

Rentens effekt på konsumet til norske husholdninger

En heterogenitetsstudie ved hjelp av mini-NEMO

Ingvild Hagen Lindalen

Masteroppgave



Masteroppgaven er levert for å fullføre graden

Master i samfunnsøkonomi

Universitetet i Bergen, Institutt for økonomi

[Juni, 2022]

Forord

Først og fremst vil jeg takke mine veiledere Steinar Vagstad og Kjell Erik Lommerud for gode tilbakemeldinger og hjelp gjennom prosessen. Jeg vil også gi en stor takk til Thor Andreas Thorvaldsen Aursland, SeHyoun Ahn og Christian Presterud for uvurderlig hjelp, gode råd og ikke minst stor tålmodighet i all kommunikasjon. Takk også til Karsten Gerdrup som tidlig utrykte entusiasme og støtte for forskningstemaet og har vært til stor oppmuntring under prosessen. Sist, men ikke minst, ønsker jeg å takke min fantastiske familie og kjæreste for gjennomlesinger, gode diskusjoner og enorm støtte.

Oppgaven baseres på Bergholt & Presterud (2022) sin mini-NEMO modell. Synspunktene i modellen er forfatterens egne og reflekterer nødvendigvis ikke Norges Bank sitt offisielle syn.

Sammendrag

Rentens effekt på konsumet til norske husholdninger har de siste årene vært et omdiskutert tema. Etter en lang periode med svært ekspansiv pengepolitikk og en omfattende koronapandemi har Norges sentralbank fastsatt at styringsrenten skal øke i tiden fremover. Dette treffer i en periode der mange husholdninger kun så vidt har begynt å komme seg etter lange perioder med sosiale nedstengelser og et økt antall permitterte og arbeidsledige. En økt styringsrente vil treffe den norske befolkningen ulikt. Nyere makroøkonomisk forskning som inkluderer heterogenitet i modellrammeverket viser til en tydelig forskjell i konsumenters sensitivitet til en renteendring (Eskelinen, 2021; Kaplan, Violante & Weidner, 2014).

Det makroøkonomiske forskningsfeltet har på bakgrunn av dette opplevd et økende fokus på heterogenitet i husholdningssektoren. Det økte fokuset skyldes at inkluderingen av heterogenitet i et Ny-Keynesiansk modellrammeverk påvirker analysen av de pengepolitiske transmisjonsmekanismene. Ved å inkludere heterogene aktører i Norges Bank sin mini-NEMO modell vil jeg i denne oppgaven analysere hvilke effekter renten har på konsumet til ulike konsumentgrupper og hva slags konsekvenser inkluderingen av heterogene aktører har på analysen av den norske økonomien. Analysen vil fokusere på ulikhetene mellom tre ulike konsumentgrupper; ikke-hånd-til-munn, rike-hånd-til-munn og fattige-hånd-til-munn. Når resultatene sammenlignes med standard mini-NEMO observeres en rekke endringer i den dynamiske utvikling til økonomien, noe som viser seg å ha konsekvenser for utformingen av optimal pengepolitikk og finansiell stabilitet.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	ii
Tabell- og figuroversikt	v
1 Introduksjon	1
1.2 Bakgrunn	4
2 Teoretisk modell	7
2.1 Husholdningene	8
2.2 Lønnssetting og introduksjon av ledighet.....	12
2.3 Bedriftene	16
2.4 Påslag og inflasjon.....	17
2.5 Bytteforhold, valutakurs og utenlandsformuen	18
2.6 Pengepolitikk	20
2.7 Utenlandsk sektor	21
2.8 Likevekt	21
2.9 Data.....	22
2.10 Kalibrering og estimering	22
3 Konsumentgruppene	24
3.1 Ikke-hånd-til-munn	28
3.2 Rike hånd-til-munn.....	28
3.3 Fattige hånd-til-munn	31
3.4 Aggregert konsum	32
4 Analysen	33
4.1 RANK.....	35
4.2 THRANK.....	37
4.3 Sammenligning RANK og THRANK.....	40

5	Resultater og diskusjon	47
5.1	Revidering av populasjonsandelene	49
6	Oppsummerende konklusjon	57
7	Utvidelser	59
	Referanser	60
	Appendiks	66
A.	Oppsummering av ligningene.....	66
B.	Matlabkode	68
C.	Avklipp fra DSGE-kode	69
	C.1 Avklipp av dsge.....	69
	C.2 Avklipp av dsge_declare	70
	C.3 Avklipp av dsge_compute	70
D.	Analyse med opprinnelig volatilitet	71
E.	Avvik mellom THRANK og RANK.....	76

Tabell- og figuroversikt

Tabell 2.1: Parameterverdiene.....	23
Tabell E.1: Aggregert konsum	76
Tabell E.2: Produksjon.....	77
Tabell E.3: Aggregert inflasjon.....	77
Tabell E.4: Reallønn.....	78
Tabell E.5:Yrkesdeltakelse.....	78
Figur 4.1: Impulsresponsfunksjoner med RANK	35
Figur 4.2: Impulsresponsfunksjoner med THRANK	37
Figur 4.3: Sammenligning RANK og THRANK.....	41
Figur 4.4: Reallønn.....	43
Figur 4.5: Sammenligning konsum RANK og THRANK	44
Figur 5.1: Konsum.....	47
Figur 5.2: THRANK med reviderte populasjonsandeler	52
Figur 5.3: THRANK konsum med reviderte populasjonsandeler	53
Figur D.1: RANK med opprinnelig volatilitet	71
Figur D.2: THRANK med opprinnelig volatilitet	72
Figur D.3: Sammenligning RANK og THRANK med opprinnelig volatilitet	72
Figur D.4: Reallønn med opprinnelig volatilitet	73
Figur D.5: Sammenligning konsum RANK og THRANK med opprinnelig volatilitet.....	73
Figur D.6: Sammenligning av alle konsumentgruppene med opprinnelig volatilitet	74
Figur D.7: Sammenligning konsum, reviderte andeler og opprinnelig volatilitet	74
Figur D.8:Sammenligning utvalgte variabler, reviderte andeler og opprinnelig volatilitet	75

1 Introduksjon

I årene før koronapandemien brøt ut førte en rekke sentralbanker i Europa, og den amerikanske sentralbanken, en ekspansiv pengepolitikk med svært lave styringsrenter (Bank for International Settlements, 2020). Den ekspansive pengepolitikken skulle stimulere aktiviteten i økonomien, øke lønningene og etter hvert øke inflasjonen. Konsekvensene av den vedvarende ekspansive politikken var at handlingsrommet til sentralbankene i stor grad var svekket i det den globale koronapandemien brøt ut i slutten av 2019. Pandemien alene, og tiltakene som fulgte, hadde stor påvirkning på økonomier over hele verden. Husholdningers konsum ble drastisk redusert da de fleste butikker, kjøpesentre, restauranter og kafeer stengte. I tillegg opphørte utenlandsreiser nesten fullstendig. En slik drastisk reduksjon i økonomisk aktivitet som de fleste land opplevde gjorde at en rekke økonomier hadde sterkt behov for assistanse. For å motvirke det drastiske fallet ble det igjen satt ekspansiv pengepolitikk på agendaen. En årrekke med allerede ekspansiv pengepolitikk hadde derimot svekket handlingsrommet til en rekke sentralbanker. Konsekvensen ble dermed for enkelte å sette styringsrenten ned til 0%, enkelte land gikk også over til negative styringsrenter.

Når pandemien og tiltakene nå begynner å lette befinner vi oss i en situasjon der sentralbankene har strukket seg så langt det er mulig å gå. Økonomier er fortsatt i en stabiliseringsfase og kan dermed fortsatt ha behov for en ekspansiv politikk, men vi har sentralbanker uten ytterligere mulighet til å hjelpe. Handlingsrommet til sentralbankene har på bakgrunn av flere år med ekspansiv politikk, og deretter en verdensomfattende pandemi, blitt svært redusert. En sentralbank med en styringsrente på 0% har få muligheter til å gjøre ytterligere endringer for å øke aktivitetsnivået.

Det endelige resultatet av de ovennevnte forholdene er et behov for en kontraktiv pengepolitikk der sentralbankene øker styringsrentene og dermed øker det totale handlingsrommet sitt. Sentralbanken i Norge har i sine siste rapporter uttrykt at rentebanen skal følge en økende trend, styringsrenten skal altså settes opp i kommende perioder (Norges Bank, 2022b). En slik kontraktiv pengepolitikk innebærer økte markedsrenter i økonomien og således endringer i forbruket til husholdningene. De økte rentene gjør det mer gunstig å sette pengene i banken i

forhold til konsum og investeringer. Forbruket på konsum relativt til sparing vil således reduseres. Samlet sett fører dette til en nedgang i økonomiens aktivitet, lavere pris- og lønnsutvikling og generelt sett et lavere inflasjonsnivå.

Denne oppgaven vil belyse nærmere hvilke konsekvenser en slik kontraktiv pengepolitikk har på konsumet til husholdningene i Norge. Nærmere bestemt hvordan konsumet til ulike husholdninger vil variere i forhold til hverandre i etterkant av en renteøkning. For å undersøke dette for den norske økonomien vil jeg utvide Norges Bank sin mini-NEMO modell til å inkludere heterogene aktører. Dette gjør jeg ved å inkludere tre ulike konsumentgrupper der karakteristikken til hver gruppe varierer ut ifra finansiell situasjon. Deretter vil jeg simulere et kontraktivt pengepolitisk sjokk i økonomien for å studere effektene av en renteøkning nærmere. De tre gruppene defineres på bakgrunn av formue, gjeldsbelastning og tilgang til kredittmarkedet. Ikke-hånd-til-munn og rike-hånd-til-munn følger i stor grad antagelser gjort i Iacoviello (2005) og Kaplan, Violante & Weidner (2014), mens fattig-hånd-til-munn tilsvarer «rule-of-thumb» (RoT) husholdningene i blant annet Bilbiie (2008) og Galí, López-Salido & Vallés (2007). Tilsvarende bruk av tre aktører i et Ny-Keynesiansk rammeverk er gjort i større grad av Eskelinen (2021).

Inkluderingen av heterogene aktører kommer av et ønske om å nærmere studere fordelingseffektene en renteøkning kan ha på ulike samfunnsgrupper i Norge. Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO) skriver i sin perspektivmelding om økende økonomisk ulikhet internt i flere industriland, blant annet Norge. Den empiriske forskningen viser at husholdninger med høy inntekt har en relativt høyere vekst i inntekten sammenlignet med husholdninger med lav inntekt og at denne ulikheten er antatt til å øke i årene fremover (NHO, 2018). En økning i økonomisk ulikhet vil kunne ha stor påvirkning på flere ulike aspekt av den norske økonomien og landet som helhet. Dersom et land har store økonomiske ulikheter, kan for eksempel politikktutforming vise seg å være krevende. Man har da en populasjon med vidt forskjellige behov som i enkelte tilfeller kan trenge motstridende politiske tiltak.

Vi vet generelt lite om de makroøkonomiske konsekvensene av formuesulikhet og heterogenitet blant husholdninger. En pågående studie av Fagereng et al. (2019-2023) forsøker å tydeliggjøre

konsekvensene ved bruk av administrative data der man inkorporerer heterogenitet i makroøkonomiske modeller. Et foreløpig resultat de kommer frem til er at lavere inflasjon på sikt vil gi en økt gjeldsbyrde. Et viktig resultat for utforming av optimal politikk og stabilisering av finansielle ubalanser. Studien etterspør et økt fokus på ulikhet og heterogenitet i modeller som analyserer pengepolitikk.

I denne oppgaven vil jeg forsøke å sette søkelys på nettopp dette. Ved å dele husholdningene i økonomien inn i tre heterogene konsumentgrupper er det mulig å studere hvilke konsekvenser pengepolitikken har for et land med økonomisk ulikhet. En analyse som viser store forskjeller i impulsresponsene til de ulike gruppene, kan peke på at pengepolitikken blir mindre effektiv desto større ulikheten i økonomien er ved at ulike konsumenter reagerer i ulik grad på en renteendring. I tillegg kan heterogeniteten påvirke den dynamiske utviklingen i inflasjonen. Dersom heterogenitet fører til en sterkere reduksjon i inflasjon kan dette, ifølge Fagereng et al. (2019-2023), bety en ytterligere økning i gjeldsbyrden til norske husholdninger i etterkant av en renteøkning. Videre analyser vil forsøke å tydeliggjøre slike makroøkonomiske konsekvenser av en renteøkning når man inkluderer heterogenitet.

Det er flere mål med denne oppgaven. Det ene målet er å studere fordelingsvirkninger av en renteendring på konsumet til norske husholdninger, i tillegg til å åpne opp for videre studier av potensielle konsekvenser tilknyttet økonomisk ulikhet i Norge. Et annet mål er derimot at oppgaven kan være et nyttig tilskudd til den voksende litteraturen som omhandler heterogenitet i et Ny-Keynesiansk perspektiv. Spørsmålene jeg ønsker å svare på i denne oppgaven er derfor flere. 1) Hvilken effekt har renten på konsumet til heterogene aktører i den norske økonomien? 2) Hvordan påvirker en slik heterogenitet økonomisk ulikhet og finansiell stabilitet i økonomien? 3) Hvilke konklusjoner kan man trekke når det kommer til inkluderingen av heterogenitet i makroøkonomiske modeller?

Resten av oppgaven vil bygges opp som følger. Delkapittel 1.1. redegjør for bakgrunnen til modellrammeverket samt en begrunnelse rundt anvendelsen av Tre Aktør Ny-Keynesianske (THRANK) modeller. I kapittel 2 presenteres den teoretiske modellen mini-NEMO og dens oppbygning. Utledningen av de tre konsumentgruppene følger i kapittel 3. I kapittel 4

presenteres og kommenteres analysen ved bruk av impulsresponsfunksjoner som illustrerer den dynamiske utviklingen i økonomien. I dette kapitlet vil jeg i tillegg foreta en sammenligning mellom det utvidede modellrammeverket og den originale mini-NEMO. I kapittel 5 oppsummeres resultatene av analysen og kommenteres opp mot optimal pengepolitikk og finansiell stabilitet i Norge. Kapittel 5 vil også tilby en kort analyse av konsekvensene tilknyttet revideringen a Kapittel 6 oppsummerer og konkluderer, mens jeg i kapittel 7 presenterer mulige utvidelser til rammeverket.

1.2 Bakgrunn

I 1976 publiserte økonomen Robert Lucas en artikkel som kraftig kritiserte modellrammeverket knyttet opp mot makroøkonomisk politikktutforming (Lucas, 1976). Synspunktene i artikkelen, som tydeliggjorde behovet for mikrofundering i makroøkonomiske modeller, ble i senere tid omtalt som *Lucas-kritikken*. På bakgrunn av denne kritikken oppstår en ny epoke innen makromodellering som bygger på mikroøkonomiske grunnprinsipper, såkalt realkonjunkturteori (RBC-teori), se blant annet Lucas (1977), Kydland & Prescott (1982) og Prescott (1986). RBC-teorien fremmet bruken av en ny type modeller, dynamisk, stokastisk generelle likevektsmodeller, omtalt som DSGE modeller. DSGE kombinerer teorien om generell likevekt med mikroøkonomiske prinsipper om konsumentatferd.

Til tross for store forbedringer innenfor det makroøkonomiske forskningsfeltet var sentralbankenes anvendelse av de nye modellene lav. Dette skyldtes det faktum at modellene hadde lite referanse til pengepolitiske faktorer. Forsøk på å forbedre dette ble gjort i videre studier der man inkluderte en pengepolitisk sektor mens man holdt priser og lønninger fleksible. Dette løste derimot ikke problemene. Modellene ga prognoser der pengepolitikens effekt på realvariablene var tilnærmet nøytrale. Altså påstod modellene, kalt klassiske monetære modeller, at pengepolitikken ikke vil endre økonomien på kort sikt. Et slikt resultat stod i strid med de generelle antagelsene om monetær politikk, og observerte data, som blant annet viser at en renteendring på kort sikt vil påvirke produksjon og sysselsetting (Friedman & Schwartz, 1963; Keynes, 1937).

Kritikken av de klassiske monetære modellene ga opphav til et nytt, Ny-Keynesiansk, rammeverk innenfor DSGE. Det nye rammeverket ble basert på Ny-Keynesianske antagelser som blant annet nominelle rigiditeter i priser og lønninger (Calvo, 1983; Taylor, 1980), monopolistisk konkurranse og at monetær politikk påvirker økonomien på kort sikt (Gordon, 1990). Det nye rammeverket ble tatt godt imot av en rekke sentralbanker og dannet grunnlaget for deres pengepolitiske analyser.

En av sentralbankene som implementerte det nye rammeverket var Norges Bank, som bruker en DSGE modell kalt The Norwegian Economy Model (NEMO). NEMO er estimert for den norske økonomien og brukes til å analysere ulike policyeffekter og markedssjokk i Norge¹. Bruken av NEMO gjør det mulig å predikere og simulere hvilke effekter diverse sjokk har på ulike deler av den norske økonomien.

NEMO er en likevektsmodell som studerer en representativ aktør, en såkalt Representativ Aktør Ny-Keynesiansk (RANK) modell. Dette betyr at det antas at alle husholdningene i økonomien er aggregert til én husholdning, som representerer de generelle preferansene og den samlede konsumatferden til husholdningene. Kritikken, som ofte fremmes ved slike modeller, er at de generaliserer husholdninger som empirisk sett er svært ulike (Eskelinen, 2021; Galí, 2018). RANK modeller ser altså bort ifra det faktum at husholdninger kan variere i svært stor grad. De siste årene har det kommet en ny type modell som forsøker å korrigere for dette, såkalte Heterogen Aktør Ny-Keynesianske (HANK) modeller.

HANK-modeller bruker empiriske data til å reprodusere heterogene responser i etterkant av et sjokk basert på ulik fordeling av inntekt og formue (Kaplan, Moll & Violante, 2018). Ved å studere de ulike inntekts- og formuesfordelingene kan en HANK-modell generere en optimal responsfunksjon for de ulike aktørene i en økonomi, og således aggregere de til generelle konsumresponser. Problemet med slike HANK-modeller er at de er svært kompliserte å utlede og beregne. I tillegg introduseres en rekke transmisjonsmekanismer som gjør en potensiell tolkning og anvendelse svært krevende.

¹ For mer informasjon om NEMO og modellens datagrunnlag se Brubakk & Sveen (2008).

Komplikasjonene tilknyttet HANK fører til at en rekke sentralbanker, og forskere, heller velger å benytte seg av enten en RANK modell eller en såkalt To Aktør Ny-Keynesiansk (TANK) modell, da de ofte er relativt enklere å jobbe med og analysere. Dette tyder på at det er et tomrom i litteraturen når det gjelder et kompromiss mellom de kompliserte HANK modellene, og de relativt enklere RANK/TANK modellene. Dette tomrommet har i nyere litteratur blitt forsøkt fylt av en såkalt THRANK modell, en modell som introduserer tre grupper med representative aktører der inkluderingen av såkalte rike-hånd-til-munn konsumenter står sentralt. Analyser gjort av Eskelinen (2021) tyder på at slike THRANK modeller deler en rekke viktige resultater med HANK modeller, samtidig som de beholder enkelheten til RANK modellene. Hun argumenterer for at en THRANK modell kan fungere som et mer gunstig alternativ sammenlignet med RANK når det kommer til analysen av de pengepolitiske effektene på en økonomi. Det er på bakgrunn av dette at jeg videre i oppgaven vil utvide Norges Bank sin mini-NEMO modell til en THRANK modell med tre heterogene aktører.

2 Teoretisk modell

Mini-NEMO modellen er utviklet av Bergholt & Presterud (2022) og er en forenklet versjon av Norges Bank sin pengepolitiske modell NEMO². ‘Hoved’-NEMO analyserer hvordan ulike sjokk påvirker den optimale rentebanen til styringsrenten og genererer en prognose for den videre utviklingen av økonomien. Der NEMO inneholder godt over 200 ligninger og variabler, er mini-NEMO karakterisert ved 23 ligninger og 23 variabler. Mini-NEMO foreslår altså et forenklet rammeverk for den norske økonomien. Fordelen med en slik forenkling er at det er enklere å sette søkelys på de økonomiske transmisjonsmekanismene og de generelle likevektseffektene. Det er i tillegg enklere å utvide modellen, ved å eksempelvis inkludere heterogene aktører gjennom ulike konsumentgrupper.

Mini-NEMO deler mange likhetstrekk med Justiniano & Preston (2010) sin modell for tre små åpne økonomier og Galí & Monacelli (2005) sitt rammeverk for små åpne økonomier. Modellens forutsetninger passer til den norske økonomien. Det vil si til en liten, åpen økonomi som har myndighet til å regulere inflasjonsnivået over tid der pengepolitikken fungerer som et instrument som forankrer inflasjonsforventingene. I mini-NEMO blir modellen til Galí & Monacelli (2005) utvidet ytterligere med fire dimensjoner.

Den første dimensjonen som inkluderes er ledighet og friksjon i arbeidsmarkedet, slik det på lignende vis er gjort i Galí, Smets & Wouters (2012) og Galí (2011). Videre inkluderes det også imperfekte valutakursgjennomslag på importprisene, slik det er illustrert i Monacelli (2005). Den tredje dimensjonen er at det, på lik linje som i Justiniano & Preston (2010), inkluderes såkalte dynamiske ‘bells and whistles’ som bedrer det dynamiske bildet i modellen. Dette er faktorer som for eksempel inkluderingen av en vaneparameter på konsum, en Taylorregel på rentetregthet, pris- og lønnsrigiditeter osv. Til slutt inkluderes også globale, stokastiske trender i produktivitet og demografi, som har en langsom spredning til den lille åpne økonomien som studeres. I modellbeskrivelsen vil jeg ikke fokusere på utledningen av trendene eller studien av valutakursgjennomslaget da disse ikke er vesentlige for den videre analysen.

² Mini-NEMO er en foreløpig upublisert modell som er overlevert gjennom personlig kommunikasjon.

Utover dette antas det, som nevnt, at mini-NEMO ser på den norske økonomien som har en flytende valutakurs og kan bestemme eget nivå på inflasjonen over tid. Det antas at pengepolitikken forankrer inflasjonsforventningene og at aktørene i økonomien er rasjonelle og framoverskuende. Aktørene har altså forventninger til den fremtidige utviklingen av økonomien. Videre antas det også at pengepolitikken har mulighet til å påvirke sysselsetting og produksjon på kort- og mellomlang sikt.

Mini-NEMO er en lineær modell som er log-linearisert rundt en langsiktig likevekt kalt *steady state*. Log-linearisering er en matematisk metode som konverterer ikke-lineære funksjoner til en funksjon som er lineær ved å se på log-differansen fra hver variabel sin steady state verdi (Zietz, 2006). Slike log-differanser fra steady state tilbyr en forenklet økonomisk tolkning ved at små differanser fra steady state vil være tilnærmet lik prosentvise endringer fra steady state. Log-lineariseringen brukt i mini-NEMO er standard og følger relevant litteratur (Galí (2011); Galí & Monacelli (2005); Galí, Smets & Wouters (2012); Justiniano & Preston (2010); Liu (2006); Monacelli (2005); Presterud (2020); Zietz (2006)). Videre vil jeg følge Zietz (2006) når det kommer til den praktiske fremgangsmåten. En oppsummering av ligningssettet som utgjør mini-NEMO gis i appendiks A. Arbeidet gjort for å utlede ligningssettet er gjort av undertegnede og eventuelle feil er dermed mine egne.

2.1 Husholdningene

Husholdningssektoren i mini-NEMO er definert ved et forenklet nyttemaksimeringsproblem som fanger opp intuisjonen bak hvilke forhold som bestemmer konsumet i modellen. Delkapittelet tilbyr en gjennomgang av fremgangsmåten brukt for å utlede den optimale konsumbanen til husholdningene gjennom log-lineariseringsmetoden.

Mini-NEMO er som nevnt en RANK modell da det antas at alle konsumentene i økonomien er aggregert til én representativ husholdning. Den representative husholdningen oppnår nytte av konsum, C , i hver periode t gitt ved:

$$U(C_t) = \frac{1}{1-\sigma} C_t^{1-\sigma}, \quad (2.1.1)$$

der $\sigma > 0$ er den inverse intertemporale substitusjonselastisiteten som måler den prosentvise endringen i konsumvekst ved en gitt prosentvis endring i rentenivået. Desto lavere σ er, desto mer sensitivt vil konsumet være til renteendringer. For en nærmere studie av σ sin effekt på konsumet se Fossanger & Nestås (2016). Ligning (2.1.1.) illustrerer at nytten til husholdningen vil øke dersom konsumet øker ved at det er en positiv korrelasjon mellom de to. Dette ser man matematisk ved at en økning i C_t vil, alt annet likt, føre til en økning i nytten av konsum, $U(C_t)$.

Det antas at den representative husholdningen er rasjonell og nyttemaksimerende, noe som betyr at den ønsker å maksimere nytten over hele livsløpet gitt ved:

$$\max_{C_t} \mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U_t(C_t). \quad (2.1.2)$$

β er en diskonteringsfaktor og \mathbb{E}_0 er en forventningsoperator. Husholdningen maksimerer nytten av konsum gitt følgende budsjettrestriksjon:

$$S_{t+1} = (1 + r_t)S_t + W_t N_t - C_t. \quad (2.1.3)$$

I (2.1.3) er S_t likvid sparing, r_t er realrenten, W_t er reallønn og N_t er arbeidstilbudet til husholdningen. I mini-NEMO vil realrenten være avkastningen på et risikofritt aktiva. Forholdet mellom førsteordensbetingelsen for konsum og førsteordensbetingelsen for likvid sparing er gitt ved:

$$U'(C_t) = \beta R_t \mathbb{E}_t U'(C_{t+1}), \quad (2.1.4)$$

der $R_t = 1 + r_t$. Videre fremgangsmåte for å utlede den log-lineariserte konsumbanen er å definere en funksjon F på bakgrunn av ligning (2.1.4). Funksjonen vil defineres som differansen mellom de to deriverte, gitt ved:

$$F(C_t, C_{t+1}, R_t) = C_t^{-\sigma} - \beta R_t \mathbb{E}_t C_{t+1}^{-\sigma}. \quad (2.1.5)$$

(2.1.5) kan omskrives til:

$$F(C_t, C_{t+1}, R_t) = e^{-\sigma \tilde{c}_t} - \beta \tilde{r}_t \mathbb{E}_t e^{-\sigma \tilde{c}_{t+1}}, \quad (2.1.6)$$

der $\tilde{c}_t = \ln C_t$, $\tilde{c}_{t+1} = \ln C_{t+1}$ og $\tilde{r}_t = \ln R_t$. Videre følger jeg Zietz (2006) for å utlede den log-lineariserte førsteordensbetingelsen. Fremgangsmåten starter ved å partiell derivere funksjonen for å oppnå følgende resultater:

$$\begin{aligned}\frac{\partial F}{\partial \tilde{c}_t} &= -\sigma e^{-\sigma \tilde{c}_t}, \\ \frac{\partial F}{\partial \tilde{c}_{t+1}} &= -(-\sigma)\beta \tilde{r}_t e^{-\sigma \tilde{c}_{t+1}} = \sigma \beta \tilde{r}_t \mathbb{E}_t e^{-\sigma \tilde{c}_{t+1}}, \\ \frac{\partial F}{\partial \tilde{r}_t} &= -\beta e^{\tilde{r}_t} \mathbb{E}_t e^{-\sigma \tilde{c}_{t+1}}.\end{aligned}$$

På lik linje som i Justiniano & Preston (2010) vil jeg anta at følgende gjelder for konsumets steady state: $C_{ss} = 1$ og $R_{ss} = \beta^{-1}$. Dette settes inn i ligningen under, der man ser på differansen mellom funksjonen F og dens steady state verdi:

$$F - F_{ss} \approx \left. \frac{\partial F}{\partial \tilde{c}_t} \right|_{ss} \cdot (\tilde{c}_t - \tilde{c}_{ss}) + \left. \frac{\partial F}{\partial \tilde{c}_{t+1}} \right|_{ss} \cdot (\tilde{c}_{t+1} - \tilde{c}_{ss}) + \left. \frac{\partial F}{\partial \tilde{r}_t} \right|_{ss} \cdot (\tilde{r}_t - \tilde{r}_{ss}). \quad (2.1.7)$$

Ved å bruke at $\hat{c}_t = \tilde{c}_t - \tilde{c}_{ss}$ og $\hat{r}_t = \tilde{r}_t - \tilde{r}_{ss}$ får man følgende resultat:

$$\begin{aligned}F - F_{ss} &\approx -\sigma \hat{c}_t + \sigma \hat{c}_{t+1} - \hat{r}_t = \\ &\Rightarrow \hat{c}_t = \hat{c}_{t+1} - \frac{1}{\sigma} \hat{r}_t^3.\end{aligned} \quad (2.1.8)$$

Ligning (2.18) viser at en prosentvis økning i rentenivået vil redusere konsumet til husholdningen gjennom den inverse intertemporale substitusjonselastisiteten. Uavhengig av husholdningens formuesposisjon vil et økt rentenivå gjøre det relativt dyrere å konsumere i dag, noe som gir insentiv til å redusere konsum. Husholdningenes formuesposisjon og reaksjon på en renteøkning vil bli studert nærmere i kapittel tre, der de tre konsumentgruppene utledes.

Videre i modellen vil alle små bokstaver bli brukt som log-differanser fra steady state, altså $c_t = \hat{c}_t, r_t = \hat{r}_t$ etc. Videre utledninger vil følge samme fremgangsmåte uten ytterligere gjennomgang.

Nyttefunksjonen i mini-NEMO kan utvides til å inkludere, på lik linje som i Galí, Smets & Wouters (2012), en vaneparameter, h . Inkluderingen av h vil føre til følgende endring i nyttefunksjonen til husholdningen:

$$U_t(C_t) = \frac{1}{(1-\sigma)(1-h)} (C_t - hC_{t-1})^{1-\sigma}. \quad (2.1.9)$$

³ I utregningen har det blitt tatt høyde for at $R_{ss} = \beta^{-1}$ ved at det opprinnelige resultatet blir $\beta e^{\tilde{r}_{ss}} e^{-\sigma \tilde{c}_{ss}}$ som dermed blir $\beta e^{\ln(\beta^{-1})} e^{-\sigma \ln(1)} = \beta \beta^{-1} 1 = 1$.

Vaneparameteren h inkluderes for å fange opp antagelsen om at husholdningenes nytte av konsum avhenger av relativt konsum i tidligere perioder. Dette illustreres tydeligere ved å se på marginalnyttens til konsum gitt i ligningen under.

$$\frac{\partial U_t}{\partial C_t} = \frac{1}{1-h} (C_t - hC_{t-1})^{-\sigma}. \quad (2.1.10)$$

Fra ligning (2.1.10) er det tydelig å se at den marginale nytten en husholdning får fra konsum i dag vil være høyere dersom dagens konsum er lavere i forhold til konsum i tidligere perioder, hC_{t-1} . Altså ønsker husholdningene en glatt konsumbane over tid uten raske endringer eller hopp i konsum. Dette betyr også at desto høyere konsum husholdningene har hatt i tidligere perioder, desto mindre nytte vil samme konsummengde gi i kommende perioder. Det er derfor konsum i tidligere perioder inngår som negativ i ligning (2.1.10). Det antas at parameteren er definert i intervallet $0 \leq h < 1$. Dersom $h = 0$ vil både periodenytten og marginalnyttens kun avhenge av absoluttnivået på konsum, mens ettersom h går mot 1 vil dagens konsum være mer lik gjennomsnittet av konsum i tidligere og kommende perioder. I et slikt tilfelle vil husholdningenes ønske om en glatt konsumbane være så sterkt at realrentens betydning for konsumet minsker mer og mer.

Inkluderingen av vaneparameter fører til en oppdatert førsteordensbetingelse. Denne log-lineariseres og gir⁴:

$$c_t - hc_{t-1} = \mathbb{E}_t(c_{t+1} - hc_t) - \frac{1-h}{\sigma} (i_t - \mathbb{E}_t\pi_{t+1}) + d_t. \quad (2.1.11)$$

Her er det lagt til et ledd, d_t , som illustrerer potensielle etterspørselssjokk og realrenten er definert som $r_t = i_t - \mathbb{E}_t\pi_{t+1}$ der i_t er den nominelle renten og $\mathbb{E}_t\pi_{t+1}$ er forventet inflasjon i neste periode. Ligning (2.1.11) er en førsteordensbetingelse som viser den optimale avveiningen av konsum for den representative husholdningen og beskriver optimal konsumbane over tid. Ligningen er standard i litteraturen (Galí & Monacelli, 2005; Justiniano & Preston, 2010; Monacelli, 2005).

⁴ Her har jeg valgt å ikke inkludere den fulle utledningen til ligning (2.1.11) da kompleksiteten til analysen øker betraktelig uten å tilby ytterligere innsikt.

2.2 Lønnssetting og introduksjon av ledighet

På lik linje som i Erceg, Henderson & Levin (2000), Galí (2011) og Galí, Smets & Wouters (2012) vil mini-NEMO inkludere nominelle lønnsrigiditeter. Det antas at lønnsnivået i økonomien settes gjennom bruken av lønnskontrakter med likt tidsperspektiv som i Calvo (1983) og Erceg, Henderson & Levin (2000). Det antas da at en gruppe arbeidere, eller en fagforening som representerer dem, har mulighet til å reoptimalisere den nominelle lønnen med en sannsynlighet på $1 - \Theta_w$ hver periode. Sannsynligheten er uavhengig av forrige lønnsjustering og lik på tvers av ulike typer arbeidstilbud. En andel, Θ_w , vil dermed holde lønningene konstante i den gitte perioden, noe som gjør at man kan tolke denne parameteren som en naturlig indeks for nominelle rigiditeter (Galí, 2011). Θ omtales som en Calvoparameter og vil videre i modellen inngå med ulik subskript avhengig av hva som studeres. Θ_h er eksempelvis Calvoparameteren for hjemlandets priser.

Fagorganiserte arbeidere som reoptimaliserer lønningene sine i periode t vil sette en nominell lønn W_t^{n*} . Denne lønnen settes for å maksimere husholdningens nytte. På lik linje som i Smets & Wouters (2003) og Smets & Wouters (2007) vil det i tillegg introduseres en delvis indeksregulering av lønningene mellom reoptimaliseringsperioder, som gjør at de nominelle lønningene justeres mekanisk i henhold til tidligere prisinflasjon. Det antas videre at $W_{t+k|t}^n$ er den nominelle lønnen i periode $t + k$ for arbeidere som reoptimaliserer lønnen i periode t , noe som gjør at man kan utforme følgende:

$$W_{t+k|t}^n = W_{t+k-1|t}^n \pi^x (\pi_{t-1}^p)^{\gamma_w} (\pi^p)^{1-\gamma_w}. \quad (2.2.1)$$

I ligning (2.2.1) er $k = 1, 2, 3, \dots$ og $W_{t,t}^n = W_t^{n*}$, mens prisinflasjonen er gitt ved: $\pi_t^p = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ der π^p er dens steady state verdi. π^x er bruttovekstraten av produktivitet i steady state og $\gamma \in 0, 1$ er graden av lønnsindeksering på tidligere inflasjon (Galí, Smets & Wouters, 2012).

Reoptimaliseringen av lønnen i periode t gjøres på bakgrunn av husholdningenes budsjettrestriksjoner i tillegg til en sekvens av isoelastiske etterspørsler gitt ved:

$$N_{t+k|t} = \left(\frac{W_{t+k|t}^n}{W_{t+k}^n} \right)^{-\epsilon_{w,t}} N_{t+k}, \quad (2.2.2)$$

der $N_{t+k|t}$ er sysselsettingen blant arbeidere som har en reoptimalisert lønn i periode $t + k$ og $\epsilon_{w,t}$ er lønnselastisiteten i periode t for arbeidsetterspørselen. Det antas, på lik linje som i Galí, Smets & Wouters (2012), at elastisiteten varierer eksogent over tid og dermed fører til endringer i arbeidernes markedsmakt.

Førsteordensbetingelsen knyttet til lønnssettingsproblemet i en symmetrisk likevekt kan skrives som:

$$\sum_{k=0}^{\infty} (\beta \Theta_w)^k \mathbb{E}_t \left\{ \left(\frac{N_{t+k|t}}{C_{t+k}} \right) \left(\frac{W_{t+k|t}^{n*}}{P_{t+k}} - M_{w,t}^n MRS_{t+k|t} \right) \right\} = 0. \quad (2.2.3)$$

I en symmetrisk likevekt vil $MRS_{t+k|t} \equiv \chi_t Z_t N_{t+k|t}^\varphi$ være den relevante marginale substitusjonsraten mellom konsum og sysselsetting i periode $t + k$ og $M_{w,t}^n \equiv \frac{\epsilon_{w,t}}{\epsilon_{w,t}-1}$ er det ønskede lønnspåslaget i periode t . Disse variablene vil bli nærmere forklart i avsnittene som følger. Det antas at den aggregerte lønnsindeksen er gitt ved:

$$W_t^n \equiv \left(\int_0^1 W^n(i)_t^{1-\epsilon_{w,t}} di \right) \left[\frac{1}{1-\epsilon_{w,t}} \right], \quad (2.2.4)$$

og kan på bakgrunn av tidligere antagelser omformuleres til:

$$W_t^n \equiv \left\{ \Theta_w (W_{t-1}^n \pi^x (\pi_{t-1}^p)^{\gamma_w} (\pi^p)^{1-\epsilon_{w,t}} + (1 - \Theta_w) W_t^{n*1-\epsilon_{w,t}} \right\}^{\frac{1}{1-\epsilon_{w,t}}}. \quad (2.2.5)$$

Ved å log-linearisere og kombinere ligningene (2.2.3) og (2.2.5) kan man definere den nominelle lønnsinflasjonen, $\pi_{w,t} \equiv w_t - w_{t-1} + \pi_t$, ved:

$$\pi_{w,t} - \gamma_w \pi_{w,t-1} = \beta \mathbb{E}_t (\pi_{w,t+1} - \gamma_w \pi_{w,t}) - \lambda_w \mu_{w,t} + z_{w,t}. \quad (2.2.6)$$

Dette resultatet følger tilsvarende analyser gjort av Galí, Smets & Wouters (2012) og Galí (2011). Ligningen viser Phillipskurven der β er diskonteringsfaktoren som legges på forventningene til den fremtidige lønnsinflasjonen og γ_w måler graden av lønnsindeksering på

tidligere inflasjon. $z_{w,t}$ representerer et stokastisk sjokk på lønnsutviklingen som følger en AR(1) prosess⁵ og λ_w er helningen til Phillipskurven, gitt ved:

$$\lambda_w \equiv \left((1 - \Theta_w) \frac{1 - \beta \cdot \Theta_w}{\Theta_w} \right) > 0. \quad (2.2.7)$$

Videre vil det på lik linje som i Galí, Smets & Wouters (2012) introduseres arbeidsledighet i modellen. Det antas at et individ kun ønsker å gå inn i arbeidsmarkedet dersom det følgende kriteriet er møtt⁶:

$$(C_t - hC_{t-1})^{-\sigma} \left(\frac{W_t}{P_t} \right) \geq \chi_t \theta_t j^\varphi. \quad (2.2.8)$$

I ligning (2.2.8) er j den negative nytten ved å arbeide og $\chi_t j^\varphi$ er den negative nytten konsumenten får dersom vedkommende er i arbeid. P er en prisindeks, $\varphi > 0$ er den inverse Frisch-elasticiteten, χ_t er et eksogent preferanseskift og θ_t er et endogent preferanseskift. Husholdningenes Frisch-elasticitet fanger opp antall timer jobbet til et gitt lønnsnivå, gitt en konstant marginalnytte av formue (Frisch, 1959). Ligning (2.2.8) forteller at en husholdning kun vil velge å gå inn i arbeidsmarkedet, og således oppleve negativ nytte av å jobbe, dersom den negative nytten er mindre eller lik gevinsten ved et slikt arbeid. Her er gevinsten målt i form av marginalnytte av økt realinntekt. θ_t vil være definert ved:

$$\theta_t \equiv \frac{Z_t}{C_t - hC_{t-1}}. \quad (2.2.9)$$

Husholdningen tar θ_t som gitt. I ligning (2.2.9) er Z_t inkludert som en glattingstrend for samlet konsum og vil over tid utvikle seg gitt følgende:

$$Z_t = Z_{t-1}^\nu (C_t - hC_{t-1})^{1-\nu}, \quad (2.2.10)$$

der ν er inntektselasticiteten på arbeidstilbudet. Z_t kan bli referert til som inntektseffektene i modellen ved at den kan tolkes som en glattingstrend for samlet konsum. Dette vises ved at preferansespesifikasjonene gjort impliserer en eksternalitet ved konsum på individuelt arbeidstilbud. Dersom samlet konsum er høyere enn trendverdien vil den individuelle negative

⁵ En autoregressiv (AR) modell kan predikere fremtidig utfall basert på tidligere atferd. AR prosesser brukes når det kan være korrelasjoner mellom verdiene i en tidsserie, verdiene som kom før dem og verdiene som kommer etter dem. AR(1) er da en førsteordens autoregressiv prosess. Se (Robinson, 1978) for mer informasjon om AR prosesser.

⁶ Ligning (2.2.8) vil avvike noe fra Galí, Smets & Wouters (2012) da de benytter seg av log-nytte.

nyttien ved å arbeide reduseres. Man er villig til å jobbe mer når samlet konsum er høyt. Lignende tolkning er gjort i Galí, Smets & Wouters (2012).

Husholdningenes marginale substitusjonsrate mellom konsum og arbeid i periode t for en husholdning med et arbeidstilbud i kan på bakgrunn av tidligere antagelser bli gjengitt ved:

$$MRS_t(i) \equiv \chi_t \theta_t \tilde{C}_t N_t(i)^\varphi, \quad (2.2.11)$$

der $\tilde{C}_t = (C_t - hC_{t-1})^{-\sigma}$. I en symmetrisk likevekt vil dette være:

$$MRS_t(i) = \chi_t Z_t N_t(i)^\varphi \quad (2.2.12)$$

Videre kan man definere det marginale tilbudet av arbeidskraft som L_t og inkludere betingelsen om symmetrisk likevekt for å utlede følgende:

$$\frac{W_t}{P_t} = \chi_t Z_t L_t(i)^\varphi. \quad (2.2.13)$$

Log-linearisering av (2.2.13) gir følgende i avvik fra trend:

$$w_t = \psi_t + z_t + \varphi l_t, \quad (2.2.14)$$

der $\psi_t \equiv \log \chi_t$ er et arbeidstilbudssjokk og

$$z_t = \nu z_{t-1} + \frac{1-\nu}{1-h} (c_t - h c_{t-1}). \quad (2.2.15)$$

Lønnspåslaget i økonomien vil defineres som differansen mellom de reelle lønningene og den marginale substitusjonsraten, $MRS = \psi_t - z_t - \varphi n_t$. Lønnspåslaget, $\mu_{w,t}$, vil således være gitt ved:

$$\mu_{w,t} = w_t - \psi_t - z_t - \varphi n_t, \quad (2.2.16)$$

der w_t er konsumreallønnen, φ er den inverse Frisch-elasticitet for arbeidstilbudet og n_t er populasjonsandelen som faktisk er i arbeid, altså de sysselsatte i økonomien. Påslaget avhenger således av den reelle arbeidsstyrken i økonomien gjennom den marginale substitusjonsraten.

Populasjonsandelen som ikke er i arbeid er arbeidsledige. I likhet med Galí (2011), som approksimerer $(L_t - N_t)/L_t$, kan man i mini-NEMO også definere arbeidsledigheten ved:

$$u_t = l_t - n_t, \quad (2.2.17)$$

der l_t er samlet tilbud av arbeidskraft i avvik fra trend og n_t er sysselsettingsraten i avvik fra trend. Arbeidsledigheten blir dermed definert ved å inkludere alle arbeidere som ønsker å jobbe, men som ikke er i arbeid. Det finnes altså ufrivillig arbeidsledighet i økonomien.

2.3 Bedriftene

Bedriftene i modellen følger antagelsene gjort i Galí & Monacelli (2005). En representativ bedrift produserer et gode med en lineær teknologi gitt ved følgende produksjonsfunksjon:

$$Y_t(j) = A_t N_t(j), \quad (2.3.1)$$

der A_t er total faktorproduktivitet, N_t er arbeidskraft brukt i produksjon og $j \in [0,1]$ er en bedriftsspesifikk indeks. Fra ligning (2.3.1) ser man at modellen antar kun én innsatsfaktor i produksjonen, arbeidskraft. Dette betyr at økt total faktorproduktivitet kan antas til å være en arbeidsbesparende teknologisk endring. Ved bruk av standard log-linearisering kan man gjengi produksjonsfunksjonen som følger:

$$y_t = a_t + n_t, \quad (2.3.2)$$

der a_t følger en AR(1) prosess $a_t = \rho_a a_{t-1} + \varepsilon_t$ hvorav ρ_a er en autokorrelasjonsparameter og ε_t er støy definert med snitt lik null og varians lik $\sigma_{\varepsilon_a}^2$.

Bedriftene i mini-NEMO følger prissetting tilsvarende Calvo (1983) der det antas at hver bedrift vil reoptimaliserer prisene sine med en sannsynlighet $1 - \Theta_h$ hver periode og uavhengig av tidligere justeringer. Dette betyr at en tilfeldig mengde $1 - \Theta_h$ bedrifter vil sette nye priser hver periode, mens den tilfeldige mengden Θ_h ikke justerer prisene sine. Dette er tilsvarende analysen gjort for lønnssettingen i økonomien og vil derfor kommenteres uten videre utledning i delkapittelet som følger.

2.4 Påslag og inflasjon

I mini-NEMO følger prissettingen i økonomien fremgangsmåten og utregningene til relevant litteratur (Calvo, 1983; Galí & Monacelli, 2005). Bedriftene i økonomien setter prisene fritt, men er nødt til å ta hensyn til pristrehet. Bedriftene følger altså Calvo-prissetting og tar hensyn til at det knyttet uvisshet til neste optimaliseringsperiode (Calvo, 1983). Følgelig, og på lik linje som ved reallønnen, vil det således legges et påslag på hjemlandets produkter og de importerte produktene. Påslagene vil tilsvare prisene på varene delt på deres respektive marginale kostnader på lik linje som i delkapittel 2.2. Disse antagelsene er standard i litteraturen, se blant annet Galí & Monacelli (2005) og Justiniano & Preston (2010). Log-linearisering gir følgende for henholdsvis påslaget på hjemlandets produkter og de importerte produktene:

$$\mu_{h,t} = a_t - w_t - (1 - \alpha)\tau_t, \quad (2.4.1)$$

$$\mu_{f,t} = \alpha\tau_t - q_t. \quad (2.4.2)$$

Ligning (2.4.1) er påslaget som legges på prisene til hjemlandets produkter i økonomien for å maksimere profitt der a_t er total faktorproduktivitet og τ_t er bytteforholdet. Disse faktorene vil forklares nærmere senere i kapitlet. Ligning (2.4.2) viser påslaget lagt på importerte varer, der q_t er konsumrealkursen. Utledningen av ligningene følger Justiniano & Preston (2010).

På bakgrunn av utledningen til påslagene, og ved å følge tilsvarende fremgangsmåte som i (2.2.6), får man følgende for inflasjonen på hjemlandets priser og inflasjonen på import prisene:

$$\pi_{h,t} - \gamma_h \pi_{h,t-1} = \beta \mathbb{E}_t (\pi_{h,t+1} - \gamma_h \pi_{h,t}) - \lambda_h \mu_{h,t} + z_{h,t} \quad (2.4.3)$$

og

$$\pi_{f,t} - \gamma_f \pi_{f,t-1} = \beta \mathbb{E}_t (\pi_{f,t+1} - \gamma_f \pi_{f,t}) - \lambda_f \mu_{f,t} + z_{f,t}. \quad (2.4.4)$$

Ligningene viser henholdsvis Phillipsskurven for hjemlandets priser og Phillipsskurven for de importerte prisene. Sjokkene $z_{h,t}$ og $z_{f,t}$ legges henholdsvis på hjemlandets priser og importprisene. I tillegg følger λ_h og λ_f tilsvarende definisjon og utledning gitt i (2.2.7). Konsumprisinflasjonen i økonomien består av inflasjonen på hjemlandets priser og inflasjonen på importprisene. Vekten som legges på hjemlandets priser er gitt ved α og således vil vekten på importprisene være $(1 - \alpha)$. Konsumprisinflasjonen vil dermed være gitt ved:

$$\pi_t = \alpha \pi_{h,t} + (1 - \alpha) \pi_{f,t}. \quad (2.4.5)$$

Konsumprisinflasjonen ses på her som aggregert konsumprisindeks (KPI) av innenlandsk inflasjon og vektet importert inflasjon. Forholdet kan omformuleres til å gjelde på nivåform ved å log-linearisere KPI:

$$p_t - p_{t-1} = \alpha(p_{h,t} - p_{h,t-1}) + (1 - \alpha)(p_{f,t} - p_{f,t-1})$$

$$p_t \equiv (1 - \alpha)p_{h,t} + \alpha p_{f,t} \quad (2.4.6)$$

Avslutningsvis kan man på bakgrunn av ovennevnte ligninger illustrere forholdet mellom økonomiens inflasjon og konsumreallonnen på følgende vis:

$$w_t = w_{t-1} + \pi_{w,t} - \pi_t. \quad (2.4.7)$$

2.5 Bytteforhold, valutakurs og utenlandsformuen

I mini-NEMO antas det at bytteforholdet, valutakursen og utenlandsformuen i økonomien følger relevant litteratur på lik linje som i delkapittel 2.4. Bytteforholdet defineres ved følgende:

$$T_t = \frac{P_{f,t}}{P_{h,t}}. \quad (2.5.1)$$

Bytteforholdet viser prisen på en utenlandsk vare, $P_{f,t}$, relativ til prisen på en hjemmeproduert vare, $P_{h,t}$. Dersom prisen på utenlandske varer stiger blir de hjemmeproduerte varene mer ettertraktet i det internasjonale markedet og bytteforholdet vil bedres. Omvendt effekt observeres dersom prisen på hjemlandets varer øker relativt til utenlandske varer. Log-linearisering gir:

$$\tau_t = p_{f,t} - p_{h,t}, \quad (2.5.2)$$

der τ_t er bytteforholdet i periode t .

Ved å kombinere endringene i bytteforholdet med den log-lineariserte versjonen av konsumprisinflasjonen fra ligning (2.4.6) får man følgende forhold for de aggregerte prisene og bytteforholdet:

$$p_t \equiv (1 - \alpha)p_{h,t} + \alpha p_{f,t}$$

$$= p_{h,t} + \alpha \tau_t. \quad (2.5.3)$$

På lik linje som i Liu (2006) kan man dermed utlede følgende forhold mellom inflasjonen i importprisene, innlands inflasjon og endringen i bytteforholdet:

$$\Delta\tau = \pi_{f,t} - \pi_{h,t}. \quad (2.5.4)$$

Dette kan omskrives til:

$$\tau_t = \tau_{t-1} + \pi_{f,t} - \pi_{h,t}. \quad (2.5.5)$$

Ved å følge Galí (2008) kan man på tilsvarende vis som ved bytteforholdet definere konsumreakkursen, q_t , ved følgende:

$$q_t = q_{t-1} + \Delta e_t + \pi_t^* - \pi_t, \quad (2.5.6)$$

Ligning (2.5.6) viser dynamikken til konsumreakkursen der π_t^* er utenlandsk inflasjon og Δe_{t+1} er den prosentvise endringen i den nominelle valutakursen mellom to perioder. Tilsvarende fremgangsmåte følger for å definere udekket renteparitet (UIP) i modellen gitt ved:

$$i_t = i_t^* + \mathbb{E}_t \Delta e_{t+1} - \xi b_t + \varepsilon_t. \quad (2.5.7)$$

UIP er definert som forholdet mellom spotkursen i et land og terminkursen til utenlandsk valuta gitt ved i_t^* . Udekket renteparitet er en teori som sier at forventet renteavkastning vil være lik på tvers av valutaer når teorien holder. Det er også inkludert en risikopremie, ξ , og et sjokk til risikopremien gitt ved ε_t .

I mini-NEMO avhenger den nominelle kursen av en variabel b_t , som er utenlandsformuen til Norge, der ξ er risikopremien som fanger opp at man må betale en høyere rente dersom utenlandsgjelden er høyere. Risikopremier inkluderes i UIP for å gjøre en modell uten komplette markeder stasjonær. Inkluderingen av en risikopremie i ligningen for UIP er standard og følger blant andre Justiniano & Preston (2010) og Schmitt-Grohé & Uribe (2003). Utenlandsformuen, b_t , vil akkumulere i henhold til:

$$b_t = \beta^{-1} b_{t-1} + t b_t. \quad (2.5.8)$$

Her ser man at utenlandsformuen avhenger av b_t i forrige periode som forrentet med en faktor β^{-1} og handelsbalansen, $t b_t$. Ligningen er log-linearisert, noe som betyr at dersom b_t er negativ

får økonomien lavere inntekter enn normalt ved at man har en lavere utenlandsformue enn i steady state, mens en positiv b_t indikerer økte inntekter.

Handelsbalansen, som påvirker utenlandsformuen, er gitt ved differansen mellom eksport og import, altså:

$$tb_t = y_t - c_t - (1 - \alpha)\tau_t. \quad (2.5.9)$$

Forholdet er standard i litteraturen og inkluderes for å studere hvordan diverse sjokk påvirker handelen til utlandet. En positiv handelsbalanse betyr at økonomien eksporterer mer enn den importerer. I et slikt tilfelle vil økonomiens inntekter knyttet til eksport være større enn utgiftene ved import.

2.6 Pengepolitikk

Sentralbanken i mini-NEMO følger en Taylor-regel for pengepolitikk gitt ved:

$$i_t = \max[\phi_i i_{t-1} + (1 - \phi_i)(\phi_\pi \pi_t + \phi_y y_t) + \phi_t, i_{lb}], \quad (2.6.1)$$

der ϕ_i er en Taylor-regel-vekt for rentetregghet, ϕ_π er en Taylor-regel-vekt for inflasjonsgapet, mens ϕ_y er for produksjonsgapet og ϕ_t er et pengepolitisk sjokk. Ligning (2.6.1) illustrerer at det finnes en nedre grense for den nominelle renten ved at dersom $\phi_i i_{t-1} + (1 - \phi_i)(\phi_\pi \pi_t + \phi_y y_t) + \phi_t < i_{lb}$ vil i_{lb} være den gjeldende renten. Ligningen viser altså at sentralbanken har en nedre grense for hvor lav den nominelle renten kan være, noe som stemmer godt overens med tidligere kommentarer lagt frem om handlingsrommet til sentralbanken ved svært lave styringsrenter. Rentetregghet er inkludert fordi små, konsistente endringer i styringsrenten tillater for en større effekt av pengepolitikken på lange renten og således samlet etterspørsel. Woodford (1999) kommenterer på bakgrunn av dette at optimal rentesetting vil være å gradvis endre renten.

Taylor-regelen, som ble utledet av Taylor (1993), var opprinnelig ment som en tommelfingerregel som forklarer hvordan USA sin sentralbank setter styringsrenten sin. Regelen forklarer hvordan en sentralbank reagerer på endringer i produksjon- og inflasjonsnivå, der ϕ_π er vekten som legges på inflasjonen og ϕ_y er vekten som legges på produksjonen.

Dersom vekten på inflasjonen er større enn vekten på produksjonen betyr det at sentralbankens rentebeslutninger påvirkes av endringer i inflasjonsnivået i en større grad sammenlignet med produksjonsnivået. I et slikt tilfelle kan man observere at en sentralbank endrer styringsrenten relativt mer i etterkant av en endring i inflasjonsnivået enn ved en endring i produksjonsnivået.

2.7 Utenlandsk sektor

Ligningene under viser forhold tidligere studert, gjeldene for utlandet. Siden mini-NEMO studerer en liten åpen økonomi antas det at de utenlandske forholdene blir tatt som gitt. Ligning (2.7.1) viser utenlandsk etterspørsel, (2.7.2) viser utenlandsk inflasjon og (2.7.3) er den utenlandske nominelle renten. Alle variablene og parameterne blir sett på som eksogent gitt i modellen. Det er ikke mulig for en liten åpen økonomi å påvirke dem.

$$y_t^* - h^* y_{t-1}^* = \mathbb{E}_t(y_{t+1}^* - h^* y_t^*) - \frac{1 - h^*}{\sigma^*} (i_t^* - \mathbb{E}_t \pi_{t+1}^*) + d_t^* \quad (2.7.1)$$

$$\pi_t^* - \gamma^* \pi_{t-1}^* = \beta^* \mathbb{E}_t(\pi_{t+1}^* - \gamma^* \pi_t^*) + \kappa^* (y_t^* - h^* y_{t-1}^* + \chi_i^* i_t^*) + z_t^* \quad (2.7.2)$$

$$i_t^* = \phi_i^* i_{t-1}^* + (1 - \phi_i^*) (\phi_\pi^* \pi_t^* + \phi_y^* y_t^*) + \phi_t^* \quad (2.7.3)$$

2.8 Likevekt

Likevektsbetingelsen for klarering i markedet for innenlandskproduserte varer gir følgende:

$$y_t = \alpha c_t + (1 - \alpha)[y_t^* + \eta(\tau_t + q_t)], \quad (2.8.1)$$

der η er substitusjonselastisiteten mellom hjemlandets goder og importerte goder. Her ser man at markedet klarerer når produksjonen er lik konsumet av hjemlandets goder. Hjemlandets goder konsumeres enten innenlands, eller eksporteres til utlandet. Utenlandsk konsum av hjemlandets goder avhenger av blant annet utlandets produksjon, samt konsumrealkursen og bytteforholdet. I hvilken grad konsumentene foretrekker hjemlandets goder er definert ved α , det såkalte «home bias». Dersom α er stor betyr det at hjemlandets konsumenter foretrekker lokalproduserte produkter. I det motsatte tilfelle der α er lav foretrekker konsumentene importerte goder.

2.9 Data

Mini-NEMO er kalibrert og estimert på norske data. Norges Bank har tilgang til en rekke observerbare variabler som er brukt for å estimere modellen illustrert over. Dette er variabler som produksjonsgapet, inflasjonen, privat konsum, konsumrealkursen, ledighetsrate osv. Utvalget brukt til å estimere mini-NEMO består av data samlet inn fra 1. kvartal 1994 til 3. kvartal 2021.

Modellen er estimert ved bruk av Bayesiansk estimering med uavhengige priors på de estimerte parameterne⁷. Bayesiansk estimering er en metode som i nyere tid er mye anvendt i makroøkonomifaget⁸. Metoden anvender 12 observerbare variabler som kan kobles opp mot 11 strukturelle sjokk og tre målefeil, i tillegg til estimeringen av 18 strukturelle parameter og 11 sjokkprosesser. De tre målefeilene er tilknyttet de utenlandske variablene og er estimert til å forklare mindre enn 10% av bevegelsene observert.

2.10 Kalibrering og estimering

Kalibreringen og estimeringen av mini-NEMO er gjort for den norske økonomien av Bergholt & Presterud (2022). En oversikt over parameterverdiene er gitt i tabell 1 nedenfor der parameterne som er kalibrert er uthevet med fet skrift, resten følger Bayesiansk estimering slik det er formulert i delkapittel 2.9.

Parameter	Tolkning	Verdi
β	Diskonteringsfaktor	0.99
α	Home Bias	0.5
σ	Invers intertemporal substitusjonselastisitet	1
φ	Frisch-elastisiteten	5
ξ	Risikopremieelastisitet	0.01
ν	Inntektselastisitet på arbeidstilbudet	0.98
η	Substitusjonselastisitet mellom hjemlandets goder og importerte goder	0.73
h	Vaneparameter	0.82

⁷ Priors i Bayesiansk estimering er at man inkorporerer tidligere (prior) kunnskap om et gitt problem. Dette kan for eksempel være at man inkorporerer kunnskap fra andre mikroøkonomiske studier eller lignende.

⁸ For flere detaljer om Bayesiansk estimering av en DSGE modell se Presterud (2020).

Θ_w	Calvoparameter, lønnsinflasjon	0.63
Θ_h	Calvoparameter, hjemlandets inflasjon	0.91
Θ_f	Calvoparameter, importert inflasjon	0.88
γ_w	Indeks for lønnsinflasjonen	0.23
γ_h	Indeks for hjemlandets inflasjon	0.24
γ_f	Indeks for importert inflasjon	0.41
ϕ_i	Taylorregel for rentetreghet	0.82
ϕ_π	Taylorregel for inflasjon	1.33
ϕ_y	Taylorregel for produksjonsgapet	0.40
h^*	Vaneparameter for utlandet	0.37
Θ^*	Calvoparameter, utlandets inflasjon	0.95
γ^*	Indeks for utlandets inflasjon	0.86
ϕ_i^*	Utlandets Taylorregel på rentetreghet	0.95
ϕ_π^*	Utlandets Taylorregel på inflasjon	1.44
ϕ_y^*	Utlandets Taylorregel på produksjonsgapet	0.04

Tabell 2.1: Parameterverdiene

3 Konsumentgruppene

For å studere rentens effekt på konsumet til norske husholdninger vil mini-NEMO videreutvikles til å inkludere heterogene aktører. Måten jeg vil gjøre dette på er å separere husholdningene inn i tre ulike konsumentgrupper basert på økonomisk tilpasning og finansiell situasjon. Seperasjonen vil bygge på hvorvidt gruppene kan karakteriseres som hånd-til-munn (HtM) husholdninger eller ikke og om de har høy eller lav marginal konsumtilbøyelighet (MPC). Innad i hver gruppe vil jeg anta homogene aktører som handler ut ifra samme budsjettrestriksjon og homogene preferanser.

Utvidelsen til heterogene aktører i mini-NEMO deler mange likhetstrekk med modellen utviklet av Eskelinen (2021) der hun studerer forskjellene mellom RANK, HANK, TANK og THRANK modeller. Eskelinen utviklet en såkalt THRANK modell og fant at modellen samsvarte bedre med data og ga et mer realistisk overordnet bilde sammenlignet med de enklere RANK og TANK modellene. Hun fant også at en THRANK modell kan fungere som et godt alternativ til HANK på en rekke pengepolitiske aspekt. Antagelsene jeg legger til grunn for seperasjonen av husholdningene passer godt overens med relevant litteratur (Cloyne, Ferreira & Surico, 2020; Graeve et al., 2010; Kaplan, Violante & Weidner, 2014).

Det å utvide en modell til å inkludere heterogene aktører åpner opp for muligheten til å nærmere studere transmisjonsmekanismene tilknyttet pengepolitikken og hvilke effekter som virker sterkest opp mot ulike samfunnsgrupper. En rekke teoretiske studier (Auclert, 2019; Haldane, 2018; Kaplan, Moll & Violante, 2018) finner at man kan dekomponere de pengepolitiske transmisjonsmekanismene inn i to grupper; de direkte og de indirekte effektene. Disse effektene forteller hvordan renten virker på de ulike aspektene i økonomien, og således hvordan en renteendring kan påvirke konsumet til en husholdning.

De direkte effektene er effekter som vil oppstå umiddelbart etter en renteendring, og er ifølge Kaplan, Moll & Violante (2018) antatt til å stå for over 90% av effektene etterfulgt et monetært sjokk i en RANK modell. Dette er effekter som direkte skyldes endringer i markedsrentene.

Effektene fanges opp gjennom to direkte kanaler; den intertemporale substitusjonskanalen og kontantstrømkanalen.

Den intertemporale substitusjonskanalen fanger opp hvordan en endring i markedsrentene påvirker fordelingen av konsum over tid. En økning i rentene vil for eksempel føre til at husholdningene ønsker å spare mer og således konsumere mindre i nåværende periode, og omvendt. Ved en intertemporal substitusjon observerer man derfor ofte at konsumet faller i de første periodene etter en renteøkning før det stiger påfølgende perioder.

Kontantstrømkanalen er den direkte effekten av redistribusjon av inntekt mellom låntakere og långivere i et marked og avhenger av renteavkastning og rentebetaling på sparing eller lån (Eskelinen, 2021). Kanalen illustrerer det faktum at når renten øker vil husholdninger med gjeld få økt gjeldsbelastning tilknyttet de økte lånekostnadene mens husholdninger som sparer vil motta høyere avkastning. Kontantene vil i praksis overføres fra låntakere til långivere. Ampudia et al. (2018) viser at denne effekten vil være sterkere for andelen av husholdningene som er låntakere. Husholdninger med gjeld vil med andre ord reagere sterkere på økte lånekostnader enn det husholdninger med sparing reagerer på økte avkastninger. Dette resultatet støttes av Eskelinen (2021) som argumenterer for at husholdninger med høy MPC vil drive effekten og dermed vil resultatet av en økt rente være lavere produksjon totalt sett.

De indirekte effektene oppstår som resultat av endringer forårsaket av de direkte effektene. De indirekte effektene kan klassifiseres ved tre ulike kanaler: arbeidsinntekt, formue og inflasjon. Arbeidsinntektskanalen fanger opp sjokket på inntekten til aktørene når renten endres. Den direkte effekten av en økning i renten er at produksjon og aggregert etterspørsel reduseres, noe som igjen resulterer i redusert konsum. Når den økonomiske aktiviteten reduseres, vil dette dempe lønnspresset i økonomien og arbeidsinntekten til husholdningene vil reduseres relativt sett. I følge Kaplan, Moll & Violante (2018) utgjør denne kanalen opp mot 80% av endringene i transmisjonsmekanismene i etterkant av et sjokk.

Formueskanalen er den andre kanalen som fanger opp de indirekte effektene ved en renteendring. Den sier at husholdninger som eier aktiva vil påvirkes av renteendringen dersom

prisene på deres aktiva endres. Ved en økning i aktivaprisene kan en husholdning velge å enten selge aktiva for å finansiere økt konsum, eller å låne mot den økte verdien av aktiva. Samlet sett gir dette økt etterspørsel og økt konsum. Husholdninger som eier aktiva eier som regel enten aksjer, obligasjoner eller eiendom. I et tilfelle med økte markedsrenter vil prisen på eiendom reduseres, noe som Hedlund et al. (2017) finner at påvirker 20% av den observerte reduksjonen i konsum der husholdninger med høyest lånegrad påvirkes i størst grad.

Den siste kanalen for de indirekte effektene er inflasjonskanalen. Denne fanger opp at økte styringsrenter ofte resulterer i redusert inflasjon. Hvorvidt denne kanalen påvirker hånd-til-munn (HtM) husholdninger i større grad sammenlignet med ikke-hånd-til-munn (ikke-HtM) avhenger av hvorvidt gjelden til HtM er bundet av faste eller flytende renter. Dersom gjelden er skrevet i nominelle verdier og renten er flytende vil inflasjonskanalen gi store effekter for konsum da realverdien av gjelden påvirkes. I Norge har 94% av låntakere flytende, nominell rente (Statistisk sentralbyrå, 2022e). En reduksjon i inflasjon er ofte til fordel for långivere og til ulempe for låntakere ved at kostnadene ved lån vil stige relativt sett når inflasjonen faller (Eskelinen, 2021; Iacoviello, 2005).

Rentenivåets påvirkning på inflasjonen kan tydeliggjøres gjennom de ulike kanalene i transmisjonsmekanismen for pengepolitikken. Pengepolitikken vil i en liten åpen økonomi virke gjennom fem mekanismer som alle påvirker det generelle inflasjonsnivået (Brubakk & Sveen, 2008). (1) Den direkte valutakurskanalen sier at når markedsrentene endres vil valutakursen til økonomien endres. Dette vil føre til en endring i importert prisvekst og således endret inflasjon. (2) Realrentekanalene til samlet etterspørsel forteller at realrentene vil påvirke etterspørselen etter konsum og investeringer. Endringen i etterspørselen vil igjen påvirke pris- og lønnsveksten i økonomien, noe som fører til endringer i inflasjon.

Videre har man (3) valutakurskanalen til samlet etterspørsel som sier at en endring i valutakursen vil påvirke de relative prisene mellom hjemmeproduerte varer og utenlandske varer. Dette vil påvirke etterspørselen etter hjemmeproduerte varer og dermed inflasjonen gjennom pris- og lønnssetting. (4) Etterspørselskanalen til inflasjonen går direkte på at en endring i etterspørselen vil, gjennom endret lønnsnivå, påvirke inflasjonen i økonomien. Til

slutt har man (5) forventningskanalen til inflasjonen som sier at endringene i pris- og lønnsveksten vil påvirke aktørens forventninger til fremtidig inflasjon. Denne forventningen vil forsterke effekten av pengepolitikken og således bidra til endringer i inflasjonsnivået.

Transmisjonsmekanismene vil påvirke hvordan de direkte og indirekte effektene påvirker husholdningenes konsum og resultatet avhenger av om renten blir satt opp eller ned. I tillegg til de direkte og indirekte effektene vil en husholdnings marginale konsumtilbøyelighet (MPC) også kunne påvirke tilpasningen til konsumet i etterkant av en renteendring. Empiriske observasjoner gjort av Kaplan, Violante & Weidner (2014) viser at HtM husholdninger har høy MPC når det kommer til forbigående inntektsendringer og vil således påvirkes i større grad sammenlignet med ikke-HtM husholdninger.

MPC er definert som andelen inntekt en husholdning vil bruke på konsum i stedet for å spare når husholdningen utsettes for en uforutsett og midlertidig inntektsøkning. Den forteller altså i hvilken grad en husholdning foretrekker å øke konsumet relativt til sparing og investering. Samsvaret mellom MPC adferd og HtM husholdningers adferd brukes av Kaplan, Violante & Weidner (2014) som en forklaring for den observerte korrelasjonen mellom konsum og forbigående endringer i inntekten. De konkluderer med at en høy MPC betyr at husholdningens multiplikator er høyere og at reduksjonen i konsum som følger av en renteøkning vil således forsterkes med multiplikatoren og gi en ytterligere reduksjon i konsum.

En husholdnings MPC avhenger av porteføljesammensetningen og empirisk data viser at andelen likvide midler kan brukes som en nøkkelkomponent når det kommer til klassifiseringen av ulike MPC husholdninger der økt mengde likvide midler betyr lavere MPC (Kaplan, Violante & Weidner, 2014). Dette betyr at husholdninger med lav MPC har typisk høy inntekt og stor formue sammenlignet med husholdninger med høy MPC. Eskelinen (2021) finner på bakgrunn av dette at ulikheten i inntekt og konsum er motsyklisk og vil øke ved kontraktive pengepolitiske sjokk. Den økonomiske ulikheten i en økonomi vil dermed øke dersom man har aktører med ulik MPC. Dette forklarer hun ved at ressursene omfordes fra husholdninger med høy MPC til lav MPC, på lik linje som kommentert i kontantstrømkanalen.

Lignende resultater er fremmet av Carroll et al. (2017) der husholdninger med lav formue har en vesentlig høyere MPC sammenlignet med husholdninger med stor formue. De finner at ulikheten i MPC kan skyldes ulike forutsetninger og antagelser når det kommer til fremtidig konsum og tålmodigheten til de ulike husholdningene. Introduksjonen av likvid beholdning og ulik MPC på tvers av husholdninger er på bakgrunn av ovennevnte faktorer derfor et viktig aspekt når det kommer til inkluderingen av heterogene aktører i en makroøkonomisk modell.

3.1 Ikke-hånd-til-munn

Den første konsumentgruppen jeg introduserer i modellen er de rikeste aktørene, de såkalte ikke-hånd-til-munn (ikke-HtM) husholdningene. Ikke-HtM karakteriseres ved at de ikke har utestående gjeld eller andre høye utgifter å betale. Antagelsene for denne gruppen er at de har en høy formue, høye inntekter og har mulighet til å investere i kredittmarkedet, noe som kan gi høy avkastning. I tillegg antas det at de har en stor mengde likvide midler og dermed lav MPC. Dette gjør at husholdningene i denne gruppen har full frihet til å glatte ut konsum over tid og kan bruke oppsparte midler til å kompensere for et sjokk på konsumet. Faktorene beskrevet over er tilnærmet identiske med den representative husholdningen i mini-NEMO, ligning (2.1.11), noe som fører til at konsumadferden til ikke-HtM vil være tilsvarende gitt ved:

$$c_t^1 = hc_{t-1}^1 + \mathbb{E}_t(c_{t+1}^1 - hc_t^1) - \frac{1-h}{\sigma}(i_t - \mathbb{E}_t\pi_{t+1}) + d_t. \quad (3.1.1)$$

3.2 Rike hånd-til-munn

Den andre gruppen i modellen vil være de rike-hånd-til-munn (rike HtM) husholdningene som følger en forenklet versjon av teorien fremmet i Kaplan, Violante & Weidner (2014). Det antas at denne gruppen består av husholdninger som har en middels høy inntekt, men i motsetning til ikke-HtM har de ikke en stor andel likvide midler. Husholdningene i rike HtM kan derimot ha illikvide midler, som for eksempel eiendom eller pensjonskontoer, men på grunn av diverse transaksjonskostnader kan de ikke benytte midlene til å umiddelbart glatte ut konsumet i etterkant av et sjokk. Antagelsen om illikvide midler begrunnes med at rike HtM antas til å ha høy renteeksponering sammenlignet med ikke-HtM, altså at konsumet påvirkes av renten i større grad. Renteeksponering måles ved husholdningenes netto gjeld. Det antas derfor at rike HtM holder finansielle aktiva som er akkumulert ved å ta opp lån. Det vil derimot, for

enkelthetsskyld, ikke gjøres egne antagelser for budsjettrestriksjonen knyttet til en slik illikvid sparing.

Rike HtM har altså tilgang til kredittmarkedet, men de har ikke mulighet til å bruke all lønnsinntekt på investering da de nedbetaler diverse lån. Dette kan for eksempel være et boliglån. En standard karakteristikk for denne gruppen er dermed at husholdningene bruker alle tilgjengelige ressurser hver periode enten til konsum eller nedbetaling av lån. På bakgrunn av de ovennevnte faktorene vil rike HtM husholdninger antas å ha høy MPC. For å utvide modellen til å inkludere aktører med høy MPC introduseres et nytt maksimeringsproblem gitt ved⁹:

$$\max_{C_t, N_t} \sum_t \beta^t U(C_t^2, N_t^2; I_t^2), \quad (3.2.1)$$

$$st. S_{t+1}^2 = R_t S_t^2 + W_t N_t^2 - C_t^2. \quad (3.2.2)$$

Maksimeringsproblemet gitt i ligning (3.2.1) er ulik fra ikke-HtM ved at den i dette tilfellet avhenger av arbeidstilbudet til husholdningene og inntekten i inneværende periode, I_t , gitt ved:

$$I_t = R_t \bar{S} + W_t \bar{N}, \quad (3.2.3)$$

der \bar{S} er konstant sparebeholdning og \bar{N} er sensitiviteten lønnen har på inntekten. Inntekten i inneværende periode fanger opp at den marginale nytten av konsum vil være høy dersom lønnen er høy, gjennom \bar{N} . For en husholdning med høy MPC vil dette medføre økt konsum i inneværende periode.

Det antas at husholdningene tar I_t som eksogent gitt og at den funksjonelle formen til nytten er:

$$U(C_t, N_t; I_t) = I_t \cdot \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \frac{N_t^{1+\varphi}}{1+\varphi}. \quad (3.2.4)$$

Dette forholdet forteller at husholdningene vil få økt marginalnytte av konsum dersom rentenivået og lønnen i perioden øker. Husholdninger med en slik nyttefunksjon vil velge å øke konsumet når lønnen deres øker. Forholdet mellom kontantstrømmen og nytten av konsum er inkludert som en tilnærming for å fange opp adferden til husholdninger med høy MPC, altså husholdninger som bruker en større del av inntekten sin på konsum ved en uforutsett og

⁹ Det oppdaterte maksimeringsproblemet samt utledningen av de matematiske trinnene er gjort av Ahn (2022).

midlertidig inntektsøkning. MPC vil være høyere desto lavere inntekt og mindre likvide midler en husholdning har. Antagelsen om høy MPC, illustrert gjennom I_t , stemmer godt overens med utledningen av den rike-hånd-til-munn gruppen til Kaplan, Violante & Weidner (2014).

\bar{S} brukes i denne oppgaven som en proxy for ulike finansielle forhold for å blant annet fange opp renteesponeringen til husholdningene. Dette ser man ved at dersom \bar{S} er negativ betyr det at en husholdning har negativ beholdning av sparing, altså gjeld. Bruken av en slik proxy er ment som en forenkling av de finansielle markedene. \bar{N} er inkludert for å fange opp lønnens effekt på inntekten i inneværende periode. En stor \bar{N} indikerer at lønnsnivået har stor påvirkning på inntekten i nåværende periode. En økning i lønnsnivået vil, gjennom I_t , gi økt konsum slik man observerer når husholdninger har høy MPC. Basert på data fra statistisk sentralbyrå (SSB) som omhandler nasjonalregnskapet, inntekts- og formuesstatistikk og gjelden til norske husholdninger vil jeg anslå \bar{S} til å være -0,5 og \bar{N} til å være 0,70 for denne gruppen (Statistisk sentralbyrå, 2022a, 2022c, 2022d).

Log-linearisering av maksimeringsproblemet gir opphav til optimal konsumatferd gitt ved:

$$c_t^2 = c_{t+1}^2 - \frac{1}{\sigma}(i_t - \mathbb{E}_t \pi_{t+1}) - \frac{1}{\sigma} [\bar{A}(r_t - r_{t-1}) + \bar{N}(w_t - w_{t-1})] + d_t. \quad (3.2.5)$$

Det ekstra leddet i ligning (3.2.5) kommer av at det nå er inkludert et etterspørselssjokk som inntreffer når inntekten i gjeldende periode er høy, slik man tilsvarende kan se for husholdninger med høy MPC. Det er i tillegg inkludert et standard etterspørselssjokk, d_t , på lik linje som for ikke-HtM husholdningene og i mini-NEMO.

Utover dette vil det på lik linje som ved ikke-HtM husholdningene inkluderes en vaneparameter for konsumet. Egenskapene til vaneparameteren er nærmere forklart i delkapittel 2.1 og det antas at de rike HtM husholdningene har samme konsumpreferanser som ikke-HtM. Altså vil vaneparameteren til rike HtM også være gitt ved 0.82.

3.3 Fattige hånd-til-munn

Den siste gruppen som introduseres i modellen er den såkalte fattige-hånd-til-munn gruppen (fattige HtM). Husholdningene i denne gruppen er karakterisert ved at de bruker all inntekten sin på konsum og står utenfor kredittmarkedet i økonomien. Fattige HtM differerer dermed fra rike HtM ved at husholdningene verken har mulighet til å spare eller investere i kredittmarkedet. Det antas at husholdningene i denne gruppen har lav inntekt og ingen likvide eller illikvide midler de kan bruke til å glatte ut konsum, selv på lang sikt. Dette betyr at all inntekten fattig HtM akkumulerer vil gå direkte til konsum.

På bakgrunn av ekskluderingen fra kredittmarkedet vil budsjettrestriksjonen være gitt ved:

$$C_t^3 = W_t N_t. \quad (3.3.1)$$

Her ser man at en økning i lønnsinntekten, som er den eneste inntekten til husholdningene, vil føre til økt konsum. Det antas derfor på lik linje som ved rike HtM at fattige HtM husholdninger har høy MPC. Antagelsen om at fattig HtM ikke har tilgang på kredittmarkedet fører til følgende konsumfunksjon:

$$c_t^3 = w_t + n_t + d_t. \quad (3.3.2)$$

Konsumet til fattig HtM husholdningene vil kun avhenge av lønnsnivået og arbeidstilbudet i økonomien. Det at fattige HtM husholdninger er ekskludert fra kredittmarkedet er en rimelig antagelse da det i Norge stilles en rekke krav for å tre inn i kredittmarkedet. Eksempler på slike krav er at man ved beregningen skal kunne betjene lånet ved en fem prosentpoengs renteøkning og at den samlede gjelden ikke bør være mer enn fem ganger brutto årsinntekt (Finansdepartementet, 2021). Målet for kravene er å sikre finansiell stabilitet i den norske økonomien og det legges krav både på kredittinstitusjonene og individuelle aktører.

I tillegg til dette kan ekskluderingen fra kredittmarkedet underbygges av antagelse gjort i modellen, nemlig at aktørene er rasjonelle og framoverskuende. Antagelsen om framoverskuende og rasjonelle aktører sier at husholdninger vil maksimere nytten over hele livsløpet og at husholdningene har kunnskap knyttet til fremtidige konsummuligheter. Fattig HtM husholdningene har ikke mulighet til å spare eller investere i periode t grunnet lave inntekter. Siden husholdningene ikke har mulighet til å spare i periode t , vet de også at de ikke

har råd til å betjene et lån i periode $t + 1$. En rasjonell aktør vil ikke ta opp et lån i periode t som vedkommende vet at ikke er mulig å betjene i $t + 1$. Dermed vil ikke fattig HtM husholdninger gå inn i kredittmarkedet.

Som nevnt vil det at fattig HtM husholdningene ikke er en del av kredittmarkedet og ikke har oppsparte likvide midler bety at de ikke har mulighet til å flate ut konsum over tid. Blir de møtt med et økonomisk sjokk vil de ikke ha mulighet til å minske konsekvensene av sjokket ved å flate ut den potensielle reduksjonen i konsum over tid slik som de andre gruppene på lang sikt kan. Fattig HtM kan således ikke føre en intertemporal tilpasning i etterkant av et sjokk. Antagelsene gjort for denne gruppen er tilsvarende rule-of-thumb (RoT) husholdninger og er standard i litteraturen, se blant annet Amato & Laubach (2003), Bilbiie (2008), Gali, López-Salido & Vallés (2004) og Galí, López-Salido & Vallés (2007).

3.4 Aggregert konsum

De tre konsumentgruppene vil i modellen aggregeres til én konsumfunksjon ved å summere de tre gruppene i henhold til populasjonsandelen deres. Empiriske observasjoner gjort av Kaplan, Violante & Weidner (2014) viser at om lag én tredjedel av husholdningene i et land kan karakteriseres som hånd-til-munn og at to tredjedeler av denne gruppen er rike HtM. Disse resultatene har de kommet frem til ved å se på surveydata for husholdningsporteføljer i USA, Canada, Australia, Storbritannia, Tyskland, Frankrike, Italia og Spania. På lik linje som i Eskelinen (2021) vil jeg dermed sette aggregert konsum til følgende:

$$c_t = 0.67c_t^1 + 0.22c_t^2 + 0.11c_t^3. \quad (3.4.1)$$

Forskningen til Kaplan, Violante & Weidner (2014) er omfattende og det kan derfor være rimelig å anta at resultatene de får også er aktuelle for den norske økonomien. I et senere kapittel vil jeg derimot undersøke hvordan tidsaktuell statistikk for norske husholdninger kan påvirke populasjonsandelene til de tre gruppene, og hvordan en slik revidering av det aggregerte konsumet påvirker prognosen av den økonomiske utviklingen i modellen. Se kapittel 5 for analysen av dette.

4 Analysen

Analysen av rentens effekt på de heterogene aktørene foretas på bakgrunn av en rekke impulsresponsfunksjoner som illustrerer den dynamiske utviklingen i den makroøkonomiske modellen. Figurene og utregningene for analysen er gjort i Dynare (Adjemian et al., 2022) der ligningene i modellen er satt opp til å inkludere 11 eksogene og stokastiske sjokk¹⁰. Grafene som sammenligner de to modellene er laget i Matlab. Et utklipp av koden som er brukt til sammenligningen er vedlagt i appendiks B, mens et utklipp av Dynarekoden er vedlagt i appendiks C. Analysen vil gjøres for de tre første årene etter det pengepolitiske sjokket, der hver periode er ett kvartal.

I mini-NEMO er alle sjokkprosessene definert ved parametere som kontrollerer persistens og volatilitet. Persistensen fanger opp hvor lenge sjokket vedvarer. Dersom persistensen til sjokket er null, vil et sjokk på renten i periode $t = 0$ ikke eksogent endre rentenivået i periode $t = 1$. Renten vil derimot være lavere i de påfølgende periodene grunnet endogene effekter i Taylor-regelen. Volatiliteten fanger opp hvor store konsekvenser sjokket har på variabelen som blir sjokket. Det pengepolitiske sjokket brukt i analysen påvirker rentenivået gjennom ligning (2.6.1) og er gitt ved:

$$\phi_i = \rho_i \phi_{i,t-1} + \zeta_i e_i, \quad (4.1)$$

der ρ er persistensen til sjokket, ζ er volatiliteten og e_i er det eksogene sjokket. Her ser man at det pengepolitiske sjokket inngår som en endogen sjokkprosess, men ligger utenfor økonomien ved at den kun avhenger av det eksogene sjokket. Sjokkprosessen ϕ_i og sjokket e_i fanger opp eventuelle avvik sentralbanken gjør fra Taylor-regelen, altså endringer i styringsrenten som ikke kan forklares gjennom den enkle Taylor-regelen. Dette kan for eksempel være en økning i styringsrenten på bakgrunn av et ønske om å bedre handlingsrommet til pengepolitikken. Tolkningen av ligningen over er at dersom persistensen er gitt til å være høyere enn null, vil e_i være det første avviket fra regelen og ϕ_i vil være hvor lenge sentralbanken avviker.

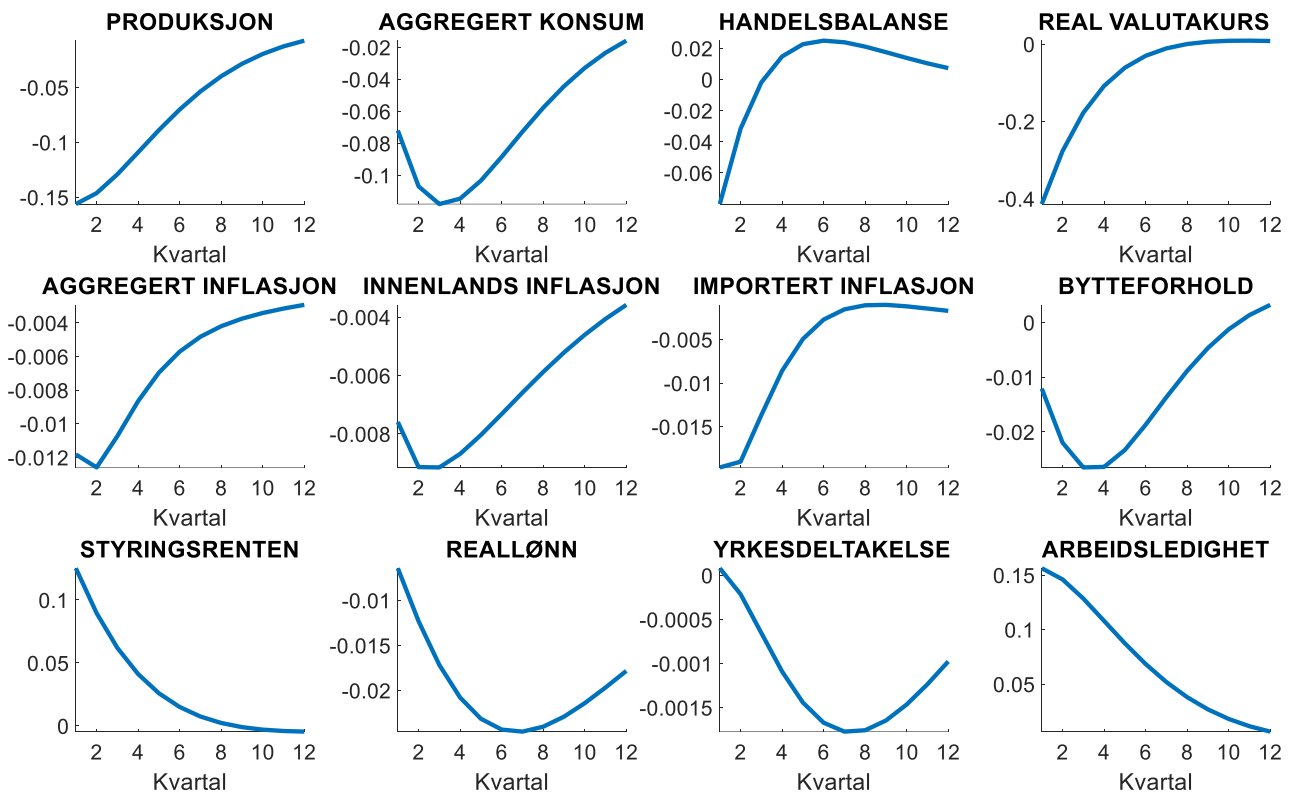
¹⁰ Dynarefilene brukt i oppgaven kan oppgis ved forespørsel.

For analysen i oppgaven vil det antas at sjokket som studeres er fullstendig midlertidig og at volatiliteten er gitt ved 0.139, altså $\rho = 0$ og $\zeta = 0.139$. Verdiene til parameterne gir en endring i styringsrenten på 0,125 prosentpoeng i første kvartal. Persistensen til sjokket er kalibrert av Bergholt & Presterud (2022) og er, som nevnt, gjort for å passe den norske økonomien. En slik kalibrering av persistensen innebærer at sentralbanken avviker fra Taylor-regelen i kun én periode. Styringsrenten vil dermed øke som følge av sjokket i første periode, før den deretter endres av hensyn til de endogene responsene som ligger til grunn i Taylor-regelen.

Volatiliteten, på den andre siden, er opprinnelig estimert til å være 0.1 i mini-NEMO, men er i mine analyser blitt rekalkulert. Jeg har valgt å justere volatiliteten til sjokket for å bedre simulere rentebeslutningene til sentralbanken. Sentralbanken kunngjør sin rentebeslutning hvert kvartal og endrer vanligvis renten med 0.25-0.5 prosentpoeng mellom hver rentebeslutning (Norges Bank, 2022a). Rentebeslutningene gir grunnlag for en gjennomsnittlig økning i den årlige styringsrenten på om lag 0.5 prosentpoeng. Når jeg i min oppgave skal belyse effekten av nåværende rentesetting på konsumet til norske husholdninger, vil jeg derfor kalibrere ett sjokk som gir en endring i renten på om lag 0.125 prosentpoeng per kvartal. Konsekvensene av rekalkuleringen er at verdiene som studeres er større enn ved en volatilitet på 0.1. De relative forholdene vil derimot ikke endres. Resultatene som oppstår med en volatilitet på 0.1 er vedlagt i appendiks D.

I den videre analysen vil alle resultater være kvartalsvise og illustreres som prosentvise avvik fra steady state grunnet log-lineariseringsmetoden. Impulsresponsfunksjonene som inkluderes viser hvordan de ulike variablene i økonomien påvirkes av det pengepolitiske sjokket både når sentralbanken avviker fra Taylor-regelen i periode $t = 1$, men også hva som skjer når sentralbanken følger regelen i påfølgende perioder. Konsekvensene av det pengepolitiske sjokket vil i første omgang studeres for en økonomi med én representativ husholdning slik mini-NEMO er satt opp, heretter kalt RANK modellen. Deretter vil jeg nærmere kommentere hvordan introduksjonen av heterogenitet i en såkalt THRANK modell har endret analysen, for så å sammenligne de to tilfellene.

4.1 RANK



Figur 4.1: Impulsresponsfunksjoner med RANK

Figur 4.1 illustrerer den dynamiske utviklingen til de ulike variablene i økonomien i etterkant av en renteøkning i RANK modellen. Sjokket får sentralbanken til å endre styringsrenten i periode $t = 1$ der man ser at styringsrenten har et prosentvis avvik fra steady state på omtrent 0.125 prosentpoeng. Deretter vil styringsrenten falle tilbake i etterfølgende perioder og vil være tilbake på opprinnelig verdi rundt 9. kvartal, det vil si litt over to år etter sjokket inntraff¹¹.

Utover dette ser man at den aggregerte inflasjonen i økonomien vil reduseres idet sjokket inntreffer og reduseres videre i andre kvartal. Endringen i inflasjon fanges opp av de tidligere utledede transmisjonsmekanismene til renten. I dette tilfellet skyldes reduksjonen blant annet en endring i inflasjonsforventningene som følge av endret rentebane, men også endret konsum- og investeringsnivå som påvirker det generelle pris- og lønningsnivået i økonomien. Man kan imidlertid observere at inflasjonen beveger seg tilbake til steady state og stabiliseres i takt med

¹¹ Merk, som nevnt, at resultatene er kvartalsvise og at en endring i styringsrenten på 0.125 prosentpoeng tilsvarer en årlig endring på 0.5. Tilsvarende en økning fra 1% til 1,5%.

stabiliseringen av styringsrenten. En lignende trend vil også gjelde for produksjonen. Produksjonen vil i første kvartal reduseres med 0.15 prosentpoeng som et resultat av redusert etterspørsel og konsum gjennom likevektsbetingelsen for klareringen i markedet. Deretter vil produksjonen stige i de kommende periodene i takt med stabiliseringen av styringsrenten og konsumet. Tilsvarende analyse følger for de andre variablene i økonomien og vil ikke bli gjennomgått ytterligere i denne delen av analysen.

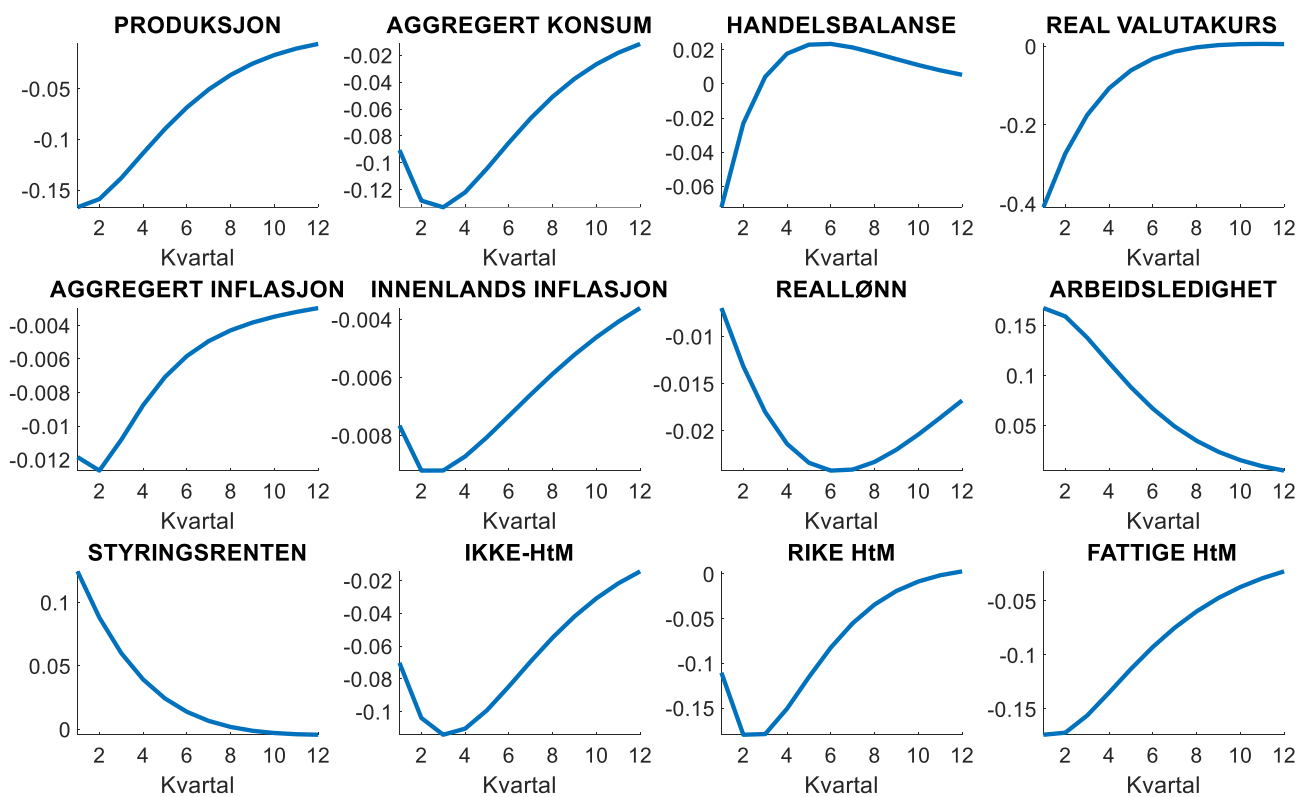
Som nevnt består økonomien i figur 4.1 av kun én representativ husholdning i motsetning til de tre konsumentgruppene tidligere utledet. I et slikt tilfelle ser man at den umiddelbare reaksjonen til husholdningen vil være å redusere konsum med omtrent 0.07 prosentpoeng relativt til steady state. Den umiddelbare reduksjonen skyldes blant annet de direkte effektene av det pengepolitiske sjokket. Det kontraktive sjokket har ført til at markedsrentene i økonomien har økt, noe som gjennom den intertemporale substitusjonskanalen fører til en umiddelbar reduksjon i etterspørselen etter konsumvarer. Den intertemporale substitusjonskanalen styrer husholdningene i retning av redusert konsum i dag og økt konsum i fremtiden. Når rentenivået i økonomien øker vil det være mer gunstig for husholdningene å spare relativt til å konsumere. Den samlede effekten taler dermed for redusert konsum slik man observerer i figur 4.1.

Den observerte dynamikken i det aggregerte konsumet kan også forklares opp mot de indirekte effektene av det pengepolitiske sjokket. I RANK modellen vil de indirekte effektene kun avhenge av arbeidsinntektskanalen. Arbeidsinntektskanalen tydeliggjør konsekvensene av endringene i produksjon og arbeidsmarkedet på konsumet til husholdningene. Når produksjonen reduseres, vil lønningene i økonomien presses ned relativt til det generelle prisnivået slik man observerer i figur 4.1. Resultatet blir redusert lønnsinntekt for husholdningene og således en reduksjon i konsum. I mini-NEMO inngår denne kanalen som en langt mindre kraftig kanal sammenlignet med THRANK, noe vi vil se i videre analyser.

På bakgrunn av faktorene kommentert ovenfor ser man således at husholdningen i RANK vil oppleve en reduksjon i konsum både gjennom økt sparing, men også gjennom redusert produksjon og arbeidsinntekt. Dette resultatet er standard i litteraturen, se blant annet Hedlund et al. (2017).

4.2 THRANK

Når man utvider mini-NEMO til en såkalt THRANK modell åpner man opp for inkluderingen av flere direkte og indirekte effekter tilknyttet et pengepolitisk sjokk. Figur 4.2 illustrerer impulsresponsfunksjonen til THRANK i etterkant av det pengepolitiske sjokket og er utvidet til å inkludere tre grafer som illustrerer konsumendringene til hver enkelt konsumentgruppe. Analysen av de tre gruppene viser i korte trekk at de rike HtM husholdningene vil oppleve størst reduksjon i konsum, deretter de fattige HtM husholdningene, mens ikke-HtM husholdningene opplever lavest reduksjon i konsum. Forholdene på tvers av gruppene stemmer overens med resultatene til Eskelinen (2021).



Figur 4.2: Impulsresponsfunksjoner med THRANK

Det å utvide RANK til å inkludere heterogene aktører og en gjeldsbelastet konsumentgruppe har altså gitt opphav til flere direkte og indirekte kanaler for pengepolitikken. En kanal som støtter opp under dynamikken observert i figur 4.2 er for eksempel kontantstrømkanalen. I THRANK antas det at de rike HtM husholdningene har mulighet til å glatte ut konsum over tid og holder en mengde illikvide midler, som for eksempel eiendom. De illikvide midlene er finansiert gjennom lån som etter det pengepolitiske sjokket er utsatt for økte markedsrenter.

Kontantstrømkanalen sier at det ved en renteøkning vil bli dyrere å betjene et lån ved at rentebetalingsene på lånet øker og at de økte rentebetalingsene mottas som økt avkastning for långivere. Kontantene overføres således fra låntaker til långiver. Ved en økt rente vil altså en større del av inntekten til rike-HtM gå til å dekke låns- og gjeldskostnader, noe som fører til en reduksjon i husholdningenes konsum. Kontantsstrømkanalen drar altså i retning av redusert konsum for de rike HtM husholdningene.

Videre har vi en effekt som kan dra i motsatt retning, avhengig av porteføljesammensetningen til husholdningen. Renteøkningen kan gi økte inntekter dersom en husholdning har en relativt stor mengde likvide midler som gir avkastning og en relativt lav eller ikke-eksisterende gjeld. Slike økte inntekter vil kunne føre til økt konsum. Husholdningen kan fortsatt oppleve en midlertidig reduksjon i konsum da sparing blir mer attraktivt på kort sikt, men på lang sikt vil et økt rentenivå gjøre at realinntekten til slike husholdninger øker som følge av økt avkastning på aktiva. I THRANK modellen vil dette gjelde ikke-HtM husholdningene som vi i videre analyser vil se at opplever en marginalt lavere reduksjon i konsum i THRANK sammenlignet med RANK.

Til slutt har vi inflasjonskanalen som fanger opp de resterende indirekte effektene ved en renteendring. Kanalens påvirkning avhenger av hvorvidt en husholdning har gjeld eller ikke og om gjelden er bundet med faste eller flytende renter. Redusert inflasjon, slik det er illustrert i tilfellet over, taler for redusert konsum for låntakere med flytende renter og økt konsum for långivere. Utover dette kan det ifølge Fagereng et al. (2019-2023) også argumenteres for at en redusert inflasjon vil føre til økt gjeldsbyrde for norske husholdninger. Noe som kan ha innvirkning på økonomiens finansielle stabilitet. Dette vil bli kommentert nærmere i kapittel 5.

Utvidelsen av RANK modellen har, utover det å inkludere flere kanaler for pengepolitikken, gjort det mulig å studere konsumtilpasningen for hver av konsumentgruppene i etterkant av det pengepolitiske sjokket. Fra figur 4.2 ser man blant annet at ikke-HtM er den gruppen i økonomien som opplever lavest reduksjon i konsum i etterkant av en renteøkning. Konsumet faller på sitt største i 3. kvartal på litt over 0.13 prosentpoeng. Reduksjonen i konsumet kan forklares gjennom den intertemporale substitusjonskanalen. Til tross for at ikke-HtM står fritt

til å glatte ut konsum over tid, vil de velge en midlertidig reduksjon i konsum fordi avkastningen ved å spare har økt. Ikke-HtM vil altså tilpasse seg sjokket ved å konsumere noe mindre mens renten er høy, for å deretter øke konsum når rentenivået reduseres igjen.

Videre ser man at fattig HtM opplever en større reduksjon enn ikke-HtM. Konsumet vil på det meste ha en reduksjon på omtrent 0.17 prosentpoeng som inntreffer umiddelbart etter renteendringen. Den observerte reduksjonen belyses gjennom arbeidsinntektskanalen som drar i retning av redusert konsum. I etterkant av sjokket vil lønningene og sysselsettingen i økonomien falle, noe som reduserer realinntekten til de fattige HtM husholdningene. Generelle likevektseffekter taler derfor for redusert konsum. I tillegg til dette er det, som nevnt, antatt at gruppen ikke har tilgang til kredittmarkedet. De har derfor ikke mulighet til å glatte ut konsum over tid og vil således ikke kunne kompensere for reduksjonen i reallønnen.

Rike HtM er den gruppen i økonomien som opplever den største reduksjonen i konsum. Konsumet vil, som illustrert i figur 4.2, reduseres med omkring 0.11 prosentpoeng i første periode. Deretter vil konsumet fortsette å falle og ender på sitt laveste i 2. kvartal, der den totale reduksjonen i konsum er 0.18 prosentpoeng lavere enn steady state verdien. Den observerte reduksjonen kan forklares gjennom blant annet kontantstrømkanalen ved at det kontraktive pengepolitiske sjokket har ført til økte lånekostnader. Husholdningene blir nødt til å redusere konsum for å kompensere for økte låns- og gjeldskostnader, kontantene i økonomien vil således overføres fra låntakere til långivere. De rike HtM husholdningene vil i tillegg påvirkes av den intertemporale substitusjonskanalen på lik linje som ikke-HtM. Begge kanalene drar i retning av redusert konsum når styringsrenten øker.

Størrelsen på reduksjonen av konsum på tvers av de tre gruppene er lik analysene gjort av Cloyne, Ferreira & Surico (2020) og Eskelinen (2021). Videre vil jeg tydeliggjøre resultatene fra den utvidede THRANK modellen ved å sammenligne den med den originale RANK modellen.

4.3 Sammenligning RANK og THRANK

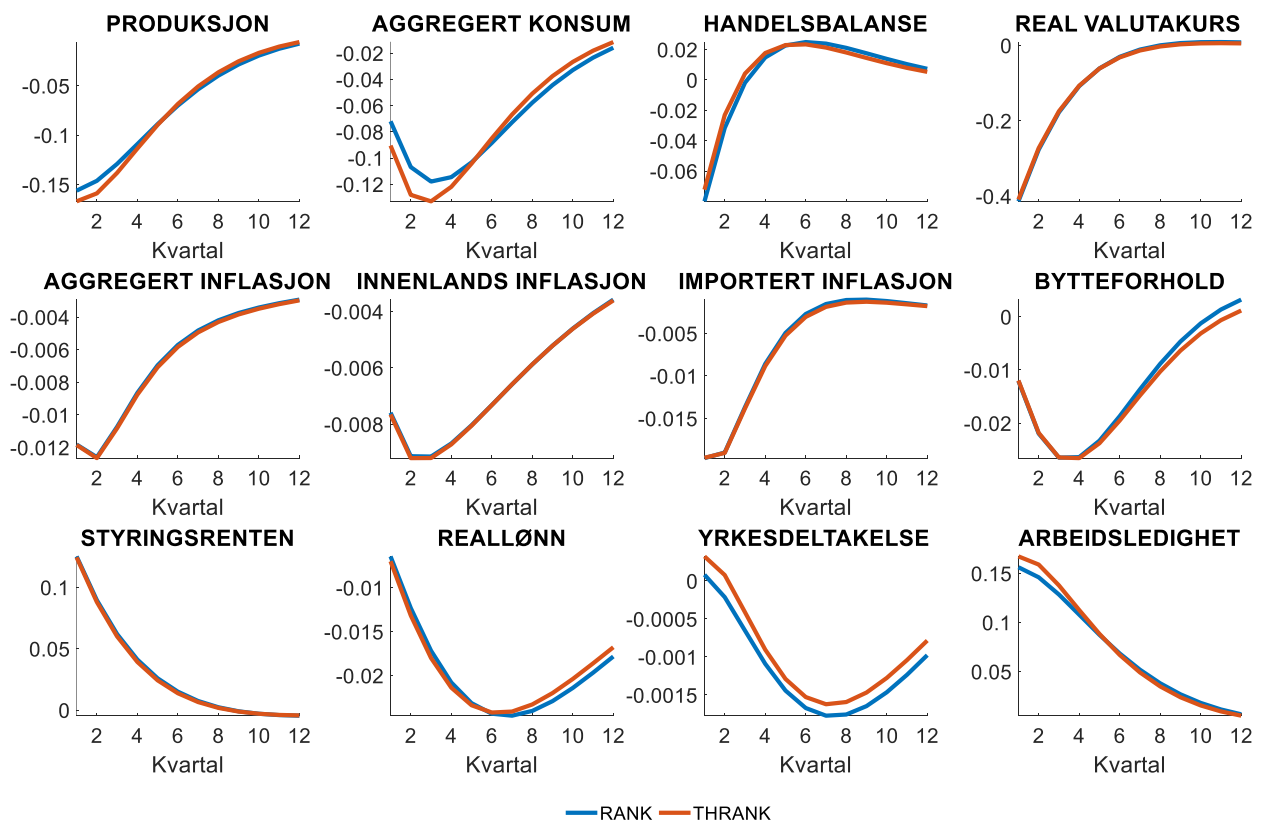
Konsekvensene tilknyttet inkluderingen av heterogene aktører kan tydeliggjøres ved å sammenligne THRANK modellen med RANK modellen. Da ser man blant annet at inkluderingen av heterogene aktører på etterspørselssiden i økonomien har ført til endringer som gjør at THRANK tilpasningen vil avvike noe fra RANK, se figur 4.3 på neste side. RANK modellen er som nevnt estimert og kalibrert for å best mulig representere den norske økonomien. Dette betyr at resultatene RANK produserer er tilnærmet lik observerte data for den norske økonomien, og således gir en realistisk prognose for den dynamiske utviklingen i Norge i etterkant av et sjokk. Siden RANK sin dynamiske utvikling er representativ for den norske økonomien vil et mål for utledningen av THRANK være at modellen predikerer et nokså likt resultat på et aggregert nivå. Altså er det ønskelig at inflasjonen, arbeidsledigheten, produksjonen osv. følger samme dynamiske utvikling som i RANK. Det at det kun er de absolutte forholdene som avviker mellom de to modellene, slik det er illustrert i figur 4.3, indikerer at THRANK modellen klarer å predikere et resultat som er representativt for den norske økonomien.

Jeg vil videre argumentere for at det er rimelig å godta et avvik av det omfanget som er observert i figuren mellom de to modellene. På den ene siden kan et slikt avvik skyldes eventuelle statistiske feil i estimering av RANK. Siden jeg ikke har tilgang til samme datamengde som er brukt under arbeidet med mini-NEMO vil det ikke være mulig å teste hvilke av de to modellene som representerer den norske økonomien mest nøyaktig.

På den andre siden finnes det argumenter for at den observerte forskjellen mellom de to modellene skyldes tilstedeværelsen av flere kanaler for transmisjonsmekanismen. Avviket vil således skyldes at THRANK modellen fanger opp flere essensielle mekanismer i etterkant av en renteøkning. Eskelinen (2021) konkluderer blant annet med dette i sine analyser. Hun viser at en RANK modell, på bakgrunn av manglende heterogenitet, vil ha problemer med å fange opp essensielle mekanismer i etterkant av et sjokk og således undervurdere pengepolitikkenes effekt på økonomien. En RANK modell har altså ikke like gode forutsetninger når det kommer til å fange opp konsumentenes sensitivitet tilknyttet en renteendring i like stor grad som en modell med heterogene aktører kan.

Konklusjonen til Eskelinen (2021) støttes av Kaplan & Violante (2018) som i sin artikkel sammenligner impulsresponsene av ulike sjokk i en HANK og en RANK modell. De finner at den observerte forskjellen mellom de to modellene kan forklares av de ulike kanalene til transmisjonsmekanismen. Det hadde på bakgrunn av slike resultater vært spennende å undersøke hvorvidt THRANK modellen i denne oppgaven treffer bedre på empirisk data for den norske økonomien. I denne omgang har dette dessverre ikke vært mulig.

I videre analyser vil jeg på bakgrunn av resultatene til Eskelinen (2021) og Kaplan & Violante (2018) argumentere for at den observerte forskjellen mellom de to modellene skyldes tilstedeværelsen av flere kanaler for transmisjonsmekanismen. Jeg vil altså argumentere for at avvikene man observerer mellom de to modellene i figur 4.3 skyldes at THRANK modellen har en bedre evne til å fange opp essensielle mekanismer, og således gir et mer korrekt bilde på økonomiens dynamiske utvikling i etterkant av et pengepolitisk sjokk.



Figur 4.3: Sammenligning RANK og THRANK

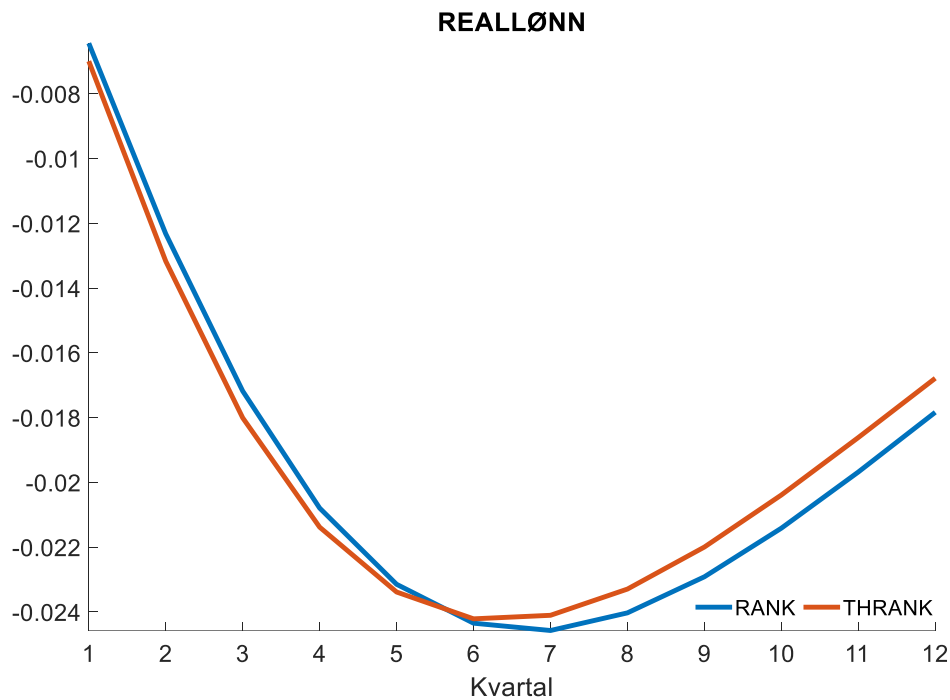
I figur 4.3 har det aggregerte konsumet, som i tillegg vil bli diskutert nærmere i avsnittene under, endret seg ved inkluderingen av de tre konsumentgruppene. Figur 4.3 viser at det aggregerte konsumet i THRANK vil reduseres i større grad sammenlignet med RANK tilpasningen i de første periodene etter sjokket. Deretter ser man at de to kurvene krysser rundt 5. kvartal og at konsumet i THRANK vil nå tilbake til opprinnelig langsiktig likevekt marginalt raskere enn husholdningene i RANK. Altså vil etterspørselen i THRANK reduseres kraftigere de første periodene etter sjokket, før effekten av sjokket avtar og konsumentene vender raskere tilbake til steady state.

Den ytterligere reduksjonen i konsum og etterspørsel som observeres i THRANK fører til et press i priser og lønninger gjennom etterspørselskanalen til inflasjonen. Dette fører til en lavere reallønn og en marginalt lavere samlet inflasjon. Kvantitative data fra grafene viser at det observerte avviket mellom de to inflasjonsnivåene utgjør på det meste 0.007 prosentpoeng. De kvantitative dataene for differansen mellom modellene i figur 4.3 er, for utvalgte variabler, vedlagt i appendiks E.

Det at det aggregerte konsumet i økonomien endres vil også påvirke produksjonens tilpasning i etterkant av det pengepolitiske sjokket. Den aggregerte etterspørselen er lavere i THRANK og dermed vil også produksjonen reduseres i større grad sammenlignet med RANK. Inkluderingen av heterogene aktører taler således for at økonomien møter en dypere lavkonjunktur i etterkant av en renteøkning. Produksjonen i de to modellene vil være tilnærmet like i 12. kvartal noe som betyr at lavkonjunkturen i THRANK vil være dypere, men omtrent like lang som i RANK. Det største observerte avviket mellom de to prognosene er på 0.009 prosentpoeng.

Videre kan man også se at reallønnen i THRANK vil være ulik fra RANK tilpasningen. Dette kan tydeligere observeres i figur 4.4 på neste side. Lønnsnivået ligger i de første periodene på et marginalt lavere nivå grunnet den ytterligere reduksjonen i aggregert etterspørsel og produksjon. Man ser derimot at denne trenden endrer seg like etter 5. kvartal, der THRANK kurven krysser RANK. I de påfølgende kvartalene vil det observerte avviket mellom de to

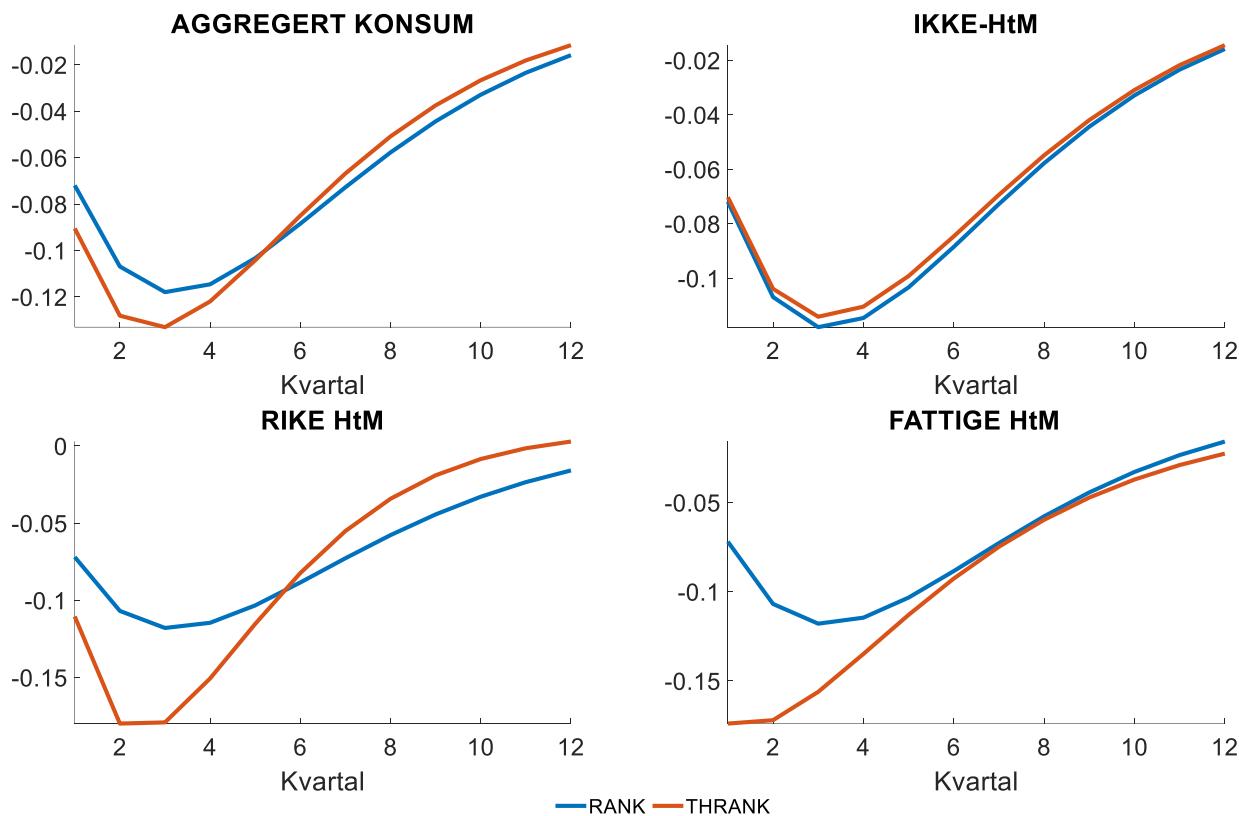
kurvene stige og reallønnen i THRANK ender på et høyere nivå enn RANK 3 år etter sjokket. Avviket mellom de to utgjør på det meste 0.001 prosentpoeng.



Figur 4.4: Reallønn

Endringene i reallønnen vil gjennom arbeidsinntektskanalen tale for redusert konsum. I THRANK vil denne kanalen virke sterkere på det aggregert konsumet grunnet inkluderingen av rike- og fattige HtM husholdninger hvor lønnsnivået inngår direkte i konsumfunksjonen. Denne kanalen vil påvirke de fattige HtM husholdningene kraftigere relativt til rike HtM da konsumet alene avhenger av lønnsnivået og sysselsettingen i økonomien. Et lite avvik, slik det er observert i figuren over, kan dermed ha store konsekvenser for konsumtilpasningen til de fattige HtM husholdningene, slik vi ser at er tilfelle i THRANK modellen.

Endringen i både det aggregerte konsumet og konsumet til hver enkelt gruppe kan analyseres nærmere ved å se på figur 4.5. Figuren viser en sammenligning mellom det aggregerte konsumet i RANK modellen og konsumet til de tre ulike konsumentgruppene i THRANK. De tre grafene for ikke-HtM, rike HtM og fattige HtM sammenlignes med det aggregerte konsumet i RANK siden det ikke er inkludert heterogene konsumentgrupper i RANK. I realiteten sammenlignes de derfor med ikke-HtM i RANK som eneste konsumentgruppe.



Figur 4.5: Sammenligning konsum RANK og THRANK

Som nevnt vil det aggregerte konsumet i THRANK modellen utsettes for en større reduksjon sammenlignet med RANK modellen. Dette resultatet skyldes at HtM husholdningene er i THRANK modellen, på lik linje som i HANK modellen til Kaplan, Moll & Violante (2018), de viktigste pådriverne til det aggregerte konsumet. Den ytterligere reduksjonen i det aggregerte konsumet skyldes dermed at HtM husholdningene opplever en sterk reduksjon i konsum i etterkant av sjokket, noe som drar det totale konsumet i økonomien lengre ned.

Dette tydeliggjøres i figur 4.5 blant annet ved den store avstanden mellom rike HtM sitt konsum og det aggregerte konsumet i RANK. I RANK ser man at konsumet følger en nokså glatt og tilnærmet flat bane der man ikke opplever kraftige reduksjoner eller hopp i konsum. Rike HtM har derimot ikke mulighet til å foreta en slik tilpasning i like stor grad som aktørene i RANK. Gjelden til de rike HtM husholdningene trekker i retning av en ytterligere reduksjon i konsum gjennom kontantstrømkanalen og gjeldsdeflasjonskanalen.

Gjeldsdeflasjonskanalen sier at ved en reduksjon i inflasjon, altså en reell deflasjon, vil den reelle verdien av gjelden til husholdningene øke. Rike HtM husholdninger vil dermed få økte gjeldskostnader i etterkant av renteøkningen som resultat av redusert inflasjon. Formueskanalen fanger opp et lignende resultat der verdien på husholdningenes aktiva har blitt redusert som følger av økte markedsrenter. En reduksjon i verdien på aktiva gjør at husholdningenes avkastning ved salg av aktiva reduseres og at eventuelle lån med forsikring i aktiva blir mindre. Dette kan være mekanismer som forklarer den observerte reduksjonen i konsum i etterkant av renteøkning da det antas at rike HtM husholdninger eier risikofrie aktiva.

Utover dette kan man derimot observere at rike HtM sitt konsum i etterkant av en renteøkning vil bruke kortere tid på å komme tilbake til den opprinnelige likevekten. Dette ser man ved at de to kurvene krysser rundt 5. kvartal og at rike HtM sin tilpasning ligger over konsumtilpasningen i RANK i 12. kvartal. Dette resultatet kan skyldes at man i figur 4.2 observerer at styringsrenten stabiliserer seg og reduseres i periodene etter sjokket. Etter omtrent 2 år vil renten, og dermed gjeldskostnadene til rike HtM, være tilnærmet lik opprinnelig verdi. De samlede utgiftene til de rike HtM husholdningene vil altså reduseres, noe som igjen øker konsumet. Det kan også skyldes den intertemporale substitusjonskanalen som taler for økt konsum i tråd med reduserte markedsrenter. Når styringsrenten faller tilbake til opprinnelig verdi vil gevinsten av å spare reduseres og gi insentiv til å øke konsum.

Ikke-HtM husholdningene vil føre en lignende intertemporal tilpasning da de også vil ha mulighet til glatte ut konsum over tid. Ikke-HtM vil derimot ha mye større mulighet til å føre en tilnærmet flat intertemporal tilpasning sammenlignet med rike HtM da det er antatt at husholdningene i denne gruppen ikke har gjeld. Man observerer derfor en mindre distanse mellom kurvene til RANK og THRANK modellene i figur 4.5. Grunnen til at man i første omgang observerer en ulikhet mellom de to, til tross for deres identiske konsumfunksjon, skyldes blant annet inflasjonen i økonomien og et ulikt rentenivå i de to modellene. Rentenivået i de to modellene vil være ulike grunnet de endogene effektene i Taylor-regelen.

Den siste gruppen, som på sin side ikke har mulighet til å glatte ut konsum over tid, er de fattige HtM husholdningene. Figur 4.5 viser at konsumet til fattige HtM reduseres i mye større grad

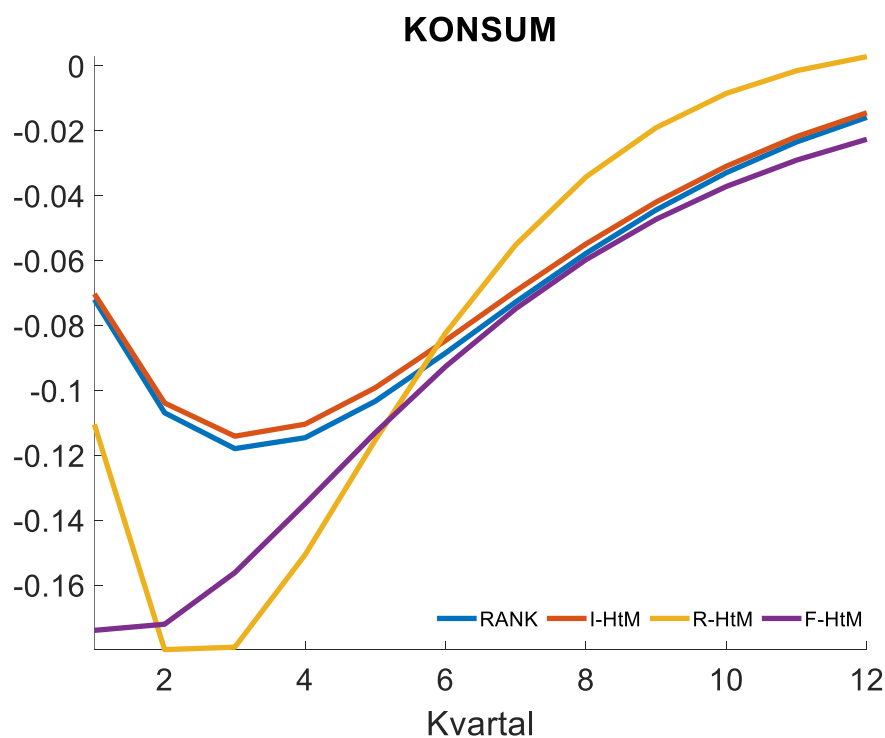
sammenlignet med det aggregerte konsumet i RANK. Denne reduksjonen skyldes både det faktum at fattige HtM husholdninger ikke har mulighet til å glatte ut konsum over tid grunnet deres ekskludering fra kredittmarkedet, men også den ytterligere reduksjonen i lønnsnivået som ble observert i figur 4.3 og 4.4. Reallønnen i THRANK ligger på et lavere nivå enn i RANK de første kvartalene etter det pengepolitiske sjokket, noe som gjennom arbeidsinntektskanalen resulterer i redusert konsum for fattig HtM.

Reduksjonen i fattige HtM sitt konsum kan altså alene forklares gjennom arbeidsinntektskanalen. Den observerte reduksjonen skyldes derimot også antagelsen om at husholdningene har høy MPC. Det at fattig HtM har høy MPC betyr at uforventede og midlertidige endringer i arbeidsinntekt vil påvirke konsumet direkte. I tilfellet med økte renter vil arbeidsinntektene reduseres noe som dermed gir en direkte reduksjon i konsum for husholdningene.

5 Resultater og diskusjon

Når man åpner opp for å inkludere heterogene aktører i mini-NEMO har dette konsekvenser for prognosen av etterspørselen og det aggregerte konsumet i økonomien, noe som gir ringvirkninger til de andre økonomiske variablene i modellen. Kapittel 4 belyste de ulike impulsresponsene som oppstod i økonomien når styringsrenten ble utsatt for et kontraktivt sjokk og differansen mellom RANK og THRANK modellene. Resultatene fra denne prosessen forteller at de tre ulike konsumentgruppene vil påvirkes i ulik grad av en renteendring. Det er altså en heterogenitet i økonomien når det kommer til husholdningenes følsomhet knyttet til styringsrenten og denne følsomheten er igjen tilknyttet en husholdnings finansielle posisjon.

Resultatene fra sammenligningen kan tydeliggjøres i figur 5.1 der man ser at ikke-HtM ligger marginalt over tilpasningen til konsumentene i RANK, mens fattig HtM sin konsumbane ligger under RANK tilpasningen hele den observerte perioden. I tillegg ser man at rike HtM opplever den største reduksjon i konsum sammenlignet med de to andre konsumentgruppene i etterkant av renteøkningen.



Figur 5.1: Konsum

Resultatene fra analysen i kapittel 4 er viktige når det kommer til effekten av heterogene aktører i makroøkonomiske modeller. Analysen forteller i korte trekk at heterogenitet vil påvirke dynamikken i modellen og at endringen i dynamikken i hovedgrunn skyldes tilstedeværelsen av flere kanaler for pengepolitikken. En modell med heterogene aktører gir altså en mer detaljert analyse av de ulike effektene som skaper endringer i etterkant av en renteendring. Dette er et viktig aspekt ved analysen da det å forstå hvilke kanaler som ligger til grunn for pengepolitikken gjør det enklere å predikere effektene av pengepolitiske sjokk og renteendringer.

Det er også et viktig aspekt når det kommer til optimal pengepolitikk og finansiell stabilitet. Som nevnt utformes Norges pengepolitikk av den norske sentralbanken, Norges Bank. I tillegg til dette har banken også et ansvar om å sikre finansiell stabilitet og effektivitet i de finansielle infrastrukturene og betalingssystemene (Sentralbankloven, 2021). På bakgrunn av en rekke analyser og tester vurderer sentralbanken det økonomiske og finansielle bildet og utgir hvert kvartal en rapport der de begrunner den nye rentesettingen, den såkalte pengepolitiske rapporten. De utgir også årlig en rapport der de vurderer det finansielle bildet i økonomien *Finansiell stabilitet: sårbarhet og risiko* (Norges Bank, 2021a).

Det er gjennom den pengepolitiske rapporten de fremmer det de mener er den optimale pengepolitikken i perioden fremover. Faktorene som går inn i rapporten er dermed med på å avgjøre den optimale pengepolitikken i Norge. Dette er faktorer som produksjon og etterspørsel, arbeidsmarkedets tilstand, kronekursen, prisnivå og lønninger. I den pengepolitiske analysen vil disse faktorene studeres nærmere og diskuteres opp mot en potensiell renteendring. Faktorer som derimot ikke inngår er økonomisk ulikhet eller heterogenitetskonsekvenser av en renteendring.

På bakgrunn av analysen i denne oppgaven vil jeg argumentere for at slike faktorer burde vurderes når det kommer til optimal rentesetting. Resultatene viser at rike HtM, gruppen som både har tilgang til kredittmarkedet og gjeld, er den gruppen i økonomien som påvirkes mest av en renteendring. Konsumet til rike HtM faller med rundt 0.11 prosentpoeng umiddelbart etter sjokket, for å deretter reduseres ytterligere og nå et bunnpunkt på omtrent 0.18

prosentpoeng i 2. og 3. kvartal. Det er altså de gjeldsbærende husholdningene som påvirkes i størst grad av rentebeslutninger.

Dette er et særlig viktig resultat med tanke på at Norges Bank i november 2021 definerte høy gjeld i husholdningene som den største sårbarheten til den norske økonomien (Norges Bank, 2021a, 2021b). Norges Bank skriver i sin rapport for finansiell stabilitet at gjeldsbelastningen for norske husholdninger er på et historisk høyt nivå, noe som gjør husholdningene sårbare for inntektsbortfall, økte utlånsrenter og boligprisfall (Norges Bank, 2021a). Implikasjonene dette medfører er at de rike HtM husholdningene, som har gjeld og blir mest påvirket av en renteendring, kan potensielt bidra til å forverre den finansielle stabiliteten i Norge i etterkant av en renteøkning.

5.1 Revidering av populasjonsandelene

Utsiktene for Norges finansielle stabilitet blir heller ikke bedret dersom man inkluderer en studie av antall rike HtM husholdninger i Norge. Inntekts- og formuesstatistikken for norske husholdninger i 2020 viser at 17% av husholdningene har gjeld på 1-2 ganger samlet inntekt, 15% hadde 2-3 ganger samlet inntekt og hele 21% av norske husholdninger hadde et gjeldsnivå som var 3 ganger større enn samlet inntekt (Statistisk sentralbyrå, 2022b). Dette betyr at hele 53% av de norske husholdningene i 2020 hadde et gjeldsnivå som var større enn inntektsnivået. Man kan med andre ord argumentere for at 53% av norske husholdninger i 2020 kunne karakteriseres som rike HtM.

Påstanden om at de rike HtM husholdningene utgjør en større del av den norske økonomien enn tidligere antatt støttes av Fagereng & Halvorsen (2016) som gjennom empiriske studier finner at majoriteten av norske husholdninger er svært eksponert for renteendringer gjennom boliglånene sine. De konkluderer med at eventuelle endringer i markedsrentene vil ha en øyeblikkelig effekt på husholdningenes budsjetter og således konsum.

Det at 53% av befolkningen kan karakteriseres som rike HtM husholdninger kan ha store konsekvenser når det kommer til å motvirke finansielle ubalanser, særlig ved den vedvarende

renteøkningen som er ventet i kommende perioder. Konsumet og etterspørselen til de rike HtM husholdningene er svært sensitivt til renteendringer og har vist seg å ha store ringvirkninger for resten av økonomien. Resultatene fremmet i analysen, samt det finansielle bildet i økonomien, taler begge for at man burde ta betydeligere mer hensyn til heterogenitetskonsekvenser ved en renteendring.

Samtidig viser resultatene at husholdningene som står utenfor kredittmarkedet, altså fattig HtM husholdningene, vil oppleve en reduksjon på litt over 0.17 prosentpoeng i etterkant av det pengepolitiske sjokket. Ettersom fattig HtM er ekskludert fra kredittmarkedet vil gruppens adferd i etterkant av en renteendring avhenge av de to gruppene som er en del av kredittmarkedet, rike HtM og ikke-HtM. Deres adferd vil påvirke de økonomiske variablene som igjen har konsekvenser for fattig HtM. I et tilfelle med økte renter vil etterspørselen etter konsumvarer reduseres for både rike HtM og ikke-HtM, noe som er vist til å ha en negativ effekt på arbeidsmarkedet ved at lønninger presses ned og sysselsettingsnivået reduseres.

Det er denne effekten som drar konsumet til de fattige HtM husholdningene ned i etterkant av en renteøkning. Bevegelser i arbeidsmarkedet er en av faktorene som inngår i den pengepolitiske rapporten, men det blir i liten grad kommentert hvilke samfunnsgrupper som lider de største tapene av eventuelle endringer i dette markedet. Det at analysen i kapittel 4 tyder på at fattige HtM er den gruppen i økonomien som i nest størst grad blir påvirket av en renteendring kan tale for at man burde kommentere effekten av bevegelsene i arbeidsmarkedet opp mot husholdningene som utgjør fattig HtM gruppen nærmere.

En slik oppfordring kan tydeligere begrunnes ved å undersøke hvor stor andel slike husholdninger utgjør i Norge. Levekårsundersøkelsen til SSB viser at andelen som bor i en husholdning som ikke har mulighet til å klare en utforutsett utgift per 2021 er 19% av norske husholdninger (Statistisk sentralbyrå, 2021). Det er omtrent 1/5 av den norske befolkningen. Med tanke på at fattig HtM er en gruppe som allerede har lite midler kan man argumentere for at effekten en renteendring har på tilpasningen til fattig HtM er noe man burde kommentere nærmere. Dersom økonomisk ulikhet er noe man ønsker å sette fokus på burde altså rentens effekt på fattige HtM sitt konsum være noe som fremkommer i den pengepolitiske rapporten.

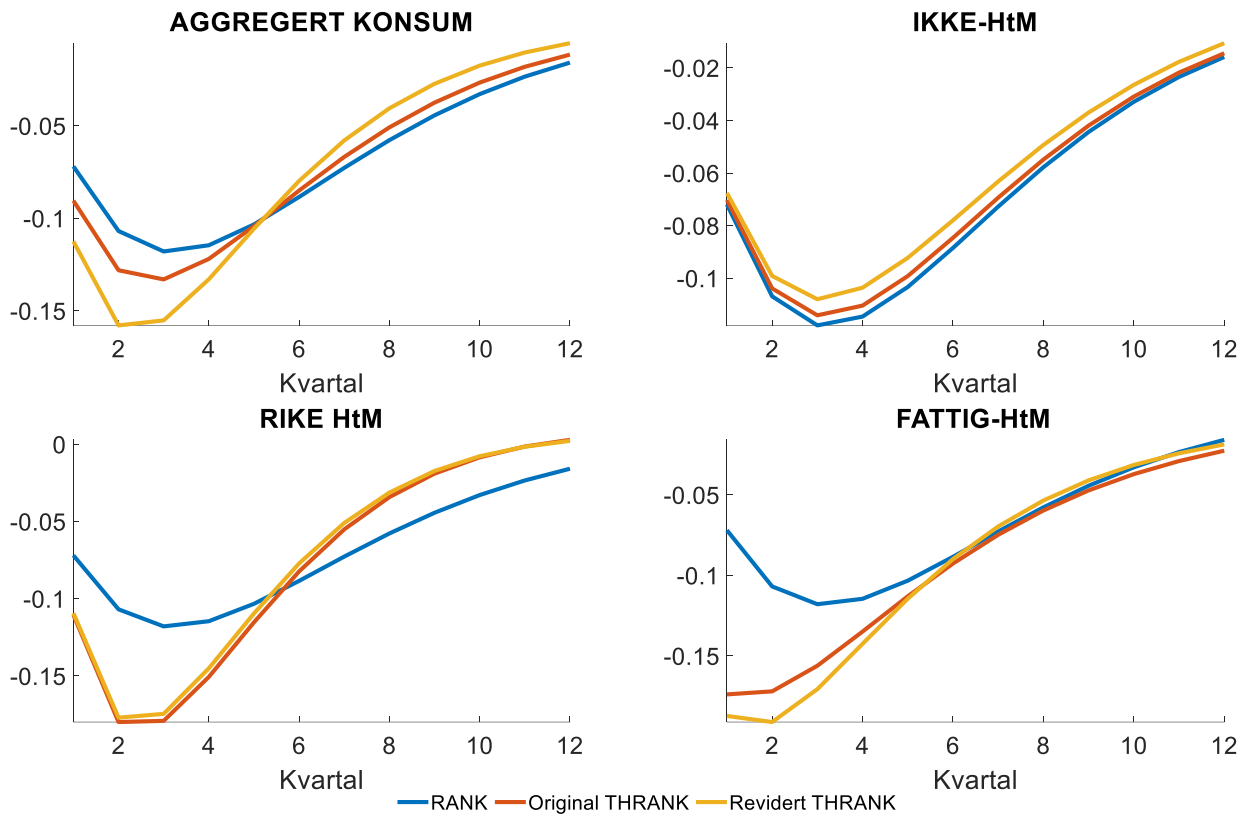
Frem til nå har jeg vist at 72% av den norske befolkningen kan antas til å være en form for HtM husholdninger gitt antagelsene og statistikken. Da gjenstår det at 28% av husholdningene er ikke-HtM. Ikke-HtM er gruppen som har best evne til å flate ut konsum over tid og som påvirkes i minst grad i etterkant av en renteendring. Husholdningene i denne gruppen opplever likevel en liten reduksjon i konsum som respons av økningen til styringsrenten der den umiddelbare reduksjonen er på litt over 0.07 prosentpoeng, før det når en bunn i 3. kvartal på omkring 0.11 prosentpoeng.

På bakgrunn av de nye populasjonsandelene til de tre konsumentgruppene kan man foreta en revidert analyse av økonomiens utsikter i etterkant av en renteøkning. I tidligere analyser har det vært antatt at ikke-HtM utgjør 67% av befolkningen, rike HtM 22% og fattige HtM 11%. Ved å redefinere det aggregerte konsumet i henhold til SSB sine data får man derimot følgende:

$$c_t = 0.28c_t^1 + 0.53c_t^2 + 0.19c_t^3. \quad (5.1.1)$$

Endringene dette gir i modellen er illustrert i figur 5.2 og 5.3 på de neste sidene.

Merk at det i videre analyser vil observeres et større avvik mellom prognosene til revidert THRANK og RANK. Store avvik kan tyde på at den reviderte THRANK modellen ikke har like god forklaringssevne opp mot impulsrespons fra RANK. I et slikt tilfelle kan det være behov for rekalkibrering av enkelte variabler. Jeg vil derimot argumentere for at resultatene analysen gir er relevante for den norske økonomien i og med at den dynamiske utviklingen er tilsvarende RANK. Det kan altså være knyttet usikkerhet til absoluttendringene, men de relative observasjonene vil stemme og således kunne brukes til å forklare effekten av de reviderte populasjonsandelene.



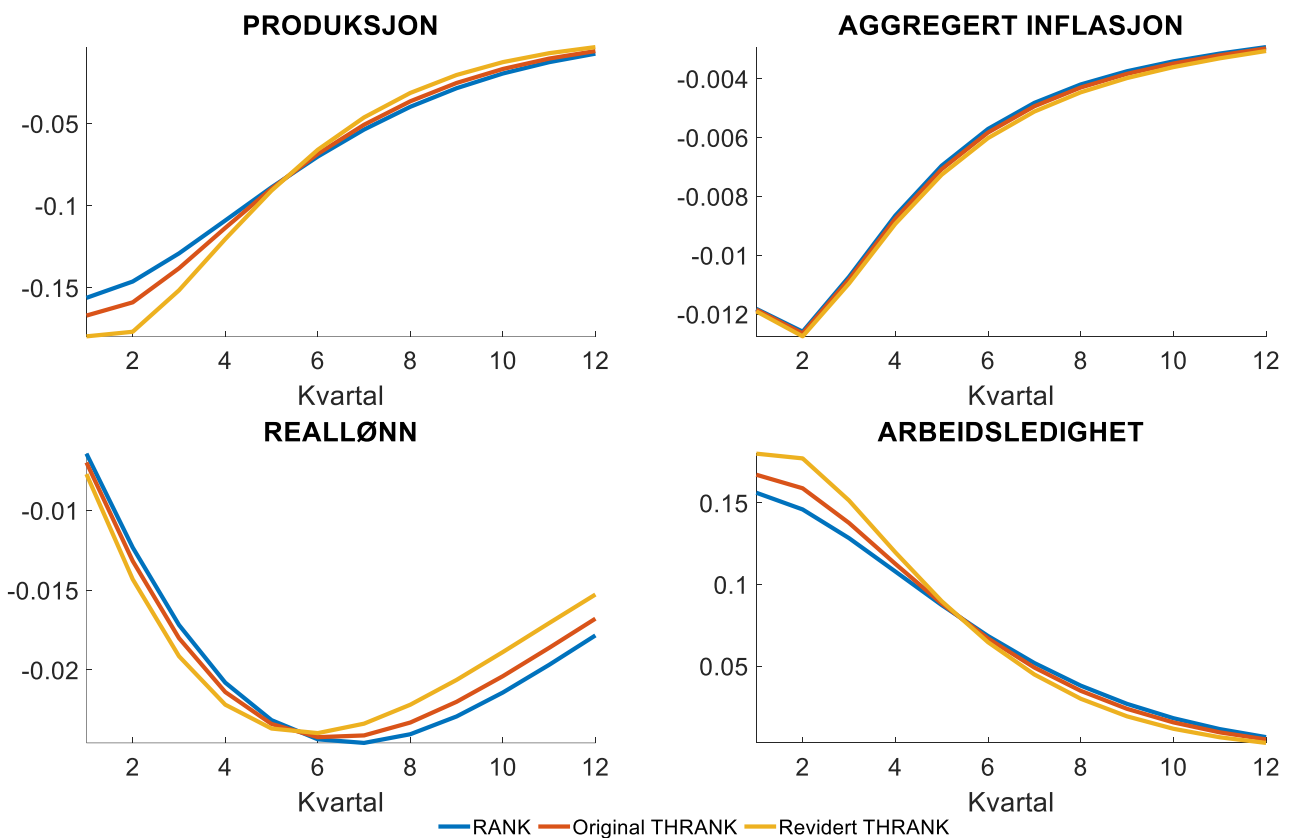
Figur 5.2: THRANK med reviderte populasjonsandeler

I figur 5.2 ser man at revideringen av populasjonsandelene samlet sett har ført til endringer av større omslag, men også en raskere tilbakevending på et aggregert nivå. Konsumet til fattige HtM reduseres i større grad enn tidligere, men er tilbake på et høyere nivå enn original-THRANK 12. kvartal etter sjokket. I tillegg ser man at konsumet ender opp på et tilnærmet likt nivå som i RANK. Vi observerer en lignende trend i rike HtM gruppen, men i deres tilfelle vil husholdningene i revidert-THRANK komme raskere tilbake til steady state enn konsumentene i RANK. Her følger tilsvarende forklaring som gitt av analysen i kapittel 4.

Konsumet til ikke-HtM vil på den andre siden oppleve en marginalt lavere reduksjon ved revideringen av populasjonsandelene sammenlignet med RANK og original-THRANK tilpasningen. Ikke-HtM vil i den nye tilpasningen ligge over RANK tilpasningen hele konsumbanen og kommer raskere tilbake til steady state. Denne observasjonen skyldes HtM husholdningene sin påvirkning på den aggregerte økonomien som igjen påvirker ikke-HtM sin tilpasning. Dette ser man ved at det totale aggregerte konsumet reduseres ytterligere da effekten

rike HtM har på økonomien er enda sterkere sammenlignet med tilfellet der de kun utgjorde 22% av befolkningen. Det er dette som er årsaken bak den ytterligere nedgangen i fattig HtM sitt konsum og den reduserte nedgangen i ikke-HtM sitt konsum. Rike HtM forsterker effektene på de økonomiske variablene som påvirker de andre gruppene.

Endringen i populasjonsandelene har altså påvirket de andre variablene i økonomien. Den observerte endringen i figur 5.3 på neste side viser at utslagene på variablene vil variere fra tidligere analyser og vil, for blant annet produksjonen og arbeidsledigheten, gi større utslag enn tidligere. Med reviderte populasjonsandeler ser vi at produksjonen i etterkant av en renteøkning vil reduseres kraftigere og at arbeidsledigheten vil ligge på et høyere nivå sammenlignet med prediksjonene til RANK modellen. Man kan også se at reallønnen ligger på et lavere nivå de første kvartalene etter sjokket.



Figur 5.3: THRANK konsum med reviderte populasjonsandeler

I figur 5.3 ser vi derimot at de fleste variablene vil hente seg tilbake raskere enn før. Dette betyr at til tross for den økte reaksjonen vil økonomien stabilisere seg raskere enn hva RANK prognosene predikerer. Dette kan man se ved å studere reallønnen der lønnsnivået ligger over både RANK og original-THRANK fra og med 6. kvartal og ut 12. kvartal. Dette skyldes at den rike HtM gruppen nå er en mye større andel av befolkningen og således drar økonomien ytterligere nedover i de første periodene, men deretter henter seg raskere tilbake sammenlignet med husholdningene i RANK.

En slik inkludering har også ført til endringer i inflasjonen der man observerer en marginalt større nedgang i økonomiens inflasjon. I følge Fagereng et al. (2019-2023) vil et slikt resultat indikere en økt gjeldsbyrde for husholdningene som kan føre til økte finansielle ubalanser i økonomien. Reallønnen og arbeidsledigheten peker også i retning av økt gjeldsbyrde ved at husholdningenes reallønn reduseres og at en større andel husholdninger står uten arbeid og arbeidsinntekt.

Revideringen tyder på at man i større grad burde kommentere HtM husholdningers konsekvenser av en renteendring da påstanden om at det er HtM husholdningene som driver det aggregerte konsumet i økonomien støttes av resultatene illustrert i figur 5.2 og 5.3. De samlede resultatene fra analysen stemmer overens med lignende analyser gjort av blant annet Eskelinen (2021) og Kaplan, Violante & Weidner (2014) og peker mot en tydelig heterogenitet i økonomien når det kommer til husholdningers følsomhet ved renteendringer.

Samlet sett ser man at revideringen av populasjonsandelene i henhold til norske data har ført til generelt større endringer i økonomien. Dette kan være en indikasjon på at pengepolitikken virker sterkere på den norske økonomien sammenlignet med landene studert av Kaplan, Violante & Weidner (2014). Et slikt resultat kan være interessant å studere videre. Både når det kommer til hvilken grad den norske økonomien rettmessig kan sammenlignes med andre, men også hvilke elementer som skaper en slik sammenheng. Ved å tydeligere identifisere hvilke mekanismer som gjør at pengepolitikken virker sterkere i Norge kan man bedre kontrollere, estimere og predikere effektene av en renteendring. Noe som i denne oppgaven har vist seg å

kunne være essensielt når det kommer til å motvirke finansielle ubalanser og effekten av økonomisk ulikhet.

Én mulig forklaring for den observerte forskjellen i prognosene kan være at endringen i konsum mellom de tre gruppene gir opphav til en såkalt heterogenitetskanal for inntekten i økonomien på lik linje som i Eskelinen (2021). Dette tydeliggjøres gjennom gruppenes intertemporale budsjettbetingelser og deres finansielle posisjon i markedet. I et tilfelle med økte renter vil sjokket lede inntekter bort fra husholdninger som lever hånd-til-munn og over til husholdninger som i tillegg får inntekt fra finansielle aktiva som obligasjoner og eiendom. Dette gjør at inntekten i økonomien distribueres vekk fra husholdninger med høy MPC og i retning husholdninger med lav MPC. Man får en omfordeling av inntekter i etterkant av sjokket.

Den illustrerte heterogeniteten i THRANK vil således forsterke den økende økonomiske ulikheten i Norge over konjunktursyklusen slik det er definert av NHO (2018). Resultatene fra analysen tydeliggjør at en økning i rentenivået i Norge kan føre til større økonomiske ulikheter ved at husholdninger med allerede høy inntekt på lang sikt vil få økte inntekter relativt til HtM husholdninger som opplever en reduksjon i inntekten sin. De økonomiske ulikhetene i Norge ser altså ut til å øke i takt med det økte rentenivået.

Næringslivets oppfatning av den økonomiske ulikheten i Norge støttes av rapporten til Eplan & Kirkeberg (2012). Rapporten viser til empirisk data der den 10. desilen av formuesfordelingen for private husholdninger i Norge holder mer enn halvparten av den totale nettoformuen i landet. I tillegg kommer det frem i rapporten at de rikeste 5% i landet holder totalt sett 39,2% av den totale nettoformuen. Det er altså en svært høyreskjev fordeling når det kommer til nettoformuen.

De empiriske observasjonene i rapporten kommenterer også situasjonen til de fattigste aktørene i landet. Det trekkes blant annet frem at desil 1-5 har en sammenlagt negativ nettoformue som skyldes den store gjeldsmengden til husholdningene. Dette understreker tidligere observasjoner og antagelser gjort om rike HtM gruppen og deres potensielle effekt for den finansielle stabiliteten i Norge.

Resultatene fra analysen er tydelige. Det er en distinkt heterogenitet når det kommer til pengepolitikens effekt på konsumet til norske husholdninger. Den observerte heterogeniteten etter en renteøkning kan ha store konsekvenser for den finansielle stabiliteten i Norge og de økonomiske ulikhetene. Heterogene aktører i norske makroøkonomiske modeller burde derfor implementeres og kommenteres i mye større grad for å sikre best mulig analyse av det økonomiske bildet i Norge og for å bedre sikre fremtidig finansiell stabilitet.

6 Oppsummerende konklusjon

Modeller med heterogene aktører gjør sitt inntog i litteraturen, men de bærer preg av å være kompliserte og svært vanskelige å tolke. En THRANK modell med tre konsumentgrupper kan fungere som et kompromiss for å fange opp heterogeniteten til norske husholdninger uten at det går på bekostning av modellens presisjon. Denne oppgaven har belyst temaet heterogenitet i DSGE modeller, samt innført det i Norges Bank sin mini-NEMO modell. Resultatene fra analysen tydeliggjør behovet for inkluderingen av heterogene aktører i makroøkonomiske modeller.

De tre konsumentgruppene viser tydelige ulikheter når det kommer til konsumets følsomhet i etterkant av et pengepolitisk sjokk. Rike HtM, som defineres som husholdninger med høy MPC, opplever den største reduksjonen i konsum i etterkant av renteøkningen. Den nest største reduksjonen finner vi i fattig HtM husholdningene. Dette er husholdninger som har høy MPC, er ekskludert fra kredittmarkedet og ikke eier likvide eller illikvide midler. Til slutt har vi ikke-HtM husholdninger som står fritt til å glatte ut konsum over tid og som ikke er gjeldsbærende. Det er disse husholdningene som i minst grad blir påvirket av en renteendring. De rikeste aktørene vil altså være de minst skadelidende i etterkant av en renteøkning.

Inkluderingen av heterogenitet har endret det dynamiske bildet i økonomien i etterkant av et pengepolitisk sjokk. Ved en renteøkning vil økonomien gå inn i en dypere lavkonjunktur med lavere produksjon og inflasjon. Den ytterligere reduksjonen skyldes inkluderingen av rike HtM husholdninger med høy MPC og gjeld som drar den aggregerte etterspørselen ned etter en renteøkning. Avvikene i prognosene på tvers av RANK og THRANK modellene blir på bakgrunn av Eskelinen (2021) og Kaplan & Violante (2018) sine funn antatt til å skyldes manglende kanaler for transmisjonsmekanismen i RANK. Modeller uten heterogene aktører klarer ikke å fange opp essensielle kanaler for pengepolitikken og vil i flere tilfeller undervurdere pengepolitikkenes effekt på det aggregerte konsumet og produksjonen. I videre undersøkelser etterspørres derfor et økt fokus på konsekvensene av heterogenitet i makroøkonomisk modellering og da særlig en studie av den utvidede THRANK modellens presisjon tilknyttet norske data.

Resultatene tilknyttet inkluderingen av heterogene aktører taler i denne oppgaven for et økt fokus på hvordan de ulike samfunnsgruppene påvirkes når det kommer til optimal pengepolitikk og finansiell stabilitet. Konsekvensene for de ulike gruppene i etterkant av et sjokk er nødt til å kommenteres nærmere i forkant av en renteendring dersom man skal kunne klare å motarbeide den økende økonomiske ulikheten i Norge og motvirke oppbyggingen av finansielle ubalanser.

7 Utvidelser

Det utvidede modellrammeverket som er presentert i oppgaven er begrenset til å inkludere et svært forenklet kredittmarked. Inkluderingen av en boligsektor med transaksjonskostnader kan bidra til å forankre kredittmarkedet bedre, i tillegg til å fange opp flere av de indirekte faktorene tilknyttet de pengepolitiske transmisjonsmekanismene slik det er gjort i Eskelinen (2021).

Utover dette kan introduksjonen av heterogenitet forsterkes ved at man inkluderer heterogene egenskaper på flere områder i økonomien. Ved å karakterisere heterogene aktører i eksempelvis arbeidsmarkedet og lønnsutviklingen vil man kunne foreta en dypere analyse av inntektseffektene i økonomien samt en grundigere forståelse av omfordelingen av inntekt på tvers av husholdninger. En slik inkludering vil kunne tydeliggjøre transmisjonsmekanismene og forankre heterogeniteten bedre sammenlignet med en modell som kun inkluderer heterogenitet i etterspørselssiden av økonomien.

Videre kan man også utvide rammeverket til å inkludere finanspolitikk slik det er forsøkt gjort av Bergholt & Presterud (2022) i senere tid. En slik inkludering vil kunne fange opp finanspolitiske omfordelingseffekter i etterkant av et sjokk, noe som kan ha påvirkning på dynamikken til konsumet for de tre gruppene.

Avslutningsvis burde man i videre undersøkelser, som nevnt, teste hvorvidt inkluderingen av heterogene aktører har treffsikkerhet mot empirisk data for den norske økonomien. Slike undersøkelser har ikke vært mulig å foreta i denne oppgaven. Det gjenstår for fremtidig forskning å videreutvikle modellrammeverket samt vurdere de nye resultatene opp mot økonomisk ulikhet, optimal pengepolitikk og potensielle fordelingsvirkninger av makropolitikk.

Referanser

- Adjemian, S., Bastani, H., Juillard, M., Karamé, F., Mihoubi, F., Mutschler, W., Pfeifer, J., Ratto, M., Rion, N., & Villemot, S. (2022). *Dynare; Reference Manual, Version 5*. In [Dynare Working Papers]. CEPREMAP. <https://www.dynare.org/>
- Ahn, S. (2022). *Different Households*. [Personlig kommunikasjon]. De matematiske formlene er overlevert på pdf via email kommunikasjon 31. Mars 2022. .
- Amato, J. D., & Laubach, T. (2003). Rule-of-thumb behaviour and monetary policy. *European Economic Review*, 47(5), 791-831.
- Ampudia, M., Georgarakos, D., Slacalek, J., Tristani, O., Vermeulen, P., & Violante, G. (2018). Monetary policy and household inequality. *ECB Working Paper, No. 2170*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3223542
- Auclert, A. (2019). Monetary policy and the redistribution channel. *American Economic Review*, 109(6), 2333-2367. <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/aer.20160137>
- Bank for International Settlements. (2020). *Long series on central bank policy rates* [Statistikk]. <https://www.bis.org/statistics/cbpol.htm>
- Bergholt, D., & Presterud, C. (2022). *Mini-NEMO*. [Personlig kommunikasjon]. Gjennomgangen av modellen er gitt under et møte 11. februar 2022. Presentasjonen brukt under møtet er overlevert på pdf via email kommunikasjon.
- Bilbiie, F. O. (2008). Limited asset markets participation, monetary policy and (inverted) aggregate demand logic. *Journal of Economic Theory*, 140(1), 162-196.
- Brubakk, L., & Sveen, T. (2008). NEMO – en ny makromodell for prognoser og pengepolitisk analyse. *Penger og Kreditt (1/2008)*. https://www.norges-bank.no/contentassets/7b0a385f008e421088c70ade4f27a6b6/nemo_ny_makromodell.pdf?v=03/09/2017123140&ft=.pdf
- Calvo, G. A. (1983). Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 12(3), 383-398. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(83\)90060-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(83)90060-0)
- Carroll, C., Slacalek, J., Tokuoka, K., & White, M. N. (2017). The distribution of wealth and the marginal propensity to consume. *Quantitative Economics*, 8(3), 977-1020. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.3982/QE694>

- Cloyne, J., Ferreira, C., & Surico, P. (2020). Monetary policy when households have debt: new evidence on the transmission mechanism. *The Review of Economic Studies*, 87(1), 102-129.
- Eplan, J., & Kirkeberg, M. I. (2012). Wealth Distribution in Norway. *Rapporter*, 35/2012. Statistisk Sentralbyrå.
https://www.ssb.no/a/english/publikasjoner/pdf/rapp_201235_en/rapp_201235_en.pdf
- Erceg, C. J., Henderson, D. W., & Levin, A. T. (2000). Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts. *Journal of Monetary Economics*, 46(2), 281-313.
- Eskelinen, M. (2021). Monetary policy, agent heterogeneity and inequality: Insights from a three-agent New Keynesian model. *ECB Working Paper Series*, 2590.
<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2590~0eb66fff2a.en.pdf?d94aa2353865dc7f21634a82d4d28626>
- Fagereng, A., & Halvorsen, E. (2016). Debt and household consumption responses. *Available at SSRN 2942502*.
- Fagereng, A., Halvorsen, E., Tretvoll, H., Paulie, C., Moll, B., Pistaferri, L., Guiso, L., Holm, M., Natvik, G., & SeHyoun, A. (2019-2023). *Ulikhet, økonomisk politikk og husholdningenes tilpasning - MacroInequality* (287720). Statistisk Sentralbyrå.
<https://www.ssb.no/forskning/makroekonomi/makroekonomiske-analyser/ulikhet-okonomisk-politikk-og-husholdningenes-tilpasning>
- Finansdepartementet. (2021). *Utlånsforskriften*. Hentet fra
<https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/finansmarkedene/utlansforskriften/id2791101/>
- Fossanger, K. F., & Nestås, M. W. (2016). *Betydningen av renteendringer for norske husholdningers sparing og konsum - En studie av norske husholdningers spare- og konsumtilpasning i perioden 2011-2014* [Masteroppgave, Høgskolen i Oslo og Akershus].
- Friedman, M., & Schwartz, A. J. (1963). *A Monetary History of the United States 1867-1960*. Princeton University Press.
- Frisch, R. (1959). A complete scheme for computing all direct and cross demand elasticities in a model with many sectors. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 177-196.
- Galí, J. (2008). *Monetary Policy, Inflation and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework*. Princeton University Press.

- Galí, J. (2011). The Return of the Wage Phillips Curve. *Journal of the European Economic Association*, 9(3), 436-461. <https://doi.org/10.1111/j.1542-4774.2011.01023.x>
- Galí, J. (2018). The state of New Keynesian economics: a partial assessment. *Journal of Economic Perspectives*, 32(3), 87-112. <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.32.3.87>
- Galí, J., López-Salido, D., & Vallés, J. (2007). Understanding the Effects of Government Spending on Consumption. *Journal of the European Economic Association*, 5(1), 227-270.
- Gali, J., López-Salido, J. D., & Vallés, J. (2004). Rule-of-thumb consumers and the design of interest rate rules. *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(4), 739-763. <https://doi.org/10.1353/mcb.2004.0064>
- Galí, J., & Monacelli, T. (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy. *Review of Economic Studies*, 72, 707-734.
- Galí, J., Smets, F., & Wouters, R. (2012). Unemployment in an Estimated New Keynesian Model. *NBER Macroeconomics Annual*, 26(1), 329-360. <https://doi.org/10.1086/663994>
- Gordon, R. J. (1990). What Is New-Keynesian Economics? *Journal of Economic Literature*, 28(3), 1115-1171. <http://www.jstor.org/stable/2727103>
- Graeve, F. D., Dosseche, M., Emiris, M., Sneessens, H., & Wouters, R. (2010). Risk premiums and macroeconomic dynamics in a heterogeneous agent model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(9), 1608-1699.
- Haldane, A. (2018). How monetary policy affects your GDP. *Finch Lecture at the University of Melbourne, April, 10, 2018*. <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/speech/2018/how-monetary-policy-affects-your-gdp-speech-by-andy-haldane.pdf>
- Hedlund, A., Karahan, F., Mitman, K., & Ozkan, S. (2017). Monetary policy, heterogeneity, and the housing channel. *2017 Meeting Papers* (vol. 1610).
- Iacoviello, M. (2005). House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle. *American Economic Review*, 95(3), 739-764. <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/0002828054201477>
- Justiniano, A., & Preston, B. (2010). Monetary Policy and Uncertainty in an Empirical Small Open-Economy Model. *Journal of Applied Econometrics*, 25(1), 93-128. <http://www.jstor.org/stable/25608798>

- Kaplan, G., Moll, B., & Violante, G. L. (2018). Monetary Policy According to HANK. *American Economic Review*, 108, 697-743.
<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.20160042>
- Kaplan, G., & Violante, G. L. (2018). Microeconomic heterogeneity and macroeconomic shocks. *Journal of Economic Perspectives*, 32(3), 167-194.
- Kaplan, G., Violante, G. L., & Weidner, J. (2014). The wealthy hand-to-mouth. *NBER Working Papers*, (No. w20073). <http://www.nber.org/papers/w20073>
- Keynes, J. M. (1937). The general theory of employment. *The quarterly journal of economics*, 51(2), 209-223.
- Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1345-1370.
- Liu, P. (2006). A Small New Keynesian Model of the New Zealand Economy. *Reserve Bank of New Zealand Discussion Paper Series*, 3.
<http://www.rbnz.govt.nz/research/discusspapers/>
- Lucas, R. (1976). Econometric policy evaluation: A critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1, 19-46. [https://doi.org/10.1016/S0167-2231\(76\)80003-6](https://doi.org/10.1016/S0167-2231(76)80003-6).
- Lucas, R. (1977). Understanding business cycles. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. (vol. 5, 7-29). North-Holland.
- Monacelli, T. (2005). Monetary Policy in a Low Pass-through Environment. *Journal of Money, Credit and Banking*, 37(6), 1047-1066. <https://www.jstor.org/stable/3839027>
- NHO. (2018). Verden og oss - Næringslivets perspektivmelding. *Næringslivets perspektivmelding*. <https://www.nho.no/publikasjoner/p/naringslivets-perspektivmelding/okende-ulikhet/>
- Norges Bank. (2021a). *Finansiell stabilitet 2021: sårbarhet og risiko*. Hentet fra https://www.norges-bank.no/contentassets/c4ffd169504b47249d646ed5753b0da0/finansiell_stabilitet_2021.pdf?v=11/10/2021110512&ft=.pdf
- Norges Bank. (2021b). *Pengepolitisk rapport med vurdering av finansiell stabilitet 4/2021*. Hentet fra https://www.norges-bank.no/contentassets/f3d034f860c24bc69e541aa39d2afde6/ppr_421.pdf?v=12/16/2021125440&ft=.pdf
- Norges Bank. (2022a). *Endringer i styringsrenten*. <https://www.norges-bank.no/tema/pengepolitikk/Styringsrenten/Styringsrenten-Oversikt-over-rentemoter-og-endringer-i-styringsrenten/>

- Norges Bank. (2022b). *Pengepolitisk rapport med vurdering av finansiell stabilitet 1/2022*. Hentet fra https://www.norges-bank.no/contentassets/b3ee6e75f0a8406ea80e1ca624b6140b/ppr_1-22.pdf?v=03/24/2022092035&ft=.pdf
- Prescott, E. C. (1986). Theory ahead of business-cycle measurement. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (Vol. 25, 11-44). North-Holland.
- Presterud, C. (2020). *Bayesian Estimation of a DSGE Model for Norway* [Master Thesis, University of Oslo]. https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/79415/Presterud_Christian.pdf?sequence=14&isAllowed=y
- Robinson, P. M. (1978). Statistical inference for a random coefficient autoregressive model. *Scandinavian Journal of statistics*, 163-168.
- Schmitt-Grohé, S., & Uribe, M. (2003). Closing small open economy models. *Journal of international Economics*, 61(1), 163-185.
- Sentralbankloven. (2021). *Lov om Norges Bank og pengevesenet mv.* (LOV-2019-06-21-31). Lovdata.no. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2019-06-21-31>
- Smets, F., & Wouters, R. (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association*, 1(5), 1123-1175.
- Smets, F., & Wouters, R. (2007). Shocks and frictions in US business cycles: A Bayesian DSGE approach. *American Economic Review*, 97(3), 586-606. <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/aer.97.3.586>
- Statistisk sentralbyrå. (2021). *Fattigdomsproblemer, leverkårsundersøkelsen* [Statistikk]. <https://www.ssb.no/sosiale-forhold-og-kriminalitet/levekars/statistikk/fattigdomsproblemer-levekarsundersokelsen>
- Statistisk sentralbyrå. (2022a). *07751: Sammensetning av samlet husholdningsinntekt (prosent), etter inntekt etter skatt per forbruksenhet, år og statistikkvariabel* [Statistikk]. <https://www.ssb.no/statbank/table/07751/tableViewLayout1/>
- Statistisk sentralbyrå. (2022b). *08781: Hushald (prosent), etter gjeld, statistikk variabel og år* [Statistikk]. <https://www.ssb.no/statbank/table/08781/tableViewLayout1/>
- Statistisk sentralbyrå. (2022c). *Inntekts- og formuesstatistikk for husholdninger* [Statistikk]. <https://www.ssb.no/inntekt-og-forbruk/inntekt-og-formue/statistikk/inntekts-og-formuesstatistikk-for-husholdninger>

- Statistisk sentralbyrå. (2022d). *Nasjonalregnskap* [Statistikk]. Statistisk sentralbyrå.
<https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/nasjonalregnskap/statistikk/nasjonalregnskap>
- Statistisk sentralbyrå. (2022e). *Rentesatser og rentebindingsandeler på boliglån til husholdningene, kvartalsvis totaltelling, i prosent*. [Statistikk].
<https://www.ssb.no/bank-og-finansmarked/finansinstitusjoner-og-andre-finansielle-foretak/statistikk/renter-i-banker-og-kredittforetak>
- Taylor, J. B. (1980). Aggregate dynamics and staggered contracts. *Journal of political economy*, 88(1), 1-23.
- Taylor, J. B. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*. (vol. 39, 195-214). North-Holland.
- Woodford, M. (1999). Optimal monetary policy inertia. *The Manchester School*, 67, 1-35.
- Zietz, J. (2006). Log-Linearizing Around the Steady State: A Guide with Examples. In. SSRN 951753.

Appendiks

A. Oppsummering av ligningene

De 23 ligningene som styrer dynamikken i mini-NEMO kan oppsummeres ved:

$$c_t - hc_{t-1} = \mathbb{E}_t(c_{t+1} - hc_t) - \frac{1-h}{\sigma}(i_t - \mathbb{E}_t\pi_{t+1}) + d_t \quad (\text{A.1})$$

$$w_t = \psi_t + z_t + \varphi l_t \quad (\text{A.2})$$

$$z_t = vz_{t-1} + \frac{1-v}{1-h}(c_t - hc_{t-1}) \quad (\text{A.3})$$

$$\mu_{w,t} = w_t - \psi_t - z_t - \varphi n_t \quad (\text{A.4})$$

$$\pi_{w,t} - \gamma_w \pi_{w,t-1} = \beta \mathbb{E}_t(\pi_{w,t+1} - \gamma_w \pi_{w,t}) - \lambda_w \mu_{w,t} + z_{w,t} \quad (\text{A.5})$$

$$u_t = l_t - n_t \quad (\text{A.6})$$

$$y_t = \alpha_t + n_t \quad (\text{A.7})$$

$$\mu_{h,t} = a_t - w_t - (1-\alpha)\tau_t \quad (\text{A.8})$$

$$\mu_{f,t} = \alpha\tau_t - q_t \quad (\text{A.9})$$

$$\pi_{h,t} - \gamma_h \pi_{h,t-1} = \beta \mathbb{E}_t(\pi_{h,t+1} - \gamma_h \pi_{h,t}) - \lambda_h \mu_{h,t} + z_{h,t} \quad (\text{A.10})$$

$$\pi_{f,t} - \gamma_f \pi_{f,t-1} = \beta \mathbb{E}_t(\pi_{f,t+1} - \gamma_f \pi_{f,t}) - \lambda_f \mu_{f,t} + z_{f,t} \quad (\text{A.11})$$

$$\pi_t = \alpha \pi_{h,t} + (1-\alpha) \pi_{f,t} \quad (\text{A.12})$$

$$w_t = w_{t-1} + \pi_{w,t} - \pi_t \quad (\text{A.13})$$

$$y_t = \alpha c_t + (1-\alpha)[y_t^* + \eta(\tau_t + q_t)] \quad (\text{A.14})$$

$$\tau_t = \tau_{t-1} + \pi_{f,t} - \pi_{h,t} \quad (\text{A.15})$$

$$q_t = q_{t-1} + \Delta e_t + \pi_t^* - \pi_t \quad (\text{A.16})$$

$$i_t = i_t^* + \mathbb{E}_t \Delta e_{t+1} - \xi b_t + \varepsilon_t \quad (\text{A.17})$$

$$b_t = \beta^{-1} b_{t-1} + t b_t \quad (\text{A.18})$$

$$t b_t = y_t - c_t - (1-\alpha)\tau_t \quad (\text{A.19})$$

$$i_t = \max[\phi_i i_{t-1} + (1 - \phi_i)(\phi_\pi \pi_t + \phi_y y_t) + \phi_t, i_{lb}] \quad (\text{A.20})$$

$$y_t^* - h^* y_{t-1}^* = \mathbb{E}_t(y_{t+1}^* - h^* y_t^*) - \frac{1 - h^*}{\sigma^*} (i_t^* - \mathbb{E}_t \pi_{t+1}^*) + d_t^* \quad (\text{A.21})$$

$$\pi_t^* - \gamma^* \pi_{t-1}^* = \beta^* \mathbb{E}_t(\pi_{t+1}^* - \gamma^* \pi_t^*) + \kappa^* (y_t^* - h^* y_{t-1}^* + \chi_i^* i_t^*) + z_t^* \quad (\text{A.22})$$

$$i_t^* = \phi_i^* i_{t-1}^* + (1 - \phi_i^*)(\phi_\pi^* \pi_t^* + \phi_y^* y_t^*) + \phi_t^* \quad (\text{A.23})$$

B. Matlabkode

Koden under er brukt for å lage figur 4.3. Tilsvarende fremgangsmåte er brukt for å lage figur 4.2, 4.4, 5.1, 5.2 og 5.3.

```
results01=load('MATLAB\opprinnelig_dsge_HtM_volatilitet_.mat');
results02=load('MATLAB\rekalibrering_dsge_test_volatilitet.mat');
figure
subplot(3,4,1)
plot(results01.oo_.irfs.yhat_e_i(1:12),'LineWidth',4)
hold on
plot(results02.oo_.irfs.yhat_e_i(1:12),'LineWidth',4)
hold off
title('PRODUKSJON')
xlabel('Kvartal')
ax = gca;
ax.FontSize = 20;
legend('RANK', 'THRANK', 'Location', 'Southoutside', 'Orientation', 'horizontal',
'FontSize',18)
legend('boxoff')
axis tight

subplot(3,4,2)
plot(results01.oo_.irfs.chat_e_i(1:12),'LineWidth',4)
hold on
plot(results02.oo_.irfs.chat_e_i(1:12),'LineWidth',4)
hold off
title('AGGREGERT KONSUM')
xlabel('Kvartal')
ax = gca;
ax.FontSize = 20;
axis tight

subplot(3,4,3)
plot(results01.oo_.irfs.tb_e_i(1:12),'LineWidth',4)
hold on
plot(results02.oo_.irfs.tb_e_i(1:12),'LineWidth',4)
hold off
title('HANDELSBALANSE')
xlabel('Kvartal')
ax = gca;
ax.FontSize = 20;
axis tight
```

C. Avklipp fra DSGE-kode

Under følger først et avklipp fra starten av den ene dynarefilen brukt til å estimere og kjøre analysen til de to modellene. Deretter følger to avklipp som illustrerer endringene gjort i dsge_declare filen og dsge_compute filen. Totalt sett er det fem dynarefiler og tre såkalte matfiler.

C.1 Avklipp av dsge

Kodene for de tre konsumentgruppene er nye i forhold til RANK modellen. I tillegg er det introdusert to ulike versjoner av det aggregerte konsumet.

```
// Tre nye konsumentgrupper:
chat1 = h*chat1(-1) + (chat1(+1) - h*chat1) - ((1 - h)/sigma)*(i - pi(+1))
+ (d - d(+1)) + dx(+1) - h*dx - (1/(1 + varphi))*(dxi(+1) - h*dxi);

chat2 = (0.82*chat2(-1)) + (0.82*chat2(+1) - chat2) - (1/sigma)*(i-pi(+1))
- (1/sigma)*(-0.5*(r - r(-1))) - (1/sigma)*(-0.70*(what - what(-1))) + (d -
d(+1)) + dx(+1) - h*dx - (1/(1 + varphi))*(dxi(+1) - h*dxi);

chat3 = what + nhat + (d - d(+1)) + dx(+1) - h*dx - (1/(1 +
varphi))*(dxi(+1) - h*dxi);

// Aggregert konsum:
chat = 0.67*chat1 + 0.22*chat2 + 0.11*chat3;

// Reviderte populasjonsandeler:
//chat = 0.28*chat1 + 0.53*chat2 + 0.19*chat3;

r = i - pi(+1);
rh = i - pih(+1);
@if FW == 1
muw = 0;
#else
(piw - gammaw*pi(-1)) = betta*(piw(+1) - gammaw*pi) - kappaw*muw;
#endif
muw = what - mrkw - psi - zhat - varphi*nhat;
what = psi + zhat + varphi*lhat;
u = lhat - nhat;
zhat = nu*zhat(-1) + ((1 - nu)/(1 - h))*(chat - h*chat(-1)) - ((nu - h)/(1
- h))*(dx - (1/(1 + varphi))*dxi);
what = what(-1) + piw - pi - dx;
```

C.2 Avklipp av dsge_declare

I avklippet uten vil THRANK modellen avvike fra RANK ved at det er inkludert tre ytterligere konsumentgrupper referert til som chat1, chat2 og chat3.

```
// Variable declarations

var

    // Detrended variables
    yhat      // Output gap from trend
    chat      // Consumption gap from trend
    chat1     // Consumption gap from trend, group 1
    chat2     // Consumption gap from trend, group 2
    chat3     // Consumption gap from trend, group 3
    what      // Real consumer wage gap from trend
    nhatt     // Employment rate gap from trend
    lhatt     // Labor force participation gap from trend
    zhatt     // Labor shifter gap from trend
```

C.3 Avklipp av dsge_compute

Nederst i avklippet ser man tydelig rekalkibreringen gjort av volatiliteten der sigmai er gitt til å være 0.139.

```
@#if EM == 1
//estimation(datafile=data2,mode_compute=6,first_obs=1,presample=28,nobs=104,prefilter=1,smoother,mh_replic=0,mh_nblocks=2,mh_jscale=0.2,mh_drop=0.3,mode_check,bayesian_irf,irf=200,conditional_variance_decomposition=[4 8],tex) ydat cdat idat pidat piwdat pifdat qdat udat ldat ystardat pistardat istardat ystarhat pistar_yoy istar;

estimation(datafile=data2,mode_compute=0,mode_file=dsge_mode,first_obs=1,presample=28,nobs=104,prefilter=1,smoother,mh_replic=400000,mh_nblocks=2,mh_jscale=0.222831718422260,mh_drop=0.5,mode_check,bayesian_irf,irf=200,filtered_vars,moments_varendo,contemporaneous_correlation,conditional_variance_decomposition=[4 8],tex) ydat cdat idat pidat piwdat pifdat qdat udat ldat ystardat pistardat istardat ystarhat pistar_yoy istar;

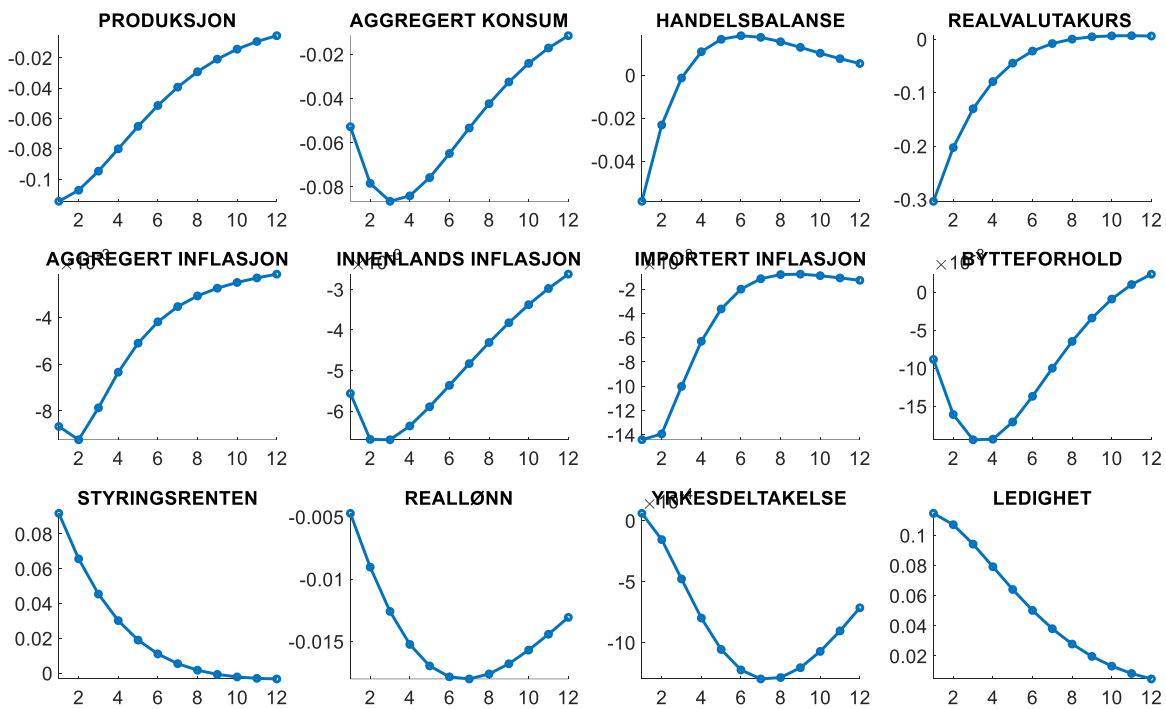
shock_decomposition(parameter_set=posterior_mean) ydat cdat idat pidat piwdat pifdat qdat udat ldat ystardat pistardat istardat ystarhat pistar_yoy istar;

@#elseif EC == 1
x=load('dsge_estimation_results.mat'); M_.params=x.M_.params;
sigmai = 0.139;
@#endif

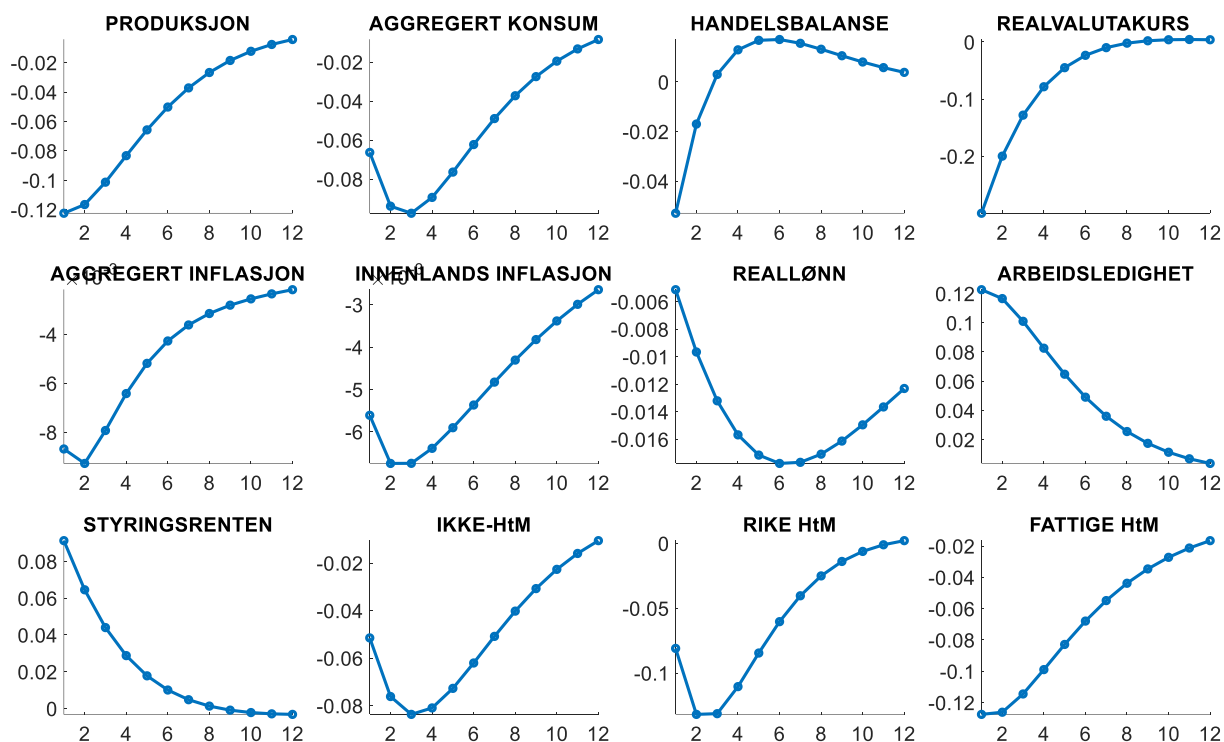
stoch_simul(order=1,irf=200,periods=0,nograph);
```

D. Analyse med opprinnelig volatilitet

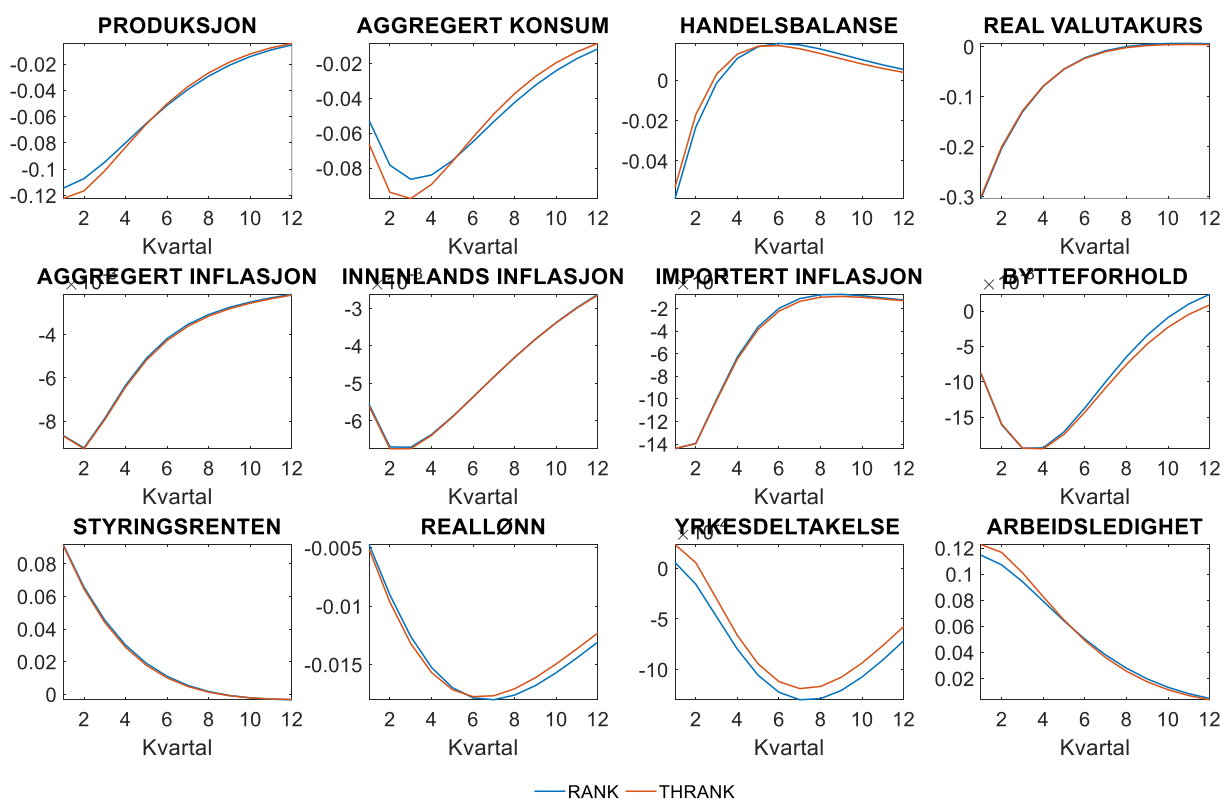
Grafene vedlagt gjelder for en analyse med en estimert volatilitet på 0.01. Estimeringen er gjort for norske data og er representativ for et lite pengepolitisk sjokk. I analysen brukt i oppgaven er sjokket anslått til å være av en annen volatilitet og er ikke estimert ved hjelp av data. Jeg velger derfor å vedlegge grafene med den opprinnelige volatiliteten da disse følger den estimerte sjokkprosessen i mini-NEMO. Fra grafene under ser man derimot at det kun er absoluttverdien som påvirkes av endringen i volatiliteten. De relative forholdene er helt like.



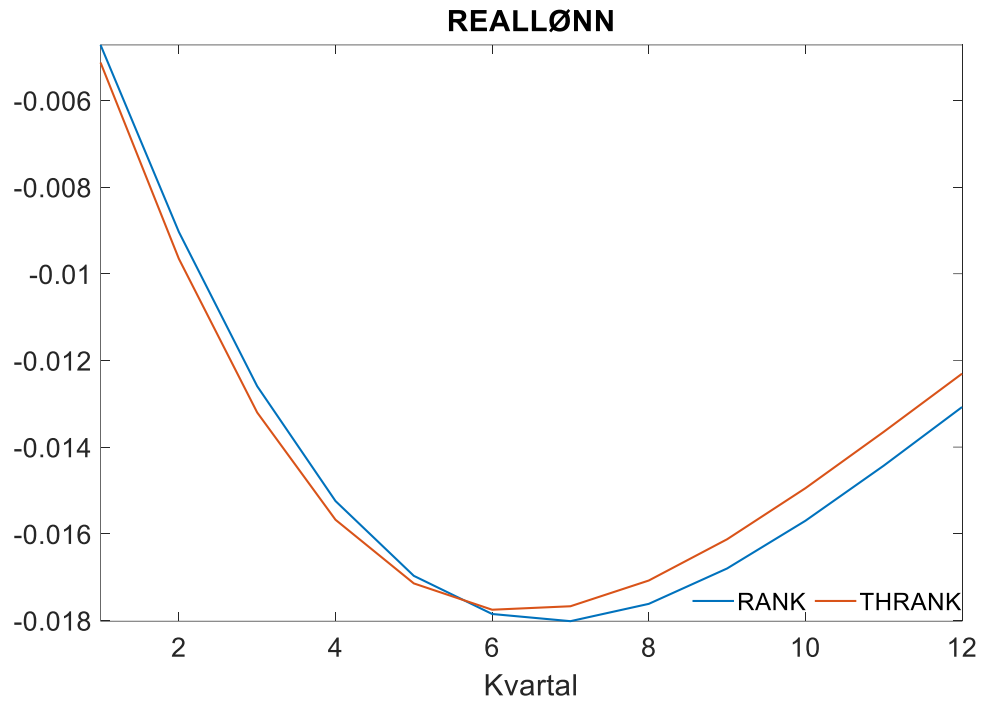
Figur D.1: RANK med opprinnelig volatilitet



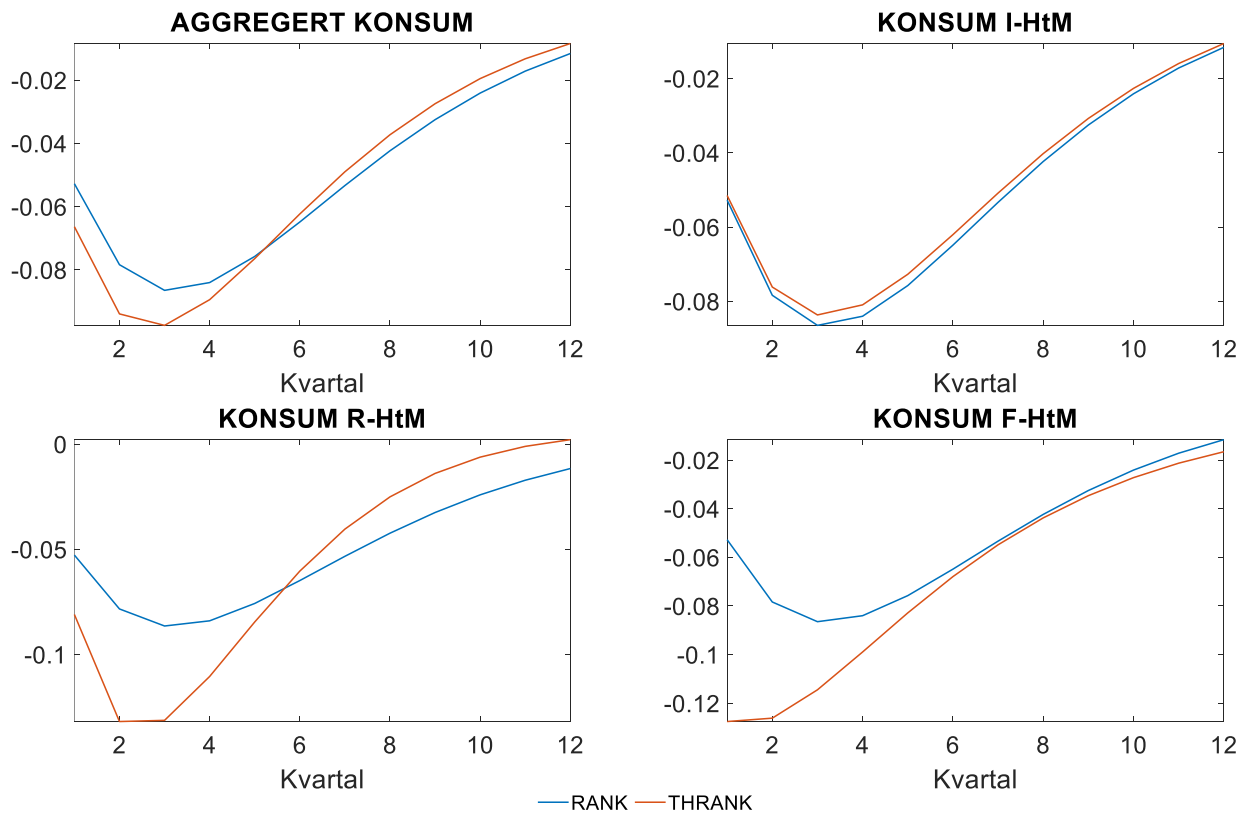
Figur D.2: THRANK med opprinnelig volatilitet



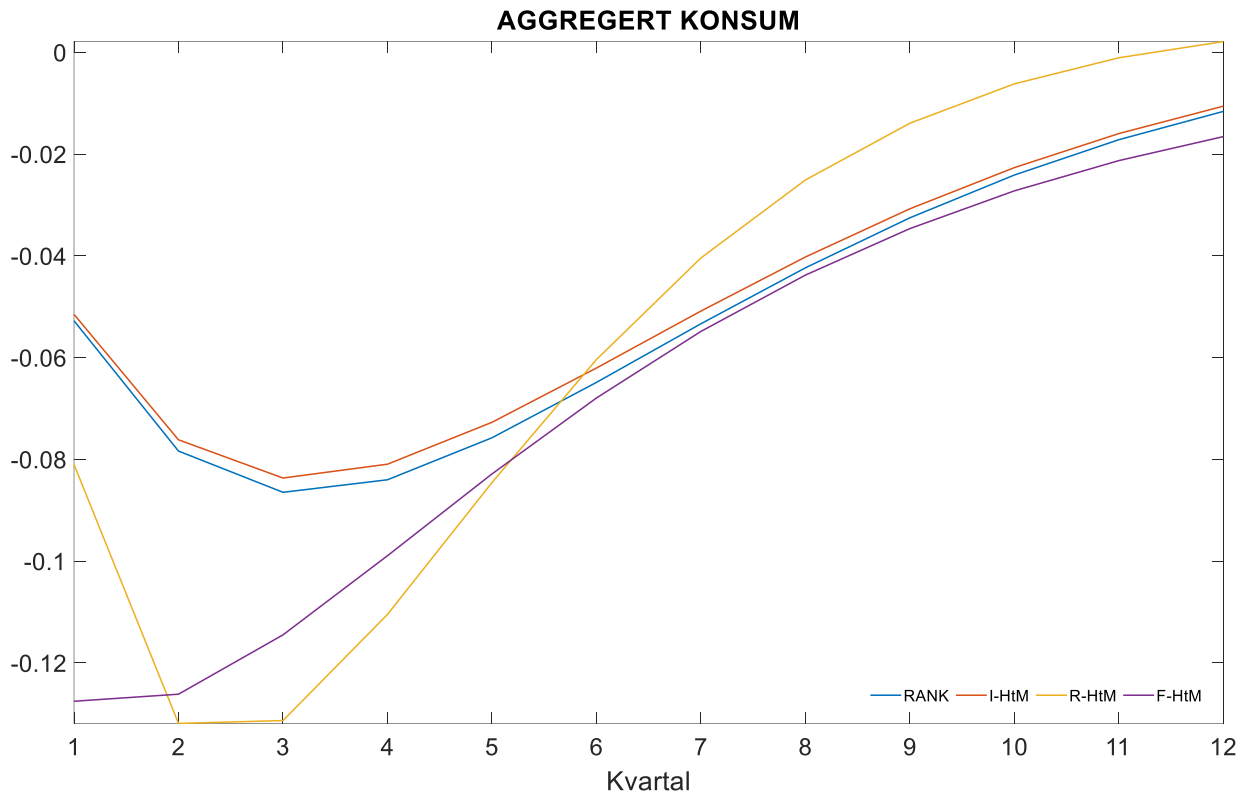
Figur D.3: Sammenligning RANK og THRANK med opprinnelig volatilitet



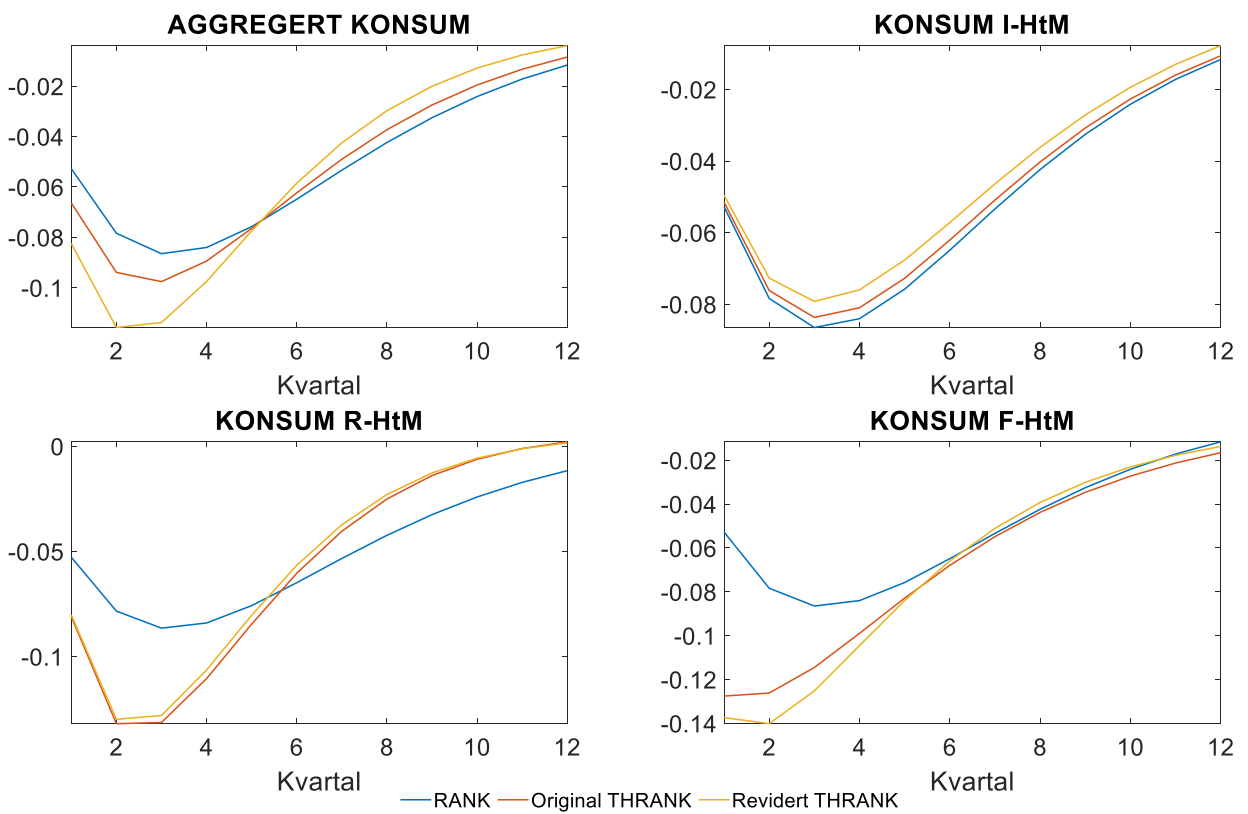
Figur D.4: Reallønn med opprinnelig volatilitet



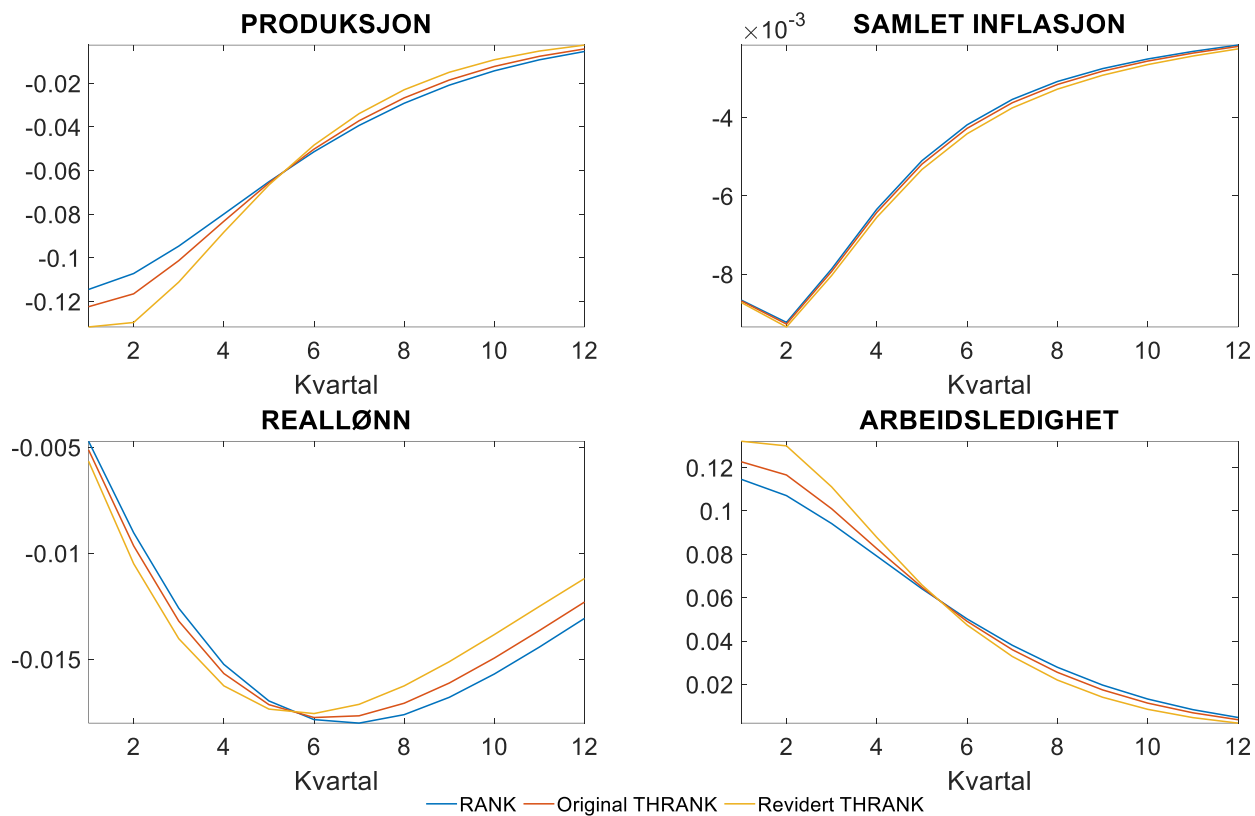
Figur D.5: Sammenligning konsum RANK og THRANK med opprinnelig volatilitet



Figur D.6: Sammenligning av alle konsumentgruppene med opprinnelig volatilitet



Figur D.7: Sammenligning konsum, reviderte andeler og opprinnelig volatilitet



Figur D.8: Sammenligning utvalgte variabler, reviderte andeler og opprinnelig volatilitet

E. Avvik mellom THRANK og RANK

De kvantitative dataene fra sammenligning i delkapittel 4.3 er vedlagt i tabellene nedenfor. I analysen vises det til det største observerte avviket, illustrert med fet skrift i tabellene. I tabellene har jeg også inkludert gjennomsnittsavvikene til de ulike variablene.

Kvartal	RANK	THRANK	Avvik
1	-0.05277	-0.06636	0.01359
2	-0.07838	-0.09393	0.01555
3	-0.08648	-0.09756	0.01108
4	-0.08402	-0.08943	0.00541
5	-0.07577	-0.07645	0.00068
6	-0.06488	-0.06234	0.00254
7	-0.05335	-0.049	0.00435
8	-0.042336	-0.03729	0.005046
9	-0.03253	-0.02749	0.00504
10	-0.02412	-0.01954	0.00458
11	-0.01718	-0.01328	0.0039
12	-0.01162	-0.008453	0.003167
Gjennomsnitt	-0.05195	-0.05342	0.00624

Tabell E.1: Aggregert konsum

Kvartal	RANK	THRANK	Avvik
1	-0.1145	-0.1224	0.0079
2	-0.1072	-0.1165	0.0093
3	-0.09465	-0.1013	0.00665
4	-0.07966	-0.08327	0.00361
5	-0.06515	-0.06573	0.00058
6	-0.0514	-0.05019	-0.00121
7	-0.03934	-0.03719	-0.00215
8	-0.02917	-0.02671	-0.00246
9	-0.02087	-0.01852	-0.00235
10	-0.01431	-0.01228	-0.00203
11	-0.009241	-0.00764	-0.0016
12	-0.005439	-0.004267	-0.00117
Gjennomsnitt	-0.052577	-0.05383	0.001256

Tabell E.2: Produksjon

Kvartal	RANK	THRANK	Avvik
1	-0.008666	-0.008686	0.000020
2	-0.009234	-0.009277	0.000043
3	-0.0007869	-0.007932	0.007145
4	-0.006343	-0.006423	0.000080
5	-0.005101	-0.005189	0.000088
6	-0.004185	-0.004275	0.000090
7	-0.003536	-0.003621	0.000085
8	-0.003077	-0.003153	0.000076
9	-0.002748	-0.002813	0.000065
10	-0.002502	-0.002556	0.000054
11	-0.002308	-0.002351	0.000043
12	-0.002147	-0.00218	0.000033
Gjennomsnitt	-0.004219	-0.0048713	0.000065

Tabell E.3: Aggregert inflasjon

Kvartal	RANK	THRANK	Avvik
1	-0.006437	-0.006992	0.000555
2	-0.01231	-0.01317	0.00086
3	-0.01718	-0.01801	0.00083
4	-0.02079	-0.02138	0.00059
5	-0.02315	-0.02338	0.00023
6	-0.02435	-0.02421	0.00014
7	-0.02457	-0.0241	0.00047
8	-0.02403	-0.02329	0.00074
9	-0.02291	-0.022	0.00091
10	-0.02141	-0.02039	0.00102
11	-0.01968	-0.01861	0.00107
12	-0.01783	-0.01678	0.00105
Gjennomsnitt	-0.01955	-0.01936	0.00070

Tabell E.4: Reallønn

Kvartal	RANK	THRANK	Avvik
1	0.000080	0.0003224	0.0002424
2	-0.000213	0.000076	0.000289
3	-0.000653	-0.00041	0.000243
4	-0.001091	-0.00090	0.000191
5	-0.001443	-0.001289	0.000154
6	-0.001672	-0.001528	0.000144
7	-0.001772	-0.001622	0.00015
8	-0.001757	-0.001593	0.000164
9	-0.001646	-0.001468	0.000178
10	-0.001464	-0.001276	0.000188
11	-0.001234	-0.001041	0.000193
12	-0.000976	-0.0007845	0.0001915
Gjennomsnitt	-0.0011534	-0.0009594	0.0001939

Tabell E.5: Yrkesdeltakelse