

Statens pensjonsfond – Utland

- En tilstrekkelig stor hvilepute?

En analyse av den fremtidige statsfinansielle utfordringen i Norge

av

Espen Gautesen

Masteroppgave

Masteroppgaven er levert for å fullføre graden

Master i samfunnsøkonomi

Universitetet i Bergen, Institutt for økonomi

September 2010

UNIVERSITETET I BERGEN



Forord

Jeg vil takke veileder Bjørn Sandvik for å ha vist et enormt engasjement gjennom hele oppgaveprosessen. Bjørn har alltid tatt seg tid og stilt opp langt utover det man kan forvente.

Innleveringen av masteroppgaven markerer slutten på fem fine år som student ved Universitetet i Bergen. Selv om arbeidet med oppgaven har bydd på sine humørkonjunkturer, har studiet i samfunnsøkonomi gitt meg svært mye.

Av mine medstudenter vil jeg trekke frem Ingeborg, Torje, Svein Erik, Howie, og Ingjerd. Dere har vært med å gjøre dagene (og kveldene) på instituttet særdeles bra.

En stor takk går også til Hildegunn Sandal for korrekturlesing og generell humørspredning.

Espen Gautesen, Bergen 22. August 2010

Sammendrag

Statens pensjonsfond – Utland: En tilstrekkelig stor hvilepute?

En analyse av den fremtidige statsfinansielle utfordringen i Norge

av

Espen Gautesen, Master i samfunnsøkonomi

Universitetet i Bergen, 2010

Veileder: Bjørn Sandvik

Denne utredningen presenterer en vurdering av hvorvidt den forventede økningen i pensjonsutbetalingene er finanserbare. Vi ønsker samtidig å besvare om Statens pensjonsfond – Utland er tilstrekkelig stort til å demme opp for eventuelle underskudd på offentlige budsjett. Vi ser på inntektpensjonsdelen i det reformerte pensjonssystemet og tilpasser dette i en overlappende generasjonsmodell. Videre gjør vi detaljerte fremskrivninger av den demografiske strukturen i Norge og det offentlige netto kontantstrøm fra petroleumssektoren. Effektene på pensjonsutgiftene som følge av den generelle aldringen i befolkningen analyseres i en numerisk simuleringsmodell.

Uten de årlige overføringene fra Statens pensjonsfond – Utland finner vi at offentlig sektor går med underskudd i hele rapporteringsperioden, som er fra og med 2009 til 2060. Inkluderes overføringene (realavkastningen) fra pensjonsfondet i offentlige inntekter, snus derimot underskuddene til overskudd i samtlige år. Siden analysen kun tar hensyn til inntektpensjonsdelen i folketrygden, kan vi ikke gi noe presist svar på om pensjonsfondet er en tilstrekkelig stor buffer til å dekke andre aldersrelaterte utgifter.

Innholdsfortegnelse

Forord	iii
Sammendrag	iv
Innholdsfortegnelse	v
Tabelloversikt	vi
Figuroversikt	vii
1 Innledning	1
2 Utvidelser i forhold til standard OLG-modeller	3
2.1 Demografi.....	3
2.2 Konsumadferd under usikkerhet	19
2.3 Arvemotiv og intergenerasjonelle kapitaloverføringer.....	24
3 Det reformerte pensjonssystemet	27
3.1 Hovedtrekkene i pensjonsreformen.....	29
3.2 Formalisering av pensjonssystemet	32
4 Statens Pensjonsfond – Utland	40
4.1 Formuen på norsk sokkel.....	41
4.2 Fremskrivning av produksjon og utvinningsgrad.....	44
4.3 Verdsetting av fremtidig produksjon på norsk sokkel.....	49
5 Modellering av økonomien	53
5.1 En overlappende generasjonsmodell for norsk økonomi	53
5.2 Løsning og kalibrering av modellen.....	76
6 Resultater fra simuleringene	84
6.1 Demografi.....	86
6.2 Individenes valg og økonomiske tilpasning.....	93
6.3 Offentlig sektor.....	98
6.4 Forslag til modellutvidelser.....	106
7 Konklusjon	108
8 Kilder	110
9 Vedlegg – General Algebraic Modeling System (GAMS) kode	113

Tabelloversikt

Tabell 2-1 Konstruerte dødelighetstabeller 19
Tabell 5-1 Parameterverdier 83

Figuroversikt

Figur 2-1 Prosentvis endring i dødssannsynligheter	11
Figur 2-2 Dødssannsynlighetsvektoren til basiskohorten.....	12
Figur 2-3 Trend i dødelighetssannsynligheter for basiskohorten.....	13
Figur 2-4 Glatting av dødelighetssannsynligheter for høye aldre	14
Figur 2-5 Sammenheng: Forventet levealder og v_k	15
Figur 2-6 Funksjonstilpasset v_k	17
Figur 2-7 Forventet levealder: Faktisk og beregnet	18
Figur 2-8 Empiriske vs. konstante overlevelsessannsynligheter.....	23
Figur 4-1 Produksjons og utvinningsgrad på norsk sokkel.....	43
Figur 4-2 Logaritmen av utvinningsgraden.....	46
Figur 4-3 Linearisering og trend i utvinningsgrad	47
Figur 4-4 Fremskrevet produksjonsbane og utvinningsgrad.....	49
Figur 4-5 Statens inntektsandel: Mrd. 2010-kroner pr. Sm ³ oe.....	50
Figur 4-6 Statens netto kontantstrøm fra petroleumssektoren	51
Figur 4-7 Markedsverdi SPU - Milliarder 2010-kroner (utvalgte år).....	52
Figur 5-1 Kohortenes effektivitet over livsløpet	80
Figur 6-1 Kohortstørrelse.....	87
Figur 6-2 Befolkningsstørrelse og aldersgrupper.....	88
Figur 6-3 Alderssammensetning	89
Figur 6-4 Overlevelsesandeler: 2010- og 1960-kohorten.....	90
Figur 6-5 Avhengighetsrater	91
Figur 6-6 Individenes arbeidstilbud – andel av tilgjengelig tid i arbeid	93
Figur 6-7 1960-kohorten: Konsum, inntekt og livssyklusparing	95
Figur 6-8 Formue over livssyklusen for 1960- og 2010-kohorten.....	96
Figur 6-9 2010-kohorten: Konsum, inntekt og livssyklusparing	97
Figur 6-10 Pensjonsutgifter ift. offentlige oljekorrigerte inntekter og produksjon	99
Figur 6-11 Pensjonsgrad.....	100
Figur 6-12 Offentlig oljekorrigert budsjettoverskudd	101

Figur 6-13 Samlet offentlig overskudd ift. produksjon og offentlige inntekter .	102
Figur 6-14 Realavkastning SPU ift. produksjon og offentlige oljekorrigerede inntekter.....	103
Figur 6-15 Realavkastning SPU ift. produksjon og BNP.....	104
Figur 6-16 Offentlig totalformue og SPU ift. produksjon.....	105

1 Innledning

*"[...] Menneskene blir flere og flere
Og alle vil ha mer og mer
Kabalen går ikke opp
Der er ikke kake nok til alle
Og der er ingen som sier stopp ..."*

Raga Rockers – Fred på jorden

Beregninger fra (Arbeidsdepartementet, 2008) viser at Norge står ovenfor store fremtidige aldersrelaterte utgiftsøkninger. Bare fra 2008 til 2050 er det forventet at utgifter til alderspensjoner vil øke fra 6% til 14% av verdiskapningen i fastlandsøkonomien (ibid). Denne økningen i utgiftene skyldes langt på vei den mye omtalte *eldrebølgen* - et resultat av økt levealder og lavere fruktbarhet. I 2008 var det ca 2,8 yrkesaktive per pensjonist – et forhold som er ventet å falle til 1,8 i 2050. Samtidig som like forholdstall er noe dyster lesing for den yngre delen av befolkningen, hadde Norge i 2009 en statsfinansiell buffer i Statens pensjonsfond - Utland med markedsverdi 2640 milliarder kroner - tilsvarende 109% av BNP.

I lys av denne utviklingen ønsker vi å gjøre en vurdering av hvorvidt den forventede økningen i pensjonsutbetalingene er finansierbar. Vi ønsker å besvare følgende problemstilling: *Er Statens pensjonsfond – Utland en tilstrekkelig stor nok buffer for å demme opp for eventuelle underskudd på offentlige budsjett eller bør man allerede nå begynne å gjøre innstramminger i velferdsstaten?*

For å gjøre en slik analyse av den fremtidige statsfinansielle situasjonen i Norge bruker vi i denne utredningen en numerisk overlappende generasjonsmodell. I modellen legger vi spesiell vekt på demografisk struktur, inntektspensjonsdelen i folketrygden og statens fremtidige inntekter fra petroleumssektoren. I formaliseringen av det demografiske rammeverket gjør vi en empirisk fremskrivning av befolkningsstrukturen i Norge, slik at modellen på best mulig vis ivaretar forventede demografiske utviklingstrekk. Dette gjør blant annet at vi fanger opp effek-

ten av at det i løpet av de neste tjue årene er historisk sett store årskull som starter sine pensjonsuttak – noe som gjør oss i stand til å vurdere sammenhengen mellom befolkningsutviklingen og utviklingen i pensjonsutgifter.

I utformingen av det reformerte pensjonssystemet ble det spesielt lagt vekt på at man skulle stimulere til forlenget yrkesdeltagelse blant eldre. Dette er spesielt viktig å få til når folk (i gjennomsnitt) lever lengre – slik at forholdet mellom antall år som pensjonist i forhold til år i arbeidslivet ikke øker for mye. Fungerer insentivordningene i systemet, vil de lette finansieringsbyrden for den yngre delen av befolkningen i årene som kommer. Formaliseringen av pensjonssystemet i modellen gjør oss i stand til å vurdere om insentivordningene faktisk fungerer. For å vurdere om pensjonsfondet er en tilstrekkelig buffer, gjør vi en omfattende empirisk fremskrivning av petroleumsproduksjonen på norsk sokkel og verdsetter denne.

I Kapittel 2 gir vi en kort forklaring på hvorfor det er viktig at den demografiske strukturen i overlappende generasjonsmodeller gjenspeiler den faktiske befolkningen og utviklingen i denne. Vi formaliserer fremskrivningsmetoden vi har lagt til grunn for befolkningsutviklingen og viser hvordan det demografiske fundamentet knyttes sammen med konsumadferd (under usikkerhet) og intergenerasjonelle kapitaloverføringer. Kapittel 3 presenterer bakgrunnen for pensjonsreformen og en formalisering av inntektspensjonsdelen i folketrygden. I Kapittel 4 gjør vi en empirisk analyse og fremskrivning av petroleumsproduksjonen på norsk sokkel. På bakgrunn av denne anslår vi verdien av statens netto kontantstrøm fra petroleumssektoren og beregner fremtidig verdi av og avkastning fra SPU. I Kapittel 5 samler vi trådene fra de tre foregående kapitlene i en overlappende generasjonsmodell. Modellen har endogent bestemt arbeidstilbud og årskullene er representert gjennom representative individ. Avslutningsvis i Kapittel 6 presenterer vi resultatene fra simuleringene av modellen vi har formalisert.

2 Utvidelser i forhold til standard OLG-modeller

Dette kapittelet presenterer teoretisk bakgrunn og metode for det som skiller vår overlappende generasjonsmodell fra mer standardiserte modeller. Siden den norske statsfinansielle utfordringen i stor grad er knyttet til fremtidige pensjonsutgifter er det viktig å legge til grunn en modell som beskriver den norske befolkningsutviklingen på en mer realistisk måte. Dette fordi den forventede økningen i pensjonsutgiftene henger tett sammen med demografiske trender. I delkapittel 2.1 presenterer vi et detaljert og empirisk begrunnet demografisk fundament. Dette gjør oss i stand til å beskrive den norske befolkningen og utviklingen i denne på en rimelig presis måte i OLG-modellen vår. Delkapittel 2.2 gjør rede for hvordan detaljert demografi knyttes opp mot konsumentene og deres økonomiske valg. Avslutningsvis diskuterer vi i delkapittel 2.3 hvordan en detaljert befolkningsstruktur i en OLG-modell gjør det enkelt å innføre arvemotiv og kapitaloverføringer mellom kohorter.

2.1 Demografi

Motivasjonen bak utvidelsen er å kunne gi et godt bilde på forholdet mellom yrkesaktive og de som har trukket seg ut av arbeidsstyrken. Dette er en sentral størrelse i bestemmelse av både det offentlige pensjonsutgifter og hvorvidt skatteinntektene er tilstrekkelige til å dekke utgiften. Vi presenterer en modell som tar hensyn til at alle kohorter har ulik forventet levealder og at individene i kohortene dør gradvis ut. På bakgrunn av empiriske dødelighetstabeller kan vi tilføre en OLG-modell en relativt presis befolkningsstruktur som blant annet gjør at kohortenes økonomiske valg og aggregerte bidrag til økonomien er avhengig av hvor lenge de forventer å leve, og hvilken dødelighet de faktisk opplever. En klar fordel med å legge til grunn en presis demografisk struktur er at vi med langt større nøyaktighet kan analysere hvordan demografiske trender påvirker bæreevnen til et pensjonssystem.

I overlappende generasjonsmodeller representeres en kohort som oftest gjennom et gjennomsnittsindivid. Dette *representative individet* tilskrives en del

egenskaper og karakteristika som forklarer hvilke økonomiske avgjørelser *kohorten* tar. Standardtilnærmingen er samtidig å la alle individene i en kohort leve like lenge slik at hele kohorten fases ut av modellen på samme tidspunkt. Dette er en altfor grov fremstilling og vi ønsker derfor i dette kapittelet å utforske en alternativ tilnærming som vil gi et langt mer realistisk bilde på hvordan de ulike kohortene faktisk dør ut. En viktig demografisk svakhet som følger av standardtilnærmingen er at *andelen eldre*, dvs. de som er gått ut av arbeidsstyrken og har pensjonsutbetalinger som eneste inntektskilde, blir feil. Over- eller undervurderer vi hvor stor del av kohorten som lever til en gitt alder – kan det få store følger for anslagene på blant annet pensjonsutbetalinger og skatteinntekter. Ettersom store deler av modelløkonomien vi presenterer i Kapittel 5 bygger på kohortenes samlede tilbud av arbeidskraft, kan feilberegning av hvor mange som til en hver tid er gjenlevende i en kohort gi uheldige utslag på modellresultatene. For å gjøre det analytiske rammeverket lett håndterlig lar vi det *representative individet* i en kohort være noe ulikt standarden. Vi lar det leve lenger enn kohortens forventede levealder slik at den andelen av en kohort som i forventning lever lenger enn forventet levealder ikke utfases for tidlig. De aggregerte størrelsene for en kohort er gitt ved å gange opp det *representative individet* med antall gjenlevende individer i kohorten på et gitt tidspunkt. Faser vi derfor ut det representative individet for tidlig, får vi ikke med de økonomiske bidragene fra de i kohorten som lever lengst. Vi firer med andre ord litt på kravene med tanke på den deskriptive nøyaktigheten for å få en enklere analytisk fremstilling. Det at individene i kohortene fases ut av modellen (dør) på ulike tidspunkt gjør oss i bedre stand til å gi rimeligere estimat på den fremtidige pensjonsbyrden og hvorvidt denne er finansielt håndterbar. Dette kommer blant annet av at når flere i en kohort blir eldre, er det flere som mottar pensjonsutbetalinger over lengre tid.

Valget med å bruke empiriske overlevelsessannsynligheter i en overlappende generasjonsmodell støttes i en empirisk studie av (Hurd & McGarry, 1995) som konkluderer med at subjektive dødelighetssannsynligheter har et stort potensial i denne type modeller. Funnene er gjort på bakgrunn av University of Michigans *Health and Retirement Study (HRS)* som blant annet kartlegger respondentenes selvoppgitte sannsynligheter for å leve til de er 75 og 85 år. Artikkeforfatterne finner at de oppgitte sannsynlighetene stemmer godt overens med

det faktiske dødelighetsmønsteret i den amerikanske befolkningen. Det kan derfor tenkes at folk faktisk tar hensyn til usikkerhet rundt dødstidspunktet når de gjør økonomiske valg.

Poenget med de påfølgende underkapitlene er å vise hvordan vi på bakgrunn av empiriske døds- og overlevelsessannsynligheter danner grunnlag for en langt mer reell demografi i modellen vår enn den tradisjonelle varianten der alle individene i en kohort lever like lenge.

2.1.1 Beregningsgrunnlag for dødssannsynligheter

For å få et mest mulig solid demografisk fundament i modellen vår, baserer vi det på empiriske data med dødelighetstabeller som utgangspunkt. Slike tabeller er mye brukt i analyser av lands demografiske utvikling og gir et rimelig innblikk i hvordan dødelighetsmønstre endrer seg over tid. En dødelighetstabell gir en spesifikk oversikt over hvilke sannsynligheter individer i ulike aldre (i gjennomsnitt) har for å dø, i det året tabellen gjelder for. En dødelighetstabell kan samtidig anvendes til å finne ut hvor lenge folk (i gjennomsnitt) kan forvente å leve og hvilke sannsynligheter et individ (i gjennomsnitt) har for å overleve til ulike aldre. Tabellen er basert på et tverrsnitt av ulike kohorter som vil si at dødelighetstabellen for eksempelvis år 2007 ikke vil gi en helt presis beskrivelse av hvilke dødelighetsmønstre 2007-kohorten vil oppleve. Dette kommer av at beregningsgrunnlaget for tabellen i hovedsak bygger på dødelighetsforhold for eldre kohorter. For eksempel vil sannsynligheten for at en 50-åring dør i 2007 være basert på hvor mange 50-åringer som dør dette året. De som fyller 50 i 2007, tilhører 1957-kohorten. I det følgende presenterer vi beregningsmetodikken for dødelighetstabeller og viser videre hvordan vi benytter dette til å gjøre en enkel analyse av utviklingen i dødelighet i Norge i perioden 1987-2008. På bakgrunn av dette gjør vi en fremskrivning av forventet levealder og dødelighetsmønstre som vi senere bruker i OLG-modellen i Kapittel 5.

Dødelighetstabeller¹

Metoden vi her presenterer er basert på datamateriale mottatt pr. e-post fra Statistisk sentralbyrå og et metodenotat av (Foss, 1998).² Innledningsvis påpeker vi at *forventet levealder* må forstås som den forventede *gjenstående* levetiden til et individ ved fødselen om ikke annet er oppgitt. I utledningen av dødelighetstabellene følger vi SSB som i tillegg til å beregne kjønnsesifikke dødelighetstabeller gjør beregninger for et *gjennomsnittsindivid* de kaller *Begge* – som egentlig vil si at *gjennomsnittsindividet* opplever et gjennomsnitt av menn og kvinners døds-sannsynligheter. Siden sannsynligheten for å dø er høyere for menn for de fleste aldre, kunne vi alternativt ha vektet sannsynlighetene med de reelle andelene kvinner og menn i de ulike aldersgruppene, men utslagene på beregningene i blant annet forventet levealder er så små at vi beholder forenklingen. I OLG-modellen vår skiller vi ikke mellom kjønnene og det er derfor mest relevant å gjøre beregninger for gjennomsnittsindividet.

I dødelighetstabellene er sannsynligheten for å dø ved en gitt alder, a , basert på *dødsintensiteten* i det året t en person er a år gammel. Dødsintensiteten, $\mu_a(t)$, som er antatt å være konstant i et aldersintervall på ett år, er forholdet mellom antallet som dør i en alder a , $D_a(t)$, i forhold til middelfolkemengden i kalenderåret t . Middelfolkemengden med alder a i år t er definert som

$$\bar{L}_a(t) = \frac{1}{2}(L_{a,INN}(t) + L_{a,UT}(t)) \quad (2.1)$$

der $L_{a,INN}(t)$ er antall individer i alderen a ved inngangen av år t den 1. januar og $L_{a,UT}(t)$ antallet i samme alder ved utgangen den 31. desember. At begge befolkningsstørrelsene vektet likt kommer av at dødsfallene antas å være fordelt likt over kalenderåret. Siden vi ser på et tverrsnitt av befolkningen i et gitt beregningsår t vil ikke antallet som for eksempel var 0 år ved utgangen av år t samsvare med hvor mange som er 1 år ved inngangen til neste år. De som var 1 år gamle i år t ble født i år $t-1$. Mer spesifikt er dødsintensiteten kvotienten mellom antal-

¹ Beregningsåret for en dødelighetstabell er året før publiseringsåret. Tabellen for eksempelvis 2007 er da basert på dødelighetsforhold i ulike aldre i 2006.

² Datamateriale mottatt av Inger E. Texmon, Seniorrådgiver og forsker på befolkningsutvikling, flytting og dødelighet i Statistisk sentralbyrå.

let som dør i en alder a i år t , $D_a(t)$, og middelfolkemengden i alderen a det samme året

$$\mu_a(t) = [D_a(t) / \bar{L}_a(t)] \quad (2.2)$$

På bakgrunn av dette beregnes *dødsintensiteten* for alle aldersgrupper fra og med 0 til 105 år. (Foss, 1998) påpeker at for aldre over 99 år er sannsynlighetene beregnet ved å bruke et glattet 10 års gjennomsnitt. Dette grunngis med at ved høy alder blir estimatene ustabile siden det er få eldre som dør. Dødelighetstabeller går normalt ikke over 99 år, men ettersom forventet levealder bygger på sannsynlighetene for å dø i alle aldre er de med i beregningen (ibid.).

Med utgangspunkt i dødsintensiteten fra (2.2) definerer vi sannsynligheten for å dø i en alder a på i et år t som

$$m_a(t) = 1 - \exp(-\mu_a(t)) \quad (2.3)$$

der \exp er den eksponentialfunksjonen. Fra (2.2) ser vi at jo flere som dør i en gitt alder, $D_a(t)$, jo høyere er dødsintensiteten og følgelig sannsynligheten for å dø i en gitt alder – noe som virker intuitivt rimelig.

Sannsynlighetene i dødelighetstabellene er som nevnt innledningsvis beregnet på bakgrunn av *dødsintensitetene* til eldre kohorter. Generelt er sammenhengen mellom hvilket årskull som brukes i beregningene for ulike aldre gitt ved $a = t - k$ der a er alder, t er tidspunkt (årstall) og k identifiserer kohorten med hvilket år den ble født. Slik at beregningene som eksempelvis gjøres på tidspunkt $t = 2007$ for $a = 50$ (åringer) er basert på hvor mange gjenlevende fra kohort, $k = 1957$, som dør på tidspunkt t . Vi benytter dødelighetstabellene for et gitt år t som en tilnærming til hvilken dødelighet en kohort født i år $k = t$ vil oppleve. Det vil si at kohorten som blir født i eksempelvis 2007 opplever dødeligheten beskrevet av dødelighetstabellen for 2007. Svakheten med dette er blant annet at sannsynlighetene i tabellen beregnes med utgangspunkt i tidligere årskull som gjør at vi får noe upresise estimat på hvilken dødelighet en kohort vil oppleve. Eksempelvis vil generelt en person født i 2007 ha lavere dødssannsynlighet ved alder 50 (i år 2057) enn en femtiåring har i 2007 (født 1957). Av beregningstekniske årsaker bruker vi likevel dødelighetstabellene som en tilnærming til en kohorts dødssannsynligheter.

Vi definerer videre *dødssannsynlighetsvektoren* til en kohort k som sannsynlighetene for å dø i alle ulike aldre, a ved

$$\vec{m}_k = (m_{k,0}, m_{k,1}, \dots, m_{k,130}) \quad (2.4)$$

der fotskriften k betegner hvilket år kohorten blir født. Merk at vi her lar maksimal *mulig oppnåelig* alder være 130 år, mens den i standard dødelighetstabeller kun er 105 år. Dette gjøres for å gi rom for at når folk blir eldre – vil antakelig en større andel av befolkningen leve til de er mer enn 105 år. I simuleringsmodellen i Kapittel 5 gir vi rom for at en økende andel av fremtidige kohorter kan leve til de er mer enn 105 år.

2.1.2 Sannsynligheter

På bakgrunn av dødelighetstabellene og definisjonen vår av dødssannsynlighetsvektoren for en kohort k , beregner vi her ulike sannsynligheter vi bruker i formaliseringen av det demografiske rammeverket. Uttrykkene i dette avsnittet følger metodegrunnlaget i (Ot.prp. nr 37 (2008-2009)). Vi er i hovedsak ute etter et uttrykk for kohortenes sannsynligheter for å leve til ulike aldre. Dette er med på å bestemme hvor lenge kohorten lever og hvordan den dør ut.

Vi lar $m_{k,a} = m_{k,k+a}$ være sannsynligheten for at et individ i kohort k dør i en alder a , jfr. ligning (2.4). Bruker vi sammenhengen mellom alder, tidspunkt og fødselsåret til kohorten, $a = t - k$, kan vi si at sannsynligheten for å dø på tidspunkt t , er gitt som $m_{k,t} = m_{k,k+a}$. Vi bruker sistnevnte adaptasjon i formaliseringen av simuleringsmodellen i kapittel 5. Fra definisjonen av dødssannsynlighetene i ligning (2.3) er sannsynligheten for at et individ født i k ikke dør – altså overlever – fra alder a til $a+1$ gitt ved

$$o_{k,a} = (1 - m_{k,a}) \quad (2.5)$$

Sannsynligheten for at et individ overlever fra fødsel til en alder a er gitt som *sannsynligheten* for at individet overlever alle de forestående aldrene før a :

$$\sigma_{k,a} = \prod_{a'=0}^{a-1} o_{k,a'} = \prod_{a'=0}^{a-1} (1 - m_{k,a'}) \quad (2.6)$$

Siden sannsynlighetene beregnes for et *gjennomsnittsindivid* kan sannsynligheten i ligning (2.6) tolkes som den *andelen* av kohorten som overlever til alder a .

Vi definerer derfor denne som kohortens *overlevningssandel*. Den *forventede gjenstående levealderen* til et individ i kohort k ved fødselen er gitt som summen av de ulike sannsynlighetene for å leve til alle mulige aldre a fra og med alder null:

$$\varphi_{k,0} = \sum_{a=0}^{\infty} \sigma_{k,a} \quad (2.7)$$

I uttrykk (2.7) summeres det over alle fremtidige *mulige* aldre. I praksis beregner en dødelighet opp til og med alder 130 selv om det statistiske grunnlaget for dødelighet for aldre over 100 er rimelig tynt (Foss, 1998). Til slutt lar vi forventet gjenstående levealder for et individ ved alder a' (gitt at det har nådd en alder $a > 0$) være gitt som

$$\varphi_{k,a,a'} = \frac{1}{\sigma_{k,a}} \sum_{x=a'}^{130} \sigma_{k,x} \quad (2.8)$$

2.1.3 Valg av fremskrivningsmetode

For å gjøre kvalifiserte fremskrivninger av dødslighetsforholdene i befolkningen er det essensielt å få kartlagt den demografisk trenden. En ting er å beskrive økningen i forventet levealder – en annen, og enda mer avgjørende i en demografisk analyse – er å gjøre fremskrivninger av sannsynlighetene for å dø i ulike aldre. Dette gjør oss i stand til å ikke bare si noe om økningen i forventet levealder – men også *hvordan* fremtidige kohorter dør ut og hvor mange i hver kohort som lever til ulike aldre. Dette er svært sentralt i bestemmelsen av alderssammensetningen i befolkningen og følgelig andelen av yrkesaktive i forhold til antallet utenfor arbeidsstyrken.

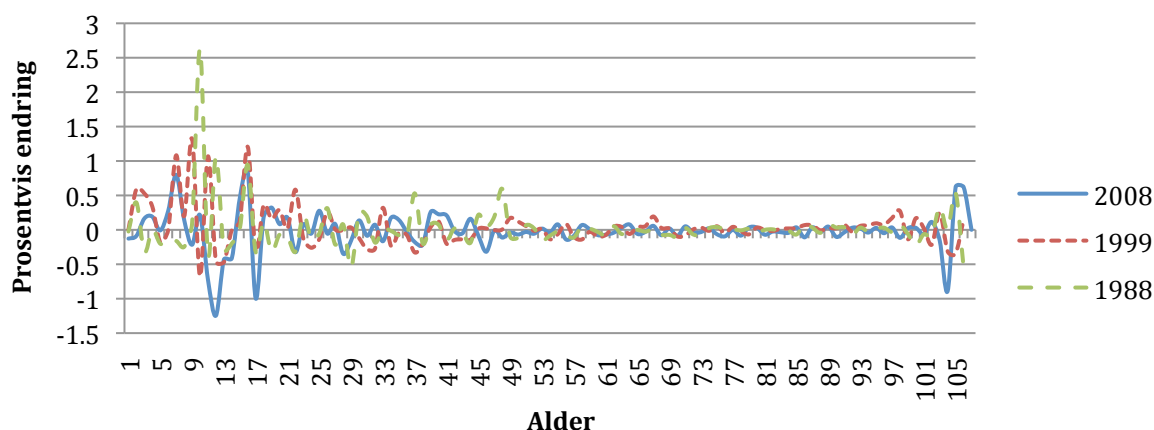
Med utgangspunkt i datamaterialet mottatt fra SSB har vi konstruert dødelighetstabeller for gjennomsnittsindividet for årene 1987 – 2008. Tabellene gjør det relativt enkelt å gjøre en vurdering av dødelighetsutviklingen i denne perioden, som er nettopp den utviklingen vi ønsker å fremskrive for å kunne si noe om fremtidige kohorters dødelighetsmønstre. På bakgrunn av dette har vi

valgt å se på den prosentvise endringen i sannsynlighetene for å dø i ulike aldre fra kohort til kohort. Vi har beregnet denne ved hjelp av formelen

$$\Delta m_{k,a} = [m_{k,a} - m_{k-1,a}] / m_{k-1,a} \text{ for } a \in \{0, \dots, 105\} \text{ og } k \in \{1987, \dots, 2008\} \quad (2.9)$$

Poenget med disse beregningene er i utgangspunktet å prøve å identifisere en trend i dødssannsynlighetene for ulike aldre og på bakgrunn av dette finne en passende metode for fremskrivningene. Figur 2-1 under viser et utdrag fra ulike år beregningene fra ligning (2.9) er gjort for. Figuren viser at den *prosentvise endringen* i dødssannsynlighetene er størst i aldersgruppene 0 – 15 år og 100-105 år. Volatiliteten i dødssannsynlighetene i den yngste gruppen kan i hovedsak forklares med at svært få dør i disse aldre og små endringer får derfor stor utslag. For den eldste gruppen er forklaringen tilsvarende. Få lever til de blir over 100 år og små årlige variasjoner for derfor store utslag. Hovedpoenget å ta med seg fra fremstillingen i figuren er at sannsynlighetene endres svært lite fra kohort til kohort og at endringene er tilnærmet konstante over alle aldre. Dette gjelder spesielt aldre 16 – 99 år – der de årlige prosentvise endringene ligger svært nær null. Ellers kan det nevnes at de årlige endringene var mer volatile på 80- og tidlig 90-tall og da spesielt for lave aldre. Den grafiske representasjonen gir støtte for å påstå at det er en tilnærmet konstant prosentvis endring i sannsynlighetene mellom to kohorter. Dette taler for at man kan benytte en lineær fremskrivning av dødssannsynlighetene – siden de fra år til år endres relativt lite og nokså jevnt over hele *livsløpet*. Linjene er titulert med kohortenes fødselsår og eksempelvis viser linjen betegnet "1988" den prosentvise endringen i dødssannsynlighetene mellom 1987- og 1988 kohorten.

Figur 2-1 Prosentvis endring i dødssannsynligheter



På bakgrunn av resultatene fra Figur 2-1 gjør vi antagelsen om at sannsynligheten for å dø i alle aldre enten øker eller faller *prosentvis* like mye fra kohort til kohort. Det vil si at *dødssannsynlighetsvektoren* – definert som sannsynlighetene for å dø i ulike aldre i ligning (2.4) – for en kohort k er en lineær transformasjon av dødssannsynlighetsvektoren til en hvilken som helst annen kohort. Korrelasjonskoeffisientene mellom sannsynlighetsvektoren til 2008-kohorten og sannsynlighetsvektorene for kohortene født i årene 1987 - 2007 peker alle i retning av et lineært forhold – ettersom alle koeffisientene ligger i overkant av 0.94. Svakheten med korrelasjonskoeffisientene er åpenbart at de tar utgangspunkt i *hele* sannsynlighetsvektoren og gir et mindre godt bilde på hvordan den årlige utviklingen er i gitte aldre. Likevel gir de en god pekepinn på at det er et lineært forhold mellom kohortenes sannsynlighetsvektorer. Vi gjør på bakgrunn av dette antagelsen om at sannsynligheten for at et individ i kohort k dør i en alder a er en lineær funksjon av sannsynligheten for at et individ i en *basiskohort* dør i samme alder.

Vi antar at *basiskohorten*, k_B , er født i 2007. Dødssannsynlighetsvektoren til basiskohorten definerer vi som et (uvektet) gjennomsnitt over dødssannsynlighetsvektorene til 2006-, 2007- og 2008-kohorten og definerer resultatet som *basisvektoren*, \vec{m}_B

$$\vec{m}_B = \frac{1}{3}[\vec{m}_{2006} + \vec{m}_{2007} + \vec{m}_{2008}] \quad (2.10)$$

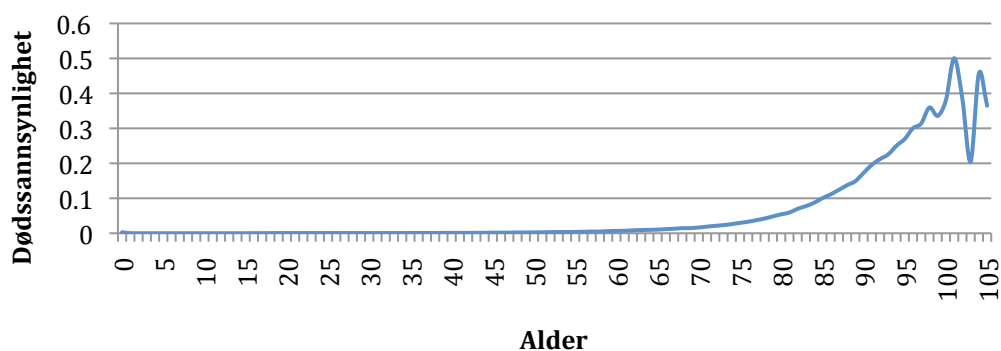
Vi velger å ta et gjennomsnitt for å glatte ut tilfeldig 'støy' i dødssannsynlighetene ved ulike aldre. Videre lar vi alle andre kohorter k sine dødssannsynligheter være forklart med utgangspunkt i basiskohorten, k_B . Det vil si at sannsynligheten for at et individ i kohort k dør ved alder a er bestemt av sannsynligheten for at et individ i *basiskohorten* dør i alder a . Mer formelt antar vi at

$$m_{k,a} = f(m_{k_B,a}) = (1 - v_k) m_{k_B,a} \quad \forall k \quad (2.11)$$

der v_k representerer den *prosentvise endringen* i dødssannsynlighetene (for alle aldre) til en kohort k i forhold til *basiskohorten*, k_B . Det vi vil vise med ligning (2.11) er at vi med utgangspunkt i en *basiskohort* kan beskrive dødssannsynlighetene til alle andre kohorter – både tidligere og fremtidige. Poenget er at dette gjør oss i stand til å konstruere dødelighetstabeller for fremtidige kohorter – og dermed ha en klar forståelse av hvordan alle kohortene dør ut. Dette er essensielt i simuleringsmodellen ettersom vi ønsker å besvare hvordan den demografiske utviklingen påvirker de offentlige finansene gjennom det nye pensjonssystemet.

Dødssannsynlighetsvektoren til basiskohorten, k_B , er illustrert i Figur 2-2. Illustrasjonen viser minimale forskjeller i dødssannsynlighetene mellom to nærliggende aldre – frem til og med 95 år. For høyere aldre er det tydelig at få gjenværende fører til store utslag i sannsynlighetene når de avgår med døden. Selv om dødssannsynlighetsvektoren til basiskohorten er et uvektet gjennomsnitt av tre kohorter, jfr. ligning (2.10) ser vi at det er blant annet over dobbelt så stor sannsynlighet for å dø som 102-åring enn som 103-åring. Dette virker urimelig.

Figur 2-2 Dødssannsynlighetsvektoren til basiskohorten

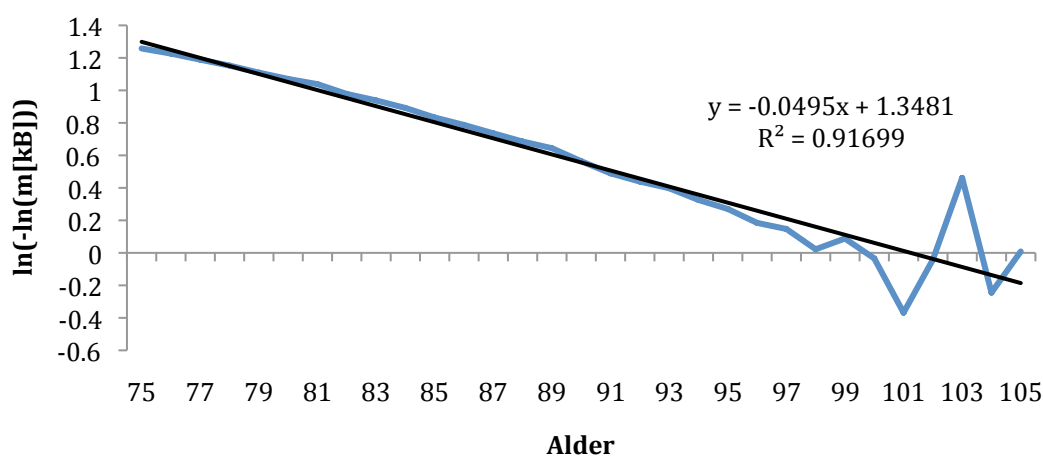


Siden vi baserer dødssannsynlighetsvektorene for alle andre kohorter på *basis-kohorten* er det derfor viktig at denne type *støy* i dødssannsynlighetene for svært høye aldre glattes bort. Støyen kan i verste fall føre til at vi får helt urimelige befolkningsmønstre der en urealistisk andel av kohorten lever til ulike høye aldre. Før vi beregner v_k for de ulike kohortene endrer vi maksimal *mulig oppnåelig alder* fra 105 til 130 år.³ Dette gjør vi ved å beregne en trend i sannsynlighetene fra alder 75 tom. 105. Ettersom det er relativt store svingninger i sannsynlighetene for aldre over 95 år (hovedsakelig grunnet tynt statistisk materiale), velger vi å vektlegge aldrene 75 – 95 relativt mer. I et forsøk på å ta bort noe av variasjonen, tar vi dobbeltlogaritmen til de aldersbestemte dødelighetssannsynlighetene i basisvektoren \vec{m}_B ved

$$y = \ln(-\ln(m_{kB,a})) \text{ for } a \in \{75, \dots, 105\} \quad (2.12)^4$$

Resultatet av dette er illustrert i Figur 2-3 under.

Figur 2-3 Trend i dødelighetssannsynligheter for basiskohorten



Her er funksjonen til trendlinjen fra lineariseringen i (2.12) beskrevet med y i diagrammet, der $y = \ln[-\ln(m_{kB,a})]$ og $x = (a - 74)$.⁵ Vi reverserer så logaritmisering

³ 130 år velges ettersom det er dette som benyttes som *høyeste mulige alder* i det nye pensjonssystemet.

⁴ Det er tatt den negative til den indre logaritmen ettersom $\ln(m_{t_b,a}) < 0$ siden $m_{t_b,a} < 1$ og den naturlige logaritmen til et negativt tall ikke er definert.

⁵ Excel tolker første horisontalakseverdi som 1 uansett verdi og derfor blir $x = \text{alder} - 74$ siden første alder er 75.

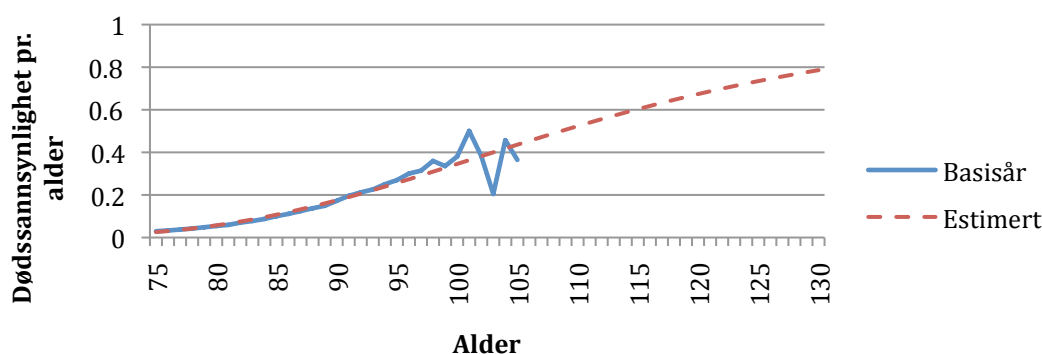
ringen for å få et uttrykk for dødssannsynlighetene til basiskohorten for aldrene $75 \leq a \leq 130$. De *glattede* dødssannsynlighetene er da gitt som

$$\tilde{m}_{k_B,a} = \exp(-\exp[-0,0495(a - 74) + 1.3481]) \text{ for } a \in \{75, \dots, 130\} \quad (2.13)$$

Resultatet av dette er gitt ved den stiplede linjen i

Figur 2-4.⁶

Figur 2-4 Glattung av dødelighetssannsynligheter for høye aldre



I det følgende benyttes så $\tilde{m}_{k_B,a}$ for $a \in (96, \dots, 130)$. Samtidig ser vi at de høye dødelighetssannsynlighetene gir lave overlevelsessannsynligheter og påvirker derfor utregningene av forventet levealder ved fødsel i svært liten grad. Eksempelvis vil forventet levealder (ved fødsel) for basiskohorten kun øke med 0,011 år om vi tar hensyn til dødssannsynlighetene for $a > 105$.

Med utgangspunkt i den glattede *basisvektoren* og beregningsmetoden for dødelighetstabeller ønsker vi videre å identifisere utviklingen i dødssannsynlighetene fra kohort til kohort (i alle aldre). Kan vi si noe kvalifisert om trenden i døds-sannsynligheter mellom kohortene, kan vi også konstruere dødelighetstabeller for både fremtidige og tidligere kohorter. Metoden vi benytter bygger på (Salm, 2006) som foreslår en liknende sannsynlighetsjustering for kjønns-spesifikke dødelighetsrater. Prinsippet her er det samme.

⁶ En viktig forutsetning bak fremskrivingen er at sannsynligheten for å dø i en gitt alder aldri overstiger 1. Med metoden brukt her vil øvre grenseverdi når alder går mot uendelig være 1 siden; $\lim_{a \rightarrow \infty} \tilde{m}_{k_B,a} = 1$

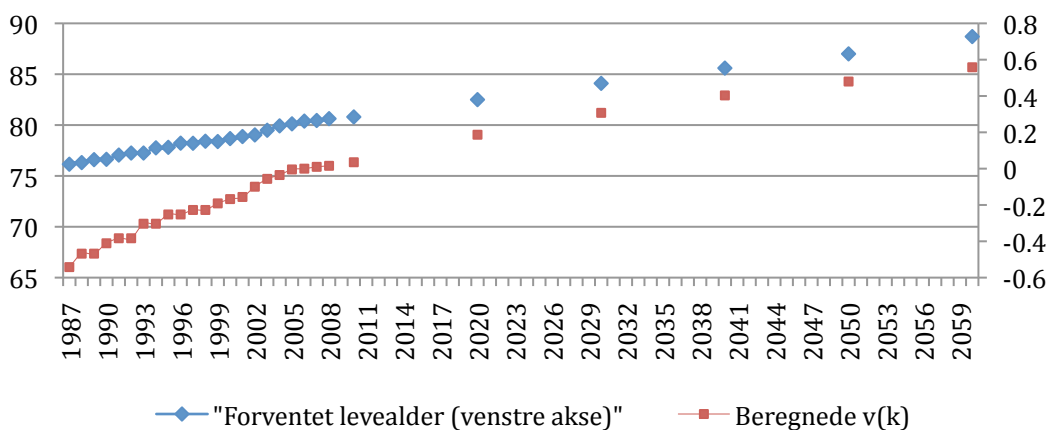
Det vi gjør er å konstruere dødelighetstabeller for kohortene $k \in \{1987, \dots, 2008\}$ med bakgrunn i den glattede *basisvektoren*. Vi tar utgangspunkt i den forventede levealderen i de ulike kohorter gitt i (SSB, Tabell 3, 2009d). Dette gjøres ved å bruke ligningene (2.6) og (2.7) og la v_k løse for forventet levealder ved fødselen lik oppgitt forventet levealder. Formelt har vi da at v_k løser problemet

$$\varphi_{k,0}^{ssb} = \sum_{a=0}^{\infty} \sigma_{k,a} = \sum_{a=0}^{\infty} \left[\prod_{a=0}^{130} 1 - [(1 - v_k) m_{kB,a}] \right] \quad (2.14)$$

der $\varphi_{k,0}^{ssb}$ er SSBs oppgitte forventet levealder ved fødsel for kohort k . Vi løser for v_k ved å bruke målsøkingsfunksjonen i Excel.

Figur 2-5 viser forholdet mellom forventet levealder ved fødsel og de beregnede v_k . Vi ser at for kohortene født etter år 2010 har vi kun noen få datapunktet. Dette kommer av at vi kun har fått tak i fremskrivninger av forventet levealder oppgitt med ti års mellomrom etter 2010 (Texmon & Brunborg, 2009).

Figur 2-5 Sammenheng: Forventet levealder og v_k



Av figuren ser vi at høyere overlevelsessannsynligheter, dvs. høyere v_k , samsvarer med høyere forventet levealder – hvilket virker rimelig. Ut fra dette kan vi finne en funksjonsform som beskriver trenden i v_k - altså hvor stor prosentvis

endring i dødssannsynlighetene (for alle aldre) en kohort k har i forhold til basiskohorten, k_B . Dette gjør i stand til å si noe om hvilke dødssannsynligheter kohorter født etter 2008 og før 1987 vil ha.

Eksempel:

I år 2000 var forventet levealder for gjennomsnittet av menn og kvinner ved fødsel lik 78,7 år. Med utgangspunkt i dødssannsynlighetene i *basisvektoren* løser vi for $v_{2000} = -0.207$. At verdien er negativ betyr at det var høyere sannsynlighet for å dø i en gitt alder for 2000-kohorten enn det var for basiskohorten – hvilket også den lavere forventede levealderen tyder på. Den forventede levealderen for *basiskohorten* (snittet av 2006-, 2007- og 2008-kohorten) var 80,45 år.

Med utgangspunkt i de v_k fra Figur 2-5, kan vi videre tilpasse en funksjon til punktene figuren og på bakgrunn av disse beskrive *dødelighetsmønsteret* og *forventet levealder* for alle kohorter født før 1987 og etter 2008. Ved å sette inn funksjonsverdiene, v_k , i ligning (2.11), dvs. $m_{k,a} = (1 - v_k)m_{k_B,a}$ får vi ut hvilke sannsynlighet den aktuelle kohorten har for å dø i ulike aldre. Det vi bestemmer gjennom v_k er i prinsippet *hvor mange* som må dø i ulike aldre for at forventet levealder skal samsvare med det som er oppgitt av SSB – gitt vår antagelse om at endringene i dødssannsynlighetene er uavhengig av alder. Når vi tilpasser en funksjon til de datapunktene vi har i Figur 2-5 får vi én v_k for alle kohorter k som gjør at vi kan beskrive dødelighetsmønstre for alle kohortene, selv for de vi ikke har oppgitt forventet levealder for.

Ved tilpasning av funksjon har vi benyttet data på forventet levealder i perioden 1987-2007 samt 2010-2060 – da med ti års mellomrom. I tillegg har vi benyttet tall på forventet levealder for årene 1968, -73, -79 og -84. Dette fordi ved tilpasning av en funksjon må ha noen 'holdepunkter' for tidligere kohorter. Uten dette, kan vi risikere at den estimerte funksjonen kun er beskrivende for det tidsintervallet vi estimerer den på – og ikke tidligere år.⁷ Funksjonsformen vi tilpasser er en 4-parameter logistisk funksjon på formen

$$\tilde{v}_k = b_0 + b_1 / [1 + \exp(-b_2(k - b_3))] \tag{2.15}$$

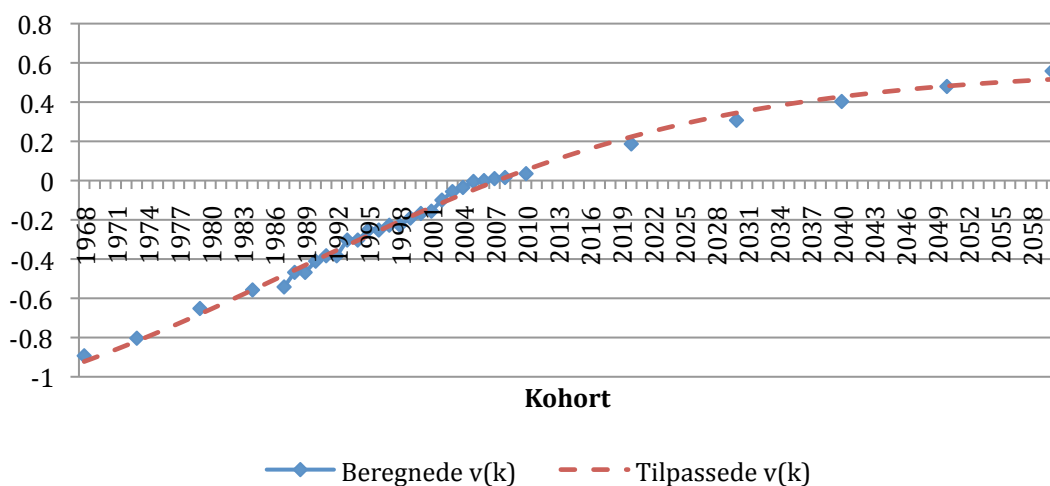
⁷ Holdepunktene vi har med i estimeringen er i prinsippet med på å bestemme grenseverdiene (asymptotetene) til den estimerte funksjonen i (2.16).

Vi tilskriver ikke funksjonen noen spesiell praktisk tolkning. Denne type funksjon bruker oftest til data-tilpasning og i mindre grad til prediksjon. I vårt tilfelle er den likevel godt egnet ettersom vi i hovedsak er etter en funksjon som føyer godt til de beregnede v_k vi har. Hovedegenskapen til funksjonen er at den gir høy vekst i starten av et intervall før den avtar gradvis. Den er estimert med en forhåndsprogrammert rutine for ikke-lineær minstekvadrats metode i Stata 10.0 SE. Innsatt for koeffisientestimatene vår vi funksjonen

$$\tilde{v}_k = -1.4564 + 2.028 / [1 + \exp(-0.05(k - 1988,55))] \quad \text{med } R^2 = 0,9948. \quad (2.16)$$

Kurvaturen på funksjonen fra (2.16) og tilpasningen i forhold til de v_k vi illustrerte i Figur 2-5 er vist i Figur 2-6 under.

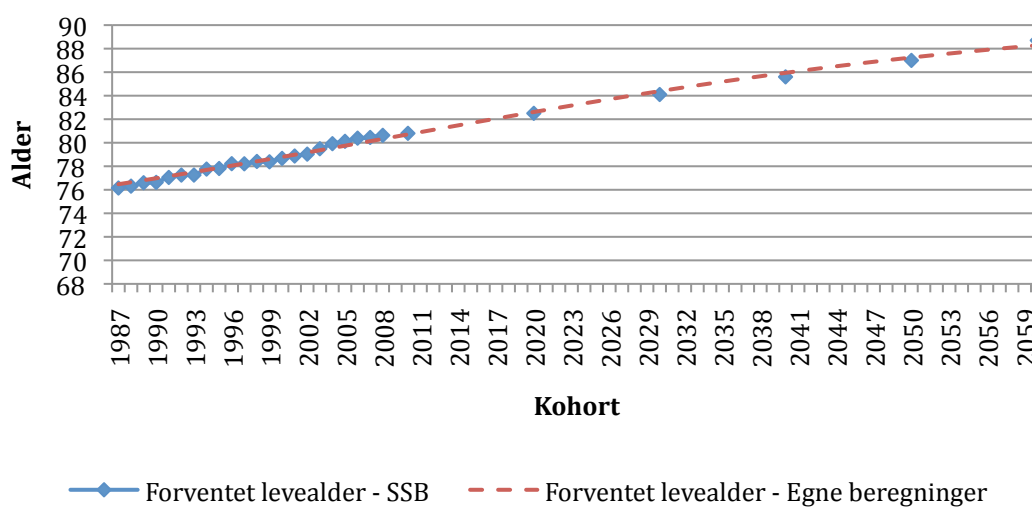
Figur 2-6 Funksjonstilpasset v_k



Vi ser at funksjonen fra (2.16) beskriver trenden i v_k relativt bra. Av spesiell interesse er det at funksjonen undervurderer 2060-kohorten, dvs. v_{2060} . I praksis betyr for lav v_k for 2060-kohorten at dødssannsynlighetene overvurderes, jfr. ligning (2.11) som vil si at forventet levealder undervurderes. For kohortene født mellom 1968 og 2050, gir funksjonen fra (2.16) spesielt god føyning og den gir ventelig opphav til rimelige dødssannsynligheter (og forventet levealder) for disse kohortene. I underkapittel 6.1 gjør vi en mer spesifikk analyse av hvorvidt denne fremskrivningsmetoden er godt nok egnet til å beskrive den forventede demografiske utviklingen i Norge.

På bakgrunn av \tilde{v}_k fra (2.16) har vi videre beregnet forventet levealder for alle år i perioden 1987-2060. Ved første øyekast ser dette ut til å være en god tilnærming – selv om utgangspunktet vårt med dødssannsynlighetsvektoren til *basiskohorten* er noe enkel. Av Figur 2-7 fremkommer det at forventet levealder i 2060 estimeres til 87,38 år i motsetning til SSB som oppgir 87,7 år. Funksjonsformen vi har valgt fører tilsynelatende til at utviklingen i forventet levealder stagnerer noe for de siste kohortene.

Figur 2-7 Forventet levealder: Faktisk og beregnet



Forventet levealder til 2100-kohorten er beregnet til å bli 90,5 år, men ettersom vi ikke har noe sammenligningsgrunnlag er det vanskelig å si om vi undervurderer økningen. Alle de forventede levealderne er beregnet fra (2.16) og (2.14).

Vi ender opp med å konstruere *dødssannsynlighetsvektorer* for alle tidligere og fremtidige kohorter på bakgrunn av basisvektoren i (2.10) og de beregningene vi har gjort av v_k med utgangspunkt i Statistisk sentralbyrås prognoser for forventet levealder. På denne måten får vi dødelighetstabeller for alle fremtidige kohorter og er i stand til å si noe om hvordan kohortene dør ut, hvor mange i kohortene som når ulike aldre og så videre. Dødelighetstabellene er illustrert i Tabell 2-1 og oppsummerer hvordan vi kommer frem til dødssannsynlighetene til de ulike kohortene (for ulike aldre).

Tabell 2-1 Konstruerte dødelighetstabeller

Alder / Kohort	$k = 2006$	Basiskohorten, k_B	$k = 2008$
$a=0$	$V_{2006}m_{k_B,a}$	$m_{k_B,a}$	$V_{2008}m_{k_B,a}$
$a+1$	$V_{2006}m_{k_B,a+1}$	$m_{k_B,a+1}$	$V_{2008}m_{k_B,a+1}$
$a+2$	$V_{2006}m_{k_B,a+2}$	$m_{k_B,a+2}$	$V_{2008}m_{k_B,a+2}$
...
$a+130$	$V_{2006}m_{k_B,a+130}$	$m_{k_B,a+130}$	$V_{2008}m_{k_B,a+130}$

Metodegrunnlaget vi har lagt frem i kapittel 2.1 gjør oss videre i stand til å få på plass en solid demografisk struktur i simuleringsmodellen vi presenterer i Kapittel 5. En svært viktig implikasjon av fremskrivningene er at vi ivaretar muligheten for at *flere blir eldre*.⁸ Den direkte kostnaden ved pensjonssystemet vil (trolig) øke om en større andel av årskullene lever til høyere aldre. Samtidig er innvandring også en avgjørende faktor for den demografiske utviklingen i Norge. Vi nevner hvordan innvandring kan påvirke fremskrivningene våre og forsøker å besvare hvordan den demografiske utviklingen vil påvirke kostnaden ved pensjonssystemet i Kapittel 6.

2.2 Konsumadferd under usikkerhet

I dette delkapittelet knytter vi den detaljerte demografien i 2.1 opp mot konsumentadferden i modellen. Individene i en kohort, som er like *ex ante*, er klar over hvilke dødssannsynligheter de har i gjennomsnitt. Det som er usikkert er *hvem* i kohorten som dør på et gitt tidspunkt. Det vil si at det *representative individet* (i starten av livsløpet) er klar over sin kohorts forventede levealder og dødssannsynligheter og agerer deretter når det optimerer over livssyklusen. Dette er i tråd med det (Hurd & McGarry, 1995) og (Wickens, 2008) gjør i lignende studier.

⁸ Vi har som nevnt en noe grov tilnærming til en kohorts faktiske dødelighetsmønster. Vi har antatt at en dødelighetstabell i ett gitt år tilsvarer dødelighetsmønsteret til kohorten født dette året. En mer presis fremgangsmåte ville vært å trukket ut en kohorts dødssannsynligheter fra alle de dødelighetstabellene der kohorten var inkludert i beregningsgrunnlaget.

Avslutningsvis viser vi hvordan vår modellering av konsumentadferd under usikkerhet fraviker fra tradisjonell modellering.

Vi bruker kohortenes overlevelsesandeler, jfr. ligning (2.6) hvordan de representative individene maksimerer forventet nytte *gitt at de er i live* på ulike tidspunkt i det tidsintervallet det optimeres over. Vi lar kohortenes *overlevelsesandeler*, $\sigma_{k,t}$, være et uttrykk for sannsynligheten for at det representative individet for kohort k overlever fra fødselstidspunktet k til t .⁹ Vi lar den forventede nåverdien av livstidsnyttten til det representative individet i kohort k være gitt ved

$$E[U_k] = \sigma_{k,t} (1+\rho)^{k-t} U_{k,t} + \sigma_{k,t+1} (1+\rho)^{k-(t+1)} U_{k,t+1} + \dots + \sigma_{k,T_k} (1+\rho)^{k-T_k} U_{k,T_k} \quad (2.17)$$

der ρ er den rene tidspreferanseraten, $\sigma_{k,t}$ er overlevelsesandelen og $U_{k,t}$ er *samlet nytte* for individet i kohort k på tidspunkt t . Vi går nærmere inn på hva individenes nytte avhenger av i kapittel 5.1.3. Videre er T_k siste tidspunktet det representative individet i kohort k er i live slik at differansen $T_k - k$ er dermed antall år det representative individet er i modellen. Overlevelsesandelene, $\sigma_{k,t}$, uttrykker således sannsynligheten for om individene er i live lenge nok til å *oppleve* nytte på tidspunkt t . Alternativt kan (2.17) uttrykkes som

$$E[U_k] = \sum_{t=k}^{T_k} \frac{\sigma_{k,t}}{(1+\rho)^{t-k}} U_{k,t} \quad (2.18)$$

der brøken foran $U_{k,t}$ representerer individenes nyttediskonteringsfaktor. Etter som individenes valg av varekonsum, fritid og så videre gjøres i starten av livsløpet – må individenes økonomiske valg reflektere at det hele tiden er en viss sannsynlighet for at de faktisk ikke vil leve lenge nok til å nyte godt av det de eksempelvis har spart. Vi lar altså *dødsusikkerheten* inngå i individenes *nyttediskonteringsrate*, jfr. ligning (2.18). På denne måten avhenger nytten på et fremtidig tidspunkt om man forventer å være *i live* på dette tidspunktet. Vi følger (Wickens, 2008) og lar nyttediskonteringsfaktoren for et individ i kohort k på

⁹ I ligning (2.6) er kohortenes overlevelsesandeler definert som sannsynligheten for at et gjennomsnittlig individ overlever til en gitt alder a : $\sigma_{k,a}$. Sammenhengen mellom alder, a , kohortens fødselsår, k , og et (fremtidig) tidspunkt t , er gitt som $a = t - k$, og vi lar derfor $\sigma_{k,t}$ være sannsynligheten for at et gjennomsnittlig individ (det representative individet i vår modell) overlever fra fødselen på tidspunkt k til et tidspunkt $t \geq k$.

tidspunkt $t \geq k$ være gitt ved den rene tidspreferanseraten, ρ , og *overlevelsesandelen* til kohorten, $\sigma_{k,t}$:

$$\delta_{k,t}^U = \frac{\sigma_{k,t}}{(1+\rho)^{t-k}} \quad (2.19)$$

Den rene tidspreferanseraten uttrykker eksplisitt individenes (u)tålmodighet. Det vil si hvordan de verdsetter *samlet konsum* på et tidspunkt relativt til et annet.¹⁰ Vi lar ρ være lik for alle kohorter k og tidspunkt t . Inkluderingen av overlevelsesandelen for kohort k , $\sigma_{k,t}$, i nyttediskonteringsraten gjør individene tar hensyn til usikkerheten ved å dø når de velger optimal tilpasning. For det representative individet virker usikkerheten på følgende måte: de vet at det er en viss mulighet for at de dør på et hvert tidspunkt t , siden $\sigma_{k,t} < 1$ for alle t . Dette gjør konsum tidlig i livssyklusen mer attraktivt enn senere, siden det er usikkert om man lever lenge nok til å konsumere på et senere tidspunkt. Denne effekten fremkommer ved at nyttediskonteringsfaktoren blir, alt annet likt, lavere ved introduseringen av overlevelsesandelen, $\sigma_{k,t}$. Sene nyttestrømmer diskonteres derfor tyngre – ettersom overlevelsesandelene er fallende over tid – og gjør at individene i større grad vil akseptere større endring i konsumbanen, som vil si at de tillater et større fall i fremtidig konsumnivå. Et resultat av dette er blant annet at individene allokere mindre til fremtidig konsum gjennom sparing – siden risikoen for å *ikke* kunne konsumere sparingen i fremtiden øker (over tid/med alderen). Kort oppsummert vil det si at nytte på tidspunkt det er 'mindre sannsynlig' at man lever til diskonteres enda tyngre. En alternativ tolkning av nyttediskonteringsfaktoren er at den implisitt uttrykker individenes *avkastningskrav* for å utsette konsum. Med nyttediskonteringsfaktor lik $\delta_{k,t}^U$, er det *subjektive avkastningskravet* – dvs. avkastningen som induserer sparing – for kohort k på tidspunkt t gitt ved $r_{k,t}^S = [(\delta_{k,t}^U)^{-1} - 1]$. Fra (2.19) er avkastningskravet økende i avtagende overlevelsesandel, $\sigma_{k,t}$. Dette virker rimelig siden man vil kreve høyere avkastning for

¹⁰ Det vi her mener med samlet konsum er argumentet i nyttefunksjonen $U_{k,t}$. Vi viser dette i avsnitt 5.1.3, jfr. ligning (5.19). I dette underkapittelet er vi i utgangspunktet uter etter å forklare hvordan den demografiske utviklingen påvirker individenes økonomiske valg.

å utsette konsum om det er mindre sannsynlig at man overlever og får dratt nytte av sparingen.¹¹

I vår modell vil et individ i en kohort med høyere forventet levealder allokere relativt mer til fremtidskonsum fordi det er mer sannsynlig at de vil leve *lenge nok* til å dra nytte av konsumet. En høyere nyttediskonteringsfaktor tilsier altså, alt annet likt, at individet prioriterer et relativt sett høyere konsum sent i livssyklusen. Dette kommer av at når individenes disponible inntekt varierer over livsløpet, *glatter* de konsum ved å omallokere det over tid gjennom sparing. I perioder med høyere inntekter vil det da spares mer dersom det *forventes* å komme etterfølgende perioder med lavere inntekt – og motsatt. Ved svært lav inntekt, men med forventninger om fremtidig (permanent) inntektsøkning, vil individene (gjerne) ønske å lånefinansiere konsum for å kunne oppnå en relativ flat konsumprofil. Noe vi derfor forventer å observere er at relativt (mer) utålmodige individer, representert i vår modell med lavere nyttediskonteringsfaktor (lavere overlevelsesandeler), vil i større grad lånefinansiere konsum tidlig i livssyklusen – med sikkerhet i en fremtidig forventet inntektsøkning. Så lenge individene har tilgang til kapitalmarkeder uten hemmende kredittrestriksjoner kan de potensielt frikoble konsumbanen fra inntektsprofilen. Dette gjør at de kan la (verdien av) konsumet overgå den disponible inntekten på et (eller flere) tidspunkt – så lenge nåverdien av konsumet ikke overgår nåverdien av inntektene over livsløpet. Vi diskuterer hvordan individene velger periodekonsum ift. periodeinntekt i nærmere detalj i kapittel 6.2.2.

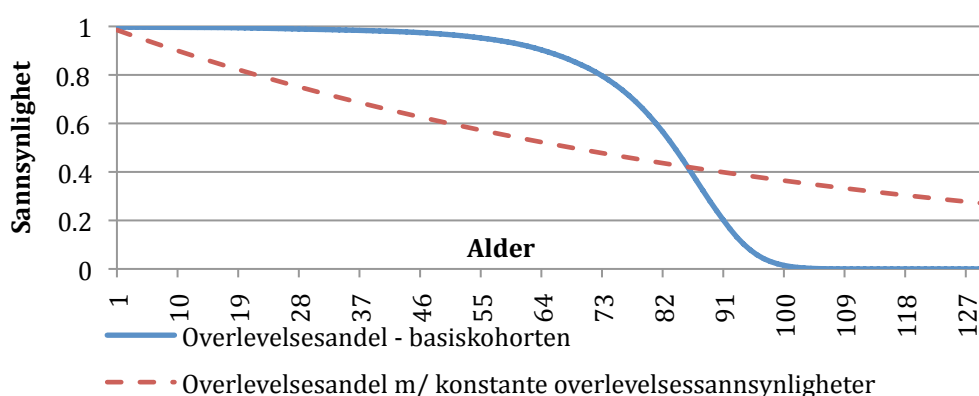
Forskjell fra tradisjonell modellering

I tradisjonelle modeller av blant annet (Blanchard & Fisher, 1989) opprettholdes enkelheten i analysen ved å la dødssannsynlighetene til et (representativt) individ være konstante over livsløpet. Problemet med dette er at man overvurderer sannsynligheten for å dø i ung alder og omvendt. Generelt sett øker sannsynligheten for å dø med alderen. Overlevelsesandelene vi bruker er empirisk begrun-

¹¹ Hvis et individ utsetter konsum av én enhet konsum og sparer utlegget i markedet til avkastningsrate r , kan det om en periode konsumere $(1+r)$. Hvis $r_{k,t}^S > r$ kompenseres ikke ekstrakonsumet i neste periode tilstrekkelig for individets utålmodighet.

net og er ulike for alle *aldre* for alle *kohorter*, jfr. kapittel 2.1. Det vi ønsker å poengtere med å vise hvordan vår modellering av konsumentadferd avviker fra standard analytiske modeller – som for eksempel (Blanchard & Fisher, 1989) og (Yaari, 1965) – er i hovedsak at vår metode gir opphav til langt mer realistiske resultat. Forskjellen illustreres i Figur 2-8 der vi oppgir to overlevelsesandeler. Den ene er beregnet for *basiskohorten*, k_B , definert i ligning (2.10) mens den andre er et tenkt tilfelle der vi har antatt konstant årlig overlevelsessannsynlighet på 99%. Det er sistnevnte antagelse som benyttes i de to ovennevnte modellene. Beregningene av overlevelsesandelene er gjort ved å benytte ligning (2.6). Vi observerer at med antagelsen om konstante overlevelsessannsynligheter underverderes overlevelsesandelen til kohorten til alle aldre under 85 år – og oververderer for de høyere.

Figur 2-8 Empiriske vs. konstante overlevelsessannsynligheter



Dette betyr i hovedsak at om man ønsker å innføre en detaljert demografi i en analysemodell - må den ta utgangspunkt i empiriske sannsynligheter. Under- og oververderer vi overlevelsesandelene til kohortene slik som Figur 2-8 gir uttrykk for – kan resultatene i verste fall bli rimelig urealistiske. Dette gjelder spesielt når vi modellerer overlevelsesandelene inn i konsumentadferden slik vi har gjort i ligning (2.17). En annen særs viktig implikasjon som følger av bruken av *overlevelsesandeler* er at når vi beskriver hvordan en kohort dør ut, vil man med antagelse om konstante overlevelsesandeler utfase en for stor andel av kohorten altfor tidlig. Av dette følger at kohortenes aggregerte bidrag til modelløkonomien blir helt urealistiske. Vi diskuterer nærmere hvordan vi benytter overlevelsesandelene til å beskrive befolkningen i økonomien i kapittel 5.1.1.

2.3 Arvemotiv og intergenerasjonelle kapitaloverføringer¹²

En naturlig forlengelse av usikkerheten rundt dødstidspunkt er å innføre arve- og kapitaloverføringer mellom kohortene. Selv om dødssannsynlighetene til en kohort som helhet er kjent, vet ikke enkeltindividene i kohorten når de avgår med døden. Når enkeltindivider i en kohort dør, lar vi deres oppsparte midler overføres til en annen kohort i den overlappende generasjonsmodellen. Vi har valgt å formulere disse overføringene bestående av to komponenter; *utilsiktet* arv i form av *livssyklusparing* og *tiltenkt* arv i form av årlig avsetning.¹³ Uten en slik mekanisme kan det akkumulerte kapitalnivå i en modelløkonomi (over tid) i verste fall kunne falle til et urealistisk lavt nivå. Med dette forstås det at i det en *kohort* fases ut (dør) av modellen, vil kapitalfordringene (sparingen) nærmest følge kohorten i graven.

(Hurd M. D., 1989) argumenterer for at introduseringen av et arvemotiv i en modelløkonomi er todelt. Man ønsker gjerne å få frem observerte mønstre for intergenerasjonelle overføringer samtidig som det er et behov for en mekanisme for kapitaloverføringer mellom modellens kohorter. Vi trekker frem to av de mest sentrale grunnene til etterlating av arv fra (Abel & Warshawsky, 1987) sin omfattende litteraturstudie:

- i) Arv kan være et utilsiktet biprodukt av sikkerhetssparing og et tilfeldig dødstidspunkt i fravær av et *annuitetsmarked*. Sikkerhetssparing forekommer dersom individet er risikoavert og har en usikker inntekt. Med *annuitetsmarked* menes det et forsikringsmarked som muliggjør at forventet nytte av inntekt og nytte av forventet inntekt er lik hverandre.
- ii) Arv kan komme fra *giverglede* (altruisme). Her etterlates arv enkelt og greit fordi foreldrene oppnår direkte nytte av å gi eller *spare til arv*.

¹² Ved programmering av simuleringsmodellen (se vedlegg i kapittel 9) utelot vi implementeringen av intergenerasjonelle kapitaloverføringer. Det viste seg å skape problemer for løsningsmetoden vi valgte. Komplikasjonene er forklart i nærmere detalj innledningsvis i Kapittel 6.

¹³ Livssyklusparing er et resultat av at man ønsker å spre konsum jevnt over livsløpet.

(Hurd M. D., 1989) går langt i å antyde at arvemotiv kan forklare at eldre holder formue. Det fremgår ikke hvilken *type* formue man holder – men i norsk sammenheng er trolig bolig og annen eiendom de vanligste *formuesobjektene*. Hvordan arvemotivet behandles i nyttespesifiseringen er avgjørende for hvilke resultater vi kan forvente. (Thøgersen, 1995) påpeker at ved særlig sterkt altruistisk arvemotiv kan det – hvis *barnas nytte* er et argument i foreldrenes nyttefunksjon – oppstå *ricardiansk ekvivalens*.¹⁴ Han skriver videre at det åpenbart er grunn til å stille spørsmålstegn ved en så sterk grad av *altruisme* at finanspolitiske virkemidler kun får neglisjerbar effekt.

I vår OLG-modell modelleres det representative individets preferanser slik at en del av periodeinntekten avsettes som *tilsiktet* (fremtidig) arv.¹⁵ Avsetningen plasseres på en 'sperret' *arvekonto* der den forrentes frem til perioden før overføringstidspunktet, dvs. det året individet dør. Arveavsetningen gir kun umiddelbar nytte – og vi ser bort fra at individet har nytte av å ha 'penger' på *arvekontoen*. Umiddelbar nytte anses å være mer realistisk enn å anta at arveavsetningen gir *terminalnytte* som i praksis vil si at individet får nytte av arveoverføringen i det dør.

(Gjersem, 1992) viser til flere litteraturstudier der viktigheten av *varige konsumgoder* rolle for konsum- og spreadferd diskuteres. Det påpekes at investering i varige goder som for eksempel bolig og fast eiendom, må tilskrives en større rolle ved analysering av intergenerasjonelle kapitaloverføringer. Slik vi definerer *arveavsetningen*, kan den tolkes som et sekundært *sparemotiv* i form av eksempelvis et avdrag på et boliglån. Avkastningen som tilskrives det avsatte beløpet kan gjerne forstås som en prisstigning på bolig (-kapital). Vi antar at beløpet på *arvekontoen* er likvid og inngår i individets *kapitaltilbud*. Følgelig vil det som omtales som *intergenerasjonelle kapitaloverføringer* være summen av

¹⁴ Med *Ricardiansk ekvivalens* mener vi at befolkningen i et land tar innover seg det offentlige budsjetter. Det vil si at om det offentlige eksempelvis senker det generelle skattenivået, forventes det at skattene på et senere tidspunkt må økes (for å stabilisere budsjetter/betale gjeld eller liknende). En fremadskuende befolkning vil da spare skatteletten for å kunne opprettholde kjøpekraften når skattene i fremtiden økes.

¹⁵ Vi bruker arveavsetning som en argument i en Cobb-Douglas nyttefunksjon. Dette gjør at individet avsetter en konstant andel av periodeinntekten som arv. Størrelsen bestemmes av de nytteelastisitetene (eksponentene) vi angir. Se underkapittel 5.1.3 for spesifisering av arveavsetningene.

livssyklusparing og oppspart arv. Mer spesifikt er dette en overførsel av eierskapet til en kapitalfordring (et slags realkapitalverdipapir).

Et viktig element i oppbygningen av den analytiske modellen er å bestemme hvem som mottar arv fra hvem. Dette sammenhenger med *generasjonslengden* som av (Gjersem, 1992) defineres som *aldersgapet* mellom giver og mottaker av arv; altså den gjennomsnittlige aldersforskjellen mellom foreldre og barn. Han viser til Kotlikoff og Summers (1981) som bruker 30 år, mens Modigliani (1988) mener 25 år er maksimum. Vi velger førstnevnte, men da på bakgrunn av at en norsk mors gjennomsnittsalder ved *alle fødsler* i kalenderåret 2009 var 30,3 år (SSB, Foreldrenes gjennomsnittlige fødealder, 2010).¹⁶ For enkelhetsskyld antar vi at arv fra en kohort k fordeles likt på alle i kohort $k+30$, slik at *generasjonslinken* ikke kompliseres unødvendig ved at fjerne testamentarvinger kan motta overføringer.

Vi benytter altså to komponenter i introduseringen av *intergenerasjonelle kapitaloverføringer*: den *utilsiktede arven (livssyklusparing)* og den *tilsiktete arveavsetningen*. Introduseringen begrunnes med at økonomiens *aggregerte kapitaltilbud* ikke skal påvirkes unormalt av innføringen av den detaljerte demografien i modellen samtidig som vi ønsker å representere en mest mulig reell konsumentadferd. Spesielt interessant er det at vi kan tolke arveavsetningen som en investering i et *formuesobjekt*. Tolker vi formuesavkastningen som prisstigning – sammenfaller dette godt med observasjoner for Norge der det ikke har vært tradisjon for å konsumere boligformue slik at den gjerne *gått i arv*.¹⁷

¹⁶ Gjennomsnittsalderen er for *alle fødsler* som vil si at om en mor f.eks. fikk et barn ved alder 28 og ett ved 32 – er gjennomsnittsalderen ved *alle* fødslene 30 år. I perioden 2003-2009 har gjennomsnittet ligget rett i overkant av 30 år.

¹⁷ Finansielle 'innovasjoner' som blant annet *boligkreditt* – en kassekreditt med sikkerhet i bolig – muliggjør konsum av boligformue.

3 Det reformerte pensjonssystemet

Vi gir i dette kapittelet en oversikt over hva som trigget arbeidet med det reformerte pensjonssystemet og hvordan vi tilpasser det til simuleringsmodellen i kapittel 5. Vi ser kun på alderspensjon fra folketrygden. Andre ordninger som offentlige- og private tjenestepensjoner, AFP og eventuelle individuelle spare- eller pensjonsordninger holdes utenfor. Dette gjør vi for å holde modellen så enkel som mulig samtidig som den skal virke realistisk.

Ved siden av å sikre alderdommen har pensjonssystemet som mål å balansere folketrygdens inntekter og utgifter. Inntektene stammer i hovedsak fra trygdeavgift, arbeidsgiveravgift og offentlige overføringer mens utgiftene er i form av pensjonsutbetalinger. I denne typen *sosialforsikringssystem* – ofte omtalt som "pay-as-you-go" – er målet at *inntektene* den yrkesaktive delen av befolkningen bidrar med er større eller lik de årlige pensjonsutgiftene. Med andre ord finansierer den *ynge* delen av befolkningen de *eldre* på løpende basis – med lovnad om at når de selv blir gamle, vil datidens unge finansiere deres pensjoner. Med den demografiske utviklingen Norge nå står ovenfor, vil det bli færre yrkesaktive per pensjonsytelsesmottaker. Da folketrygdens alderspensjon ble etablert i 1967, sto det nær fire yrkesaktive bak hver pensjonist. Dette forholdstallet var i 2007 redusert til 2,6 og forventes med uendret politikk (les: uendret pensjonsalder) å reduseres ytterligere til 1,8 i 2050 i henhold til beregninger fra Statistisk sentralbyrå (Arbeidsdepartementet, 2008). Dette fører åpenbart til et press på pensjonssystemet og krever at *pensjonsunderskuddet* – det vil si forskjellen mellom inntektene og utgiftene i folketrygden – må finansieres gjennom andre ordninger. Systemet er altså sårbart når den relative størrelsen på arbeidsstyrken reduseres. Normalt sett ville finansieringsalternativene til staten bestått i å øke skatter, redusere fremtidige pensjonsytelser eller en blanding av dette. I Norge står man noe friere ettersom en har bygget opp en bufferordning i Statens pensjonsfond – Utland (SPU). En avveining som uansett må gjøres er å bestemme hvor mye av pensjonsutgiftene man er villig til å finansiere gjennom SPU. Kapitalen i fondet er å regne som en omplassering av petroleumsformue fra norsk sok-

kel til finansielle instrumenter. Man må således ta generasjonelle hensyn når det avgjøres hvor mye av SPU som skal brukes på å finansiere konsum for de eldre i dag.

Beregninger fra (Arbeidsdepartementet, 2008) viser at en pensjonsreform var nødvendig. Departementet oppgir at med en videreføring av det tidligere systemet ville utgiftene til alderspensjoner ha økt fra 6 prosent fra 2008 til omtrent 14 prosent av verdiskapningen i fastlandsøkonomien i 2050. Tar vi hensyn til uførepensjoner, øker anslaget ytterligere 4 prosentpoeng. Et trygdesystemet som legger beslag på en så stor del av fastlands-BNP kan i verste fall være veksthemmende for økonomien og gi varig reduksjon i potensiell produksjonsevne. De mørke spådommene skyldes i hovedsak at det ventes en kraftig reduksjon i antall yrkesaktive per pensjonist, dvs. folk som har trukket seg helt ut av arbeidsstyrken. Når levealderen i befolkningen øker bør også antallet år i arbeidslivet øke. Det er en enorm kostnad forbundet med å la friske, produktive folk gå for tidlig ut av arbeidsstyrken. En studie av (Waalder et. al, 2003) finner på bakgrunn av selvrapporterte helseundersøkelser at *gode leveår* har økt mer enn forventet levealder i perioden 1985 – 1998. I perioden økte forventet (gjenstående) levealder for nyfødte i Norge med 1,76 år for kvinner og 2,74 år for menn. Studien fastslår at i samme periode økte antall leveår med *god eller veldig god helse* med 2,6 år for kvinner og 4,5 år for menn. Dette er resultater som peker i retning av at man bør legge opp til å beholde den eldre delen av arbeidsstyrken enda lengre, når de levealderen øker. Jo flere friske – og fremdeles produktive arbeidere som tillates å gå av med pensjon – jo større blir statens regning.

Det er derfor svært viktig at det nye pensjonssystemet stimulerer til å stå lenger i arbeid enn det som per i dag er vanlig. På lenger sikt er det også en mulig løsning å øke første mulige avgangsalder (pensjonsalder) fra dagens 62 år – slik at antall år som pensjonist i forhold til år i arbeidsstyrken ikke øker for mye. Dette er også noe som poengteres i (Arbeidsdepartementet, 2008) der det understrekes at selv med betydelige reserver i SPU, er arbeidskraften den viktigste ressursen for å sikre verdiskapning og et bærekraftig velferdssamfunn. I det nye lovforslaget fremheves det at man i større grad må synliggjøre sammenhengen mellom arbeidsinntekt og pensjonsrettigheter. Ved å gi folk bedre oversikt over egen pensjonssparing kan det bli enklere å vurdere behovet for eventuell til-

leggspensjon. At det eksisterer et behov for individuell tilleggssparing underbygges i en stor pensjonsundersøkelse gjennomført av TNS Gallup for Sparebank1 Gruppen. Et av hovedfunnene undersøkelsen, gjengitt av (DagensNæringsliv, 2010), er at over en tredjedel av de intervjuede oppgir at en inntektsreduksjon på 20% er det meste de er villige til å godta som pensjonister. Forbrukerøkonom i Sparebank 1, Magne Gundersen, uttaler til avisen at det er lang avstand mellom faktisk og *forventet* pensjon. Kun 54% oppgir at de kjenner til det nye systemet og hvilken pensjon de kan forvente å heve. Dette understreker viktigheten av opplysningstjenester der folk kan følge med på utviklingen i fremtidige pensjonsytelser – mens de fortsatt er yrkesaktive. Oppfattes da ytelsene de vil få når de forlater arbeidslivet som utilstrekkelige, kan dette fungere som et insentiv til å stå lenger i arbeid – for så å kunne ta ut en pensjon man er tilfreds med. Det er viktig at det etter en pensjonsreform med hovedmål om å redusere offentlige pensjonsutgifter, ikke brer seg urealistiske forventninger til fremtidige utbetalinger.

3.1 Hovedtrekkene i pensjonsreformen

Vi gjengir hovedtrekkene i pensjonsreformen som trekkes frem av (Arbeidsdepartementet, 2008) i det endelige forslaget til *Lov om ny alderspensjon*. Departementet understreker at endringene i det nye system er gjort med mål om å redusere den fremtidige pensjonsbyrden, mens systemet samtidig skal stimulere folk til å stå lengre i arbeid.

- i) **Levealderjustering** av alderspensjonen. Pensjonsuttaket justeres for forventet levealder for kohorten. Tanken bak dette er at når folk i *gjennomsnitt* forventer å leve lengre – vil de ha flere år med pensjonsutbetalinger – og levealderjusteringen skal kompensere for dette gjennom lavere årlige utbetalinger.

- ii) **Avkortning:** Det blir ingen avkortning mot arbeidsinntekt under utbetaling av pensjonene. Dette er åpenbart en av de viktigste endringene i reformen. At individene kan heve full pensjon samtidig som de fortsetter i arbeid, stimulerer til forlenget yrkesdeltagelse.
- iii) **Fleksibelt pensjonsuttak:** Første mulige uttakstidspunkt er satt til det året man fyller 62. Pensjonsuttaket kan om ønskelig utsettes, men ved alder 75 må man starte pensjonsuttaket. Begrepet *pensjonsalder* er da mindre presist siden hver enkelt bestemmer når de vil starte uttak av pensjon.¹⁸ Man får større årlige pensjonsutbetalinger ved å utsette pensjonsuttaket. Individer som forventer å leve lengre enn *gjennomsnittlig* forventet levealder kan da tjene på å utsette uttaket. Departementet har foreslått at fleksibelt uttak av alderspensjon fra folketrygden iverksettes 1. januar 2011. For å unngå at 62 år danner seg som en allmenn norm for avgang fra arbeidslivet, og for å sikre at eldre arbeidstakere motiveres til arbeid, bør de som venter med å ta ut pensjonen kompenseres for dette i form av høyere årlige ytelser.
- iv) **Inntektpensjon:** For de aller fleste vil pensjonen kun bestå av *inntektpensjon* er basert på arbeidsinntekt fra og med fylte 13 til 75 år. Den enkelte opparbeider seg en andel – kalt *pensjonsprosenten* på 18,1% – av den pensjongivende inntekten i pensjonsrettigheter. Dette gjelder for inntekter opp til 7,1 ganger Folketrygdens grunnbeløp, G.¹⁹ For at en inntekt skal være pensjongivende må den være oppjent i arbeidsforhold eller som personinntekt i næring. Departementets forslag til ny alderspensjon sikrer lik pensjon for lik livsinntekt uansett hvordan inntekten fordeles over yrkeskarrieren, så lenge den årlige inntekten er under 7,1 G. *Pensjonsprosenten* gir også en langt mer synlig sammenheng mellom arbeidsinntekt og pensjonsrettighe-

¹⁸ Kurtzhals, J. H. (2007) viser hvilket uttakstidspunkt som er optimalt ved å regne ut nåverdier av pensjonsutbetalingene for befolkningsgrupper med ulik forventet levealder.

¹⁹ Den 1.5.2010 ble grunnbeløpet satt til 75.641 kroner.

ter. Inntektstaket begrenser pensjonsutbetalingene for de med de aller høyeste inntektene.

- v) **Uttaksgrense:** Øvre grense for pensjonsuttak ved første mulig uttaksalder er basert på den opparbeidede pensjonsbeholdningen (de årlige pensjonsbidragene og *avkastningen* på disse). Uttaksgrensen, eller *disponibelt pensjonsuttak*, på et tidspunkt t er kvotienten av pensjonsbeholdningen og forventet gjenstående levetid for kohorten. Det åpnes også for at selvvalgt *uttaksgrad*. Det vil si at den enkelte har mulighet til å kun ta ut en mindre andel av det disponible pensjonsuttaket – for å muliggjøre høyere fremtidige uttak. Dette kan være lønnsomt for de med over *gjennomsnittlig* forventet gjenstående levealder. Poenget med uttaksgraden er å muliggjøre at folk kan gå ned i stillingsprosent og heve pensjon uten å gå ned i disponibel inntekt.
- vi) **Garantipensjon:** Alle er sikret garantipensjon fra fylte 67 år. I det reformerte systemet tilsvarer dette det som tidligere gikk under betegnelsen *minstepensjon*. Garantien blir ifølge forslaget 143.568 kr. for enslige og 265.272 for ektepar og samboere (DN, 2009). Garantipensjonen avkortes med 80% mot pensjongivende inntekt slik at alle med inntekt får alderspensjon over garantipensjonen. Også de med begrenset pensjonsopptjening vil få mer enn de uten opptjening.

3.2 Formalisering av pensjonssystemet

I dette underkapittelet formaliserer vi og gjør rede for inntekstpensjonsdelen i det reformerte pensjonssystemet. I Kapittel 5 bruker vi dette i den overlappende generasjonsmodellen. Vi følger *Lov om ny alderspensjon* beskrevet i sin helhet i (Ot.prp. nr 37 (2008-2009)). Deler av systemet er ikke fullstendig innfaset før i 2011, men for enkelhetsskyld antas det at systemet i sin helhet er fullt ut innfaset fra og med 2009 – som er det første året vi rapporterer modellresultater fra. Dette gjøres i all hovedsak for å unngå problemer tilknyttet en eventuell modellering av overgangsordninger mellom det gamle og nye systemet. Vi presenterer systemet slik det vil se ut for det *representative individet* i hver kohort.

3.2.1 Opptjeningsmodellen for inntekstpensjon

Vi antar at individene i en kohort i gjennomsnitt har så høy inntekt at pensjonsrettighetene utelukkende kommer fra arbeidsinntekt. Av pensjonsgivende inntekt opparbeider man seg *pensjonsrettigheter* tilsvarende 18,1% av inntekt opp til 7,1 ganger folketrygdens grunnbeløp, G_t . *Pensjonsbidraget*, $pb_{k,t}$, til det representative individet i kohort k på tidspunkt t , er gitt som

$$pb_{k,t} = \Theta \min(i_{k,t}, 7.1G_t), \text{ for } t \in (k+13, \dots, k+75) \quad (3.1)$$

der $i_{k,t}$ er arbeidsinntekten, $(k+13, \dots, k+75)$ er de tidspunktene et individ i kohort k er mellom 13 og 75 år. *Pensjonsprosenten*, Θ , er lik 18,1%. Vi merker oss at det er en tydelig sammenheng mellom inntekten og hvor mye individet kan forvente å få i fremtidige pensjonsutbetalinger. For fremtidige eventuelle endringer i pensjonssystemet, kan man eksempelvis endre *pensjonsprosenten*, uten å gjennomføre andre strukturelle endringer i selve systemet. Systemet er utformet slik at pensjonsrettighetene individene opparbeider seg kan tenkes på som en slags sparing. Med dette mener vi systemet virker slik at folketrygden setter av en del av inntekten – altså pensjonsbidraget – som senere utbetales. Bidrag står ikke på

noen konto, men bokføres som en fremtidig fordring. Pensjonsbidraget på hvert tidspunkt går inn i *pensjonsbeholdningen* til individet – som består av alle de *regulerte* pensjonsbidragene. Reguleringen kan gjerne tenkes på som en slags *avkastning* på pensjonsrettighetene.

Regulering av opptjente pensjonsrettigheter

De årlige pensjonsbidragene reguleres med (den gjennomsnittlige) reallønnsveksten for å beholde verdien av pensjonsrettighetene i forhold til lønnsutviklingen. Reguleringen fungerer altså som en *avkastning* på pensjonsrettighetene slik at perioder med negativ reallønnsvekst reduserer verdien av pensjonsformuen. Slike perioder er i følge (Arbeidsdepartementet, 2008) som regel svært kortvarige og det er ikke hensiktsmessig å garantere for en ikke-negativ reguleringsats. Ser man på alternative *fonderte* pensjonsordninger, er det alltid en viss mulighet for negativ avkastning i markedet. Om folketrygden garanterte for en positiv reguleringsats, ville den tatt all nedsiderisikoen i pensjonssystemet. Dette unngås altså med å tillate negativ avkastning i perioder med negativ reallønn. I simuleringmodellen vår antar vi at reallønnsveksten er gitt av endringen i det generelle teknologiske nivået i økonomien, og at denne alltid er positiv.

Vi lar vekstraten til reallønn på tidspunkt t være $g_t^w = [w_{t+1}^R - w_t^R] / w_t^R$ der w_t^R er reallønnen på tidspunkt t . Under opptjeningstiden (mens individet har arbeidsinntekt) er realavkastningen per krone i pensjonsbidrag på tidspunkt t gitt ved $R_t^w = 1 + g_t^w$. Etter utbetalingen av pensjon er startet reguleres pensjonsformuen med lønnsveksten fratrukket en fast prosent slik at $R_t^u = (1 + g_t^w)(1 - 0,0075)$ er den årlige avkastningen under utbetaling av pensjon.²⁰ Realavkastning (per krone i pensjonsbidrag) i pensjonssystemet fra tidspunkt t til t' der $t' > t$ er da gitt som: $R_{t,t'}^w = R_t^w \cdots R_{t'-1}^w$ under opptjening og $R_{t,t'}^u = R_t^u \cdots R_{t'-1}^u$ under utbetaling. Vi kan også tolke $R_{t,t'}^w$ som forholdet mellom reallønn på tidspunkt t' og t .

²⁰ Det er fremkommer ikke i innstillingen fra Arbeidsdepartementet hvorfor akkurat 0,75% er valgt som sats.

3.2.2 Pensjonsbeholdningen

Beholdningen av pensjonsrettigheter er i PAYGO-systemet en beregningsteknisk størrelse som legger grunnlaget for hvor store pensjonsutbetalinger et individ vil få. Siden det ikke foregår noen eksplisitt avsetning av penger til pensjon i folketrygden, er pensjonsbeholdningen i prinsippet en *fordring* et individ har på folketrygden. Beregningmessig er størrelsen på pensjonsformuen alle *pensjonsbidragene* justert for reallønnsveksten. Når vi legger til grunn at gjennomsnittsindividet tar ut hele den disponible pensjonen fra og med første mulige uttakstidspunkt, $k + 62$, medregner vi kun bidragene til pensjonsformuen frem til året før uttaket starter. Pensjonsbeholdningen til gjennomsnittsindividet i kohort k på tidspunkt $k+62$ er da gitt som

$$pbh_{k,k+62} = \sum_{t=k+13}^{k+61} pb_{k,t} R_{t',k+62}^w \quad (3.2)$$

der $pb_{k,t}$ er pensjonsbidraget fra ligning (3.1) og $R_{t',t}^w$ er forholdet mellom reallønnen på tidspunkt t' og t . Rettigheter opptjent etter uttaksstart regnes ikke med i pensjonsbeholdningen, men utbetales året etter opptjening. Beregning av årlige disponible pensjonsutbetalinger forklares i 3.2.4.

3.2.3 Delingstallet

Som nevnt i kapittel 3.1 fremkommer årlig (maksimal) uttakbar alderspensjon ved å dividere pensjonsbeholdningen på den enkeltes kohorts *delingstall* (ved den aktuelle uttaksalder). I (Ot.prp. nr 37 (2008-2009)) står det at utgangspunktet for delingstallene er statistikk over observert dødelighet: "[...] Sannsynlighetene benyttes til å beregne forventet gjenstående levetid og for å sikre at forventet sum av pensjonsutbetalinger tilsvarer en gitt pensjonsbeholdning, tas det hensyn til i beregningen av delingstallene at pensjonen reguleres under utbetaling". Delingstallene skal også reflektere utviklingen i dødelighet frem til pensjonsuttaket starter. Dette ivaretas ved en *arvegevinstfaktor*, jfr. fremstillingen av

arvegevinst under. Delingstallene framkommer ved å multiplisere beregnet arvegevinst med forventet gjenstående levetid, når det tas hensyn til regulering av pensjon under utbetaling. Gjennom delingstallet bestemmes altså den årlige utbetalingen av pensjoner. Når forventet levealder øker, må dette gjenspeiles i delingstallet slik at de årlige pensjonsutbetalingene blir mindre, dvs. at pensjonsbeholdningen spres utover flere år (som pensjonist). Endres ikke størrelsen på de årlige utbetalingene ved økning i levealder, kan totalutbetalingen til et individ (i forventning) bli større enn pensjonsbeholdningen.

Arvegevinst

Arvegevinstfaktoren i delingstallet sørger for at pensjonsrettighetene til de i en kohort som dør før de starter pensjonsuttaket overføres til de fortsatt gjenlevende i samme kohort – som en form for intragenerasjonell altruisme. Ettersom pensjonsrettighetene ikke er *pengen på bok* er det noe bemerkelsesverdig at de overføres til noen andre i samme kohort og ikke for eksempel til arvinger. Alt annet likt, fører arvegevinstfaktoren til at de årlige pensjonsutbetalingene til en kohort (også samlet sett) øker. Dette fordi det i tillegg til opptjente pensjonsrettigheter utbetales fra pensjonsformuen til de som er avgått med døden. De pensjonsrettighetene folk dør fra, kunne alternativt blitt bokført som en direkte 'besparelse' for folketrygden gjennom lavere pensjonsutgifter. Vi har ikke funnet studier som anslår størrelsen på en slik eventuell kostnadsbesparelse, men det er grunn til å tro at den ikke er ubetydelig. Samtidig er det et poeng i at det er en sterk korrelasjon mellom hvor man befinner seg i det "sosioøkonomiske hierarkiet" og hvor lenge man kan forvente å leve (Folkehelseinstituttet, 2009). Med andre ord: omfordelingen innen kohorten fører til at de som dør først finansierer de som (allerede) har mest.

Formelt sett uttrykker *arvegevinstfaktoren* (AG) sannsynligheten for å være i live ved uttaksalder i forhold til gjennomsnittlig sannsynlighet for å være i live i alder 27 til 66 år. Nevneren i faktoren som korrigerer for dødelighet før pensjonsuttak er uavhengig av uttaksalder. Den er lik for alle i samme årskull og er et uttrykk for årskullets gjennomsnittlige opptjeningsprofil (Arbeidsdepartementet, 2008). (Husabø, 2009) tolker arvegevinstfaktoren som

andelen av kohorten som er i live og har rett på pensjon i forhold til andelen av kohorten som har tjent opp pensjonsrettigheter. Arvegevinst for gjennomsnittsindividet i kohort k på tidspunkt t er gitt som

$$AG_{k,t} = \sigma_{k,t} / \left[\frac{1}{40} \sum_{t'=k+27}^{k+66} \sigma_{k,t'} \right] \text{ for } t \in (k+62, \dots, k+75) \quad (3.3)$$

der $\sigma_{k,t}$ er sannsynligheten for at et individ i kohort k er i live på tidspunkt t . Nevneren uttrykker gjennomsnittssannsynligheten for å leve fra fødsel (tidspunkt $k = t$) til et av tidspunktene spesifisert i tidsintervallet i ligning (3.3).

Pensjonsbeholdningen reguleres som nevnt med *lønnsveksten* og *lønnsveksten* er også valgt som diskonteringsrente. Dette sikrer "*en reguleringsfaktor som gir et nøytralt og konsistent system*" (Ot.prp. nr 37 (2008-2009)). Det kan virke som om lønnsveksten er valgt som diskonteringsrente for å forenkle delingstallsberegningen betraktelig. Reguleringsfaktoren (under utbetaling av pensjon) er gitt som

$$r = [(1 + g_t^w)(1 - 0,0075) / (1 + g_t^w)] = 0.9925 \quad (3.4)$$

og er dermed uavhengig av fremtidig pris- og lønnsvekst. Dette gjør fastsettelsen av delingstallene og nåverdien av pensjonsutbetalingene langt enklere. Velger man å utsette pensjonsutbetalingene øker de årlige utbetalingene. Om dette er lønnsomt avhenger av om forholdet mellom realavkastningen i markedet og avkastningen på pensjonsbeholdningen korrigert med (det nye) delingstallet. Delingstallet for et individ i kohort k på tidspunkt t er definert som:

$$DT_{k,t} = AG_{k,t} \sum_{t'=k+62}^{\infty} r^{t'-t} \varphi_{k,t} \text{ for } t \in (k+62, \dots, k+75) \quad (3.5)$$

der $AG_{k,t}$ er arvegevinstfaktoren fra ligning (3.3), r er reguleringsfaktoren og $\varphi_{k,t}$ er forventet gjenstående levetid for gjennomsnittsindividet i kohort k på tidspunkt t . Vi merker oss at den forventede gjenstående levealderen *diskonteres* med justeringsfaktoren, r , og dette reduserer, alt annet like, delingstallet. Med andre ord: de årlige pensjonsutbetalingene øker.

Eksempel: effekten av arvegevinstfaktoren

For å best illustrere effekten av arvegevinsten på delingstallet og dermed årlig utbetaling, bruker vi et eksempel fra kapittel 5.3.3 i (Ot.prp. nr 37 (2008-2009)).

1963-kullet fyller 61 år i 2024 og får da fastsatt sine delingstall. Dødelighet fra og med 60 år beregnes ved et gjennomsnitt av de ti siste årene med observert dødelighet, 2014–2023. Ved å bruke Statistisk sentralbyrås befolkningsframskrivinger anslås det at forventet gjenstående levetid ved 67 år for 1963-kullet i 2024 er 17,64 år. Når man tar hensyn til reguleringen av pensjon under utbetaling reduseres uttrykket til 17,01. Det anslås at i gjennomsnitt 965 av 1 000 gjenlevende 17-åringer i 1963-kullet vil være i live fra 27 til 66 år og at 890 vil være i live ved 67 år. Innsatt for disse opplysningene i ligning (3.5) får vi et delingstall for 1963-kohorten ved alder 67 lik:

$$DT_{1963,2024} = AG_{1963,2024} \left[\sum_{t'=2024}^{\infty} 0,9925^{t'-2024} \varphi_{1963,2024} \right] = (890 / 965) * 17,01 = 15,69$$

Arvegevinstfaktoren blir i eksempelet (890/965). Ser vi på et delingstall med og uten arvegevinstfaktor, vil inkluderingen av denne faktoren (i dette spesielle eksempelet) øke den årlige utbetalingen med 8,4%. Vi stiller oss undrende til at faktoren er inkludert i reformert system som har som mål om å *redusere* utbetalinger.

3.2.4 Pensjonsuttak

I punkt iv) under *Hovedtrekkene ved pensjonsreformen* nevnte vi at individene selv står fritt til å velge en årlig uttaksgrad, dvs. at de selv bestemmer hvor stor del av den disponible pensjonen de tar ut. For enkelhetsskyld antar vi at individene i gjennomsnitt (altså det representative individet) tar ut maksimal *mulig* pensjon. (Dysvik, 2008) viser at om man gir gjennomsnittsindividet valget om å ta ut mindre enn full pensjon, vil det likevel på et hvert tidspunkt ta ut maksimal

mulig pensjon. Med andre ord lar vi uttaksgraden være lik 1 for det representati-
ve individet for alle kohortene.²¹

Pensjonsbeholdningen er gitt fra ligning (3.2) og ut i fra denne kan vi be-
stemme pensjonsuttak for kohort k på tidspunkt t ved delingstallet fra ligning
(3.5) og reguleringsfaktoren, r . Vi lar $k + 62$ være det tidspunktet når kohort k er
62 år og dermed det første mulige uttakstidspunktet. Selv om individet tar ut
hele den disponible pensjonen ved første mulighet kan det fortsette å tjene pen-
sjonsrettigheter gjennom inntektsgivende arbeid. Rettighetene som tjenes etter
pensjonsuttaket legges ikke til i pensjonsbeholdningen, $pbh_{k,t}$, men utbetales året
etter opptjening justert med delingstallet og lønnsveksten. I lovforslaget er det
kun lagt opp til at pensjonsrettigheter kan opparbeides til og med det året indi-
videt fyller 75 år. Etter dette er det også obligatorisk å ta ut hele den disponible
pensjonen. Vi lar disponibel pensjon, $dp_{k,t}$, for kohort k på tidspunkt t være gitt
ved

$$dp_{k,t} = \begin{cases} 0 & \text{for } t < k + 62 \\ \frac{pbh_{k,t}}{DT_{k,t}} & \text{for } t = k + 62 \\ dp_{k,t-1} R_{k,t-1}^{ut} + \frac{\Theta i_{k,t-1} R_{k,t-1}^w}{DT_{k,t}} & \text{for } k + 62 < t < k + 75 \\ dp_{k,t-1} R_{k,t-1}^{ut} & \text{for } k + 75 < t < T_k \end{cases} \quad (3.6)$$

der $DT_{k,t}$ er delingstallet for et individ i kohort k på tidspunkt $t \geq k + 62$ og T_k er
det siste året det representative individet i kohort k er i live. I uttrykket for dis-
ponibel pensjon etter fylte 62 år (tredje linje) beholder vi muligheten for at indi-
videt kan opparbeide seg ytterligere pensjonsrettigheter etter fylte 62 år. Vi
merker oss at fra og med individet er 75 år forsvinner retten til videre opptje-
ning av pensjonsrettigheter. Maksimalt disponibelt pensjonsuttak for det repre-
sentative individet i kohort k på tidspunkt t , $put_{k,t}$ blir da lik

$$put_{k,t} = \begin{cases} 0 & \text{for } t < k + 62 \\ dp_{k,t} & \text{for } T_k \geq t \geq k + 62 \end{cases} \quad (3.7)$$

For analysen som helhet kan det være av interesse å variere første mulige ut-

²¹ Antagelsen er gjerne litt på kanten ettersom om kun ett individ i en kohort velger en uttaks-
grad mindre enn 1, faller gjennomsnittlig uttak under maksimal *mulig* pensjonsutbetaling.

takstidspunkt, som i praksis vil si å øke *pensjonsalderen*. Dette kan eventuelt gjøres gjennom en sensitivitetsanalyse der vi ser hvilke utslag dette får på statsfinansene og kohortenes velferdsnivå. Om det presenterte pensjonssystemet er *for dyrt*, kan det, med tanke på at forventet levealder er antatt å øke betraktelig, være økonomisk forsvarlig å endre første mulige uttakstidspunkt. Vår formalisering av uttaksmodellen er som nevnt basert på at individene tar ut hele den disponible pensjonen på alle tidspunkt. For ordens skyld kan vi nevne at ved uttaksgrad lavere enn 1 (delvis uttak), legges den nye opptjeningen til i restbeholdningen. Restbeholdningen er da pensjonsbeholdningen på tidspunkt $k + 62$ fratrukket det som (eventuelt) er utbetalt i pensjon. Den nye opptjeningen fører til høyere pensjon når restbeholdningen tas ut, siden det er en større beholdning som skal divideres på delingstallet på uttakstidspunktet, jfr. (Ot.prp. nr 37 (2008-2009)).

4 Statens Pensjonsfond – Utland

Sentralt i denne utredningen og for Norges fremtidige statsfinansielle situasjon er Statens pensjonsfond – Utland (SPU). I denne delen gjør vi et forsøk på å frem-skrive statens fremtidige netto kontantstrøm fra petroleumssektoren. Dette gjør oss i større grad rustet til å gi en kvalifisert begrunnelse om hvorvidt Norges statlige finanser er robuste nok til å takle fremtidige utfordringer.

Fondet som ble etablert i 1990 fungerer i hovedsak som et finanspolitisk instrument for å sikre langsiktige hensyn gjennom bruk av statens petroleums-inntekter. Dets hovedformål er å være et *bufferfond* for statsfinansene, spesielt med tanke på å støtte den statlige sparingen og muliggjør finansiering av den forventede sterke veksten i folketrygdens pensjonsutgifter.²² Overskudd på statsbudsjettet blir overført til fondet, mens underskudd dekkes ved å trekke på fondet. SPU investeres langsiktig, men slik at det er mulig å ta det i bruk om ønskelig. Midlene investeres utelukkende i utlandet, for å hindre at fastlandsøkonomien overopphetes og for å skjerme den fra effekten av varierende oljepriser (NBIM.no, 2010). Et grunnleggende prinsipp bak budsjettpolitikken er *handlingsregelen*, som ble etablert i 2001. Regelen tilsier at staten som et gjennom-snitt over konjunktursyklusen skal bruke en *forventet realavkastning* av fondet, anslått til 4 prosent årlig. Det bidrar til at petroleumsinntektene fases gradvis inn i økonomien, samtidig som en bare bruker avkastningen av fondet, og ikke fondskapitalen i seg selv. Da vil fondet beholde sin verdi og komme fremtidige generasjoner til gode (ibid.). Spørsmålet vi stiller oss i denne sammenheng er om fondet og *handlingsregelen* er tilstrekkelig for å finansiere de fremtidige (forven-tede) pensjonsutgiftene. Hva vil skje med SPU om de løpende statlige utgiftene ikke kan finansieres over skatteseddelen og staten tvinges til å trekke på fondet utover det spillerom som handlingsregelen tillater? For å svare på dette, er vi avhengige av å gjøre en vurdering av hvor store inntekter staten kan forvente å fra petroleumssektoren i fremtiden. I denne delen gjør vi således en fremskriv-

²² Fondet skiftet i 2006 navn fra Statens petroleumsfond til Statens pensjonsfond utland for å i større grad synliggjøre at fondet fungerer som en statsfinansiell buffer. Fondet er imidlertid ikke øremerket pensjoner eller andre formål (NBIM.no, 2010).

ning av petroleumsproduksjonen på norsk sokkel og gir anslag på verdiutviklingen i SPU. Målet er å kunne gi en mer robust vurdering av inntektsstrømmen fra petroleumssektoren. Vil den på *lang sikt* være tilstrekkelig for å demme opp for eventuelle statlige budsjettunderskudd som følger av økte pensjonsutgifter?

Vi presiserer at selv om det offentliges kontantstrøm fra petroleumssektoren som oftest omtales som *inntekter* er kapitalen som overføres til SPU i realiteten en *omklassering* av ressursene i *bakken* til finansielle instrumenter. Kapitalstrømmen er i hovedsak en *ressursrente* til staten som *grunneier*. Så lenge utvinningen på den norske sokkelen holder frem, vil beskatning av aktørene på sokkelen være en sikker inntektskilde for den norske stat.

4.1 Formuen på norsk sokkel

Totalformuen i petroleumsvirksomheten, definert av Finansdepartementet som "nåverdien av *fremtidig* årlig kontantstrøm fra petroleumsvirksomheten", er anslått til 4 744 mrd 2010-kroner (Finansdepartementet, Nasjonalbudsjettet, 2010).²³ Statens andel av formuen er nåverdien av netto kontantstrøm fra petroleumsvirksomheten. Den er beregnet til 4 089 mrd. (2010) kroner og stammer fra i hovedsak fra særskatter på petroleumsvirksomhet på norsk sokkel og fremtidig utbytte i Statoil ASA (ibid.).²⁴ Avkastningen på kapitalen i Statens pensjonsfond – Utland inngår ikke i disse beregningene. Beregningene av totalformuen er gjort med utgangspunkt i de forventningene til olje- og gasspriser som forelå i forkant av publiseringen av nasjonalbudsjettet for 2010. I fremskrivningen av *statens netto kontantstrøm* tar vi utgangspunkt i de historiske og forventede produksjonsnivåene i perioden 1971 – 2030. Med utgangspunkt i disse, gjør vi en fremskrivning av den årlige produksjonen på norsk sokkel fra og med år 2031 og verdsetter deretter denne. Det foreligger ingen tilgjengelige estimater for årlig produksjon etter 2030. Vi forutsetter for enkelhets skyld at petroleumsproduksjonen frem til år 2030 blir slik som i prognosene til (Finansdepartementet, Nasjonalbudsjettet, 2010).

²³ Med årlig diskonteringsrente lik 4%.

²⁴ Staten eide pr. 15.3.2009 67% av Statoil ASA (OD - Fakta 2009).

I Ressursrapporten fra (Oljedirektoratet, 2009) er de *totale utvinnbare ressursene (TUR)* på norsk sokkel oppgitt til å være mellom 10 og 17 milliarder standard kubikkmeter oljeekvivalenter (Sm^3 oe.), med statistisk forventningsverdi lik 13,4 mrd. Sm^3 oe.²⁵ Av dette er 38% allerede solgt og levert, mens 25% er reserver som er enten er planlagt eller ferdig utbygd.

Mer spesifikt er:

- i) 5,05 mrd Sm^3 oe. allerede produsert.
- ii) 4,95 mrd Sm^3 oe. påvist, men ikke utvunnet.
- iii) 3,40 mrd Sm^3 oe. lik mengden antatte ressurser som enda *ikke* er oppdaget på norsk sokkel (forventningsverdi). Av dette utgjør råolje 37,1%, gass 55,1% og kondensat 7,8%.²⁶

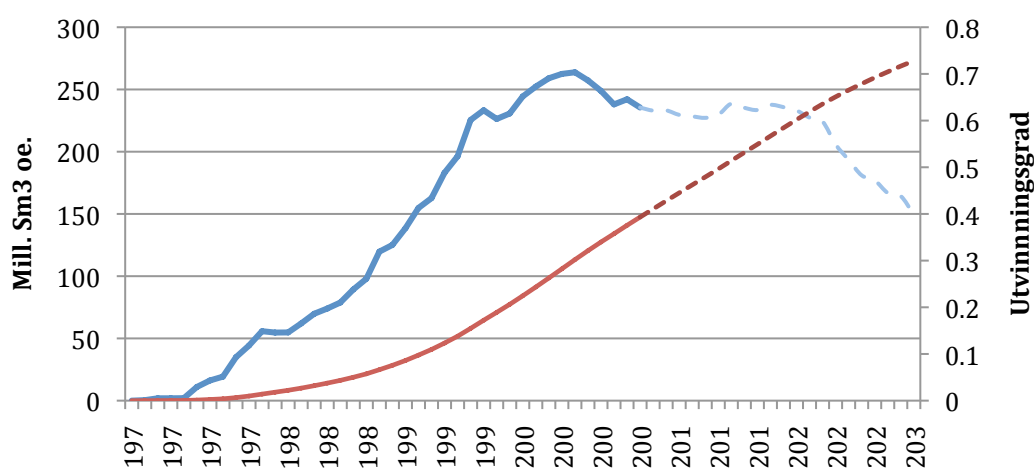
Følger vi (Finansdepartementet, Nasjonalbudsjettet, 2010) sine beregninger for Nasjonalbudsjettet 2010 vil 72,8% - eller 9,75 mrd Sm^3 oe. - av de utvinnbare ressursene være utvunnet innen utgangen av 2030. Mengden totale utvinnbare ressursene (*TUR*) baseres blant annet på hvor store forekomster man *forventer* å finne på senere tidspunkt. Det er naturlig å stille spørsmålsteget ved slike estimat, men med den tilgjengelige teknologien og erfaringen til aktørene på sokkelen ansees de som relativt sikre (Oljedirektoratet, 2009). Etter hvert som reservoarene tømmes og trykket i brønnene faller, kreves det mer effektiv teknologi og infrastruktur for å opprettholde et gitt produksjonsnivå. Kostnaden ved utvinning blir høyere og mindre lønnsom for en gitt markedspris. Samtidig er det naturlig at når ressurstilgangen avtar - også globalt sett - øker prisen på ressursen som følge av økt knapphet. Dermed er det rimelig å anta at en større del av de tilgjengelige ressursene kan bli økonomisk lønnsomme å utvinne enn det som lå til grunn da utvinningen startet. Erfaringmessig tar det i gjennomsnitt elleve år fra funn til utbygging og produksjon av et felt og det er fortsatt usikkert hvor mye av ressursene som kan utvinnes lønnsomt (Oljedirektoratet, 2009). Vi antar at de 3,40 mrd Sm^3 oe. oppdages og gjør følgelig en vurdering av *hvor lang tid* det

²⁵ 1. Sm^3 oljeekvivalent tilsvarer 6,29 fat råolje. 1 oljeekvivalent er den energimengden som frigjøres når 1 Sm^3 råolje forbrennes.

²⁶ Kondensat er en type lettolje som inneholder en del våtgass (Kilde: www.ssb.no/olje_gass).

vil ta å utvinne de resterende ressursene på sokkelen. Dette gjør oss i stand til å beskrive den årlige produksjonen (målt i Sm³ oe.) etter år 2030. Den årlige produksjonen på norsk sokkel er illustrert i Figur 4-1. Nivåene fra og med 2010 til 2030 er basert på forventninger utarbeidet i samarbeid mellom Oljedirektoratet og aktørene på sokkelen, og gjengitt i Nasjonalbudsjettet 2010.²⁷ Forventningene er vist med stiplede linjer i Figur 4-1.

Figur 4-1 Produksjons og utvinningsgrad på norsk sokkel



Venstre akse viser millioner Sm³. Oe. utvunnet årlig, mens høyre akse viser den kumulative prosentvise produksjonsfunksjonen, dvs. hvor stor andel av de totale ressursene som er utvunnet i et gitt år. Vi definerer denne som *utvinningsgraden*. Utvinningsgraden starter i null i 1970 som er året før den første registrerte kommersielle produksjonen på norsk sokkel. Da *produksjonstoppen* ble nådd i 2004 var 30,2% av de tilgjengelige ressursene utvunnet. Dette sammenhenger med at den første halvdel av ressursene er *enklere* å utvinne enn de resterende femti prosentene. Dette kaller (Hubbert, 1956) *easy oil* og begrunner det blant annet med at de oljereservoarene som lokaliseres først ofte er relativt store og enklere å utvinne. Det vil derfor ta kortere tid å utvinne første halvdel av de tilgjengelige ressursene i et gitt geografisk område. Etter hvert som trykket i brønnene faller, kreves mer sofistikert teknologi for å opprettholde samme produksjonsnivå. Produksjonen i toppåret 2004 var 263,8 millioner Sm³ oe.

²⁷ Vi forutsetter i fremskrivningen at prognosene for årene frem til 2030 realiseres.

4.2 *Fremskrivning av produksjon og utvinningsgrad*

I fremskrivningen av produksjonen på norsk sokkel tar vi utgangspunkt i teorien om *peak oil* – eller *produksjonstopp* – et begrep fremsatt av (Hubbert, 1956). Teorien, ofte referert til som *Hubbert's Peak Theory*, er basert på statistiske observasjoner Hubbert gjorde som sjefsgeolog i Shell. Hubbert plottet årlige produksjonsnivå fra ulike oljefelt i *tid-produksjon*-diagrammer og fremla en hypotese om at produksjonsbanene hadde mistenkelig lik kurvatur.²⁸ Dette var før noen større felt hadde nådd produksjonstopp, og Hubberts forslag om at produksjonsbanene kunne beskrives med en enkel kurve ble i sin tid ansett å være rimelig spekulativt. I senere tid har likevel denne enkle tilnærmingen i følge (Brandt, 2006) vist seg å være langt på vei den beste metoden for å predikere utvinningsbanen til ikke-fornybare ressurser. Metoden vi bruker baserer seg på antagelsen om at i et avgrenset geografisk området er mengden tilgjengelige utvinnbare ressurser gitt. Tiden det tar for fossilt brennstoff å dannes, er så lang at tilgangen kan antas å være konstant. I korte trekk predikerer Hubberts *produksjonstoppteori* at i starten av utvinningsfasen er *produksjonsveksten* høy ettersom ressursene er lettere tilgjengelige. Etter hvert som ny produksjonskapital og teknologi introduseres, øker produksjonsnivået og (den prosentvise) veksten opprettholdes. Vekstraten i produksjonen er da høyest i startfasen og går mot null til den når *produksjonstoppen*, før den igjen faller til alle ressursene er fullstendig utvunnet. At de første femti prosentene av de tilgjengelige ressursene er enklere å utvinne, gjør at produksjonskurven vil være venstreskjev med en fet høyre hale.

4.2.1 *Fremskrivningsmetode*

Med bakgrunn i produksjonsdata fra Nasjonalbudsjettet 2010 fremskriver vi utviklingen i den kumulative produksjonen på sokkelen – altså *utvinningsgraden*.

²⁸ Produksjonsbanene minnet om bell-formede kurver, dvs. kurver med kun en topp.

Ved å gjøre en vurdering av når utvinningsgraden når 100% får vi et anslag på *når* de tilgjengelig utvinnbare ressursene er fullt ut utvunnet og tilførselen til staten stopper opp. I prinsippet er dette det samme som å estimere *når* den årlige produksjonen er tilnærmet lik null. Vi kan videre enkelt 'reversere' beregningene for å finne den årlige estimerte produksjonen (målt i Sm³ oe.). Det er i for så vidt sistnevnte størrelse vi er interessert i – ettersom det er denne vi må verdsette for å kunne fastslå statens netto kontantstrøm fra petroleumssektoren. Vi går likevel via beregning av utvinningsgraden ettersom denne er enklere å estimere.

Vi lar det relative produksjonsnivået, q_t , i et år t være gitt som den årlige produksjonen Q_t (målt i Sm³ oe.) i forhold til de tilgjengelig utvinnbare ressursene (TUR) slik at

$$q_t = [Q_t / TUR] \quad (4.1)$$

For Q_t har vi data fra 1971 til og med 2030. Utvinningsgraden, cq_t , (ved utgangen av) år t uttrykker vi som summen av alle de årlige relative produksjonsnivåene, q_t , fra 1970 til og med år T som vi definerer som siste år i produksjonssyklusen. For utvinningsgraden starter vi i 1970 siden dette er året *før* første registrerte produksjon, der den tar verdien null. Mer spesifikt er utvinningsgraden gitt ved

$$cq(t) = \sum_{t'=1970}^t q_{t'}, \text{ for } t \in (t', T) \quad (4.2)$$

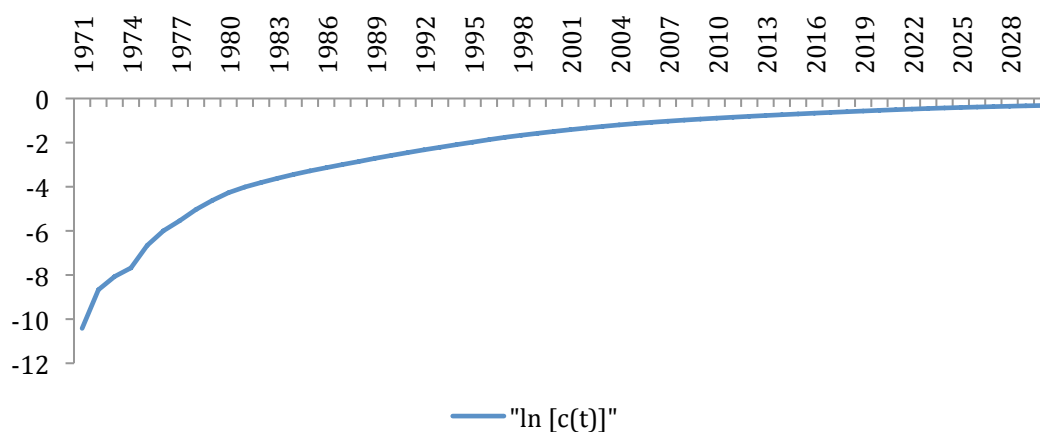
Den første halvdel av TUR er antatt å kunne utvinnes raskere enn siste.²⁹ Vi definerer et tidsintervall $[1970, T]$ der 1970 er året utvinningsgraden er null og T det året den når 1 – dvs. året når alle ressursene er utvunnet og produksjonen stopper opp. Når første halvdel av ressursene går raskere å utvinne, må det året når halvparten av ressursene er utvunnet, $t_{1/2}$, være slik at $t_{1/2} < (T - 1970)/2$. Fra utvinningsgraden i Figur 4-1 har vi at halvparten av ressursene på norsk sokkel antas å være utvunnet i 2016 – som er 45 år etter den første registrerte produksjonen i 1971. Produksjonstiden for andre halvdel kan da forventes å ta mer enn 45 år – og vi venter således at produksjonen på norsk sokkel vil vare lenger enn til år 2061. Funksjonsformen til *utvinningsgraden* er tilnærmet S-formet i produksjonsintervallet $[1970, T]$. Dette sammenhenger med at vekstraten i produksjonen er høyest i starten av produksjonssyklusen for deretter å avta.

²⁹ Gitt antagelsen om *easy-oil* og Gauss-formet produksjonskurve.

4.2.2 Estimering av utvinningsgraden

For å fremskrive *utvinningsgraden* (og senere den produksjonen) for årene etter 2030 trenger vi en beskrivende funksjonsform for utvinningsgraden i perioden 1970 til 2030. Vi vet at den ligger i intervallet $[0,1]$ og er monotont stigende. Logaritmen til utvinningsgraden vil da ha eksponentiell form i tidsrommet 1971 – 2030, jfr. Figur 4-2. Dobbellogaritmen til utvinningsgraden vil da være tilnærmet lineær i samme tidsrom³⁰. Resultatet av lineariseringene og trenden i utvinningsgraden er presentert i presentert i Figur 4-3 .

Figur 4-2 Logaritmen av utvinningsgraden

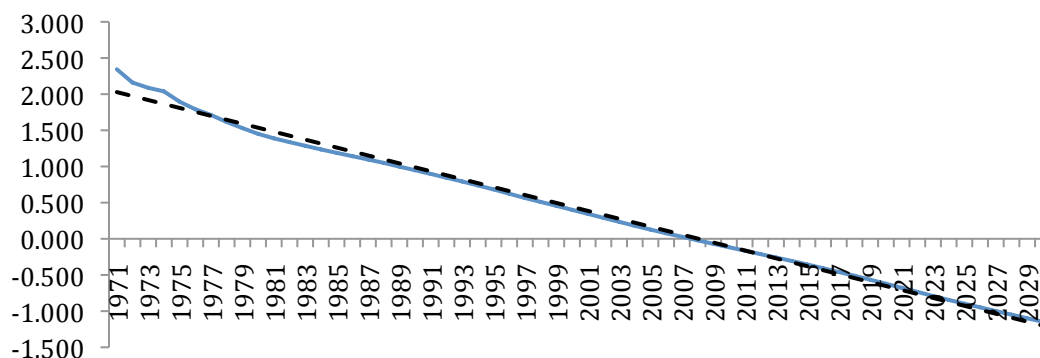


Den første logaritmen har tilnærmet eksponentiell form og går mot null over tid. Vi tolker (den negative av) helningen på linjen i Figur 4-2 som vekstraten i utvinningsgraden. Veksten er naturligvis høy i starten av produksjonssyklusen og avtar gradvis ettersom utvinningen flater ut. Mer formelt betyr det at $\lim_{t \rightarrow T} [\ln(cq(t))] = 0$ som vil si at når funksjonen i Figur 4-2 går mot null, går utvinningsgraden mot 1 siden $\lim_{t \rightarrow T} \exp[\ln(cq(t))] = 1$. Analogt kan funksjonen i Figur 4-3 tolkes som den andrederiverte til utvinningsgraden fra ligning (4.2). Fra Figur 4-3 ser vi at den naturlige logaritmen til den negative av $\ln[cq(t)]$ – altså $\ln(-$

³⁰ Merk at vi tar logaritmen til den *negative* av logaritmen til utvinningsgraden siden $\ln[cq(t)] < 0$ for alle t.

$\ln(cq(t))$ en tilnærmet lineær funksjon som følger av at $\ln[cq(t)]$ er på tilnærmet eksponentiell form.

Figur 4-3 Linearisering og trend i utvinningsgrad



Fremstillingen er i all hovedsak ment som en intuitiv representasjon av den forstående estimeringen og begrunnelse for at trenden i Figur 4-3 estimeres med minste kvadraters metode (OLS). Hvis vi definerer $y = \ln[-\ln[cq(t)]]$ kan y enkelt estimeres. Den lineære trenden – representert ved den stiplede linjen i Figur 4-3 er beregnet ved hjelp av DataAnalysis ToolPack i Excel 2008 og gir opphav til:³¹

$$y = 2.0831 - 0.0547(t - 1970) - \text{med } R^2 = 0.994. \quad (4.3)$$

Den *estimerte utvinningsgraden*, kan følgelig beskrives ved hjelp av koeffisientene fra trendlinjen som innsatt for (4.3) blir

$$cq(t) = \exp[-\exp(-y)] = \exp[-\exp(-[2.0831 - 0.0547(t - 1970)])] \quad (4.4)$$

der \exp er eksponentialfunksjonen. Estimeringsmetoden vi har benyttet har ikke noe kjent teoretisk fundament. I ettetid ser vi at den bygger på en såkalt 3-parameter Gompertz-funksjon som har formen $cq(t) = b_1 \exp[-\exp(-b_2(t - b_3))]$ der b_1 og b_3 er konstanter mens b_2 er vekstraten. Denne funksjonen gir en bedre

³¹ Normalt har vi antagelse om normalfordelt feilledd i OLS og en regresjonsligning på for eksempel formen $y = \alpha - \beta t + \varepsilon_t$. Ettersom poenget her er å finne en funksjon som beskriver trenden i dataene vist i Figur 1-5, utelater vi tolkningen av og teoretisk grunnlag for regresjonen.

tilpasning av utvinningsgraden i perioden 1970 – 2030. En problem med regresjonsrutinen for Gompertz-funksjonen er at den estimerer $b_1 = 0.97$.³² Dette vil si at når tiden går mot uendelig, går utvinningsgraden aldri mot 1 – og de tilgjengelige ressursene utvinnes aldri fullt ut. Hvorvidt dette er en reell svakhet er usikkert. Det kan tenkes at man vil etterlate noen av de utvinnbare ressursene i bakken om de viser seg å ikke være økonomisk lønnsomme å utvinne. Funksjonsmessig er problemet tydelig da produksjonssyklusen forlenges et godt stykke inn i det neste århundre. Vi lar derfor den økte forklaringskraften i Gompertz-estimeringen gå på bekostning av at ligning (4.4) ser ut til å gi opphav til en mer sannsynlig tidshorisont på produksjonssyklusen. Vår funksjon fra ligning (4.4) predikerer produksjonsstopp på sokkelen i 2082 som er 37 år kortere enn det vi får med Gompertz-funksjonen. Vår metode virker derfor rimeligere.

Den estimerte årlige relative produksjonen i år t fremkommer ved å se på forskjellen i utvinningsgraden fra utgangen av år $t - 1$ til utgangen av t

$$\hat{q}_t = cq(t) - cq(t - 1) \quad (4.5)$$

Da vil den årlige estimerte produksjonen målt i Sm^3 oe. være gitt som

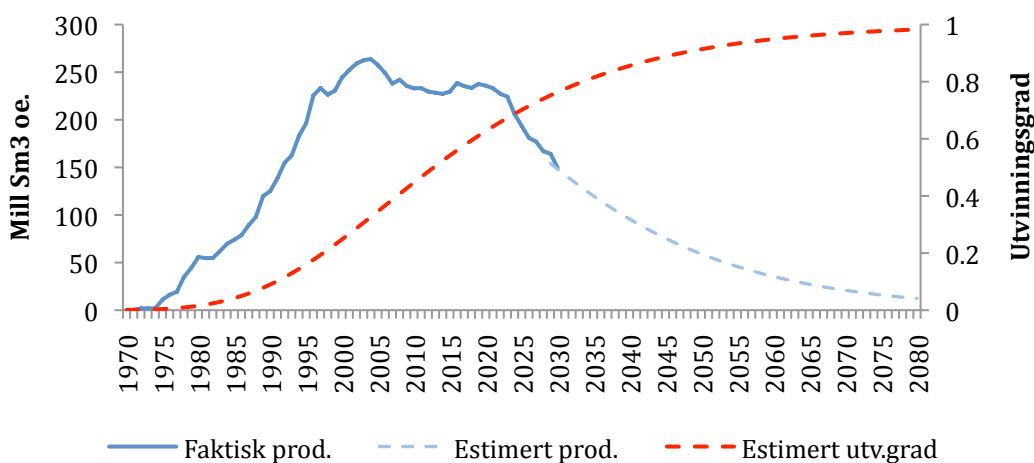
$$\hat{Q}_t = \hat{q}_t \times TTUR \quad (4.6)$$

Grafisk vil fremskrivningene av produksjonsbanen og utvinningsgraden se ut som i

Figur 4-4. Fra utvinningsgraden ser vi at alle ressursene på norsk sokkel forventes ferdig utvunnet i år 2082. Produksjonen dette året er lik 11,5 millioner Sm^3 oe. – samme nivå som i 1975.

³² Ligning (4.4) blir så og si en 2-parameter Gompertz-funksjon med $b_1 = 1$.

Figur 4-4 Fremskrevet produksjonsbane og utvinningsgrad



Hvorvidt den jevne nedgangen i produksjonsnivået (stiplet linje) er rimelig, avhenger av hvor raskt man klarer å lokalisere og utvinne de ressursene man *forventer å oppdage*. Samtidig vil den fremtidige produksjonen i stor grad avhenge av *når* og om reservoarer med beliggenhet i områder som Lofoten og Vesterålen besluttes utbygd.

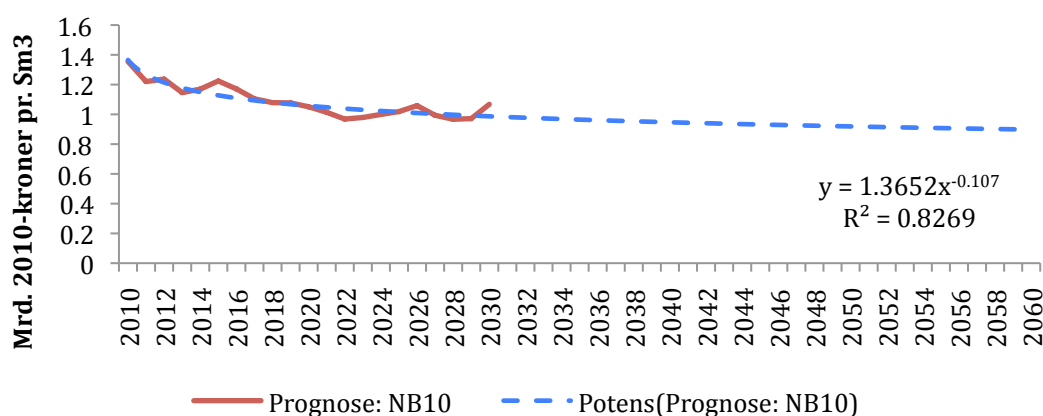
4.3 Verdsetting av fremtidig produksjon på norsk sokkel

I delkapittelet over har vi beskrevet hvor lenge staten kan forvente å ha inntekter fra petroleumssektoren. Når vi nå har estimater på den årlige produksjonen, gjenstår likevel den virkelige utfordringen: Hvordan vil produksjonen på sokkelen prises i fremtiden og hvor hva blir de årlige nettooverføringene til staten fra petroleumsvirksomheten?

Den gjennomsnittlige råoljeprisen har de ti siste årene ligget på 341 2010-kroner pr. fat. Hvorvidt historiske gjennomsnitt vil være beskrivende for fremtidige priser er høyst usikkert og i realiteten ren gjetting. I Nasjonalbudsjettet for 2010 (NB10) har Finansdepartementet lagt til grunn nær konstante priser på naturgass og olje frem til år 2030. Gassprisen er antatt å ligge på 1,50kr/Sm³ oe. til 2012 og deretter 1,80kr/Sm³ oe. til 2030. Oljeprisen er forventet å ligge rundt 425 kr fatet i 2010 og videre på 406 2010-kroner pr. fat frem til 2030.

Om de konstante prisene er valgt grunnet den enorme usikkerheten rundt prisprognosene oppgis ikke, men det er grunn til å tro det. Det er tydelig at forsøket på å beskrive de fremtids årlige kontantstrømmene fra petroleumssektoren er preget av enorm usikkerhet. Eksempelvis ble det i (NOU:18, 2000) foreslått en langsiktig oljepris (frem til 2015) på 125 2001-kroner som beregningsgrunnlag for fremtidige inntekter. Vi har ikke lyktes i å få tilgang på hva som ligger bak estimatene i Nasjonalbudsjettet eller spesielt inngående detaljer rundt hvordan aktørene på sokkelen skattlegges. Dessverre medfører dette at kvaliteten på prognosene våre for fremtidig kapitalstrøm og verdsettelse av SPU blir noe redusert. Vi velger derfor å legge til grunn en noe forenklet verdsettelse av statens inntekter etter år 2030. Vi antar at prognosene i Nasjonalbudsjettet inntreffer frem til 2030 slik at staten *faktisk* mottar det beregnede antall milliarder kroner fra petroleumssektoren som det vises til i Nasjonalbudsjettet. For årene etter 2030 legger vi til grunn en veldig forenklet beregning av overføringene fra petroleumssektoren. På bakgrunn av den forventede inntektsstrømmen mellom 2010 og 2030 gjør vi et anslag på hvor mange milliarder 2010-kroner staten mottar pr. produserte Sm³ o.e. Vi definerer kvotienten mellom statens nettoinntekt i milliarder 2010-kroner per produserte Sm³ o.e. som *statens inntektsandel*. Denne er presentert i Figur 4-6 sammen med en enkel trendfremskrivning av inntektsandelen. Denne er gitt ved den stiplede linjen og er beregnet i Excel 2008 ved hjelp av potensregresjon.³³

Figur 4-6 Statens inntektsandel: Mrd. 2010-kroner pr. Sm³ oe.



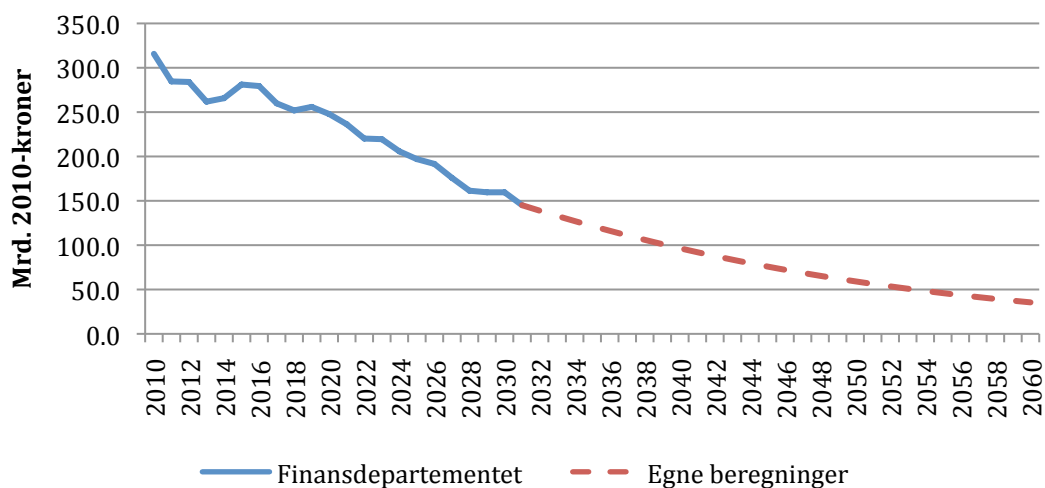
³³ I prinsippet er dette en standard lineærregresjon der det beregnes $\ln[\text{Mrd}/\text{Sm}^3 \text{ o.e.}] = \ln(a) - b \ln[\text{årstall} - 2010]$.

Vi antar videre at statens inntektsandel følger trendlinjen etter 2030. Dette må sees i sammenheng med de produksjonsnivåene vi har estimert og illustrert i

Figur 4-4. Tilførsel til staten fra petroleumssektoren er da gitt som produktet av *statens inntektsandel* og den estimerte produksjonen fra og med 2031 til 2060. Ved å fremskrive statens overføringer slik som dette unngår vi komplikasjoner tilknyttet detaljer rundt skattleggingen av aktørene på sokkelen. At trenden i *statens inntektsandeler* fallende tolkes som lavere driftsmarginer hos aktørene. Beregningene av størrelsen på Statens Pensjonsfond Utland er videre gjort med å ta utgangspunkt i markedsverdien ved utgangen av fjerde kvartal 2009 som var oppgitt til 2640 milliarder kroner (NBIM, 2010). I perioden 2010 – 2030 har vi lagt til de forventede overføringene oppgitt i Nasjonalbudsjettet. Fra 2031 – 2060 har vi lagt til de beregnede inntektene som forklart over. Våre beregninger virke å stemme relativt bra overens med Finansdepartementets egne prognoser. Nåverdien av statens andel av netto kontantstrøm fra petroleumsvirksomheten er beregnet i Nasjonalbudsjettet 2010 til 4089 mrd. 2010-kroner. Fremskrivningene våre resulterer i en nåverdi lik 4116 mrd. 2010-kroner – et avvik på 27 mrd – når vi legger til grunn samme diskonteringsrente lik 4% p.a.

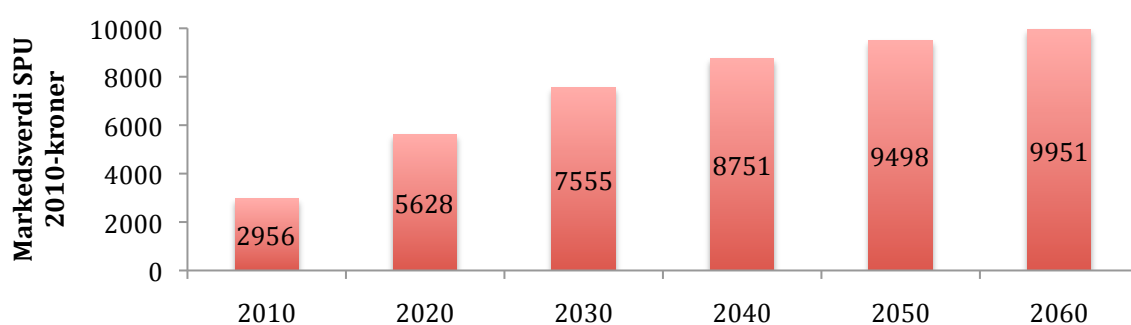
Figur 4-7 viser de statens årlige netto kontantstrøm fra petroleumssektoren fra og med 2010 til 2060. Vi har skilt mellom Finansdepartementets anslag og våre egne prognoser – i figuren representert ved den stiplede linjen.

Figur 4-7 Statens netto kontantstrøm fra petroleumssektoren



Vi forventer at statens netto kontantstrøm i 2060 tilsvarer 35,5 milliarder 2010-kroner – tilsvarende ca. 11 % av overføringene i 2010. Figur 4-8 viser markedsverdien på Statens Pensjonsfond Utland ved utgangen av noen få utvalgte år. Den er beregnet med utgangspunkt i markedsverdien ved utgangen av fjerde kvartal 2009. Deretter tilføres fondet statens netto kontantstrømmen fra petroleumssektoren hvert år. Avkastning er ikke medregnet, ettersom vi antar at den umiddelbart overføres til statsbudsjettet.

Figur 4-8 Markedsverdi SPU - Milliarder 2010-kroner (utvalgte år)



I simuleringsmodellen antar vi konstant realrente som bestemmes på det internasjonale kapitalmarkedet. Vi lar realrenten være lik den årlige avkastningsraten på SPU. En nærmere beskrivelse av hvordan vi kalibrerer SPU i OLG-modellen er gitt i underkapittel 5.2.4.

5 Modellering av økonomien

Den etterfølgende modellen bygger på overlappende generasjonsmodeller presentert i (Thøgersen, 1995), (Steigum, 1995) og (Husabø, 2009). Vi bruker sistnevntes adaptasjon av de to førstnevnte og utvider modellen med *arvemotiv, en mer realistisk demografi* og en detaljert empirisk *fremskrivning* av statens fremtidige kontantstrøm fra petroleumssektoren. Vi formulerer et rammeverk der hver kohort k sine handlinger representeres av et *representativt individ*. Når vi så aggregere opp det representative individet med antall individ i en kohort, er samlede størrelser de *samme* som om vi hadde aggregert over hvert enkelt, unike individ. I utledningen identifiserer vi kohortene med det tidspunktet, k , de blir født. Modellen er i diskret tid og et tidspunkt t tolkes som *utgangen* av et år t .

5.1 En overlappende generasjonsmodell for norsk økonomi

Leieprisen på kapital (*realrenten*) er eksogent bestemt på det åpne, arbitrasjefrie internasjonale kapitalmarkedet. Modellens individer slipper følgelig å ta stilling til avkastningsforskjeller mellom det hjemlige og internasjonale kapitalmarkedet. Om det totale innenlandske kapitaltilbudet overstiger de hjemlige bedriftenes kapitaletterspørsel – tilbys kapitaloverskuddet i det internasjonale kapitalmarkedet. I omvendt tilfelle, lånes kapitalen internasjonalt. Det er frikonkurranse i alle markeder. Prisen på konsumvarene og arveavsetning er normalisert til 1 på hvert tidspunkt mens reallønnsraten er alternativkostnaden ved å ikke arbeide – og dermed også prisen på *fritid*.

5.1.1 Befolkningen

I formaliseringen av det demografiske fundamentet i modellen knytter vi sammen overlevelseshandelene fra underkapittel 2.1.2 med reelle kohortstørrelser. Vi lar aggregerte størrelser være gitt av størrelser som resultat av de representative individenes avgjørelser, multiplisert med antall *samtidig levende* individer i

hver kohort k på tidspunkt t . Vi definerer $N_{k,k}$ som størrelsen på en kohort k i fødselsåret k slik at antall i individer i kohort k som (fortsatt) er i live på tidspunkt t er gitt som

$$N_{k,t} = \sigma_{k,t} N_{k,k} \quad (5.1)$$

der $\sigma_{k,t}$ er definert som andelen av kohort k som overlever fra fødselen til et tidspunkt t , der $k \leq t \leq T_k$. T_k er definert som det siste tidspunktet et individ i kohort k er i live. En følge av innføringen av *intergenerasjonelle kapitaloverføringer* er vi avhengige av et uttrykk for mange i hver kohort som dør på et tidspunkt t . Antall døde i hver kohort k på hvert tidspunkt t er avgjørende for å bestemme hvor store de intergenerasjonelle overføringene blir. Dette fordi overføringer er antatt å kun komme fra de i kohorten som dør. Vi utleder dette i nærmere detalj i 5.1.3. Vi lar antall individer i en kohort k som dør på et tidspunkt t er gitt ved

$$D_{k,t} = [\sigma_{k,t} - \sigma_{k,t+1}] N_{k,k} \quad (5.2)$$

der differansen i overlevelsesandelene tolkes som sannsynligheten for at et individ i kohort k dør på tidspunkt t . Videre er den totale befolkningsstørrelsen på et tidspunkt t lik summen av alle de samtidig levende i alle sameksisterende kohorter k :

$$N_t = \sum_k N_{k,t} \quad (5.3)$$

Veksten i befolkningen på tidspunkt t , n_t , er endringen i folketallet fra tidspunkt t til $t+1$: $n_t = (N_{t+1} - N_t) / N_t$.

Individenes produktivitet

Arbeidsproduktiviteten til et individ avhenger av to forhold. Det første er nivået på den direkte *arbeidsbesparende* teknologien på tidspunkt t , A_t . Vi antar at alle individer, uavhengig av kohort, har tilgang på samme teknologi slik at A_t representerer det generelle teknologiske nivået i økonomien på tidspunkt t . Den *teknologiske fremgangen* kan beskrives med $A_{t+1} = (1+a)A_t$ der a er den årlige (konstante) vekstraten. Frikonkurransen i kapital-, produkt- og arbeidsmarkedet betyr at individene avlønnes med verdien av sitt *marginale bidrag* til produksjonen. Vi definerer faktoren $\Lambda_{k,t}^L$ som *livsløpsproduktiviteten* til et individ i kohort k på

tidspunkt t og lar den beskrive hvor produktivt individet er over livsløpet. Når vi lar individets effektivitet være en funksjon av *tid (alder)* setter vi premissene for å bestemme *når* individene vil trekke seg ut av arbeidsstyrken. Det er rimelig å tenke seg at produktiviteten til et individ er avtagende mot slutten av livsløpet. Det medfører lavere avlønning og resulterer i at individet trekker seg ut av arbeidsstyrken. Vi diskuterer implikasjonene av dette i nærmere detalj i resultatkapittel 6.2.1. Individenes *totalproduktivitet* kan da uttrykkes som et produkt av *livsløpsproduktiviteten* og den arbeidsbesparende teknologien

$$\Lambda_{k,t} = \Lambda_{k,t}^L A_t \quad (5.4)$$

Vi definerer hvordan et individs *effektive arbeidstilbud* varierer over livet og hvilke faktorer som påvirker det i avsnitt 5.2.3. Vi lar det representative individet fritt velge å bruke en andel, $l_{k,t}$, av sin totale tilgjengelige tid (lik 1) på *konsum av fritid*. Videre er da $1 - l_{k,t}$ *andelen* tid som brukes i inntektsgivende arbeid. Vi pålegger en formell restriksjon på at fritid ikke overstige tilgjengelig tid - slik at $l_{k,t} \leq 1$. Kohort k sitt samlede tilbud av *effektive arbeidsenheter* på tidspunkt t kan da uttrykkes som

$$L_{k,t}^E = \Lambda_{k,t} (1 - l_{k,t}) N_{k,t} \quad (5.5)$$

Vi merker oss at det samlede effektive arbeidstilbudet på et tidspunkt t avhenger av hvilken *andel* av den tilgjengelige tiden kohortenes representative individ velger å bruke på fritid. Dette valget er et resultat av individenes optimeringsproblem i ligning (5.26). Økonomiens totale tilbud av *effektive arbeidsenheter* på tidspunkt t er videre gitt ved summen av alle samtidige kohorters tilbud

$$L_t^E = \sum_k L_{k,t}^E \quad (5.6)$$

Vi lar vekstraten til økonomiens *effektive arbeidstilbud* være gitt ved $g_t^L = (L_{t+1}^E - L_t^E) / L_t^E$. Vi ser fra (5.5) at vekstraten er avtagende i økt fritid, $l_{k,t}$, økende i totalproduktiviteten fra (5.4) og i hvor mange gjenlevende det er i kohort k på tidspunkt t , $N_{k,t}$. Ser vi nærmere på sistnevnte størrelse ser vi at økende *overlevelsesandel* for kohorten øker antallet yrkesaktive. Dette betyr at når forventet levealder øker, øker også andelen av en kohort som lever til et gitt tidspunkt – og dermed arbeidstilbudet til denne kohorten.

5.1.2 Produksjonsektoren

Økonomien består av (uendelig) mange like, små bedrifter uten individuell markedsrett. Vi lar prisen på den homogene *makrovaren* som produseres være lik 1. Makrovaren kan konsumeres, investeres (spares) eller eksporteres. De innenlandske bedriftenes samlede produksjon representeres gjennom en produksjonsfunksjon med konstant skalaavkastning. Økonomiens årlige produksjon, Y_t , er gitt som en funksjon av realkapital, K_t , og effektive arbeidsenheter, $L_{k,t}^E$. Produksjonen tolkes som summen av det alle de innenlandske frikonkurransedriftene produserer med en gitt mengde kapital og effektiv arbeidskraft. Netto produksjon kan sammenfattes i produksjonsfunksjonen

$$Y_t = F(K_t, L_t^E) = K_t^\beta (L_t^E)^{1-\beta} \quad (5.7)$$

der $0 < \beta < 1$. Vi tolker β og $(1 - \beta)$ som elastisiteten i produksjonen mhp. henholdsvis kapital og *effektive arbeidsenheter*. Konstant skalaavkastning vil si at elastisitetene summeres til én og at en prosentvis lik økning av begge faktorene, øker produksjonen prosentvis like mye som innsatsen. Eksponentene tolkes også som henholdsvis kapitalen og den *effektive arbeidskraftens* andel av verdiskapningen i økonomien:

$$[K_t F_{K_t}(K_t, L_t^E)] / Y_t = \beta \quad \text{og} \quad [L_t^E F_{L_t^E}(K_t, L_t^E)] / Y_t = 1 - \beta \quad (5.8)$$

som uttrykker hvor stor andel av produksjonsverdien som går til avlønning av kapitalen og den effektive arbeidskraften. Vi lar $y_t = Y_t / L_t^E$ betegne *produksjon pr. effektive arbeidsenhet* og lar $k_t = K_t / L_t^E$ være *kapital pr. effektive arbeidsenhet* – videre referert til som *kapitalintensiteten*. Siden produksjonsfunksjonen, $F(\cdot)$, er homogen av grad 1, kan vi skrive produksjonen pr. effektive arbeidsenhet som:

$$y_t = F\left(\frac{K_t}{L_t^E}, \frac{L_t^E}{L_t^E}\right) = F(k_t, 1) \equiv f(k_t) = k_t^\beta \quad (5.9)$$

Endringen i kapitalbeholdningen fra et tidspunkt t til $t+1$ er gitt som $K_{t+1} - K_t = -\delta_K K_t + I_t$ der δ_K er den andelen av realkapitalnivået på tidspunkt t som *slites* bort og I_t er realinvesteringer på samme tidspunkt. Vi lar kapitalens

(årlige) depresieringsrate, δ_K , være konstant og uttrykker realinvesteringene på tidspunkt t som

$$I_t = K_{t+1} - (1 - \delta_K)K_t \quad (5.10)$$

Vi ser bort fra offentlige realinvesteringer, men bevarer muligheten for at offentlig finansformue kan inngå i økonomiens kapitaltilbud, jfr. ligning (5.48). Det er ingen kostnader forbundet med justering av kapitalbeholdningen, men den inngår ikke i realkapitalnivået før tidspunktet etter investeringen finner sted. Aktørene i økonomien (individuellt og samlet) maksimerer profitt på hvert tidspunkt, slik at økonomiens samlede profittmaksimeringsproblem på tidspunkt t er gitt som

$$\max_{K_t, L_t^E} \Pi_t = F(K_t, L_t^E) - [(r + \delta)K_t - w_t L_t^E]$$

der $(r + \delta)$ og w_t er prisen på hhv. kapital og effektiv arbeidskraft. Førsteordensvilkårene for maksimering blir da:

$$F_{K_t}(K_t, L_t^E) = r + \delta$$

$$F_{L_t^E}(K_t, L_t^E) = w_t \quad (5.11)$$

Her er w_t er lønnen (dvs. prisen) per *effektive arbeidsenhet* på tidspunkt t . Sammen med definisjonen av k_t fra (5.9) får vi at

$$f_{K_t}(k_t) = r + \delta \quad (5.12)$$

$$f(k_t) - k_t f_{L_t^E}(k_t) = w_t \quad (5.13)$$

der venstresiden i de to ligningene er marginalproduktiviteten og høyresiden tolkes som marginkostnaden til henholdsvis kapital og effektivt arbeid i (5.12) og (5.13). Når prisen på kapital er gitt på det internasjonale kapitalmarkedet og per definisjon konstant – følger det at marginkostnadene og marginalproduktiviteten til både kapital og effektive arbeidsenheter er konstant. Ved hjelp av produktfunksjonen i ligning (5.9) uttrykker vi den optimale kapitalintensiteten, k^* , og reallønnen som henholdsvis

$$k_t = k^* = \left(\frac{\beta}{r + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\beta}} \quad \text{og} \quad w_t = w = (1 - \beta) \left(\frac{\beta}{r + \delta} \right)^{\frac{\beta}{1-\beta}} \quad (5.14)$$

Isolert sett gir en renteøkning lavere kapitalintensitet og følgelig lavere lønn. Dette kommer av at det blir dyrere å opprettholde en gitt kapitalintensitet, k .

Vi lar produktet av lønnen pr. effektiv arbeidsenhet og det teknologiske nivået, A_t - altså $w_t^r = wA_t$ være det generelle reallønnsnivået i økonomien på tidspunkt t .

Den årlige reallønnsveksten i økonomien er da gitt ved $g_t^{w^r} = [(w_{t+1}^r - w_t^r) / w_t^r] = [(wA_{t+1} - wA_t) / wA_t] = a$ som er lik vekstraten til den arbeidsbesparende teknologien, A_t .

For individene i en kohort k er reallønnen justert for den individuelle effektiviteten, $\Lambda_{k,t}^L$ fra (5.4), slik at reallønnen til et individ i kohort k på tidspunkt t er gitt som

$$w_{k,t}^* = \Lambda_{k,t}^L A_t w = \Lambda_{k,t}^L w_t^r \quad (5.15)$$

Det er altså forskjell på det generelle reallønnsnivået i økonomien og individenes faktiske reallønn på tidspunkt t . Med konstant kapitalintensitet, k^* , fra (5.14) må kapitalbeholdningen ha samme vekstrate som den effektive arbeidsinnsatsen.

Dette får vi fra følgende sammenheng:

$$\frac{K_{t+1}}{L_{t+1}^E} = k^* = \frac{K_t}{L_t^E} \Leftrightarrow K_{t+1} = \frac{L_{t+1}^E}{L_t^E} K_t = (1 + g_t^{L^E}) K_t \quad (5.16)$$

der $g_t^{L^E}$ er vekstraten til det totale effektive arbeidstilbudet fra ligning (5.6).

Kombinerer vi dette med uttrykket i (5.10) kan realinvesteringene på tidspunkt t uttrykkes som

$$I_t = K_{t+1} - (1 - \delta)K_t = (1 + g_t^{L^E})K_t - K_t + \delta K_t = (g_t^{L^E} + \delta)K_t \quad (5.17)$$

5.1.3 Konsumentene

Vi lar nytten til det representative individet i kohort k på tidspunkt t være representert ved en standard CES-funksjon

$$U(x_{k,t}) = \frac{x_{k,t}^{1-\theta}}{1-\theta} \quad (5.18)$$

der $\theta \neq 0$ er et parameter som bestemmer hvor villig individet er til å substituere samlet konsum, $x_{k,t}$, mellom ulike tidspunkt. Høy θ uttrykker lavere intertemporal

substitusjonsvilje.³⁴ Alternativt kan vi tolke θ som elastisiteten til marginalnytt, $U'(x_{k,t})$. Konstant elastisitet vil si at økning i $U'(x_{k,t})$ som følge av en fall i $x_{k,t}$ (eller omvendt) er proporsjonalt med forholdet mellom konsumnivået og marginalnytt i utgangspunktet, dvs. $[x_{k,t}/U'(x_{k,t})]$. Høy elastisitet gir da stor økning i marginalnytte om det *samlede konsumnivået* faller og en eventuell svingning i konsumbanen er da mindre ønskelig. Et individ som er mindre villig til å akseptere variasjon i *konsumbanen* over tid vil derfor, alt annet likt, ønske å holde en flattere konsumprofil. Dette oppnås gjennom økt livssyklusparing på tidspunkt med relativt høy lønn, slik at man på alle tidspunkt kan opprettholde et mer stabilt konsumnivå.

Argumentet i nyttefunksjonen, $x_{k,t}$, definerer vi som *samlet konsum* for det representative individet i kohort k på tidspunkt t :

$$x_{k,t} = (c_{k,t})^{\alpha_1} (l_{k,t})^{\alpha_2} (a_{k,t})^{\alpha_3} \quad (5.19)$$

der $c_{k,t}$ er *varekonsum*, $l_{k,t}$ er *konsum* av fritid og $a_{k,t}$ er avsetning til arv for kohort k på tidspunkt t . Her er $c_{k,t}$ en fellesbetegnelse for alt *varekonsum*. Fritid og arveavsetning er normale goder. Siden nyttefunksjonen er en Cobb-Douglas funksjon, vil utgiftsandelen til de ulike godene på tidspunkt t bestemmes av nytteelastisitetene α_i og prisen.

Hvert individ akkumulerer de årlige arveavsetningene, $a_{k,t}$, på en *arvekonto* der 'pengene' forrenter seg frem til de overføres til arvingene. Arvekontoen er modellmessig en kapitalkonto og vi lar den oppsparte arven inngå i det private kapitaltilbudet. Vi omtalte arveavsetningene kapittel 2.3 som en form for nedbe-

³⁴ Funksjonsformen gir opphav til konstant intertemporal substitusjonsrate (CIES)

$$\varepsilon = \left[\frac{x_t / x_{t+1} \frac{d[u'(x_t) / u'(x_{t+1})]}{d[x_t / x_{t+1}]}}{-u'(x_t) / u'(x_{t+1})} \right]^{-1} = \left[\frac{x_t / x_{t+1} [-\theta (x_t / x_{t+1})^{-\theta-1}]}{-(x_t / x_{t+1})^{-\theta}} \right]^{-1} = \theta^{-1}$$

der $-u'(x_t) / u'(x_{t+1})$ er helningen på indifferenskurven. Et individ med denne nyttefunksjonen har også konstant relativ risiko aversjon (CRRA) gitt ved Arrow-Pratt -målet:

$$r(x_{k,t}) = -x_{k,t} u''(x_{k,t}) / u'(x_{k,t}) = -x_{k,t} (-\theta x_{k,t}^{-\theta-1}) / x_{k,t}^{-\theta} = \theta$$

taling av boliggjeld og brukte nettopp denne analogien av to grunner: Den første er at historisk sett er bolig og evt. annen eiendom de vanligste formuesobjektene som har gått i arv. Folk tar typisk opp lån tidlig i livssyklusen til kjøp av bolig og sparer gjennom livet ved å nedbetale dette. Gjennom nedbetalingstiden øker, alt annet likt, individenes nettoformue. For det andre trengte vi en enkel modellteknisk modellering av selve *arvemotivet*. Fra spesifiseringen av argumentet i nyttefunksjonen i (5.19) har vi at individene oppnår umiddelbar nytte ved selve *avsetningen* og ikke når arven overføres. Dette tolker vi som at individene har nytte av vissheten om at deres arvinger vil få glede av en fremtidig arveoverføring. Samtidig er det rimelig å tro at individene har en viss egennytte av nedbetalingen av boliggjeld. Vi understreker at analogien til boliggjeld og oppbygging av boligformue kun er ment som en støttende intuitiv forklaring. I modellen har vi ikke med bolig eller andre varige konsumgoder. Den årlige arveavsetningen, $a_{k,t}$ er derfor den *tiltenkte* arven.

Konsumet for et individ i kohort k på ulike tidspunkt i livet kan sammenfattes i en vektor,

$$\mathbf{x}_k = (x_{k,t}, x_{k,t+1}, \dots, x_{k,T_k}) \quad (5.20)$$

Vektoren gir således uttrykk for (samlet) *konsumbane* til et individ i kohort k .

5.1.3.1 Pensjonssystemet i modellen

Vi repeterer her de mest sentrale elementene og gjengir de sentrale sammenhengene i opptjeningsmodellen, presentert i større detalj i avsnitt 3.2. Det representative individet i kohort k tar ut hele den disponible pensjonen på første mulige tidspunkt $t = k + 62$, dvs. når det er 62 år gammelt. Det betyr at det *disponible pensjonsuttaket*, $dp_{k,t}$, fra ligning (3.6) er lik det *faktiske pensjonsuttaket*, $put_{k,t}$ slik at $dp_{k,t} = put_{k,t}$. Vi forenkler uttrykket noe ved å introdusere en *pensjonsprosent* som er avhengig av hvor i livssyklusen individet befinner seg. Som beskrevet i *opptjeningsmodellen* i underkapittel 3.2.1 får ikke individet pensjonsrettigheter på arbeidsinntekt etter fylte 75 år. Vi definerer således

$$\Theta_{k,t} = \begin{cases} 0.181 & \text{for } t \leq k + 75 \\ 0 & \text{for } t > k + 75 \end{cases} \quad (5.21)$$

som er et formelt uttrykker dette. Innsatt for et individ i kohort k sin bruttoinntekt på tidspunkt t fra ligning (5.15) blir pensjonsuttaket for det representative individet i kohort k på tidspunkt t :

$$put_{k,t} = \begin{cases} 0 & \text{for } t < k + 62 \\ \frac{\sum_{t'=k}^{t-1} \Theta_{k,t} w_{k,t}^* (1 - l_{k,t}) R_{t',t}^w}{DT_{k,t}} & \text{for } t = k + 62 \\ dp_{k,t-1} R_{t-1,t}^{ut} + \frac{\Theta_{k,t} w_{k,t-1}^* (1 - l_{k,t-1}) R_{t-1,t}^{ut}}{DT_{k,t}} & \text{for } t > k + 62 \end{cases} \quad (5.22)$$

der $R_{t',t}^w$ og $R_{t',t}^{ut}$ er justeringsfaktorene av pensjonsrettighetene for henholdsvis *under* og *etter* første pensjonsuttak. Fra og med individet er 62 år gammelt får det utbetalt en årlig pensjon som er gitt av kvotienten mellom *pensjonsbeholdningen* og *delingstallet* det året individet fyller 62. Fra fylte 62 og frem til det tidspunktet individet fyller 75 vil det kunne arbeide og samtidig akkumulere ytterligere pensjonsrettigheter. Utbetalingen skjer fortløpende justert med real-lønnsvekst og dividert med delingstallet på det tidspunktet utbetalingen skjer (linje tre). Etter dette står individet fritt til å arbeide, men det gis ikke pensjonsrettigheter på inntekten. Med andre ord er *pensjonsprosenten*, $\Theta_{k,t}$, lik null når individet i kohort k er eldre enn $k + 75$ år. Under visse omstendigheter, deriblant for individer med lengre forventet levealder enn gjennomsnittet, viser (Kurtzhals, 2007) at det kan være lønnsomt å utsette pensjonsuttaket. I modellen tenker vi oss at individene i kohortene vet at *noen*, men ikke *hvem* som vil leve lenger enn forventet levealder. Representert ved gjennomsnittsindividet tar da alle ut full pensjon ved første mulige tidspunkt, $k + 62$. Avveiningen mellom arbeid og fritid for individet i kohort k på tidspunkt t blir derfor noe mer innviklet ettersom avkastningen på én ekstra *enhet arbeid* i tillegg til lønnen vil gi pensjonsrettigheter (som senere justeres). I fremstillingen over ser vi tydelig sammenhengen mellom andelen av den tilgjengelige tiden individet i kohort k bruker i arbeid, $1 - l_{k,t}$ og størrelsen på pensjonsrettighetene. Mindre fritid på tidspunkt t øker inntekt, pensjonsbeholdningen og senere de årlige pensjonsuttakene. Med andre ord kan denne observasjonen tolkes som om pensjonsuttaket er en *etterutbetaling* av lønn og at den *effektive lønssatsen* er ulik den som observeres i

markedet, nemlig $w_{k,t}^*$ fra ligning (5.15). Vi viser i avsnitt 5.1.3.4 at den *effektive lønnen* og dermed *effektive prisen* på fritid på et tidspunkt t er avhengig av forholdet mellom avkastningen i markedet og i pensjonssystemet.

Intratemporal budsjettvilkår

Den *disponible inntekten* til det representative individet for kohort k på tidspunkt t er gitt som

$$b_{k,t} = (1 - \tau) \left[w_{k,t}^* (1 - l_{k,t}) + put_{k,t} \right] + (1 - \tau_A) \omega_{k,t} \quad (5.23)$$

der τ er skattesatsen, $w_{k,t}^* (1 - l_{k,t})$ er arbeidsinntekten og $put_{k,t}$ er pensjonsuttaket. Videre er τ_A *arveavgiften* på de intergenerasjonelle overføringene, $\omega_{k,t}$. Vi kommer tilbake til bestemmelsen av sistnevnte størrelsene i kapittel 5.2. Den *disponible inntekten* er nødvendigvis ikke avgjørende for konsummulighetene til individet på tidspunkt t . Siden individene har tilgang til perfekte kapitalmarkeder uten kredittrestriksjoner, kan konsumet på tidspunkt t overstige den disponible inntekten som følge av lånefinansiering. Over livsløpet må likevel nåverdien av (utgiftene) til konsum være lik nåverdien av alle periodeinntektene. Vi lar diskonteringsfaktoren $\delta_{t,t'} = (1 + r)^{-t'}$ være den relative prisen på konsum på tidspunkt t i forhold til konsum på tidspunkt t' , der $t' > t$. Det vil si at markedet gir en avkastning lik $(1+r)$ per enhet utsatt konsum (sparing) fra t til $t + 1$. Oppsummert har vi at nåverdi av konsum er lik nåverdi av inntekt – hvilket utgjør det intertemporale budsjettvilkåret:

$$\sum_{t=k}^{T_k} \delta_{t,t'} (c_{k,t} + a_{k,t}) \leq \sum_{t=k}^{T_k} \delta_{t,t'} \left[(1 - \tau) \left[w_{k,t}^* (1 - l_{k,t}) + put_{k,t} \right] + (1 - \tau_A) \omega_{k,t} \right] \quad (5.24)$$

5.1.3.2 Konsumentenes intertemporale optimeringsproblem

Det representative individet maksimerer forventet nytte over livsløpet. Vi setter inn for nyttediskonteringsfaktoren fra ligning (2.19) og nyttefunksjonen fra (5.18) og får at den forventede livsløpsnyttens til det representative individet i kohort k kan uttrykkes som

$$E[U_k] = \sum_{t=k}^{T_k} \left[\frac{\sigma_{k,t}}{(1+\rho)^{t-k}} \frac{[(c_{k,t})^{\alpha_1} (l_{k,t})^{\alpha_2} (a_{k,t})^{\alpha_3}]^{1-\theta}}{1-\theta} \right] \quad (5.25)$$

der vi har satt inn for overlevelsesandelene, $\sigma_{k,t}$ og den rene tidspreferansen, ρ , fra (2.19) og *samlet konsum* fra (5.19). Hvordan individene sprer *samlet konsum* over livet avhenger som nevnt i stor grad av risikoaversjonen, θ , og overlevelsesandelene, jfr. diskusjonen i kapittel 2.2. Dette impliserer, alt annet likt, at individer som vet *ex ante* at de forventer å leve lengre trolig vil spare mer tidlig i livssyklusen. Individenes konsum- og spareavgjørelser ventes derfor å variere med overlevelsesandelene. Denne effekten motvirkes av *lavere intertemporal substitusjonvilje* (høyere θ) fra nyttefunksjonen i (5.18) som vil si at konsumentene responderer mindre på en differanse mellom markedsavkastningen og det *subjektive avkastningskravet* til å utsette konsum (Barro & Sala-i-Martin, 2004).

Intertemporal optimering betinger at (den forventede) marginalnyttens av det *samlede konsumet*, x_t , må være lik på alle tidspunkt – justert for *nyttediskonteringsraten* og avkastningen i markedet, $(1+r)$. Individene maksimerer forventet nytte under sidevilkårene i (5.26). Valgvariablene til individet er varekonsum, $c_{k,t}$, fritid, $l_{k,t}$, og arveavsetning, $a_{k,t}$. Oppsummert er det representative individet for kohort k sitt optimeringsproblem gitt som

$$\begin{aligned} & \max_{c_{k,t}, l_{k,t}, a_{k,t}} E(U_k) \\ & \text{usv } \left\{ \begin{array}{l} \sum_{t=k}^{T_k} \delta_{t,t} (c_{k,t} + a_{k,t}) \leq \sum_{t=k}^{T_k} \delta_{t,t} [(1-\tau) [w_{k,t}^* (1-l_{k,t}) + put_{k,t}] + (1-\tau_A) \omega_{k,t}] \\ l_{k,t} \leq 1 \\ put_{k,t} = dp_{k,t} \\ c_{k,t}, a_{k,t}, l_{k,t} \geq 0 \end{array} \right. \quad (5.26) \end{aligned}$$

Vi pålegger med andre ord at nåverdi av konsumutgiftene må være mindre eller lik nåverdien av livsløpsinntektene. Fritid kan ikke overstige tilgjengelige tid (lik

1) og pensjonsuttaket på hvert tidspunkt er lik den disponible pensjonen. Dette kommer av at uttaksgraden til de representative individene i alle kohorter k er antatt lik 1, jfr. formaliseringen av pensjonssystemet i 3.2.4. Varekonsumet, arveavsetningen og fritiden må også være større eller lik null på alle tidspunkt.

5.1.3.3 Avveining mellom arbeid og fritid

I første omgang er vi interessert i å vise hvordan den *effektive lønnsatsen* individene står overfor dannes av pensjonssystemet. Vi setter inn for pensjonsuttaket, $put_{k,t}$, fra ligning (5.22) i livsløpsrestriksjonen fra (5.24) og fremstiller så budsjettet slik at alle utgiftene til varekonsum, $c_{k,t}$, arveavsetning, $a_{k,t}$, og fritid, $l_{k,t}$, kommer til venstre for ulikhetstegnet:

$$\begin{aligned} & \sum_{t=k}^{T_k} \delta_{t,t'} [(c_{k,t} + a_{k,t}) + (1-\tau)[w_{k,t}^* l_{k,t} + \frac{\sum_{t=k}^{k+62} \Theta_{k,t} w_{k,t}^* R_{t,k+62}^w l_{k,t}}{DT_{k,k+62}} + \frac{\sum_{\bar{t}=k+63}^{T_k} \Theta_{k,t} w_{k,t-1}^* R_{\bar{t},t-1}^{ut} l_{k,t-1}}{DT_{k,\bar{t}}}] \\ & \leq \sum_{t=k}^{T_k} \delta_{t,t'} [(1-\tau)[w_{k,t}^* + \frac{\sum_{t=k}^{k+62} \Theta_{k,t} w_{k,t}^* R_{t,k+62}^w}{DT_{k,k+62}} + \frac{\sum_{\bar{t}=k+63}^{T_k} \Theta_{k,t} w_{k,t-1}^* R_{\bar{t},t-1}^{ut}}{DT_{k,\bar{t}}}] + (1-\tau_A)\omega_{k,t}] \end{aligned} \quad (5.27)$$

Den økonomiske tolkningen av omformuleringen av *budsjettrestriksjonen* er som følger: individet selger *hele* sin tilgjengelige beholdning av tid (lik 1) i markedet og kjøper tilbake ønsket antall enheter fritid, $l_{k,t}$. Uten pensjonssystemet og lønnskatt ville *prisen* individet kjøpte og solgte (fri)tid for vært lik lønnsatsen, $w_{k,t}^*$. Men ettersom en enhet ekstra *arbeid* på hvert tidspunkt i tillegg gir *pensjonsrettigheter* og følgelig *pensjonsutbetalinger* på et fremtidig tidspunkt, legges dette til lønnen. Fritiden blir derfor dyrere enn den lønnsatsen individet 'møter' i markedet, $w_{k,t}^*$. Høyre side i restriksjonen er nåverdien av *verdien* av individets tidsbeholdning (dersom alt ble solgt) pluss netto intergenerasjonelle kapitaloverføringer, $\omega_{k,t}$.

Pensjonssystemet påvirker den *faktiske effektive lønnen*. Tolkningen av budsjettvilkåret er som følger: individet selger den tilgjengelige tiden sin "*to ganger*". En gang til markedet til den årvisse lønnen $w_{k,t}^*$, og en gang til *folke-*

trygden. Prisen avhenger av nåverdien til avkastningen pensjonssystemet ville gitt på pensjonsrettigheten om hele den tilgjengelige tiden ble brukt i arbeid: $\Theta_{k,t}w_{k,t}^*$.³⁵ Med andre ord; prisen på tidspunkt t er nåverdien av pensjonsrettigheten opptjent på tidspunktet. Fra ligning (3.1) har vi at for hver enhet arbeid på tidspunkt t tjener individet i kohort k pensjonsrettigheter lik $\Theta_{k,t}[w_{k,t}^*(1-l_{k,t})]$. Pensjonsrettighetene inngår i pensjonsbeholdningen fra ligning (3.2) og justeres årlig med reallønnsveksten fra opptjening til pensjonsuttaket starter på tidspunkt $k + 62$. Det vil si at individet i avveiningen mellom arbeid og fritid på tidspunkt t må ta hensyn til den akkumulerte *avkastningen* av pensjonsrettigheten(e) opptjent på tidspunkt t .

Pensjonsbeholdningen på tidspunkt $k+62$ justert med delingstallet fra ligning (3.5) utgjør den *årlige* pensjonsutbetalingen individet vil få *fra og med* pensjonsuttaket starter og til det avgår med døden – justert med justeringsfaktoren for pensjoner etter utbetalingen starter, $R_{k,t}^u$. Individet må med andre ord ta hensyn til at en enhet arbeid, $1-l_{k,t}$ på alle tidspunkt til og med de fyller 75 år gir rett (regulerte) pensjonsrettigheter som kommer i tillegg til den direkte lønnen, $w_{k,t}^*$. Dette øker den *effektive lønnen* som individene står overfor i *avveiningen mellom arbeid og fritid*. Vi tolker dette som om pensjonssystemet på sett og vis fungerer som en mekanisme for *etterutbetaling* av lønn. Siden utbetalingen av opptjente rettigheter først skjer frem i tid må *etterutbetalingene* diskonteres. Den *effektive lønnen* for individet i kohort k på tidspunkt t vil da være markedslønnen, $w_{k,t}^*$, pluss *nåverdien* av avkastningen på pensjonsrettigheten det tjener ved å arbeide på tidspunkt t .

Velger individet å arbeide etter det har startet pensjonsuttaket på tidspunkt $k + 62$, opptjenes det pensjonsrettigheter på arbeidsinntekten. Rettighetene legges ikke i pensjonsbeholdningen, men utbetales året opptjening justert for delingstallet på utbetalingstidspunktet, jfr. $put_{k,t}$ fra ligning (5.22). Den effektive lønnen dannes etter samme prinsipp som *før* tidspunkt $k + 62$, men reguleringen av rettighetene er noe mer tungvindt: På det tidspunktet pensjonsrettigheten

³⁵ Dette er noe upresist siden det er et øvre tak på hvor stor pensjonsrettigheten kan være på et tidspunkt. Denne er definert i ligning (3.1) og sier at på inntekt over 7.1 ganger folketrygdens grunnbeløp G_t , får man ikke pensjonsrettigheter. Vi ser likevel bort fra dette siden vi kun er ute etter å gi en økonomisk tolkning av budsjettvilkåret.

tjenes, reguleres den med reallønnsveksten, mens fra og med tidspunktet for utbetaling (året etter) og justeres den med $R_{k,t}^{ut}$.

5.1.3.4 Effektiv lønn

Fra det omskrevne budsjettvilkåret ovenfor i ligning (5.27) kan det vises at den effektive lønnsatsen et individ i kohort k på tidspunkt t blir som vist under. Vi har kommet frem til uttrykkene ved å sette opp en femperiodemodell for å så generalisere uttrykkene for *effektiv lønn*. De to første periodene i modellen er tiden frem til pensjonsuttaket starter, de to neste er periodene fra pensjonsuttaket har startet til individet er for gammelt til å tjene opp videre pensjonsrettigheter. Siste periode er således tiltenkt de årene etter fylte 76 år. Den effektive lønnen for kohort k på tidspunkt t til og med fylte 62 år er gitt som

$$w_{k,t}^E = w_{k,t}^* + [w_{k,t}^* \Theta_{k,t} (DT_{k,k+62})^{-1} [\sum_{t'=k}^{k+62} \delta_{t,t'} R_{t,t'}^w + \sum_{\underline{t}=k+63}^{T_k} \delta_{\underline{t},t} R_{\underline{t},t}^{ut}]] \quad \text{for } t \leq k+62 \quad (5.28)$$

der uttrykket i klammeparantesen er lønnspåslaget som følge av opptjeningsmodellen i pensjonssystemet. Tolkningen er her at pensjonsrettigheten opptjent på tidspunkt t gir en avkastning $R_{t,t'}^w$ under opptjening fra $t' = k$ til og med $t = k+62$ mens den etter utbetalingen har startet på tidspunkt $\underline{t} = k + 63$ justeres med $R_{\underline{t},t}^{ut}$.

For å få et konsistent sammenligningsgrunnlag diskonteres avkastningen på rettigheten tilbake til tidspunkt t med diskonteringsfaktoren $\delta_{t,t'}$. Fra definisjonen av pensjonsutbetalingen, $put_{k,t}$, for tidspunkt $t > k + 62$ har vi at det er delingstallet på det tidspunktet uttaket starter, $DT_{k,k+62}$, som bestemmer størrelsen på de årlige utbetalingene, dvs. kvotienten mellom pensjonsbeholdningen og delingstallet på tidspunkt $k + 62$. Det vil si at den effektive lønnen etter at pensjonsuttaket har startet er videre gitt ved

$$w_{k,t}^E = w_{k,t}^* + (w_{k,t}^* \Theta_{k,t} (DT_{k,t})^{-1} [\sum_{\underline{t}=k+63}^{T_k} \delta_{\underline{t},t} R_{\underline{t},t}^{ut}]) \quad \text{for } t > k+62 \quad (5.29)$$

der $DT_{k,t}$ er delingstallet i det året pensjonsutbetalingen finner sted. Vi minner om at pensjonsrettigheter opptjent etter at pensjonsuttaket har startet, ikke medregnes i pensjonsbeholdningen, men utbetales fortløpende – justert med delingstallet. Grunnen til at vi kun har ett ledd i summeoperatoren er at vi har samme justeringsfaktor for alle opptjente rettigheter, $R_{t,t'}^u$, etter at utbetalingene har startet. Vi definerer produktet av diskonteringsfaktoren, $\delta_{t,t'}$, og justeringsfaktor, $R_{t,t'}^w$, som den *relative diskonteringseffekten*. Denne gir uttrykk for *avkastningsforskjellen* i markedet og pensjonssystemet. Om realrenten er høyere enn reallønnsveksten, vil det være lønnsomt for individet å ta ut hele pensjonen og plassere den i markedet (sette i banken). I omvendt tilfelle vil det være lønnsomt å utsette pensjonsuttaket og få avkastning lik reallønnsveksten. Vi presiserer for ordens skyld at den faktiske effektive lønnen etter tidspunkt $k + 75$ er lik $w_{k,t}^*$. Dette er siste tidspunkt man får pensjonsrettigheter, jfr. $\Theta_{k,t} = 0$ for $t > k + 75$ fra ligning (5.21).

Pensjonssystemet gjør altså at prisen på fritid individene står ovenfor øker. Om arbeidstilbudet øker (fritidsetterspørselen reduseres) når den effektive lønnen øker avhenger (generelt sett) av om *substitusjons- eller inntektseffekten* er sterkest. Er substitusjonseffekten sterkest fører en lønnsøkning (høyere pris på fritid) til at individet substituerer fritid for arbeid. I omvendt tilfelle der inntektseffekten dominerer, vil en (ytterligere) lønnsøkning øke kjøpekraften *nok* til at individet tar seg råd til å 'kjøpe' mer fritid og dermed jobbe mindre.

Generelt kan vi si at når prisen på fritid faller vil individet substituere bort *varekonsum*, $c_{k,t}$, og *arvesparing*, $a_{k,t}$, for mer *fritid*, $l_{k,t}$ – og omvendt. Dette følger direkte av prisfallet på fritid, men effekten forsterkes gjerne gjennom inntektseffekten. Mer fritid gjør at arbeidsinntekten faller og reduksjonen av varekonsum forsterkes ytterlige gjennom inntektseffekten når individet tjener mindre.

Det at vi kan uttrykke en *effektiv lønnsats* som tar innover seg opptjeningsmodellen i pensjonssystemet gjør at individenes optimeringsproblem reduseres til et klassisk intertemporalt optimeringsproblem på formen

$$\max_{c_{k,t}, l_{k,t}, a_{k,t}} E[U_k] \text{ usv. } \sum_{t=k}^{T_k} \delta_{t,t'} (w_{k,t}^E l_{k,t} + c_{k,t} + a_{k,t}) \leq \sum_{t=k}^{T_k} \delta_{t,t'} w_{k,t}^E$$

der vi maksimerer individenes forventede nåverdi av livstidsnytte under sidevilkår av at nåverdien av *utgiftene* til fritid, $l_{k,t}$, varekonsum, $c_{k,t}$, og arveavsetninger, $a_{k,t}$, må være mindre eller lik nåverdien av individenes *fulle inntekt*. Den *fulle inntekten* er inntekten de ville hatt om all tilgjengelig til gitt med til arbeid. Vi har ikke løst modellen ved å bruke optimeringsproblemet over selv om det skulle være et fullverdig alternativ til løsningsmetoden vi har lagt til grunn. Mer om denne i underkapittel 5.2.

5.1.3.5 Varekonsum, arvesparing og fritid

Vi har latt prisen på *varekonsum*, $c_{k,t}$, og *arvesparing*, $a_{k,t}$ være konstant og lik 1. Den atempore avveiningen mellom de to godene er derfor prisuavhengig og således bestemt av nyttefunksjonen. Med Cobb-Douglas nyttefunksjon fra (5.19) er det et kjent resultat at utgiftsandelen til godene bestemmes av *nytteelastisitetene*. Så lenge vi lar $\alpha_1 > \alpha_3$ i (5.19) vil utgiftene til *varekonsumet* på et hvert tidspunkt være større enn *arveavsetningen*; $c_{k,t} > a_{k,t}$. I lys av diskusjonen om *nytte-diskonteringsraten* i avsnitt 5.1.3.2 er det rimelig å anta at individene vil jobbe relativt mye tidlig i livssyklusen og konsumere store deler av inntekten. Gjerne fordi det er usikkert at man får nytte godt av sparingen – og vil i større grad la pensjonssystemet fungere som finansieringsordning for fremtidig konsum. Siden pensjonssystemet *garanterer* fremtidige utbetalinger, reduseres insentivet for å egen sparing, alt annet like. På en annen side vil den høye *effektive lønnen* tidlig i livssyklusen gjøre fritiden dyrere og dermed gjøre at individet jobber mer. Den *marginale intratemporele substitusjonsraten* mellom varekonsum og fritid for kohort k på tidspunkt t er gitt som

$$MRS_{c_{k,t}:l_{k,t}} = \left[\frac{dU(x_k)}{dx_{k,t}} \frac{dx_{k,t}}{dc_{k,t}} \right] / \left[\frac{dU(x_{k,t})}{dx_k} \frac{dx_{k,t}}{dl_{k,t}} \right] = \frac{l_{k,t}}{c_{k,t}} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 w_{k,t}^E} \quad (5.30)$$

der vi setter inn for den faktiske effektive lønnen, fra ligning (5.28) og (5.29). MRS mellom varekonsum og arveavsetning er også konstant, siden prisen på begge godene er lik 1. Vi tolker (5.30) som at fritid øker relativt til varekonsum når den effektive lønnen faller og motsatt. Individene maksimerer *forventet nåverdi* av nytte for gitt *nåverdi* av periodeinntektene. Intertemporal optimalise-

ring betinger at forventet marginalnytte av samlet konsum er lik i alle perioder, justert for nyttediskontering og markedsavkastning. I perioder med høyere inntekter (som gir muligheter for høyere konsum og lavere marginalnytte) vil man da spare noe – for å utjevne i perioder med lavere inntekter. Perioder med lav eller ingen inntekt vil ikke påvirke konsumbanen i særlig grad siden lånefinansiering av konsum muliggjør at konsumet i en periode kan overstige periodeinntekten. I praksis står individer overfor avgrenset kredittilgang som legger begrensninger på *konsumglattingen*. *Usikkerheten* rundt hvorvidt individet er i live på et (vilkårlig) fremtidig tidspunkt legger føringer på de avgjørelsene som tas i dag. Samtidig vil effekten av fallende arbeidsinntekt (fra avtagende produktivitet) føre til høyere sparing – for å demme opp for et *inntektsbortfall* mot slutten av livet.

5.1.3.6 Livssyklusparing, arveavsetninger og privat formue

Vi lar *livssyklusparing* for det representative individet i kohort k på tidspunkt t være

$$s_{k,t} = (1 - \tau) \left[w_{k,t}^* (1 - l_{k,t}) + put_{k,t} \right] + (1 - \tau_A) \omega_{k,t} - (c_{k,t} + a_{k,t}) \quad (5.31)$$

som er differansen mellom nettoinntekten og utlegget til varekonsum, $c_{k,t}$, og arveavsetning, $a_{k,t}$. Vi legger ingen restriksjon på fortegnet til $s_{k,t}$, som praksis vil si at vi tillater negativ sparing (låneopptak). Dette medfører at vi frikobler *inntekts- og konsumbanen* til individet og muliggjør *konsumglatting* over livssyklusen.³⁶ Her ser vi tydelig forskjellen mellom *livssyklusparingen*, $s_{k,t}$, og det som avsettes i arv, $a_{k,t}$. Vi behandler *arveavsetningen* som en konsumutgift – selv om den egentlig settes på en egen 'sparekonto'. Bruker vi analogien til boligformue, er arveavsetningen nedbetaling av boliglån og derfor en utgift på avsetningstidspunktet. Avsetningen er ikke tilgjengelige til senere konsum – men like fullt *sparing*. Den aggregerte sparingen (utenom arveavsetninger) for kohort k på tids-

³⁶ Det er vanlig å begrense låneopptaket ved å si at nåverdien av formuen på det siste tidspunktet et individ er live må være større eller lik null. Her blir det det samme som å si en kohort ikke kan dø ut med gjeld. Vi tillater at enkeltindivider i en kohort k å dø med gjeld.

punkt t er gitt som produktet av det gjennomsnittsindividet sparer og antall gjenlevende individer i kohort k på tidspunkt t , $N_{k,t}$:

$$S_{k,t} = s_{k,t} N_{k,t} \quad (5.32)$$

Finansformuen til gjennomsnittsindividet (utenom arv) er på tidspunkt t gitt som tidligere sparing med renteinntekter til og med tidspunkt $t-1$

$$f_{k,t} = \sum_{t'=k}^{t-1} (1+r)^{t-t'} S_{k,t'} \quad (5.33)$$

Den aggregerte finansformuen til kohort k på tidspunkt t er i likhet med sparingen gitt som

$$F_{k,t} = \sum_{t'=k}^{k+t-1} (1+r)^{t-t'} S_{k,t'} \quad (5.34)$$

Arv og intergenerasjonelle kapitaloverføringer

Nåverdien av den aggregerte arveavsetningene, dvs. arveformuen, til et individ i kohort k på tidspunkt t er gitt som summen over alle (årlige) arveavsetninger og avkastningen på disse til tidspunkt $t-1$:

$$af_{k,t} = \sum_{t'=k}^{(t-1)} a_{k,t'} (1+r)^{t-t'} \quad (5.35)$$

Kohort k sin totale arveformue er på tidspunkt t gitt ved produktet av individuell formue og antall gjenlevende individer i kohort k på tidspunkt t , $N_{k,t}$:

$$AF_{k,t} = af_{k,t} N_{k,t} \quad (5.36)$$

For ordenskyld er total arveformue på tidspunkt t lik

$$AF_t = \sum_k A_{k,t} \quad (5.37)$$

For økonomien som helhet er det samlede private kapitaltilbudet gitt som summen over alle samtidig levende kohorters finansformue og arvesparing på et tidspunkt t . Fra ligning (5.34) og (5.37) har vi at privat totalformue blir

$$PF_t = \sum_k (F_{k,t} + AF_{k,t}) \quad (5.38)$$

For enkelthetskyld antar vi at de intergenerasjonelle kapitaloverføringene fra en kohort kun går til en annen kohort. Med andre ord antar vi at alle barnene som

blir født av kohort k blir født på samme tidspunkt t . Videre lar vi overføringene fra *foreldrekohorten* til *barnekohorten* først skjer når *foreldrekohorten* avgår med døden. Med utgangspunkt i at norske barn i gjennomsnitt er ca. 30 år yngre enn sine foreldre, lar vi overføringene som mottas av kohort k komme fra kohort $k - 30$ (SSB, Foreldrenes gjennomsnittlige fødealder, 2010). For vårt formål definerer vi ikke *generasjonslinken* noe mer spesifikt enn dette. Dvs. at vi ikke bryr oss om hvilke individ innad i en kohort som mottar arv fra hvem. Kohort k mottar hvert år en arveoverføring fra foreldrekohorten $k - 30$ – helt til den fases ut av modellen. I praksis vil barn av foreldre som lever relativt lengre, arve mer. I vår modell vil de i barnekohorten som lever lengst, samlet sett motta mest.

I budsjettbetingelsen i ligning (5.23) har vi modellert årlige intergenerasjonelle overføringer til kohort k som en eksogent gitt *inntektsstrøm*. Størrelsen på den årlige overføringene bestemmes eksplisitt av hvor arveavsetningen og dødelighetsmønstrene til kohort $k - 30$. Det er rimelig å anta at noe av denne *inntektsstrømmen* går avsettes i arv og overføres til neste *barnekohort*. Den intergenerasjonelle kapitaloverførselen til kohort k på tidspunkt t , $\omega_{k,t}$ er bestemt av to størrelser: i) *foreldrenes formue*, $F_{k-30,t}$ fra ligning (5.34) og ii) *akkumulert arvesparing fra* (5.37). I praksis er disse størrelsene igjen bestemt av andelen av den tilgjengelige tiden *foreldrekohorten* brukte i arbeid ($1 - l_{k-30,t}$).

I tråd med diskusjonen om a- og intertemporal konsumavveining er det grunn til å tro at individene velger å bruke relativt mye av den tilgjengelige tiden på arbeid i starten av livet siden den faktiske effektive lønnen fra (5.28) er høyere i starten av livet. Høy arveavsetning tidlig i livssyklusen forsterkes gjennom tyngre diskontering av fremtidig konsum, jfr. fallende overlevelsesandeler, $\sigma_{k,t}$, over tid i *nyttediskonteringsfaktoren*.

Utsiktet arveoverføring

Når et individ i kohort k dør – overføres også eventuell sparing til barna. Dette gjør at vi har en kapitaloverføringsmekanisme som sørger for at deler av kapitalen *ikke* forsvinner fra modellen når noen dør. Mottatt utslisiktet overføring per individ i kohort k fra kohort $k - 30$ på tidspunkt t er gitt ved

$$\omega_{k,t}^S = [D_{k-30,t} F_{k-30,t}] / N_{k,t} \quad (5.39)$$

der $D_{k-30,t}$ er hvor mange i kohort $k-30$ som dør på tidspunkt t , jfr. ligning (5.2). Det er med andre ord kun formuen til de som dør som overføres.

Tilsiktet arveoverføring

Overføringen til hvert individ i kohort k fra kohort $k-30$ på tidspunkt t er da

$$\omega_{k,t}^A = [D_{k-30,t} A_{k-30,t}] / N_{k,t} \quad (5.40)$$

Den samlede intergenerasjonelle overføringen fra kohort $k-30$ til kohort k , er gitt ved summen av den *utilsiktede* og *tilsiktete* arveoverføringen.

$$\omega_{k,t} = \omega_{k,t}^S + \omega_{k,t}^A = [D_{k-30,t} (A_{k-30,t} + F_{k-30,t})] / N_{k,t} = [D_{k-30,t} PF_{k-30,t}] / N_{k,t} \quad (5.41)$$

Vi pålegger heller ikke her noen restriksjon om at overføringene må være positive på alle tidspunkt. Er kohortens samlede formue negativ – arver kohortens barn gjelden. Vi pålegger likevel en restriksjon om at kohortens samlede kapitaloverføringer ikke kan være negative. Uten denne hadde vi gitt kohortene insensitiv til å ta opp lån uten å betale tilbake. Om en kohort arvet gjeld, tok den bare opp ytterligere gjeld og lot så denne gå videre til neste kohort. Dette kunne ført til at den første kohorten i praksis startet et slags Ponzi-spill der gjeld ble skjøvet frem i tid gjennom de intergenerasjonelle overføringene.

5.1.4 Offentlig sektor

Offentlig sektor er i modellen redusert til en tellesentral. Alle inntekter og utgifter er enten bestemt eksogent eller gitt fra individenes økonomiske valg. Det offentlige er finansiert gjennom skatt på lønn, pensjoner og arveavgift samt overføringer fra Statens pensjonsfond – Utland (SPU). Utgiftene består i pensjonsutbetalinger og det vi her kaller *offentlig konsum*, G_t . Det offentlige konsumet kan tenkes å bestå av forbruk av varer og tjenester og utgifter forbundet med andre offentlige velferdsordninger enn pensjonssystemet. Det er naturlig å tenke seg at individenes nytte påvirkes positivt av et offentlig tjenestetilbud, men vi har for

enkelhets skyld valgt å holde det utenfor i individenes optimeringsproblem. Vi lar det offentlige konsumet være en fast prosentandel, η , av produksjonen i økonomien, slik at $G_t = \eta Y_t$. Vi lar offentlig sektors inntekter på tidspunkt t fra kohort k være gitt som summen av skatt på lønn, $\tau w_{k,t}^*(1-l_{k,t})N_{k,t}$, skatt på pensjonsutbetalinger, $\tau put_{k,t}N_{k,t}$ og arveavgift, $\tau_A \omega_{k,t}$. For økonomien som helhet er den aggregerte inntekten summen av inntektene fra hver samtidig levende kohort k på tidspunkt t , pluss en eksogent gitt overføring fra Statens pensjonsfond Utland (SPU), OF_t

$$OI_t = \sum_k \left\{ \tau \left[w_{k,t}^* (1-l_{k,t}) + put_{k,t} \right] + \tau_A \omega_{k,t} - mf_{k,t} \right\} N_{k,t} + OF_t$$

slik at de oljekorrigerede offentlige inntektene, $OKOI_t$, er gitt som

$$OKOI_t = OI_t - OF_t \quad (5.42)$$

Offentlige utgifter på tidspunkt t , OU_t , er summen av pensjonsutbetalinger til alle samtidig levende kohorter k og det offentlige konsumet, G_t

$$OU_t = \sum_k put_{k,t} N_{k,t} + G_t \quad (5.43)$$

der det offentlige konsumet per individ er $g_t = G_t / N_t$. Størrelsen på overføringene fra SPU på tidspunkt t , OF_t , avhenger i praksis adferden til det offentlige. Overholdes *handlingsregelen*, vil det offentlige få overført (den forventede årlige) realavkastningen av fondskapitalen ved 'utgangen' av hvert budsjettår t . Om den årlige overføringen ikke er stor nok til å sikre offentlig budsjettbalanse, må staten finansiere det utestående gjennom gjeldsopptak. Dette er i praksis det samme som å si at staten kan trekke på SPU utover handlingsregelen. Siden lånerenten er lik avkastningsraten i det internasjonale kapitalmarkedet er finansieringen av offentlige underskudd gjennom gjeldsopptak og SPU i modellen ekvivalent. Det er kun et spørsmål om hvordan det offentlige *bokfører* underskuddet. Størrelsen på de årlige overføringene som tillates av handlingsregelen er gitt som realavkastningen på fondskapitalen.³⁷ Vi lar $r^{hr} = 0.04$ betegne realavkast-

³⁷ Med antagelse om fritt internasjonalt kapitalmarkedet, er avkastningsraten lik marginalproduktet til kapital, slik at realrenten, r , er lik realavkastningen på SPU. Vi betegner likevel avkast-

ningen på SPU. Den er antatt konstant på alle tidspunkt. På tidspunkt t tilsier *handlingsregelen* at overføringene, OF_t , kan (maksimalt) bli

$$OF_t = r^{hr} SPU_t \quad (5.44)$$

Er det *oljekorrigerte budsjettoverskuddet*, dvs. differansen mellom offentlige inntekter *uten* overføringer fra SPU og offentlige utgifter, mindre enn overføringene fra SPU speiles dette i det *offentliges finansformue*. Vi lar det *oljekorrigerte budsjettoverskuddet* på tidspunkt t være

$$\begin{aligned} OKBO_t &= OI_t - OU_t - OF_t \\ &= \sum_k \left\{ \tau \left[w_{k,t}^* (1 - l_{k,t}) + put_{k,t} \right] + \tau_A \omega_{k,t} \right\} N_{k,t} - \left[\sum_k put_{k,t} N_{k,t} + G_t \right] \end{aligned} \quad (5.45)$$

Vi kan derfor enkelt se om overføringene som tillates av *handlingsregelen*, OF_t er tilstrekkelige til å sikre budsjettbalanse. Om $OF_t < SBO_t$ er ikke realavkastningen fra SPU nok til å dekke det *oljekorrigerte budsjettunderskuddet*. Det vil si at det underskuddet relativt til fondskapitalen i SPU er større enn realavkastningen: $[SBO_t / SPU_t] > rSPU_t$. Størrelsen på SPU er gitt fra beregningene i kapittel 4.3 der vi presenterte en fremskrivning av statens netto kontantstrøm fra petroleumssektoren.

Det offentlige kan i praksis balansere offentlige budsjetter gjennom skattepolitiske tiltak. Dette vil medføre vridning i arbeidstilbudet ettersom lavere nettolønn gjør det mindre attraktivt å arbeide. Den direkte effekten på tilbud av arbeid av henger av individenes arbeidstilbudselastisitet, dvs. hvor mye de reduserer sitt arbeidstilbudet ved en gitt endring i lønn. Vi modellerer ikke effektene av endret skattepolitikk eksplisitt og lar det *oljekorrigerte budsjettoverskuddet* i ligning (5.45) utrykke om det offentliges (skatte)inntekter medfører *budsjettbalanse*. Viser det seg at det strukturelle budsjettunderskuddet konsekvent er større enn overføringene fra SPU som *handlingsregelen* tillater – er det et tydelig signal på at enten skatteinntektene er for lave eller utgiftene for store.

ningsraten på SPU med en egen rate – ettersom det kan være av interesse å variere denne i en sensitivitetsanalyse.

5.1.4.1 Offentlig formue

Vi skiller mellom *offentlig finansformue*, OFF_t , som er gitt av (eventuelle) overskudd på offentlige budsjett og *offentlig totalformue* som er summen av finansformuen og fondskapitalen i SPU. Offentlig sektors (netto) finansformue ved inngangen til periode $t+1$ er gitt som summen av *positive* eller *negative* renteinntekter på finansformuen på tidspunkt t og et eventuelt budsjettoverskudd.

$$OFF_{t+1} = (1+r)OFF_t + \{OI_t - OU_t\} \quad (5.46)$$

Den offentlige budsjettbalansen er differansen mellom offentlige inntekter og utgifter inkludert positive eller negative renteinntekter og gitt ved

$$OFF_{t+1} - OFF_t = rOFF_t + \{OI_t - OU_t\} \quad (5.47)$$

Er da overføringene fra SPU, OF_t større enn differansen $OI_t - OU_t$ tilføres dette finansformuen. Vi definerer *innenlandsk totalformue* som summen av privat og offentlig kapitaltilbud fra (5.38) og (5.46) lik

$$TF_t = PF_t + OFF_t \quad (5.48)$$

Denne består av husholdningenes aggregerte livssyklus- og arvesparing på tidspunkt t og den offentlige finansformuen.

5.1.4.2 Fordringsposisjonen på utlandet

Eventuelle forskjeller mellom innenlandsk *totalformue* og kapitaletterspørsel speiles direkte i fordringsposisjonen på utlandet gitt ved

$$PF_t + OFF_t + SPU_t = K_t + K_t^u \quad (5.49)$$

Om den innenlandske kapitaletterspørselen, K_t , overstiger det samlede innenlandske kapitaltilbudet, slår dette ut i kapitalfordringene på utlandet, K_t^u . Driftsbalansen overfor utlandet på tidspunkt t er gitt som endring i fordringsposisjonen på utlandet fra tidspunkt t til $t+1$

$$Q_t = K_{t+1}^u - K_t^u \quad (5.50)$$

Driftsbalansen per effektiv arbeidsenhet, L_t^E , finner vi ved å bruke definisjonen

av vekstraten til den effektive arbeidsstokken fra (5.6) gitt ved $L_{t+1}^E = (1 + g_t^L)L_t^E$ slik at den kan uttrykkes som

$$q_t = \frac{Q_t}{L_t^E} = \frac{K_{t+1}^u - K_t^u}{L_t^E} = \frac{K_{t+1}^u}{[L_{t+1}^E / (1 + g_t^L)]} - k_t^u = (1 + g_t^L)k_{t+1}^u - k_t^u \quad (5.51)$$

Fortegnet på q_t gir dermed uttrykk for hvorvidt landet har positiv eller negativ kapitaleksport i et gitt år.

5.2 Løsning og kalibrering av modellen

Vi løser modellen ved hjelp av *økonomiens velferdsfunksjon*, V , som er summen over nåverdien av de representative individenes livssyklusnytte, dvs. nytten fra optimeringsproblemet i (5.26). Vi maksimerer således

$$V = \sum_k E(U_k) \quad (5.52)$$

med lik vekt på alle kohortene i modellen.³⁸ Vi bruker en velferdsfunksjon fordi vi ikke på noen *oversiktlig* (og lett forståelig) måte kan løse modellen på lukket form. Dette kommer blant annet av at individenes budsjettrestriksjoner inneholder en *generasjonslink* gjennom de intergenerasjonelle overføringene. Størrelsen på det et individ mottar i arv, er implisitt bestemt av *foreldrenes* arbeidstilbud (fritid) – som har bestemt størrelsen på arbeidsinntekten og derav arveavsetning, sparing og så videre.

Vi lar det representative individet *tre inn* i modellen og bli en del av arbeidsstyrken når det er 22 år gammelt. Valget av alder begrunnes blant annet med økningen i antallet som tar høyere utdanning. Dette gjør at flere enn tidligere utsetter inntredelsen i arbeidsstyrken. I aldersgruppen 16-19 år var kun 15,6% yrkesaktive, mens 56% av 20-24 åringene var yrkesaktive (i gjennomsnitt fra 2007-2009). Selv om vi legger til grunn at individene i en gitt kohort først tidlig i 20-årene regnes med i arbeidstilbudet – beholder vi her muligheten for at

³⁸ Kohortene i modellen bør gjerne vektet forskjellig grunnet ulik størrelse, reallønnsnivå og så videre. Vi diskuterer problemer ved denne løsningsmetodene, og komplikasjoner vi fikk under programmeringen av simuleringsmodellen i starten av Kapittel 6.

økonomisk *inaktive* individer kan motta arveoverføringer. Det som skiller oppsettet i GAMS-modellen i forhold til den formelle utledningen av modellen i kapittel 5 er i prinsippet kun at individene har sitt første år i modellen ved alder 22. Det vil si at et individ i kohort k er 62 år på tidspunkt $k + 40$.

5.2.1 Befolkningen

Siden kohortene er representert gjennom ett enkelt individ, kan vi ikke la dette individet dø tidlig i livssyklusen. I formaliseringen av modellen har vi latt det representative individet i kohort k leve til et eksogent bestemt tidspunkt, T_k . Vi har for enkelhetsskyld latt individene leve maksimalt 22 år lengre enn forventet levealder, jfr. Figur 2-7. For eksempel vil det representative individet i 2010-kohorten som har en forventet levealder på 81 år – leve til det er 103 år gammelt. Ettersom kun 1% av denne kohorten er forventet å leve til denne alderen – blir kohortens aggregerte størrelser ikke nødvendigvis unormalt forskjellige fra det vi kan forvente å observere. Siden færre gjenlevende individer i høye aldre betyr mindre samlet bidrag fra kohorten, skal ikke antagelsen om at et det representative individet i en kohort lever lenger enn forventet levealder gjøre de *aggregerte* resultatene mindre realistiske. For eventuell fremtidig utvidelse av modellen kan den settes opp med forskjellige *individgrupper* og på den måten bedre fange opp ulikheter innad i kohortene. Eksempelvis kan en kohort deles opp i tre grupper der en lever kortere, en lengre og en lever akkurat til forventet levealder.

Første rapporteringsår for simuleringsresultatene er 2009. For at befolkningsstørrelsen i modellen omtrentlig skal tilsvare folketallet i Norge i samme år, må vi starte å "fylle opp" modellen med eldre kohorter – som vil si at når vi starter i 2009 er det mange kohorter som allerede er aktive i modellen. Første kohort er 1926-kohorten som fyller 22 år i 1948. Grunnen til at vi starter såpass tidlig er at vi ønsker å ha en rimelig befolkningsstørrelse i første rapporteringsår, som er satt til 2009. Vi får ikke med den eldste delen i den faktiske befolkningen, ettersom de eldste individene i modellen er 83 år i 2009. Dette året var det 128 662 personer, tilsvarende 2.68% av befolkningen som var 84 år eller

eldre. Om vi starter med eldre kohorter, vil alderssammensetningen i modellbefolkningen bli bedre, men det gir opphav til urealistiske resultater. Hovedgrunnen til dette er opptjeningsmodellen i pensjonssystemet som fører til en overvurdering av pensjonsutbetalingene. Siden vi ikke har modellert noen form for overgangsordninger eller de pensjonssystemene som faktisk gjaldt for de eldste i modellen – blir det problematisk å ha *for mange* gamle folk i modellen når vi starter rapporteringen. I første rapporteringsår har de som er født mellom 1936 og 1947 startet sine pensjonsuttak.

Vi har eksplisitt modellert overlevelsesandelene til hver kohort k , slik at befolkningen på et tidspunkt er gitt som summen over alle samtidig levende i alle kohorter k , jfr. ligning (5.1). Antallet 22-åringer i de ulike kohortene fra 1926-2009 er hentet fra (SSB, Tabell 05839: Folkemengde, etter kjønn og ettårig alder, 2009c) og fremskrivninger fra og med 2010 til 2060 fra (SSB, Tabell: 07267: Framskrevet folkemengde etter kjønn og ettårig alder i 14 alternativer, 2009e). Vi antar for enkelhetsskyld at kohortstørrelsene vokser med 0.5% fra og med 2061. Veksten er ikke spesielt godt empirisk begrunnet utover at det tilsvarer ca. gjennomsnittlig vekst fra 2010-2060 SSBs prognoser.

5.2.2 Delingstallene

Delingstallene for 1943-2000-kohorten har vi hentet fra (NAV, 2010). For kohortene født mellom 1926 og 1942 har vi bruk delingstallene for 1943-kohorten. For kohortene født etter år 2000 har vi lagt til grunn økningen i forventet levealder beregnet i underkapittel 2.1.3 og beregnet delingstall ved hjelp av ligning (3.5). Siden vi ikke rapporterer resultater lengre frem enn til 2060 får ikke våre beregnede delingstall noen betydning for de resultatene vi diskuterer.

5.2.3 Kohortenes livsløpseffektivitet

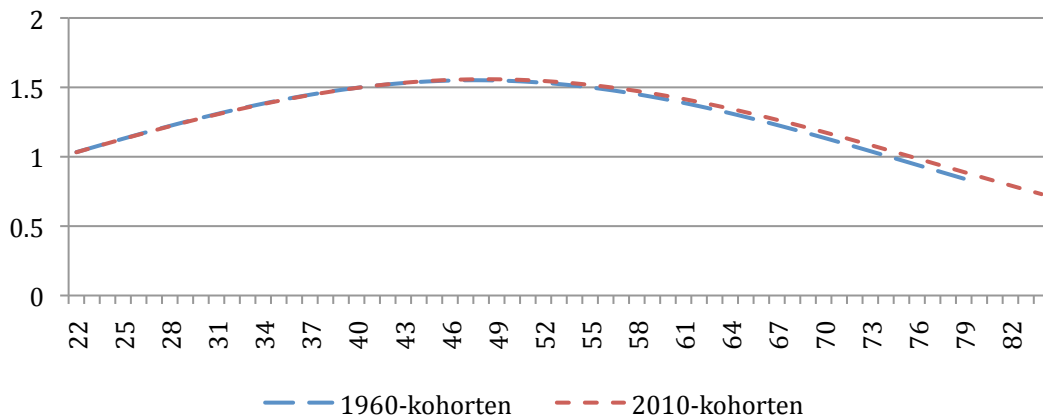
For livsløpseffektiviteten fra (5.4) følger vi (Dysvik, 2008) som baserer sin fremstilling av *effektivitetsparameteret*, $\Lambda_{k,t}^L$, på (Rutherford & Rasmussen, 2004).

Vi lar *livsløpseffektiviteten* til det representative individet i kohort k på tidspunkt t være gitt av

$$\Lambda_{k,t}^L = \frac{\exp[4.47 + \mu_k(t-k) - \lambda_k(t-k)^2]}{\exp[4.47]} \quad \text{for } k \leq t \leq T_k \quad (5.53)$$

der nevneren gjør at effektiviteten til alle kohortene er normalisert til 1 på det tidspunktet de trer inn i modellen. Effektivitetsutviklingen over livet er noenlunde lik for alle kohorter k og maksimal effektivitet oppnås omtrent ved samme alder for alle kohortene. Størrelsen på koeffisientene avgjør hvor mye effektiviteten endres når individene blir eldre, dvs. differansen $t-k$ som tilsvarer alder. Med andre ord bestemmer μ_k hvor mye mer effektivt individet blir med alderen, mens vi bruker parameteret λ_k for å unngå at effektiviteten øker for mye ved økt levealder. For å hindre at effektiviteten blir urealistisk høy når levealderen øker, reduserer vi koeffisientverdiene hver gang forventet levealder øker med et (helt) år. Koeffisientverdiene og endringen i disse er *ikke* empirisk begrunnet, men valgt for å gi et noenlunde realistisk bilde på hvordan effektiviteten endres over livet (Dysvik, 2008). Vi setter $\mu_k = 0.00063$ for første kohort og lar den falle med 0.000005 hver gang forventet levealder øker med ett år. Startverdien på μ_k settes til 0.0332 mens den reduseres med 0.0001 som følge av levealdersøkning (ibid). Vi har lengden på det *effektive livet* øke med 5 år fra 1960- til 2010-kohorten – altså ett års økning per tiende kohort. Figur 5-1 viser effektiviteten over livsløpet for 1960- og 2010-kohorten som er kohortene vi bruker i resultatframleggingen i Kapittel 6.

Figur 5-1 Kohortenes effektivitet over livsløpet



Et særdeles viktig resultat av å innføre en slik effektivitetsfaktor er blant annet at når levealderen øker, får individene et økonomisk insentiv til å stå lengre i arbeid. Selv om individene i modellen per konstruksjon tar ut maksimal uttagbar pensjon fra og med de er 62 år - vil høyere lønn mot slutten av livssyklusen bidra til at kohorten samlet sett trekker seg senere ut av arbeidsstyrken. Kohortens vedvarende bidrag til arbeidsstyrken vil gi det offentlige større skatteinntekter og forhåpentligvis redusere forholdet mellom *pensjonsutbetalinger og offentlige inntekter*. Fra ligning (5.15) har vi at den direkte årvisse lønnen, $w_{k,t}^*$, til individene er en funksjon av effektivitetsparameteret, $\Lambda_{k,t}^L$. Fallet i lønn mot slutten av livssyklusen er motsatt av det som gjerne observeres i økonomien, der lønn stort sett er økende over hele yrkeskarrieren. I modellen betales individene for sitt marginalbidrag til produksjonen og for å få en realistisk løsning på når individene trekker seg ut av arbeidsmarkedet lar vi effektivitetslønnen falle mot slutten av livssyklusen. Selv om effektivitetsparameteret er ment å utrykke livsløpseffektiviteten til individene, kan det også tolkes som et slags mål på individenes helse. Tolkningen støtter resultatet om at individene trekker seg ut av arbeidsstyrken mot slutten av livssyklusen.

5.2.4 Kalibreringen av SPU i simuleringsmodellen

I 2009 var verdien på SPU ved utgangen av året 2640 mrd. kroner mens bruttonasjonalproduktet i Norge var 2401 mrd. kroner. Vi lar det relative forholdet mellom SPU og BNP i 2009, lik 1,0995, være toneangivende for størrelsen på fondet i simuleringsmodellen slik at SPU i 2009 er gitt som

$$SPU_{2009} = 1,0995Y_{2009} \quad (5.54)$$

der Y_t er bruttoproduksjonen i økonomien på tidspunkt t , jfr. ligning (5.7). Veksten i SPU fra og med 2009 beregner vi på bakgrunn av de prognosene vi presenterte i kapittel 4.3, jfr. figur Figur 4-7. Vekstraten i SPU beregner vi videre som

$$g_t^{spu} = [SPU_{t+1} - SPU_t] / SPU_t \quad \text{for } t \geq 2009 \quad (5.55)$$

slik at SPU på tidspunkt t i simuleringsmodellen er gitt som

$$SPU_t = SPU_{t-1}(1 + g_t^{spu}) \quad \text{for } t > 2009 \quad (5.56)$$

For størrelsen på overføringene fra SPU under handlingsregelen og så videre, følger vi oppsettet i 5.1.4.

5.2.5 Parameterverdier og sentrale variable

Dette underkapittelet gir en kort oversikt over og begrunnelse av hvilke parameterverdier vi har valgt.

5.2.5.1 Inntektsskatt

Vi legger til grunn et svært enkelt *skattesystem*. Vi skattlegger ikke varekonsum og lar skatteraten på arbeidsinntekt, τ , være konstant. (Husabø, 2009) viser hvordan man likevel kan ta hensyn til at det i praksis betales en skatt, dvs. merverdiavgift på varekonsum. Vi lar m være momssatsen på varekonsum og t være marginalsakten på inntekt. Den totalt tilgjengelige tiden er som før lik 1 og l er

andelen av tilgjengelig tid som brukes på fritid. En forenklet versjon av individet sitt budsjettbetingelse er da gitt ved

$$(1+m)c = (1-t)(1-l)w \quad (5.57)$$

som vil si at nettoutgiftene til konsum må være lik netto arbeidsinntekt. Vi dividerer med $(1+m)$ og lar $1-\tau = (1-t)/(1+m)$ være total skatt på arbeidsinntekt. Vi løser for $\tau = (m+t)/(1+m)$ og lar individets budsjett være lik $c = (1+\tau)(1-l)w$. Dette vil i praksis si at individene ikke betaler skatt på noe annet enn arbeidsinntekt, og at *marginalskatten* på lønn i modellen blir høyere enn det vi normalt tenker på som inntektsskatt. Dette forenkler både formuleringen av individet optimeringsproblem og det offentlige inntekter. Vi følger (Husabø, 2009) som bruker 20% som gjennomsnittlig momssats og 35,8% gjennomsnittlig marginal inntektsskatt. Dette gir $\tau = 0.465$.

5.2.5.2 Arveavgift

Individene betaler arveavgift på de intergenerasjonelle kapitaloverføringene. Disse er sett med det offentlige øyne et yndet skatteobjekt, ettersom individene som mottar arv ikke har noen mulighet til å vri seg unna eller overvelte avgiften på andre. Innslagspunktet for arveavgiften på overføringer mellom familiemedlemmer starter først på 470 000 kr. For de neste 330 000 over dette er avgiften 6% mens for beløp over 800 000 er arveavgiften 10%. I følge SSB utgjorde gjennomsnittsarven 796 000 kroner i 2007. Til sammenligning var gjennomsnittlig avgiftspliktige gaver eller forskudd på arv 819 000 kroner per mottaker. En av fem som mottok arv eller gaver, fikk verdier på over 1 million kroner, og vel 15% mottok arv eller gaver til en verdi på 2 millioner kroner eller mer (SSB.no, 2007). Dette gir en indikasjon på hvor store de samlede årlige overføringene er. Vi har ikke data på hva individene i gjennomsnitt mottar, eller total overføring over livsløpet. Som en tilnærming bruker vi at overføringene mellom to kohorter, $k-30$ og k , samlet sett utgjør et stort nok til at beløpet som hvert individ mottar overgår frigrensen (470 000 kr). Om vi antar at individene i gjennomsnitt mottar 800 000 over livsløpet, betyr det at det skals betales 6% av 330 000 av dette. Gjennomsnittlig arveavgift på hele overførselen blir omtrent 2.5% og vi lar τ_A være lik dette.

5.2.5.3 Parameterverdier

En kort oppsummering av de sentrale parameterverdiene vi har brukt under simuleringen av modellen i Kapittel 5.

Tabell 5-1 Parameterverdier

PARAMETER	VERDI	Kilde / kommentar
Kapitalens inntektsandel - β	0,32	(Thøgersen, 2001)
Realrente, r	0,04	Ibid.
Kapitalens depresieringsrate, δ	0	Ibid.
Teknologisk fremgang, a	1.36% årlig.	Ibid.
Risikoaversjon - θ	3	Gjennomsnitt (Thøgersen, 2001) og (Raffelhüschen & Risa, 1995)
Intertemp. sub. elastisitet, ε	1/3	Siden: $\varepsilon = \theta^{-1}$
Varekonsumets nytteelastisitet, α_1	0,4	
Fritidens nytteelastisitet, α_3	0,6	
Marginalskatt, τ	0,465	(Husabø, 2009)
Offentlige utgiftsandel, η	0,2764	Ibid.

6 Resultater fra simuleringene

Vi presenterer her resultatene fra simuleringmodellen utredet og forklart i Kapittel 5. Rekkefølgen på presentasjonen og diskusjonen av resultatene følger omtrent samme struktur som modelloppsettet. Vi starter en oversikt over demografien i modellen og hvordan befolkningsfremskrivningene gjort i kapittel 2.1 stemmer overens med virkeligheten. Deretter presenterer vi den økonomiske tilpasningen til det representative individet i 1960- og 2010-kohorten. Ettersom de etterfølgende resultatene bygger på individenes økonomiske avgjørelser, er det nyttig å diskutere de aggregerte resultatene i lys av dette. Vi viser hvordan den statsfinansielle situasjonen påvirkes av pensjonssystemet og diskuterer om den projiserte utviklingen er bærekraftig. Simuleringsmodellen er programmert og løst i *GAMS* (General Algebraic Modeling System) og er å finne i sin helhet i kapittel 9.

I forkant av resultatfremleggningen presiseres det at simuleringmodellen avviker noe fra den vi presenterte i Kapittel 5. Dette gjelder spesielt arvemotivet og de intergenerasjonelle kapitaloverføringene. Vi løser modellen ved å maksimere *økonomiens velferdsfunksjon* i ligning (5.52) og det viser seg at slik vi har programmert modellen ikke er forenelig med den spesifiseringen av arv- og kapitaloverføringer som vi har beskrevet.

De representative individene optimerer nytte over livssyklusen. Valgvariablene er varekonsum, $c_{k,t}$, arveavsetninger, $a_{k,t}$, og fritid, $l_{k,t}$, jfr. ligning (5.19). Slik modellen er spesifisert vil alltid en kohort $k+1$ ha høyere nytte enn en kohort k . Dette kommer i hovedsak av at det teknologiske nivået (som bestemmer reallønnsnivået) er monotont stigende over hele optimeringsperioden og kohort $k+1$ vil derfor ha høyere kjøpekraft enn kohort k . Som vist i ligning (5.39) og (5.40) overføres de akkumulerte arveavsetningene samt livssyklussparing til neste generasjon i det et individ i en kohort k avgår med døden. Med bakgrunn i *økonomiens velferdsfunksjon* vil det da være optimalt å overføre mest mulig arv og kapital til senere kohorter. Siden avkastningen på arveavsetningene er realrenten, r , og (antatt) større enn reallønnsveksten, a , medfører dette at kjøpekraften som

kommer fra mottatt arv øker mer enn reallønnen. Dette resulterer trolig i at innteksstrømmen som kommer fra de intergenerasjonelle arveoverføringene blir urealistisk høye. Selv når vi vektla sene kohorter relativt mindre gjennom en *intergenerasjonell nyttediskonteringsrate* som var høyere enn realrenten på 4%, resulterte innføringen av arvemotivet og de intergenerasjonelle kapitaloverføringene i helt ugjenkjennelige og unormale konsumbaner og arbeidstilbud for de 150 første kohortene. Disse kohortene holdt også svært negativ formue over store deler av livet. Dette skyldes trolig at det var optimalt for individene å opprettholde avsetning av arv, $a_{k,t}$, så lenge som mulig gjennom lånefinansiering.

Selv om *økonomiens marginalnytte* av de tidlige kohortene blir større enn av de sene, medfører avkastningen på arveavsetningene at økonomien totale velferd, V , er størst når arveoverføringene er med urealistisk høye. Resultatene som presenteres i det følgende er derfor basert på en modifisert versjon av modellen presentert i Kapittel 5 – der de eneste endringene for øvrig er at individenes valgvariabler kun er varekonsum, $c_{k,t}$, og fritid, $l_{k,t}$. Den disponible inntekten til individene gitt i ligning (5.23) omfatter da kun arbeidsinntekt og pensjonsuttak. Vi har også sett bort fra utilsiktede arveoverføringer. Den aggregerte effekten av disse er trolig små.

Vi sammenligner også noen av resultatene med lignende beregninger gjort av Finansdepartementet for statsbudsjettene fra 2009 og 2010 og SSB. Vi har ikke tilstrekkelig detaljert informasjon om hvilke beregningsrutiner som ligger bak datamaterialet som presenteres i Statsbudsjettet – slik at direkte resultat-sammenligning kan være noe upresist. Der vi har sammenlignet relative størrelser som i Statsbudsjettene presenteres som andeler av BNP, har vi brukt produksjonen fra ligning (5.7) som modellens motstykke. Dette er gjerne en noe grov likestilling, men resultatene virker jevnt over rimelige. I utgangspunktet planla vi å sammenligne modellresultatene med (Husabø, 2009). Ved nærmere gjennomgang av modelloppsettet i den utredningen oppdaget vi en formell feil som gjør resultatsammenligning lite hensiktsmessig. I beregningen av de offentliges oljekorrigerte inntekter, jfr. (5.42) i vår modell, har Husabø i tillegg lagt inn en *lumpsum subsidie*. Tanken med subsidien er at den skal tilsvare minstefradraget i skattesystemet. Problemet er at istedenfor å kun gi minstefradrag ift. arbeidsinntekt eller pensjonsuttak, får individene hvert år (de er i live) en subsidie som

tilsvarende 5% av reallønnsnivået i *økonomien*. Dette gjør at subsidien i realiteten tilsvarende langt over 5% av den reallønnen et individ har på et gitt tidspunkt. I praksis betyr dette at de offentlige oljekorrigerte inntektene blir for lave og størrelser som er målt relativt til disse blir dessverre overvurdert.

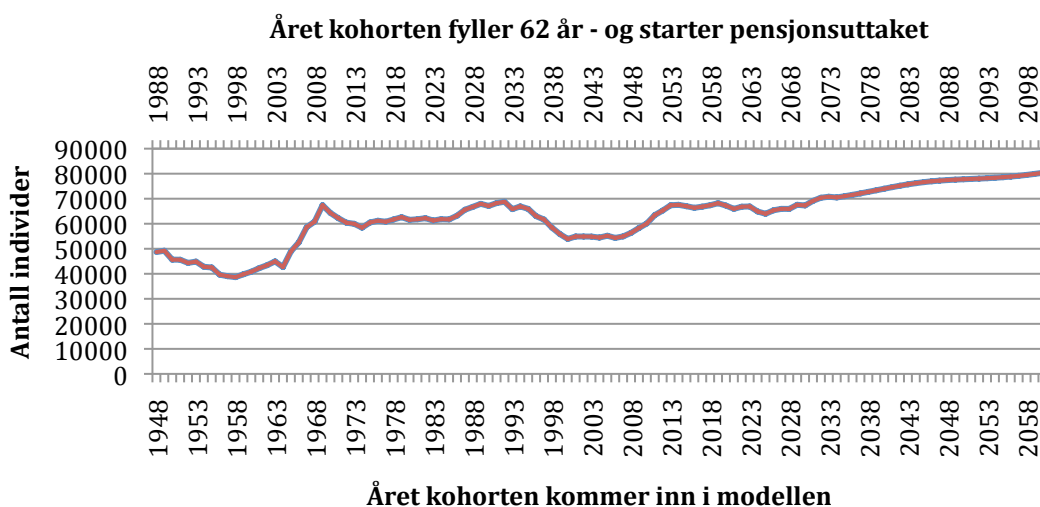
6.1 Demografi

Kapittel 2.1 presenterte svakheter og en eventuell løsning på et problem med befolkningsstrukturen i overlappende generasjonsmodeller. I stedet for å la alle individer i en kohort leve like lenge å dø på samme tidspunkt, har vi valgt å *gradvis utfase* kohortene fra modellen. Dette har vi gjort ved å estimere overlevelseandelen til alle kohortene som er med i modellen, dvs. fra og med 1926-kohorten til og med 2026-kohorten. Dette gjør blant annet at vi får et langt mer realistisk anslag på forholdet mellom unge og eldre. I vårt tilfelle er dette spesielt interessant ettersom vi ønsker å vurdere om det reformerte pensjonssystemet er bærekraftig. Dette diskuterer vi i avsnitt 6.3.

6.1.1 Kohortene

Figur 6-1 viser antallet individer som kommer inn i modellen i ett gitt år. Individerne er 22 år gamle i det de trer inn i modellen og fødselsåret er derfor 22 år før det tilsvarende året på den nederste horisontale akse. Året kohorten går av med pensjon er vist på den øverste horisontale akse. Poenget med å vise når individerne går av med pensjon er for å gi en pekepinn på hvor mange som vil starte pensjonsuttak i et gitt år. Selv om ikke alle i en kohort overlever fra 22 til 62 år, gir figuren en god pekepinn på nettopp dette. Vi avslutter med 2060-kohorten ettersom dette er det siste året vi rapporterer resultater fra. For årene etter 2060 har vi lagt til grunn en årlig vekst i kohortstørrelsene på 0.5% som omtrentlig tilsvarende den gjennomsnittlige veksten i framskrivningene til SSB fra 2010 – 2060 (SSB, Tabell: 08108: Framskrevet folkemengde etter kjønn og ettårig alder i 14 alternativer, 2009b).

Figur 6-1 Kohortstørrelse



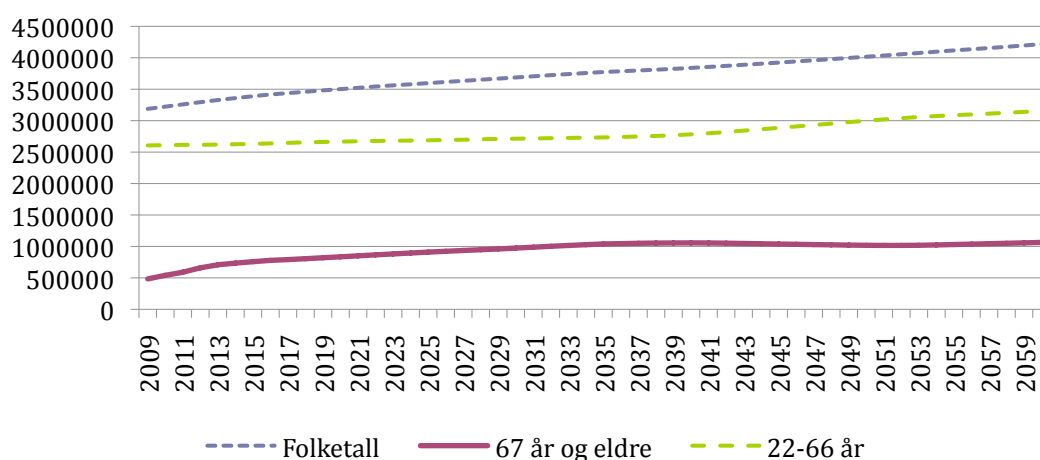
Fra Figur 6-1 (øverste horisontale akse) fremkommer det at fra og med år 2007 og til med 2030 er det historisk sett store kull som går av med pensjon før det i årene etter er mindre kull som starter pensjonsuttaket. På en annen side er de som er går av med pensjon etter 2030 forventet å leve lengre og *andelen* av kohorten som lever til pensjonsalder er høyere. Hvor mange som faktisk overlever til der er 62 år gamle i hver enkelt kohort er gitt fra de estimerte *overlevelsesandelene*. Hvor store de årlige pensjonsutbetalingene blir illustrerer vi i Figur 6-10.

6.1.2 Befolkningen i modellen

Befolkningsstørrelse i modellen i 2009 er 3 125 184 individer der de yngste er 22 år og de eldste er 83 gamle. Den faktiske størrelsen på befolkningen i Norge i dette aldersintervallet var 3 318 112 personer som tilsvarer et befolkningsunderskudd i modellen på 193 127 personer. Noe av avviket kan nok forklares med innvandring, men det er tvilsomt at hele differansen skyldes dette. Ettersom vi introduserer kohortene ved alder 22 – vil ikke de som er mer enn 22 år gamle når de innvandrer til landet medregnes i kohorten. I perioden 1961-2005 var det 212 147 innflytninger til Norge (SSB, Flyttinger fra og til utlandet, etter land, 2009a). SSB oppgir ikke hvilken alder innvandrerne har, men det er grunn til å tro en betydelig andel av innflytterne var 22 år eller eldre. Figur 6-2 under viser

folketallet og antall individer som er i aldersgruppene '22-66 år' og '67 år og eldre' i modellen i perioden 2009-2060. Folketallet og antallet i aldersgruppen '22-66 år' er økende over hele perioden, mens antallet som er 67 år og eldre flater noe ut fra 2040 og utover. Dette er noe ulikt de prognosene som presenteres i Statsbudsjettet 2010 der man antar en nærmest konstant årlig økning i denne aldersgruppen i perioden 2009-2040. Vi ser på mulige årsaker til dette i 6.1.3.

Figur 6-2 Befolkningsstørrelse og aldersgrupper

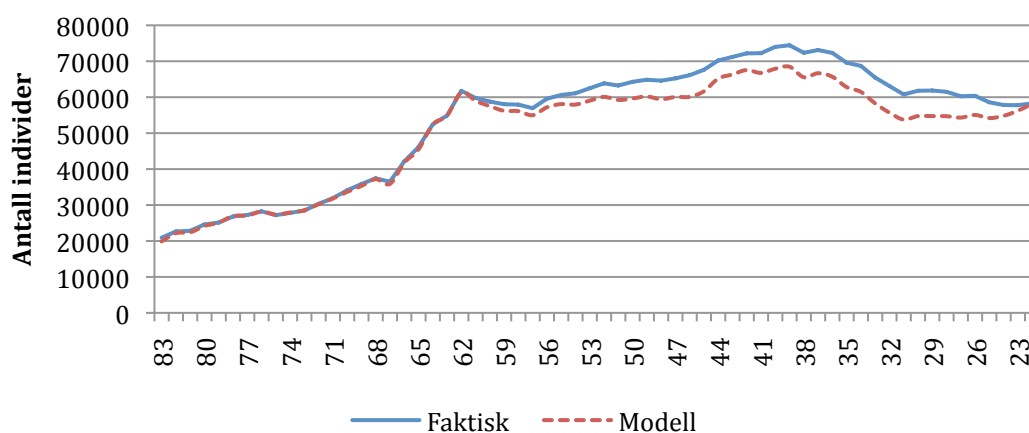


Antallet som er '67 år og eldre' er i 2009 beregnet i modellen til 483 800 individer. De eldste i modellen var dette året 83 år (født 1926). Det faktiske antallet på individer mellom 67 og 83 år var i 2009 487 952. Med andre ord undervurderer vi marginalt mange som overlever til disse aldre. Dette må bety at overlevingsandelene vi har estimert for kohortene født mellom 1926 og 1942 (når vi ser bort fra innvandring) ser ut til å stemme bra overens med faktiske dødelighetsmønstre. I 2009 var det 128 662 individer som var 84 år eller eldre. Ser vi på det faktiske antallet folk som var 67 år eller eldre i 2009 beløper dette seg til ca. 616 614 individer – hvilket er 132 814 flere enn den aldersgruppen vi i modellen kaller *Alder 67+*. Med andre ord avviker antallet individer i modellen som er '67 år og eldre' en del fra virkeligheten, men da på grunn av at de eldste i modellen i 2009 er 83 år. Om antall individ i de ulike aldersgruppene stemmer for årene etter 2009 er vanskelig å si noe om.

Figur 6-3 viser hvor mange individ det er i ulike aldre i virkeligheten og i modellen i 2009. Det fremkommer at fremskrivningene våre av overlevelsesan-

delene undervurderer hvor mange individer det finnes i de ulike aldrene fra 22 til 63 år og mer. Dette er individer som er født etter 1946. For aldersgruppen 64-84 er det svært liten forskjell på antallet individ i modellen og i realiteten. Dette betyr at overlevelsesandelene for de som er født i 1946 eller før stemmer rimelig bra overens med faktiske dødelighetsmønstre. Snur man Figur 6-3 nitti grader med klokken, kan den tolkes som en befolkningspyramide. Det virker noe rart at vi beskriver antall individer i aldersintervallet 64-84 bedre enn for 22-63 år.

Figur 6-3 Alderssammensetning



Den enkle metoden vi har lagt til grunn i fremskrivningene undervurderer åpenbart overlevelsesandelene til de yngste kohortene i modellen.

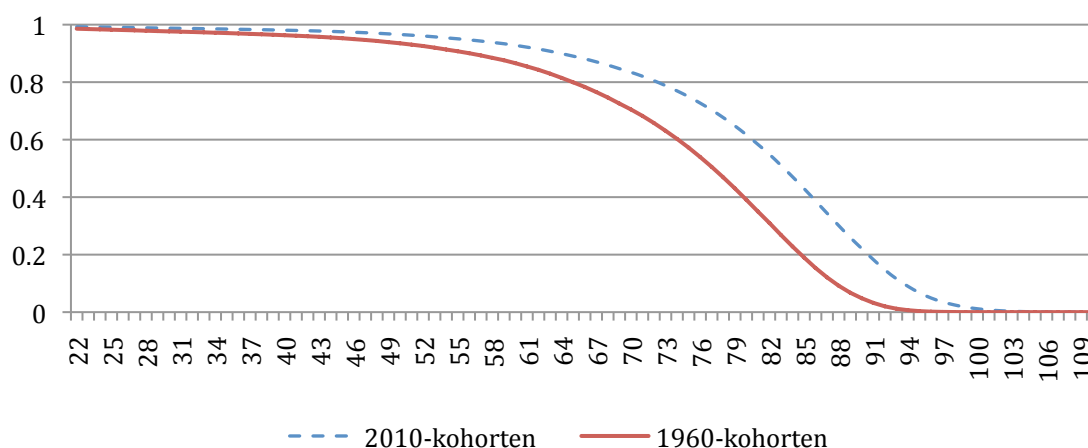
6.1.3 Overlevelsesandelene

Noe av svakhetene ved den demografiske frem- og tilbakeskrivningen må kunne tilskrives en den relativt enkle i metoden fra kapittel 2.1. Vi har antatt en lik prosentvis reduksjon for å dø i *alle* aldre – som vil si at sannsynligheten for å dø som 22-åring faller like mye som sannsynligheten for å dø som 85-åring fra en kohort til den neste (gitt at vi ser på en situasjon der forventet levealder øker). En alternativ metode å fremskrive dødelighetsmønsteret på ville gjerne vært å sett på hvordan sannsynlighetene for å dø i forskjellige aldre har endret seg over tid. Det vil si at man heller legger til grunn en trendfremskrivning av sannsynligheten for å dø i ulike aldre. Eksempelvis ser vi på hvordan sannsynligheten for at en 80-åring dør har endret seg over de siste 10-15 årene og fremskriver denne. Gjør en

dette for *alle* aldre vil kanskje fremskrivningene gi et bedre bilde på hvordan utviklingen i dødelighetsmønstret fremover vil bli. Selv om prinsippet er det samme i metoden vi har brukt, ser vi fra Figur 6-3 at overlevelsesandelene de yngste kohortene undervurderes. Som nevnt kan forskjellen i antall individer i ulike aldre skyldes innvandring av individer over 22 år, men dette forklarer nok ikke hele avviket. Når vi har for lavt antall individer i aldersgruppen 22-63 år påvirker dette størrelsen på pensjonsutbetalingene i senere år, dvs. at pensjonsuttakene til kohortene født mellom 1946 og 2009 undervurderes. Et ankepunkt mot den demografiske beskrivelsen i modellen vår er at vi behandler dødssannsynlighetene til det representative individet som (det uvektede) gjennomsnittet av dødssannsynlighetene til menn og kvinner. En løsning på dette vil være å fremskrive dødssannsynlighetene for kvinner og menn hver for seg og deretter eventuelt ta et gjennomsnitt. Et annet, og trolig langt bedre alternativ, vil være å skille mellom kjønnene i modellen gjennom å representere en kohort ved to representative individ.

Figur 6-4 illustrerer overlevelsesandelene til 1960- og 2010-kohorten der forventet levealder er henholdsvis 73,5 og 81 år. Beregningene er basert på ligning (2.5) og viser prosentandelen av kohortene som overlever til ulike aldre. Den høyere forventede levealderen for 2010-kohorten fremkommer tydelig i figuren ved at en større andel av kohorten overlever til ulike aldre. Eksempelvis overlever (i forventning) 61 prosent av 2010-kohorten til 80 år, mens i underkant av 40 prosent av 1960-kohorten lever til samme alder.

Figur 6-4 Overlevelsesandeler: 2010- og 1960-kohorten.

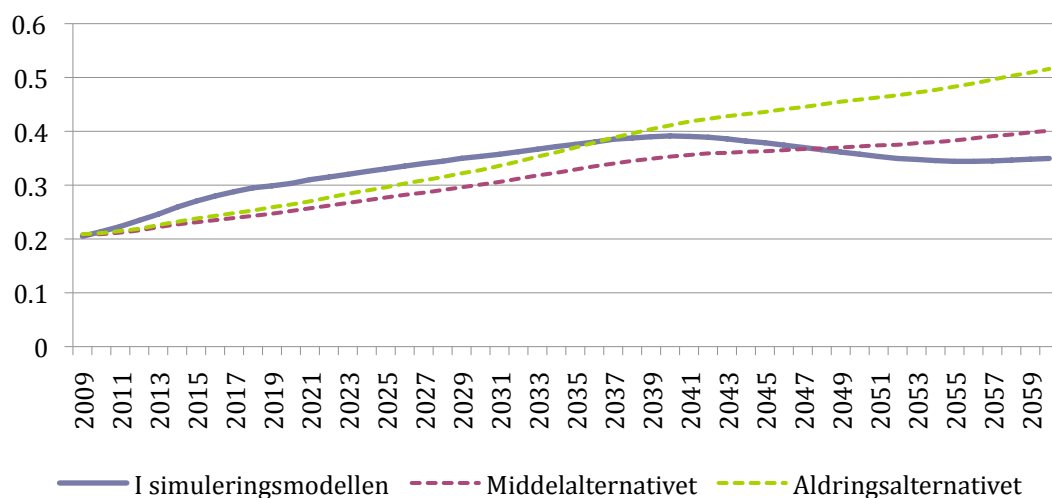


Alderssammensetningen vi diskuterte i samsvar med Figur 6-3 må altså sees i sammenheng med overlevelsesandelene for de yngste kohortene og hvordan disse er estimert for lavt. Dette får også utslag på individenes nyttediskonteringsfaktor fra ligning (5.20). Det betyr det at de eldste kohortene har en litt for lav nyttediskonteringsrate som vil si at de blir mer utålmodige og allokterer mindre (vare-)konsum til senere i livet. Dette er nødvendigvis ikke noe problem for modellen og løsningen, men det kan bety at individene i modellen bruker mindre til på arbeid sent i livet. Vi diskuterer dette nærmere detalj i neste avsnitt.

6.1.4 Avhengighetsrate

Vi definerer *avhengighetsraten* som kvotienten mellom antall individer som er 67 år eller eldre og de som er mellom 22 og 66 år. Figur 6-5 presenterer avhengighetsraten i modellen samt to alternativer som er fremskrevet av SSB og presentert i Statsbudsjettet 2009 (Finansdepartementet, Statsbudsjettet 2009, 2009). Det må poengteres at tallene fra statsbudsjettet viser forholdet mellom de som er 67 eller eldre i forhold til de som er mellom 20 og 66 år slik at det medregnes to ekstra årskull. Dette forklarer åpenbart noe av forskjellen mellom vår avhengighetsrate og de to alternativene fra statsbudsjettet.

Figur 6-5 Avhengighetsrater



Ettersom avhengighetsraten fra modellen ligger over de andre frem til og med år 2037 – virker det til at vi undervurderer hvor mange som overlever til ulike aldre under 66 år. Dette må sees i lys av Figur 6-3 og diskusjonen rundt denne. Antall individer i aldersgruppen '67 år og eldre' avviker svært lite fra faktisk befolkningsmengde. Kombinert med at vi tilsynelatende har underestimert overlevelsesandelene til kohortene som er mellom 22 og 63 år i 2009, betyr dette at for årene etter 2009 blir avhengighetsraten i modellen bli noe høy. Samtidig kan det se ut til at vi undervurderer andelen eldre (67+) eller overvurderer antall unge (22-66) fra 2038 og utover. Dette gjør at avhengighetsraten faller ned mot 0,35 i 2060. Noe som virkelig påvirker avhengighetsraten er størrelsen på kohortene som kommer inn i modellen fra og med 2030, jfr. Figur 6-1. Disse er historisk sett meget store kohorter. Fra Figur 6-2 ser vi at antallet i aldersgruppen '22-66 år' øker mer enn antallet som er '67 år og eldre' fra 2030 og ut. Det er likevel vanskelig å si noe sikkert om hvorvidt avhengighetsraten i modellen er feil. For det første vet vi enda ikke hvordan den faktiske alderssammensetningen i befolkningen vil se ut i fremtiden. For det andre tyder det store spriket mellom de to avhengighetsratene fra Statsbudsjettet 2009 på at det er svært mye usikkerhet rundt prognosene.

Når det er nevnt, må det påpekes at *avhengighetsraten* som et uttrykk for hvor mange som har trukket seg ut av arbeidsmarkedet i forholdt til de som arbeider, er en noe utdatert måleenhet. Det gir rimelig nok et grovt bilde på hvor stor belastningen på arbeidsstyrken vil bli, men i årene fremover vil det etter våre beregninger komme et positivt skift i eldres arbeidstilbud, som gjør at de forblir i arbeidsstyrken noen år ekstra. Dette er ventelig et resultat av en kombinasjon av det reformerte pensjonssystemet – som stimulerer til forlenget yrkesaktivitet – og forbedret helsenivå blant eldre er åpenbart viktige faktorer som vil lette noe av trykket på den yrkesaktive befolkningen. Samtidig medfører økningen i antallet som tar høyere utdanning at årskullene (i gjennomsnitt) trer senere inn i arbeidsstyrken. Dette gjør at den tradisjonelle avhengighetsraten ikke nødvendigvis gir et spesielt godt bilde på forholdet mellom hvor mange yrkesaktive det er per individ som er trukket seg ut av arbeidslivet.

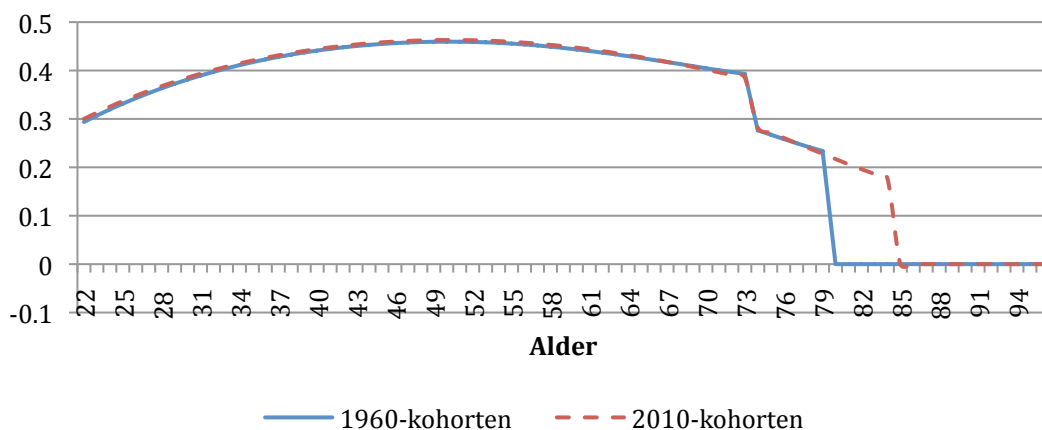
6.2 Individenes valg og økonomiske tilpasning

Simuleringsmodellen løses ved å finne individenes optimale etterspørsel etter fritid, $l_{k,t}$, og varekonsum, $c_{k,t}$, som vist av maksimeringsproblemet i likning (5.26). De aggregerte størrelsene i modelløkonomien gjenspeiler individenes økonomiske valg og vi diskuterer effektene av demografiske og eventuelle adferdsendringer før vi diskuterer makroøkonomiske størrelser. Vi illustrerer med valgene til de to representative individ for 1960- og 2010-kohorten. Individenes maksimale levealder i modellen, dvs. differansen $T_k - k$, er satt til 96 og 103 år for henholdsvis 1960- og 2010-kohorten. Forskjellen og valget av lengden på livssyklusen for de to kohortene er ikke direkte empirisk begrunnet, men satt som en tilnærming på bakgrunn av overlevelsesandelene fra Figur 6-4.

6.2.1 Arbeidstilbud

Individenes arbeidstilbud bestemmes av optimeringsproblemet i ligning (5.26). Figur 6-6 viser hvor stor andel av tilgjengelig tid individene i de to kohortene bruker i inntektsgivende arbeid. Den grafiske representasjonen kan synes noe misvisende, men 2010-kohorten bruker over hele livssyklusen (uten unntak) en større del av tiden sin i arbeid. I aldrene 22-47 bruker 2010-kohorten i gjennomsnitt 1% mer av tiden sin til arbeid, mens de bruker rett i overkant av 0,5% mer fra og med 48 til 80 år.

Figur 6-6 Individenes arbeidstilbud – andel av tilgjengelig tid i arbeid



Fra og med 22 år til og 75 år følger arbeidstilbudet noen lunde samme kurvatur som effektivitetsfaktoren fra ligning (5.53). Det diskrete fallet etter fylte 75 år skyldes at dette er siste året der man opparbeider seg pensjonsrettigheter i pensjonssystemet, jfr. opptjeningsmodellen i avsnitt 3.2. Bortfallet av rettigheten til videre opptjening av pensjonsrettigheter gjør at arbeid, alt annet likt, blir mindre lukrativt. Det vil si at den *effektive lønnsatsen* fra ligning (5.28) og (5.29) reduseres til å bli lik markedslønnen i ligning (5.15) slik at fritid, $l_{k,t}$, blir billigere. Det neste diskrete fallet til verdi null etter fylte 80 for 1960-kohorten forklares med at effektivitetsfaktoren fra (5.53) ikke er definert for hele livssyklusen til individene. Det samme gjelder for 2010-kohorten som trekker seg helt ut av arbeidsmarkedet det året de fyller 86 år. Dette fremkommer tydelig i individenes konsumbaner i Figur 6-7 og Figur 6-9. Den kanskje viktigste forskjellen i kohortenes arbeidstilbud er det faktum at 2010-kohorten velger å stå i arbeid lengre. Resultatet må i stor grad kunne tilskrives antakelsen om ulik effektivitet over livet. Benytter vi effektivitetsfaktoren som en indikator på kohortenes generelle helsenivå er det ikke utenkelig og gjerne rimelig å påstå at pensjonssystemet stimulerer til økt og forlenget tilstedeværelse i arbeidsstyrken.³⁹ Det som gjerne er noe bekymringsverdig er gjerne det at individene i 2010-kohorten ikke tilbyr særlig større andel av tiden sin i arbeidsmarkedet enn 1960-kohorten. Dette må igjen sees i sammenheng med effektiviteten over livet, illustrert i Figur 5-1.

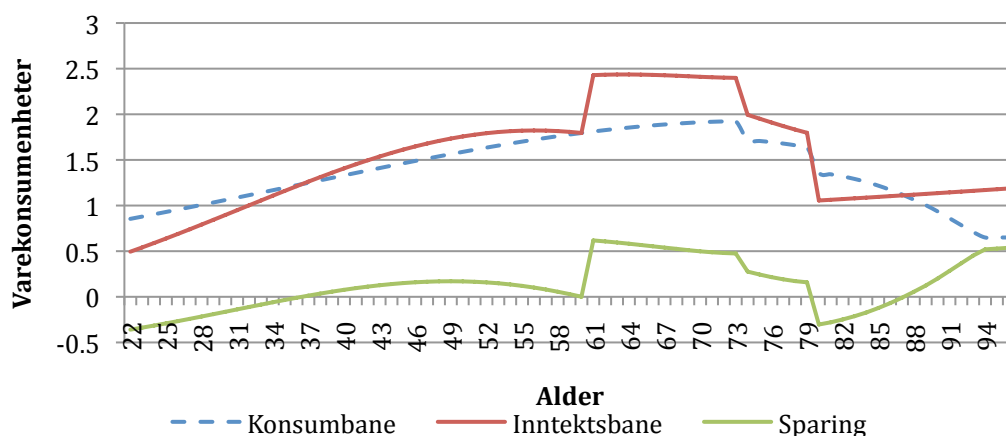
6.2.2 Konsum, inntekt og livssyklusparing

I det følgende presenterer vi varekonsum- og inntektsbane samt livssyklusparingen over livsløpet til de representative individene i de to kohortene. Den disponible inntekten til individene er gitt fra ligning (5.23) mens varekonsumet er bestemt fra optimeringsproblemet i (5.26). Sparingen bestemmes residualt fra budsjettrestriksjonen i ligning (5.31). Figur 6-7 viser at 1960-kohortens konsum overstiger disponibel inntekt fra de er 22 til 36 år som vil si at sparingen i dette aldersintervallet er negativ. I etterfølgende år ligger inntektsbanen og konsum-

³⁹ Grunnen til at vi ikke definerer definerer individenes effektivitetsfaktor over hele livsløpet er at uten denne avgrensningen vil individene mest sannsynlig ikke trekke seg helt utav arbeidsstyrken.

banen rimelig nært, før inntektene får en diskret økning i det individene fyller 62 år – siden dette er året de starter pensjonsuttaket. Ved alder 75 år mister individene rettighet til videre opptjening av pensjonsrettigheter, og den *effektive lønnen* faller, jfr. ligning (5.29). Som resultat av lønnsreduksjonen faller prisen på fritid, og det etterspørres umiddelbart mer av dette godet, jfr. den marginale substitusjonsraten i ligning (5.30). Dette medfører at arbeidstilbudet og følgelig inntektsbanen reduseres etter fylte 75 år. Etter at individene trekker seg helt ut av arbeidsstyrken ved alder 80, er hele inntekten gitt fra pensjonsuttak. Økningen i inntektsbanen etter dette skyldes oppjusteringen av pensjonsutbetalingene med reallønnsveksten, jfr. ligning (5.22). Vi ser at konsumprofilen er relativt stabil og ikke påvirkes nevneverdig av inntektsbanen. Økningen i inntekt får derfor utslag på sparingen, som får en diskret økning ved fylte 62. Likevel observerer vi at konsumbanen får to diskrete fall: ett det året individet fyller 75 år og ett ved 80 år som er året de går helt ut av arbeidsstyrken. Individene sparer desidert mest i alderen 62-75 år og nedbetaler i denne perioden mye av den akkumulerte gjelden, jfr. Figur 6-8.

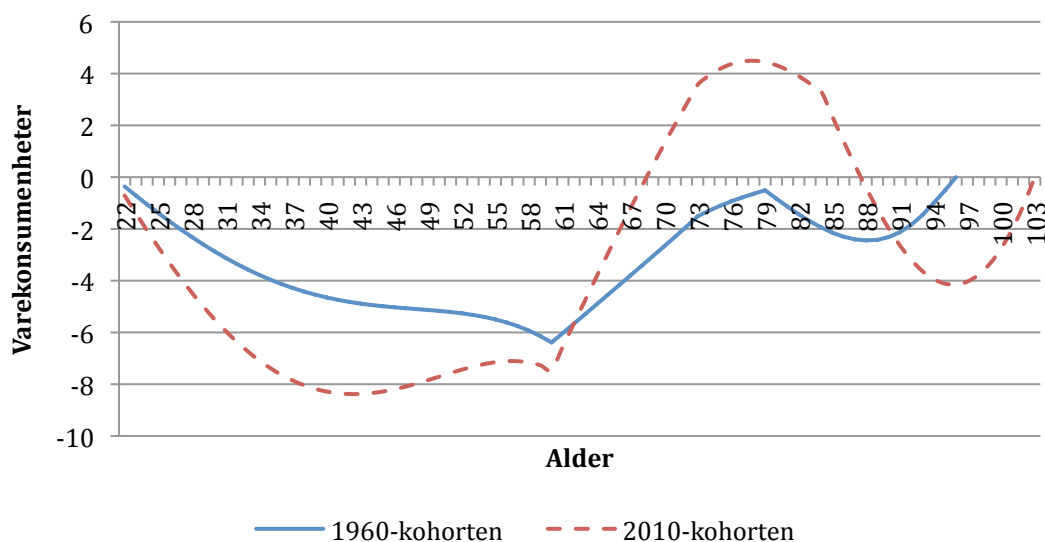
Figur 6-7 1960-kohorten: Konsum, inntekt og livssyklussparing



Ser vi Figur 6-7 i sammenheng med Figur 6-8 som viser formuen til individene for ulike aldre, ser vi hvorfor konsumbanen og inntektsbanen ligger så nært over store deler av livet. Den gjelden som opparbeides i starten av livsløpet for å opprettholde en noenlunde flat konsumprofil, beløper seg til 340% av disponibel

inntekt det året individet er 37 år gammelt. Dette virker noe høyt, men er ikke nødvendigvis en unormalt høy gjeldsbelastning for et individ i denne alderen.

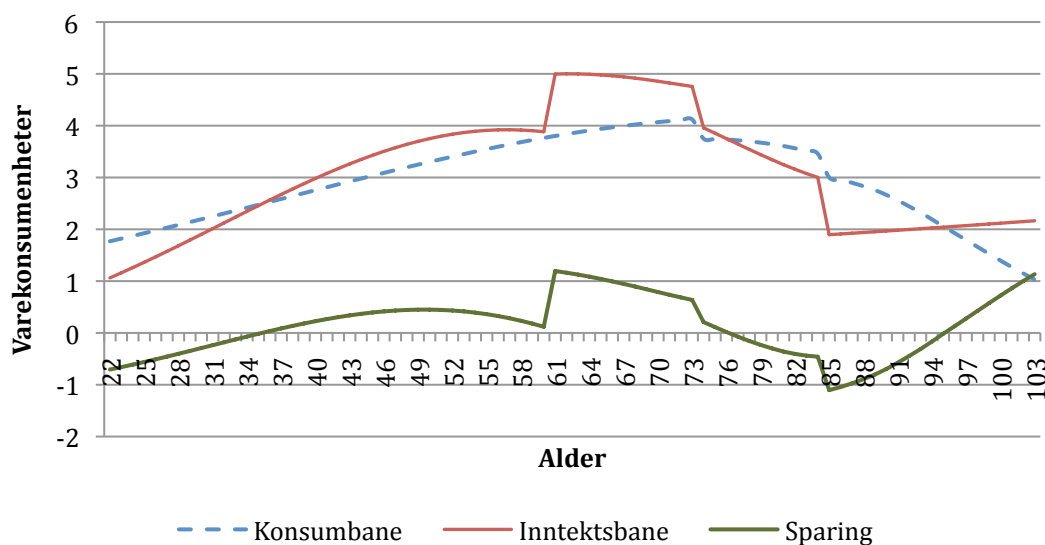
Figur 6-8 Formue over livssyklusen for 1960- og 2010-kohorten



Figur 6-8 viser videre at de to kohortene har relativt like formuesmønstre over livsløpet. Likheten mellom de to formuesbanene kan i stor grad forklares med lengden på planleggingshorisonten til kohortene. De har henholdsvis 16 og 17 år de er (helt) utenfor arbeidsstyrken. Dette skulle tilsi at de har omtrent like mange år der de kun kan finansiere varekonsumet gjennom pensjonsuttak og eventuell belåning eller formuestæring. I motsetning til 1960-kohorten som holder negativ formue over hele livsløpet, holder 2010-kohorten positiv formue i perioden 69 – 87 år. Etter dette avsparer det representative individet nokså kraftig, før det mellom 96 og 103 år sparer igjen slik at den intertemporale budsjettbetingelsen fra ligning (5.24) overholdes (kohortene utfases med null gjeld). Sparemønstret til 2010-kohorten er bedre vist i Figur 6-9, men i likhet med sparemønstret til 1960-kohorten vist i Figur 6-7 virker det intuitivt rimelig at kohortene consumerer relativt lite og sparer desto mer helt på tampen av livssyklusen. Vi påpeker også forskjellen mellom de to kohortenes *nyttediskonteringsrater*, jfr. ligning (5.20), som kommer fra kohortenes ulike overlevelsesandeler, jfr. Figur 6-4. Individene i 1960-kohorten vektlegger derfor (samlet) konsum sent i livssyklusen relativt mindre enn 2010-kohorten.

Når vi løser modellen med velferdsfunksjonen, V , fra (5.52) kan det medføre at det for samfunnet vil være hensiktsmessig at 1960-kohorten bruker inntektsstrømmen de siste årene (av livet) til å nedbetale gjeld istedenfor å opprettholde et noe høyere (vare-)konsum. Likevel følger 2010-kohortens økonomiske tilpasning over livssyklusen noenlunde samme mønster som 1960-kohorten. En viktig hovedforskjell er at 2010-kohortens netto realinntekt er langt høyere enn 1960-kohortens (målt i varekonsumenheter). Over livsløpet ligger det i gjennomsnitt 109% over 1960-kohortens netto realinntektsnivå. Dette forklares med den generelle teknologiske fremgangen i økonomien og utviklingen i effektivitetsfaktorene over livsløpet for de to kohortene, jfr. ligning (5.53). Ser vi Figur 6-9 i sammenheng med formuesbanen i Figur 6-8 fremkommer det at 2010-kohorten verdsetter varekonsum mot slutten av livssyklusen noe høyere – etter som avsparingen holdes moderat.

Figur 6-9 2010-kohorten: Konsum, inntekt og livssyklussparing



Opplytende er det at opptjeningsmodellen i det reformerte pensjonssystemet ser ut til å stimulere til lang deltagelse i arbeidsmarkedet. Dette medfører opprettholdelse av skatteinntekter til det offentlige og burde sørge for en bedre balanse mellom offentlige inntekter og utgifter. Vi kommer likevel ikke bort fra at svært mye av individenes økonomiske tilpasning av avhenger av formuleringen av livstidseffektiviteten. Siden individene avlønnes med sitt marginalbidrag til produksjonen faller lønnen mot slutten av livsløpet. I realiteten vil lønnen være

(så å si) stigende over hele yrkeskarrieren – og dette *kan* gjøre at folk får mindre insentiv til å trekke seg ut av arbeidsmarkedet – spesielt om de tar hensyn til den *effektive lønnen*. Det vil si at de tar hensyn til at videre yrkesdeltagelse etter fylte 62 år i tillegg til utbetalt lønn medfører opparbeidelse av pensjonsrettigheter og dermed større fremtidige pensjonsuttak. Med andre ord *bør* uavkortet opptjening av pensjonsrettigheter mellom 62 og 75 år gi gode økonomiske insentiv til å arbeide i disse årene.

6.3 Offentlig sektor

Det offentlige i modellen er i prinsippet redusert til en tellesentral som mottar skatteinntekter fra arbeidsinntekt og pensjoner i tillegg til en overføring fra Statens Pensjonsfond – Utland (SPU). Størrelsen på overføringen er gitt fra ligning (5.44) og tilsvarende realavkastningen på fondet.⁴⁰ Vi ser først om det offentlige oppnår budsjettbalanse uten overføringene fra SPU, dvs. om de oljekorrigerte offentlige inntektene dekker de offentlige utgiftene. Vi vurderer deretter hvor store de offentlige underskuddene blir – og hvorvidt de kan håndteres når vi inkluderer de årlige overføringene fra SPU.

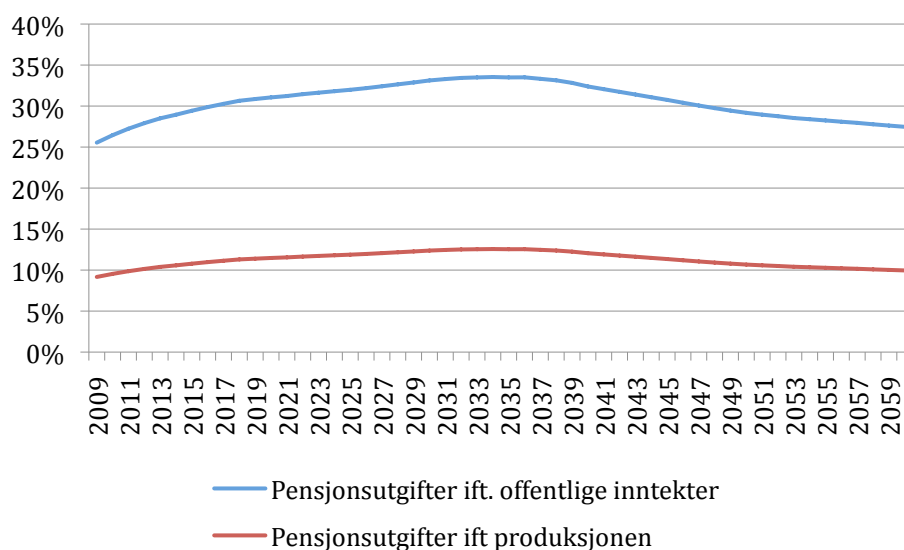
6.3.1 Pensjonsutgiftene

Figur 6-10 viser de samlede pensjonsutgiftene i forhold til offentlige inntekter og økonomiens produksjon i perioden 2009 – 2060. Pensjonsutgiftene er gitt fra ligning (5.43), de offentlige inntektene fra ligning (5.44), og produksjonen fra (5.9). I 2009 er de som mottar pensjonsutbetalinger de gjenlevende fra kohortene født mellom 1926 og 1947. Størrelsen på disse kohortene er relativt små i forhold til de som er yrkesaktive dette året, jfr. Figur 6-1. I 2009 utgjør pensjonsutgiftene 25,5% i forhold til de offentlige inntektene. De øker deretter til 33,5% i 2037 før andelen faller til 27,5% i 2060. Fallet etter 2037 må sees i sammenheng med Figur 6-2 som viser at antallet i aldersgruppen '67 år og eldre'

⁴⁰ Dette fordi i diskret-tid-modellen beregnes alt som skjer på et tidspunkt simultant. Dette gjør at SPU beholder sin verdi selv om overføringen skjer "før" avkastningen tilskrives fondsverdien.

stabiliserer seg omkring 1 million individer samtidig som antallet i aldersgruppen '22-66år' øker. Sistnevnte utgjør hoveddelen av skattebasen og i kombinasjon betyr dette at *utgiftsandelen* faller. Pensjonsutgiftene i forhold til produksjonen er i 2009 9,1% før det øker til 12,6 % i 2034 og faller tilbake til 9,9% i 2060.

Figur 6-10 Pensjonsutgifter ift. offentlige oljekorrigerte inntekter og produksjon



Toppen som nås i 2034 sammenhenger med at de kohortene som hever pensjon i denne perioden er historisk sett, og i forhold til de i arbeid, relativt store, jfr. Figur 6-1. Fallet i forholdet mellom pensjonsutgiftene og de offentlige oljekorrigerte inntektene og produksjon må sees i sammenheng med avhengighetsraten i Figur 6-5.

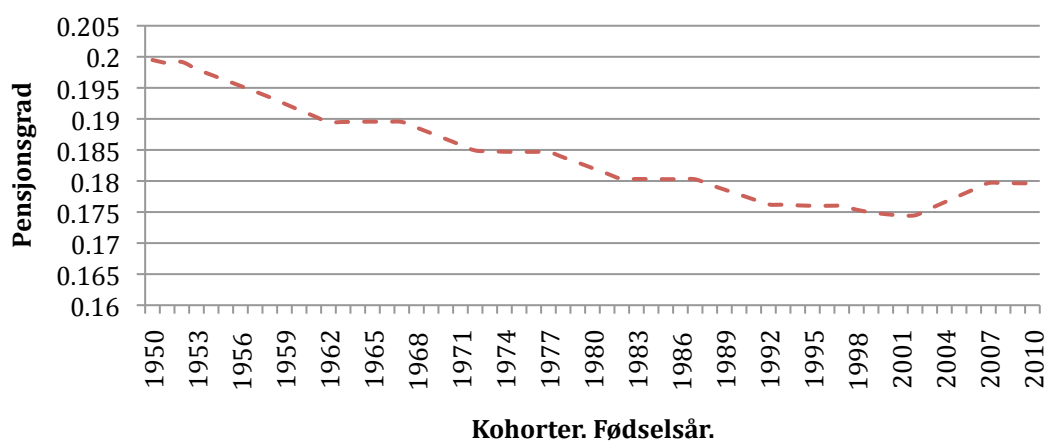
6.3.1.1 Pensjonsgrad

Vi definerer *pensjonsgraden* til kohort k som forholdet mellom nåverdien av pensjonsuttakene og nåverdien av skatteinntektene staten får fra kohorten lik

$$KG_k = \frac{\sum_{t=k+22}^{T_k} (1+r)^{k-t} put_{k,t} N_{k,t}}{\sum_{t=k+22}^{T_k} (1+r)^{k-t} \tau[w_{k,t}^* (1-l_{k,t}) + put_{k,t}] N_{k,t}} \quad (6.1)$$

Den er illustrert i Figur 6-11 og viser en nedadgående trend i *pensjonsgraden* for kohortene født mellom 1950-2010. Dette er i hovedsak kohortene som pensjonerer seg i det årsintervallet vi presenterer resultater fra. At pensjonsgraden er fallende forklares i hovedsak med to ting: når levealderen øker, blir flere i jobb lengre og skatteinntektene opprettholdes over en relativt lengre del av individenes liv – selv om alle kohortene tar ut pensjon fra og med fylte 62 år. Den andre sentrale effekten kommer fra delingstallene. Når individene forventes å leve lengre – skal pensjonsbeholdningen fordeles over flere år – og de årlige utbetalingene blir mindre. Hadde vi latt individene selv velge når de ville gå av med pensjon – altså første uttakstidspunkt – ville trolig pensjonsgraden blitt noe høyere. Dette fordi folk som forventer å leve lengre (og gjerne har lengre yrkeskarrierer) trolig ikke vil starte pensjonuttak fra og med første mulige uttakstidspunkt.

Figur 6-11 Pensjonsgrad

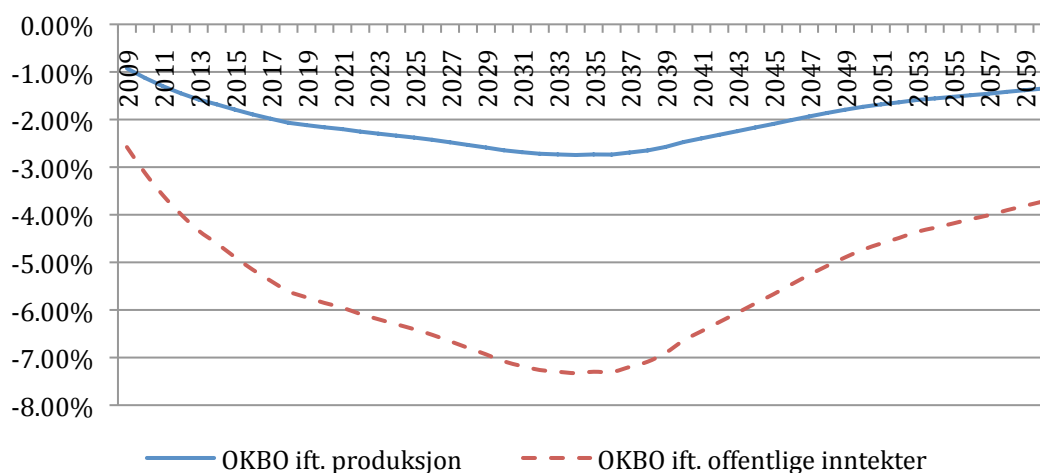


6.3.2 Offentlige inntekter, utgifter og oljekorrigert underskudd

Figur 6-12 viser det løpende offentlige oljekorrigerte underskuddet definert i ligning (5.45) i forhold til løpende offentlige oljekorrigerte inntekter fra ligning (5.42) og den årlige produksjonen i ligning (5.7). Det oljekorrigerte underskuddet i forhold til oljekorrigerte offentlige inntekter beløper seg til 2,58% i 2009, øker til 7,33% i 2034 og faller tilbake til 3,72% i 2060. Det oljekorrigerte underskuddet i forhold til produksjonen er 0,93% i 2009, øker til 2,75% i 2034 og re-

duseres gradvis til 1.35% i 2060. Dette må blant annet sees i sammenheng med økningen i befolkningen som i stor grad påvirker produksjonen, jfr. ligning (5.7). Kurvaturen på de to forholdene må også sees i sammenheng med Figur 6-10 som viser de totale pensjonsutgiftene i forhold til oljekorrigerte offentlige inntekter og produksjon. Når pensjonsutgiftene relativt til oljekorrigerte offentlige inntekter når toppen i 2034 er også det løpende oljekorrigerte budsjettunderskuddet på sitt største. Reduksjonen i underskuddet er sterkt påvirket av økningen i arbeidstilbudet – som øker skatteinntektene – i denne perioden. At dette virker intuitivt fornuftig støttes av avhengighetsraten i Figur 6-5 som er fallende etter 2034, dvs. flere som er yrkesaktive i forhold til de som hever pensjon. Til sammenligning kan det nevnes at det gjennomsnittlige oljekorrigerte underskuddet i Norge i perioden 1986-2009 har vært 3.5% av BNP. Med tanke på at underskuddene er forventet å øke i årene fremover – kan det virke som om trenden i det oljekorrigerte underskuddet ser relativt plausibelt ut.

Figur 6-12 Offentlig oljekorrigert budsjettoverskudd

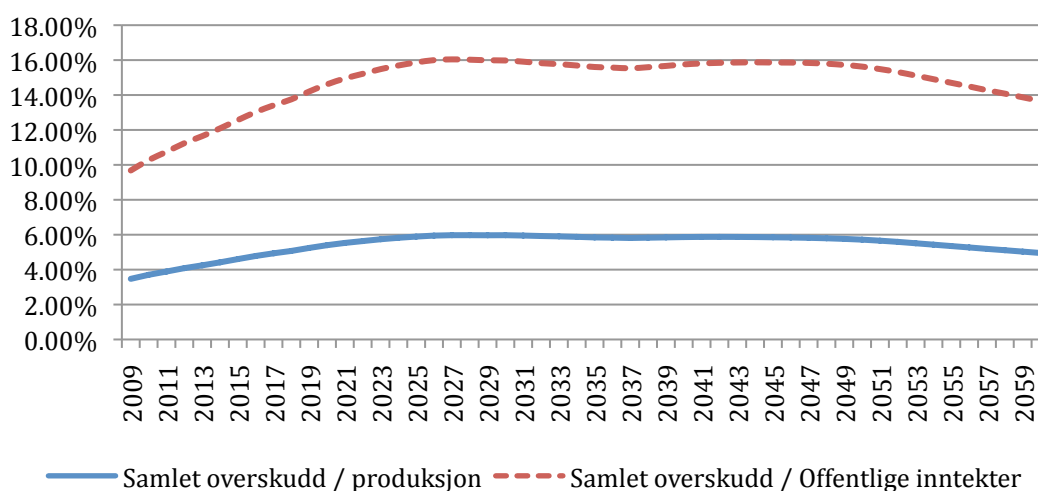


Frem mot 2034 trekker relativt store kohorter seg ut av arbeidsstyrken og hever pensjon, mens relativt små kull er yrkesaktive og inntektsskatteyttere, jfr. Figur 6-1. Isolert sett kan dette tenkes å være hovedforklaringen på hvorfor vi observerer den utviklingen i det oljekorrigerte underskuddet som vi gjør i Figur 6-12.

Det offentliges samlede finanser

For å kunne svare på om overføringene fra SPU (som tillates) av *handlingsregelen* er tilstrekkelige til å demme opp for de (oljekorrigerte) offentlige budsjettunderskuddene – inkluderer vi de årlige overføringene fra SPU, OF_t , slik at de offentlige *samlede inntektene* blir lik OI_t i ligning (5.42). Størrelsene på de årlige overføringene er gitt ved realavkastningen på SPU, jfr. ligning (5.44). Vi illustrerer her det offentliges *samlede inntekter* og offentlige utgifter fra (5.43) i forhold til produksjonen i (5.7) og de oljekorrigerte offentlige inntektene i **Figur 6-13**. Figuren viser et langt hyggeligere bilde av den offentlige finansielle situasjonen enn det oljekorrigerte underskuddet i Figur 6-12.

Figur 6-13 Samlet offentlig overskudd ift. produksjon og offentlige inntekter

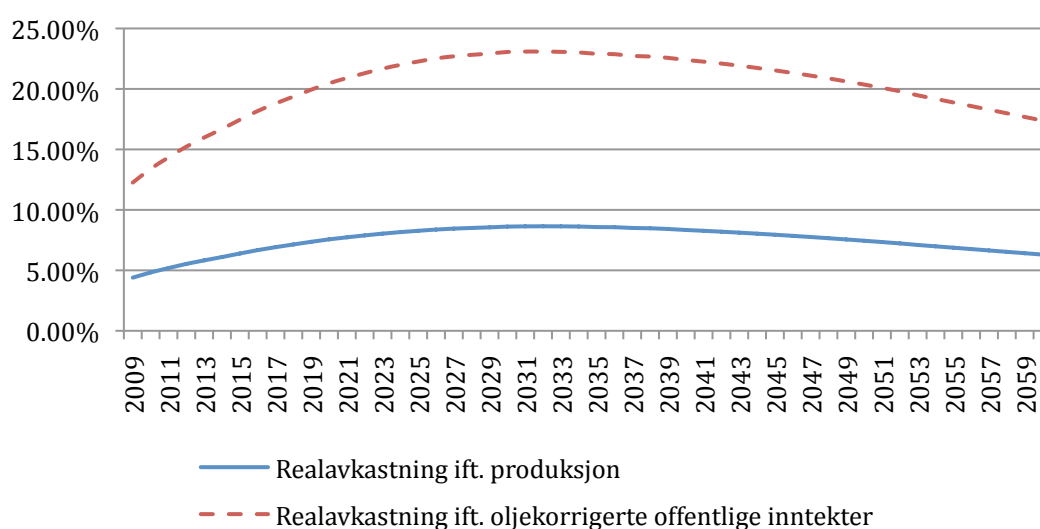


Det samlede offentlige overskuddet i forhold til de oljekorrigerte offentlige inntektene i 2009 beløper seg til 9,68% og øker mot 16,02% i 2028 før de holder seg rundt 16% frem til 2047. Etter dette faller de noe tilbake til 13,36% i 2060. I forhold til produksjonen er det samlede offentlige overskuddet noe lavere, men like fullt positivt i hele perioden. I 2009 er overskuddet 3,47% av produksjonen og øker til 5,97% i 2030 før det faller tilbake til 4,75% i 2060. Forskjellen mellom overskuddet i Figur 6-13 og det oljekorrigerte underskuddet i Figur 6-12 tilskrives overføringene fra SPU. Det er tydelig at overføringene fra SPU er store nok til at det offentlige får dekket inn forskjellen mellom skatteinntektene fra arbeid og

pensjonsuttak og pensjonsutbetalinger og annet offentlig konsum, jfr. ligning (5.43).

Overføringene, dvs. realavkastningen på SPU, i forhold til produksjon og de oljekorrigerede inntektene er illustrert i Figur 6-14. I toppåret 2032 er overføringene (realavkastningen på SPU) lik 23,09% av de offentlige oljekorrigerede inntektene og 8,58% av produksjonen. Dette er opp fra henholdsvis 12,26% og 4,4% i 2009. Realavkastningen faller noe til 17,39% og 6,3% av henholdsvis oljekorrigerede inntekter og produksjon i 2060. Vi har lagt til grunn konstant realavkastning lik 4% i SPU i alle år fra og med 2009 og variasjoner i den årlige realavkastningen vil åpenbart få utslag på både det samlede overskuddet i Figur 6-13 og de samlede offentlige inntektene i Figur 6-14.

Figur 6-14 Realavkastning SPU ift. produksjon og offentlige oljekorrigerede inntekter

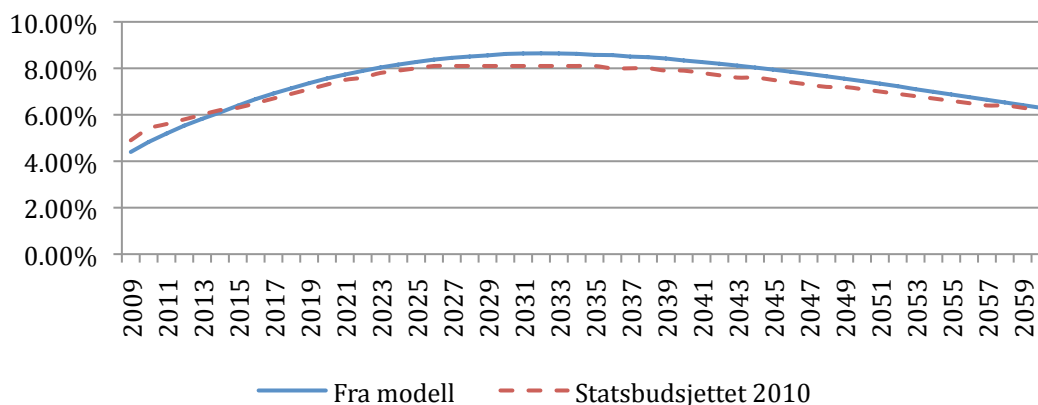


I utgangspunktet kan disse størrelsene virke noe overveldende – og da spesielt at realavkastningen fra SPU i toppåret 2032 tilsvarer 8,58% av produksjonen i modelløkonomien.

Figur 6-15 viser den årlige realavkastningen relativt til produksjonen i modellen og prognoser fra Statsbudsjettet 2010 på hvor stor avkastningen fra SPU vil være i forhold til BNP i perioden 2009-2060. Fra figuren ser vi at våre beregninger avviker lite fra de prognosene som er lagt frem i Statsbudsjettet. Dette leder oss til å tro at fremskrivningen av statens inntekter fra petroleumssektoren

i Kapittel 4 og den enkle kalibreringen vi har gjort av SPU gir en god beskrivelse av de årlige overføringene til det offentlige i modellen.

Figur 6-15 Realavkastning SPU ift. produksjon og BNP

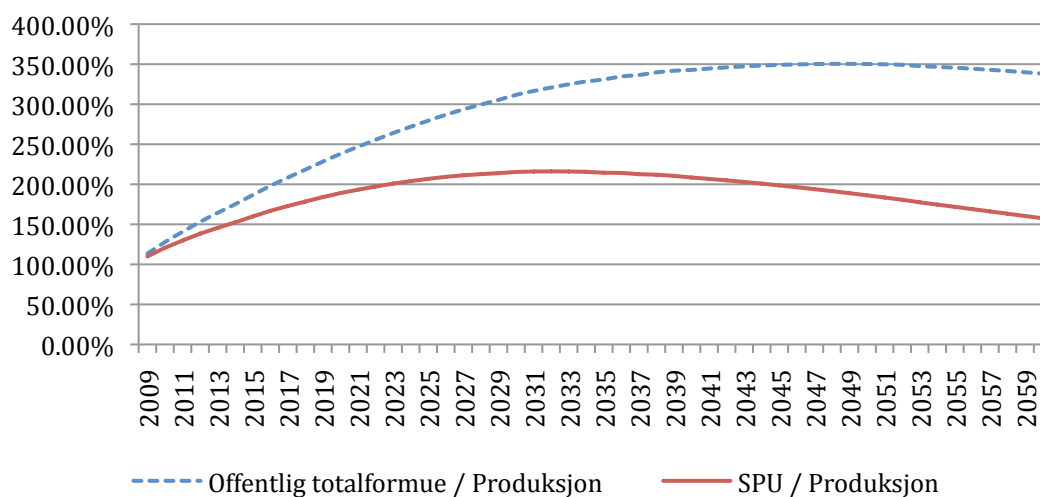


Selv om de offentlige oljekorrigerte inntektene og utgiftene kun består av hhv. skatteinntekter og pensjonsutgifter og offentlig konsum, er det grunn til å tro at prognosene våre for den statsfinansielle situasjonen i Norge beskrives relativt bra av modellen vår i Kapittel 5. Resultatene illustrert i Figur 6-13 viser at med den utviklingen i Statens pensjonsfond – Utland vi fremskrev i Kapittel 4 – kombinert med en konstant årlig avkastning lik 4% - er økonomien i en relativt komfortabel statsfinansiell posisjon. Selv om det løpende oljekorrigerte budsjettunderskuddet illustrert i Figur 6-12 er noe dyster lesning, vil en med overføringene fra SPU likevel være i en særstilling i forhold til å håndtere den fremtidige demografiske utviklingen og påfølgende økningen i pensjonsutbetalingene.

Avslutningsvis er det av interesse å illustrere hvordan utviklingen i det offentliges *samlede formue* i forhold til produksjonen i modelløkonomien. Dette sier noe om hvor store de finansielle reservene er i forhold til verdiskapningen i økonomien – altså hvor mye man har *på bok* i forhold til den årlige verdiskapningen. Figur 6-12 viser at de fremtidige offentlige utgiftene ikke lar seg dekke av de oljekorrigerte offentlige inntektene, men at med de årlige overføringene fra SPU – ser situasjonen ut til å være fullt ut håndterbar. Vi lar summen av de akkumulerte årlige offentlige overskuddene (inkl. avkastning), dvs. differansen mellom (5.42) og (5.43) og SPU være lik det offentliges *samlede formue* på utlandet. Denne er også gitt fra (5.49), bare at vi ser bort den private formuen, PF_t .

Den samlede offentlige formuen – altså den totale fordringsposisjonen på utlandet – i forhold til produksjonen er illustrert i figuren under sammen med verdien på SPU i forhold til produksjonen.

Figur 6-16 Offentlig totalformue og SPU ift. produksjon



Den offentlige samlede formue i forhold til produksjonen beløper seg til 113% i 2009 og øker årlige frem til toppen på 350% i 2050 før den faller noe tilbake til 338% i 2060. Forholdet mellom SPU og produksjonen er naturligvis noe lavere, ettersom verdien på SPU er kun bestemmes av overføringene fra petroleumsektoren, jfr. antagelsen om at avkastningen inngår i de offentlige samlede inntektene. SPU som andel av produksjonen er i 2009 110% (initial kalibrert verdi, jfr. ligning (5.54)) og øker til 216% i toppåret 2032 før andelen faller tilbake til 157% i 2060. Fallet kan i hovedsak forklares med avtagende overføringer fra petroleumsektoren, jfr. Figur 4-7. Med en såpass solid offentlig fordringsposisjon på utlandet (totalformue) som vi ser av Figur 6-16 er det grunn til å tro at den offentlige finansielle utfordringen absolutt er håndterbar de neste 50 årene.

Det er viktig å presisere at vi kun har sett på hvordan utgiftene fra inntektpensjonsdelen i folketrygden påvirker den statsfinansielle situasjonen. Tar vi hensyn til den projiserte økningen i andre aldersrelaterte utgifter til eksempelvis helse- og omsorgstjenester samt andre deler ved folketrygden som AFP og uføretrygd vil nok prognosene våre endres betraktelig. De årlige budsjettoverskuddene i Figur 6-13 blir derfor som meget optimistiske å regne. Det avgjørende for den statsfinansielle situasjonen avhenger åpenbart av andre aldersrelater-

te utgifter enn de vi har eksplisitt modellert i vår modell. Hvorvidt statens fremtidige inntekter fra petroleumssektoren og realavkastningen på SPU samsvarer med nåværende forventninger vil i kombinasjon med om befolkningsutviklingen følger de fremskrivningene vi har lagt til grunn, være særlig viktig for relevansen av de resultatene vi har presentert.

Mulig feil i det demografiske grunnlaget

Fremskrivningene vi har gjort av kohortenes dødelighetsmønstre og derunder forventet levealder og overlevelsesandeler virker tilsynelatende å gi et godt bilde på den demografiske utviklingen i Norge. Denne slutningen trekker vi blant annet fra Figur 2-7 og Figur 6-3. Førstnevnte figur viser et svært godt samsvar mellom våre og Statistisk sentralbyrås prognoser for forventet levealder frem mot 2060. Sistnevnte figur viser antall individer i ulike aldre i modellen og i virkeligheten i år 2009. Selv om alderssammensetningen i modellen avviker noe fra den faktiske, tyder lite på at antallet i aldersgruppen '67 år og eldre' skal flate ut, jfr.

Figur 6-2. Hvor mange i en kohort som lever til ulike aldre er definert i ligning (5.1) og er gitt av overlevelsesandelene til den enkelte kohort. I simuleringssmodellen har vi 300 kohorter. Alle kohortene har spesifikke overlevelsesandeler – og det kan se ut som om vi har gjort noe feil når vi beregnet disse. Vi har ikke klart å identifisere hvor feilen eventuelt ligger, men en beregningsfeil som gjør at overlevelsesandelene til kohortene har blitt for lave (spesielt for høye aldre) forklarer hvorfor antallet i aldersgruppen '67 år og eldre' flater ut etter 2034, jfr. Figur 6-2. Dette forklarer også den noe spesielle formen på avhengighetsraten i Figur 6-5.

6.4 Forslag til modellutvidelser

Modellen vi presenterte i Kapittel 5 er fortsatt for mangelfull til å kunne gi gode prognoser for den norske økonomien. Formaliseringen av inntekstpensjonsdelen av pensjonssystemet er et viktig steg på veien mot å kunne beskrive fremtidige statsfinansielle utfordringer. Systemet kan spesielt forbedres på et område: ved

å la individenes selv bestemme når de vil starte pensjonsuttaket. Dette medfører en mer realistisk beregning av individenes og aggregerte pensjonsuttak. Av spesielle mangler i modellen trekker vi frem offentlig sektor, presentert i 5.1.4. Denne bør utvides til å omfatte flere deler av folketrygden samt andre aldersrelaterede utgifter som helse og omsorgstjenester. En mulighet vil være å bruke generasjonsregnskapsdata som en tilnærming til hvor store de offentlige overføringene er og forventet å bli til ulike aldersgrupper. Dette vil gi et langt bedre bilde på de offentlige utgiftene i modellen. Det hadde det vært interessant å formalisert modellen med endogen bestemmelse av skatteraten. Dette vil gjøre at man for eksempel kan legge inn en restriksjon som tilsier at skattepolitikken skal balansere offentlige budsjetter. Dette vil få utslag på individenes arbeidstilbud gjennom endring i pris på fritid – som samtidig påvirker opptjeningen av pensjonsrettigheter. Videre kunne man introdusert et andre representativt individ i en kohort – da for å skille mellom kjønn. Avslutningsvis nevner vi at det vil være interessant å gjøre flere sensitivitetanalyser etter de ovennevnte utbedringene er på plass. Av spesiell interesse er det å gjøre en vurdering av hvor store utslag endrede prognoser for markedsverdien og avkastningen på SPU vil få.

7 Konklusjon

Vi har gjennomført en analyse av den fremtidige statsfinansielle situasjonen i Norge. Utgangspunktet for utredningen var å gi et svar på om Statens pensjonsfond – Utland og om avkastningen fra fondet vil være stor nok til å dekke fremtidige budsjettunderskudd som følger av den generelle aldringen i befolkningen. Metodisk har vi lagt til grunn en numerisk overlappende generasjonsmodell som vi har formalisert med spesielle hensyn på demografi, pensjonssystem og offentlig sektors finanser. Videre har vi på bakgrunn av empiriske data gjort en fremskrivning av den forventede aldringen i befolkningen for å kunne gi en vurdering av hvordan dette påvirker offentlige finanser. Pensjonssystemet er formalisert med utgangspunkt i *Lov om ny alderspensjon*. Overføringene fra Statens pensjonsfond – Utland er en eksogen størrelse, beregnet med utgangspunkt i *handlingsregelen*. Størrelsen på statens fremtidige inntekter fra petroleumssektoren og pensjonsfondet er bestemt gjennom en empirisk fremskrivning av produksjonen på norsk sokkel. Resultatene fra simuleringene viser en tydelig sammenheng mellom den demografiske strukturen i modelløkonomien og hvor store det offentlige pensjonsutbetalinger og underskudd blir. Vi viser hvordan størrelsen på og hvor lenge kohortene lever og arbeider har direkte innvirkning på de aggregerte pensjonsutbetalingene. Pensjonssystemet synes å ha direkte effekt på individenes arbeidstilbud. Spesielt observerer vi at bortfallet av retten til videre opptjening av pensjonsrettigheter etter fylte 75 år gir umiddelbar reduksjon i tiden individene bruker i inntektsgivende arbeid – et resultat av at fritid blir billigere. Vi merker oss at økningen i individenes disponible inntekt som følger av at de starter pensjonsuttaket ved alder 62 ikke slår nevneverdig ut i arbeidstilbudet.

Vi har vist at pensjonssystemet fungerer som en slags mekanisme for etterbetaling av lønn. Dette resultatet kan brukes til å gjøre detaljerte sensitivetsanalyser av hvordan individenes arbeidstilbud vil påvirkes av skattepolitikk og eventuelle strukturelle endringer i opptjeningsmodellen.

Statens årlige inntekter fra petroleumssektoren er fremskrevet på bakgrunn av historiske data og forventninger til fremtidig produksjon på norsk sokkel. Metoden vi har lagt til grunn er enkel, men ser ut til å gi et godt estimat på petroleumsformuen i bakken. Uten de årlige overføringene fra Statens pensjonsfond – Utland går offentlig sektor med underskudd i hele rapporteringsperioden som er fra og med 2009 til 2060. Inkluderes overføringene fra fondet i det offentlige sektors inntekter, snus underskuddene til betydelige overskudd for alle årene. Utgangspunktet for utredningen var å gi et svar på om Statens pensjonsfond – Utland og om avkastningen fra fondet vil være stor nok til å dekke fremtidige budsjettunderskudd som følger av økningen i pensjonsutgiftene – et resultat av den generelle aldringen i befolkningen. Når vi bare tar hensyn til inntektspensjonsdelen i folketrygden, finner vi at det offentlige finanser er robuste nok til å takle den fremtidige oljekorrigerede underskuddene. Med en finansiell buffer i Statens Pensjonsfond - Utland som tilsvarer godt over ett års verdiskapning i hele rapporteringsperioden, er det foreløpig liten grunn til bekymring. I analysen har vi ikke trukket på selve hovedstolen i fondet – så om bufferen er stor nok til å dekke fremtidig økning i andre offentlige utgifter er ikke så sikkert.

8 Kilder

Abel, B. A., & Warshawsky, M. (1987). Specification of the Joy of Giving: Insights from altruism. *NBER Working Paper Series* .

Arbeidsdepartementet. (2008). *Pensjonsreformen: Proposisjonens hovedinnhold og status for arbeidet med pensjonsreformen*.

Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (2004). Economic growth. In *Economic growth, Kapittel 2*. MIT Press.

Blanchard, J. O., & Fisher, S. (1989). *Lectures on macroeconomics*.

Brandt, R. A. (2006). Testing Hubbert. *Energy Policy* .

Brunborg, e. a. (2008). Utviklingen i levealder og utforming av delingstall i et reformert pensjonssystem. *Rapporter 2008/23* .

DagensNæringsliv. (2010). *Det henger ikke på greip. De lever på en rar planet*. From <http://www.dn.no/privatokonomi/article1888058.ece>

Dysvik, E. (2008). *En likevektsmodell med det nye pensjonssystemet*. Institutt for økonomi, UiB. Masteroppgave.

Finansdepartementet. (2010). *Nasjonalbudsjettet*.

Finansdepartementet. (2009). *Statsbudsjettet 2009*. From <http://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2009/>

Folkehelseinstituttet. (2009). *FHI.no*. Retrieved 2010 23-02 from http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5648&MainArea_5661=5648:0:15,2917:1:0:0:::0:0&MainLeft_5648=5544:72449::1:5647:44:::0:0

Foss, A. H. (1998). *SSB Notat 98/89 - Definisjoner og beregningsmetoder for dødelighetstabell* . Statistisk Sentralbyrå.

Gjersem, C. E. (1992). *Arv og formue i en overlappende generasjonsmodell*. SNF.

Hubbert, M. K. (1956). *Nuclear energy and the fossil fuels*. Shell Development Company.

Hurd, M. D. (1989). Mortality risk and bequests. *Econometrica* .

Hurd, M., & McGarry, K. (1995). Evaluation of the Subjective Probabilities of Survival in the Health and Retirement Study.

Husabø, E. (2009). *Ein jamvektsmodell for pensjonsreformen*. Institutt for økonomi, UiB. Masteroppgave.

Kurtzhals, J. H. (2007). *Pensjonsreformen - En gjennomgang og noen konsekvenser*. Institutt for økonomi, UiB. Masteroppgave.

- NAV. (2010). *Alderspension - Statistikk*. From <http://www.nav.no/Om+NAV/Tall+og+analyse/Pensjon/Alderspension>
- NBIM. (2010). From <http://www.nbim.no/en/Investments/Market-Value/key-figures/>
- NBIM.no. (2010). *nbim.no*. Retrieved 2010 júl 21-01 from Statens pensjonsfond utland: <http://www.nbim.no/no/om-oss/Statens-pensjonsfond-utland-SPU/>
- NOU:18. (2000). *Skattlegging av petroleumsvirksomhet*. Finansdepartementet. Oljedirektoratet. (2009). *Ressursrapporten*. Oljedirektoratet.
- Ot.prp. nr 37 (2008-2009)*. (n.d.). From *Om lov om endringer i folketrykkløven (ny alderspensjon)*: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/ad/dok/regpubl/otprp/2008-2009/otprp-nr-37-2008-2009-/11/2.html?id=546119>
- Raffelhüschen, B., & Risa, A. E. (1995). *Reforming social security in a small open economy*. European Journal of Political Economy.
- Rutherford, F. T., & Rasmussen, N. T. (2004). Modelling overlapping generations in a complementarity format. (28), pp. 1383-1409.
- Salm, M. (2006). Can Subjective Mortality Expectations and Stated Preferences Explain Varying Consumption and Saving Behaviors among the Elderly?
- SSB.no. (2007). *Arveavgiftsstatistikk, 2007*. SSB.
- SSB. (2009a). *Flyttinger fra og til utlandet, etter land*. Retrieved 2010 6-Juli from <http://www.ssb.no/histstat/tabeller/3-31.html>
- SSB. (2009b). From Tabell: 08108: Framskrevet folkemengde etter kjønn og ettårig alder i 14 alternativer: <http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/Define.asp?MainTable=Fr amskr2010T1&SubjectCode=02&ProductId=02.03&nvl=True&mt=0&pm=y&PLanguage=0&nyTmpVar=true>
- SSB. (2009c). Tabell 05839: Folkemengde, etter kjønn og ettårig alder. From 02 - Befolkning: http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?Productid=02.01.10&PXsid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/MenuSelP.asp&SubjectCode=02
- SSB. (2009d). *Tabell 3*. From Forventet gjenstående levetid for menn og kvinner på utvalgte alderstrinn: 1866-2008: <http://www.ssb.no/dode/tab-2009-04-16-03.html>
- SSB. (2009e). *Tabell: 07267: Framskrevet folkemengde etter kjønn og ettårig alder i 14 alternativer*.
- SSB. (2010 April). Foreldrenes gjennomsnittlige fødealder.

- Steigum, E. (1995). Offentlig gjeld og folketrygd i en overlappende generasjonsmodell for en liten, åpen økonomi. 1-13.
- Texmon, I., & Brunborg, H. (2009). Befolkningsframskrivinger 2009-2060. *Økonomiske analyser* (4).
- Thøgersen, Ø. (1995). Overlappende generasjonsmodeller og virkningene av finans- og overføringspolitikk. (109), pp. 165-188.
- Thøgersen, Ø. (2001). *Reforming social security: assessing the effects of alternative funding strategies*. Department of Economics, NHH. Applied Economics.
- Waalder et. al, H. T. (2003). The increase in life expectancy in Norway 1985 – 1998: Good years or bad? *Norsk Epidemiologi* .
- Wickens, M. (2008). *Macroeconomic Theory: A Dynamic General Equilibrium Approach* .
- Yaari, M. E. (1965 April). Uncertain Lifetime, Life Insurance, and the Theory of the Consumer . *The Review of Economic Studies*, Vol 32, No. 2 , pp. 137-150.

9 Vedlegg – General Algebraic Modeling System (GAMS) kode

Grunnet plasshensyn er det ikke lagt ved annet enn koden fra GAMS. Excel-filene med blant annet fremskrivningene dødssannsynligheter, overlevelsesandeler, (olje-)produksjonen på norsk sokkel og diverse andre inkluderingsfiler i GAMS-koden er utelatt, men illustrert med figurer i utredningen. Hva inkluderingsfilene inneholder er forklart i selve programkoden.

```
*=== OLG MODELL
*   Sist kjrt 06.08.10
*   MÅ kjoeres direkte fra \gamsdir\projdir\ grunnet mangelfull
spesifisering av libs
*   Input i run-command: GDX=O:\gamsdir\projdir\MODELNAME.gdx
*   .xls cmd -> gams-installdir\gdx2xls
O:\gamsdir\projdir\MODELNAME.gdx
*   Logikken og strukturen i syntaxen bygger på Dysvik (2007),
*   Husab (2008) og egen oppfinnsomhet.
*   Etterflgende kode avviker noe fra resultatene som er presen-
tert grunnet endring av
*   modelloppsett i utredningen etter programkoden ble skrevet.

*=== Tidshorisont og antall kohorter.
*   Like mange - for kvadratisk matrise.
set
t   tidspunkt      /0*300/,
k(t) kohorter     /0*300/;
alias (t,tt);

*=== Beskrivelse av tidspunkt
*   alder er tidspunkt fratrukket kohortens fordselsår; a = t -
k.
parameters
alder(k,t)        alder til kohort k på tidspunkt t
pensjonsalder(k)  tidspunktet k fyller 62;

alder(k,t)        =ord(t)-ord(k);
pensjonsalder(k)  =40;
display alder, pensjonsalder;

*=== INKLUDERINGSFILER
*   Filene inneholder vektorer for bestemmelse av blandt annet
*   kohortstorrelser, effektiviteten, overlevelsessannsynligheter,
*   lengden på livslp, maksimal oppnåelig alder og lengden på ef-
fektivitets-
*   sykelen til kohortene.
$include O:\gamsdir\projdir\maksalderNY.gms
$include O:\gamsdir\projdir\effalder2.inc
$include O:\gamsdir\projdir\kohortstorrelseNY.gms
$include O:\gamsdir\projdir\delingstallNY.gms
```

```
$include O:\gammdir\projdir\surviveprobs.gms
$include O:\gammdir\projdir\effektivitet.gms
```

```
*== Aldersbegrensninger for pensjonssystemet
parameter
```

```
ovre(k) grense for pensjonspoeng alder 75;
```

```
ovre(k)$maksalder(k) gt 53) = 53;
ovre(k)$maksalder(k) le 53) = maksalder(k);
display ovre;
```

```
*== Settdefinisjoner for aldersavgresninger
```

```
set
```

```
spareliv(k,t) tar ikke med foerste TP - pga kalibre-
ringen
```

```
ilive(k,t) kohort k lever pÅ tp t
```

```
effliv(k,t) effektivitetslivet til k - fra ef-
fekt.inc
```

```
iliveforsiste(k,t) aarene foer maksalder maksalder
```

```
siste(k,t) siste tidspunktet ind i k lever
```

```
forpensjon(k,t) alder lavere enn 62
```

```
penalder(k,t) alder 62
```

```
opptjening(k,t) alder mellom 62 og 75
```

```
etteropptjening(k,t) alder over 75
```

```
pensjonsbidrag(k,t) alder mellom 0 og 75;
```

```
spareliv(k,t) =yes$(1 le alder(k,t) and alder(k,t) le
maksalder(k));
```

```
ilive(k,t) =yes$(0 le alder(k,t) and alder(k,t) le
maksalder(k));
```

```
effliv(k,t) =yes$(0 le alder(k,t) and alder(k,t) le
effekt(k));
```

```
iliveforsiste(k,t) =yes$(0 le alder(k,t) and alder(k,t) lt
maksalder(k));
```

```
siste(k,t) =yes$(alder(k,t) eq maksalder(k));
```

```
forpensjon(k,t) =yes$(0 le alder(k,t) and alder(k,t) lt
pensjonsalder(k));
```

```
opptjening(k,t) =yes$(alder(k,t) gt pensjonsalder(k) and
alder(k,t) le ovre(k));
```

```
penalder(k,t) =yes$(alder(k,t) eq pensjonsalder(k));
```

```
etteropptjening(k,t) =yes$(alder(k,t) gt ovre(k) and al-
der(k,t) le maksalder(k));
```

```
pensjonsbidrag(k,t) =yes$(0 le alder(k,t) and alder(k,t) le
ovre(k));
```

```
display ilive, effliv, iliveforsiste, siste, forpensjon, opptje-
ning, penalder, etteropptjening;
```

```
*===Settdefinisjoner som maa legges til grunn ved todelt
budsjettrestr, dvs.
```

```
* reoptimering etter ind i k trekker seg helt ut av arbeids-
styrken.
```

```
* Ikke brukt i presentert modell.
```

```
set
```

```
postfirst(k,t) etter forste leveÅr - probl med
```

```
aritmetikken i dode
```

```
lever(k,t) frem til forventet levealder
```

```
levermellom(k,t) mellom forventet levealder og mak-
salder
```

```
leversiste(k,t) siste leveÅr;
```

```

lever(k,t)          =yes$(0 le alder(k,t) and alder(k,t) lt
effekt(k));
levermellom(k,t)   = yes$(effekt(k) le alder(k,t) and al-
der(k,t) eq maksalder(k));
leversiste(k,t)    =yes$(alder(k,t) eq maksalder(k));
postfirst(k,t)     =yes$(alder(k,t) gt 0);
display lever, levermellom, leversiste, postfirst;
*====DEMOGRAFI - levelader, osv.
* Mer negativt fortegn pÅ dode pga sigma(k,t) > sigma(k,t+1)
f.alle k. per def.
parameter
sigma(k,t)         overlevelsesandel
storleik(k,t)      antall i k som er er i live pÅ tp t
dode(k,t)          prosentandelen av Nkk som d`r pÅ et tidspunkt
dodek(k,t)         antallet som d`r i k pÅ t
dodetot(t)        totalt antall som d`r pÅ tp t
dodetotik(k)      totalt som har d`dd i k
befolkning(t)     st`rrelsen pÅ befolkningen;

sigma(k,t)         = dodssanns(k,t)$ilive(k,t);
storleik(k,t)      = storleikein(k)*sigma(k,t);
dode(k,t)$postfirst(k,t) = -(sigma(k,t+1)-sigma(k,t));
dodek(k,t)$ilive(k,t) = dode(k,t)*storleikein(k);
dodetot(t)        = sum(k,dodek(k,t));
dodetotik(k)      =sum(t,dodek(k,t));
befolkning(t)     = sum(k,storleik(k,t));
display sigma, storleik, dode, dodek, dodetot, befolkning;

*====
* Parameterverdier / Konstanter / Restriksjoner
*====
scalars
teta    relativrisikoaversjon          /3/
alphac  nytteelastisitet konsum        /0.4/
alphal  nytteelasitistitet fritid     /0.6/
r       realrente                       /0.04/
rho     tidspeferanserate              /0.01/
oppt    opptjeningsrate                 /0.181/
avkp    reall`nnsvekst                  /1.0136/
avkpu   avkasting pensjonsrettigheterr u. utbet /1.005998/
beta    kapitalens inntektsandel        /0.32/
offkon  offentlig konsumprosent av bnp  /0.276424376/
lambda  preferanser over generasjoner   /0.01/
tau     marginals katt pÅ arb.inntekt.  /0.465/
taua    arveavgift                      /0.025/;

parameters
nvp(k,t)  markedsdiskonteringsfaktoren
nvn(k,t)  nyttdiskonteringsfaktor
nvk(k,t)  vektning av generasjonenes nytte
eff(k,t)  effektivitet over livssyklusen;

nvp(k,t)$ilive(k,t) = (1+r)**(-alder(k,t));
nvn(k,t)$ilive(k,t) = sigma(k,t)*(1+rho)**(-alder(k,t));
nvk(k,t)$ilive(k,t) = (1+lambda)**(-(ord(t)-1));
eff(k,t)$effliv(k,t) =exp(4.47 + (eta(k)*alder(k,t))
- gamma(k)*(alder(k,t)**2))/exp(4.47);
display nvp, nvk, eff;

*==== ykonomien. Produksjon og vekst.

```

```

parameters
kapint      kapitalintensitet
produk      produksjon pr effektiv arbeidsenhet
a(t)        produktivitetsfaktor
mpea        marginalproduktivitet pr effektiv arbeidsenhet
rl(t)       reallønn på tp t;

kapint      = (beta/r)**(1/(1-beta));
produk      = kapint**beta;
a(t)        = avkp**(ord(t)-1);
mpea        = (1-beta)*(kapint**beta);
rl(t)       = a(t)*mpea;
display kapint, produk, a, mpea, rl;

parameters
effl(k,t)   effektivitetsløn;

effl(k,t)$effliv(k,t)   = rl(t)*eff(k,t);
display effl;

*==== OPTIMERING
* Alle variable og parametre som inngår er pre-definert enten i
programkoden
* eller i vektorene som ligger i inkluderingsfilene (verst).
variables
c(k,t)      konsum
l(k,t)      fritid
z(k,t)      samlet konsum
u(k)        livssyklusnytte for k
v           velferd
arv(k,t)    arveavsetning
pb(k,t)     pensjonsbidrag
f(k,t)      pensjonsbeholdning
dp(k,t)     disp pensjon
ut(k,t)     pensjonsuttak;

positive variables
c(k,t)      konsum
l(k,t)      fritid
pb(k,t)     pensjonsbidrag
f(k,t)      pensjonsbeholdning
dp(k,t)     disp pensjon
ut(k,t)     pensjonsuttak
arv(k,t)    arveavsetning;

equations
samla(k,t)      samla konsum på tidspunkt t
nytte(k)        livstidsnytte
velferd         velferd
budsjett(k)     budsjettrestriksjonen
fritid(k,t)     ðvre grense for fritid
disponibel(k,t) disponibel pensjon
bidrag(k,t)     pensjonsbidrag kohort k tidspunkt t
beholdning(k,t) PBH kohort k tp t
pensjon(k,t)    uttak kohort k tp t
uttakforste(k,t) uttak alder 62
uttaketter(k,t) uttak etter 75;

samla(k,t)$ilive(k,t)..      z(k,t) =e=
(c(k,t)**(alphac))*(l(k,t)**(alphal));

```

```

budsjett(k)..          sum(t$ilive(k,t),nvp(k,t)*(c(k,t)))
=e=
                        sum(t$ilive(k,t),nvp(k,t)*((1-
tau)*(effl(k,t)*(1-l(k,t))+ut(k,t)))));

*=== Pensjonssystemet
bidrag(k,t)$pensjonsbidrag(k,t)..   pb(k,t) =e=
oppt*effl(k,t)*(1-l(k,t));

beholdning(k,t)$ilive(k,t)..        f(k,t) =e= sum(tt$(ord(tt)
lt ord(t) and ord(tt) ge ord(k)),
ord(tt))*pb(k,tt));

fritid(k,t)$ilive(k,t)..            l(k,t) =l=1;

uttakforste(penalder)..             dp(penalder) =e=
f(penalder)/delingstall(penalder);

disponibel(k,t)$opptjening(k,t)..   dp(k,t) =e= (ut(k,t-
1)*avkpu)
+((avkp*pb(k,t-
1))/delingstall(k,t));

uttaketter(k,t)$etteropptjening(k,t).. dp(k,t) =e= dp(k,t-
1)*avkpu;

pensjon(k,t)..                     ut(k,t) =e= dp(k,t);

*=== Nyttmaksimering
nytte(k)..          u(k) =e= sum(t,nvn(k,t)*((z(k,t)**(1-teta)-
1)/(1-teta)));
velferd..          v =e= sum(k,u(k));

*=Kalibrerte minstevedier for fritid og varekonsum - for Å gi si-
muleringsprosedyren
* et bedre definert leteområde.
l.lo(k,t)$ilive(k,t)=0.45;
c.lo(k,t)$ilive(k,t)=0.65;
z.l(k,t)$ilive(k,t) = 0.5;
dp.up(k,t)$forpensjon(k,t) = 0;
dp.l(k,t) = 0.5;
l.up(k,t)$ilive(k,t) =1;

model espen /all/;
option reslim = 60000;
option iterlim = 1000000;
solve espen maximizing v using nlp;
solve espen maximizing v using nlp;
display l.l, c.l, samla.l, dp.l, f.l, pb.l;

*=== Privat sparing - residualt bestemt
parameter
indsparing(k,t)    sparingen til individ i k på t
indformue(k,t)    formuen til et individ. ingen restriksjon på
fortegn
inntekt(k,t)       den disponible inntekten for k på t;

inntekt(k,t)$ilive(k,t) = (1-tau)*(effl(k,t)*(1-
l.l(k,t))+ut.l(k,t));

```

```

indsparing(k,t)$ilive(k,t)      = (1-tau)*(effl(k,t)*(1-
l.l(k,t))+ut.l(k,t))-c.l(k,t);

indformue(k,t)$iliveforsiste(k,t) = sum(tt$(ord(tt) le ord(t)),
((1+r)**(ord(t)-
ord(tt)))*indsparing(k,tt));

indformue(k,t)$siste(k,t)      = (indformue(k,t-
1)+indsparing(k,t-1))*(1+r)+indsparing(k,t);

display indsparing, indformue;

parameter
dispinntekt(k,t) nettoinntekten til et individ pÃ tp t;
dispinntekt(k,t)$ilive(k,t) = (1-tau)*(effl(k,t)*(1-
l.l(k,t))+ut.l(k,t));
display dispinntekt;

*== Agg priv sparing og formue - grunnlag for tot priv kaptil-
bud.
parameter
aggsparing(k,t)      sparing til kohort k pÃ eit tidspunkt
aggformue(k,t)      formue pÃ eit tidspunkt - dvs formuen til
alle samtidige k
totformue(t)        total privat formue pÃ tp t
formueprcap(t)      formue pr individ
kohortsparing(t)    alle kohortenes sparing pÃ tp t ;

aggsparing(k,t)$ilive(k,t)      = storleik(k,t)*((1-
tau)*(effl(k,t)*(1-l.l(k,t))
+ut.l(k,t))-c.l(k,t));

aggformue(k,t)$iliveforsiste(k,t) = sum(tt$(ord(tt) lt ord(t)),
((1+r)**(ord(t)-
ord(tt)))*aggsparing(k,tt));

aggformue(k,t)$siste(k,t)      = (aggformue(k,t-
1)+aggsparing(k,t-1))*(1+r)
+aggsparing(k,t);

totformue(t)              = sum(k,aggformue(k,t));
formueprcap(t)            = totformue(t)/befolkning(t);
kohortsparing(t)          = sum(k,aggsparing(k,t));

display aggsparing, aggformue, totformue, formueprcap, kohortspa-
ring;

parameter
totalpf(k,t) total privat formue for k pÃ t
totalpft(t) total privat formue pÃ tidspunkt t;
totalpf(k,t)$ilive(k,t) = arveformue(k,t)+formue(k,t);
totalpft(t) = sum(k,totalpf(k,t));
display totalpf, totalpft;

display sparing, formue, totformue, l.l, c.l, ut.l;

*== Arveavsetninger - skulle vÃrt bestemt som arg i nyttefunk-
sjonen

```

```

parameter
arveav(k,t)      arveavsetning pÅ et tidspunkt
arveformue(k,t) arveformue pÅ et tidspunkt - dvs. summen av av-
setninger;

arveformue(k,t)$iliveforsiste(k,t) = sum(tt$(ord(tt) lt
(ord(t))),
                                     ((1+r)**(ord(t)-
ord(tt)))*arv.l(k,tt));
arveformue(k,t)$siste(k,t)         = (arveformue(k,t-1)
+arveformue(k,t-
1))*(1+r)+arv.l(k,t);
display arveformue;

*==== ARBEIDSTILBUD

parameter
arbeid(k,t)      eff arbtilbud repr individ
arbeidk(k,t)     arbeidstilbudet til kohorten
arbeidstilbud(t) totalt arbeidstilbud pÅ tp t
reparbeidstilbud(t) agg arb tilb fra repr ind i alle k
ikkeeffarbeid(k,t) ikke eff arb - dvs tid for kohort uten
for arb
ikkeeffarbeidk(t) ikkeeffarb for kohorten
effektivdepratio(t) effektiv avhengighetsrate
ikkearbeidk(k,t) motsatt av arbeidstilbud
ikkearbeid(t)    motsatt av arbeidstilbud;

arbeid(k,t)$effliv(k,t)      = eff(k,t)*a(t)*(1-l.l(k,t));
arbeidk(k,t)$effliv(k,t)    = storleik(k,t)*arbeid(k,t);
arbeidstilbud(t)            = sum(k, arbeidk(k,t));
reparbeidstilbud(t)        = sum(k, arbeid(k,t));
ikkeeffarbeid(k,t)$effliv(k,t) = (1 - l.l(k,t));
ikkeeffarbeidk(t)          = sum(k, ikkeeffarbeid(k,t));
ikkearbeidk(k,t)           =
eff(k,t)*a(t)*l.l(k,t)*storleik(k,t);
ikkearbeid(t)              = sum(k,ikkearbeidk(k,t));
effektivdepratio(t)        = ikkearbeid(t)/arbeidstilbud(t);

display arbeid, arbeidk, arbeidstilbud, reparbeidstilbud, ikkeeff-
arbeid,
      ikkeeffarbeidk, effektivdepratio, ikkearbeid;

parameter
arbeidere(k,t)      de som arbeider i en kohort
arb(t)              de som arbeider pÅ et tp
ikkearbeidere(k,t)  fritid - ute av arbeidsstyrken
ikkearb(t)          fritid pÅ et tidspunkt for alle k
effavhrate(t)       eff av hengighetsrate;

arbeidere(k,t)      = (1-l.l(k,t))*storleik(k,t);
arb(t)              = sum(k,arbeidere(k,t));
ikkearbeidere(k,t)  = l.l(k,t)*storleik(k,t);
ikkearb(t)          = sum(k,ikkearbeidere(k,t));
effavhrate(t)       = ikkearb(t)/arb(t);

display ikkearb, arb, effavhrate;

*==Befolkningssammensetning
set

```

```

ust(k,t) under 62 aar
ost(k,t) over 62;
ust(k,t) =yes$(alder(k,t) le 40);
ost(k,t) =yes$(alder(k,t) gt 40);

parameter
fust(k,t) folk under sekstito
fost(k,t) folk over sekstito
afust(t)  antall folk under sekstito
afost(t)  antall folk over sekstito
avhlay(t) lav avhrate;

fust(k,t)      = storleik(k,t)$ust(k,t);
fost(k,t)      = storleik(k,t)$ost(k,t);
afust(t)       = sum(k,fust(k,t));
afost(t)       = sum(k,fost(k,t));
avhlay(t)      = afost(t)/afust(t);

*=== Produksjon med eks gitt realrente og kapint
parameter
kapetter(t)    ettersp̄rsel etter kapital dvs. k eq K \ L
produksjon(t)  total produksjon p̄Â tidspunkt t
effproduksjon(t) produksjon per effektiv arbeidar;

kapetter(t)    =kapint*arbeidstilbud(t);
produksjon(t)  = (kapetter(t)**beta)*(arbeidstilbud(t)**(1-
beta));
effproduksjon(t) = produksjon(t)/arbeidstilbud(t);

display kapetter, produksjon, effproduksjon;

*=== Offentlig sektor
parameter
skattarbeidk(k,t)    skatteinntekter kohort k tp t
skattarbeid(t)       totale inntekter fr̄Â inntektsskatt tp t
skattpensjonk(k,t)   skatteinntekter kohort k tp t
skattpensjon(t)      totale inntekter fr̄Â skatt p̄Â pensjon tp
t
utgiftpensjonk(k,t)  utgifter pensjon kohort k tp t
utgiftpensjon(t)     totale utgifter p̄Â pensjon tp t
minstefradragk(k,t)  minstefradrag kohort k tp t
minstefradrag(t)     totale utgifter til minstefr̄Âdrag p̄Â tp
t;

skattarbeidk(k,t)$ilive(k,t)    = stor-
leik(k,t)*tau*mpea*arbeid(k,t);
skattarbeid(t)                  = sum(k,skattarbeidk(k,t));
skattpensjonk(k,t)$ilive(k,t)   = storeik(k,t)*tau*ut.l(k,t);
skattpensjon(t)                 = sum(k,skattpensjonk(k,t));
utgiftpensjonk(k,t)$ilive(k,t)  = storleik(k,t)*ut.l(k,t);
utgiftpensjon(t)               = sum(k,utgiftpensjonk(k,t));

display skattarbeidk, skattarbeid, skattpensjonk, skattpensjon,
utgiftpensjonk, utgiftpensjon;

parameter
offkonsum(t)    offentleg konsum p̄Â tidspunkt t;
offkonsum(t)    = offkon*produksjon(t);
display offkonsum;

```



```

*===
* Utgiftsandelen til staten - Individ(i) og kohortnivÅ(k)
parameters
pensjonsutgiftfaktisk(k) pensjonsutgifter til kohort k - justert
for bef storrelse og utfasing
pensjonsutgift(k)
skatteinntekterfaktisk(k)
skatteinntekter(k)
kompgradfaktisk(k)
kompengrad(k)
unfs1(k,t);

unfs1(k,t)$ilive(k,t)      = (nvp(k,t)*tau*(effl(k,t)*(1-
l.l(k,t))+ut.l(k,t))*storleik(k,t));
skatteinntekterfaktisk(k) = sum(t, unfs1(k,t));
skatteinntekter(k)        = sum(t,nvp(k,t)*tau*(effl(k,t)*(1-
l.l(k,t))+ut.l(k,t)));
pensjonsutgiftfaktisk(k) =
sum(t,nvp(k,t)*(ut.l(k,t)*storleik(k,t)));
pensjonsutgift(k)         = sum(t,nvp(k,t)*ut.l(k,t));
kompgradfaktisk(k)        = pensjonsutgiftfak-
tisk(k)/skatteinntekterfaktisk(k);
kompengrad(k)             = pensjonsutgift(k)/skatteinntekter(k)
;

display kompgradfaktisk, kompengrad, skatteinntekterfaktisk,
skatteinntekter, pensjonsutgiftfaktisk, pensjonsutgift;

*==SPUi OLG
set
prestart(t)   f`r produksjonen starter
prodstart(t)  f`rste tidspunkt med bruk av oljepenger
prodsyklus(t) produksjonssyklusen;
prestart(t)   =yes$(ord(t) lt 60);
prodstart(t)  =yes$(ord(t) eq 60);
prodsyklus(t) =yes$(ord(t) gt 60);
display prestart, prodstart, prodsyklus;

scalars
iftbnp          SPU iforhold til bnp i 2009 aka en kalibreringsfak-
tor      /1.0995/
hr              overf`ring som tillates av handlingsregelen
/0.04/
spuut          SPU i null ni
/1000000/;

*==Cashflow fra SPU i spu.gms
$include O:\gamsdir\projdir\spu.gms

parameter
spu(t)          market cap spu tp t
spu09          market cap i 2009
oljefondet(t)  storrelsen pÅ spu pÅ tp t
olje(t)        overf`ring fra SPU som tillates av
handlingsregelen;

spu09 = produksjon(t)*iftbnp;
spu(t)$prestart(t) =0;
spu(t)$prodstart(t) = spu09;
spu(t)$prodsyklus(t) = (1+r)*spu09 + cashflow(t);

```

```

olje(t)$prodsyklus(t) = hr*sp(u(t-1));
oljefondet(t)$prodsyklus(t) = olje(t)/hr;

display spu09, spu, olje, oljefondet;

*==Oljekorrigert offentlige budsjett
set
etterandre(t)      settdefinisjon for Å se på balanse med renter
rapportering(t)    rapporteringstidspunktene;
etterandre(t)      =yes$(ord(t) gt 2);
rapportering(t)    =yes$(ord(t) ge 61 and ord(t) le 221);

parameter
offinntekt(t)      offentlege inntekter
offutgift(t)       offentlege utgifter
offdriftsbalanse(t) den offentlege driftsbalansen (utan rente-
inntekter) på tidspunkt t
offformue(t)       offentlig formue ved inngang til tidspunkt
t
offbalanse(t)      den offentlege balansen med renter
totoffformue(t)    offentlige formue + oljefondet
offdriftolje(t)    off innt - offut + olje
underskudd(t)      aggregert underskudd av (OI-OU+OF)
nyoffformue(t)     akkumulert underskudd + oljefondet
osb1(t)            oljekorrigert aggregert budsjettunderskudd
osb2(t)            oljekorrigert aggregert budsjettunder-
skudd;

offinntekt(t)      = skattarbeid(t)+skattpensjon(t);
offutgift(t)       = utgiftpensjon(t) + offkonsum(t);
offdriftsbalanse(t) = offinntekt(t) - offutgift(t);
offdriftolje(t)$rapportering(t) = offdriftsbalanse(t) + olje(t);
offformue(t)$rapportering(t)    = (sum(tt$(ord(tt) lt (ord(t))),
((1+r)**(ord(t)-
(ord(tt)+1)))*offdriftolje(tt)));
offbalanse(t)$etterandre(t)      = offdriftolje(t) +
r*offformue(t-1);
totoffformue(t)                  = offformue(t) + oljefondet(t);
underskudd(t)$rapportering(t)    = (sum(tt$(ord(tt) lt
(ord(t))),offdriftolje(tt)));
nyoffformue(t)                   = underskudd(t) + oljefondet(t);
osb1(t)$rapportering(t)          = offdriftsbalanse(t);
osb2(t)$rapportering(t)          = (sum(tt$(ord(tt) lt
(ord(t))),
((1+r)**(ord(t)-
(ord(tt)+1)))*osb1(tt)));

display offbalanse, offformue, offdriftsbalanse, offinntekt, of-
futgift,
      offdriftolje, nyoffformue, underskudd, osb1, osb2;

*==Forhold mlm spu og bnp(produksjon) osv
parameters
andel1(t)    spu ift bnp
andel2(t)    handlingsregelens overforinger ift bnp
andel3(t)    pensjutgifter ift. overforinger fra spu
andel4(t)    overforinger ift off utgifter
andel5(t)    overforinger ift off inntekter;

andel1(t)$rapportering(t) = oljefondet(t)/produksjon(t);

```

```

andel2(t)$rapportering(t) = olje(t)/produksjon(t);
andel3(t)$rapportering(t) = utgiftpensjon(t)/olje(t);
andel4(t)$rapportering(t) = offutgift(t)/olje(t);
andel5(t)$rapportering(t) = offinntekt(t)/olje(t);

```

```

display olje, oljefondet, andel1, andel2, andel3, andel4, andel5;

```

```

parameter

```

```

utgiftsandel(t)  andel av offentlege inntekter som går til pen-
sjon (sett vekk frå renteinntekter og kostnader)
vekstrate(t)    vekstrate i utgiftsandel;

```

```

utgiftsandel(t)$rapportering(t) = utgiftpen-
sjon(t)/(offinntekt(t)+olje(t));
vekstrate(t)$rapportering(t)    = (utgiftsandel(t+1) - utgifts-
andel(t))/utgiftsandel(t);
display utgiftsandel, vekstrate;

```

```

parameter

```

```

forhold(t) utgifter til pensjon som andel av fastlands BNP;
forhold(t) = utgiftpensjon(t)/produksjon(t)
display forhold;

```

```

parameter

```

```

andelbalanse(t) offentlig balanse som andel av bnp;
andelbalanse(t) = offdriftsbalanse(t)/produksjon(t);
display andelbalanse;

```

```

*==== Fordringsposisjon

```

```

parameter

```

```

kaptil(t)          kapitaltilbud på tidspunkt t
fordringar(t)     nettofordringer utl paa tp t
driftsbalanse(t) driftsbalansen ovanfor utlandet;

```

```

kaptil(t)          = totformue(t) + offformue(t);
fordringar(t)$(ord(t) ge 61 and ord(t) le 225) = kaptil(t) -
kapetter(t);
driftsbalanse(t)$(ord(t) ge 61 and ord(t) le 225) =
fordringar(t+1) - fordringar(t);

```

```

display kaptil, fordringar, driftsbalanse;

```

```

parameter

```

```

efffordringar(t)   fordringar per eining effektiv arbeids-
kraft
effdriftsbalanse(t) driftsbalanse per eining effektiv ar-
beidskraft;

```

```

efffordringar(t)$(ord(t) ge 61 and ord(t) le 225) =
fordringar(t)/arbeidstilbud(t);
effdriftsbalanse(t)$(ord(t) ge 61 and ord(t) le 225) =
driftsbalanse(t)/arbeidstilbud(t);

```

```

display efffordringar, effdriftsbalanse;

```

```

*==== NV av pensj og uttak - kompgrad

```

```

parameter

```

```

pensjonsandelk(k) forhold mellom innbetalt skatt og pensjonsutbe-
talingar for kohort,

```

```
pensjonsandel(k) forhold mellom innbetalt skatt og pensjonsutbetalinger for repind;
```

```
pensjonsandel(k) = sum(t, nvp(k,t)*utgiftpensjonk(k,t))/  
                    (sum(t, nvp(k,t)*skattarbeidk(k,t)) + sum(t,  
nvp(k,t)*skattpensjonk(k,t))) ;  
pensjonsandelk(k) = pensjonsandel(k)*storleikein(k);
```

```
display pensjonsandelk, pensjonsandel;
```

```
*==Konsum som indikator paa velferdsutvikling
```

```
parameter  
aggkonsum(k,t)          alt konsumet til alle kohorter på alle  
tidspunkt  
totalkonsum(t)         total verdi av konsum på et tidspunkt  
kohortkonsum(k)       verdien av konsumet til rep ind over  
livssykelen  
relativkonsum(k,t)    når individet konsumerer mest ift to-  
talkonsumet;
```

```
aggkonsum(k,t)        = storleik(k,t)*c.l(k,t);  
totalkonsum(t)        = sum(k,aggkonsum(k,t));  
kohortkonsum(k)       = sum(t,c.l(k,t));  
relativkonsum(k,t)   = c.l(k,t)/kohortkonsum(k);
```

```
display aggkonsum, totalkonsum, kohortkonsum, relativkonsum;
```

```
*==Avh-rate
```

```
sets
```

```
under(k,t)           settet for alder mellom null og 66  
above(k,t)           settet for alder over 66;
```

```
under(k,t)           =yes$(0 lt alder(k,t) and alder(k,t) le 44);  
above(k,t)           =yes$(44 lt alder(k,t) and alder(k,t) le mak-  
salders(k));
```

```
display under, above;
```

```
parameters
```

```
depratiolav(t)       avhengighetsraten dvs antall i alder 22-66  
62+  
folkunder(t)         antall folk under 66  r p  tp t  
folkover(t)         antall folk over 66  r p  tp t  
andelunder(k,t)     form  
andelabove(k,t)     formalitet;
```

```
andelunder(k,t) = storleik(k,t)$under(k,t);  
andelabove(k,t) = storleik(k,t)$above(k,t);  
folkunder(t)    = sum(k,andelunder(k,t));  
folkover(t)     = sum(k,andelabove(k,t));  
depratiolav(t) = folkover(t)/folkunder(t);
```

```
display folkunder, folkover, depratiolav;
```

```
*==== RESULTATRAPPORTERING
```

```
*tr settet for resutaltene; 2008-2117
```

```
set tr(t);
```

```
tr(t) = yes$(ord(t) ge 60 and ord(t) le 200);
```

```

file      OFFENTLIG / O:\gamsdir\projdir\PUTS\OFFENTLIG.txt /;
OFFENTLIG.pc = 6;
OFFENTLIG.nd = 4;
put OFFENTLIG;
put 'periode', 'BNP', 'OFFINT', 'OFFUT', 'PENSJUTG', 'OFFKON-
SUM', 'OFFFORMUE', 'UNDERSKUDD', 'OSB1', 'OSB2' /;
loop (tr, put tr.tl, produksjon(tr), offinntekt(tr), offut-
gift(tr), utgiftpensjon(tr), offkonsum(tr),
      offormue(tr), underskudd(tr), osb1(tr),
osb2(tr) /);
file ESPEN1 / O:\gamsdir\projdir\PUTS\espl.txt /;
ESPEN1.pc =6;
ESPEN1.nd =4;
put ESPEN1;
put 'periode', 'dodetot', 'befolkning', 'olje', 'oljefondet',
'indiformue', 'totformue', 'produksjon' /;
loop (tr, put tr.tl, dodetot(tr), befolkning(tr), olje(tr), olje-
fondet(tr), formueprcap(tr), totformue(tr), produksjon(tr) /);

file ESPEN2 / O:\gamsdir\projdir\PUTS\esp2.txt /;
ESPEN2.pc =6;
ESPEN2.nd =4;
put ESPEN2;
put 'periode', 'nyoffformue', 'underskot', 'utgiftpens', 'osb2',
'osb1', 'kapetter', 'effproduksjon', 'skattarb', 'skattpens' /;
loop (tr, put tr.tl, nyoffformue(tr), underskudd(tr), utgiftpen-
sjon(tr), osb2(tr), osb1(tr), kapetter(tr), effproduksjon(tr),
skattarbeid(tr), skattpensjon(tr) /);

file KOHORTNIVAA / O:\gamsdir\projdir\PUTS\KOHORTNIVAA.txt /;
put KOHORTNIVAA;
KOHORTNIVAA.pc =6;
KOHORTNIVAA.nd =4;
put 'kohort', 'pensjonsandel rep ind', 'pensjonsandel for kohort'
/;
loop (k, put k.tl, pensjonsandel(k), pensjonsandelk(k) /);

file      oljefondet / O:\gamsdir\projdir\PUTS\oljefondet.txt /;
oljefondet.pc =6;
oljefondet.nd =4;
put oljefondet;
put 'periode', 'spu bnp', 'ovrf bnp', 'utgpensj ovrf', 'offutg
ovrf', 'offinnt ovrf' /;
loop (tr, put tr.tl, andel1(tr), andel2(tr), andel3(tr), an-
del4(tr), andel5(tr) /);

file individ / O:\gamsdir\projdir\PUTS\individ.txt /;
individ.pc =6;
individ.nd =4;
put individ;
put 'periode', 'folkunder', 'folkover', 'depratio' /;
loop (tr, put tr.tl, folkunder(tr), folkover(tr), depratiolav(tr)
/);

```