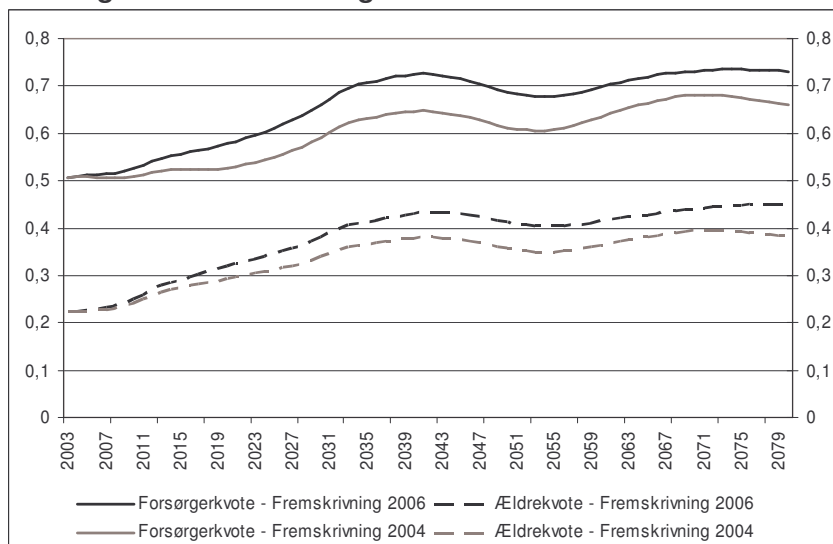
**Figur 57. Indvandrere og efterkommeres andel af befolkningen i henholdsvis 2004- og 2006-fremskrivningen**



## 8.2 Udvikling i forsørger- og ældrekvote

For udviklingen i de offentlige finanser er det især udviklingen i befolkningens alderssammensætning, der har betydning. Derfor sammenlignes i dette afsnit forsørger- og ældrekvoten i de to fremskrivninger.

**Figur 58. Udviklingen i forsørger- og ældrekvoten i henholdsvis 2004- og 2006-fremskrivningen**



Frem mod 2040 stiger forsørger kvoten fra 0,51 i 2003 til 0,65 i 2004-fremskrivningen og til 0,73 i 2006-fremskrivningen. Den samlede stigning i perioden vokser derfor fra 27 pct. til 43. pct. Det er således en markant

ekstra tilvækst i forsørgerkvoten, der følger af den ny fremskrivning. Det er stort set kun ændringen i dødeligheden, der påvirker forsørgerkvoten, idet en fremskrivning svarende til 2006-fremskrivningen, men med dødeligheder svarende til 2004-fremskrivningen giver anledningen til en forsørgerkvote på 0,66 i 2041. Det svarer stort set til niveauet i 2004-fremskrivningen.

Ældrekvoten vokser fra 0,22 i 2003 til 0,43 i 2006-fremskrivningen og til 0,38 i 2004-fremskrivningen, hvilket naturligvis igen afspejler de lavere dødeligheder for ældre i den nye fremskrivning.

## Referencer

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

Andreev, K. F. & J. W. Vaupel (2006): Forecasts of Cohort Mortality after age 50, Working paper 2006-012, Max-Planck-Institut für demografische Forschung

Bauer, T., C. Larsen og P. C. Matthiesen (2004): Immigration Policy and Danish and German Immigration, Chapter 2 in T. Tranæs & K. F. Zimmerman: Migrants, Work, and the Welfare State, The Rockwool Foundation Research Unit, København

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

Booth, H., J. Maindonald, & L. Smith (2002): Applying Lee-Carter under conditions of variable mortality decline, *Population Studies* vol. 56, 325-336

Booth, H, L. Tickle, & L. Smith (2005): Evaluation of the Variants of the Lee-Carter Method of Forecasting Mortality: A Multi-Country Comparison, *New Zealand Population Review*, vol. 3 no.1, 13-34

Burrage, K., A. Williams, J. Erhel & B. Pohl (1994): "The implementation of a Generalized Cross Validation algorithm using deflation techniques for linear systems", Research report No. 94-05, July 1994, Seminar für Angewandte Mathematik, Zürich

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

Carter, L. & A. Prskawetz (2001): Examining Structural Shifts in Mortality Using the Lee-Carter Method, Working paper 2001-007, Max-Planck-Institut für demografische Forschung

Dansk Arbejdsgiverforening (2001): Integration og Arbejdsmarkedet, red. L. M. Jensen, København

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

Giroso, 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

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

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

Lee, R., and L. Carter (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

Lundström, H. & Qvist, J. (2004): Mortality forecasting and Trend Shifts: an Application of the Lee-Carter Model to Swedish Mortality Data, *International Statistical Review* vol. 72 no.1, 37-50

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

Tænketanken 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, Analyse-rapport, København

Wilmoth, J. R. (1995): Are Mortality Projections Always More Pessimistic When Disaggregated by Cause of Death?, *Mathematical Population Studies* vol. 5, no.4 293-319

Wilmoth, J. R. (1996): "Mortality Projections for Japan: A Comparison of four Methods" in Casselli, G. & A. Lopez: Health and Mortality among Elderly Populations