Inflationære tendenser i USA efter coronapandemien

Aalborg University

AALBORG UNIVERSITET

By
Mads B. Pedersen
Marc A. Trudslev
Tobias B. Pedersen

Juni 3. 2022

Aalborg Universitet
Økonomi

Titel:
Inflationære tendenser i USA efter coronapandemien

Projektperiode:
Specialeprojekt,
1 februar - 3 juni 2022

Projektgruppe:
Gruppe 9

Gruppemedlemmer:
Mads Bak Pedersen
Marc Alexander Trudslev
Tobias Boier Pedersen

Vejleder:
Sebastian Valdecantos

Antal kopier: 1

Antal sider: 116

Abstract

Inflationary trends in the US after the COVID-19-pandemic

Ths project is about inflationart trends in the United states after Covid-19. The project begins with a presentation of inflation that include a historical perspective on inflation in the United States. This provides a framework for the project's problem area and highligts primary subjects. Several topics related to inflation are raised, to formulate an initial problem. This is then followed by the development of a more particular perspective in order to formulate the final problem formulation. The problem formulation focuses on present inflation trends and considers the impact of the Corona pandemic in this context, with the United States as the geographic area.

The theoretical aspects of the project are presented in the following section. Inflation, economic inertia, the Phillips curve, Demand pull, Cost push, the role of central banks, and optimal monetary policy are among the fundamental themes covered. The theoretical foundation serves as the framework for further study, with various components functioning as argumentation for multiple researches. The theoretical section lays the groundwork for developing an empirical model, which is the project's analytical focus.

The empirical section will be used to present and discuss the variables that will be included in the subsequent models. The majority of the data comes from FRED, the Federal Reserve's database, with additional data from Sydbank and the US Department of State. The section is divided into two parts: quarterly data and monthly data, with consits of two diffrent time periods. Several econometric tests are carried out in order to ensure that the final models' are well behaved.

The analysis was based on the context of the PC curve, the result shows that the output gap has a relatively small influence on inflation, in contrast to inflation expectations which are of great importance. This indicates that the Fed, has managed to anchor the expectations. The pandemic caused inflation to rise, although neither expectations or output gaps suggested this. Therefore, the analysis is expanded and several variables are included. Of these variables, it can be observed that a positive shock to the consumption of non-durable consumer goods, the money supply, energy prices, raw material prices and wages all contributes to higher inflation. If this is tested for Granger causality, it is still these variables that contribute to inflation, apart from energy prices. Raw material prices and consumption can be related to bottlenecks and demand, which must be expected to be of a short-term nature. Wages, on the other hand, can create a stronger spiral effect, which can make inflationen higher

in the longer term. Overall it can be assessed that these variables are relatively short-term, because the economy is in equilibrium in the long run. However, the supply side shows signs of potentially having an effect, that can be categorized as medium-term, which is why these variables may contribute to higher inflation over a longer period.

To furthere estabilsh the results, the most relevant variables are combined in a new VAR model. Within this model, it can be observed that consumption of non-durable consumer goods and wages do not have the same positive impact on inflation as previously observed. This may indicate that the US economy is more affected by a cost-push shock, while at the same time not experiencing a significant wage price/-spiral.

Finaly, potential criticisms are discussed to consider the implications of these. This is done to take into account potential strengths and weaknesses. Method choice, theory, method, empirics, the use of models, econometric tests, granger causality, validity and political aspects will be discussed. In addition, these points are covered to further support the results of the analysis.

As a result, the project's final conclusion can indicate that rising US inflation is linked to a cost push shock, and that this development has been assisted by a higher increase in the money supply. As a result, it is reasonable to predict that inflation will not persist at this high level, but there are potential for the inflation could stay at a relatively high level.

Forord

Rapporten er udgivet i samarbejde med Aalborg Universitet Business School, studieordning Oecon., 10. Semester, gruppe 9. Projekttitlen er "Inflationære tendenser i USA efter coronapandemien". Projektets grundlag er skabt på baggrund af den igangværende tilvækst i inflationen som følge af coronapandemien. Tiltagende inflation har været grundlaget for flere atypiske økonomiske situationer, da inflationen har været på et relativt lavt niveau i en længere periode.

Disse udfordringer kommer til at blive suppleret af projektets metode, afgrænsning, forskellige teoretiske vinkler, samt et empirisk grundlag. Dette vil blive analyseret for at skabe fundamentet for en diskussion, hvor resultaterne diskuteres med henblik på en besvarelse af projektets problemformulering i den afsluttende konklusion.

Projektet er gennemført med hjælp fra én vejleder: Sebastian Valdecantos

Aalborg Universitet, 3. juni, 2022

Mads Bak Pedersen
(20175673)

Marc Alexander Trudslev
(20165559)

Tobias Pedersen
(20173010)

Indhold

1 Indledning **1**

2 Problemfelt **3**

3 Afgrænsning **5**

4 Metode **8**
4.1 Metodevalg 8
4.2 Metodologi 9

5 Teori **12**
5.1 Inflation 12
5.2 Økonomiske trægheder 14
5.3 Phillips kurve 18
5.4 Demand pull inflation 23
5.5 Cost push inflation 24
5.6 Centralbankernes rolle 26
5.7 Optimal pengepolitik 30

6 Empirien **32**

7 Analyse **36**
7.1 Phillips kurve 36
7.1.1 ARDL-model estimation 37
7.1.2 Vektor autoregression 40
7.2 Pandemiens indvirkning på inflationen 47
7.2.1 Demand pull 48
7.2.2 Cost push 56
7.3 Kombineret VAR-model 63
7.4 Granger causality 68
7.5 Delkonklusion 74

8 Diskussion **76**
8.1 Metodevalg 76
8.2 Validitet 79
8.3 Poltiske implikationer 81

9 Konklusion **83**

10 Litteratur **85**

A Appendiks **89**
A.1 Kvartalvis data 89
A.2 Månedlig data 91

B Appendiks **97**

C Appendiks **102**
C.1 ARDL-model for PC-kurve 102
C.2 VAR-model for PC-kurve 104
C.3 Demand pull VAR-model 106
C.4 Cost push VAR-model 107
C.5 kombineret VAR-model 109

D Appendiks **112**
D.1 Demand pull VAR-model uden pandemien 112
D.2 Cost push VAR-model uden pandemien 114

1 | Indledning

Inflationen har historisk haft en betydning for en nations økonomiske situation. Den beskriver, hvordan prissætningen af produkter og services fluktuerer over tid. Inflation er karakteriseret ved stigende priser, mens deflation er karakteriseret ved faldende priser. Forståelsen af inflationsudviklingen er derfor en vigtig opgave, især for centralbanker, som ofte har en inflationsmålsætning. Denne målsætning sigter mod en lav stabil inflation. Inflation er af betydning i samfundet, eftersom den sikrer at der forbruges nu frem for senere. Dermed medvirker inflationen til, at forbruget ikke udskydes unødvendigt. Opstår der deflation vil den modsatte effekt opstå, eftersom der opnås større købekraft ved at udskyde forbruget. Inflation er derfor essentiel, men en høj inflation kan ligeledes have negative økonomiske konsekvenser, eftersom dette skaber nervøsitet i samfundet. Dette betyder individer mindsker opsparinger til fordel for forøget forbrug. Derudover er prismekanismen ikke perfekt grundet økonomiske trægheder, hvilket medfører en inefficiens, som forstærkes af tiltagende inflation [13].

Globalt varierer inflationen meget afhængigt af geografi. Økonomierne oplever forskelligartet inflation, hvor især fattige lande, typisk oplever relativt høj inflation, hvilket kan skyldes en række forskellige faktorer. Derimod anses inflationen som lav og stabil i flere vestlige økonomier. Dette illustrerer, hvorledes inflationen er forankret til økonomien, og i høj grad afhænger af den førte økonomiske politik.

Inflationen har historisk set oplevet relativt store udsving, og kan sættes i relation til flere kriser. Eksempelvis oplevede flere lande en høj inflation i 1970'erne. Den høje inflation medførte høje renter for at dæmpe denne, hvorfor den økonomiske aktivitet faldt markant. Modsat oplevede flere lande deflation efter finanskrisen i 2008, hvilket fik forbruget til at falde og forværrede den økonomiske situation. Selvom der er oplevet økonomiske kriser, kan inflationen betegnes som relativ lav og stabil igennem de sidste mange år for de vestelige økonomier.

Den amerikanske inflation har været omkring 2% gennem de sidste år, samtidig med at den økonomiske udvikling har været relativ stabil frem til 2020. Inflationen oplever dog en anden udvikling i dag, da den er tiltagende, hvilket forekommer i forbindelse med den globale coronapandemi. Pandemien, der ramte det meste af verdenen i marts 2020, medførte store dele af samfundet blev nedlukket, og individer blev opfordret til at forblive i hjemmet. Dette havde store konsekvenser for den økonomiske aktivitet. Forbrugsmønstrene blev ændret, da mange arbejdede hjemmefra, og servicesektorens aktivitet oplevede et større fald. Pandemien skabte ligeledes større pres på forsynings-

kæderne, hvilket til dels havde sammenhæng med en ændring i forbruget, men i høj grad havde sammenhæng med omfattenede nedlukninger af samfundet. Dette medførte flaskehalse, i forhold til produktion og fragt, der har resulteret i ventetid på mange varer.

Pandemien har dermed medført større ændringer i den amerikanske økonomi. Dette kommer bl.a. til udtryk ved inflationen har været tiltagende til niveauer, som ikke er observeret i de sidste årtier. Dermed oplever debatten omkring inflationen større opmærksomhed, efter emnet har været af relativ lav betydning igennem længere tid. Debatten omhandler primært årsagerne til denne tilvækst i inflationen og hvordan inflationen udvikler sig i fremtiden [11] [30] [4].

Denne globale hændelse danner dermed grundlaget for et potentielt videnshul, hvor særligt coronapandemiens betydning for stigningen i den amerikanske inflation vil være et fokuspunkt. Potentielle problematikker vil blive beskrevet i problemfeltet, for bedre at kunne give en klar beskrivelse af projektets problemstillinger. Denne fremstilling leder videre til projektets problemformulering, hvilket vil fungere som omdrejningspunkt for det efterfølgende arbejde. Herefter vil der foretages en afgrænsning, for at kunne besvare problemformuleringen tilfredsstillende. Dernæst diskuteres projektets metodevalg, som efterfølges af et teoriafsnit. Det teoretiske afsnit præsenterer de teoretiske sammenhænge, der relaterer sig til inflationen. Herfra påbegyndes analysen, som opstiller sammenhængene ved brug af empiri, for at kunne opnå en tilfredsstillende besvarelse. Afslutningsvis diskuteres disse resultater og de valgte metoder, for til sidst at besvare problemformuleringen i konklusionen.

2 | Problemfelt

Inflationen er en væsentlig økonomisk variabel, som centralbanker forsøger at opretholde på et stabilt niveau, da dette er en økonomisk målsætning. Inflationen har igennem den seneste periode været stigende, hvilket observeres i forbindelse med den globale coronapandemi, som har haft en indvirkning på adskillige økonomiske variable. Tilvæksten i inflationen er ikke observeret tilsvarende i flere årtier. Dette har skabt en ny situation, hvor inflationen er blevet et emne, der atter oplever stor opmærksomhed. Tidligere har der i mindre grad været behov for at tage stilling til inflationen, eftersom udviklingen overordnet set har været relativ stabil uanset den politiske retning, økonomisk aktivitet, arbejdsløshed mm.

Stabilitet i forhold til inflationen har ligeledes været kendetegnet for den amerikanske økonomi [48]. Dette kan observeres empirisk i appendiks A figur A.1, hvor der også opleves markante udsving i begyndelsen af 2020. Dette markerer pandemiens start, og der blev indført en række politiske tiltag, for at modvirke de stød som økonomien blev udsat for. Efterfølgende begyndte inflationen at stige markant, hvor den slut 2021 er på omkring 7%, hvilket er en stigning fra tæt på 0% siden begyndelsen af 2020 [49]. Stigningen i inflationen har konsekvenser for flere økonomiske faktorer, men hvilke faktorer og hvorfor inflationen har oplevet en relativt kraftig tilvækst, er der ikke afklaring omkring.

Forskellige økonomiske værktøjer kan benyttes til at undersøge den seneste stigning i inflationen. I relation til dette kan der fokuseres på sammenhængen mellem mange forskellige økonomiske variable såsom: Arbejdsløshed, BNP, rente, fragtrater, forbrug, inflation (CPI), lønudvikling, råvarepriser, investeringer, produktivitet og energipriser. Disse variable kan sættes i relation til inflationens udvikling, hvor nogle vægtes mere end andre. Eftersom situationen er høj aktuel, er der ikke dannet nogen konsensus omkring hvilke variable, som har den største indvirkning på inflationen. Der findes flere artikler, som undersøger eksempelvis globalisering, arbejdsløshed eller inflationsforventninger [30] [20] [2]. Federal Reserves (FED) udmeldinger omkring inflationen illustrerer, hvordan der ikke er etableret en forklaring på inflationens udvikling [52] [53]. Dette illustrerer uklarhederne omkring den økonomiske situation, og i denne forbindelse om hvorvidt inflationen er længerevarende.

Dette har givet anledning til denne initierende problemstilling:

"Hvorfor er der opstået tiltagende vækst i inflationen?"

Denne problemstilling anses som relevant, men samtidig forholdvis bred, da der er mange potentielle vinkler. Derfor indsnævres denne yderligere, således der indenfor rammerne af projektet kan skabes meningsfulde resultater. I denne forbindelse udvælges et geografisk område, som i projektet er USA. Den amerikanske økonomi er udvalgt eftersom denne ofte leader den økonomiske udvikling, i de vestlige økonomier, hvorfor den anses som yderst relevant for at forklare inflationens udvikling. Samtidig indskærpes projektets fokuspunkt til inflationens udvikling i forbindelse med coronapandemien.

Problemformulering

"Hvorfor er der opstået tiltagende vækst i inflationen, i USA, som følge af coronapandemien?"

Problemformuleringen er udarbejdet på baggrund af en række faktorer, som er belyst i problemfeltet. Dette vil yderligere præciseres i det efterfølgende afsnit, hvor der vil udarbjedes en afgrænsning. Denne skal sikre en præcis besvarelse af problemformuleringen, og dermed sikrer at der kun inddrages relevante vinkler.

3 | Afgrænsning

Problemformuleringen giver anledning til at kunne benytte flere forskellige teorier, analyseredskaber, empiri osv. Grundet projektets rammer er det vanskeligt at inddrage alle disse perspektiver i en opgave, derfor skal der foretages visse beslutninger, som resulterer i den optimale løsning på ovenstående problemformulering. Dette afsnit vil forklare disse valg og fravalg, således der afgrænses til de mest centrale emner.

Projektet omhandler inflationen og hvorfor denne tiltager. Globalt er inflationen relativ forskelligartet fra økonomi til økonomi, hvor lande i f.eks. Afrika der oplever hyperinflation, som er kraftige stigninger i inflationen, mens andre lande nærmest ingen inflation oplever. Dermed er det væsentligt, hvilken økonomi analysen vil centrere sig omkring, da dette har indvirkning på resultaterne. Derfor fokuseres der på et vestligt land, hvor de økonomiske forhold kan anses som stabile. Af disse årsager vil projektet fokusere sig omkring den amerikanske økonomi. Denne økonomi lever op til disse karakteristika, og derudover har inflationen været relativ stabil gennem en længere periode. Samtidig er den amerikanske økonomi ofte foran, i forhold til europæiske økonomier, hvorfor den amerikanske økonomi kan give et indblik i, hvordan inflationen udvikler sig i resten af verden. Derfor afgrænser dette projekt sig til den amerikanske økonomi.

Inflationen kan opgøres på flere måder, eftersom der findes forskellige inflationmål. FED fokuserer eksempelvis på personal consumptions expenditures (PCE) [19], European Central Bank (ECB) benytter armonised index of consumer prices (HICP) [35] og andre bruger kerneinflation til at undersøge trends [19]. Forskellighederne mellem disse mål relaterer sig primært, til de vægte forskellige forbrugsgoder mm. tillægges i inflationsindekset. Dermed er valget af inflationsmål væsentligt i forhold til de resultater, der opnås. I projektet benyttes consumer price inflation (CPI), da dette mål baseres på en markedssammensætning af goder og services. Dette anses som en god indikator for den inflation forbrugerne oplever, samtidig med at det er et udbredt inflationsmål [11][23][43].

Teoretisk vil projektet centrere sig omkring inflationen. Teorien herom vil primært omhandle, hvad der kan forårsage tilvækst i inflationen på lang sigt og på kortere sigt. I denne forbindelse opsættes kvantitetsligningen, Phillips kurve (PC-kurve) sammenhængen og forbindelsen til pengepolitikken. Pengepolitikken er ikke et eksplicit fokus i projektet, men emnet har så stor forbindelse til inflationen, at det inddrages i et afmålt omfang. For at skabe en bedre forståelse, mellem de kortsigtede faktorer og

inflationen, inddrages også trægheder i økonomien, da emnet kan medvirke til denne forståelse.

Der er inddraget 2 forskellige tidsperioder i projektet, da analysen kan betragtes som todelt. Den ene del vil estimere en PC-kurve, som kan medvirke til at forklare inflationens udvikling i forhold til den økonomiske aktivitet. Den anden del vil derimod, undersøge en række kort- og mellemlangsigtede faktorers betydning for inflationsudviklingen i forbindelse med coronapandemien. Dermed har de 2 estimeringer forskellige mål, samtidig med at de tilsammen kan medvirke til en besvarelse af projektets problemformulering.

Den første tidsperiode, som benyttes til PC-kurve estimeringen, dækker perioden Q1 1990 til Q4 2021. Perioden er valgt, eftersom inflationen har haft forskellige historiske trends, hvor inflationen har været relativt høj og relativ lav i perioder. Den valgte tidsperiode dækker en længere periode, hvor inflationen kan karakteriseres som relativ lav og stabil. Perioden anses som hensigtsmæssig, da større udsving og ændringen i inflationsniveauet, kan medføre problemer med de økonometriske metoder, som benyttes [38]. Derudover giver det en relativ lang tidsperiode, der i forbindelse med kvartalvis data, medfører en større sikkerhed ved det statistiske arbejde. Dette er forbundet med, at prøvestørrelsen, som estimeringen foretages på, er relativt stor. Derved opnås et bedre grundlag for at udlede konklusioner omkring inflationens generelle udvikling.

Den anden tidsperiode, benyttes til at undersøge faktorer, som relaterer sig til inflationens udvikling, som følge af coronapandemien. Derfor holdes denne periode relativ kort og dækker perioden jan 2011 til dec 2021. Denne relative korte tidsperiode kan være problematisk, i forhold til at foretage en god estimering, hvorfor der benyttes månedlig data. Dermed bør der ikke forekomme problemer med manglende datapunkter. Denne tidsperiode er afgrænset, således visse faktorer, som kun har påvirket inflationen i forbindelse med pandemien, sandsynligvis fremstår i estimeringen. Derudover afgrænses denne også yderligere, for at afskære pandemien fra tidsperioden, således tidsperioden kun dækker jan 2011 til feb 2020. Denne afskæring tillader potentielt at isolere faktorer, som kan tilskrives pandemien.

PC-kurven vil i udgangspunktet estimeres med både arbejdsløshed og outputgab. Teoretisk bør der ikke forekomme nævneværdig forskel, mens der findes eksempler på at arbejdsløshed kan forbedre estimeringen [11]. Ydermere benyttes inflationsforventninger fra professionelle forecasters, da disse forventninger anses som værende repræsentative. [3] [36]. Her benyttes de kortsigtede forventninger, fordi PC-kurven relaterer sig til den kortsigtede inflation.

De resterende faktorer, som relaterer sig til inflationens kortsigtede udvikling, kan opdeles i efterspørgselsrelaterede og udbudsrelaterede faktorer. I forhold til efterspørgslen inddrages forbrug af både varige og ikke varige forbrugsgoder. Forbrug af services inddrages ikke, da det oplevede et kraftigt fald under pandemien. Modellen er alligevel testet ved at inkludere forbrug af services, hvilket ikke medførte en forbedring af modellen. Derudover inddrages det offentlige forbrug, igennem en proxy, således modellen omfatter de mest meningsfulde forbrug for den valgte periode. Den sidste efterspørgselsrelaterede variabel er pengemængden, da centralbanken kan stimulere økonomien ved en forøgelse af denne.
I forhold til udbuddet inddrages energi- og råmaterialepriser. Begge prisindeks relaterer sig til virksomhedernes omkostninger, hvor især energipriser forbindes med et stød til udbuddet. Derudover opleves der en anderledes udvikling især ved energipriserne, i forbindelse med pandemien, som kan observeres i appendiks A figur A.12. Ydermere benyttes der fragtrater, da dette marked oplevede store udfordringer, som følge af pandemien. Samtidig er værdikæderne meget globaliseret [30], hvorfor fragt i højere grad kan påvirke inflationen. Som sidste variabel inddrages løn, der må anses som et væsentligt input i produktionen [28]. Derudover er løn central i forhold til inflationsudviklingen, f.eks. i forbindelse med PC-kurven eller løn/pris spiraler.

I forhold til analysen fokuseres der relativt snævert på brugen af en ARDL-model og flere VAR-modeller. Begge er egnet til multivariable tidsserier, hvor VAR-modellen kan anses som en videreudvikling af ARDL-modellen [18]. Derudover er VAR-modellen yderst anvendt, og tillader mange analysemuligheder, hvorfor det ikke anses som begrænsende at der primært benyttes VAR-modeller.

Dermed er der redegjort for de primære valg indenfor data, tid, teori mm. Mange af disse valg kan diskuteres, da de har en indflydelse på de konklusioner, der drages. Dette vil uddybes i diskussionsafsnittet. Herefter vil projektets metode diskuteres, som ligeledes har en relativ stor indflydelse på projektets konklusion.

4 | Metode

Projektets metode har en stor indflydelse på de konklusioner, som drages på baggrund af både teori og analyse. Derfor vil dette afsnit diskutere projektets metodevalg, således disse valg tydeliggøres. Metodevalget kan relateres til afgrænsningen, eftersom der foretages valg, som kan præcisere besvarelsen af problemstillingen. Dernæst vil projektets metodologi overvejes, i forhold til tolkninger af teori og analyse. Metodologien vil forsøge at præcisere og italesætte projektets videnskabelige bidrag, hvor der inddrages videnskabsteoretiske betragtninger. Dermed skal afsnittet sikre et hensigtsmæssigt udgangspunkt for det videre videnskabelige arbejde.

4.1 Metodevalg

Projektets problemfelt omhandler inflationen, som teoretisk er velbeskrevet samtidig med teorien er bredt anerkendt. Dermed danner dette et naturligt udgangspunkt for arbejdet, hvor der vil indsamles empiri, der kan understøtte teorien. På denne måde kan de teoretiske sammenhænge undersøges, for at forklare den udvikling, som er observeret i inflationen.

Eftersom der indgår flere tidsserie variable, i de sammenhænge som det ønskes at undersøge, vil et naturligt startpunkt være en ARDL-model. Denne modeltype er en relativ simpel multivariabel model. Dermed er det muligt at estimere hvorledes de forskellige variable påvirker inflationen, hvilket kan medvirke til at forklare tilvæksten i inflationen. Modellen kræver dog en antagelse om variablene er eksogene, hvilket kan anses som problematisk, da estimaterne derfor kan være upålidelige.

For at undgå antagelsen om eksogenitet, kan der benyttes en VAR-model. Denne modeltype tillader en stor dynamik variablene imellem, men kræver stationæritet og at variablene er af samme order of integration. Samtidig kan denne modeltype være svær at tolke direkte, hvorfor der kan benyttes redskaber såsom impuls respons funktioner og Granger kausalitet, til at undersøge inflationens udvikling. Ved brug af disse redskaber vil det undersøges hvilke variable, der er medvirkende til en stigning i inflationen, som derefter kan sammenkobles med projektets teoretiske grundlag.

4.2 Metodologi

Projektets ontologiske og epistemologiske rammer danner grundlaget for selve forståelsen, og er dermed afgørende for hvorledes projektet bidrager til den økonomiske videnskab. Inden denne diskussion påbegyndes vil begreberne opstilles, således der sikres en fælles forståelse. Begreberne fungerer i sammenhæng, og er filosofiske begreber, derfor kan de være svære at definere, men der arbejdes udfra følgende definitioner. Ontologi kan defineres som læren om det virkelige eller det værende [45]. Epistemologi kan defineres som læren om grundlaget og forudsætningen for erkendelsen af virkeligheden [45].

Verdenen betragtes overordnet som materiel, men fuld af dynamiske og samvirkende strukturer, der kan påvirke hinanden. Dermed vil de økonomiske agenter agere indenfor disse rammer, hvor nytte opnås gennem materiel, såsom penge og forbrugsgoder, samtidig med de indgår i markedsstrukture mm. Den enkelte person vil dermed indgå i markedsmekanismerne, uanset om personen er bevidst om disse mekanismer. Erkendes dette kan der skabes bevidsthed om den enkelte persons indflydelse, hvorfor personen vil agere rationelt, således det økonomiske system fungerer optimalt. Dermed skabes der er et ontologisk grundlag for rationelle agenter, eftersom personernes adfærd bliver bestemt af samfundets strukturer.

I denne virkelighed arbejdes med et videnssyn, der kan karakteriseres som objektivisme. Virkeligheden opstår uafhængigt, hvorfor viden kan forklare kausale sammenhænge, økonomiske lovmæssigheder mm. Dermed erkendes det at viden opstår direkte fra verdenens strukturer, hvorfor den er objektiv. I denne forbindelse kan empirien give anledning til viden om virkeligheden, ved at denne indsamles og behandles statistisk og eller matematisk [45]. Denne viden er dog ikke begrænset til hvad der sanses, men opbygget gennem teorier, analyser og andet videnskabeligt arbejde. Derfor er viden givet og opbygges løbende, gennem erfaring som kan be- eller afkræfte den teoretiske forståelse, eller gennem logisk tænkning. Denne erkendelse betyder den deduktive metode driver videnskaben, men at empiriske observationer samtidig er vigtige for forståelsen af de økonomiske sammenhænge.
Disse overvejelser betyder analysen stræber efter objektiv karakter. Samtidig understreges vigtigheden af de empiriske observationer, for gennem statistiske modeller og analyser, at beskrive og forstå virkeligheden. Dermed er det ligeledes muligt at etablere teoretiske sammenhænge, som kan indgå, som årsagsforklaringer, såfremt empirien kan understøtte dette.

Fremgangsmåden for projektet kan beskrives som deduktiv, hvor teorien fremlægges med henblik på at forklare problemformuleringen. Det teoretiske grundlag bliver herefter undersøgt gennem inddragelsen af empiri, således det er muligt at bedømme om de teoretiske sammenhænge kan påvises i den virkelige verden. Dermed indgår teorien som en central forklaringskraft gennem analysen. Metoden afhænger dermed af accepten af det teoretiske grundlag, hvilket ikke anses som problematisk i dette projekt, eftersom den udvalgte teori er bredt anerkendt. Ydermere inddrages en række variable, som ikke vægtes højt indenfor de teoretiske sammenhænge, men anses som væsentlige i forhold til at forklare coronapandemiens indvirkning på økonomien.

Problemformuleringen i projektet omhandler inflationsudviklingen i USA. Eftersom USA er en vestlig økonomi med adgang til en stor mængde af empiri, vil analysen centrere sig omkring en kvantitativ metode. Ved dette metodevalg udnyttes den tilgængelige empiri, ved brug af økonometriske modeller. Fordelen ved denne fremgangsmåde er objektiviteten i forhold til resultaterne, hvor inferentiel statistik kan benyttes til at drage overordnede konklusioner. Kvaliteten af data er afgørende i denne forbindelse, eftersom der benyttes observationer, fra en begrænset tidsperiode, til at drage generelle konklusioner. Kvaliteten anses ikke som problematisk, da alle kilder må betragtes som troværdige. Metoden indebærer derudover en vis indblanding, hvorfor objektiviteten kan diksuteres og der potentielt kan indføreres forskellige biases.

Projektets metode kan ydermere anses som idiografisk, eftersom målsætningen er at drage overordnede konklusioner for et afgrænset felt eller specialtilfælde, som pandemien må anses som. Undersøgelsen af dette kan samtidig drive den teoretiske forståelse, da disse specialtilfælde kan udfordre den teoretiske forståelse. For teorien endegyldigt kan udfordres, kræves der kausale sammenhænge, som ikke direkte kan forklares gennem den teoretiske forståelse. Derfor benyttes kvantitative analyser, hvor metoder, som forsøger at isolere årsagsforklaringer, kan benyttes og dermed forsøge at opnå kausalitet. Projektet kan ikke etablere kausale sammenhænge alene, da disse metoder indeholder fejlkilder, menneskelig indblanding mm. som kan forstyre årsagssammenhængen. Projektet kan derimod indgå i et videnskabeligt felt, hvor det teoretiske felt udfordres med henblik på dets evne til at forklare kausale sammenhænge, i forbindelse med en række specialtilfælde som observeres.

Projektets fremgangsmåde kan dermed delvist beskrives ved kritisk realisme. Dette begrundes gennem den empiriske vinkel, som forsøger at underbygge eller modbevise den teoretiske forståelse. Årsagen til at fremgangsmåden omtales som delvis er, at der ikke er tale om kontrollerede eksperimenter og analysen baseres på statistiske metoder og sandsynligheder. Dermed kan det være problematisk direkte at falsificere, men det kan indgå i en større videnskabelig sammenhæng.

Denne forståelse er dermed bedre beskrevet gennem Kuhns paradigmebegreb, hvor videnskaberne er kendetegnet ved en mainstream teoridannelse. Denne teoridannelse skaber rammerne for det videnskabelige arbejde der bedrives. Disse rammer er ligeledes gældende for dette projekt, som derfor anses som værende indenfor hvad der betragtes som mainstream økonomisk teori. Lighederne til falsifikation opstår i søgen efter anomalier, som kan udfordre paradigmet, og dermed den mainstream økonomiske teori. Såfremt disse anomalier opstår i tilstrækkelig grad vil paradigmet brydes, og den mainstream teoretiske retning vil ændres. Dermed anerkendens også andre teoretiske retninger, som kan være med til at drive den teoretiske udvikling, ved at observere disse anomalier og udfordre mainstream teori.

Teorien kan dermed bygges op omkring et mikroøkonomisk fundament, hvor de økonomiske agenter nyttemaksimere. Disse resultater samles i et økonomisk system, som medfører ligevægte for økonomien. Med dette udgangspunkt kan tilpasningsprocesserne til denne ligevægt undersøges, ved brug af teoretiske forklaringer eller empiriske observationer. Dermed anses projektets teoretiske grundlag som bestående af ligevægtsmodeller, hvor optimerende adfærd danner grundlag for de økonomiske dynamikker. Dette betyder samtidig, at usikkerheden i disse modeller er håndterbar, hvorfor forventningsdannelse mm. kan anses for at være fremadskuende. Den optimerende adfærd har været genstand for kritik, hvorfor der implementeres alternativer som eksempelvis bagudskuende forventningsdannelse.

Projektets fremgangsmåde må derfor betragtes som deduktiv, hvor den kvantitative tilgang implementeres i forbindelse med analysen af den indsamlede empiri. Dette metodevalg er en naturlig forlængelse af de ontologiske og epistemologiske erkendelser. Det videnskabelige arbejde, kan dermed overordnet betegnes indenfor rammerne af normalvidenskaben, der defineres i henhold til mainstream økonomisk teori. Med udgangspunkt i det metodologiske grundlag kan den teoretiske forståelse præsenteres. Teorien vil centrere sig omkring inflationen og i denne forbindelse inddrages pengepolitik samt økonomiske trægheder.

5 | Teori

Afsnittet skaber grundlaget for analysen og etablerer det teoretiske fundament, som vedrører udviklingen i inflationen. Samtidig er kun de mest relevante teoretiske sammenhænge præsenteret og forklaret. Herunder beskrives inflationsudviklingen på lang og kort sigt. I den forbindelse opsættes sammenhængen med pengemængden, Phillips kurve sammenhængen og hvorledes stød til økonomien påvirker inflationsudvikling på kort og mellemlang sigt. I denne forbindelse inddrages pengepolitisk teori, eftersom centralbankerne kontrollerer pengemængden og derudover har flere centralbanker en inflationsmålsætning, hvorfor de har en indflydelse på inflationens udvikling.

5.1 Inflation

Inflation er defineret som en stigning i den gennemsnitlige pris på vare og tjenesteydelser. Disse prisændringer afspejles i pengeværdier, men fordi inflationen er nominel, er der ikke nødvendigvis en sammenhæng til nytten, som opnås ved brugen af disse produkter og tjenester [13].

Inflationen er en vigtig variabel i økonomisk teori, hvor den ligeledes indgår i målsætninger for centralbanker såsom Federal Reserve (FED) og Europeen Central Bank (ECB) [21] [9]. Disse målsætninger beskriver, at inflationen skal forblive på et lavt stabilt niveau. Dette er i kontrast til ovenstående, hvor der argumenteres for at inflationen ikke har direkte realøkonomisk betydning. Det kan dog konstateres, at der er mange forhold som tillader inflationen at have en betydning. Samtidig kan det observeres, at perioder med høj inflation har været forbundet med økonomiske udfordringer (f.eks. 70'erne), og meget høje inflationensniveauer har negative konsekvenser. I dette afsnit vil den økonomiske teori omkring inflationen præsenteres, sammen med andre relevante emner.

Inflationen er dermed en variabel som har en relativ stor betydning, på trods af at det er et nominelt begreb. Eftersom inflationen er nominel, er den forbundet til pengemængden. Denne sammenhæng opstår, da en nominel variabel måles i henhold til et lands valuta [15], derfor må pengemængden have en betydning for denne variabel. Pengemængden er et udtryk for de penge, som en centralbank har udstedt i en gældende valuta. Der findes flere mål for disse, men i teoriafsnittet skelnes der ikke imellem disse, da variablen i teorien omfatter alle penge i en økonomi. Tages der udgangspunkt i en langsigtet tidshorisont, vil de kortsigtede forhold ikke for-

styrre sammenhængen mellem inflationen og pengemængden, som udtrykkes gennem følgende ligning:

$$M \cdot V = P \cdot Y \tag{5.1}$$

Her er M pengemængden, V er omløbshastigheden for penge, P er prisniveau og Y er det nominelle output. Denne ligning kaldes også kvantitetsligningen. Ligningen kan omskrives således P isoleres hvilket giver følgende:

$$P = \frac{MV}{Y} \tag{5.2}$$

Omskrivningen viser dermed, at der forekommer proportionalitet mellem prisniveauet og pengemængden på lang sigt. Lang sigt i denne sammenhæng, betyder at økonomien er under en langsigtet ligevægt. En sådan ligevægt er forbundet med output på det naturlige niveau samt fuld beskæftigelse. Disse niveauer er strukturelt bestemt med udgangspunkt i udbudssiden af økonomien [22]. Dermed fortæller kvantitetsligningen, at for der er ligevægt på pengemarkedet, må en forøgelse af pengemængden på 5% alt andet lige medføre en forøgelse af priserne på 5%, da der eller vil være for mange penge i økonomien. Dermed vil højere tilvækst i pengemængden medføre højere tilvækst i inflationen. Denne sammenhæng kan indikeres empirisk, hvor der kan illustreres en sammenhæng mellem høj tilvækst i pengemængden og høj inflation [13].

V betragtes som eksogen i ligning 5.1 og 5.2, hvilket betyder at den er konstant og påvirkes af udefrakommende faktorer, som f.eks et teknologisk chok [24]. Det forventes output stiger med en trend, hvorfor kvantitetsligningen foreskriver, at en tilvækst i pengemængden er nødvendig for at undgå fald i priserne. Såfremt der sker generelle prisfald kaldes dette deflation. Samtidig er en tilvækst i pengemængden påkrævet for at opretholde en ønsket inflationsrate. Dette betyder at monetaristerne, der kan kategoriseres som en skole indenfor økonomisk teori, mener at pengepolitikken, skal fokusere på en lav stabil tilvækst i pengemængden.

Antagelsen omkring V, som værende eksogen, udfordres af den forskelligartet omløbshastighed for kontanter og elektroniske betalingsmuligheder. Elektroniske betalingsmuligheder inkluderer brug af kreditkort, mobilepay, checks mm., som kan kategoriseres som overførsler imellem banker og andre finansielle institutioner. Der observeres en positiv sammenhæng mellem omløbshastigheden og udvikling af elektroniske betalingsmuligheder. Da renten kan anses som en alternativ omkostning ved at holde kontanter, vil det forventes, at en højere rente medfører en lavere andel af kontanter. Dermed vil en højere andel af betalingerne, alt andet lige, foregå elektronisk, hvorfor omløbshastigheden må forventes at stige. Ligning 5.1 og 5.2 bør derfor tage forbehold for den positive sammenhæng mellem V og den nominelle rente i [24]. Dette må dog anses som en kortsigtet til mellemlangsigtet effekt, eftersom de økonomiske agenter

på lang sigt udelukkende vil betale elektronisk, da kontanter er forbundet med tab af renteindtægter, såfremt renten er positiv. Dermed kan kontantanter have nogen betydning i en situation som denne, men det vil være yderst begrænset. Denne situation kan tilnærmelsesvis beskrive den danske økonomi, hvor lang de fleste betalinger er elektroniske og kontanter kun benyttes i begrænset omfang. Ligning 5.2 kan dermed omskrives til ligning 5.3, for at inddrage rentens påvirkning på omløbshastigheden.

$$P = \frac{MV(i)}{Y} \tag{5.3}$$

Ligning 5.3 angiver dermed en negativ sammenhæng mellem den reale efterspørgsel på penge og den nominelle rente. Dette betyder dermed, at der er en sammenhæng mellem inflationen og renten, hvor en stigning i renten er forbundet med en stigning i inflationen. Tages der igen udgangspunkt i det danske eksempel, så har udviklingen af dankort, netbank, Mobilepay mm. betydet et øget antal elektroniske betalinger. Samtidig er renten på indestående i banken faldet, hvorfor man dags dato betaler negative renter hos de fleste banker. Det forøgede antal elektronisk betalinger betyder dermed, at der kommer nedadgående pres på indlånsrenten, hvilket kan være medvirkende til et nedadgående pres på inflationen.

På lang sigt vil inflationen afhænge af pengemængden. Ved en kortere tidshorisont er der andre dynamikker i økonomien, hvorfor inflationen afhænger af andre faktorer. For at disse dynamikker kommer til udtryk, skal de økonomiske trægheder forklares. Modsat en økonomi på lang sigt, er priserne ikke fuldstændige fleksible ved en kortere tidshorisont, hvorfor nominelle ændringer har en indflydelse på reale variable og omvendt.

5.2 Økonomiske trægheder

På kort sigt forekommer der nominelle trægheder hvilket betyder, at der ikke er proportionalitet mellem pengemængden og prisniveauet. Ved nominelle trægheder forstås, at justering af priser, herunder også løn, ikke er fuldstændig fleksibel, som det antages på lang sigt. Disse trægheder betyder derimod at et chok til økonomien, vil være efterfulgt af en potentiel længerevarende tilpasningsperiode. Sådanne perioder er forbundet med uligevægte på markederne, hvilket eksempelvis kommer til udtryk ved, at output og beskæftigelse afviger fra de langsigtede niveauer [47]. Dermed er nominelle trægheder en vigtig forklaringskraft for mange af de økonomiske udsving, som observeres. Trægheederne kan ligeledes observeres meget tydeligt på lønmarkedet, hvor lønnen tilpasses over tid og det er yderst sjældent at lønnen ikke stiger, eller der ligefrem opleves lønnedgang. Bemærk der her tales om den nominelle løn, da reallønnen

oplever andre dynamikker. Reale trægheder omhandler dette element, som beskriver en situation hvor reale priser, herunder også realløn, tilpasser sig over længere tid [47].

Gennem inklusionen af nominelle trægheder, opnås en sammenhæng mellem beskæftigelsen og inflationen, hvilket kan generaliseres til en sammenhæng mellem outputet og inflationen. Det kan vises hvorledes en forøget beskæftigelse medfører tiltagende inflation. I denne forbindelse har trægheederne betydning for, hvor meget inflationen vil tiltage, for 1 procents tilvækst i beskæftigelsen [47]. Denne sammenhæng mellem inflation og beskæftigelse behandles nedenfor, hvor Philips kurven vil beskrives.

Trægheder kan indarbejdes i teoretiske modeller på flere måder, hvor der i dette projekt vil fokuseres på menu omkostninger. Inden menu omkostningerne uddybes, vil der tages udgangspunkt i det ekstreme scenarie hvor priserne er faste. Formålet med at inddrage dette scenarie er at give en forståelse af, hvilken påvirkning faste priser har på økonomien, hvilket kan hjælpe til forståelsen af de økonomiske dynamikker. I forbindelse med dette scenarie benyttes en række forsimplende antagelser som f.eks. lukket økonomi, ingen kapital, ingen befolkningstilvækst, uendelige levetid mm. [13]. Med dette udgangspunkt kan følgende udtryk udledes:

$$\frac{M_t}{P_t} = Y_t^{(\frac{\theta}{x})}(\frac{1+i_t}{i_t})^{\frac{1}{x}} \tag{5.4}$$

Denne ligning udtrykker, hvorledes efterspørgslen på penge afhænger positivt af output og negativt af renten [13]. Ligning 5.4 viser ligeledes hvordan en højere inflation må medføre lavere output og højere rente, såfremt pengemængden holdes konstant, i denne modelopsætning med faste priser.

Trægheder i økonomien betyder dermed at nominelle variable, som inkluderer inflation, pengemængde mm., har realøkonomisk betydning på kort sigt. Dette har store implikationer for pengepolitikken, da en forøgelse af pengemængden er forbundet med højere output, hvormed proportionaliteten mellem pengemængden og prisniveauet dermed forsvinder. Denne sammenhæng er betinget af at priserne forekommer faste. På lang sigt forekommer der fuld fleksibilitet, hvilket betyder faste priser ikke er en rimelig antagelse, hvorfor nominelle variable ikke har realøkonomisk betydning [22]. Dette betyder at output er på det naturlige niveau og kvantitetsligningen holder.

Modellen baseret på faste priser må anses som urealistisk, i forhold til den faktiske økonomiske situation. Derfor opsættes nu en model med menu omkostninger, som er en mikrofunderet modelopsætning, der indarbejder nominelle trægheder, uden at benytte antagelser, som er urimelige på lang sigt. En vigtig antagelse for denne model er, at virksomhederne har en grad af monopol, hvilket kan anses som en rimelig

antagelse i forhold til de faktiske virksomheder. Opsætningen benytter en række forsimplinger ved at antage en lukket økonomi, intet kapitalapparat og intet offentligt forbrug. Antagelserne betyder der forekommer mange priser, da hver virksomhed prissætter, hvorfor virksomhedernes ønskede relative pris i forhold til output er givet ved:

$$p_i^* - p = c + \phi y \tag{5.5}$$

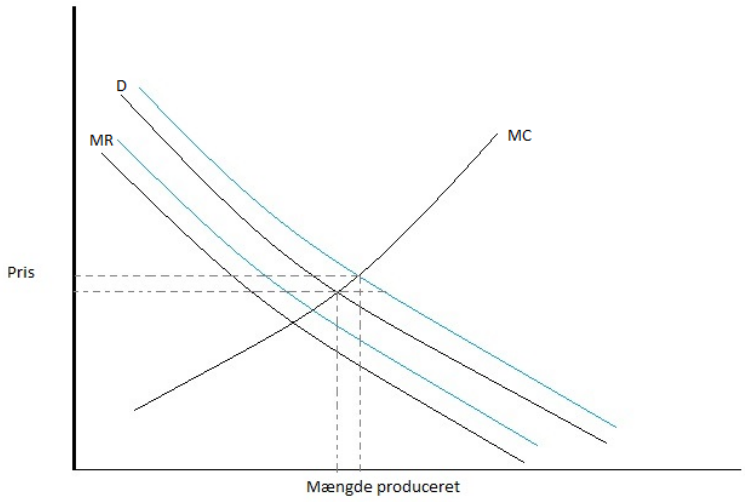
I ligning 5.5 angiver små bogstaver at der er benyttet log og p_i^* relaterer sig til en virksomhedspris [13]. For der er ligevægt, skal alle virksomheder tage samme pris, hvorfor prisindekset angiver prisniveauet. Dette betyder at prisniveauet i økonomien er angivet ved:

$$P = \frac{M}{(\frac{\eta-1}{\eta})^{1/(\gamma-1)}} \tag{5.6}$$

Hvor η angiver elasticiteten for efterspørgslen på hver enkelt gode, og $1/(\gamma-1)$ er elasticiteten for arbejdsudbuddet i forhold til reallønnen [13]. Eftersom konkurrencen er defineret som monopol, betyder dette at outputtet er lavere end det socialt optimale. Forskellen mellem det optimale og det producerede output er større når virksomhederne oplever større markedsmagt, hvilket kommer til udtryk ved lavere elasticitet, eller husholdninger reagerer kraftigere på ændringer i reallønnen. Modellens opsætning er samtidig ikke tilstrækkelig til alene at bryde proportionaliteten mellem pengemængden og prisniveauet. Dog betyder ligning 5.5, for den relative prissætning, at den optimale relative pris afhænger positivt af output, hvilket opstår grundet ændringer i reallønnen, men kan skyldes en række andre implikationer [13].

Et andet vigtigt resultat er, at grundet virksomhedernes markedsmagt, vil indførelsen af menu omkostninger have relativt store konsekvenserne for modellens dynamik. Menu omkostninger betyder, at virksomhederne skal betale et beløb for at kunne tilpasse deres priser [13]. I forhold til virkeligheden kan denne antagelse anses som rimelig, da en prisændring er forbundet med nye prisskilte, justering af it-systemer mm. For at illustrere hvilke implikationer menu omkostningerne har, tages der udgangspunkt i en økonomi i ligevægt. Der opleves et positivt stød til efterspørgslen, som vil øge virksomheden profit ved det gældende prisniveau, da virksomheden kan sælge mere ved den gældende pris. Den øgede produktion er forbundet med højere marginal omkostninger, og dermed lavere marginal indtægter. Virksomheden kan dermed øge prisen, således efterspørgslen falder, men forbliver på et højere niveau end før stødet. De marginale omkostninger vil ligeledes falde, som konsekvens af den højere pris, mens de marginale indtægter stiger. Dermed skal prisen sikre de marginale omkostninger bliver lig de marginale indtægter, for at virksomheden profitmaksimerer. For at denne tilpasning foretages, kræves det at menu omkostningen er lavere end den forøgede profit, som prisændringen medfører. Dermed er menu omkostninger en hæmning for,

at økonomien opnår ligevægt efter et stød. Benyttes nogenlunde realistiske estimater, kan det dog vises at menu omkostninger kun forhindre prisændringer, ved relativt små stød til økonomien [13]. Dette illustreres i fig. 5.1, hvor den blå kurve angiver det nye niveau for efterspørgslen og de marginale indtægter efter stødet.



Figur 5.1: Virksomhedens incitament til prisændring ved et positivt stød til økonomien. Egen fremstilling

Trægheder fra den nominelle side af økonomien bliver forstærket af reale trægheder. I forhold til hvorvidt virksomheden ønsker at justere dens pris, som følge af et positivt stød til efterspørgslen, vil reale trægheder påvirke denne beslutning. Reale trægheder betyder, at ændringen i virksomhedens marginale omkostninger bliver mindre og selve kurven forekommer mere flad. Ydermere vil den marginale indtægt ændre sig i højere grad, hvilket betyder at kurven forekommer stejlere [13]. Dermed vil trægheder i økonomien potentielt have en væsentlig indvirkning på økonomiens respons til stød, hvorfor nominelle variable kan påvirke reale variable.

På kort sigt betyder nominelle trægheder, at reale variable påvirker prisniveauet i økonomien, eftersom ændringer i efterspørgslen har betydning for hvorvidt virksomhederne foretager prisændringer. Denne effekt forstærkes af reale trægheder, hvorfor virksomhederne potentielt ikke omstiller sig til ændringer i økonomien. En markant drivkraft for disse trægheder kan relateres til arbejdsmarkedet, hvor løn og beskæftigelse tilpasses relativt langsomt [47].

I forhold til at inkorporere inflation i økonomiske modeller benyttes ofte en anden metode til at inkorporere trægheder, som kaldes Calvo prissætninger. Dette betyder

at virksomhederne ikke kan ændre deres priser i alle perioder, men der er en eksogen sandsynlighed for hvornår prisen kan ændres [37]. Calvo prissætningen implementerer dermed trægheder gennem en relativ simpel dynamik. Sandsynligheden for prisændringen kan, i sådan en opsætning, sættes således den afspejler de faktiske trægheder i økonomien.

5.3 Phillips kurve

En af de første formuleringer, som skabte en sammenhæng mellem inflation og reale variable, omhandlede forbindelsen mellem arbejdsløsheden og inflationen. Denne sammenhæng blev opsat af A. W. Phillips og kaldes Phillips kurven (PC-kurven). Baggrunden for denne sammenhæng var udbud og efterspørgsel, hvor et lavt udbud af arbejdskraft måtte være forbundet med en høj pris på arbejdskraft [39]. Dette tilsvarer, at en lav arbejdsløshed er forbundet med en høj løntilvækst. Denne sammenhæng forekommer ikke lineær, eftersom lønnedgang er yderst sjælden, samtidig med at et arbejdsmarked med en høj grad af beskæftigelse, er kendetegnet ved en forventet høj løntilvækst. Dette forbindes med trægheder som observeres i lønnen, hvilket er omtalt i ovenstående afsnit. Lønnen vil generelt tilpasses langsommere end inflationen, hvilket betyder at arbejdsløsheden kan sænkes på bekostning af inflationen [13]. Sammenhængen mellem arbejdsløshed og løninflation kan generaliseres til en sammenhæng mellem arbejdsløshed og inflation. Antages det at arbejdskraft er eneste input i produktionen og der ikke er fuldkommen konkurrence, så vil virksomhederne prissætte i henhold til en mark-up på marginalomkostningerne. Da arbejdskraft er eneste input, vil marginalomkostningen være lønnen divideret med produktiviteten ($\frac{W}{E}$).

$$P = (1 + \mu) \cdot \frac{W}{E} \tag{5.7}$$

Her er μ mark-up faktor, som kan antages at være konstant. Dette viser at såfremt lønnen forøges uden en tilsvarende forøgelse af produktiviteten, vil det medføre inflation. Arbejdskraft er naturligvis ikke eneste input i produktion, men estimater finder at arbejdskraftens andel er nogenlunde konstant omkring 0,7 for den amerikanske økonomi [28]. Dermed må forbindelsen mellem løninflation og prisinflation forventes at være stærk. Grundet den teknologiske udvikling kan der argumenteres for at produktiviteten gradvist tiltager. I henhold til ligning 5.7, vil dette betyde en potentielt deflationær tendens, såfremt lønnen ikke tiltager i samme grad som produktiviteten. Der kan forekomme stød til produktiviteten, hvilket nærmere vil behandles i afsnittet omkring cost push og demand pull inflation. Derfor vil der i forhold til PC-kurve sammenhængen antages at produktiviteten er konstant, for at forsimple den teoretiske forståelse.

PC-kurven er et anerkendt teoretisk grundlag for udviklingen i inflation i forhold til den økonomiske udvikling. Dette kommer til udtryk ved inddragelse af PC-kurven i moderne økonomiske modeller, såsom DSGE-modeller, og indgår som et vigtigt element i flere økonomiske analyser [41]. PC-kurven har været udsat for kritik i de senere år, da de empiriske sammenhænge har været mangelfulde. Andre argumenterer derimod for PC-kurve sammenhængen og opstiller analyser, som belyser den teoretiske sammenhæng gennem alternative kanaler [6].

Udviklingen i inflationen, i forhold til den økonomiske udvikling, afhænger af tidshorisonten. Som tidligere beskrevet forekommer der proportionalitet mellem pengemængden og inflationen på lang sigt. Dette betyder, at PC-kurven på lang sigt er lodret. På kort sigt har pengemængden realøkonomisk betydning, hvorfor der opstår en sammenhæng mellem inflation og den økonomiske udvikling.

På lang sigt vil inflationen ikke være forbundet med output og beskæftigelse, da denne tidshorisont kun tillader reale variable at påvirke økonomien. Dette betyder at output og beskæftigelse vil være på naturlige niveauer uanset inflationen. Dette er tilfældet, eftersom personer udelukkende bekymrer sig omkring deres reale indkomst. Derimod kan ændringer i inflation skabe økonomiske problematikker på kort sigt, da prismekanismen er vigtig for stabiliseringen af økonomien. Problematikkerne ville ikke være tilstede, såfremt lønninger og priser er perfekt fleksible, eftersom prismekanismen fungerer uden forsinkelse. Der forekommer ikke perfekt fleksibilitet, eftersom der er trægheder i økonomien. Derfor er stabilitet i inflationen blevet en økonomisk målsætning, da det sikrer, at prismekanismen ikke oplever store udsving.

Sammenhængen mellem den økonomiske udvikling, som her angives ved arbejdsløsheden, og inflation opsættes nu i en PC-kurve relation. Dette kan generaliseres til output, hvilket vil behandles efterfølgende. PC-kurven angiver en negativ sammenhæng mellem arbejdsløshed og inflation på kort sigt. Denne sammenhæng kan forklares ved en ekspansiv pengepolitik, der grundet nominelle trægheder, vil sænke renten, hvilket øger outputtet, og dermed medfører en øget efterspørgsel. Lønomkostningen vil ligeledes opleve et opadgående pres, for at imødekomme den øgede efterspørgsel, da produktionen skal forøges. Dette vil ikke nødvendigvis afspejle en stigning i lønnen, eftersom lønudviklingen er træg, hvorfor den på kort sigt kan antages at være relativt stabil. Lønomkostninger for virksomheden vil stige, da en højere produktion kræver et større input, i form af flere ansatte. Dermed skal arbejdsløsheden falde, hvilket medfører tiltagende inflation. Inflationen tiltager eftersom virksomheden prissætter med et mark-up på marginalomkostningen, som vil forøges grundet den højere lønomkostning. Denne type inflation kan kategoriseres som demand pull inflation.

En anden central faktor for inflationen er inflationsforventningerne. Eftersom arbejderne er interesseret i deres realløn, vil højere forventninger til inflationen betyde, at der kræves en højere løn for at købekraften bibeholdes. Dette er dynamikken på lang sigt, da arbejderne skal tilvænne sig det højere niveau af inflation. Når dette sker, vil der kræves højere lønninger for at modsvare nedgangen i reallønnen. Dette betyder at arbejdsløsheden vil stige, mens inflationen forbliver på det samme højere niveau. Årsagen til arbejdsløsheden stiger, er at reallønnen faldt som følge af tiltagende inflation, hvilket tillod virksomhederne at øge lønomkostningerne i form af flere ansatte. Kræves der højere løn vil virksomhederne være nødt til at nedjustere deres lønomkostninger, medmindre inflationen tiltager yderligere. Dette betyder ligeledes, at outputtet vil reduceres til det samme niveau som før den ekspansive pengepolitik.

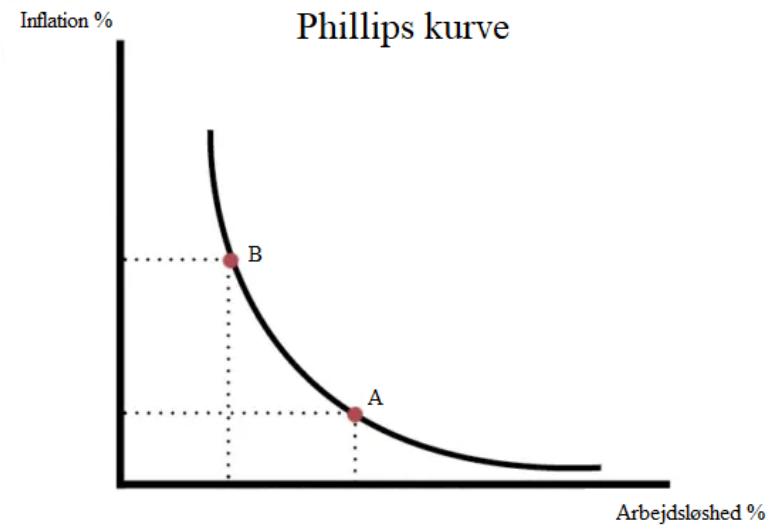
Inflationsforventningerne kan antages at være baseret på tidligere inflationsrater eller fremadrettede inflationsforventninger. Under antagelsen om bagudrettede forventninger vil lønnen tiltage over tid, grundet den højere inflation, hvilket f.eks. kan forekomme som en konsekvens af højere efterspørgsel. Stigningen i lønnen skyldes, at arbejderne bliver bevidste om en tiltagende inflation, hvorfor der kræves højere løn, for at bibeholde reallønnen på niveauet før den ekspansive pengepolitik. Dermed vil en ekspansiv pengepolitik på længere sigt ikke mindske arbejdsløsheden, men derimod øge inflationen, grundet ovenstående dynamik [22]. Dette viser hvorledes kort sigt er et trade-off mellem inflation og arbejdsløshed, mens det på lang sigt ikke er muligt at hæve beskæftigelsen på bekostning af inflationen, eftersom løn- og prisniveau er perfekt fleksibel på lang sigt. I tilfælde af inflationsforventningerne er fremadrettede kræves det, at den forventede inflation undervurderes, for at der opstår kortsigtede trade-off mellem inflation og arbejdsløshed [13]. Dermed betyder fremadrettede forventninger, at det ikke er muligt at øge beskæftigelsen på bekostning af inflationen, medmindre den forventede inflationsudvikling ikke afspejler den faktiske inflationsudvikling. På baggrund af dette kan der opstilles en antagelse om irrationelle forventninger, såfremt inflationen kan ændres, og der forekommer en afvigelse i arbejdsløsheden fra det naturlige niveau.

PC-kurve relationen kan opskrives ved følgende ligning:

$$\pi = \pi^e - \hat{b}(u - u^n) + z \tag{5.8}$$

Her er π inflationen, π^e er den forventede inflation, $\hat{b}$ er et parameter sammensat af to parametre b og λ angivet ved: $\hat{b} = \frac{\lambda b}{1-\lambda}$

b angiver hvor meget en virksomhed ændrer lønnen som følge af arbejdsløshed, mens λ angiver den andel af virksomhederne, som kan ændre deres lønninger. Dermed benyttes Calvo prissætning i forhold til lønningerne, da virksomhederne har en eksogen sandsynlig for at kunne tilpasse deres løn hver periode. u er arbejdsløsheden, u^n er den naturlige arbejdsløshed, z er et fejlled som indfanger cost push chok. Et cost push chok kunne f.eks. være højere oliepris, som hæver virksomhedens omkostning eller et fald i produktiviteten, hvilket øger lønomkostningen per produceret enhed [24].



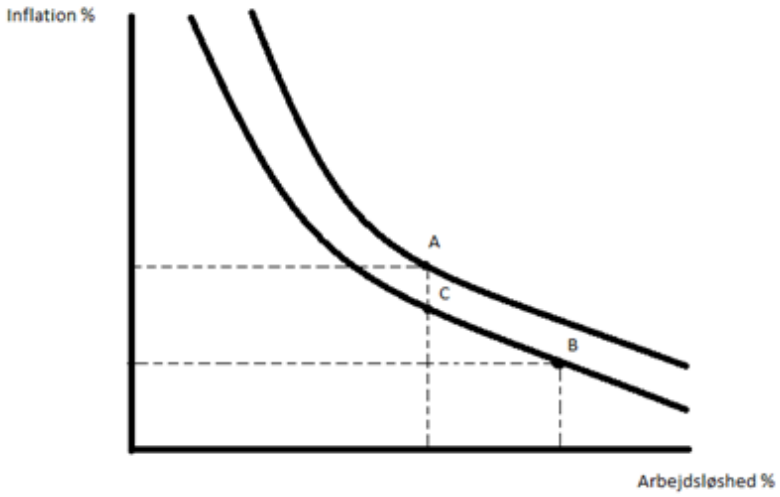
Figur 5.2: Phillips kurve, Egen fremstilling

Figur 5.2 illustrerer PC-kurve relationen. Kurven viser hvorledes der er en negativ sammenhæng mellem inflationen og arbejdsløsheden på kort sigt. Der observeres et fald i arbejdsløsheden, fra punkt A, som antages at være den naturlige arbejdsløshed, til punkt B, hvilket er forbundet med en højere inflation. Den lavere arbejdsløshed betyder, alt andet lige, at virksomhedernes lønomkostninger stiger, da lønnen vil hæves, for at bibeholde de ansatte, samtidig med flere tiltræder arbejdsmarkedet [7]. For at kompensere for de højere omkostninger hæves priserne, da virksomhederne ønsker en bestemt mark-up på deres omkostninger. Over tid vil forventningerne tilpasses den nye højere inflation. Højere inflationsforventninger betyder, at de ansatte vil kræve højere lønninger, for at bibeholde deres købekraft. Dermed vil PC-kurven rykke mod højre, hvilket betyder at antallet af ansatte falder, for at kompensere for de nye højere lønninger. Denne ændring er betinget af, at inflationen ikke tiltager yderligere. Dermed vil arbejdsløsheden falde tilbage til punkt A, mens inflationen vil forblive på niveau med punkt B. Såfremt inflationen hæves tilsvarende, vil arbejdsløsheden forblive på det lave niveau punkt B, mens inflationen vil accelerere. Arbejdsløsheden

kan dermed ikke bibeholdes lav på lang sigt, da den vil bevæge sig mod det naturlige niveau. Denne udvikling betyder ligeledes, at på lang sigt vil PC-kurven være en lodret streg gennem A.

For at illustrere inflationsudviklingen i forhold til PC-kurven tages der udgangspunkt i et cost push stød. Et cost push stød relaterer sig til udbudssiden i økonomien, og kan være ændringer i produktivitet eller omkostninger for virksomhederne. Stødet vil rykke PC-kurven, hvorfor det har konsekvenser både for arbejdsløsheden og inflationen.

PC-kurven kan sættes i relation til corona pandemien, da energipriserne faldt kraftigt i starten af pandemien, hvilket kan anses som et cost push stød. Dette stød medfører, at kurven rykkes mod venstre, eftersom efterspørgslen på energi blev reduceret grundet nedlukningerne. Dette kom eksempelvis til udtryk ved historisk lave oliepriser. Ydermere steg arbejdsløsheden, da efterspørgslen efter arbejdskraft faldt, grundet nedlukninger af flere erhverv. En stigning i arbejdsløsheden vil betyde, at økonomien befinder sig et sted ude til højre på PC-kurven. Dette ses ved bevægelsen fra punkt A til punkt B i figur 5.3.



Figur 5.3: Phillips kurve, Egen fremstilling

Figuren illustrerer, hvorledes denne ændring af PC-kurven er forbundet med en aftagende inflation. Såfremt økonomien ikke oplever andre stød og der ikke foretages politiske indgreb, vil stødet betyde at forventninger vil tilpasses det nye lavere inflationsniveau. Hvis det antages at økonomiens udgangspunkt, punkt A, er forbundet

med fuld beskæftigelse og efterspørgslen over tid vil normaliseres, vil de nye forventninger være forbundet med lavere lønkrav, da PC-kurven er rykket mod venstre. På lang sigt vil økonomien dermed tilpasse sig, eftersom de relative lavere lønkrav betyder virksomhederne kan ansatte flere, hvorfor arbejdsløsheden gradvis vil falde mod punkt C. Dermed har cost push chokket medført, at den naturlige arbejdsløshed er forbundet med et nyt lavere niveau for inflationen.

Ovenstående cost push stød eksemplificere, hvorledes kortsigtede stød til økonomien påvirker inflationen. Udover cost push stød kan der opleves demand pull stød, som relaterer sig til efterspørgslen. Disse stød og deres implikationer for inflationsudviklingen vil uddybes nedenfor.

5.4 Demand pull inflation

Inflation kan være forårsaget af flere økonomiske faktorer. En typisk opdeling af årsagerne til inflation er, hvorvidt det omhandler efterspørgsels- eller udbudsfaktorer. Såfremt årsagen til inflation kan tillægges efterspørgslen i økonomien, kaldes denne type inflation demand pull inflation.

Kendetegnene for demand pull inflation er, at forbrugerne øger deres efterspørgsel, hvilket kan være forårsaget af en række faktorer. Virksomhederne vil hæve produktionen, for at imødekomme den forhøjede efterspørgsel, hvilket betyder inputprisen stiger herunder især lønniveauet [25]. Dermed kan demand pull inflation også relateres til PC-kurven, eftersom efterspørgslen er en medvirkende faktorer til denne sammenhæng. De højere inputpriser for virksomhederne betyder priserne, at priserne hæves og inflationen tiltager. En alternativ måde at beskrive demand pull inflation er ved prisstigninger, som er genereret af chok uden mellem- til langsigtede konsekvenser for det reale output[1]. Nogle af årsagerne til at demand pull inflation opstår er ekspansive finanspolitiske indgreb, en positiv ændring af forventningerne til økonomisk vækst, ekspansiv pengepolitik og andre økonomiske indgreb og/eller chok, som påvirker efterspørgslen positivt.

Udsættes økonomien for et chok til efterspørgslen vil inflationen hovedsageligt opstå i sammenhæng med forøget output. Dette kræver, at virksomhederne er i stand til at hæve priserne, og nogle virksomheder kan potentielt øge deres profitmargin. Samtidig vil arbejdsløsheden falde, som følge af det højere output, dog uden at lønnen stiger tilsvarende på kort sigt. Dette medfører også en stigning i produktiviteten, da ændringer i beskæftigelsen forekommer langsommere end ændringer i output[25]. Alt andet lige skal hver ansat derfor producere mere per time, for at stigningen i out-

put kan finde sted før ændringer i arbejdskraft inputtet. Nogle potentielle faktorer, som kan medføre dette, kan eksempelvis være overarbejde, investering i bedre produktionsudstyr mm. En tilvækst i produktiviteten vil modarbejde den højere inflation, hvilket angives i PC-kurve relationen. Dermed vil inflationen tiltage i mindre grad, da der opnås større output for samme input.

Over tid vil der forekomme en tilpasningsproces, hvor især lønudviklingen bevirker, at beskæftigelsen og dermed output falder tilbage til langsigtede niveauer. Inflationen vil derimod forblive på samme niveau, da denne tilpasningsproces ikke giver anledning til et lavere inflationsniveau, eftersom lønudviklingen er den primære drivkraft. Sammenhængen mellem tiltagende inflation og stigende lønninger kaldes en løn/pris spiral. Denne dynamik kan medføre længerevarende og tiltagende inflation. Samtidig er en løn/pris spiral selvforstærkende, hvorfor der kræves intervention for at begrænse inflationen. En løn/pris spiral kan potentielt forklare store dele af udviklingen i inflationen[33]. På lang sigt vil en løn/pris spiral stoppe, såfremt pengemængden holdes fast [5].Dette kan udledes af kvantitetsligningen, hvor en fast pengemængde betyder, at en stigning i prisniveauet skal modsvares af et fald i output eller en stigning i omløbshastigheden. Omløbshastigheden er eksogen og må derfor antages at være fast. Centralbankerne har målsætninger for outputtet, hvorfor pengemængden i høj grad må forventes at modsvare en løn/pris spiral for at undgå et fald i outputtet. Dette betyder, at en løn/pris spiral kan medføre længerevarende inflation, som følge af en forøgelse i pengemængden for at undgå et fald i outputtet.

5.5 Cost push inflation

Modsat demand pull inflation, som relaterer sig til efterspørgselssiden i økonomien, vil der tages udgangspunkt i cost push inflation, der relaterer sig til udbudssiden i økonomien. Udbudssiden i økonomien er vigtig for den langsigtede økonomiske udvikling, og kan være årsag til kortsigtet tiltagende inflation. Dette har typisk negative økonomiske konsekvenser, da udbudssiden ofte vil opleve forhøjede omkostninger, hvilket medfører tiltagende inflation. Denne type af inflation kan anses som værende midlertidig, såfremt økonomien tilpasses den langsigtede ligevægt. Dermed vil en forøget oliepris eksempelvis hæve priserne midlertidigt, alt andet lige, da forbruget vil omstille sig, hvorfor den forøgede omkostning for olieprisen modsvares af prisfald i andre sektorer [5].

Cost push inflation forekommer som følge af en pludselig forøgelse af virksomhedernes omkostninger, hvorfor virksomhederne vil forsøge at hæve deres priser. Denne type inflation opstår dermed i virksomhedens inputomkostninger i produktionen, hvor dis-

se forøgede omkostninger medfører inflation, da virksomhederne ønsker at bibeholde deres profitmargin[25]. Der kan være flere årsager til, at der opstår denne form for inflation, såsom lønstigninger, prisstigninger på råvarer, stigende energipriser mm.

Bliver økonomien udsat for et energiprischok, som kan skyldes stigende oliepriser, vil dette hæve virksomhedernes omkostninger. Virksomhedernes respons er at hæve priserne, dog vil disse prisændringer ofte ikke være høje nok til, at de kan bibeholde deres profitmargin. Det konkurrencemæssige miljø og trægheder i økonomien vil medvirke til, at virksomhederne ikke kan bibeholde samme profitmargin. Dermed vil en andel af cost push stødet absorberes i virksomhedernes indtjening frem for inflationen. Samtidig vil virksomhederne optimere ved at sænke deres produktion grundet de højere omkostninger. Da output tilpasses hurtigere end beskæftigelsen, må dette betyde at produktiviteten vil falde, hvilket forstærker energiprischokket[25]. Årsagen til faldet i produktiviteten kan skyldes, at virksomhederne forsøger at bibeholde arbejdspladser, opsigelsesperioder mm. Lønnen vil ligeledes reagere på den forøgede inflation, hvor der vil forekomme et opadgående lønpres. Lønpresset vil først indtræffe over tid, eftersom løndannelsen er forbundet med trægheder. Da lønpresset indarbejdes over tid og den lavere beskæftigelse, samt forøgede priser, er forbundet med et kortsigtet fald i produktionen, kan centralbanken anse det som et fald i output. Eftersom en målsætning for FED, og mange andre centralbanker, omhandler lav arbejdsløshed, vil et naturligt modsvar være at udføre stabiliseringspolitik. Dette betyder, at pengemængden forøges, hvilket beskrives nedenfor, og dermed vil cost push inflationen gå fra at være af midlertidig karakter til en reel stigning i inflationen [5].

Inflationen kan opstå i både efterspørgsels- og udbudssiden af økonomien, alt efter om det er demand pull inflation eller cost push inflation. Eftersom disse typer af inflation ikke nødvendigvis er direkte er forbundet med pengemængden, vil inflationen ikke være af langsigtet karakter. Med risikoen for løn/pris spiraler, som kan startes af kortsigtede ændringer i inflationen, kan medvirke til at forlænge ændringen i inflationen. Ydermere kan løn/pris spiraler skabe et incitament for en tilvækst i pengemængden, for at undgå tilvækst i arbejdsløsheden, hvorfor den kortsigtede ændring i inflationen kan blive længerevarende.

De primære faktorer for inflationens udvikling er forklaret, hvorfor fokusset vil være på pengepolitikken i det efterfølgende teori. Centralbankerne påvirker økonomien for at opnå en række målsætninger. Eftersom centralbankerne kontrollerer pengemængden, har den førte pengepolitik implikationer for inflationens udvikling. Dermed anses det som væsentligt at beskrive centralbankens ageren for at foretage en analyse af inflationens udvikling i en økonomi.

5.6 Centralbankernes rolle

Inflationen og pengemængden er tæt forbundne, hvilket beskrives gennem kvantitetsligningen. Dermed er centralbankerne vigtige aktører i forhold til inflationsudviklingen i en økonomi, da disse banker regulerer pengemængden i en given valuta. Derfor er det relevant at beskrive hvorledes centralbankernes politik påvirker økonomien, samt hvordan pengepolitikken benyttes mest hensigtsfuldt.

Overordnet har størstedelen af centralbankerne en primær målsætning om lav stabil inflation. Årsagen til dette mål er stabilitet i forhold til prismekanismen. Eftersom der forekommer nominelle trægheder vil udsving i inflationen medføre ændringer i de relative prisniveauer, hvilket kan medføre ressourcer ikke allokeres mest hensigtsfuldt, og dermed sænker velfærden. Andre årsager til denne målsætning inkluderer tab på kontantbeholdninger og forstyrrelser i skattesystemet [13]. Ydermere er beskæftigelse ofte et mål for centralbanken. Denne målsætning er forbundet med pengepolitikkens markante rolle som stabiliseringspolitik. Den amerikanske centralbank, FED, har både en målsætning om en arbejdsløshed tæt på det naturlige niveau og en gennemsnitlig inflation på 2% over tid[8].

For at overholde ovenstående målsætninger, har centralbanken en række pengepolitiske redskaber, som kan benyttes. Såfremt det forsøges, at stabilisere arbejdsløsheden kan pengepolitikken gøres lempelig i tilfælde af et stigende antal arbejdsløse. Centralbanken begrænses i sine muligheder for at stabilisere arbejdsløsheden, eftersom en lempelig pengepolitik er forbundet med tiltagende inflation. Overordnet set kan centralbanken regulere pengemængden gennem eks. reguleringsændringer og justering af egen indlånsrente [40]. Disse ændringer påvirker ligeledes renten i økonomien, hvor denne påvirker en lang række økonomiske variable, eks. arbejdsløshed. Denne sammenhæng er angivet ved efterspørgslen på penge, under antagelsen omkring faste priser.

$$\frac{M}{P} = L(Y, i) \tag{5.9}$$

I dette udtryk angiver M pengemængden, P angiver prisniveauet, $L(Y, i)$ angiver at efterspørgslen på reale pengebalancer er tiltagende i output (Y) og aftagende i den nominelle rente i [13]. Hvis P anses som fast på kort sigt vil en forøgelse af M medfører højere output og en lavere rente. Dermed illustrerer ligning 5.9, hvorledes trægheder i økonomien tillader, at ændringer i nominelle variable påvirker reale variable. For at forklare hvorledes pengepolitikken kan agere, som stabiliseringspolitik kan IS-LM modellen benyttes. IS-LM modellen er en ligevægtsmodel, som angiver renteniveauer og outputniveauer, der er forbundet med ligevægt på penge- og varemarkedet. LM-kurven angiver ligevægten på pengemarkedet, som er angivet ved ligning 5.9. Dermed

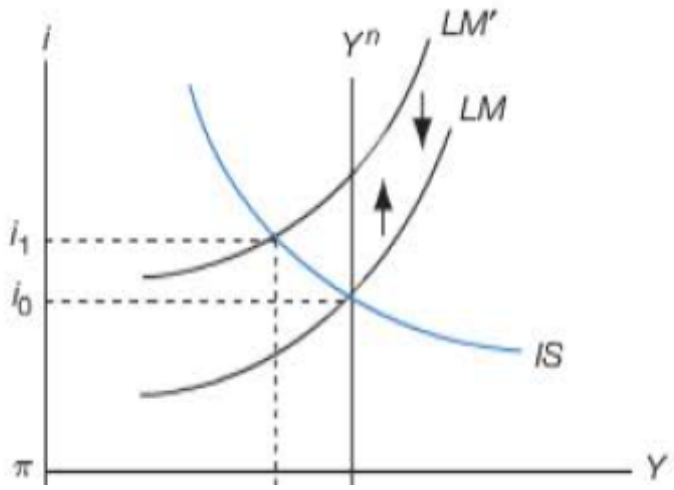
vil alle punkter på LM-kurven indikere, at det tilsvarende renteniveau angiver, at efterspørgslen på penge er lig med udbuddet af penge.

Ligevægten på varemarkedet angives ved IS-relationen. Denne relation er givet ved den samlede efterspørgsel:

$$Y = C(Y, Y^e, i - \pi, A) + I(i - \pi^e, Y^e, K) \tag{5.10}$$

Y angiver real output, Y^e er forventede fremtidige real output, i er den nominelle rente, π^e er den forventede inflation, A er formue, C er privatforbrug, I er investeringer og K er kapitalbeholdning. Parametrene Y, Y^e og A har en positiv indvirkning på forbruget, mens $i - \pi^e$ har en negativ indvirkning på forbruget. Forbruget tiltager, såfremt indkomsten (Y) stiger, samtidig med at udsigten til en højere indkomst ligeledes vil forøge nuværende forbrug. En større formue vil ligeledes bidrage til et større forbrug, eftersom formuen giver et afkast. $i - \pi^e$ tilsvarer realrenten, hvor en højere realrente medfører en større gevinst ved at sænke forbruget marginalt og dermed marginalt øge opsparingen, hvilket øger formuen. Y^e har positiv indvirkning på investeringerne, mens $i - \pi^e$ og K har en negativ effekt. Investeringerne aftager såfremt $i - \pi^e$ stiger, eftersom investeringen kræver et højere afkast for at retfærdiggøre denne i forhold til den højere realrente. Et højere forventet real output har en positiv indvirkning på investeringerne, da der skal investeres i kapitalapparatet for at øge produktionen. En forøgelse i kapitalbeholdningen vil ligeledes have en negativ effekt på investeringerne, grundet aftagende marginalprodukt for kapital samt lavere behov for investeringer [24].

Dermed angiver LM-relationen, at en højere rente er forbundet med et højere output. IS-relationen angiver derimod, at et højere output er forbundet med en lavere rente. De to kurver vil danne en skæring, som indikerer ligevægt i både pengemarkedet og varemarkedet. Dette illustreres ved skæringen mellem LM-kurven og IS-kurven i figur 5.4.



Figur 5.4: IS-LM model med stød til LM-kurven [24].

Figur 5.4 illustrerer, hvorledes pengepolitikken kan benyttes til at stabilisere økonomien. I dette tilfælde forekommer der et eksogent chok, som skubber LM-kurven opad fra LM til LM'. Dette chok kan opstå i forbindelse med omløbshastigheden på penge, hvor der forekommer et skifte væk fra elektroniske betalingsmidler. Dette danner en ny ligevægt, hvor renten er på et højere niveau, samtidig med at outputtet falder. Da økonomien var i en langsigtet ligevægt, eftersom outputtet var lig med det naturlige output (Y^n), vil en reaktion fra centralbanken, for at modarbejde chokket, være stabiliserende for økonomien. Centralbanken kan øge pengemængden i økonomien, hvilket i henhold til ligning 5.9 forøger outputtet og sænker renten. På denne måde tilpasses pengemarkedet, således LM-kurven skubbes nedad tilsvarende det tidligere chok.

Ligeledes kan pengepolitikken modvirke et stød til varemarkedet. Forekommer der et negativt stød til efterspørgslen, vil IS-kurven rykke mod venstre, hvilket resulterer i et lavere output samt en lavere rente. For at modvirke stødet kan centralbanken ligeledes forøge pengemængden, for på denne måde at øge outputtet og sænke renten. Fortsættes denne udvikling vil renten efterhånden nå et så lavt niveau, at dens indflydelse ved en yderligere sænkning vil være marginal. Dette fænomen kaldes zero lower bound (ZLB) og betyder pengepolitikken bliver ineffektiv. En anden metode til at modvirke et negativt stød kan være at øge forbruget gennem ekspansiv finanspolitik. Dette vil rykke IS-kurven mod højre, hvorfor rente og output stiger. Den forhøjede rente medfører dog en crowding out effekt, da den forhøjede rente begrænser stigningen i outputtet. Benyttes finans- og pengepolitik i kombination, begrænses crowding out effekten, da rentestigningen fra finanspolitikken modarbejdes af den ekspansive pengepolitik.

Implikationerne fra IS-LM modellen giver en relativ simpel forståelse af pengepolitikkens indvirkning på økonomien. Dog er LM-kurven problematisk, som analytisk redskab, såfremt trægheder indføres i analysen. Derudover benytter centralbanker i højere grad renter i forbindelse med pengepolitiske ændringer [13]. Dette ændrer ikke ved, at et pengepolitisk skifte er forårsaget af ændringer i pengemængden. Dette andet perspektiv på pengepolitikken endogeniserer pengemængden, da denne tilpasses således der opnås et bestemt renteniveau. I dette perspektiv kan pengepolitikken anskues ved en renteregel, også kaldet en pengepolitisk regel.

Opsætningen af en renteregel betyder, at der opstår en positiv relation mellem realrenten, som reglen er formuleret omkring, og output [13]. Dette angiver en kurve, som kaldes MP-kurven, der kan kombineres med IS-kurven, hvor skæring angiver en ligevægt, som er forbundet med en bestemt rente og output. De ligevægte, som forekommer i diagrammet med MP- og IS-kurverne, kan samles til en kurve for efterspørgslen, der kaldes AD-kurven. Denne indgår i et diagram med en kurve for det samlede udbud kaldet AS-kurven, der er givet ved en PC-kurve sammenhængen [13]. Analyseres samme stød, som der illustreres i fig. 5.4, ved brug af AD-AS modellen vil det ikke ændre ligevægten, eftersom centralbanken vil justere sin politik således den ønskede rente fastholdes. Stød til pengemængden vil dermed ikke forekomme i den sammenhæng, da centralbanken altid vil tilpasse pengemængden, således renten fastholdes i det valgte niveau.

I tilfælde af at renten falder til ZLB, som betyder renten er 0 eller negativ, vil husholdningerne potentielt bibeholde kontanter, da dette er forbundet med et nulafkast. Derudover kan der forekomme negative kapitalafkast, eftersom obligationers afkast bliver negativt [13]. I realiteten kan renten opnå negative niveauer, hvilket er realiseret i de senere år. En forklaring kan være, at husholdninger opbevarer penge i banken til at foretage betalinger, da opbevaring af kontanter er forbundet med omkostninger. Kortsigtede obligationer kan ligeledes opnå negative renter, da risikoen i en portefølje kan mindskes, ved at inkludere obligationer[12]. Dermed vil der være en efterspørgsel på obligationer til trods for, at renten bliver negativ.

Det kan vises, med udgangspunkt i Krugman modellen, hvorledes husholdningerne vil være indifferente omkring deres kontantbeholdninger, i tilfælde af at renten bliver 0. Samtidig forventes det, at det langsigtede prisniveau er fast, hvorfor et relativt højt prisniveau er forbundet med lav inflation. En lav inflation betyder samtidig at renten er lav, grundet proportionaliteten mellem pengemængden og prisniveauet. Såfremt renten er positiv, vil en højere pengemængde sænke renten og hæve prisniveauet. Såfremt renten derimod er 0, så vil en forøgelse af pengemængden ikke have nogen effekt

på økonomien, da husholdningerne er villige til at beholde de ekstra penge. For at modvirke dette problem kan centralbanken eks. hæve forventningen til prisniveauet eller benytte quantitative easing, hvor der købes aktiver med positive renter. Derudover er finanspolitik en metode til at hæve efterspørgslen, hvilket ligeledes begrænser problemet med nulrente.

5.7 Optimal pengepolitik

IS-LM modellen illustrerer, hvorledes pengepolitikken er et effektivt redskab til at stabilisere økonomien på kort sigt. Stabiliseringspolitik bør kun benyttes, såfremt outputtet afviger fra det naturlige niveau. Benyttes pengepolitikken ikke hensigtsmæssigt vil det på lang sigt kunne forøge inflationen, samtidig med at outputtet forbliver på det naturlige niveau. En pengepolitik hvis målsætning er at øge outputtet over det naturlige niveau, på kort sigt, betyder dermed at inflationen vil tiltage, hvorfor målet om lav stabil inflation ikke kan overholdes.

Eftersom der kan identificeres, hvad der kan betegnes som hensigtsmæssig pengepolitik, er det muligt at opsætte en nogle rammer for hvorledes pengepolitikken skal udføres. Med udgangspunkt i en modelopsætning baseret på et mikrofundament kan den teoretiske optimale pengepolitik udledes. Ved et mikrofundament forstås, at modellen tager udgangspunkt i de økonomiske agenters nyttemaksimerende adfærd. Disse modeller vil tage udgangspunkt i både fremadrettede- og bagudrettede forventninger. Alt efter forventningsdannelsen vil IS-relationen og PC-kurve relationen ændres, eftersom forventningerne indgår i begge relationer. Dermed har antagelsen om forventningsdannelsen betydning for udviklingen i output, rente og inflation [13].

Formålet med pengepolitikken er at opretholde inflationen på et forudbestemt niveau. For at simplificere kan dette inflationsmål sættes lig med 0, hvilket ikke ændrer de overordnede konklusioner. Derudover ønsker centralbanken at maksimere velfærden i samfundet, hvilket her antages at være forbundet med output på det naturlige niveau. Et output på det naturlige niveau kan afvige fra et output på det Walrasianske niveau, som er det niveau, der maksimerer velfærden. Årsagen til at der ikke tages udgangspunkt i det naturlige niveau er, at det kan medføre the divine coincidence. Dette betyder at målet for inflationen og outputtet kan opnås ved at føre pengepolitik således, den forventede inflation er lig målsætningen. Under disse antagelser vil begge type af forventninger medfører, at den optimale pengepolitik kan karakteriseres ved en pengepolitisk regel[13].

Såfremt forventningerne er bagudrettede, vil en ændring i pengepolitikken først påvirke økonomien i de efterfølgende perioder. Eftersom centralbanken ikke kan påvirke økonomien i samme tidsperiode, vil dens politik være rettet mod forventningerne til ændringen i outputgab. Ved outputgab forståes den afvigelse, der forfindes mellem output og det naturlige output. Dermed er forventningen til outputgabet påvirket af den førte pengepolitik, da en renteændring vil påvirke outputgabet i den fremtidige periode. Ydermere har inflationen i den fremtidige periode, samt chok til økonomien, indflydelse på output og inflation i den næste periode. Grundet denne dynamik vil den optimale pengepolitik sætte det forventede outputgab lig med inflationen i den efterfølgende periode ganget med et negativt parameter. Den optimale værdi for parameteret afhænger af centralbankens vægt på stabil inflation. På baggrund af dette resultat kan den optimale pengepolitik karakteriseres ved en inflationsmålsætning. Denne målsætning kan omskrives til en pengepolitisk regel for renten. Reglen dikterer, at renten skal fastsættes i henhold til forventningen omkring den naturlige rente, inflationen i perioden samt outputgabet i perioden. Centralbanken vil vægte outputgabet højere end inflationen i forhold til denne pengepolitiske regel. Denne vægtning forklares ved den laggede effekt af pengepolitikken, hvorfor centralbanken skal reagere kraftigt på udsving i både inflation og outputgab, såfremt udsving i inflationen skal minimeres mest muligt[13].

Med fremadrettede forventninger vil output og inflation afhænge af det forventede niveau i næste periode. Dette skaber forudsætningen for the divine coincidence, hvorfor centralbanken både kan opnå målsætningen for inflation og output. Eftersom output ønskes at være lig det naturlige niveau, tilsvarer dette at renten sættes lig med den naturlige rente. Et problem ved denne løsning er, at stød til økonomien medfører selvopfyldende afvigelser. Dette problem kendetegnes som sunspot ligevægte. En løsning på dette problem er implementering af en pengepolitisk regel. Reglen skal specificeres, således at den forventede inflation er 0, i henhold til modellens antagelser, såfremt det forventede output, er lig med det forventede naturlige output. Såfremt dette ikke er tilfældet, skal reglen tillægge en vægt for både den forventede inflation, og det forventede outputgab. Disse vægte bestemmer, hvorledes renten skal ændres i forhold til disse forventninger, og skal være mellem 0 og 1. Centralbankens vægtning mellem inflation og outputgab skal afspejle, hvilken variabel centralbanken anser som væsentligst for at opnå sin målsætning. Såfremt centralbanken har størst fokus på beskæftigelsen, ville den skulle vægte outputgab højere i den pengepolitiske regel.

I henhold til disse modeller vil regelbaseret pengepolitik være forbundet med en optimalitet uanset antagelsen omkring forventningsdannelse. Til trods for dette resultat er det de færreste centralbanker, som udelukkende benytter regelbaseret pengepolitik [13]. Tilgengæld følger pengepolitikken, som regel, en fastlagt målsætning for inflation og output.

6 | Empirien

Empirien vil i det følgende, blive præsenteret og diskuteret inden analysen påbegyndes. Empirien benyttes til at opnå en forståelse af den virkelige verden, således analysen, i sammenkobling med det teoritiske grundlag, kan identificere de dynamikker og processor, som omhandler inflationens udvikling. Empirien påvirkes ligeledes af visse restriktioner og antagelser, således det kan benyttes i udvalgte økonometriske modeller. Empirien er indhentet fra en række kilder, der anses som værende af høj troværdighed. Størstedelen af empirien stammer fra FRED, som er FED's database, ydermere er der benyttet empiri fra Sydbank og amerikanske ministeriers databaser.

Empirien kan opdeles i 2 grupper, kvartalvis data og månedlig data. Dataet vil præsenteres baseret på denne inddeling, hvor der tages udgangspunkt i det kvartalvise data. Det første datasæt, som inddrages, indeholder CPI inflationen, og er angivet som en vækstrate i forhold til forrige periode. Det næste datasæt, der inddrages, indeholder forventningerne til CPI inflationen 1 år frem i tiden. Disse forventninger er baseret på et spørgeskema blandt professionelle analytiker. Det tredje datasæt, der inddrages som kvartalvis data, indeholder det procentvise outputgab. Dette datasæt er konstrueret ved brug af real BNP data angivet som en årlig rate, samt real potentiel BNP, hvor outputgabet fra hvert kvartal er beregnet. Herefter indgår et datasæt for arbejdsløsheden. Datasættet indeholder arbejdsløsheden for alle personer mellem 15 og 64 år. Dette er opgivet i procent og er sæsonkorrigeret. Det sidste datasæt er estimaterne for NAIRU arbejdsløsheden, der kan benyttes som et estimat for den naturlige arbejdsløshed[27]. Dette datasæt er opgivet i procent og er ikke sæson korrigeret.

Det månedlige data indeholder et datasæt for CPI inflationen, for alle urbane forbrugere, og er angivet som indekstal, hvor 1982-84 er basisår. Det næste datasæt indeholder forbruget af ikke varige forbrugsgoder. Dette datasæt er angivet i milliarder dollars, hvorfor der også er testet en log omskrivning. Dog fandtes der ingen tegn på forbedringer ved brug af en log omskrivning, hvorfor dette data indgår uden omskrivningen. Ydermere indgår et datasæt for forbrug af varige forbrugsgoder. Dette datasæt har samme karakteristika som datasættet med forbug af ikke varige forbrugsgoder, og dataet er ligeledes ikke log omskrevet af de samme årsager. Det næste datasæt er det føderale budgetover- eller budgetunderskud (det føderale budget). Datasættet fungerer som en proxy for det offentlige forbrug, eftersom der ikke kunne findes tilfredsstillende månedligt data. Det føderale budget burde i teorien fungere som proxy, da overskuddet skal stige, når det offentlige forbrug falder og omvendt. Der findes ikke en speciel stærk korrelation mellem offentligt forbrug og det føderale budget, da

denne er på -0,5. Dog er fortegnet og den logiske sammenhæng som forventet, hvorfor proxien benyttes. Det næste datasæt indeholder pengemængden, målt som M2, og er angivet i milliarder dollars. M2 inkluderer penge udenfor the U.S. Treasury, FED og bokse relateret til banker osv. derudover inkluderes likvide konti, opsparingskonti, små tidsbestemte indskud og balancerne på kommercielle pengemarkedsfonde [16] [17]. Dette datasæt er også forsøgt log omskrevet, men uden forbedringer hvorfor denne omskrivning ikke er inddraget.

Der indgår ydermere et datasæt, der indeholder IMF's globale energiprisindeks (energipriser). Dette data er angivet som indekstal, hvor 2016 er basisår. Det næste datasæt indeholder IMF's globale aggregerede prisindeks for råmaterialer (råmaterialepriser). Dette data er ligeledes indekstal, hvor 2016 er basisår. Det efterfølgende datasæt, som indgår er Shanghai Containerized Freight Index (SCFI), hvilket er et fragtrate indeks, baseret på containerfragt fra Shanghai, hvor spotraterne er benyttet [44]. Fragtraterne er opgivet i dollars, der tilsvarer en 20 fods container. Dette datasæt indgår med en log omskrivning, eftersom denne omskrivning var forbundet med en forbedring af estimeringen. Det sidste månedlige datasæt, indeholder timelønninger for produktionsmedarbejdere uden ledelsesansvar, og er opgivet i dollar pr. time.

Der benyttes empiri over 2 forskellige tidhorisonter, som nævnt i afgrænsningen, hvor der skelnes mellem PC-kurve estimationen, og estimationen af coronapandemiens indvirkning på inflationen. Tidshorisonten for estimationen af PC-kurven er fra Q1 1990 til Q4 2021, hvor empiriens frekvens er kvartalvis. Tidsperioden og frekvensen er valgt for at opnå flest mulige datapunkter i estimationen, da en længere tidsserie er forbundet med lavere usikkerhed, og udsving i de realiserede værdier har en lavere indvirkning. Tidsperioden for estimationen af coronapandemiens indvirkning på inflationen er derimod kortere, og dækker perioden fra jan 2011 til dec 2021 med en månedlig frekvens. Denne tidsperiode anses som tilstrækkelig for at opnå pålidelige resultater, samtidig med at pandemien kan påvirke estimationen i forholdsvis høj grad. Ved at benytte den kortere tidshorisont, kan det dermed betyde, at ændringerne som pandemien medførte, fremtræder tydeligere i de estimationer som foretages. Tidsperioden er samtidig begrænset af data tilgængelighed, eftersom fragtraterne ikke er tilgængelige før 2011 i den udvalgte empiri. Derudover foretages der en estimering, hvor pandemien ikke inddrages, hvorfor denne tidperiode kun dækker jan 2011 til feb 2020.

En større andel af empirien er ikke sæsonkorrigeret fra kilden, hvorfor disse datasæt undersøges for sæsonalitet. Eventuel sæsonalitet medfører højere varians i modellen [18], hvorfor empirien korrigeres for dette ved brug af dummy metoden. Denne metode opstiller en dummy for frekvensen pr år minus 1, hvilket betyder kvartalvis data

skal benytte 3 dummies. Der opstilles en simpel lineær regression, hvor disse dummies regresseres på datasættet. Der kan benyttes en F-test på denne regressionsmodel, som tillader at teste for hvorvidt dummierne i fælleskab er signifikante [51]. Såfremt dummierne er signifikante, kan det konkluderes at der forefindes sæsonalitet i datasættet. I dette tilfælde kan residualerne fra regressionen, benyttes til at opnå et datasæt, hvor sæsonaliteten er fjernet, eftersom den vil give udslag i dummy variablene. Metoden garanterer ikke alt sæsonalitet fjernes, men metoden er meget anvendt og mindsker den varians, som sænsonaliteten kan medføre [18]. I de kvartalvise datasæt forefindes der sæsonalitet i inflationsdatasættet, hvilket korrigeres således denne effekt ikke medfører nævneværdige indvirkninger på de fremtidige estimationer. Iblandt de månedlige datasæt observeres der sæsonalitet i datasættet for det føderale budget, som ligeledes korrigeres. Et eksempel på denne test findes i appendiks B figur B.1 og B.2.

Empirien er testet for stationaritet, hvor der både er benyttet en augmentet Dickey-Fuller (ADF) test og en Phillips-Perron (PP) test. Brydes stationariteten vil variansen tiltage til uendeligt høje niveauer, hvorfor det ikke er muligt at foretage statistisk inferens. Samtidig er det muligt at opnå signifikante resultater, eftersom der kan opstå en spurious regression [18].

En af de mest anvendte stationaritets tests er en ADF test. Denne test er opsat som en autoregressiv moving average (ARMA) proces, hvor der kan tages differensen således parameteret, på den laggede værdi af dataserien skal være under 0. Denne test kan udvides til at inkludere trends og drifts, således det er muligt at konkludere om en tidserie er stationær. Dette betyder, at en tidsserie som vækster 2 % hvert år, vil findes stationær med en trend. ADF testen benytter sig af en speciel statistik, eftersom den ikke følger students t fordelingen eller en standard F statistik [38].
Som et alternativ til ADF testen kan en PP test benyttes. Denne test er modsat ADF testen ikke parametrisk, og tillader heterogenitet i fejlprocessen. Testen er bygget op omkring 2 regressioner, hvorfra en test statistik kan defineres, hvorfor testen tillader, at dataet indeholder en trend. Test statistikken for denne test er den samme som for ADF testen. PP testen har dog en problematik, da det ikke er muligt at guide sig frem til den optimale lag længde [38]. Dermed anses de 2 tests i fællesskab, som en solid test af hvorvidt en dataserie er stationær.

Ved at teste empirien ved brug af både ADF testen og PP testen, fremstår næsten alle dataserier som værende order of integration 1, hvilket noteres som I(1). NAIRU arbejdsløsheden fremstår dog som I(2) variabel, eftersom ADF testen kun akkurat er signifikant, mens PP testen langt fra er signifikant. Dette betyder, at denne variabel ikke kan indgå i den videre analyse, hvorfor PC-kurve estimeringen vil koncentrere sig omkring outputgab. Disse testresultater kan findes i appendiks B, hvor testen for

NAIRU indgår, samt et eksempel på en anden test. Dette betyder, at dataserierne ikke er stationærer, men at der skal tages differensen en gang, på dataserien, før den fremstår stationær. Der er generel enighed blandt testene, hvis dette ikke var tilfældet, benyttes differens for at sikre stationaritet.

Empirien indeholder potentielt cointegration, eftersom dataserierne skal indgå som I(1) variable. Cointegration betyder at 2 eller flere variable, der har samme order of integration, til sammen kan indgå i en lineær kombination, som har en lavere order of integration [38]. Dermed vil det ikke være nødvendigt at tage differensen til dataserierne, såfremt der fandtes cointergation imellem variablene. Cointegration betyder, at der findes en langsigtet stationær sammenhæng mellem variablene, hvilket udtrykkes ved en cointegrations vektor. Såfremt der findes cointegration, ville der kunne estimeres en error correction model (ECM), hvilket ligeledes kan udvides til vektor form (VECM). Disse modeller centrerer sig omkring den langsigtede ligevægt, hvor bestemte parametre angiver tilpasningshastigheden, for hvornår den estimerede model kommer i ligevægt [38].

For at undersøge om dette er en mulighed, kan der benyttes 2 tests. Den første test er Engle-Granger testen, som er en 2 trins test. Derfor benyttes denne test ikke, da 2 trins tests generelt medfører højere varians. Som alternativ kan en Johansen test benyttes, hvilket er en multivariabel test, som udføres i 1 trin. Johansen testen benytter vektorer, og tager udgangspunkt i at bestemme cointegrationens rank. Dette bestemmes ved at undersøge om koefficient matricen, fra VECM repræsentation er af reduceret rank. Er dette tilfældet, vil der findes cointegration, hvor der benyttes enten en trace statistik eller en maximum eigenvalue statistik til at bestemme signifikansen [38]. Eftersom der testes i forhold til rank, er det dermed både muligt at fastslå hvor mange langsigtede stationærer lineære sammenhænge, der er tilstede, samtidig med at det er muligt, at undersøge om cointegration er til stede.

Empirien, som benyttes i forbindelse med PC-kurven, er testet for cointegration ved brug af en Johansen test. Denne test angav cointegrations rank som værende 1 ved brug af trace statistikken. Dette resultat kunne ikke bekræftes ved brug af maximum eigenvalue statistikken. Disse resultater kan findes i appendiks B. Derfor konkluderes det, at der ikke findes cointegration imellem disse dataserier.

Dermed anses empirien som tilfredsstillende, og kan dermed benyttes i den videre analyse. Alt data vil indgå som I(1) for at sikre stationaritet, og der vil ikke gøres brug af error correction modeller, eftersom der ikke blev fundet cointegration. Analysen vil dermed kombinere teorien med empirien, for at undersøge hvorledes den amerikanske inflation har udviklet sig.

7 | Analyse

Analysen vil tage afsæt i teorigrundlaget, hvor den udvalgte empiri vil analyseres ved brug af økonometriske metoder, for at besvare projektets problemformulering. Analyseafsnittet tager udgangspunkt i Phillips kurve (PC-kurve) sammenhængen, hvor der vil opsættes og estimeres en PC-kurve for den amerikanske økonomi. PC-kurven kan benyttes til at beskrive den realøkonomiske indflydelse på inflationen og samtidig analysere inflationsforventningernes betydning. Denne analyse kan medvirke til at belyse coronapandemiens indvirkning på inflationen. Ydermere har PC-kurven pengepolitiske implikationer, som vil diskuteres med udgangspunkt i den estimerede PC-kurve sammenhæng.

Anden del af analysen vil omhandle inflationsudviklingen som følge af coronapandemien på kortere sigt. Denne del af analysen vil derfor tage udgangspunkt i en kortere tidsserie, hvor VAR-modeller benyttes til at analysere en række variable, der relaterer sig til cost push eller demand pull inflation. Analysen kan benyttes til at beskrive en række stød, som ramte den amerikanske økonomi, og i sammenhæng med den estimerede PC-kurve sammenhæng beskrive inflationens udvikling. Afslutningsvis vil analysen sammenfattes med fokus på resultaterne, som kan indgå i besvarelsen af problemformuleringen.

7.1 Phillips kurve

Den teoretiske PC-kurve sammenhæng, indikerer en sammenhæng mellem inflation og arbejdsmarkedet samt inflationen og output. Derudover er inflationsforventningerne et vigtigt element, for at forklare hvorledes inflationen udvikler sig. Disse elementer udgør tilsammen den ny-keynesianske PC-kurve, der må betragtes som en yderst anvendt teori for, hvorledes inflationen udvikler sig i en økonomi. Teorien er dog blevet udfordret især i perioden efter finanskrisen (2007-2009). Inflationen har gennem perioden været lav, til trods for arbejdsløsheden var faldet til relativt lave niveauer. Derfor diskuteres det om PC-kurve sammenhængen stadig er relevant, og om kurven er blevet flad [11][23]. Dermed er det bredt anerkendte teoretiske grundlag, potentielt problematisk i forhold til den virkelige verden. For at undersøge denne sammenhæng, og dermed hvorledes PC-kurven kan bidrage til at forklare inflationsudviklingen, vil der dermed foretages en estimering. Denne baserer sig på den indsamlede empiri, som er beskrevet i empiriafsnittet.

7.1.1 ARDL-model estimation

Der er flere fremgangsmåder til at estimere PC-kurven, alt efter hvilke antagelser som pålægges, det empiriske grundlag mm. Der er udvalgt nogle få metoder som er efterprøvet, hvor den første, er en autoregressive distributed lag (ARDL) model [42]. Denne model type opstiller en regression på formen angivet ved ligning 7.1.

$$\pi = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i \pi_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} c_i \pi^e_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} d_i \hat{Y}_{t-i} + \epsilon_t \tag{7.1}$$

Her angiver π_t inflationen i nuværende periode, $\pi_(t-i)$ angiver inflationen i tidligere perioder, $\pi_(t-i)^e$ angiver inflationsforventninger, $\hat{Y}_(t-i)$ angiver outputgab og ε_t angiver et fejlled. Sumtegnene indikerer at hvert lag, af en variabel, opnår sin egen koefficient, hvor disse summeres op. Dette betyder, at regressionen angiver den nuværende inflation som en udvikling af tidligere inflationsniveauer, nuværende og forhåndsværende inflationsforventninger samt nuværende og forhåndsværende outputgabs. Det som modellen ikke forklarer, vil indgå i fejlledet.

Ved at opsætte en ARDL-model, pålægges en række antagelser. En af de vigtigste antagelser i denne forbindelse, er at de uafhængige variable, som er π^e_t og $\hat{Y}_t$ i ligning 7.1, er eksogene og stationære. Hvorvidt en variabel er stationær, er undersøgt ved brug af både PP test og ADF test [38]. Begge test typer er meget anvendte, og ved brug af begge opnås et relativt sikkert resultat, da der kan være uenighed blandt de forskellige stationaritets tests. Disse tests angav, at stort set alle variable skal indgå som I(1). I forhold til hvorvidt de uafhængige variable er eksogene baseres dette på den teoretiske forståelse. Dermed kan denne antagelse i høj grad diskuteres, især grundet feedback mekanismer [18]. I forhold til inflationsforventninger er dette en variabel, som dannes på baggrund af forventninger til fremtiden, hvorfor den nuværende situation kan antages at være uafhængig. Såfremt disse forventninger udelukkende dannes med udgangspunkt i det økonomiske miljø, arbejdsmarkedets tilstand mm., så kan det forsvares som værende en eksogen variabel. Vil der i stedet være en feedback, således at en høj inflation i dag, betyder at forventninger til den fremtidige inflation hæves, brydes antagelsen omkring inflationsforventninger som værende eksogene. For ikke at begrænses af antagelsen omkring eksogene variable, vil en VAR-model estimeres efterfølgende.

En ARDL-model inkluderer dermed en række lags, af både den afhængige variabel og de uafhængige variable. Dermed sker udviklingen gennem autoregressive processer, hvilket betyder, at stødet påvirker inflationen, både når stødet sker, men også over tid med en aftagende effekt. Det er antallet af lags, der inkluderes, som bestemmer over,

hvor mange perioder stødet forsat påvirker inflationen. Såfremt der sker et positivt stød til inflationsforventningerne, og disse indgår med et lag, vil inflationen stige i perioden, men grundet lagget også stige i den efterfølgende periode, som følge af dette stød. Samtidig indgår der ligeledes lags af inflationen, hvorfor stødets effekt forsættes gennem denne laggede inflation.

Antallet af lags i modellen har dermed en væsentlig effekt, på de resultater som opnås. For at udvælge antallet af lags kan krydskorrelationerne beregnes. Denne metode kræver, at der tages højde for fejlledet gennem en filtrering. Derefter kan antallet af signifikante krydskorrelationer benyttes som en indikator for hvor mange lags, der skal inddrages. Dette behøver ikke være så entydigt, og valget af lags er dermed i høj grad op til den enkeltes tolkning. Alternativt kan der estimeres en række ARDL-modeller, hvor informationskriterier, teori mm. benyttes til at udvælge antallet af lags. Dette giver naturligvis en større usikkerhed om modelvalget, men da denne metode også benyttes ved VAR-modeller, er den forholdsvis udbredt. Denne sidste metode er ligeledes benyttet i dette projekt. Der udnyttes en funktion i R, der udvælger den model som er mest efficient målt på informationskriterier. Herefter inddrages teoretiske overvejelser for at opnå den forventede optimale model.

Med udgangspunkt i det kvartalsvise data for inflation, inflationsforventninger og outputgab estimeres en PC-kurve sammenhæng. Der vil kun estimeres PC-kurve med outputgab grundet varierende order of integration for arbejdsløshedsdataet, hvilket er påvist i empiriafsnittet. Med udgangspunkt i det teoretiske grundlag burde et fokus på outputgab, fremfor arbejdsløshed, ikke medføre nævneværdige indvirkninger på resultaterne. Arbejdsløshed ville ellers være et godt udgangspunkt, da litteratur påviser gode resultater ved at benytte arbejdsløshed, i form af et gab mellem faktisk arbejdsløshed og den naturlige arbejdsløshed [11]. Derfor kan estimatet fra outputgab potentielt angive et lavere estimat i forhold til arbejdsløshed. Til trods for udfordringen omkring outputgab, fastholdes det kun at foretage en estimering af PC-kurven med outputgab grundet den teoretiske sammenhæng og det væsentligt bedre empiriske grundlag.

Den første model inkluderer lags bestemt ved automatisk udvælgelse baseret på informationskriteriet AIC. I denne opsætning er der tilladt op til 8 lags for inflation og outputgab, hvilket tilsvarer 2 år. Den maksimale lag-længde på 8 er valgt, for at sikre forholdsvis lange autoregressive processer. Dette betyder, at en ændring i både inflation og outputgab har mulighed for at aftage over længere tid. For inflationsforventningerne er der maksimalt tilladt 4 lags, hvilket tilsvarer 1 år. Denne maksimale lag-længde er forbundet med, at inflationsforventningerne kun går et år ud i fremtiden. Derfor må det forventes, at denne effekt vil aftage hurtigere, da den forventning som effekten er baseret på tidsmæssigt, er opnået.

I henhold til den automatiske udvælgelse vil en ARDL-model med 4 lags for inflationen, 4 lags for inflationsforventningerne og 6 lags for outputgab være forbundet med den laveste AIC værdi. Dog er en model med 5 lags for outputgab og 4 lags for de andre variable kun forbundet med en marginal forøgelse af AIC, hvorfor denne model udvælges på denne baggrund, eftersom den er mere parsimonious. Der er foretaget diagnostik på modellen, hvor test for eks. heteroskedasticitet ikke viser tegn på problemer. Der kan dog ikke påvises normalitet, hvilket anses som et mindre problem, eftersom der arbejdes med relativt mange datapunkter.

På trods af den automatiske model udvælgelse har specificeret en ARDL-model, som også er velfungerende, vurderes det at lag-længderne er afvigende fra det teoretiske grundlag. Derfor formuleres en ARDL-model, hvor der indgår 4 lags for inflationen, 0 lags for inflationsforventningerne og 2 lags for outputgabet. Der er inkluderet 4 lags for inflationen, da det tager økonomien en betydelig tidsperiode at tilpasse sig inflationen grundet de økonomiske trægheder. Inflationsforventningerne indgår med 0 lags, eftersom forventningen er relativ kortsigtet, hvorfor det forventes at inflationsforventningerne afspejler den nuværende økonomiske situation. Outputgabet indgår med 2 lags, da denne variabel i høj grad er forbundet med pengepolitik. Pengepolitik påvirker økonomien med et lag i omegnen af et halvt år [13]. Denne model er forbundet med en lavere AIC-værdi end den automatisk udvalgte, hvorfor dette indikerer, at denne model er bedre samtidig med, at denne også er mere parsimonious. Denne model er der ligeledes foretaget diagnostik på, uden at der er påvist problemer, bortset for normalitet, hvilket findes i appendiks C figur C.1 til C.5. Dermed tages der udgangspunkt i denne ARDL-model.

```
##                     Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)          0.01120    0.04244   0.264  0.79229
## L(dif_cpi, 1)       -0.54042    0.08809  -6.135 1.26e-08 ***
## L(dif_cpi, 2)       -0.72067    0.09106  -7.914 1.78e-12 ***
## L(dif_cpi, 3)       -0.38717    0.08682  -4.459 1.94e-05 ***
## L(dif_cpi, 4)       -0.26323    0.07962  -3.306  0.00127 **
## dif_cpi_ex           0.78904    0.26276   3.003  0.00329 **
## dif_outputgap        0.16977    0.03925   4.326 3.27e-05 ***
## L(dif_outputgap, 1)  0.01156    0.04267   0.271  0.78700
## L(dif_outputgap, 2)  0.09615    0.04085   2.354  0.02030 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.4697 on 114 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.5011, Adjusted R-squared:  0.4661
## F-statistic: 14.31 on 8 and 114 DF,  p-value: 2.765e-14
```

Figur 7.1: Estimater fra ARDL-estimering af PC-kurve. Egen fremstilling

Resultatet af estimeringen af denne ARDL-model er angivet i ovenstående figur 7.1. Disse resultater viser overordnet set, at første lag af outputgab er den eneste variabel, som ikke er signifikant. Estimeringen viser samtidig, at lags af inflationen har relativt høje negative estimater, hvilket indikerer vekslende positiv og negativ effekt på den nuværende inflation [18]. Inflationsforventningerne indgår med et relativt højt positivt parameter. Dette betyder, at højere inflationsforventninger, alt andet lige, forøger den nuværende inflation. Det høje estimat understreger samtidig, at forventningerne har en stor indvirkning på inflationen. Outputgabets indvirkning på inflationen er relativt lav. Forøges outputgabet vil der forekomme en lav stigning i inflationen, som er aftagende. Dette er i overensstemmelse med andre estimeringer af PC-kurven, hvor realøkonomiske effekter generelt har en lav indvirkning på inflationen [11]. Dermed indikerer denne estimering af PC-kurven, at den i perioden 1990-2021 har været relativt flad.

Disse resultater kan tolkes som en konsekvens af et velforankret inflationsmål. Dette betyder, at forventningerne til inflationen i høj grad er centreret omkring FED's inflationsmål. Afvigelser i inflationen, som eks. kunne være et energiprischok, vil dermed modarbejdes af forventningerne, eftersom disse vil medvirke til, at inflationen vil falde tilbage til målsætningen. Ligeledes betyder dette, at økonomiske udsving i lavere grad vil påvirke inflationen, da eks. lønforhandlinger i nogen grad baserer sig på disse forventninger. Samtidig vil der være en længere tilpasningsperiode i økonomien i forhold til ændringer i inflationsraten. Disse effekter kan dermed have medvirket til at denne periode, med undtagelse af coronapandemien, har været kendetegnet ved lav stabil inflation. Det lave estimat for outputgab kan også forklare, hvorfor det har været udfordrende at hæve inflationen fra de lave niveauer efter finanskrisen i 2008. Dette giver samtidig FED bedre muligheder for at stabilisere økonomien i forhold til beskæftigelsen, som er en anden målsætning. Ved at outputgabet har en lav indvirkning på inflationen, kan der i højere grad føres ekspansiv pengepolitik uden større bekymring for kraftigt tiltagende inflation.

7.1.2 Vektor autoregression

Antagelsen omkring eksogene variable i ARDL-modellen, kan anses som problematisk da der kan være feedback mekanismer. Eksempelvis må det forventes, at den nuværende inflation har en betydning for de forventninger, som opstilles for den fremtidige inflation. Er dette tilfældet vil estimaterne i en ARDL-model ikke være unbiased, hvorfor modellen er upålidelig. For at imødekomme denne problematik kan alle variable behandles symmetrisk, hvilket en vektor autoregression (VAR) model kan opnå [18].

En VAR-model tillader, at alle variabler kan blive påvirket af nuværende og tidligere niveauer fra de andre variable. En generel VAR proces med p variable kan opskrives på følgende form:

$$Y_t = \beta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + ... + \phi_p T_{t-p} + \varepsilon_t \tag{7.2}$$

Her angiver Y_t p endogene variable, ϕ er en $p * p$ koefficient matrice og ε_t er et fejlled som er af dimension k og white noise proces. Denne opstilling af en VAR-model kaldes også for en reduceret form, da alle variable er forudbestemte, og ligningerne er lineære på denne form. Dette betyder, at VAR-modellen også kan estimeres ved brug af ordinary least squares (OLS). I tilfældet af der indføres restriktioner på VAR-modellen, hvilket er tilfældet for den strukturelle VAR-model (SVAR), er OLS ikke efficient hvorfor Maximum likelihood estimation (MLE) benyttes i stedet. VAR-modellen er tiltænkt stationært data, hvilket det udvalgte empiri forekommer som, såfremt de indgår som I(1) variable. Der kan findes argumenter for ikke at tage differensen, da estimaterne kan benyttes under asymptotiske antagelser [26]. I den opsatte model vil alle variable indgå som I(1), således de er stationære, som tidligere forklaret i empiriafsnittet.

VAR-modellen inkluderer lags, som det også var tilfældet for ARDL-modellen. Modsat ARDL-modellen sættes der ikke forskellige lag-længder for de forskellige variable, da VAR-modellen er symmetrisk. For at udvælge den optimale lag-længde benyttes forskellige informationskriterier, efter samme fremgangsmåde som ved ARDL-modellen. Ved udvælgelsen af VAR-modellen kan der benyttes en funktion, som automatisk angiver den optimale lag-længde baseret på 4 forskellige informationskriterier. I funktionen er der angivet en maksimal lag-længde på 12, tilsvarende 3 år, da det antages, at denne tidsperiode er tilstrækkelig lang for at indfange dynamikkerne i modellen. Denne funktion angiver en lag-længde på 4 for 2 ud af 4 informationskriterier. Den estimerede VAR-model vil derfor inkludere 4 lags. Derudover kan der inkluderes en trend i VAR-modellen, hvilket ikke indgår i den estimerede model.

Der er foretaget diagnostik på VAR-modellen, som findes i appendiks C figur C.6 til C.10, for at sikre der ikke opleves problemer. Dette viser, at modellen er stabil, der ikke er tegn på seriel korrelation, en CUSUM-test viser overordnet strukturel stabilitet. Heteroskedasticitet påvises i modellen, men modellen inddrages, da dette ikke bør medfører bias i estimaterne, eftersom der benyttes OLS [51]. Dog medfører heteroskedasticiteten højere varians og dermed større usikkerhed. Testene viser, at der ikke forekommer normalitet i modellen, men som det også var tilfældet med ARDL-modellen, anses dette som et mindre problem.

En VAR-model kan ligeledes være i strukturel form, også kendetegnet som en SVAR. Denne form tillader samtidseffekter som forklarende variable. En samtidseffekt betyder, at en variabel har en indvirkning på en anden variabel i samme tidsperiode, modsat den reduceret form hvor effekterne er fra tidligere perioder. En SVAR kan opskrives på formen:

$$Ay_t = v_0^* + v_1^* t + A_1^* y_{t-1} + ... + A_p^* y_{t-p} + v_t \tag{7.3}$$

For at estimere SVAR-modellen tages der udgangspunkt i VAR-modellen på reduceret form, der er estimeret som beskrevet ovenfor. Til estimeringen tages der udgangspunkt i den inverse matrice $\mathbf{A}^{-1}$, da ligning 7.3 konverteres til VAR-modellen på reduceret form, såfremt $\mathbf{A}^{-1}$ ganges på. Parametrene i $\mathbf{A}^{-1}$ kan udregnes med udgangspunkt i et system bestående af ikke-lineære ligninger. Der kræves en række restriktioner for at beregne parametrene i $\mathbf{A}^{-1}$, eftersom denne matrice indeholder flere parametre, end der er ligninger i ligningssystemet. Disse restriktioner er typisk nulrestriktioner, hvor et antal parametre gives værdien 0 [26]. Til dette kan en Cholesky decomposition benyttes, som ortogonalisere fejlledene fra den reducerede form her kaldet VAR-modellen, således disse er ukorrelerede. For at opnå dette gøres $\mathbf{A}^{-1}$ lower triangular, hvilket betyder at alt over diagonalen i matricen sættes lig 0. Dermed pålægges en række antagelser omkring VAR-modellens struktur, som retfærdiggøres med udgangspunkt i den teoretiske forståelse [26].

Ved at benytte en Cholesky decomposition vil der pålægges en kausal struktur. Dermed har rækkefølgende for dataet en stor betydning. I estimeringen af PC-kurve sammenhængen er rækkefølgen inflationsforventninger, inflation og outputgab. Denne rækkefølge betyder, at der ikke tillades en samtidseffekt fra både inflationen og outputgab på inflationsforventningerne, mens outputgabet oplever samtidseffekter fra alle variable. Inflationsforventninger indgår først, da fremadskuende agenter vil forholde sig til forventninger til fremtiden. Derfor vil nuværende niveauer for inflation og outputgab, ikke forventes at have stor betydning for forventningsdannelsen. Der kunne også være et argument for at lade inflationsforventninger indgå som sidste variabel, såfremt det antages at forventningsdannelsen er bagudskuende, hvorfor nuværende niveauer for både inflation og outputgab, vil have en indflydelse på forventningsdannelsen. Inflationen indgår som anden variabel, da en ændring i forventningerne har en selvopfyldende effekt, hvorfor inflationen vil stige i nuværende periode, såfremt inflationen forventes højere i fremtiden. Eftersom der er trægheder i økonomien, vil outputgabet forventes at have en lagget effekt på inflationen. Dette kan diskuteres, da priserne generelt reagerer hurtigt i forhold til mange andre økonomiske variable. Outputgab indgår som sidste variabel, hvorfor både inflation og inflationsforventninger har en betydning. Dette kan forsvares ved, at de økonomiske agenter tilpasser sig den forøgede inflation, eller forventninger herom, hvilket kan have en betydning for

outputgabet. Dette kan dog anses som relativt begrænset effekt, eftersom outputgabet i høj grad påvirkes af andre faktorer, som ikke indgår i denne opsætning.

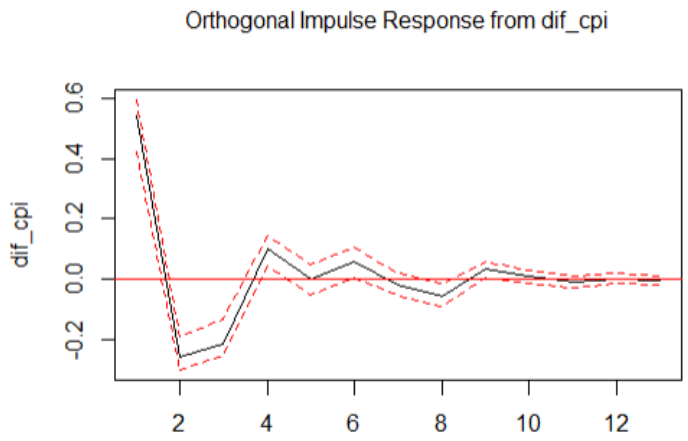
Modellens hovedfokus er på inflation, hvorfor den ovenstående opsætning er valgt. Denne opsætning forventes at opnå resultater, der er i overensstemmelse med den fremlagte teori. Ydermere er opsætningen også udvalgt med udgangspunkt i forsøg med alternative opsætninger. Eksempelvis er der forsøgt med en anden rækkefølge, hvor inflationen og inflationsforventninger bytter plads. Denne opsætning tillader ikke en signifikant effekt fra et stød til forventninger på udviklingen i inflationen, hvilket anses som urealistisk. Dette kan især tillægges, at inflationsforventningerne er relativt kortsigtet, hvorfor der må forventes en stærk samtidseffekt.

Med udgangspunkt i SVAR-modellen kan en række redskaber benyttes til at undersøge, hvorledes variablene påvirker hinanden. Dette kan bruges til at analysere den teoretiske sammenhæng, som er givet ved PC-kurven. Til denne analyse benyttes impulse response funktioner (IRF), da denne opsætning tillader, at undersøge hvorledes en af variablene reagerer ved et stød til en anden variabel. Det forventes, at reaktionen i variablene sker i henhold til den teoretiske forståelse, samtidig giver IRF'er også muligheden for at vurdere, hvor kraftigt en variabel reagerer på et stød til en anden variabel.

Opsætningen af en IRF baserer sig på en omskrivning af vektor autoregression til et vektor glidende gennemsnit (VMA). Med denne omskrivning er det muligt at isolere bevægelsen i en variabel som følge af et stød til en anden variabel. Dette kan fremskrives således bevægelsen kan observeres i de efterfølgende tidsperioder. Eftersom alle variable er stationære, vil denne bevægelse aftage over tid [18].

For at konstruere disse IRF'er skal SVAR-modellen benyttes. Dette er nødvendigt, da alle parametre ellers ikke er defineret. Det er disse parametre, som benyttes for at beregne effekten af stød til en variabel. Dette betyder, at der forekommer en form for asymmetri, hvilket udtrykkes ved at inflationen kan reagere i første periode, mens outputgab udelukkende kan reagere med en lagget effekt [18]. Med dette udgangspunkt, vil der dermed udregnes IRF'er for stød til de forskellige variable, i modellen, og inflationens respons. Alle stød tilsvarer en standard afvigelse, og der er beregnet konfidensintervaller. Disse intervaller er beregnet ved brug af bootstrap metoden, som simulerer beregningen af IRF'en. Med denne metode beregnes 1000 IRF'er, hvor der ekskluderes en passende mængde, tilsvarende det ønskede konfidensinterval [18]. Her vil der benyttes et konfidensinterval tilsvarende 1 standard afvigelse eller 68%. Dermed vil der ekskluderes de laveste 16% og de højeste 16% af de simulerede IRF'er. Dog vil disse konfidensintervaller være forbundet med en form for usikkerhed, da disse

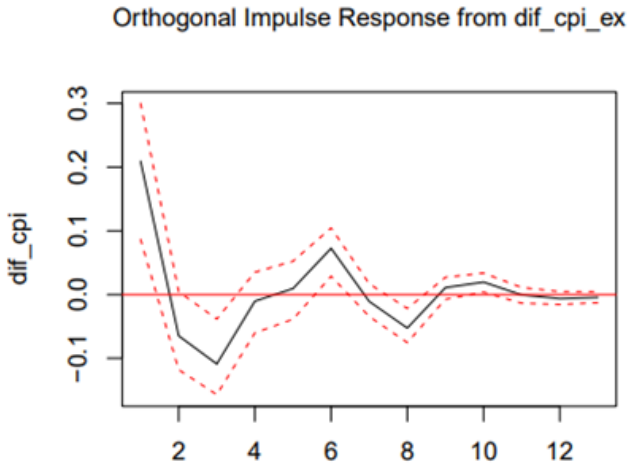
er baseret sig på simulerede værdier. For at mindske denne usikkerhed kan antallet af simulationer øges, hvorfor de beregnede konfidensintervaller anses som pålidelige ved brug af 1000 simulationer.



Figur 7.2: IRF for stød til CPI med respons fra CPI. Egen fremstilling

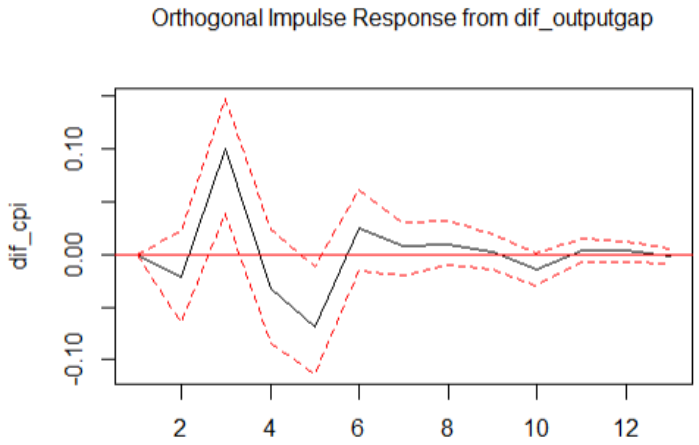
I figur 7.2 illustreres responsen fra inflationen fra et stød til inflationen. Eftersom der er taget differensen til inflationen, skal det bemærkes at stødet og responsen er angivet som ændringen i inflationen. Dette viser, hvorledes inflationen allerede i de 2 efterfølgende perioder forekommer negativ, hvilket kan anses som en form for konvergens mod det tidligere niveau. Dermed kan dette være et tegn, på at inflationen på kort sigt er forankret, eller at økonomien ikke opfanger ændringen i inflationen på kort sigt. Fra periode 4 og fremadrettet forekommer ændringen i inflationen overordnet set insignifikant, hvilket betyder effekten har været aftagende. Dette kan tolkes som om, at økonomien har tilpasset sig, hvorfor denne giver anledning til en højere inflation. Sammenlignes der med den kumulative effekt, observeres der også en overordnet positiv ændring i inflationen, som følge af et stød til denne. Dermed kan inflationen anses som relativ sticky, eftersom et positivt stød til ændringen i inflationen medfører en generel positiv ændring i inflationen, dog på et lavere niveau.

Denne IRF viser dermed hvorledes inflationen er selvopfyldende, eftersom der kumulativt forekommer en positiv ændring i inflationen. Dermed vil et stød til inflationen betyde vedvarende højere inflation, såfremt dette stød ikke modarbejdes. I forhold til teorien er dette også forventeligt, da der sker en tilpasningsproces i økonomien til den nye højere inflationsrate.



Figur 7.3: IRF for stød til inflationsforventningerne med respons fra CPI. Egen fremstilling

Figur 7.3 illustrerer, hvorledes ændringen i inflationen reagerer på en ændring i inflationsforventningerne. Her observeres overordnet det samme mønster som ved IRF'en for et stød til inflationen. Det observeres, hvorledes stødet til forventninger i den samme periode medfører en signifikant højere inflation. Herefter opleves der skiftevis aftagende og tiltagende ændringer i inflationen, som er signifikante men aftagende over tid. Udviklingen er forventelig, da højere inflationsforventninger i sig selv skaber en tiltagende inflation, da forventninger i høj grad er selvopfyldende. Samtidig kan dette give udtryk, for at forventningerne er velforankret, i forhold til FED's inflationsmål, eftersom der relativt hurtigt sker en negativ ændring i inflationen. Dette betyder, at stødet vil modarbejdes i den fremtidige forventningsdannelse. Ses der på den kumulative effekt vil inflationen dog tiltage svagt, eftersom denne effekt ikke på noget tidspunkt er negativ. Denne figur viser dog, at der er perioder, specielt periode 3-5, hvor den positive ændring ikke er signifikant, hvorfor effekten fra forventninger ikke har stor indflydelse. Dermed bekræfter VAR-modellen overordnet det teoretiske grundlag, som foreskriver, at en forøget forventning til inflationen i sig selv medvirker til en tiltagende inflation. Det kan dog diskuteres om ændringen er så stor som det kunne forventes.



Figur 7.4: IRF for stød til outputgab med respons fra CPI. Egen fremstilling

Den sidste IRF, i figur 7.4, illustrerer hvorledes ændringen i inflationen reagerer på et stød til ændringen i outputgab. Her observeres en signifikant positiv ændring efter 3. perioder. Denne ændring er forventelig, da en forøget økonomisk aktivitet giver anledning til højere inflation, dog med en forsinkelse. Der observeres ligeledes en signifikant negativ ændring i inflationen ved periode 5, hvilket kan afspejle FED's respons gennem tiden, hvor en kontraktiv politik indføres for at opretholde inflationsmålet. Undersøges den kumulative effekt, vil der kun observeres en signifikant positiv ændring i inflationen, omkring periode 3, hvorefter ændringen falder igen. De resterende perioder angiver en let positiv ændring i inflationen, men denne er ikke signifikant. Dermed findes det, at et stød til outputgabet medfører en signifikant øget inflation, som er forventet i henhold til teorien. Dermed afspejler denne VAR-model, hvorledes højere økonomisk aktivitet er forbundet med begrænset tilvækst i inflationen, men at dette ikke nødvendigvis er tilfældet på længere sigt. Dette kan både være forårsaget af politisk respons, som tidligere nævnt, forankret inflationsforventninger eller have sammenhæng med den generelt lave inflation i perioden. Denne effekt er samtidig relativ lav, hvilket kan indikere en forholdsvis flad PC-kurve.

Dermed har analysen ved brug af en VAR-model overordnet bekræftet sammenhængen angivet ved PC-kurven. Dog viser analysen, at outputgabets betydning for inflationen er relativt begrænset, hvilket potentielt kan tilskrives den valgte periode, samt den førte økonomiske politik.

Sammenlignes der med ARDL-modellen, observeres der en anden dynamik ved at inddrage VAR-modellen. Inflationen veksler mellem positive og negative ændringer i

VAR-modellen, men aftager relativt hurtigt i forhold til hvad ARDL-modellen ligger op til. Samtidig opleves effekten fra inflationsforventningerne mere moderat i VAR-modellen, hvor også outputgabets indvirkning på inflation er relativ lav. Dermed kan det tolkes som om, at ARDL-modellen angiver en stærkere sammenhæng, eftersom inflationsforventninger opnår en større betydning. Begge modeller angiver desuden sammenhænge, der er tilsvarende den teoretiske forståelse. Forskellene mellem modellerne kan tolkes som om, at antagelsen om eksogene variable i ARDL-modellen er problematisk, hvorfor VAR-modellen burde give resultater, som afspejler den faktiske dynamik bag ændringerne i inflationen.

PC-kurve sammenhængen kan delvist forklare inflationsudviklignen i den amerikanske økonomi. PC-kurven oplever problemer i forbindelse med coronapandemien, i forhold til at forklare inflationens udvikling. Pandemien medførte en række stød til økonomien, hvorfor den estimerede sammenhæng oplever problemer i forhold til at forklare de relativt store udsving i inflationen. Derfor vil den næste del af analysen fokuserer på disse stød, for at opnå en fyldestgørende analyse af inflationsudviklingen.

7.2 Pandemiens indvirkning på inflationen

Coronapandemien har medført en tiltagende inflation, hvor inflationsrater er på de højeste niveauer siden 1980'erne. Den kraftige tilvækst i inflationen kan ikke forklares udelukkende ved at benytte den estimerede PC-kurve. Outputgabet er negativt og inflationsforventningerne, et år frem, overstiger ikke 3% i 2021, dette kan observeres i appendiks A fig. A.2 og A.3. Dermed må andre faktorer undersøges, for at forklare den observerede udvikling i inflationen. Der vil tages udgangspunkt i efterspørgsels- og udbudsfaktorer til at forklare udviklingen. Dermed er der hovedsageligt fokus på kortsigtede faktorer, mens implikationerne af disse diskuteres i forhold til inflationens udvikling.

For at estimere hvorledes en række variable påvirker inflationen benyttes VAR-modeller. Der opsættes en model, som relateres til efterspørgselsfaktorer og en model, der relateres til udbudsfaktorer. Der benyttes et 2-models setup, da tidsperioden for empirien er relativt kort, samtidig med at en VAR-model hurtigt opnår mange frihedsgrader ved at inkludere flere variable. Dermed tillader dette setup at holde modellerne relativt simple i forhold til modellernes omfang. Efterfølgende vil de mest relevante udbudsfaktorer og efterspørgselsfaktorer indgå i en ny VAR-model. Denne model benyttes til at bekræfte disse faktores indvirkning på inflationen. Til selve analysen benyttes IRF'er, hvorfor den økonometriske fremgangsmåde er den samme som ved estimationen af PC-kurve.

7.2.1 Demand pull

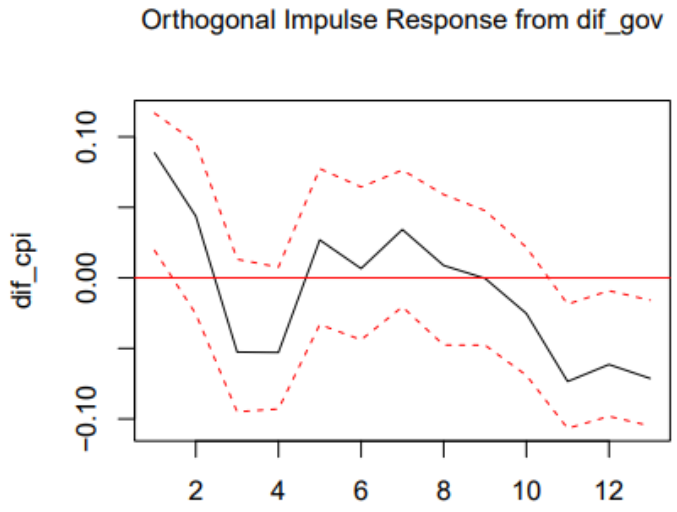
Den første model, som estimeres, har fokus på efterspørgselsfaktorer. I denne model indgår følgende variable; det føderale budget, forbrug af både varige og ikke varige forbrugsgoder, inflationen og pengemængden. Offentligt forbrug herunder investeringer, overførsler mm. har en positiv indvirkning på efterspørgslen. Et underskud på det føderale budget forventes at have en sammenhæng med forøget offentligt forbrug, hvorfor det føderale budget inddrages som en proxy for det offentlige forbrug. Forbruget af forbrugsgoder er inddraget, da det private forbrug udgør en stor andel af efterspørgslen i en økonomi. Forbrug af services er udeladt grundet de nedlukninger, som fandt sted under coronapandemien. Pengemængden inddrages grundet den stærke teoretiske sammenhæng med inflationen, samtidig med at FED gennemførte en ekspansiv pengepolitik under coronapandemien. Pengemængden er foretrukket fremfor renten, da renten gennem perioden har været meget lav.

Variablene indgår i den rækkefølge, som de er præsenteret i ovenstående. Det føderale budget indgår som første variabel, eftersom forøget offentligt forbrug direkte øger efterspørgslen, hvilket kan have afledte effekter på både forbruget og inflationen. Samtidig forventes det, at det føderale budget i lav grad oplever samtidseffekter fra de øvrige variable, da denne variabel er politisk. Den anden variabel er forbrug af ikke varige forbrugsgoder. Der forventes ikke samtidseffekter fra andet end offentligt forbrug primært grundet goder, såsom mad og benzin klassificeres som ikke varige forbrugsgoder. Herefter indgår forbrug af varige forbrugsgoder, da denne i højere grad inkluderer goder, hvor forbruget kan udskydes. Et eksempel kunne være køb af en ny bil, hvor dette forbrug i højere grad kan udsættes i forhold til køb af benzin. Inflationen indgår herefter, hvilket betyder, at de tidligere variable har mulighed for at påvirke inflationen med en samtidseffekt. På grund af trægheder i økonomien, vil inflationen i lavere grad påvirke forbruget med en samtidseffekt. Dette er især gældende, da der benyttes månedligt data. Den sidste variabel er pengemængden. Eftersom pengepolitikkens påvirkning af økonomien først indtræffer efter en periode, samtidig med at beslutningsprocessen omkring pengepolitikken forventes at afspejle det nuværende økonomiske miljø, anses det som naturligt, at inkludere pengemængden som sidste variabel.

VAR-modellen er estimeret med 9 lags. Dette afviger fra informationskriterierne som indikerede behovet for flere lags. Der er kun benyttet 9 lags, da et højere antal lags medførte ustabilitet i modellen. Denne opsætning medfører også homoskedasticitet i modellen, selvom testen er lige på grænsen af signifikansniveauet, hvilket ikke er tilfældet ved brug af et lavere antal lags. Tests for seriel korrelation viser ikke tegn på svagheder i modellen, hvorimod der ikke findes normalitet. Den manglende nor-

malitet anses ikke som problematisk grundet antallet af datapunkter. Dermed vil en VAR-model med 9 lags være tilfredsstillende i henhold til modeldiagnostik. Disse testresultater mm. kan forfindes i appendiks C figur C.11 til C.15. Dermed kan modellen benyttes til den videre analyse, som vil centrere sig om hvorledes stød til modellens variable påvirker inflationen. Her benyttes IRF'er, hvor der er beregnet et 68% konfidensinterval gennem simuleringsmetoden. Præsentationen af figurerne opstilles i samme rækkefølge, som empirien blev integreret i modellen.

Udover denne VAR-model, er der estimeret endnu en VAR-model, hvor empirien er begrænset, så tidsperioden med coronapandemien ikke indgår. Formålet med at estimere en VAR-model uden pandemien er, at den skal fungere som sammenligningsgrundlag for den VAR-model, der inkluderer pandemien. Ved at benytte begge modeller, kan det direkte observeres, hvorledes nogle variable har opnået større eller mindre betydning for inflationens udvikling, som følge af pandemien. Der er naturligvis usikkerheder forbundet med denne sammenligning, da modellens dynamik kan ændre sig og der benyttes estimater. Ydermere kan modellen kun inkludere relativt få lags, 2 i dette tilfælde, da den korte tidsperiode ellers betyder, at modellen forekommer ustabil. Modellen viser ikke tegn på heteroskedasticitet eller problemer med seriel korrelation, men udviser ikke normalitet, hvilket igen ikke anses som problematisk. Disse IRF'er ikke direkte indgå i projektet, men kan findes i appendiks D figur D.1 til D.4, da de benyttes som sammenligningsgrundlag.



Figur 7.5: IRF for stød til det føderale budget med respons fra CPI. Egen fremstilling

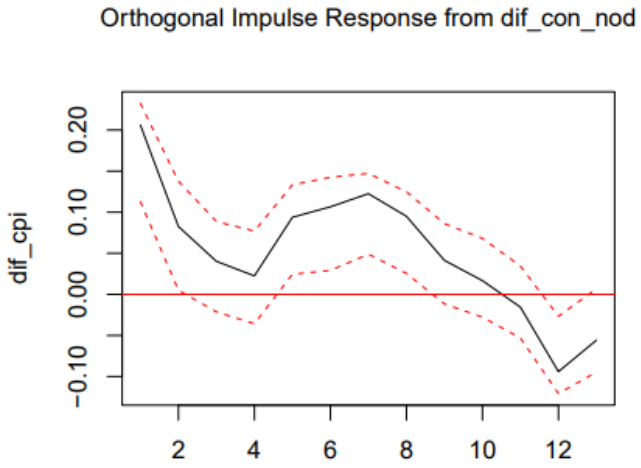
Figur 7.5 illustrerer et stød på 1 standardafvigelse til det føderale budget og responsen i inflationen. Empirien afspejler ændringer, fordi der er benyttet differensen på dataet, hvorfor et positivt stød i denne sammenhæng betyder budgettet ændrer sig mod overskud. Her observeres en højere inflation, i den første perioder, som følge af stødet, hvilket umiddelbart er overraskende, eftersom stødet vil forbindes med lavere offentligt forbrug og dermed have en kontraktiv indvirkning på økonomien. Dette betyder, at stødet forventes at have en negativ indflydelse på inflationen, hvilket først kan observeres som en signifikant effekt fra periode 11. En mulig forklaring på, at der ikke forekommer en negativ indvirkning på inflationen, kan være, at et budget med overskud er forbundet med gunstige økonomiske forhold i form af økonomisk vækst og lav arbejdsløshed. I sådanne en situation vil automatiske stabilisatorer øge budgetoverskuddet, samtidig med at de økonomiske forhold bidrager til tiltagende inflation. Dynamikken med tiltagende inflation, som følge af en højkonjunktur, er ligeledes påvist i estimationen af PC-kurven.

Overordnet er stødet til det føderale budget forbundet med en insignifikant effekt på inflationen. Denne observation er ikke overraskende med baggrund i outputgabets relativt lave indvirkning på inflationen ved PC-kurve estimationen. Teoretisk set vil det føderale budgets indvirkning på inflationen ligeledes være begrænset, og af midlertidig karakter, da der er tale om en afledt effekt fra finanspolitikken. Ydermere vil ændringer i det føderale budget ikke påvirke pengemarkedet direkte, hvorfor inflationen ikke påvirkes på længere sigt. Der observeres først en negativ indvirkning på inflationen fra periode 11. En årsag til denne effekt ikke fremgår tidligere, kan være de økonomiske trægheder, samtidig med finanspolitikken ikke påvirker inflationen direkte. Det observeres ligeledes, at effekten forsætter længere end de perioder, som er angivet i figur 7.5. Effekten på inflationen forekommer negativ, over en tidsperiode, med aftagende effekt, hvilket er i overensstemmelse med teorien. Dermed må forøgelsen i inflationen, der observeres i den første periode, være en afvigelse fra den faktiske effekt, som det lavere offentlige forbrug har på inflationen.

Derudover kan et lavere offentligt forbrug være forbundet med en effekt, som potentielt skal karakteriseres som mellemlang, grundet effekten i denne model påvirker inflationen i omegnen af 3 år. En længeresigtet effekt må også tilskrives det relativt høje antal lags i VAR-modellen. Eftersom modellen, i henhold til informationskriterierne, skulle have inkluderet flere lags kan det dermed også forventes, at effektens varighed er endnu længere, end det som er påvist i denne model.

Sammenlignes der med en tilsvarende IRF, beregnet med udgangspunkt i VAR-modellen, som ikke inkluderer pandemien, observeres der ikke samme negative indvirkning på ændringen i inflationen. Denne observation er interessant, da det kan

indikere at det offentlige forbrug ikke havde nævneværdig betydning før pandemien. Derimod betyder pandemien, at det offentlige forbrug steg, i så væsentlig grad, at det fik betydning for inflationen. I så fald har de store underskud på det føderale budget potentielt været en medvirkende faktor til den stigning i inflationen, som er observeret i 2021.



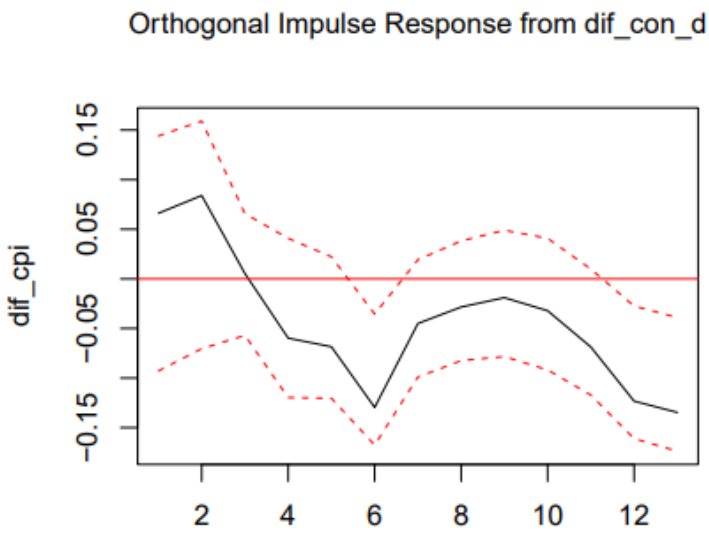
Figur 7.6: IRF for stød til forbruget af ikke varige forbrugsgoder med respons fra CPI. Egen fremstilling

Den næste IRF illustrerer, hvorledes inflationen reagerer på et stød til forbruget af ikke varige forbrugsgoder. Teoretisk vil dette stød tilsvare øget efterspørgsel i økonomien, hvilket medvirker til at inflationen tiltager. Dette hænger sammen med, at virksomheder modsvarer den øgede efterspørgsel med prisstigninger. Prisstigningerne vil dog medføre, at den øgede efterspørgsel aftager, hvorfor det må forventes at være en kortsigtet effekt. Figur 7.6 afspejler ligeledes denne udvikling, hvor den positive ændring i forbruget af ikke varige forbrugsgoder, medfører en positiv ændring i inflationen. Denne effekt er signifikant i den første periode, hvorefter den gradvist aftager, for at forekomme signifikant positiv fra periode 5 til 8. Herfra observeres et lille fald i inflationen, men overordnet går effekten mod 0. Det samme udvikling observeres hvis figuren udvides. Effekten forsvinder langsomt, mens der kun observeres en kortvarige signifikant positiv effekt efter ca. 2 år. Den teoretiske udvikling er dermed overordnet set observerbar i empirien.

Eftersom en forøget efterspørgsel kan sammenkobles med en tiltagende inflation, kan det være overraskende at inflationen ændres positivt over 2 forskellige tidsperioder, hvor disse perioder er delt af en insignifikant positiv ændring i inflationen. En forkla-

ring på at den positive ændring i inflationen ikke observeres som stødt aftagende, kan være forbundet med trægheder i økonomien. Der vil umiddelbart observeres prisstigninger, men stigningerne vil ikke afspejle det positive stød, som efterspørgslen reelt oplever, hvorfor der efter en periode igen opleves prisstigninger. Denne udvikling kan ligeledes give anledning til kortvarige fald i priserne, såfremt de ændrede priser afspejler nogle overoptimistiske forventninger til tilvæksten i inflationen eller efterspørgslen. Denne udvikling er konsistent med implikationerne fra økonomiske trægheder, hvorfor det i forhold til inflationen giver mening at diskutere trægheders indvirkning på økonomien. Eftersom der findes trægheder i økonomien, kan disse også bidrage til, at stødet til efterspørgslen påvirker inflationen over en relativ lang tidsperiode. Dette har en sammenhæng med, at prisændringerne sker over tid, og relativt til de priser som observeres, hvorfor inflationen ændrer sig gradvist, i modsætning til en stor ændring såfremt priserne var perfekt fleksible.

Observeres den tilsvarende IRF, hvor pandemien ikke er inddraget, findes der en væsentlig mindre ændring i inflationen. Her ses udviklingen som en umiddelbar tiltagende inflation, efterfulgt af en aftagende inflation, hvorefter ændringen i inflationen forekommer uændret. Dermed kan forskellen mellem IRF'erne tolkes som om, at efterspørgslen har opnået en højere indvirkning på inflationen under pandemien. Dette kan forklares ved den store ændring af forbrugsmønstret, som hang sammen med delvis nedlukning af serviceerhvervene. Dette betød, at der blev forbrugt flere forbrugsgoder, hvilket skabte en relativ stor stigning i efterspørgslen. Det er denne markante stigning, som kommer til udtryk ved stigningen i inflationen.



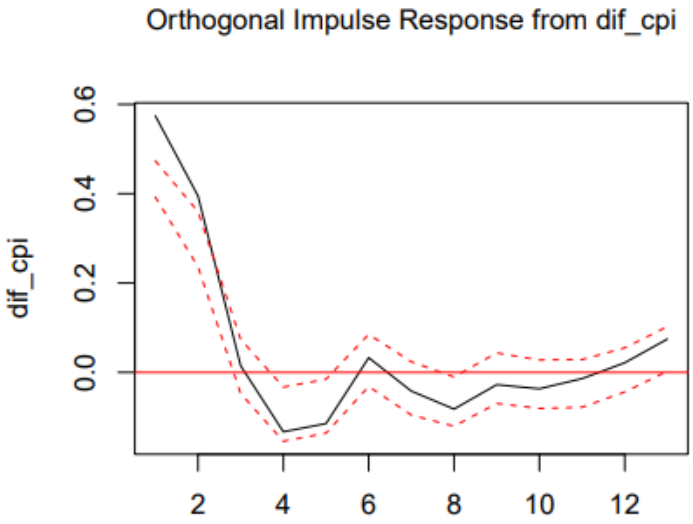
Figur 7.7: IRF for stød til forbruget af varige forbrugsgoder med respons fra CPI. Egen fremstilling

Figur 7.7 illustrerer, hvorledes et stød til forbruget af varige forbrugsgoder påvirker inflationen. Udviklingen må forventes at følge tæt på samme udvikling, som det var tilfældet i den forrige IRF figur 7.6. Forventningen baseres på, at begge figurer omhandler efterspørgslen på varemarkedet, hvorfor der i teorien ikke burde være væsentlig forskel på, om den øgede efterspørgsel er på biler eller tyggegummi. Sammenlignes de 2 figurer findes der markante forskelle. Figur 7.7 angiver ikke nogen signifikant positiv ændring i inflationen, derimod observeres 2 signifikante negative ændringer i inflationen. Denne dynamik gentager sig, såfremt IRF'en inkluderer flere perioder, hvor der over flere år, gentagende gange observeres disse signifikante negative ændringer i inflationen.

Der kan argumenteres for 2 mulige forklaringer, som i sammenhæng kan være medvirkende til, at den øgede efterspørgsel på varige forbrugsgoder, ikke giver anledning til tiltagende inflation. For det første kan flere af de varegrupper, som kategoriseres som varige forbrugsgoder, anses som deflationærer. Et typisk eksempel på dette er elektronik, hvor priserne på eksempelvis TV falder relativt hurtigt over tid, grundet den teknologiske udvikling. En anden forklaring kan være de flaskehalse og leveringsproblemer, der er opstået som følge af pandemien. Dette har især betydet lange leveringstider for biler, computere, højtalere mm. hvilke kan hæmme virksomhederne i at hæve deres priser. Samtidig opbygges der ordrebøger inden for mange af disse

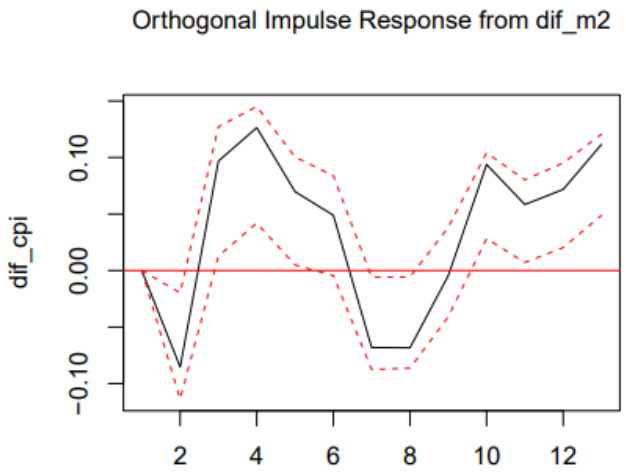
forbrugsgoder, hvilket kan betyde at priserne reelt ligger fast frem til levering. Disse forklaringer kan dermed medvirke til at forstå den negative effekt, som den højere efterspørgsel medfører. Pandemien må samtidig forventes at forstærke dette, da en større andel af forbruget blev flyttet mod forbrugsgoderne, som det også blev forklaret i forbindelse med stødet til forbruget af ikke varige forbrugsgoder.

Foretages samme analyse, hvor pandemien ikke indgår i empirien, vil det højere forbrug medføre en forøget inflation. Tilvæksten i inflationen forekommer kun signifikant i IRF'en uden pandemien i 3. periode, hvorfor der er en del usikkerhed omkring dette resultat. Til trods for usikkerheden, anses denne observation som belæg for, at pandemien har haft en væsentlig indvirkning på forbruget af varige forbrugsgoders indflydelse på inflationen. Denne indvirkning har været af negativ karakter, hvorfor figur 7.7 angiver en deflationær tendens.



Figur 7.8: IRF for stød til CPI inflationen med respons fra CPI. Egen fremstilling

Den næste IRF, figur 7.8, angiver hvorledes inflationen reagerer på et stød til inflationen. Det observeres, hvorledes inflationen relativt hurtigt konvergerer mod en ændring på 0, efter den umiddelbare positive ændring i inflationen. Denne udvikling ændres ikke væsentligt over en længere tidshorisont. Dette viser umiddelbart at en ændring i inflationen relativt hurtigt indarbejdes, hvorefter der ikke forekommer yderligere ændringer. Dermed vil andre chok ikke opleve en mærkbar forlænget effekt.



Figur 7.9: IRF for stød til pengemængden med respons fra CPI. Egen fremstilling

Den sidste IRF illustrerer, hvorledes inflationen reagerer på et stød til pengemængden. Dette stød burde i teorien have en stor effekt på inflationen, da pengemarkedet er helt central for inflationen. Forventningen bekræftes i figur 7.9, hvor stødet til pengemængden medfører en signifikant positiv ændring i inflation, i flere perioder. Udvides IRF'en, således der dækkes en længere tidsperiode, kan det observeres at stødet til pengemængden giver anledning til tiltagende inflation over en 3-4 årig periode. Dermed antyder denne analyse, at et stød til pengemængden medfører en relativ længere varende effekt på inflationen, uden der er tegn på, at inflationen falder tilbage til tidligere niveauer. En anden observation er det umiddelbare fald i inflationen i periode 1 og 2. Denne udvikling kan anses som modstridende, men er ganske forventelig, eftersom pengepolitiske ændringer medfører en lagget effekt. Dermed kan denne negative ændring i inflationen, ses som et tegn på en lempelse af pengepolitikken, hvilket i høj grad er sket som reaktion på fald i inflationen, inden for den valgte tidsperiode. Ydermere kan der observeres flere kortvarige negative ændringer i inflation, som er en naturlig del af den konvergens der finder sted, eftersom modellen er stationær, hvorfor ændringer vil gå mod 0. Ved at undersøge den kumulerede effekt, fra et stød til pengemængden, observeres ligeledes en langvarig tilvækst i inflationen.

Der kan sammenlignes med den tilsvarende IRF beregnet fra VAR-modellen, som ikke inddrager pandemien. Her observeres, hvorledes pengemængden ikke medfører en signifikant positiv ændring i inflationen, selvom det er relativt tæt på, at ændringen er signifikant i en periode. Dette modstridende resultat, kan forklares ved at perioden før pandemien og efter finanskrisen, kan karakteriseres som en periode med

stabil vækst i pengemængden. Dermed vil inflationen i teorien ligeledes udvise en stabil vækst, hvorfor modellen kan have problemer med at indfange sammenhængen mellem pengemængden og inflationen. Da pandemien indtraf, skete der en relativ stor forøgelse af pengemængden, hvilket danner grundlaget for denne sammenhæng og kan observeres i appendiks A figur A.10.

Modellen angiver dermed følgende sammenhænge. Ved et stød til offentligt forbrug observeres en negativ ændring i inflationen, som forekommer med et lag og aftager over tid. Forbruget af forbrugsgoder angiver en positiv tilvækst i inflation for ikke varige forbrugsgoder og en negativ tilvækst i inflation for varige forbrugsgoder, som påvirker inflationen over flere år. Der er nogle betingelser, som også tidligere nævnt, der kan være væsentligt påvirket af pandemien, hvorfor en langvarig effekt fra disse variable ikke findes sandsynlig. Dermed anses det som naturligt at pengemængden, som den eneste variabel, har langsigtede konsekvenser for inflationen. Dette bekræftes ligeledes gennem analysen, hvor pengemængden har den største langvarige effekt. Resultatet kan dermed anses som en bekræftelse af det teoretiske grundlag.

Dermed har flere væsentlige variable, som kan relateres til en efterspørgselsrelateret inflation, altså demand pull inflation, været analyseret gennem en VAR-model. Overordnet set har disse resultater været i overensstemmelse med det teoretiske grundlag. Analysen har ligeledes belyst, at variable som forbrug af forbrugsgoder, offentligt forbrug og pengemængden har været væsentlige for den tiltagende inflation, der er observeret som følge af pandemien. Dette er dog kun ét perspektiv, eftersom udbudssiden af økonomien ligeledes er blevet ramt af væsentlige choks. Grundet dette vil næste del omhandle cost push inflation.

7.2.2 Cost push

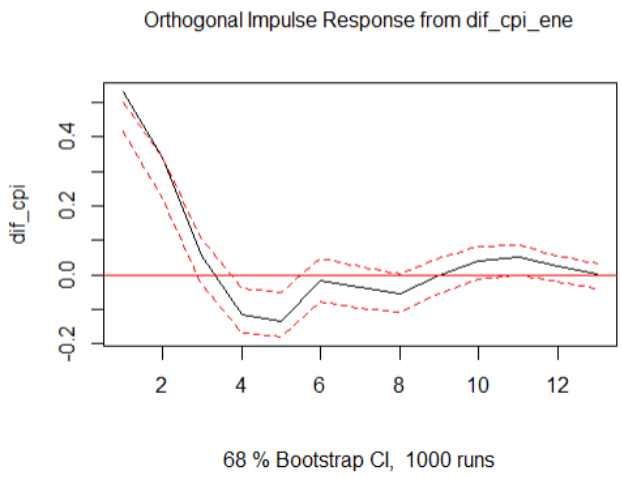
En ny VAR-model vil blive estimeret til at analysere udbudssiden af økonomien og dens indvirkning på inflationen. I denne model vil variablene energipriser, råmaterialepriser, fragtrater, inflation og lønninger. Alle variable kan anses som omkostninger for virksomhederne i forbindelse med produktionen, hvorfor de er relevante, i forhold til at undersøge hvorvidt der er tegn på cost push inflation. Energipriser har historisk set haft stor betydning for virksomhedernes omkostninger, og Har stor indflydelse for flere virksomheder. Samtidig er industriproduktion forholdsvis energitung, hvorfor især disse erhverv rammes hårdt ved stigende energipriser. Råmaterialepriser kan anses som et heterogent begreb, hvorfor der benyttes et indeks. Denne variabel er central, eftersom råmaterialer er et relativt vigtigt input i produktionen.

Fragtrater indgår i modellen, da dette marked især oplevede flaskehalse, stigende priser og nedlukning grundet pandemien. Der benyttes et indeks for spotprisen, på at få fragtet en 20 fods container fra Shanghai via en af de mest benyttede handelsruter. Inflationen indgår naturligvis for at kunne måle effekten herpå. Som sidste variabel indgår løn fra produktionsmedarbejder uden ledelsesansvar. Lønnen er en stor omkostning for virksomheder, samtidig med at lønnen er central teoretisk, i forhold til inflationsudviklingen på kort og mellemlang sigt. Ved at benytte lønnen fra produktionsmedarbejder uden ledelsesansvar, opnås der løndata fra en rigtig stor gruppe af lønmodtagerne. Samtidig forventes det at dette lønindeks afspejler de generelle lønninger for middelklassen.

Eftersom der benyttes en Cholesky decomposition til at beregne IRF'erne, vil rækkefølgen af variablene diskuteres. Variablene indgår i samme rækkefølge, som de blev præsenteret, hvorfor energipriser er første variabel. Energiprisen er i høj grad drevet af Organization of the Petroleum Exporting (OPEC) landenes politiske beslutninger samt finansiel spekulation. Dermed anses indvirkningen fra de øvrige variable som værende begrænset indenfor samme tidsperiode. Ydermere har energipriser en stor betydning for inflationen og fragtrater, hvorfor energipriserne indgår som første variabel. Råmaterialepriserne indgår som anden variabel, da disse i høj grad er påvirket af udbud og efterspørgsel, mens det forventes at kunne påvirke de efterfølgende variable med en samtidseffekt. Denne samtidseffekt opstår gennem virksomhedens omkostningsside, hvor råmaterialer i mange tilfælde må forventes at udgøre en væsentlig andel. Den tredje variabel er fragtrater, som indgår før inflation og løn, således tiltagende fragtrater kan påvirke inflationen med en samtidseffekt. Fragtraterne er ligeledes styret af udbud og efterspørgsel, hvor udbudssiden er relativt fastlåst grundet begrænset udbud af skibe på kort sigt. Dermed vil højere efterspørgsel, hvilket eksempelvis kommer til udtryk ved et højere forbrug af forbrugsgoder, forøge fragtraterne på kort sigt. Herefter indgår inflationen som næstsidste variabel. Sidste variabel er løn, der anses som en relativ træg variabel. Dette betyder, at ændringer i den økonomiske situation først vil afspejles i lønudviklingen efter en periode.

Med udgangspunkt i en række informationskriterier, og for at opnå en tilfredsstillende model, er VAR-modellen estimeret med 6 lags. Der er foretaget modeldiagnostik, som ikke angiver problemer i forhold til stabilitet, homoskedasticitet og seriel korrelation, mens normalitet forsat er problematisk. Disse tests kan findes i appendiks C figur C.16 til C.20. Dermed anses modellen som værende tilfredsstillende i forhold til at producere pålidelige resultater. Der er ligeledes estimeret en VAR-model, hvor pandemien er ekskluderet fra tidsperioden. VAR-modellen uden pandemien er estimeret med 2 lags i henhold til informationskriterierne. Den kortere tidsperiode medfører, at modellen skal indeholde færre lags, men der findes ingen problemer med diagnostik. Som

det var tilfældet i demand pull afsnittet, vil VAR-modellen uden pandemien benyttes som sammenligningsgrundlag. De IRF'er som beregnes fra denne model vil ligeledes findes i appendiks D figur D.5 til D.8. IRF'erne fra VAR-modellen, som inkluderer pandemien, vil præsenteres hvor stødene til variablene er i samme rækkefølge som variablene er præsenteret.



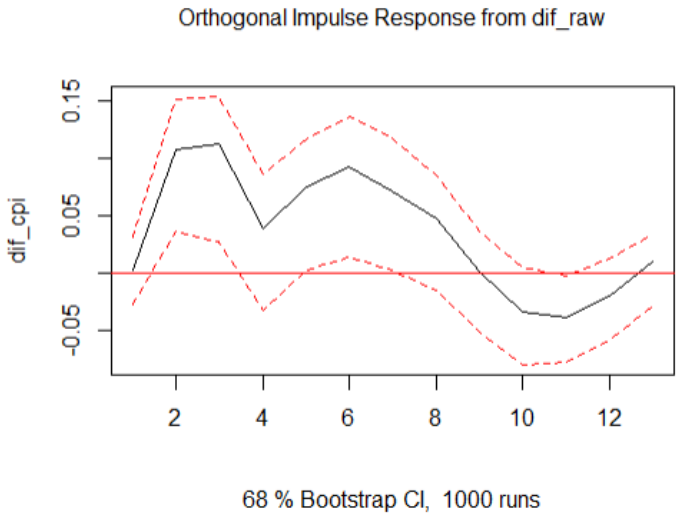
Figur 7.10: IRF for stød til energipriserne med respons fra CPI. Egen fremstilling

Figur 7.10 illustrerer, hvorledes et stød til energipriserne påvirker inflationen. Der observeres en relativ stor positiv ændring i inflationen som følge af stødet til energipriserne. Effekten aftager frem til periode 4, hvor der observeres en kortvarig signifikant negativ ændring i inflationen i periode 4 og 5. Herefter observeres der ikke flere signifikante ændringer i inflationen, hvorfor indvirkningen fra stødet på inflationen er aftaget.

Den relative kraftige stigning i inflationen er forventelig, eftersom energipriser udgør en relativ stor andel af CPI inflationen[10]. Denne direkte effekt betyder, at inflationen vil reagere betydeligt som følge af et stød til energipriserne. Udover den direkte effekt forekommer der en indirekte effekt, da højere energipriser forøger virksomhedernes omkostninger, hvorfor virksomhederne vil hæve priserne. I modsætning til demand pull scenariet vil en stigning i priserne sænke efterspørgslen, i forhold til den efterspørgsel som opleves inden stødet til økonomien. Af denne årsag vil virksomhederne i nogen grad påtage sig en andel af de stigende omkostninger, hvilket medvirker til prisstigningerne begrænses. Prisændringerne vil samtidig justeres over tid grundet træghederne i økonomien. Justeringsprocessen kan være en forklaring på den negative ændring i inflationen omkring periode 4 og 5. Effekten på inflationen kan anses som

relativt længerevarende, hvilket skyldes der ikke observeres en tilstrækkelig negativ ændring i inflationen, som kan modsvare den positive ændring. I henhold til teorien vil det forventes, at et stød til energipriserne kun medfører kortsigtede konsekvenser for inflationen. En potentiel forklaring på dette fænomen kan være en øget pengemængde som modsvar til højere energipriser, eller OPEC's monopollignende situation, som tillader dem at manipulere energimarkedet. I teorien vil de højere energipriser medføre tiltagende produktion af energi, samt initiativer som skal begrænse forbruget af energi. Eftersom OPEC producerer så stor en andel af verdens energi, kan de hæmme en tiltagende produktion, hvorfor energiprisen kan manipuleres til højere niveauer.

Sammenlignes der med den tilsvarende IRF fra VAR-modellen uden pandemien, observeres der overordnet den samme udvikling. Det kan betragtes som overraskende, eftersom energipriserne, grundet genåbningen efter corona-nedlukninger, steg markant hvilket potentielt kunne øge energiprisernes indvirkning på inflationen. Dette indikerer, at energiprisernes betydning for inflationens udvikling har været nogenlunde konstant. Samtidig er det muligt, at de stigende energipriser i høj grad er absorberet af virksomhederne på kort sigt. En anden forklaring kan være corona-nedlukningerne medførte lavere energiforbrug, hvorfor energipriserne ikke oplevede samme tilvækst, hvilket kan modsvare den større stigning i priserne som følge af genåbningen. Disse to modstridende tendenser kan dermed have modvirket hinanden, hvorfor pandemien ikke har haft påvirkning på energiprisernes indvirkning på inflationen.

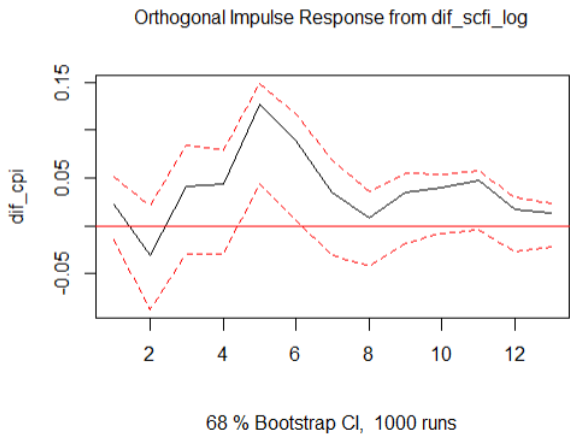


Figur 7.11: IRF for stød til råmaterialepriser med respons fra CPI. Egen fremstilling

Figur 7.11 viser et stød til råmaterialepriser og responsen i inflation. Der observeres en signifikant positiv respons i periode 2 og 3, hvorefter effekten aftager i den efterfølgende periode. Der observeres igen en signifikant ændring i inflationen ved periode 6, hvorefter der observeres en aftagende ikke signifikant effekt. Responsen i inflationen observeres samtidig som relativ lav sammenlignet med inflationens respons til energipriserne. Forskellen mellem de 2 figurer understreger vigtigheden af energipriserne i forhold til inflationens udvikling. Råmaterialepriserne er samtidig en relativ vigtig andel af virksomhedernes omkostninger, hvorfor de har en indvirkning på inflationen.

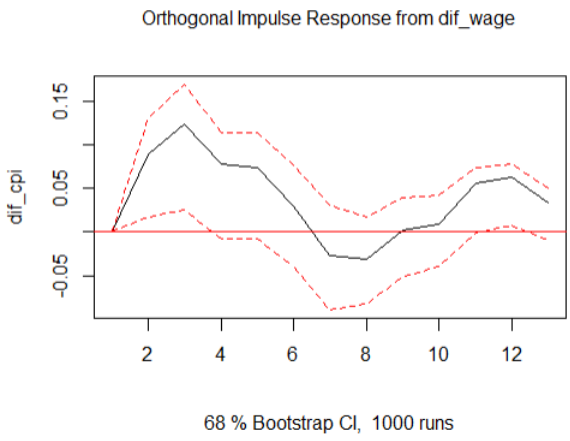
Den tiltagende inflation kan sammenkobles med virksomhedernes ønske om at bibeholde deres profitmargin, hvorfor øgede inputomkostninger, i form af råmaterialer, overføres til priserne. Effekten observeres med et lag af 2 omgange, hvilket kan indikere trægheder, som betyder virksomhederne ikke er i stand til at overføre omkostningerne direkte til priserne. Ydermere observeres der ingen signifikant negativ ændring i inflationen, hvilket kan indikere priserne forbliver på det højere niveau, såfremt der ikke foretages en tilpasningsproces. Stødet til råmaterialepriser kan dermed betragtes som kort- til mellemlangsigtet, da tilpasningsprocessen, som angives i det teoretiske grundlag, ikke er observerbar. Udviklingen kan antyde, at virksomhederne bibeholder de højere priser, som stødet til råmaterialer medførte, fremfor at justere produktionen for at kompensere for de øgede råmaterialepriser. På lang sigt forventes det, at der sker en tilpasning i økonomien, hvor forbruget søger mod forbrugsgoder der i lavere grad påvirkes af højere råmaterialepriser. Virksomhederne vil samtidig forsøge at optimere produktionen således de forøgede inputomkostninger minimeres. Dette betyder, at et stød til råmaterialepriser ikke medfører en permanent forhøjet inflation.

Sammenlignes der med den tilsvarende IRF fra VAR-modellen uden pandemien, observeres der overordnet set den samme udvikling. Den primære forskel observeres i periode 6, hvor VAR-modellen uden pandemien angiver en lille signifikant negativ ændring i inflationen. Forskellen mellem de to IRF'er kan tolkes som om den tidligere nævnte tilpasningsproces, i højere grad forekom før pandemiens start. Dette kan forklares ved at cost push chokket, gennem stigende råmaterialepriser, forekommer med en længerevarende effekt, som følge af pandemien. Grundet den relative høje usikkerhed, som er forbundet med VAR-modellen uden pandemien, kan den observerede udvikling dog potentielt tillægges denne usikkerhed.



Figur 7.12: IRF for stød til fragtraterne med respons fra CPI. Egen fremstilling

Figur 7.12 illustrerer, hvorledes et stød til fragtraterne påvirker inflationen. Der observeres en positiv signifikant effekt i periode 5, og herefter ingen signifikante effekter, selvom fragtraterne steg markant som følge af pandemien. Dermed kunne det forventes, at fragtraterne havde en større signifikant indvirkning på inflationen. En mulig årsag til dette ikke er tilfældet, er, at fragten indgår, som relativ lille andel, af de samlede omkostninger til produktionen af et forbrugsgode. Derfor vil en markant stigning i fragtraterne formentlig påvirke virksomhedernes omkostninger i lav grad. En anden årsag til der ikke observeres en større indvirkning på inflationen, kan være virksomhederne anser de højere fragtrater som midlertidige. I denne sammenhæng kan det betyde, at virksomhederne selv absorberer den øgede omkostning for at undgå at justere deres priser. Ydermere kan det være udfordrende for virksomhederne at overføre de øgede omkostninger, som følge af tiltagende fragtrater, til priserne på deres varer. En årsag til denne udfordring kan være menu omkostninger, hvorfor de relativt små påkrævede prisændringer ikke foretages, som følge af de øgede fragtrater. Dermed anses de øgede fragtrater ikke som en decideret medvirkende faktor til den højere inflation.



Figur 7.13: IRF for stød til lønnen med respons fra CPI. Egen fremstilling

Den sidste figur som præsenteres, i forbindelse med cost push inflation, illustrerer et stød til lønningerne og responsen i inflationen. Det observeres, hvorledes stødet til lønningerne medfører en signifikant positiv ændring i inflationen frem til periode 3. Frem til periode 12 opleves effekten overordnet set som aftagende og insignifikant, hvor der i periode 12 observeres en signifikant positiv ændring i inflationen.

Det er forventeligt, at et positivt stød til lønningerne medfører tiltagende inflation, eftersom lønninger er en væsentlig andel af virksomhedernes omkostninger. Derfor kan det anses som overraskende, at inflationen ikke tiltager i højere grad end det observeres i figur 7.13. Lønninger kan ligeledes anses som relativt træge, da tilpasningsprocessen er relativt langtrukken, og der yderst sjældent opleves en flad eller negativ lønudvikling. I henhold til dette kan det anses som overraskende, at der observeres en signifikant negativ ændring i inflationen. En mulig forklaring på disse observationer kan være lønnes langsomme tilpasningsproces. Den indsamlede empiri, vedrørende løn, kan dermed afspejle tidligere økonomiske forhold, da den økonomiske situation, der opstod grundet pandemien, ikke er indarbejdet i disse lønninger. I denne sammenhæng kan lønudviklingen anses som relativ svag, hvilket potentielt kan medføre en deflationær tendens, som ikke kan observeres i figur 7.13.

Den træge udvikling i lønnen kan samtidig være en medvirkende forklaring på, at stødet til lønnen ikke medfører en større ændring i inflationen. En anden forklaring kan være, at empirien indeholder en forholdsvis lang tidsperiode med lav stabil inflation, hvilket kan dæmpe inflationens respons til stødet. Figur 7.13 kan indikere en potentiel længerevarende højere inflation, som følge af stødet til lønnen. Modsat de øvrige cost push chok kan en højere løn i teorien medfører længerevarende højere

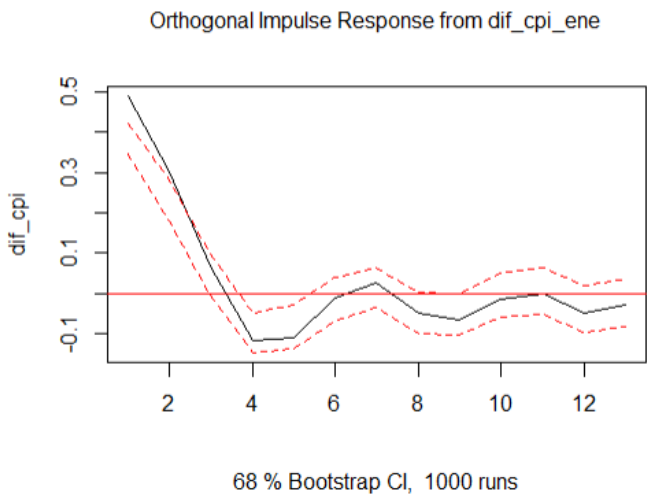
inflation. Dette skyldes en selvforstærkende effekt igennem løn/prisspiralen, hvor en højere løn betyder at virksomhederne hæver priserne, hvilket får de ansatte til at kræve højere løn for at bibeholde deres købekraft.

Sammenlignes der med IRF'en for den tilsvarende VAR-model, der ikke inkluderer pandemien, kan det observeres, at denne ikke har signifikante ændringer i inflationen. Denne observation kan relateres til tidsperiodens relativt stabile inflations- og lønudvikling, som kan observeres i appendiks A figur A.6 og A.15. Eftersom der ikke observeres markante udsving i hverken inflationen eller lønudviklingen, kan det ikke forventes, at en VAR-model er i stand til at finde et signifikant udsving i den ene variabel som følge af et stød til den anden. Forskellen mellem IRF'erne kan ligeledes indikere, at pandemien har medført en begyndende løn/prisspiral. Dette begrundes med det relativt høje inflationsniveau samtidig med en højere tilvækst i lønnen, som ligeledes observeres ved lønnens signifikante indvirkning på inflationen i figur 7.13.

7.3 Kombineret VAR-model

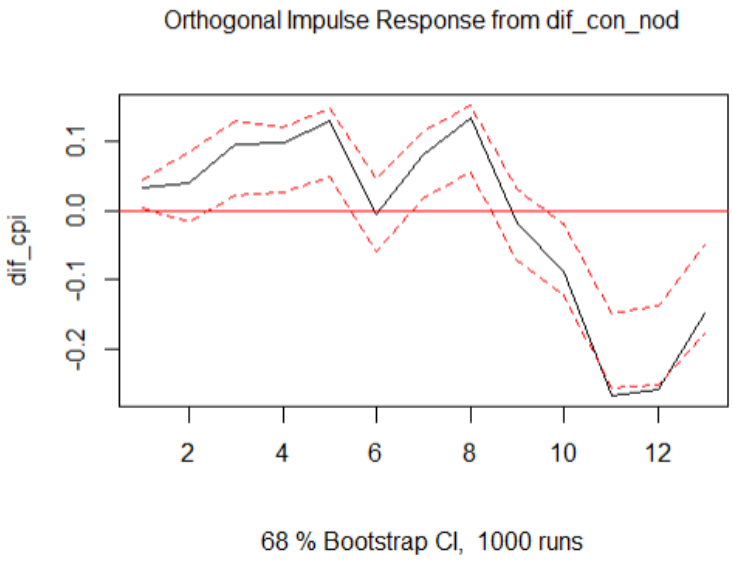
Der er således observeret flere signifikante variable, som kan medføre tiltagende inflation. For at understøtte disse resultater, vil demand pull og cost push faktorerne kombineres. Dette setup kan anses som mere realistisk, da der ikke opretholdes en kunstig opdeling, som potentielt medfører nogle insignifikante effekter fremstår signifikante. Derfor vil der udarbejdes en ny VAR-model, som inddrager de 2 mest signifikante variable fra VAR-modellen med demand pull faktorer og VAR-modellen med cost push faktorer.

Den nye VAR-model er opsat med 9 lags, hvor variablene for energipriserne, forbrug af ikke varige forbrugsgoder, inflation, pengemængden og lønnen indgår i rækkefølgen, som de er nævnt. Der findes modeldiagnostik for denne model i appendiks C figur C.21 til C.25. Argumentationen for denne rækkefølge er den samme som i de tidligere VAR-modeller. Kort opsummeret kan rækkefølgen forklares ved, at energimarkedet reagerer meget hurtigt, forbruget reagerer relativt hurtigt i en økonomi, pengemængden har en lagget effekt på økonomien og lønnens udvikling er relativt træg. Denne nye VAR-model oplever ikke problemer med diagnostik, hvorfor modellen anses som pålidelig. Derfor vil der produceres IRF'er, efter samme fremgangsmåde som med de foregående VAR-modeller, for at undersøge variablenes indvirkning på inflationen, når der både indgår demand pull og cost push faktorer.



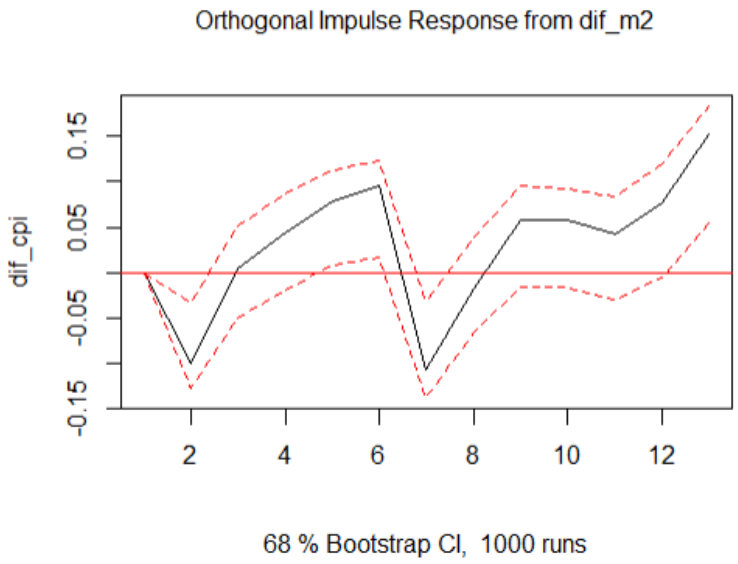
Figur 7.14: IRF for stød til energipriserne med respons fra CPI. Egen fremstilling

Den første IRF fra den nye VAR-model, figur 7.14, viser hvorledes inflationen reagerer på et stød til energipriserne. Denne IRF er relativ tilsvarende IRF'en fra VAR-modellen med cost push faktorerne. Forskellene mellem figurene kan primært tilskrives det større antal lags, der indgår i estimeringen af den nye VAR-model. Et højere antal lags betyder, at effekten forekommer over flere perioder. Dermed anses dette som en bekræftigelse af energiprisernes relativt store indvirkning på inflationen.



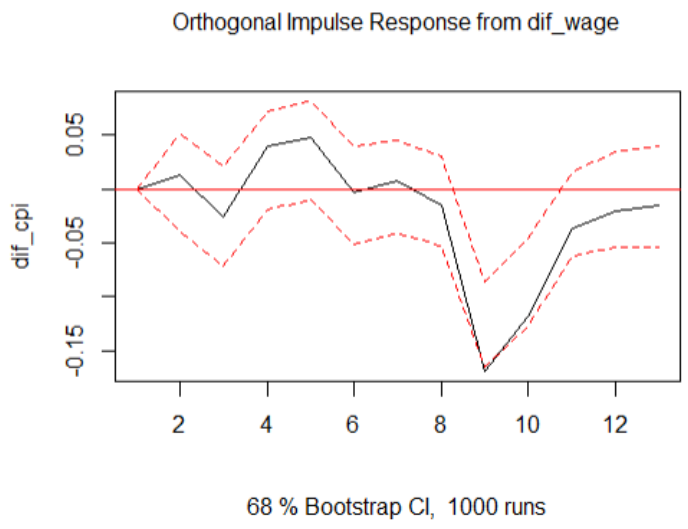
Figur 7.15: IRF for stød til forbruget af ikke varige forbrugsgoder respons fra CPI. Egen fremstilling

Den næste IRF fra den nye VAR-model, figur 7.15, viser hvorledes inflationen reagerer på et stød til forbruget af ikke varige forbrugsgoder. Denne figur adskiller sig fra den tilsvarende IRF fra VAR-modellen med demand pull faktorene. Effekten fra forbruget forekommer, i den nye VAR-model, med en mindre signifikant positiv indflydelse på inflationen. Effekten fremstår ligeledes meget kortsigtet, eftersom periode 10 til 12 er forbundet med en negativ ændring i inflationen, hvilket understreges af den kummelerede IRF. Dette kan antyde, at forbrugt fremstår med en større positiv indvirkning på inflationen såfremt efterspørgslen isoleres, men forbruget har en relativ lav indvirkning på inflationen, i forhold til økonomien som helhed. Dermed anses forbruget af ikke varige forbrugsgoder, som en mindre drivkraft bag inflationens udviklingen.
Dermed har det forøgede forbrug, som blev medført af pandemien, ikke nødvendigvis betydet væsentligt højere priser. En forklaring kan være flaskehalse i forhold til produktionen. Dette kan indikere, at økonomien i højere grad har været udsat for at cost push chok fremfor et demand pull chok. Alternativt kan det umiddelbare fald, i starten af pandemien, som observeres i appendiks A figur A.7, også medvirke til at effekten ikke fremstår mere signifikant. Denne forklaring er dog udfordret af den observerede effekt, som blev observeret i relation til demand pull inflationen i figur 7.6, hvorfor forklaringen omkring økonomien i højere grad har været udsat for et cost push stød, anses som mest sandsynlig.



Figur 7.16: IRF for stød til pengemængden respons fra CPI. Egen fremstilling

Figur 7.16 illustrerer, hvorledes inflationen reagerer på et stød til pengemængden, i forhold til den nye VAR-model. Denne figur afviger ligeledes fra den tilsvarende IRF, som er i forbindelse med demand pull faktorerne. Den primære forskel består af den relativt større positive ændring i inflation, i den sidste periode. Derudover fremstår figur 7.16 overordnet set mindre signifikant end figur 7.9. Dermed angiver figur 7.16 en større lagget effekt, hvilket er nogenlunde konsistent med litteraturen [13]. Derudover observeres en potentiel langsigtet effekt, hvilket angives ved en relativ stor positiv kumulativ ændring i inflationen 60 perioder frem i tiden. På denne baggrund kan figur 7.16, anses som en bekræftigelse af de tidligere resultater. En forøgelse af pengemængden medfører en tiltagende inflation, hvilket indtræder med en lagget effekt. Dermed bekræfter resultatet også teorien omkring denne sammenhæng.



Figur 7.17: IRF for stød til lønnen respons fra CPI. Egen fremstilling

Den sidste IRF fra den nye VAR-model, figur 7.17, viser hvorledes inflationen reagerer på et stød til lønnen. Der observeres en række markante forskelle, i forhold til figur 7.13, hvor der i figur 7.17 ikke observeres nogen signifikant positiv effekt, men derimod en signifikant negativ effekt i periode 9 og 10. I de resterende angiver figur 7.17 ikke nogen signifikant indvirkning fra lønnen på inflationen. En forklaring på afvigelsen mellem figurene kan være, at den før omtalte løn/pris spiral ikke er fuldt etableret i økonomien. Dette kan betyde, at lønnen fremstår deflationær i figur 7.17, i henhold til forklaringen i forbindelse med figur 7.13. Eftersom en løn/pris spiral observeres i den ene model, kan det indikere, at der sker nogle mekanismer i lønudviklingen, som kan starte sådan en spiral. Dermed har lønudvikligen ikke fuldt ud tilpasset sig den højere inflation, hvilket underbygger forståelsen om et trægt arbejdsmarked. Samtidig vil en langsom tilpasning i lønnen modvirke tilvæksten i inflationen på kort sigt, hvilket kan forklare de negative effekter, som observeres i figur 7.17.

Overordnet set har analysen af IRF'erne, der er produceret fra den nye VAR-model, understøttet den positive indvirkning fra både energipriser og pengemængden på inflationen. Samtidig kan analysen indikere, at den amerikanske økonomi, i højere grad har været ramt af et cost push stød, fremfor et demand pull stød, i forhold til den tiltagende inflation. Analysen af den nye VAR-model indikerer samtidig, at en løn/pris spiral ikke er direkte observerbar, men potentielt under opsejling. For at undersøge variablenes indvirkning på inflationen, fra en anden vinkel, vil der afslutningsvist i analysen benyttes Granger kausalitet.

7.4 Granger causality

Impulse respons funktionerne viser, hvorledes inflationen reagerer på et stød til en variabel. Denne analyse er dog begrænset af, at figurerne ikke direkte kan benyttes til at analysere hvilke variable, som driver inflationsudviklingen. IRF'erne kan give en indikation af hvilke variable, som har stor indvirkning på inflationen, men det er ikke muligt at teste, hvor stor indvirkning variablen har. Til dette formål kan Granger kausalitet benyttes. Dette er en statistisk metode, som kan teste for hvorvidt en variabel er med til at drive udviklingen i en anden variabel.

Granger kausalitet kan defineres ved at benytte et eksempel med 2 variable x og y. Såfremt der opsættes en model med x og y, hvor der indgår p antal lags, vil x Granger forårsage y såfremt nogle laggede værdier, i modellen, som relatere x til y, vil være forskellige fra 0 [18]. En anden måde at formulere dette på, er at såfremt y kan forudsiges med større præcision ved at inddrage x, selvom alt andet relevant information inkluderes, så vil x Granger forårsage y [34]. Denne definition kan udvides, således det kan undersøges om flere variable Granger forårsager en anden variabel. Udover forekomsten af Granger kausalitet kan der også forekomme øjeblikkelig kausalitet mellem x og y. Øjeblikkelig kausalitet forekommer hvis x i periode t forbedrer forudsigelsen af y i periode t. Findes der øjeblikkelig kausalitet mellem, x og y vil der ligeledes være øjeblikkelig kausalitet mellem y og x[34]. Dermed er den eneste forskel på øjeblikkelig kausalitet og Granger kausalitet, om hvorvidt der indgår lags af variablene. Granger kausalitet er ikke det samme som egentlig kausalitet, da det kan betegnes som et statistisk begreb, som benyttes i forbindelse med en afgrænset mængde empiri. Granger kausalitet kan medvirke til at give en forståelse af de kausale sammenhænge, da kausalitet kan være forbundet med Granger kausalitet. Dermed benyttes dette redskab, i forbindelse med de tidligere præsenterede VAR-modeller. Formålet er at fremhæve hvilke variable, der kan anses som de primære drivkrafter bag ændringer i inflationen. På denne måde kan der opnås en dybere analyse af de ændringer, der er observeret, som følge af pandemien, i forhold til hvis IRF'erne udelukkende blev benyttet.

I den følgende analyse vil der benyttes 2 former for Granger kausalitets tests. Den ene tager udgangpunkt i VAR-modellerne, hvor modellen indeholder relativt meget information. Den anden tager udgangspunkt i variablene, hvorfor denne test er mere simpel, da der udelukkende indgår information for 2 variable. Dermed vil denne test undersøge om lags af x, medvirker til at forudsige y, i forhold til en forudsigelse, som udelukkende baserer sig på lags af y. Begge former for Granger kausalitets tests tager udgangspunkt i en Wald test. En Wald test fungerer overordnet set på samme

måde som en F test. Testen benytter sig af en begrænset og ikke begrænset model, hvor testen angiver om der er signifikant forskel på modellerne[51]. Wald testen kan ligeledes benyttes til at teste for øjeblikkelig kausalitet[34].

For at teste for Granger kausalitet i VAR-modellen, benyttes vector moving average (VMA) opsætningen af VAR-modellen. Ved at benytte VMA opsætningen opstår en matrice, hvis elementer angiver effekten af en variabel på en anden[34]. Dermed kan der testes for, hvorvidt de pågældende elementer er signifikante. Såfremt dette er tilfældet, kan det konkluderes, at der forekommer Granger kausalitet. For at teste for øjeblikkelig kausalitet anvendes SVAR-modellen, som omskrives til structural moving average (SMA) opsætning. I denne opsætning er det ligeledes muligt at identificere et eller flere elementer i matricen for samtidseffekter, hvilket kan undersøges for om hvorvidt satidseffekterne er signifikante [34].

Testen for Granger kausalitet vil først behandle modellen for demand pull inflation og derefter modellen for cost push inflation. Der vil først testes for Granger kausalitet variablene imellem, hvor testen benytter samme antal lags som den relaterede VAR-model. Herefter vil der testes for Granger kausalitet og øjeblikkelig kausalitet i VAR-modellen. Testene variablene imellem er forbundet med relativ stor usikkerhed, men kan indikere hvilke variable, som er medvirkende til at forårsage inflationsudviklingen. Usikkerheden ved testen, for variablene i mellem, er den begrænsede information, der er forbundet med kun at benytte 2 variable. Testen på VAR-modellen indikerer derimod om demand pull eller cost push faktorer er medvirkende til at forårsage inflationsudviklingen.

Af variablene, som indgår i VAR-modellen for demand pull inflation, findes der signifikante resultater for forbrug af ikke varige forbrugsgoder og næsten signifikante resultater for pengemængden, ved udførelsen af en Granger kausalitets test. For forbruget af ikke varige forbrugsgoder går Granger kausaliteten både fra forbrug til inflation og fra inflation til forbrug. Dette resultat kan forbindes med, at en øget efterspørgsel i højere grad tillader virksomhederne at hæve deres priser. Ydermere indikerer resultatet at en tiltagende inflation betyder, at virksomhederne nemmere kan hæve deres priser grundet de relative priser og asymmetrisk information. Det er dermed ikke til at bestemme, med udgangspunkt i denne test, om hvorvidt forbruget af ikke varige forbrugsgoder forårsager inflation, eller om det er inflation som øger forbruget af disse forbrugsgoder. Teoretisk set vil kausaliteten gå fra øget forbrug til inflation. En forklaring på dette ikke fremgår tydeligt af testen kan være økonomiske trægheder og de relative priser, som tidligere nævnt, hvorfor det er udfordrende at finde en retningsbestemt Granger kausalitet.

Resultaterne for pengemængden indikerer derimod, at pengemængden Granger forårsager inflationen. Dog fremstår resultatet kun med en p-værdi på 5,8%. Dette kan anses som overraskende, eftersom denne sammenhæng fremstår stærkt teoretisk. Denne observation kan danne grundlag for, at FED's antagelse omkring inflationen var af midlertidig karakter frem til slutningen af 2021 [52]. Dog kan årsagen til manglen på signifikans også findes i den lange tidsperiode før pandemien, hvor pengemængden tiltog uden nævneværdig ændring i inflationen. Tages dette i betragtning, anses observation som en indikation på, at en højere pengemængde medvirker til at forårsage inflation.

```
## $Granger
##
##  Granger causality H0: dif_gov dif_con_nod dif_con_d dif_m2 do not
##  Granger-cause dif_cpi
##
## data:  VAR object var_1
## F-Test = 1.3704, boot.runs = 100, p-value = 0.2
##
##
## $Instant
##
##  H0: No instantaneous causality between: dif_gov dif_con_nod dif_con_d
##  dif_m2 and dif_cpi
##
## data:  VAR object var_1
## Chi-squared = 15.867, df = 4, p-value = 0.003203
```

Figur 7.18: Granger kausalitets test for VAR-model med efterspørgselsfaktoterer. Egen fremstilling

Ændres fokus til VAR-modellen som helhed, kan det undersøges om variablene, som sættes i forbindelse med demand pull inflation, Granger forårsager inflationen. Denne test angiver ikke et signifikant resultat. Derfor må det tolkes som variablene i sammenhæng ikke Granger forårsager inflation, til trods for variablene isoleret set kan angive andre resultater. Eftersom der ikke findes et signifikant resultat, er ikke ens betydende med, at variablene ikke kan være medvirkende faktorer til inflation. Demand pull faktorerne indikeres dermed ikke som den direkte årsag til inflation. Eftersom Granger kausalitets testen tager udgangspunkt i laggede effekter, er det derfor muligt, at meget kortsigtede effekter ikke vil fremstå signifikante. Effekten fra efterspørgslen til inflationen, fremstår potentielt endnu mere kortsigtet, i forhold til den faktiske effekt, eftersom empirien ophører i en periode som kan karakteriseres ved demand pull og cost push inflation. I forhold til teorien, hvor disse faktorer kun kan påvirke inflationen midlertidigt, anses resultaterne som nogenlunde plausible.

Testen for øjeblikkelig kausalitet fra efterspørgselsfaktorer til inflation er signifikant. Testen angiver dermed at disse efterspørgselsfaktorer har en samtidseffekt på inflatio-

nen. Eftersom det er muligt at identificere en signifikant effekt i VAR-modellen, anses dette som værende på linje med ovenstående tolkning af resultaterne. Resultaterne angiver dermed at en inflationsudvikling, som kan sammenkobles med tilvækst i efterspørgslen, ikke isoleret set bør medføre frygt for tiltagende inflation. Naturligvis omhandler dette også hvor størrelsen af ændringerne som forekommer i inflationen. Til trods for modellen ikke angiver efterspørgslen forårsager inflationen, kan store ændringer starte løn/pris spiraler, hvilket forstærker ændringen i inflationen. Samtidig kan pengemængden indirekte komme til at understøtte denne udvikling, såfremt FED ikke ønsker at ændre renterne, grundet frygten for at bremse efterspørgslen. Dermed kan denne kortsigtede tilvækst i inflationen risikere at blive en langvarig stigning, som kræver pengepolitiske indgreb for at afhjælpe.

Efterspørgselsfaktorerne kan ikke siges at Granger forårsage inflationen, men kun sættes i forbindelse med øjeblikkelig kausalitet. Samme undersøgelse vil nu foretages i forhold til udbudssiden af økonomien. Ligeledes forventes en kortsigtet effekt, som potentielt er endnu mere fremtrædende, da det især er denne side af økonomien, der har oplevet udfordringer som følge af pandemien.

Der tages udgangspunkt i variablene, som indgår i VAR-modellen for cost push inflation. Her findes der signifikante resultater for råmaterialepriser og løn. Set i forhold til analysen af IRF'erne, anses det som overraskende, at der ikke findes en signifikant påvirkning fra energipriserne til inflationen. Denne variabel tillægges normalt stor vægt, når der omtales et cost push stød til en økonomi. En forklaring kunne være, at energipriserne har været relativt stabile frem til pandemien og under pandemiens start været udsat for fald. Dermed er det en meget kort periode i tidsserien, hvor energipriserne har været forbundet med inflation. Derudover indgår der relativt få lags i denne modelopsætning, hvilket kan medvirke til at begrænse dynamikken, hvorfor testens usikkerhed kan forøges. Resultaterne fra Granger testen kan derfor tolkes som om energipriserne giver et kortsigtede stød, men ikke forårsager udviklingen i inflationen.

Der findes Granger kausalitet fra råmaterialepriser til inflation, men også fra inflation til råmaterialepriser. Råmaterialepriser må anses som et vigtigt input i produktionen, hvorfor højere priser presser virksomhedernes indtjening, hvilket medfører priserne forhøjes. Samtidig kan høj inflation være et symptom på en høj økonomisk aktivitet. Høj aktivitet betyder der efterspørges flere råmaterialer, hvilket er en begrænset ressource, hvorfor prisen på disse tiltager. Dermed er det ikke muligt at retningsbestemme, hvilken variabel som Granger forårsager hvilken. Dog vil denne dynamik medvirke til, at inflationen tiltager og vil kun bremses såfremt efterspørgslen på råmaterialer falder. På lang sigt kan denne effekt derfor ikke forbindes med inflation, da

der vil forekomme en ligevægtstilstand på markedet, hvilket stopper det inflationære pres fra råmaterialepriserne.

I forhold til lønnen findes der ligeledes dobbeltrettet Granger kausalitet, hvilket betyder Granger kausaliteten går fra løn til inflation og omvendt. Det er forventet, at Granger kausaliteten er dobbeltrettet i dette tilfælde, da resultatet kan anses som et udtryk for løn/pris spiraler. Eftersom dette kan observeres i empirien, kan resultatet også tolkes som om, at det amerikanske arbejdsmarked allerede er ved at tilpasse sig et højere inflationsniveau. En løn/pris spiral anses teoretisk som en relativ stærk inflationær tendens, eftersom den er selvforstærkende. Som det var tilfældet med råmaterialepriserne, er dette ikke en effekt som kan ske på lang sigt, grundet arbejdsmarkedet er i ligevægt. Dog antyder denne observation, at FED potentielt har undervurderet inflationsudviklingen, hvorfor de ikke rettidigt har anerkendt, at den højere inflation ikke er midlertidig [53]. Ved dette skal det ikke forstås, at den højere inflation er langsigtet, men at inflationen potentielt kan forekommer relativt høj de kommende år.

```
## $Granger
##
##  Granger causality H0: dif_cpi_ene dif_raw dif_scfi_log dif_wage do not
##  Granger-cause dif_cpi
##
## data:  VAR object var_2
## F-Test = 0.98484, boot.runs = 100, p-value = 0.29
##
##
## $Instant
##
##  H0: No instantaneous causality between: dif_cpi_ene dif_raw
##  dif_scfi_log dif_wage and dif_cpi
##
## data:  VAR object var_2
## Chi-squared = 53.097, df = 4, p-value = 8.133e-11
```

Figur 7.19: Granger kausalitets test for VAR-model med udbudsfaktoterer. Egen fremstilling

Fokuseres der på selve VAR-modellen, forekommer der ikke en signifikant Granger kausalitet fra cost push variablene, i fællesskab, på inflationen. Derudover findes en signifikant øjeblikkelig kausalitet. Dermed kan det konstateres, at et cost push stød medfører højere inflation, på kort sigt. Dermed vil disse variable ikke medvirke til at forårsage inflation på længere sigt, selvom nogle af variablene i isolation kan medvirke til inflation. Dette bekræfter samtidig den teoretiske forståelse omkring, at et cost push stød er relativt kortsigtet.

Teoretisk vil stød til udbudssiden, som antages at opstå i de udvalgte cost push variable, medfører tiltagende inflation, eftersom virksomhederne ønsker at bibeholde deres profitmargin. Dermed understøtter ovenstående observationer denne teoretiske forståelse. Derudover antyder resultaterne fra testen for Granger kausalitet, også effekten er kortsigtet. Der kan forekomme dynamikker, der kan forlænge denne effekt, som f.eks. den tidligere omtalte løn/pris spiral. Der forekommer stadig flaskehalse i økonomien, samtidig med at arbejdsmarkedet oplever et pres, som kan bevirke en tiltagende løn. Dette er ikke direkte observerbart, i henhold til Granger kausalitet, men med den tidligere analyse taget i betragtning, forekommer disse dynamikker ikke urealistiske. Disse ændringer kan dermed sætte sig i inflationsforventningerne, hvilket resultaterne vedrørende lønnen, kan være en indikation på. Analysen danner ligeledes grundlag for en pengepolitisk respons fra FED. Såfremt deres inflationsmålsætning skal forblive troværdig, er det nødvendigt at stramme pengepolitikken, for at forsøge at dæmpe tilvæksten i inflationen. Såfremt inflationsforventningerne hæves, kan det i forhold til PC-kurve sammenhængen betyde, at inflation tiltager i endnu højere grad, og en eventuel ligevægtstilstand medfører en uønsket høj inflation. Forekommer denne situation, vil den amerikanske økonomi være nødsaget til at gennemgå en periode med lav vækst og relativ høj arbejdsløshed, for at nedbringe inflationen. Dette scenarie er uhensigtsmæssigt, hvilket understreger vigtigheden af en modreaktion mod tilvæksten i inflationen.

7.5 Delkonklusion

Denne afslutende sektion i analysen vil forsøge at opsummere resultaterne i forhold til inflationensudviklingen. På denne måde skabes der et overblik over de forskellige metoder, der er benyttet, og hvordan de hver især har bidraget til analysen.

Oversigt over resultater			
Model og variabel	Signifikant	Positiv indvirkning på inflation	Negativ indvirkning på inflation
PC-kurve ARDL estimering inflationsforventninger	x	x	
PC-kurve ARDL estimering outputgab	x	x	
PC-kurve VAR estimering inflationsforventninger	x	x	
PC-kurve VAR estimering outputgab	x	x	
Demand pull VAR-model offentlig forbrug			
Demand pull VAR-model forbrug ikke varige forbrugsgoder	x	x	
Demand pull VAR-model forbrug varige forbrugsgoder	x		x
Demand pull VAR-model pengemængde	x	x	
Cost push VAR-model energipriser	x	x	
Cost push VAR-model råmaterialepriser	x	x	
Cost push VAR-model fragtrater	x	x	
Cost push VAR-model løn	x	x	
Kombineret VAR-model energipriser	x	x	
Kombineret VAR-model forbrug af ikke varige forbrugsgoder	x	x (Kort sigt)	x (Mellemlang sigt)
Kombineret VAR-model pengemængde	x	x	
Kombineret VAR-model løn	x		x
Granger kausalitet variabelniveau offentligt forbrug			
Granger kausalitet variabelniveau forbrug af ikke varige forbrugsgoder	x (Dobbeltrettet)		
Granger kausalitet variabelniveau forbrug af varige forbrugsgoder			
Granger kausalitet variabelniveau pengemængde	x (Svag fra pengemængde til inflation)		
Granger kausalitet demand pull VAR-model			
Øjeblikkelig kausalitet demand pull VAR-model	x		
Granger kausalitet variabelniveau energipriser			
Granger kausalitet variabelniveau råmaterialepriser	x (Dobbeltrettet)		
Granger kausalitet variabelniveau fragtrater			
Granger kausalitet variabelniveau løn	x (Dobbeltrettet)		
Granger kausalitet cost push VAR-model			
Øjeblikkelig kausalitet cost push VAR-model	x		

Figur 7.20: Tabel over resultater fra analysen. Egen fremstilling

Analysen tog udgangspunkt i PC-kurve sammenhængen, som viste outputgab har en relativ lille indflydelse på inflationen, mens inflationsforventningerne har en relativ stor betydning. Dermed har FED relativ gode muligheder for at stabilisere økonomien ved brug af pengepolitikken. Dette skyldtes, at forventningerne er forholdvis forankret omkring deres inflationsmål, eftersom inflationen har været relativ lav og stabil i en længere periode. Pandemien kan dog betegnes som en afvigelse, i forhold til disse estimater, da inflationen tiltog kraftigt, på trods af hvad forventningerne eller outputgab antydede. Derfor inddrages en række faktorer, som kan medvirke til at forklare denne udvikling i inflationen.

Af disse faktorer kan det observeres, at et positivt stød til forbruget af ikke varige forbrugsgoder, pengemængden, energipriser, råmaterialepriser og lønninger alle medvirkede til højere inflation, som det observeres i fig. 7.20. Alle sådanne stød kan i en hvis grad sammenkobles med pandemien, hvorfor det er forventeligt at der opleves højere inflation. Sammenkobles dette med Granger kausalitet er det igen disse variable, som medvirker til inflation, bortset fra energipriserne, hvilket ligeledes fremgår af fig. 7.20. Som følge heraf har der været nogle økonomiske stød, der kan sættes i forbindelse med en højere inflationsrate. Råmaterialepriser, forbrug af ikke varige forbrugsgoder og løn kan alle forbindes med en dobbeltrettet effekt. Dette betyder, at højere inflation får disse faktorer til at stige, hvilke får inflationen til at stige. Råmaterialepriserne og forbruget kan relateres til efterspørgslen og flaskehalse, hvilket kan forventes at være af kortsigtet natur. Lønnen derimod kan skabe en kraftigere spiral effekt, hvorfor det anses som bekymrende, at der ses tegn på denne sammenhæng i forhold til den fremtidige udvikling i inflationen. Overordnet kan det ligeledes vurderes, at disse faktorer er relativt kortsigtede, da de sættes i forbindelse med øjeblikkelig kausalitet.

For at undersøge disse resultater i forhold til troværdighed, hvor der samtidig er en mindre unaturlig opdeling mellem efterspørgsel og udbud, kombineres de mest relevante faktorer i en ny VAR-model. I denne model kan det observeres, at forbrug af ikke varige forbrugsgoder og lønnen ikke har samme positive indflydelse på inflationen, som tidligere observeret. Dette kan indikere, at den amerikanske økonomi i højere grad er ramt af et cost push chok, samtidig med at der ikke opleves en markant løn pris/spiral.

På baggrund af denne analyse er det dermed muligt at forklare nogle af de faktorer, som har bidraget til den højere inflation. Samtidig kan det ligeledes observeres, at udviklingen i inflationen er relativ kortsigtet. Der findes derudover tegn på, at inflationen kan forblive på det højere niveau, over længere tidsperiode, hvorfor FED kan forsøge at bremse udviklingen. Såfremt inflationen fortsat tiltager, kan dette overføres til inflationsforventningerne, hvilket potentielt medfører en længerevarende høj inflation. Derfor kan der argumenteres for, at ekspansionen af pengemængden bør begrænses, eftersom dette har en relativ kraftig indvirkning på inflationen.

8 | Diskussion

Analyseafsnittets resultater danner grundlag for en diskussion af forskellige synespunkter. Diskussionens målsætning er at opsætte potentielle kritikpunkter for at overveje implikationerne af disse. Dermed fremhæves en række styrker og svagheder, der er medvirkende til at underbygge projektets konklusion. Diskussionen vil dermed benyttes til en mere præcis fortolkning af analysen, hvilket vil resultere i en endelig besvarelse af projektets problemformulering.

8.1 Metodevalg

Det teoretiske grundlag er overordnet set meget anerkendt. Hvorledes dette tolkes kan derimod danne grundlag for en diskussion, da emner som rationalitet, tidsperspektiv, forventningsdannelse mm. er forbundet med uenigheder mellem økonomer. Teorien er overordnet opbygget omkring antagelsen om rationelle agenter. Dermed baseres mange teorier på nytteoptimering og adfærd, som afspejler fuldkommen information samt forventninger til fremtiden. Sådanne en adfærd karakteriserer dog ikke virkeligheden, hvor adfærd er præget af tommelfingreregler, bagudrettede forventninger, asymmetrisk information mm. [50]. Såfremt antagelserne omkring rationalitet ikke overholdes, vil inflationen eksempelvis være mindre forankret, hvorfor den økonomiske situation kan anses som mere alvorlig. Derudover vil kortsigtede hændelser i højere grad påvirke økonomien på længere sigt. Samtidig vil foreskrifterne for pengepolitikken ligeledes ændres, hvilket også nogenlunde afspejles i FED's politik frem til pandemien. På den anden side kan der argumenteres for rationalitetsantagelsen, eftersom den relaterer sig til aggregerede størrelser, hvor den ikke rationelle adfærd udligner hinanden.

Den deduktive metode er benyttet i projektet, hvorfor den tiltagende inflation anses som værende drevet af forholdsvis kortsigtede tendenser. Dette syn på inflationen ville sandsynligvis være væsentligt anderledes, såfremt projektet havde benyttet en induktiv tilgang. Det er naturligvis svært at vurdere, hvad resultaterne af en radikal anden metode ville være, men overordnet set forventes det, at inflationen ville drives af andre faktorer. Ved en induktiv tilgang vil empirien alene danne grundlag for de overordnede resultater, som vil forsøge at generalisere observationerne. Dermed ville det forventes at faktorer som enerpriser, forbrug osv., der beskrives som relativt kortsigtede, ville tillægges større vægt for inflationens udvikling.

Projektet centrerer sig om consumer price index (CPI) som inflationsmål, hvor der benyttes flere andre inflationsmål i litteraturen. Et andet populært inflationsmål er kerneinflation, da dette inflationsmål ikke tager højde for kortsigtede udbudseffekter, i form af energi- og fødevarepriser [3]. Der benyttes ligeledes ofte BNP deflatoren som inflationsmål, da denne er mere fleksibel, eftersom dette mål skal dække produktionen i en økonomi for et givent år [32]. FED benytter et tredje inflationsmål kaldet personal consumption expenditures (PCE), da dette dækker ændringer i forbruget [19]. Årsagen til at der fokuseres på CPI, er at dette indeks fokuserer på forbruget fra forbrugere, der er bosiddende i byer. Dermed består indekset af en markedsbaseret kurv af goder og services, hvor prisændringen måles over tid [19] [32]. For at opnå et konsistent inflationsmål, som samtidig afspejler den inflation som forbrugerne oplever, er CPI inflationen derfor valgt som inflationsmål i dette projekt.

Det empiriske grundlag er ligeledes præget af den deduktive fremgangsmåde, eftersom der udvælges empiri, som forventes at afspejle teorien. På denne måde kan der indbygges et confirmation bias, hvilket betyder analysen centreres omkring at bevise teorien, fremfor at undersøge den faktiske udvikling [50]. Det empiriske grundlag anses som acceptabelt, eftersom empirien er indsamlet, med udgangspunkt i den nutidige udvikling.
Empirisk har fokusset været på pandemiens indflydelse, hvorfor der er indsamlet en række faktorer, som kunne medføre en tiltagende inflation. Dette er begrundet både teoretisk, men også med udgangspunkt i andet litteratur [30] [11]. Det kan diskuteres, hvorvidt det empiriske grundlag kunne optimeres, i forhold til den udførte analyse. Kritikere kunne f.eks. stille spørgsmålstegn ved fragtraterne, da denne variable udgør en relativ lille andel af virksomhedernes omkostninger. På den anden side kan det argumenteres for at fragtraterne inkluderes, eftersom fragtmarkedet i høj grad er påvirket af flaskehalse, nedlukninger, underkapacitet mm. som følge af pandemien. Samme argumenter kan videreføres i andre diskussioner om hvilket empiri, som burde inddrages eller udelades af analysen. Projektet benytter samtidig en lav grad af log omskrivninger, hvilket på mange punkter er atypisk i henhold til litteraturen [6]. Der er foretaget tests, hvor flere variable er log omskrevet, uden nævneværdige ændringer. Derfor benyttes log omskrivningerne ikke i større omfang, til trods for der kan argumenteres for, at visse variable bør angives som vækstrater fremfor level værdier. Den primære årsag til log omskrivningen ikke er benyttet, er for at bibeholde dataserierne så tæt på den oprindelige kilde som muligt.

Selve analysen er baseret på en ARDL-model og derudover en række VAR-modeller. ARDL-modeller er relativt begrænset benyttet i forbindelse med estimeringer af Phillips kurven [46]. Modellen benyttes i dette tilfælde, eftersom den er et godt udgangspunkt for en multivariabel estimering med tidsserie data. Derudover er VAR-modellen

en relativ naturlig viderebygning af ARDL-modellen, hvor ARDL-modellen fungerer som et godt benchmark. Brugen af VAR-modeller til estimering af PC-kurven er relativt udbredt [23], men også benyttet til at undersøge hvad der driver inflationen [6]. Dermed må benyttelsen af VAR-modeller anses som anerkendt, eftersom modeltypen har nogle fordele, da alle variable behandles systematisk. Der findes eksempler på benyttelsen af andre modeltyper, f.eks. GARCH-modeller der benyttes til at undersøge volatilitet, men i forhold til projektets problemformulering, må VAR-modeller anses som det mest hensigtsfulde analyseredskab.

En problematik ved anvendelsen af VAR-modeller er de krav, som stilles til empirien. Eftersom modeltypen behandler alle variable systematisk, vil frihedsgraderne stige kraftigt ved inddragelsen af flere variable. Dermed kan tidsperioden, fra januar 2011 til december 2021, eller den endnu kortere som er fra januar 2011 til februar 2020, potentielt medføre problemer, da de er relative korte. For at undgå denne problemstilling er der benyttet månedligt data, samt en begrænset model med kun 5 variable. Dermed bør den korte tidsperiode ikke skabe problemer, i forbindelse med estimeringen. Konsekvensen er, at månedligt data sætter begrænsninger, eftersom mange dataserier ikke opgives i månedligt interval. Derfor kan der være et argument for at forlænge tidsperioden, hvorfor der kan inddrages flere variable og potentielt andre dataserier, som opgives kvartalvis. Årsagen til dette fravalg er, at der er en lang periode før pandemien, hvor inflationen ikke har oplevet større udsving. Dermed vil en længere tidsperiode potentielt mindske flere faktorers indvirkning på inflationen, alene fordi inflationen har været stabil. Samtidig vil pandemiens andel udgøre en mindre procentdel af tidsperioden, hvis intervallet bliver udvidet. Dette kunne betyde, at pandemiens indflydelse på inflationen ikke fremstod i estimeringen, hvorfor analysen ville have svært ved at undersøge dette stød til inflationen.

VAR-modellen kan benyttes til at udarbejde en række figurer og tests, der kan indgå i en analyse af sammenhængen variablene imellem. Dette er forbundet med usikkerheder, hvilket kommer til udtryk ved konfidensintervallerne i impuls respons funktionerne samt p-værdierne ved Granger kausalitets testene. De konfidensintervaller, som er beregnet, tager udgangspunkt i 1 standardafvigelse, hvilket tilsvarer et interval på 68%. Dermed er der stadig en relativ stor usikkerhed forbundet med de udsving, der betegnes som signifikante, hvorfor der kan argumenteres for at hæve intervallet til 95%. Et argument for ikke at foretage denne ændring er, at figurene mister deres forklaringskraft, da de angiver en effekt periode for periode. Dette er i forvejen en beregning, som giver anledning til usikkerhed, hvorfor et konfidensinterval på 68% anses som rimeligt, hvilket der ligeledes findes eksempler på i litteraturen [6].
Benyttelsen af Granger kausalitet kan udfordres, eftersom definitionen af denne omhandler alt tilgængelig information. Sådan et mål er næsten umuligt at opnå i virke-

ligheden, hvorfor det i højere grad omhandler, hvorvidt der indgår en tilfredsstillende mængde information i modellen. Her kan det diskuteres, om 5 variable er nok, men i forhold til at de skal afdække en potentiel årsag til inflation, vurderes det som et tilstrækkeligt grundlag. Derimod er der større forbehold for testen variablene imellem, hvilket der også gøres opmærksom på i det pågældende afsnit. Disse inddrages på trods af usikkerheden, fordi det anses som et fornuftigt redskab til at undersøge de enkelte variable for at forstå drivkraften bag den tiltagende inflation.

8.2 Validitet

Der opnås en række resultater gennem analysen, hvor baggrunden for disse er diskuteret ovenfor, i form af valg af metode. Dette har naturligvis en stor indvirkning på projektets resultater, men en anden vigtig diskussion omhandler kausalitet. Hvorvidt projektet er i stand til at etablere kausale sammenhænge, eller som minimum bidrage til en etablering af disse, er en vigtig forudsætning for analysens bidrag til det videnskabelige arbejde. Kausalitet er naturligvis ikke et krav, men kan analysens resultater ikke i et vist omfang sammenkobles kausale sammenhænge, kan det diskuteres om, hvorvidt analysen bidrager med nyttig viden. Denne diskussion vil være udgangspunktet for denne sektion.

Udgangspunktet for etablering af en kausal sammenhæng er et solidt empirisk grundlag. Dette anses ikke som problematisk jævnfør tidligere afsnit. En potentiel udfordring ved dataet er, at flere datasæt er konstrueret gennem estimeringer og andre statistiske metoder. Samtidig er der benyttet en proxy, for det offentlige forbrug, hvilket ligeledes er en kilde til større usikkerhed. Disse usikkerheder er en fundamental betingelse, indenfor statistisk arbejde, hvorfor disse accepteres uden større forbehold. Samtidig betyder usikkerheden, at det er udfordrende at etablere kausalitet.

Kausalitet defineres i ordbogen, som en logisk forbindelse mellem flere forhold hvor det ene er årsag til det andet [29]. I kraft af denne forståelse, vil analysen kunne belyse sammenhænge mellem variable, såsom tilvækst i pengemængden er forbundet med tilvækst i inflationen. Disse observationer kan derudover underbygges af det teoretiske fundament, der udgør konsensus indenfor den økonomiske videnskab. Dermed kan der argumenteres for, at betingelserne for en kausal sammenhæng er til stede. Problematikken findes i den ontologiske og epistemologiske orientering, som dette argument er baseret på. I denne relation indgår årsagssammenhængen ikke under et komplet frit system, som afspejler den faktiske menneskelige aktivitet. Derfor kan disse test bidrage til en falsificering, men ikke direkte kausalitet [14]. Dermed kan der argumenteres for, at den deduktiv tilgang, som kendetegner mainstream økonomisk teori,

ikke kan etablere kausale sammenhænge, med undtagelse af hvad der indgår indenfor teoriens forklaringsramme [31]. Kausalitet må dermed betegnes som en målsætning, der ikke er decideret opnåelig indenfor rammerne af et enkelt bidrag til litteraturen. Kausaliteten skal derimod etableres på baggrund af den samlede litteratur, der består af gentagene undersøgelser og andre videnskabelige bidrag. Dermed anses projektet her som et bidrag til forståelsen af de kausale sammenhænge, mellem de undersøgte økonomiske faktorer og inflationen.

Dermed kan analysen, gennem den kvantitative tilgang, undersøge og teste en række forhold, der kan be- eller afkræftes. Analysen bidrager dermed til at indsnævre potentielle kausale sammenhænge, og belyse hvilke fokuspunkter fremtidige analyser vedrørende inflationen kan undersøge. Dette arbejde er dog udfordret af usikkerheder, empiri mm., i forhold til at konkludere en kausal sammenhæng [14]. Dermed tillæger projektet sig et relativt negativt syn på mulighederne for at etablere kausalitet, da projektet stiller sig kritisk overfor mulighederne for at integrere den nødvendige information under nogle rammer, som reelt afspejler virkeligeheden.

Overordnet set kan der påpeges flere sammenhænge, som kan være medvirkende til en tiltagende inflation. Disse sammenhænge er behæftet med en relativ stor usikkerhed, eftersom IRF'erne er forbundet med et 68% konfidensinterval. Dette kan være et kritikpunkt som tidligere nævnt. Et konfidensinterval på 68% angiver dog en rimelig sandsynlighed, for at der kan indikeres nogle sammenhænge. Derudover sammenkobles disse med andre test, i form af Granger kausalitet og andre VAR specifikationer, hvilket understøtter sammenhængene. Yderligere indarbejdes teoretiske betragtninger og andre resultater fra litteraturen, som danner yderligere belæg for projektets konklusioner. Dermed anses projektet som et brugbart bidrag i forhold til at udvide forståelsen omkring inflationens udvikling i tilfælde af økonomiske chok. Derudover medvirker projektet til at belyse sammenhænge, som kunne danne rammerne for et videre arbejde.

Analysen etablerer en tydelige forbindelse mellem pengemængden og inflationen, som der generelt er konsensus omkring. Derudover viser estimeringen af PC-kurve sammenhængen, et forventeligt resultat, hvilket yderligere understøtter validiliteten af resultaterne. I denne forbindelse belyses lønnens indvirkning på inflationen, hvor der påvises en begyndende sammenhæng. Derfor kunne dette være et fokuspunkt for en videre analyse, da en løn/pris spiral kan medføre en tiltagende og længerevarende inflation. Ydermere kunne der tages udgangspunkt i den manglende Granger kausalitet mellem energipriser og inflation. Dette kan tilskrives usikkerhed, men er alligevel interessant, da det afviger relativt kraftigt fra de andre resultater. Derudover kunne der foretages en dybere analyse af det cost push stød, hvor dette projekt giver anledning

til flere problemfelter. Undersøgelser af disse kan sammen med dette projekt bidrage til at forstå pandemiens indflydelse på den amerikanske økonomi. Sådanne analyser kunne inddrage flere faktorer, som tilhører udbudssiden af økonomien, samtidig med analysen kunne udvides til andre økonomiske aspekter. Dette er en række eksempler på mulige fremtidige analyser af potentielle økonomiske implikationer, der potentielt kan skabe grundlag for fremtidig økonomisk politik i tilfælde af ligende stød til økonomien.

8.3 Poltiske implikationer

Denne sektion vil afvige fra det ovenstående, eftersom diskussionen ikke vil tage sit afsæt i projektets metoder eller pålidelighed. Sektionen vil forsøge at sætte analysens resultater i forbindelse med FED's pengepolitik, samtidig med at den fremtidige udvikling kort vil diskuteres.

Analyseafsnittet påviste en tiltagende inflation, der havde en sammenhæng med flere faktorer såsom løn, forbrug og energipriser. Overordnet set kunne mange af de inflationære tendenser, tillægges udbudssiden i økonomien, hvilket antyder et behov for lavere økonomisk aktivitet. På baggrund af denne observation kan der argumenteres for en stramning af pengepolitikken, hvilket FED også lagde op til sidst i 2021 [53]. Opstramningen af pengepolitikken kan samtidig sættes i forbindelse med den relativt lempelige pengepolitik, som FED førte ved pandemiens start, og som har medført en betydelig forøgelse af pengemængden. Denne ekspansive politik, sammen med udfordringer i forhold til udbuddet, kan sættes i forbindelse med den tiltagende inflation. Dermed kan der ligeledes argumenteres for, at FED har reageret for langsomt, da udmeldingen har været, at den højere inflation har været midlertidig. Denne retorik kan begrundes med, at den højere inflation sættes i forbindelse med et cost push stød, selvom pengemængden også har oplevet en stor ekspansion. Derudover kan der være indikationer på en begyndene løn/pris spiral, hvilket kan anses som et tegn på, at FED har reageret for langsomt i forhold til at bibeholde inflationsforventningerne forankret. Denne sammenhæng kan identificeres i forbindelse med PC-kurven, hvor den økonomiske aktivitet ikke er kraftigt overophedet, hvilket indikerer, at de højere lønkrav afspejler en højere inflationsforventning. Dermed er det væsentligt, at pengepolitikken forekommer kontraktiv, således denne dynamik bremses.

På denne baggrund må inflationen forventes at forblive på et højt niveau i en periode. Såfremt FED strammer pengepolitikken tilstrækkeligt, forventes det, at inflation vil aftage over tid. Dermed tillægges ændringer i pengemængden, en relativ stor rolle, hvilket analysen og teorien ligeledes foreskrev. Ydermere betinges dette af en nor-

malisering af udbuddet i økonomien, hvilket især gælder de globale forsyningskæder. Dermed vil variable som løn og inputpriser, ikke forventes at have samme indflydelse, hvorfor disse vil bidrage mindre til inflationen. Samtidig kan den økonomiske aktivitet opleve fald, som følge af inflationsudviklingen, hvilket yderligere medvirker til en lavere inflation, eftersom forbugsrelaterede variable har understøttet højere inflation.

Dette afrunder projektets dikussionsafsnit, som har afsøgt potentielle kritikpunkter, således disse kunne afdækkes. Dermed opnås en bedre forståelse af projektets resultater, og hvilke begrænsninger analysen er forbundet med. Med dette udgangspunkt vil de primære resultater præsenteres og problemformuleringen besvares, i den efterfølgende konklusion.

9 | Konklusion

Udviklingen i den amerikanske CPI inflation er undersøgt med fokus på coronapandemien. Inflationen har oplevet en relativ kraftig tilvækst, i den seneste periode, efter at inflationen tidligere har været på et relativt lavt stabilt niveau. For at analysere denne udvikling har fremgangsmåden været deduktivt, hvormed potentielle forklaringer er identificeret indenfor den økonomiske teori. Derefter er der indsamlet et empirigrundlag, som er analyseret for at identificere de teoretiske sammenhænge.

Teoretisk er forbindelsen mellem inflationen og flere økonomiske variable opstillet. Her skelnes imellem variable, som medvirker til en langsigtet vækst i inflationen og variable, der medvirker til en kort- til mellemlangsigtet vækst i inflationen. Dermed dannes grundlaget for at faktorer såsom forbrug, energipriser, pengemængde mm. kan bidrage til en forklaring af inflationens udvikling. Samtidig er Phillips kurve relationen opsat, der anses som en vigtig teoretisk sammenhæng i forhold til at forklare inflationen på kortere sigt.
Derudover er centralbankens rolle præsenteret, eftersom den har kontrollen med pengemængden og derigennem indflydelse på inflationen. I denne forbindelse er der foretaget en koblingen mellem den reale og den nominelle økonomi, samt hvorledes centralbanken kan agere efficent.

Analysen har undersøgt flere relevante faktorers indflydelse på inflationen. Afsnittet tog udgangspunkt i PC-kurve estimationen, som påviste en relativ flad kurve, hvorfor den økonomiske aktivitet i lav grad har indflydelse på inflationen. Samtidig anses inflationsforventningerne som velforankret og værende af relativ stor betydning for inflationsudviklingen. Derfor vil analysen undersøge andre faktorer for at forklare inflationens udvikling.

Anden del af analysen tager afsæt i andre faktorer, som påvirker inflationen, hvor disse relaterer sig til efterspørgslen og udbuddet. Denne analyse konstaterede, at flere faktorer havde betydning for inflationens udvikling. Dette gjorde sig især gældende for de udbudsrelaterede faktorer samt pengemængden. Flere af sammenhængene blev herefter undersøgt i en anden modelopsætning, samt ved inddragelsen af Granger kausalitet. Disse undersøgelser angav, at pengemængden havde en større indvirkning på inflationen, hvorfor den relativt kraftige udvidelse i pengemængden, ved pandemiens start, kan være medvirkende til den tiltagende inflation. Ydermere viste energipriserne en større effekt, hvilket betragtes som et eksogent stød, der yderligere understøtter den højere inflation. Lønnen giver ligeledes anledning til at understøtte

tilvæksten i inflationen, eftersom der findes tegn på en påbegyndende løn/pris spiral. Derudover observeres der en relativ svag effekt fra forbruget af ikke varige forbrugsgoder samt råmaterialepriser på inflationen.

Projektets endelige konklusion kan derved påvise, at tilvæksten i den amerikanske inflation relaterer sig til et cost push stød samt en ekspansion i pengemængden. Samtidig har udviklingen været understøttet af lønudviklingen. Dermed kan den forhøjede inflation i nogen grad tillæges faktorer, der anses som midlertidige, mens flere potentielle langsigtede faktorer ligeledes har medvirket til en højere inflation.

10 | Litteratur

[1] Mikael Apel, Per Jansson m.fl. *A parametric approach for estimating core inflation and interpreting the inflation process.* Sveriges Riksbank Stockholm, Sweden, 1999.

[2] Emmanuel Apergis og Nicholas Apergis. „Inflation expectations, volatility and Covid-19: evidence from the US inflation swap rates“. I: *Applied Economics Letters* 28.15 (2021), s. 1327–1331.

[3] Laurence Ball og Sandeep Mazumder. *A Phillips curve with anchored expectations and short-term unemployment.* Tekn. rap. National Bureau of Economic Research, 2014.

[4] Laurence Ball m.fl. *US inflation: Set for take-off?* URL: `https://voxeu.org/article/us-inflation-set-take`. accessed: 27.05.2022.

[5] Dallas S Batten m.fl. „Inflation: The cost-push myth“. I: *Federal Reserve Bank of St. Louis Review* 63.6 (1981), s. 20–26.

[6] Olivier Blanchard. „Should we reject the natural rate hypothesis?“ I: *Journal of Economic Perspectives* 32.1 (2018), s. 97–120.

[7] George J. Borjas. *Labor economics.* McGraw-Hill Education, 2016.

[8] James B Bullard m.fl. „The Fed's New Monetary Policy Framework One Year Later“. I: *The Regional Economist* (2021).

[9] ECB economci bulletin. *An overview of the ECB's monetary policy strategy.* URL: `https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/articles/2021/html/ecb.ebart202105_01~d813529721.en.html`. accessed: 29.05.2022.

[10] *Consumer Price Index.* URL: `https://www.bls.gov/cpi/tables/relative-importance/2021.htm`. accessed: 29.05.2022.

[11] Richard K Crump m.fl. *The Unemployment-Inflation Trade-off Revisited: The Phillips Curve in COVID Times.* Tekn. rap. National Bureau of Economic Research, 2022.

[12] Bossow & Biede Dalsgaard. *Finansielle markeder og investering for private.* Hans Reitzel, 2020.

[13] Romer David. *Advanced macroeconomics.* McGraw-Hill Education, 2019.

[14] Sheila C. Dow. „Variety of methodological approach in economics“. I: *JOURNAL OF ECONOMIC SURVEYS* 3 (2007).

[15] *Economics 101: What Is Nominal GDP? Learn How to Calculate Nominal GDP and the Differences Between Nominal GDP and Real GDP*. URL: https://www.masterclass.com/articles/economics-101-what-is-nominal-gdp-learn-how-to-calculate-nominal-gdp-and-the-differences-between-nominal-gdp-and-real-gdp#how-is-nominal-gdp-calculated. accessed: 23.05.2022.

[16] *Effective Federal Funds Rate*. URL: https://fred.stlouisfed.org/series/M2SL. accessed: 17.05.2022.

[17] *Effective Federal Funds Rate*. URL: https://fred.stlouisfed.org/series/M1SL. accessed: 17.05.2022.

[18] W Enders. *Applied econometric time series fourth edition*. 2015.

[19] Kristie M. Engemann. *Using Price Indexes to Measure the Inflation Rate*. URL: https://www.stlouisfed.org/open-vault/2019/january/price-indexes-measure-inflation. accessed: 23.05.2022.

[20] Miguel Faria-e-Castro. „Asset Returns and Labor Force Participation During COVID-19“. I: *Economic Synopses* 1 (2022).

[21] FED. *Monetary Policy Principles and Practice*. URL: https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/monetary-policy-what-are-its-goals-how-does-it-work.htm. accessed: 29.05.2022.

[22] Richard T. Froyen. *Macroeconomics Theories and Policies*. Pearson Education Limited, 2013.

[23] Jordi Gali og Luca Gambetti. *Has the US wage Phillips curve flattened? A semi-structural exploration*. Tekn. rap. National Bureau of Economic Research, 2019.

[24] Nils Gottfries. *Macroeconomics*. Palgrave, 2013.

[25] Elke Hahn. „How are wage developments passed through to prices in the euro area? Evidence from a BVAR model“. I: *Applied Economics* 53.22 (2021), s. 2467–2485.

[26] Nigar Hashimzade og Michael A Thornton. *Handbook of Research Methods and Applications in Empirical Macroeconomics*. Edward Elgar Publishing, 2013.

[27] Philipp Heimberger. „What is structural about unemployment in OECD countries?“ I: *Review of Social Economy* 79.2 (2021), s. 380–412.

[28] Charles I. Jones og Dietrich Vollrath. *Introduction to economic growth*. WW Norton & Company, 2013.

[29] *Kausalitet Ordnet.dk*. URL: https://ordnet.dk/ddo/ordbog?query=kausalitet. accessed: 26.05.2022.

[30] Jesse LaBelle og Ana Maria Santacreu. „Global Supply Chain Disruptions and Inflation During the COVID-19 Pandemic“. I: *Federal Reserve Bank of St. Louis Review* (2022).

[31] Tony Lawson. „Economics and explanation“. I: *Revue internationale de philosophie* 3 (2001), s. 371–393.

[32] Adriana Litra. „The inflation rate determined as a change in the GDP deflator and in CPI“. I: *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Economic Sciences. Series V* 2 (2009), s. 207.

[33] Gustavo Daou Lucas. „The (dampened) wage-price spiral: Conflict, endogenous markup and inflation“. I: *Structural Change and Economic Dynamics* 59 (2021), s. 558–566.

[34] Helmut Lütkepohl. *New introduction to multiple time series analysis*. Springer Science & Business Media, 2005.

[35] *Measuring inflation – the Harmonised Index of Consumer Prices (HICP)*. URL: https://www.ecb.europa.eu/stats/macroeconomic_and_sectoral/hicp/html/index.en.html. accessed: 23.05.2022.

[36] Aidan Meyler og Lovisa Reiche. *Making sense of consumers' inflation perceptions and expectations – the role of (un)certainty*. URL: https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/articles/2021/html/ecb.ebart202102_02~32e2ff1af1.en.html. accessed: 22.05.2022.

[37] Kristoffer P Nimark. „Calvo pricing and imperfect common knowledge: a forward looking model of rational inflation inertia“. I: *Available at SSRN 701276* (2005).

[38] Bernhard Pfaff. *Analysis of integrated and cointegrated time series with R*. Springer Science & Business Media, 2008.

[39] Alban W Phillips. „The relation between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861-1957“. I: *economica* 25.100 (1958), s. 283–299.

[40] *Policy tools*. URL: https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/policytools.htm. accessed: 29.05.2022.

[41] Pau Rabanal. „Does inflation increase after a monetary policy tightening? Answers based on an estimated DSGE model“. I: *Journal of Economic Dynamics and control* 31.3 (2007), s. 906–937.

[42] Matiur Rahman og Muhammad Mustafa. „Empirics of The Traditional Phillips Curve: Evidence From 1930-2016“. I: *Journal of Business Strategies* 34.2 (2017), s. 97–110.

[43] Federico Ravenna og Carl E Walsh. „Vacancies, unemployment, and the Phillips curve“. I: *European Economic Review* 52.8 (2008), s. 1494–1521.

[44] *SCFI*. URL: `https://www.dsv.com/en-nl/our-solutions/modes-of-transport/sea-freight/shanghai-containerized-freight-index`. accessed: 17.05.2022.

[45] Vanessa Sonne-Ragans. *Anvendt videnskabsteori*. Samfundslitteratur, 2012.

[46] Pavlos Stamatiou, Chaido Dritsaki m.fl. „The Phillips curve: Unemployment dynamics and Nairu estimates of Poland's economy“. I: *Economia Internazionale/International Economics* 72.3 (2019), s. 281–312.

[47] Dave Turner, Pete Richardson og Sylvie Rauffet. „The role of real and nominal rigidities in macroeconomic adjustment: a comparative study of the G3 economies“. I: *OECD Economic Studies* (1993), s. 87–87.

[48] *U.S. Inflation Rate 1960-2022*. URL: `https://www.macrotrends.net/countries/USA/united-states/inflation-rate-cpi`. accessed: 23.04.2022.

[49] *United States Inflation Rate*. URL: `https://tradingeconomics.com/united-states/inflation-cpi`. accessed: 23.04.2022.

[50] Nick Wilkinson og Matthias Klaes. *An introduction to behavioral economics*. Palgrave, 2018.

[51] Jeffrey M Wooldridge. *Introductory econometrics: A modern approach*. Cengage learning, 2015.

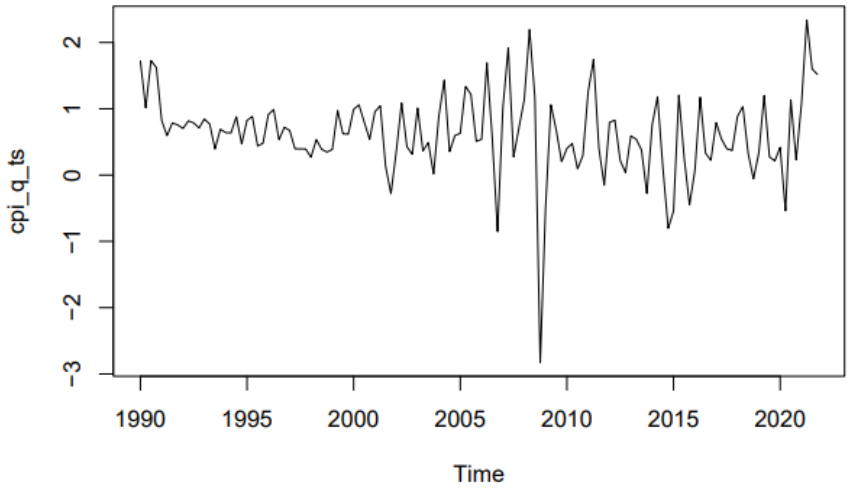
[52] *www.federalreserve.gov*. URL: `https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/fomcminutes20210922.htm`. accessed: 06.05.2022.

[53] *www.federalreserve.gov*. URL: `https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/fomcminutes20211215.htm`. accessed: 06.05.2022.

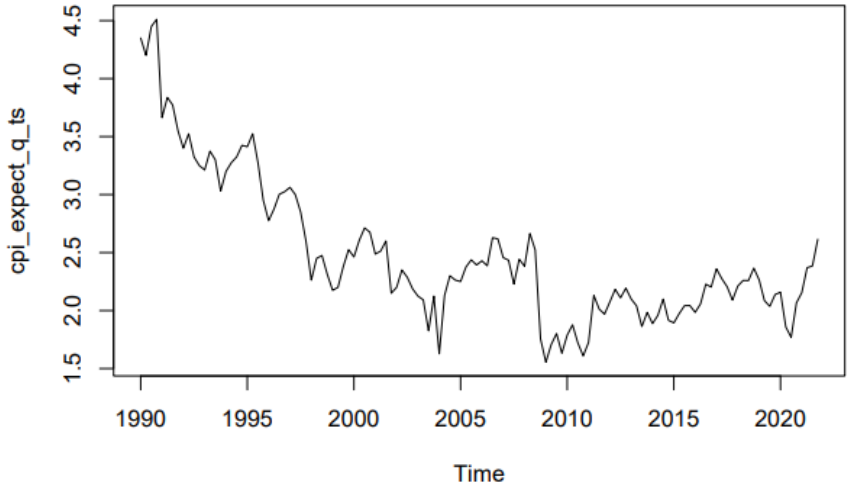
A | Appendiks

Dette appendiks vil indeholde et plot af de forskellige variables udvikling gennem deres repræsentative tidsperioder.

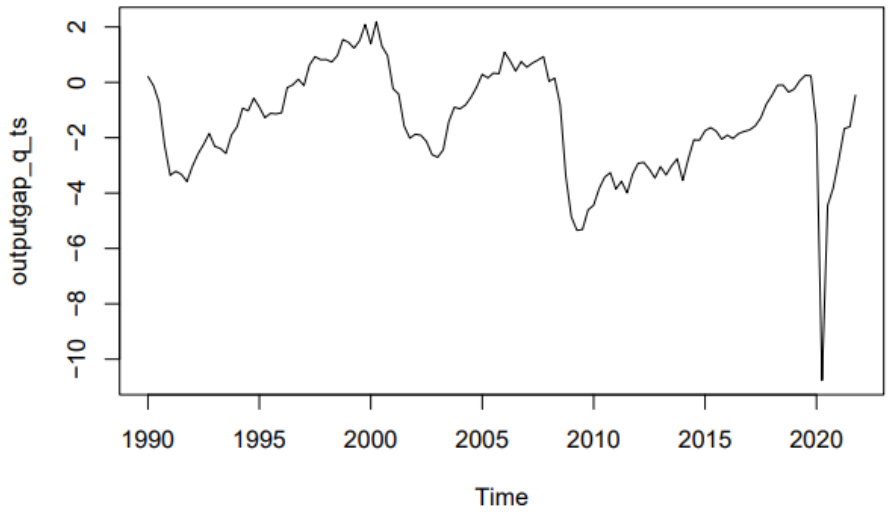
A.1 Kvartalvis data



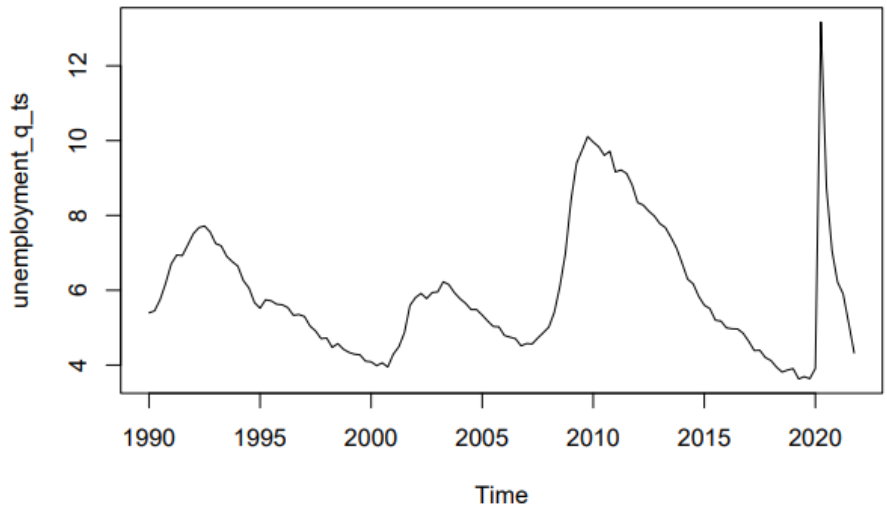
Figur A.1: Udviklingen i den amerikanske CPI inflation 1990-2021. Egen fremstilling



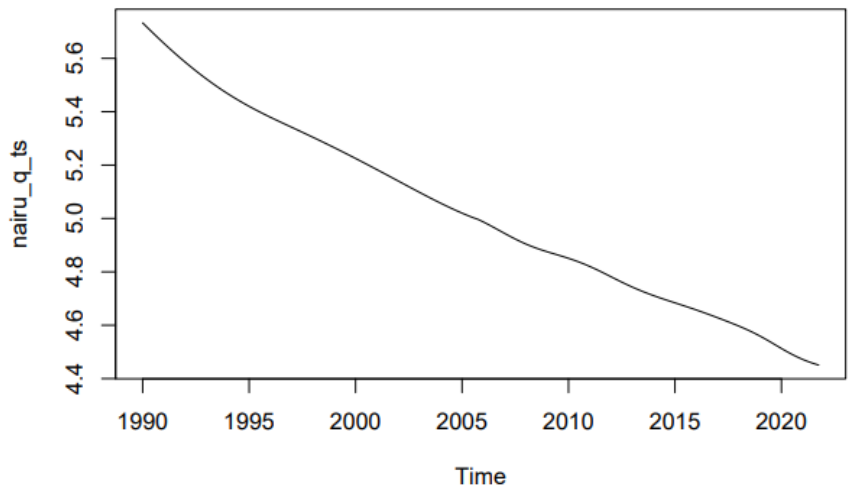
Figur A.2: Udviklingen i de amerikanske inflationsforventninger 1990-2021. Egen fremstilling



Figur A.3: Udviklingen i det amerikanske outputgab 1990-2021. Egen fremstilling

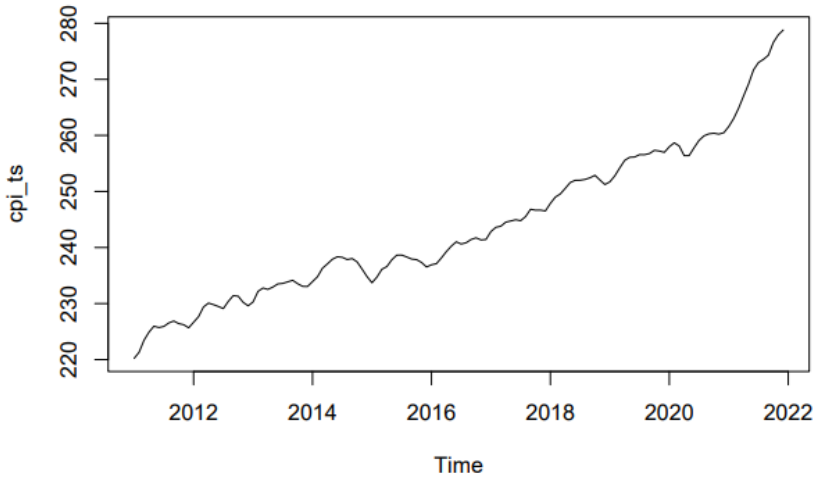


Figur A.4: Udviklingen i den amerikanske arbejdsløshed 1990-2021. Egen fremstilling

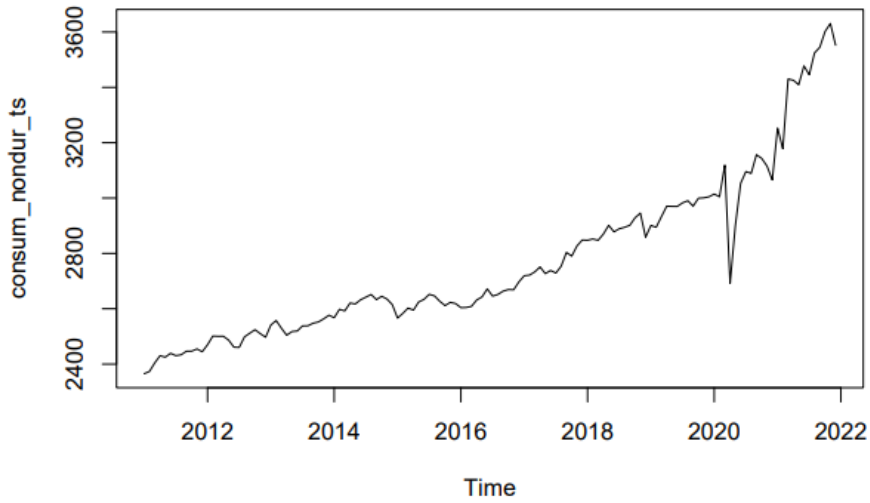


Figur A.5: Udviklingen i den amerikanske naturlige arbejdsløshed 1990-2021. Egen fremstilling

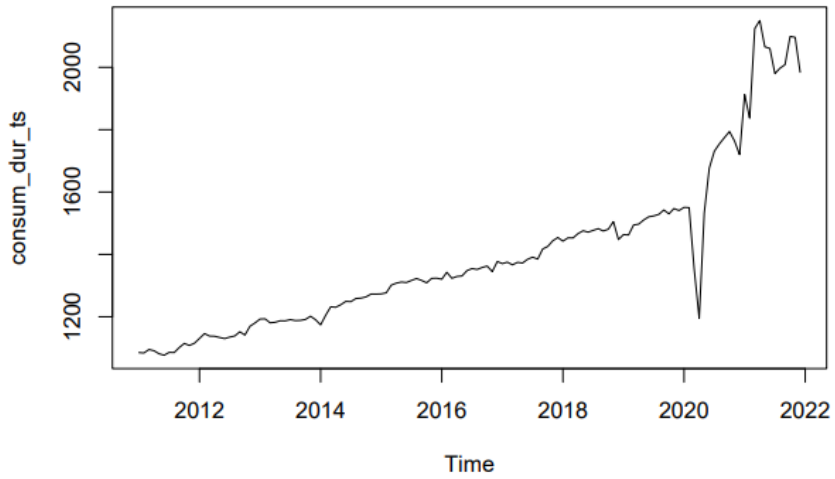
A.2 Månedlig data



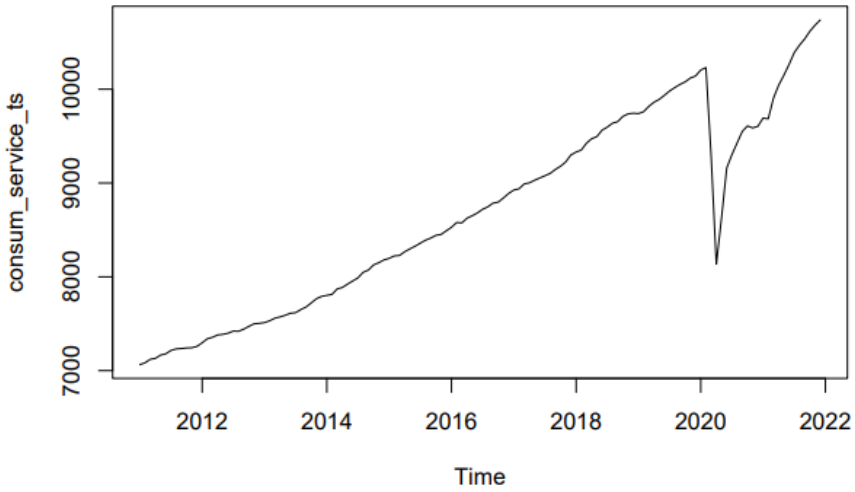
Figur A.6: Udviklingen i den amerikanske CPI inflation 2011-2021. Egen fremstilling



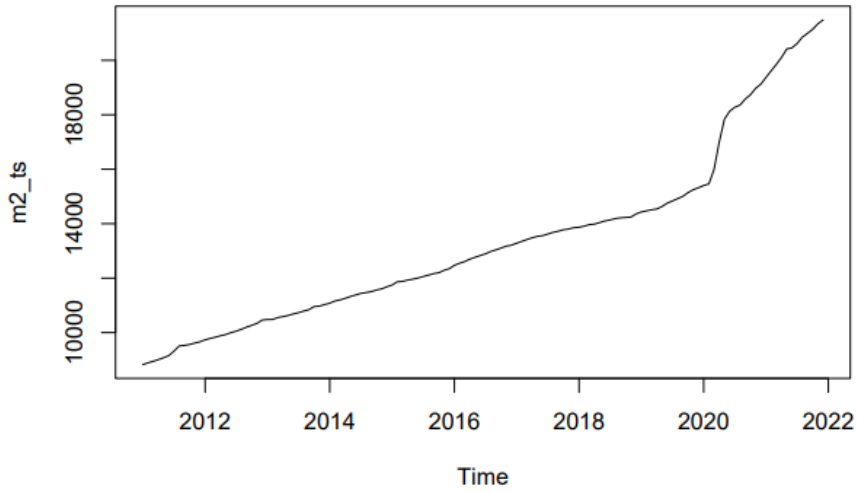
Figur A.7: Udviklingen i det amerikanske forbrug af ikke varige forbrugsgoder 2011-2021. Egen fremstilling



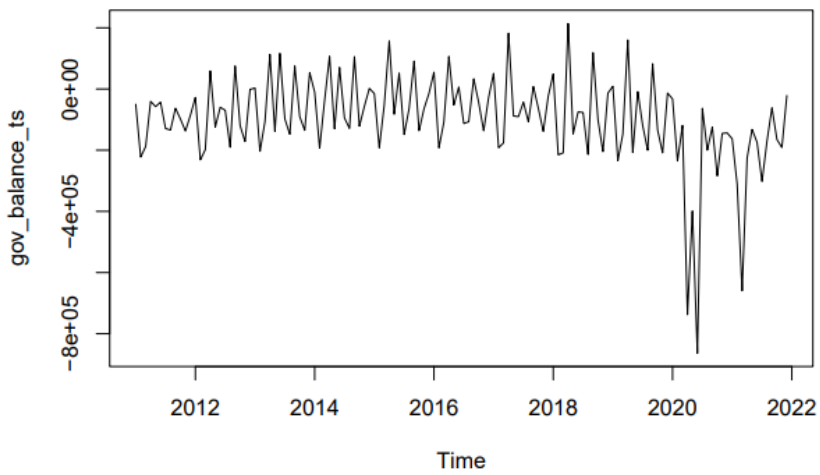
Figur A.8: Udviklingen i det amerikanske forbrug af varige forbrugsgoder 2011-2021. Egen fremstilling



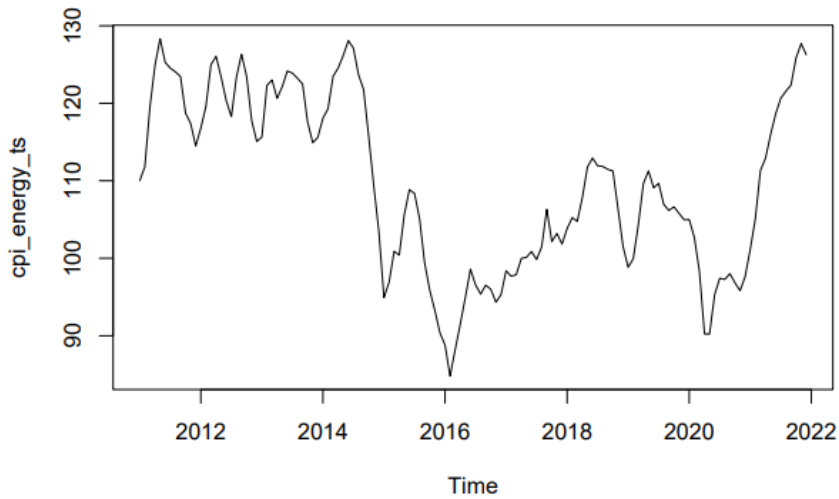
Figur A.9: Udviklingen i det amerikanske forbrug af services 2011-2021. Egen fremstilling



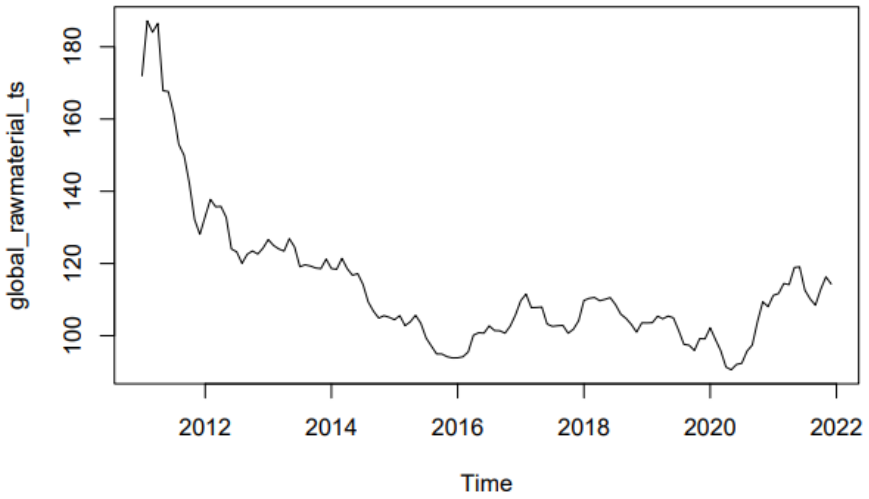
Figur A.10: Udviklingen i den amerikanske M2 pengemængde 2011-2021. Egen fremstilling



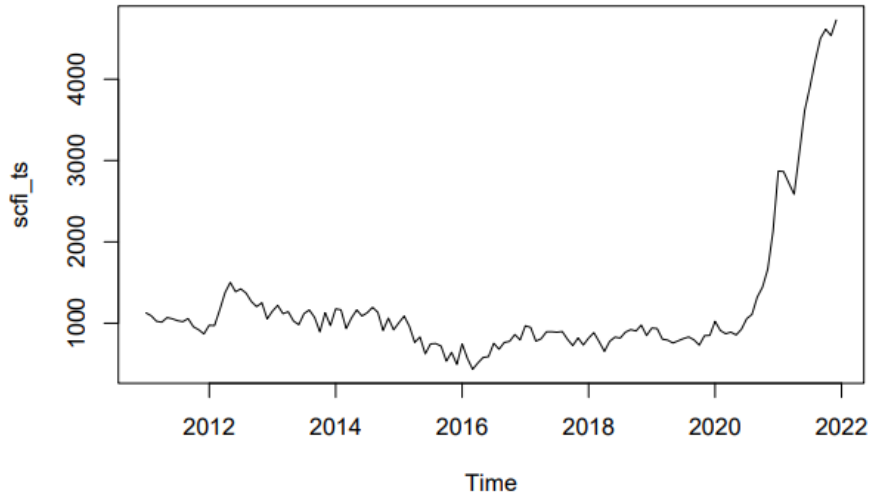
Figur A.11: Udviklingen i det amerikanske føderale budget 2011-2021. Egen fremstilling



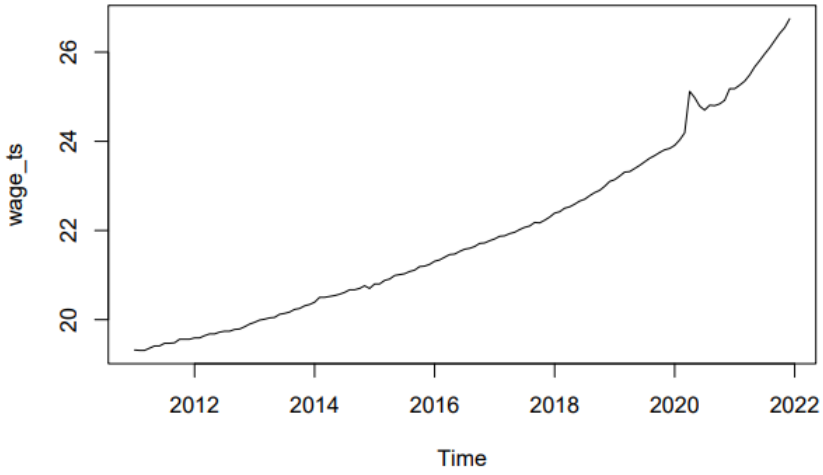
Figur A.12: Udviklingen i de amerikanske energipriser 2011-2021. Egen fremstilling



Figur A.13: Udviklingen i de amerikanske råmaterialepriser 2011-2021. Egen fremstilling



Figur A.14: Udviklingen i SCFI fragtrater 2011-2021. Egen fremstilling



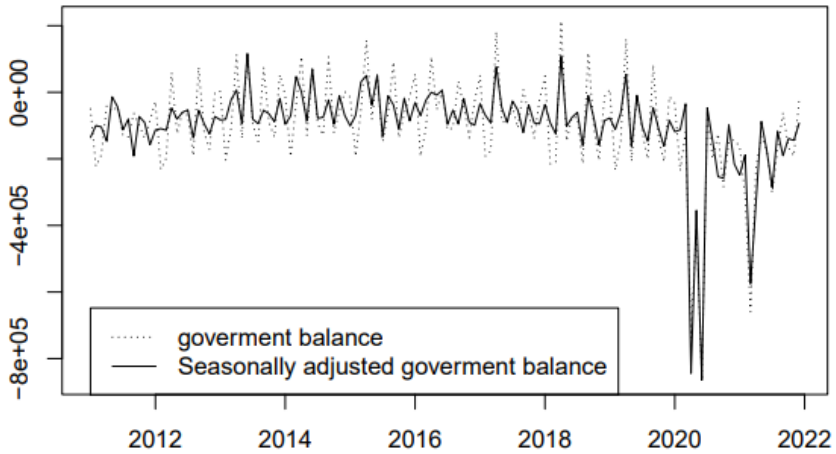
Figur A.15: Udviklingen i de amerikanske lønninger 2011-2021. Egen fremstilling

B | Appendiks

Dette appendiks vil indeholde eksempler fra de tests som er foretaget på dataet.

```
##
## Call:
## lm(formula = gov_balance_ts ~ M)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -766840  -15702   12272   55466  213735
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)   -97810      11599  -8.432 8.81e-14 ***
## M.L            41706      40181   1.038 0.301384
## M.Q            33800      40181   0.841 0.401914
## M.C           -30456      40181  -0.758 0.449949
## M^4            97429      40181   2.425 0.016809 *
## M^5           -48602      40181  -1.210 0.228819
## M^6           172964      40181   4.305 3.44e-05 ***
## M^7             5048      40181   0.126 0.900242
## M^8           -39928      40181  -0.994 0.322363
## M^9            -6628      40181  -0.165 0.869267
## M^10         -152359      40181  -3.792 0.000236 ***
## M^11            4040      40181   0.101 0.920090
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 133300 on 120 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.2667, Adjusted R-squared:  0.1995
## F-statistic: 3.968 on 11 and 120 DF,  p-value: 6.25e-05
```

Figur B.1: Test for sæsonalitet for det føderale budget. Egen fremstilling



Figur B.2: Udviklingen i det føderale budget med og uden justering sæsonalitet. Egen fremstilling

```
##
## Value of test-statistic is: 0.2762 1.6661 2.1161
##
## Critical values for test statistics:
##       1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.99 -3.43 -3.13
## phi2  6.22  4.75  4.07
## phi3  8.43  6.49  5.47
```

Figur B.3: ADF test på CPI inflationsdataet før der er benyttet differens. Egen fremstilling

```
##
##  Phillips-Perron Unit Root Test
##
## data:  cpi_ts
## Dickey-Fuller Z(alpha) = 1.1665, Truncation lag parameter = 4, p-value
## = 0.99
## alternative hypothesis: stationary
```

Figur B.4: PP test på CPI inflationsdataet før der er benyttet differens. Egen fremstilling

```
## Value of test-statistic is: -0.9344 0.7836
##
## Critical values for test statistics:
##       1pct  5pct 10pct
## tau2 -3.46 -2.88 -2.57
## phi1  6.52  4.63  3.81
```

Figur B.5: ADF test på CPI inflationsdataet efter der er benyttet differens. Egen fremstilling

```
##
##  Phillips-Perron Unit Root Test
##
## data:  dif_cpi
## Dickey-Fuller Z(alpha) = -49.783, Truncation lag parameter = 4, p-value
## = 0.01
## alternative hypothesis: stationary
```

Figur B.6: PP test på CPI inflationsdataet efter der er benyttet differens. Egen fremstilling

```
## Value of test-statistic is: -2.0715 5.5273 3.2765
##
## Critical values for test statistics:
##       1pct  5pct 10pct
## tau3 -3.99 -3.43 -3.13
## phi2  6.22  4.75  4.07
## phi3  8.43  6.49  5.47
```

Figur B.7: ADF test på NAIRU dataet før der er benyttet differens. Egen fremstilling

```
##
##  Phillips-Perron Unit Root Test
##
## data:  nairu_q_ts
## Dickey-Fuller Z(alpha) = -7.5122, Truncation lag parameter = 4, p-value
## = 0.6822
## alternative hypothesis: stationary
```

Figur B.8: PP test på NAIRU dataet før der er benyttet differens. Egen fremstilling

```
## Value of test-statistic is: -3.1554 5.504
##
## Critical values for test statistics:
##       1pct  5pct 10pct
## tau2 -3.46 -2.88 -2.57
## phi1  6.52  4.63  3.81
```

Figur B.9: ADF test på NAIRU dataet efter der er benyttet differens. Egen fremstilling

```
pp.test(dif_nairu_q)
```

```
##
##  Phillips-Perron Unit Root Test
##
## data:  dif_nairu_q
## Dickey-Fuller Z(alpha) = -10.88, Truncation lag parameter = 4, p-value
## = 0.4876
## alternative hypothesis: stationary
```

Figur B.10: PP test på NAIRU dataet efter der er benyttet differens. Egen fremstilling

```
## Eigenvalues (lambda):
## [1] 0.11953743 0.08337387 0.05933714
##
## Values of teststatistic and critical values of test:
##
##           test 10pct  5pct  1pct
## r <= 2 |  7.52  6.50  8.18 11.65
## r <= 1 | 18.23 15.66 17.95 23.52
## r = 0  | 33.89 28.71 31.52 37.22
##
```

Figur B.11: Test for cointegration for PC-kurven med udgangspunkt i trace statistik. Egen fremstilling

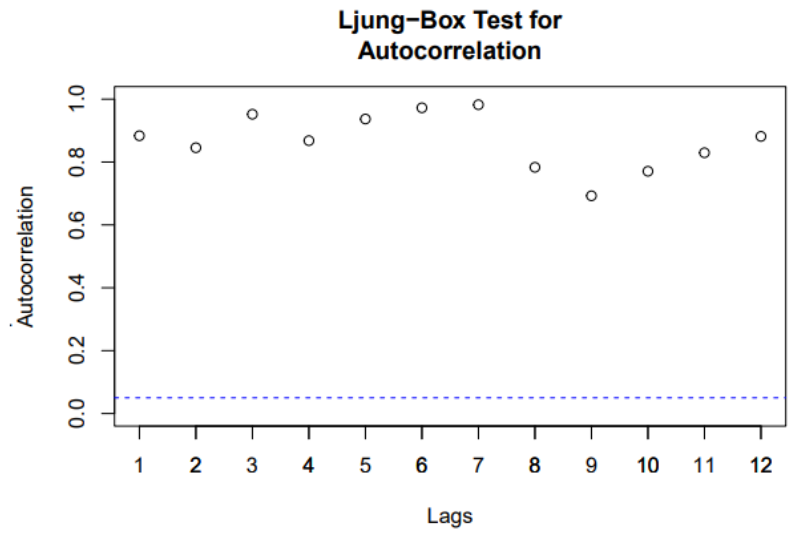
```
## Eigenvalues (lambda):
## [1] 0.11953743 0.08337387 0.05933714
##
## Values of teststatistic and critical values of test:
##
##           test 10pct  5pct  1pct
## r <= 2 |  7.52  6.50  8.18 11.65
## r <= 1 | 10.71 12.91 14.90 19.19
## r = 0  | 15.66 18.90 21.07 25.75
```

Figur B.12: Test for cointegration for PC-kurven med udgangspunkt i eigenværdier. Egen fremstilling

C | Appendiks

Dette appendiks indeholder de test som er forbundet med de forskellige modeller.

C.1 ARDL-model for PC-kurve



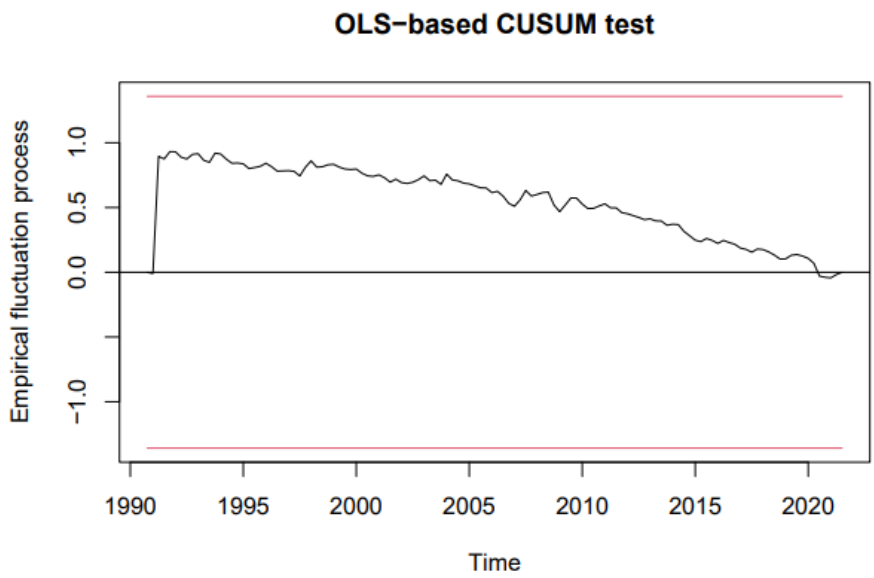
Figur C.1: Test for homoskedasticitet PC-kurve ARDL-model. Egen fremstilling

```
##
##  Box-Ljung test
##
## data:  res_pc2_model
## X-squared = 9.9903, df = 12, p-value = 0.6168
```

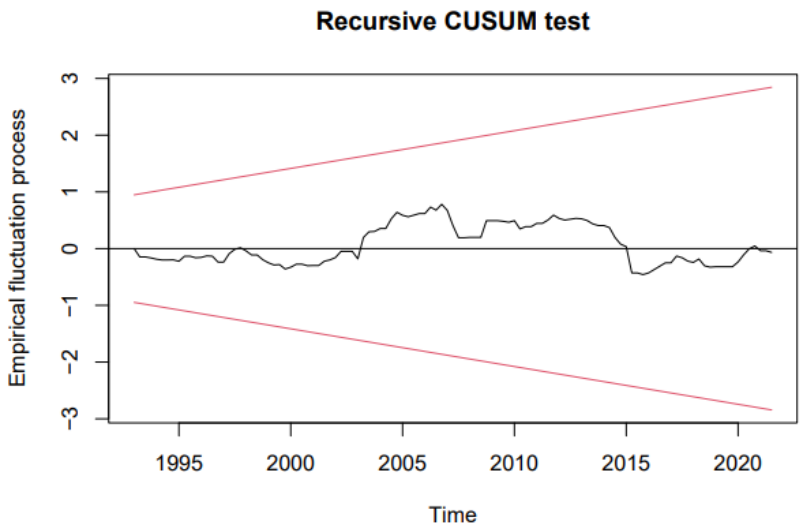
Figur C.2: Test for seriel korrelation PC-kurve ARDL-model. Egen fremstilling

```
##
##  Jarque Bera Test
##
## data:  res_pc2_model
## X-squared = 74.62, df = 2, p-value < 2.2e-16
```

Figur C.3: Test for normalitet PC-kurve ARDL-model. Egen fremstilling



Figur C.4: CUSUM test PC-kurve ARDL-model. Egen fremstilling



Figur C.5: Recursive CUSUM test PC-kurve ARDL-model. Egen fremstilling

C.2 VAR-model for PC-kurve

```
##  [1] 0.7373967 0.7373967 0.7201025 0.7201025 0.6596394 0.6596394 0.6407267
##  [8] 0.5976706 0.5976706 0.4571678 0.4435993 0.4435993
```

Figur C.6: Rødderne for PC-kurve VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  ARCH (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object pc1_var
## Chi-squared = 239.09, df = 180, p-value = 0.002112
```

Figur C.7: Test for homoskedasticitet for PC-kurve VAR-model. Egen fremstilling

```
        Breusch-Godfrey LM test

data:  Residuals of VAR object pc1_var
Chi-squared = 248.79, df = 216, p-value = 0.06226
```

Figur C.8: Test for seriel korrelation for PC-kurve VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  Portmanteau Test (asymptotic)
##
## data:  Residuals of VAR object pc1_var
## Chi-squared = 57.5, df = 72, p-value = 0.8932
```

Figur C.9: Test for seriel korrelation for PC-kurve VAR-model. Egen fremstilling

```
## $JB
##
##  JB-Test (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object pc1_var
## Chi-squared = 6289.5, df = 6, p-value < 2.2e-16
##
##
## $Skewness
##
##  Skewness only (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object pc1_var
## Chi-squared = 386.76, df = 3, p-value < 2.2e-16
```

Figur C.10: Test for normalitet for PC-kurve VAR-model. Egen fremstilling

C.3 Demand pull VAR-model

```
##  [1] 0.9949347 0.9949347 0.9911734 0.9911734 0.9854297 0.9695589 0.9695589
##  [8] 0.9527118 0.9527118 0.9420492 0.9420492 0.9390373 0.9390373 0.9372044
## [15] 0.9372044 0.9268672 0.9268672 0.9210408 0.9210408 0.9162730 0.9162730
## [22] 0.9134904 0.9134904 0.9042071 0.9042071 0.8954585 0.8573466 0.8573466
## [29] 0.8257892 0.8257892 0.8230369 0.8230369 0.8071126 0.8071126 0.8020484
## [36] 0.8020484 0.7983803 0.7983803 0.7505948 0.7505948 0.6938904 0.6938904
## [43] 0.6697699 0.3162807 0.3162807
```

Figur C.11: Rødderne for for demand pull VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  ARCH (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_1
## Chi-squared = 1204.2, df = 1125, p-value = 0.04988
```

Figur C.12: Test for homoskedasticitet for demand pull VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  Breusch-Godfrey LM test
##
## data:  Residuals of VAR object var_1
## Chi-squared = 610, df = 600, p-value = 0.3797
```

Figur C.13: Test for seriel korrelation for demand pull VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  Portmanteau Test (asymptotic)
##
## data:  Residuals of VAR object var_1
## Chi-squared = 427.81, df = 375, p-value = 0.03083
```

Figur C.14: Test for seriel korrelation for demand pull VAR-model. Egen fremstilling

```
## $JB
##
##  JB-Test (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_1
## Chi-squared = 4402.3, df = 10, p-value < 2.2e-16
##
##
## $Skewness
##
##  Skewness only (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_1
## Chi-squared = 296.2, df = 5, p-value < 2.2e-16
##
##
## $Kurtosis
##
##  Kurtosis only (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_1
## Chi-squared = 4106.1, df = 5, p-value < 2.2e-16
```

Figur C.15: Test for normalitet for demand pull VAR-model. Egen fremstilling

C.4 Cost push VAR-model

```
##  [1] 0.9205793 0.8965866 0.8822448 0.8822448 0.8709151 0.8709151 0.8460757
##  [8] 0.8460757 0.8408622 0.8408622 0.8206349 0.8206349 0.8193664 0.8193664
## [15] 0.7994748 0.7994748 0.7840585 0.7840585 0.7681094 0.7681094 0.7625349
## [22] 0.7332484 0.7332484 0.7177299 0.7177299 0.5818375 0.4821478 0.4734008
## [29] 0.4734008 0.0835996
```

Figur C.16: Rødderne for for cost push VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  ARCH (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_2
## Chi-squared = 1199.6, df = 1125, p-value = 0.06026
```

Figur C.17: Test for homoskedasticitet for cost push VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  Breusch-Godfrey LM test
##
## data:  Residuals of VAR object var_2
## Chi-squared = 625, df = 600, p-value = 0.2324
```

Figur C.18: Test for seriel korrelation for cost push VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  Portmanteau Test (asymptotic)
##
## data:  Residuals of VAR object var_2
## Chi-squared = 257.39, df = 225, p-value = 0.06805
```

Figur C.19: Test for seriel korrelation for cost push VAR-model. Egen fremstilling

```
## $JB
##
##  JB-Test (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_2
## Chi-squared = 9444.1, df = 10, p-value < 2.2e-16
##
##
## $Skewness
##
##  Skewness only (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_2
## Chi-squared = 534.02, df = 5, p-value < 2.2e-16
##
##
## $Kurtosis
##
##  Kurtosis only (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_2
## Chi-squared = 8910.1, df = 5, p-value < 2.2e-16
```

Figur C.20: Test for normalitet for cost push VAR-model. Egen fremstilling

C.5 kombineret VAR-model

```
##  [1] 0.99598234 0.99598234 0.96470595 0.95333530 0.95333530 0.95155263
##  [7] 0.95155263 0.94231501 0.94231501 0.93790204 0.93790204 0.92994532
## [13] 0.92994532 0.92141063 0.92141063 0.89898173 0.89898173 0.89153233
## [19] 0.89153233 0.88720040 0.88720040 0.88318233 0.88318233 0.88183895
## [25] 0.88183895 0.88133112 0.88133112 0.85309151 0.85309151 0.85300249
## [31] 0.85300249 0.80123675 0.80123675 0.79356857 0.79356857 0.77493825
## [37] 0.77493825 0.73553246 0.68212817 0.64909770 0.64909770 0.64245724
## [43] 0.64245724 0.39779976 0.07547629
```

Figur C.21: Rødderne for for kombineret VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  ARCH (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_3
## Chi-squared = 1190.1, df = 1125, p-value = 0.08663
```

Figur C.22: Test for homoskedasticitet for kombineret VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  Breusch-Godfrey LM test
##
## data:  Residuals of VAR object var_3
## Chi-squared = 610, df = 600, p-value = 0.3797
```

Figur C.23: Test for seriel korrelation for kombineret VAR-model. Egen fremstilling

```
##
##  Portmanteau Test (asymptotic)
##
## data:  Residuals of VAR object var_3
## Chi-squared = 198.18, df = 75, p-value = 4.611e-13
```

Figur C.24: Test for seriel korrelation for kombineret VAR-model. Egen fremstilling

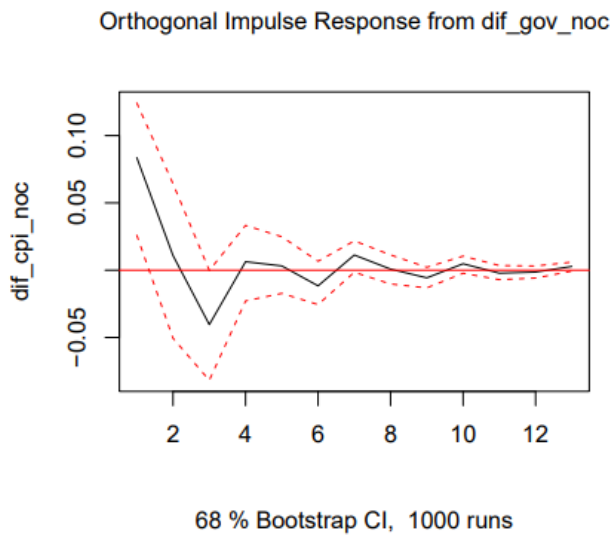
```
## $JB
##
##  JB-Test (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_3
## Chi-squared = 985.79, df = 10, p-value < 2.2e-16
##
##
## $Skewness
##
##  Skewness only (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_3
## Chi-squared = 103.86, df = 5, p-value < 2.2e-16
##
##
## $Kurtosis
##
##  Kurtosis only (multivariate)
##
## data:  Residuals of VAR object var_3
## Chi-squared = 881.93, df = 5, p-value < 2.2e-16
```

Figur C.25: Test for normalitet for kombineret VAR-model. Egen fremstilling

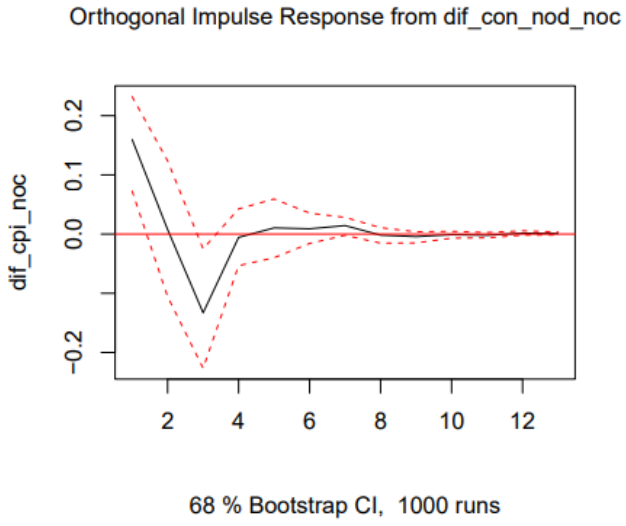
D | Appendiks

Dette appendiks vil indeholde IRF'er fra VAR-modellerne som ikke inkludere pandemien indenfor deres tidsperiode.

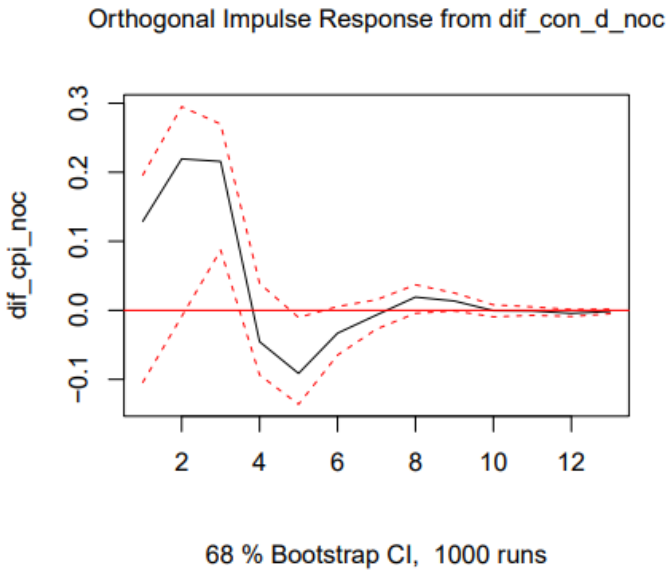
D.1 Demand pull VAR-model uden pandemien



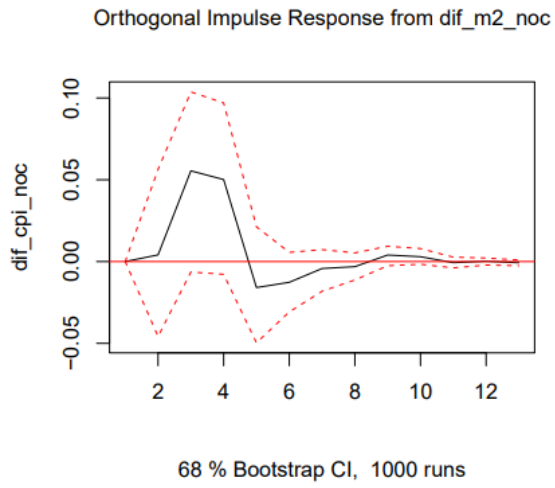
Figur D.1: IRF for stød til det føderale budget og respons i inflationen. Egen fremstilling



Figur D.2: IRF for stød til forbruget af ikke varige forbrugsgoder og respons i inflationen. Egen fremstilling

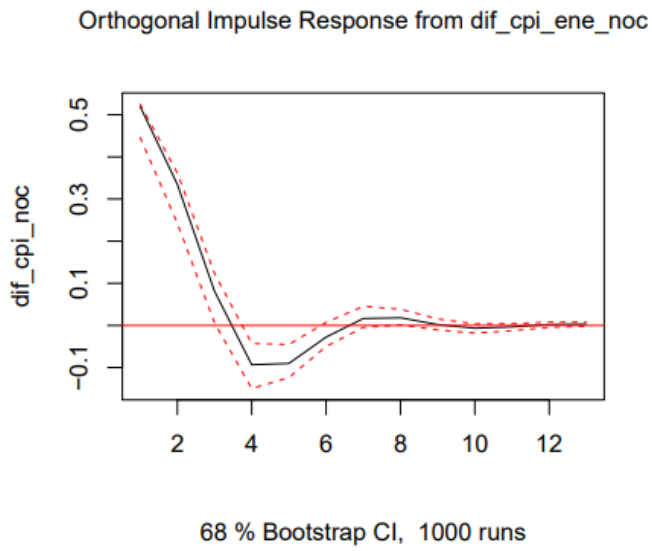


Figur D.3: IRF for stød til forbruget af varige forbrugsgoder og respons i inflationen. Egen fremstilling

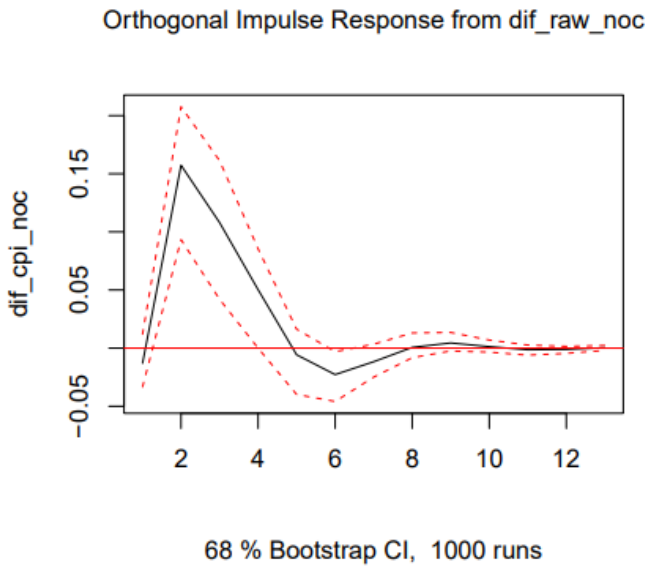


Figur D.4: IRF for stød til pengemængden og respons i inflationen. Egen fremstilling

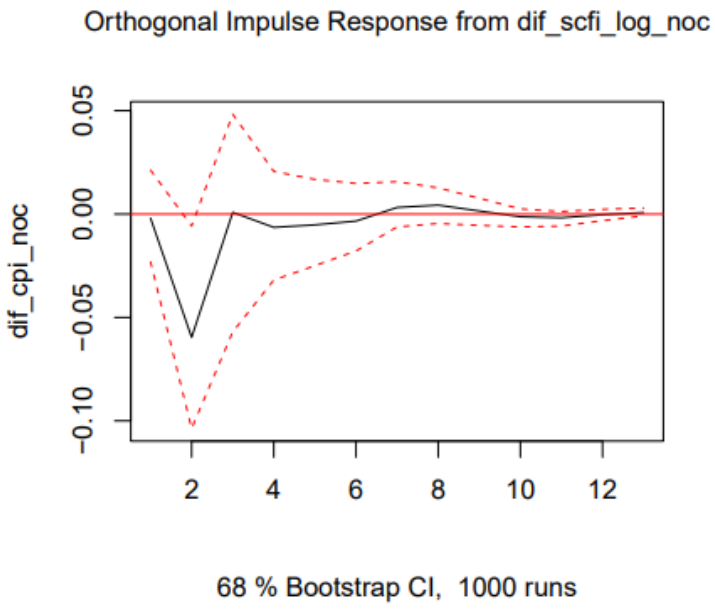
D.2 Cost push VAR-model uden pandemien



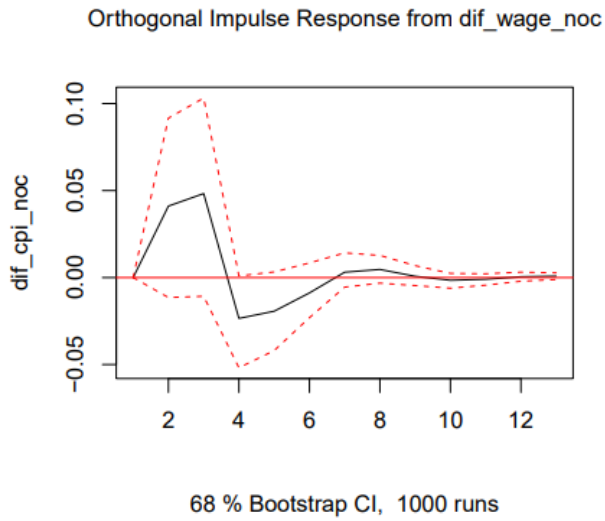
Figur D.5: IRF for stød til energipriserne og respons i inflationen. Egen fremstilling



Figur D.6: IRF for stød til råmaterialepriserne og respons i inflationen. Egen fremstilling



Figur D.7: IRF for stød til fragtraterne og respons i inflationen. Egen fremstilling



Figur D.8: IRF for stød til lønnen og respons i inflationen. Egen fremstilling