

Handelshøyskolen BI - campus Trondheim

BTH 16131

Bacheloroppgave - Anvendt makroøkonomi

Bacheloroppgave

Hvordan vil makroøkonomiske bevegelser i USA påvirke prisen på gull?

Navn: Mads Wølner Claussen, Stian Eikvang
Mørk Barbakken

Utlevering: 08.01.2018 09.00

Innlevering: 04.06.2018 12.00

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|----|
| 1.0 Introduksjon | 1 |
| 1.1 Gullmarkedet i dag | 2 |
| 1.2 Makroøkonomiske variabler og gullpris..... | 4 |
| 1.2.1 Gullprisen | 4 |
| 1.2.2 The law of one price (Purchasing power parity and arbitrage) | 6 |
| 1.2.3 Faktorer som påvirker gullprisen på kort sikt og lang sikt | 7 |
| 1.2.4 Variabler | 8 |
| 1.2.5 IS- LM og Konsumentteori..... | 8 |
| 1.2.6 M2 Pengemengde | 11 |
| 1.2.7 Inflasjon | 12 |
| 2.0 Metode | 14 |
| 2.1 Stasjonæritet | 14 |
| 2.1.1 Augmented Dickey-Fuller-test | 14 |
| 2.1.2 First-difference | 15 |
| 2.2 Lineær regresjon | 16 |
| 2.2.1 T-test..... | 16 |
| 2.2.2 Ordinary Least Squares..... | 17 |
| 2.3 Vektor Autoregressiv modell..... | 17 |
| 2.4 Impulse Response Function..... | 18 |
| 2.5 Granger Causality | 19 |
| 2.6 Våre modeller | 20 |
| 2.6.1 OLS Modell | 20 |
| 2.6.2 VAR modell..... | 20 |
| 3.0 Resultater og drøfting | 22 |
| 3.1 ADF og first difference..... | 22 |
| 3.2 Ordinary least squares: | 23 |
| 3.3 VAR-modell, IRF og Granger causality..... | 24 |
| 3.3.1 Impulse response function | 24 |
| 3.3.2 Granger causality | 29 |
| 4.0 Konklusjon og diskusjon | 31 |
| 5.0 Referanseliste..... | 34 |
| 6.0 Vedlegg..... | 36 |

1.0 Introduksjon

For over 6000 år siden ble gull oppdaget, og har siden det blitt brukt som et verdilager og valuta, men det var først i 1870 hvor verden ble enige om en felles gullutvekslingsstandard (Cooper, Dornbusch & Hall, 1982). Gullstandarden ble forlatt under første og andre verdenskrig, men i 1944 skrev 44 nasjoner under på Bretton Woods avtalen, som omhandlet at dollar skulle ha en fast veksling mot gull på \$35/unse, og alle land kunne veksle egen valuta mot dollar (Michael, 1993). Dette systemet førte til en stabil økonomisk utvikling. Men i 1971 opphørte dette systemet, som førte til mindre relevans for gull i økonomien (Cooper et al., 1982).

Etter Bretton Woods systemet opphørte, vil vi gjerne finne ut av hvor stor betydning økonomiske endringer i USA har for prisen på gull. I denne oppgaven skal vi analysere hvilken effekt inflasjon, federal funds rate og M2 pengemengde har på gullprisen, og om man kan forutse fremtidige bevegelser i prisen ved å benytte disse variablene. For å besvare oppgaven anvender vi makroøkonomisk teori fra blant annet Blanchard (2017) og Krugman (2014), og økonometrisk teori fra Hill (2011), samt at vi benytter forskningsartikler som også har analysert lignende problemstillinger. For å analysere våre datasett benytter vi oss av open-source-programmet R Studio, og drøfter resultatene ved anvendelse av teori.

I følge flere artikler blir gull ofte antatt å være en sikker måte å investere penger for å motvirke effekten av inflasjon, som vil si at gull og inflasjon skal ha en positiv korrelasjon, men denne teorien viser seg å være usikker, da teoretikere har forskjellige meninger om reliabiliteten til denne påstanden, ut fra graden av korrelasjon mellom gull og inflasjon. Det viser seg at sentralbanker har en sentral rolle når det kommer til internasjonal handel og prisutviklingen til gull, da de både selger og kjøper det edle metallet i store kvantum.

Prisutviklingen påvirkes også av konjunkturpolitikken da markedsrentene, pengemengden i markedet og lønnsutviklingen har stor betydning for etterspørselen. Lave renter fører til svakere avkastning på obligasjoner, og investorer vil da ofte foretrekke andre investeringsalternativer, som for eksempel

gull. Lønnsnivået er også av betydning fordi majoriteten av etterspørselen kommer fra smykkeindustrien, og ved økt kjøpekraft vil flere få mulighet til å foreta investeringer og/-eller innkjøp av kjøp av gull. Prisen på gull og andre råvarer blir også sterkt påvirket av markedsmessige usikkerheter, som for eksempel politisk uro og internasjonale konflikter, og vil vanligvis se en økning i slike tilfeller. Men, i denne oppgaven har vi kun valgt å fokusere på bestemte markedsmessige endringer i USA, og foretar derfor kun en analyse av disse.

For å foreta våre regresjonsanalyser har vi hentet datasett fra FRED databasen og OECD databasen fra 1971 til 2017. Vi anvender en ordinary least squares-analyse, en impulse response function-analyse, og en granger causality-test. Vi ønsket å gå i dybden for å finne ut både om og hvordan våre variabler påvirker prisen på gull, og om de kan anvendes til å forutsi prisen i fremtiden.

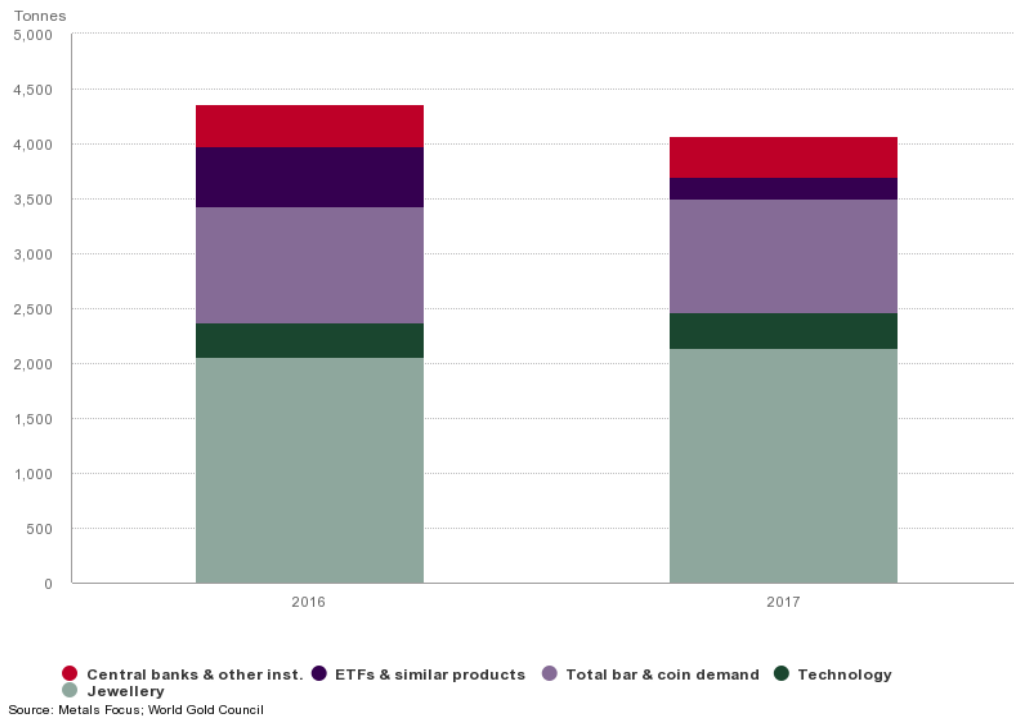
Resultatene vi fikk fra vår analyse viser at inflasjon har svært liten påvirkning, og viser ubetydelig korrelasjon med gullprisen. Pengemengde M2 og federal funds rate viser derimot en påvirkning i både IRF og granger causality, som viser signifikant korrelasjon med gullprisen. Likevel er påvirkningen av disse variablene svært liten, og konkluderer derfor med at endringer i inflasjon, pengemengde og rentenivå i et land ikke har signifikant påvirkning på gullprisen, ved at dette er en internasjonal handelsvare som påvirkes av utallige varierte faktorer.

1.1 Gullmarkedet i dag

Gullprisen, som prisen på de fleste andre varer, stiger når etterspørselen øker.

Etterspørselen etter gull kommer i hovedsak fra fem ulike sektorer:

Smykkeindustrien, sentralbanker og andre institusjoner, finansmarkedet og teknologibransjen. De største importørene av gull i 2017 var Kina, India, USA og Tyrkia. Samlet global etterspørsel i 2017 er cirka 4071,7 tonn (WGC, 2018b).

7% decline in annual gold demand was largely investment-related

Figur 1 (Hentet fra World Gold Council)

I følge World Gold Council står smykkeindustrien for cirka 52,44 prosent av all etterspørselen på global basis. Global etterspørsel etter gull til smykkeproduksjon var på 2 135,5 tonn i 2017, cirka fire prosent høyere enn i 2016. Det var i hovedsak India, Kina og USA som bidro til den økte etterspørselen, der Indias etterspørsel økte med 12% i fjerde kvartal, noe grunnet lavere trend i gullpris målt i indisk rupi. Indiske myndigheter ga også gullmarkedet fritak fra “The Prevention of Money Laundering Act (PMLA)”, noe som videre økte etterspørselen etter gull, spesielt i bygdeområder. Kinas økonomiske vekst på fire prosent i fjerde kvartal 2017, bidro til en tre-prosents økning i etterspørselen etter smykker. Kinesiske bedrifter har også økt salget av smykker via nettbutikk, noe som har bidratt til den økte etterspørselen. Årlig etterspørsel i USA nådde tre prosent i 2017, og opplevde høyeste fjerde- kvartalsøkning siden 2009. Salg over nettbutikk anslås å være hoveddriveren bak den økte etterspørselen (WGC, 2018d).

Sentralbankenes etterspørsel etter gull sto for cirka 9,12 prosent av den totale etterspørselen i 2017. Etter finanskrisen i 2008 har sentralbankene igjen rettet oppmerksomheten mot gulletts betydning og viktighet i økonomien. Sentralbanker i fremvoksende økonomier har økt det offisielle innkjøpet av gull, samtidig som europeiske sentralbanker har opphørt salget av gullreserver. Salget av

sentralbankers gullreserver har mer enn halvert mellom periodene 1987 - 2009 og 2010 - 2016. Etterspørselen fra sentralbanker har i 2017 sett en reduksjon på fem prosent fra 2016 til 2017 (WGC, 2018a).

Finansielle investeringer i gull innebærer kjøp av gullderivater (futures og ETFer) og gullbarrer og mynter. I følge World Gold Council har årlige investeringer i gull økt med cirka 235 prosent de siste 30 årene. Etterspørselen etter gullderivater sto for cirka 5 prosent av den totale etterspørselen i 2017. Etterspørselen etter derivater har sett en brå nedgang fra 2016 til 2017 med hele 63 prosent. Vi antar at det forventninger om høyere rente har bidratt til den store nedgangen, samt sterk vekst i det amerikanske aksjemarkedet. Etterspørselen etter gullbarrer og mynter sto i 2017 for cirka 25,3 prosent i 2017. En nedgang på 2 prosent fra året før (WGC, 2018c).

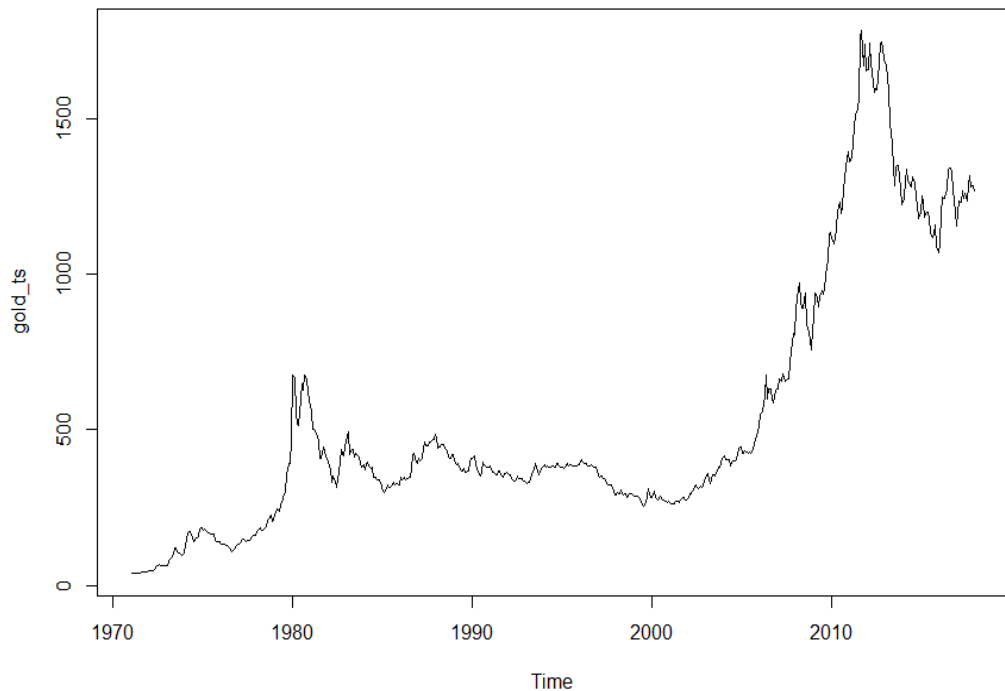
Teknologibransjen sto for cirka 8,2 prosent av den totale etterspørselen etter gull i 2017. Gull benyttes ofte i elektronikkvarer på grunn av dets svært effektive egenskap som elektrisk leder, samt at det ikke kan ruste, som mange andre metaller gjør. Etterspørselen etter gull fra teknologibransjen så en økning på tre prosent fra 2016 til 2017 (WGC, 2018f).

Majoriteten av tilbudet av gull kommer fra gruveproduksjon, som er anslått å dekke 75 prosent av det totale tilbudet per år. Gruvedrift produserte 3 268,7 tonn gull i 2017. Det resterende tilbud-etterspørsels-gapet dekkes av resirkulert gull, som bidro med 1 160 tonn av tilbudet i 2017. Samtidig reduserte net producer hedging tilbudet med 30,4 tonn (WGC, 2018e). Net producer hedging betyr at gullgruve-driftene forhåndsselger det de forventer å produsere til en gitt pris i dag, for å beskytte seg mot uforutsette prisendringer i fremtiden.

1.2 Makroøkonomiske variabler og gullpris

1.2.1 Gullprisen

I figur 2 har vi illustrert gullprisen per unse fra 1971 til 2017, oppgitt i USD.



Figur 2 (Data hentet fra FRED-databasen og behandlet i R-Studio)

Fra 1971 og frem til 2017 har gullprisen sett store bevegelser. De mest bemerkelsesverdige hendelsene, etter vår mening, er fra 1980, 1999 og 2011.

I 1980 nådde gullprisen en ny rekord på 850 USD per unse. Prisen var drevet av blant annet høy inflasjon, høye oljepriser og politisk uro i Midtøsten (Goldstein, 2011). I 1999 falt gullprisen til sitt laveste nivå på 23 år og endte til slutt opp på 251,70 USD per unse. Ukoordinerte salg fra sentralbanker rundt om i verden på 1990-tallet bidro til høyt tilbud og svekket gullpris. I mai 1999 annonserte UK Treasury at de skulle selge halvparten av sine gullreserver og bidro til den svakeste gullprisen på 23 år (Blas & Farchy, 2010). I 2011 nådde gullprisen sitt høyeste nivå på nesten 2 000 USD. Økende oljepriser, svakere dollar, inflasjonspress i Kina og India, samt usikkerhet rundt flere EU-lands gjeldsforpliktelser ser ut til å ha vært faktorer som økte etterspørselen etter gull (Schultz, 2011).

1.2.2 The law of one price (Purchasing power parity and arbitrage)

Gull er en råvare som omsettes over landegrensene. For å eliminere muligheten for arbitrasjegevinst må det dermed foreligge en lik pris når man handler i forskjellig valuta. Loven om en pris sier at i konkurrerende markeder der det ikke eksisterer noen transportkostnader eller handelsbarrierer, skal identiske varer omsettes til samme pris målt i felles valuta (Krugman et al., 2014).

| Valuta | Gullpris | Valutakurs | Gullpris i USD |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| Amerikansk dollar | 1 353,2 | 1 | 1 353,2 |
| Euro | 1 088,3 | 0,804731 | 1 352,4 |
| Pund | 954,1 | 0,705244 | 1 352,9 |
| Australsk dollar | 1 671,9 | 1,233951 | 1 354,9 |
| Canadisk dollar | 1 667,9 | 1,232327 | 1 353,5 |
| Sveitsisk Franc | 1 265,4 | 0,933953 | 1 354,9 |
| Japansk Yen | 146 931,8 | 108,368199 | 1 355,9 |

Figur 3: Gullpris målt i felles valuta

I figur 3 har vi illustrert gullprisen målt i forskjellige valutakurser med tall fra 26. januar 2018. For å teste om loven om en pris holder for gull, konverterte vi valutakursene over til dollar og dividerte med prisen i de respektive valutaene. Som vi ser, holder loven om en pris sterkt når det gjelder prisen på gull på tvers av landegrenser, med noen få dollar i avvik. Dette betyr at det ikke er mulig å få noen arbitrasjegevinst ved å kjøpe gull i et land, for så å selge det videre i et annet.

1.2.3 Faktorer som påvirker gullprisen på kort sikt og lang sikt

I følge Shaifee og Topal (2010) vil gullprisen på kort sikt i hovedsak øke på grunn av to årsaker. Dersom den globale økonomien opplever resesjon eller at det oppstår økonomiske kriser, vil investorer i finansielle markeder ha mindre tillit til aksjer og andre verdipapirer. I slike tilfeller vil investorer ofte investere i markeder som de mener er mer forutsigbare, og som ikke er like følsomme for store endringer i økonomien. Gullmarkedet blir i slike tilfeller ofte sett på som en forsikring mot verditap. Den andre årsaken til store endringer i gullprisen på kort sikt kan være høy global inflasjon, som et resultat av høye oljepriser. Gull blir i tillegg ansett som en sikring mot inflasjon, og det antas derfor at gullhandel da kan motvirke potensielle bevegelser i realverdier på det kortsiktige pengemarkedet.

En annen årsak til prisendringer på kort sikt kan være endringer i etterspørsel av smykker som et resultat av økonomisk vekst eller resesjon. Som vi nevnte tidligere, så kommer cirka 50 prosent av etterspørselen etter gull fra smykkeindustrien. Vi kan dermed anta at dersom det er vekst i den globale økonomien og inntekter øker, vil flere være mer villig til å handle gull, på grunn av økt kjøpekraft. Dette avhenger dog også av prisveksten til gull og andre konsumvarer. Hvis den globale økonomien opplever resesjon kan arbeidsledigheten øke, og inntekt og etterspørsel reduseres.

Vekst og resesjon kan også knyttes opp til konjunkturpolitikk, der stat og sentralbank gjør tiltak for å motarbeide unormalt høy vekst, eller gjør tiltak for å fremme den økonomiske veksten. Sentralbankens rentesetting står også sentralt innen konjunkturutviklingen, og vil påvirke markedsrentene i økonomien. En endring i markedsrentene vil påvirke investeringsvalgene til investorer, da mangfoldet er risikoaverse, og ofte ønsker å investere i aktiva som gir høyest avkastning til lavest mulig risiko, som for eksempel fond og statsobligasjoner (Krugman et al., 2014).

På lang sikt er det i hovedsak tre årsaker til økende gullpris. I løpet av de siste tiårene har kostnadene rundt gullproduksjon økt signifikant. Mindre utforskning, samt at det har blitt vanskeligere å lokalisere store reservoarer har ført til lavere

gruveproduksjon. Den andre årsaken er at investorer og andre handelsmenn kjøper ofte gull som en sikkerhet da det er lett omsettelig, og kan beskytte mot uønskede økonomiske bevegelser i fremtiden. Den siste årsaken er at gull i de siste tiårene har blitt lettere å investere i. Siden gull-ETFer kom på markedet har etterspørselen etter gull økt, da ETFer er like lette å omsette som andre verdipapirer (Shafiee & Topal, 2010).

1.2.4 Variabler

Variablene vi har valgt å benytte i vår oppgave er variabler som ofte har stor betydning for bevegelser i finansmarkeder og økonomier generelt. Vi har valgt å kun se på tallmateriale for USA, og vi må dermed anerkjenne at disse variablene ikke kan forklare den helhetlige endringen i gullprisen, når gull omsettes i flere land. Vi skal i vår oppgave se på endringer i inflasjon, rentenivå og pengemengde M2. Variablene våre er svært knyttet til inflasjon, som er en økning i prisnivå eller depresiering av valuta, men vi antar at inflasjon i seg selv ikke er nok til å forklare endringen i gullpris og inkludere derfor flere variabler.

For å redegjøre for forholdet mellom tilbud, etterspørsel og prisendring vil vi anvende både makroøkonomiske og mikroøkonomiske teorier. Vi ser i hovedsak på inntektsendring og bevegelser i inflasjon ved renteendringer for å forklare hvordan prisene endres over tid, og hvordan sentralbanken kan påvirke prisen på gull ved hjelp av pengepolitikk. Vi vil ikke forklare de ulike formene for inflasjonsstyring, men vil heller gå grundigere inn på hvilken betydning rentesetting kan ha for etterspørsel og prisendring av gull.

1.2.5 IS- LM og Konsumentteori

Sentralbankenes rentesetting og påvirkningen det har på etterspørselen i økonomien kan utledes i IS-LM- relasjonen. Vi velger å se på modellen i en lukket økonomi for å enklere illustrere rentens påvirkning på inntekt og etterspørsel, og ser dermed bort fra effektene av eksport og import. "IS-relasjonen er en likevektsbetingelse som påstår at etterspørselen etter goder må være lik tilbudet av godene, eller at investeringer er lik sparing." (Blanchard, 2017).

IS-relasjonen kan utledes ved: $Y = C + I + G$, hvor “ Y ” er inntekt, “ C ” er konsum, “ I ” er investering og “ G ” er offentlig konsum. Det neste steget for å forklare hvordan etterspørselen etter varer oppstår er å utlede variablene i IS-relasjonen.

Konsum kan beskrives som varer og tjenester som kjøpes av konsumentene. Dette kan for eksempel være kjøkkenutstyr, billetter eller smykker og juveler. Konsum er sterkt avhengig av inntekt, og man kan da bryte ned variabelen til $C = c_0 + c_1(Y - T)$, hvor c_0 er hvor mye konsumenten konsumerer ved inntekt lik null, og c_1 er hvor stor andel av realinntekt ($Y - T$) man benytter på konsum. T er en samlepost for skatter og avgifter.

Investeringer er gjerne investeringer som foretas i form av kjøp av bolig, maskiner og andre langvarige anleggsmidler. Investeringer påvirkes i hovedsak av inntekt og renteendringer, og vi kan derfor lage en enkel modell ved $I(Y, i)$, der investeringer øker ved økt inntekt (Y), men reduseres ved høyere rente (i). Høyere rente vil gjøre det mer kostbart for bedrifter å ta opp lån for å finansiere investeringer, og kan føre til mindre ansettelser eller nedskjæring av arbeidsplasser, høyere arbeidsledighet, lavere lønn og dermed lavere etterspørsel. Vi ser på investeringer i denne sammenhengen på grunn av inntekts- og etterspørselseffekten ved renteendring. (mer om konsekvensene av renteøkning kan leses om i Blanchard, 2017. s. 86 - Kapittel 5)

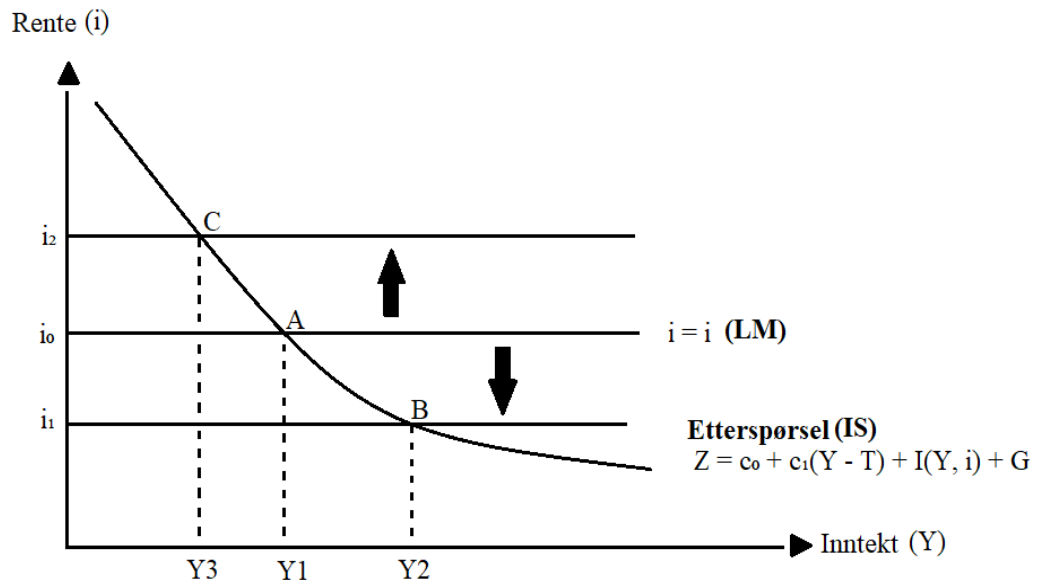
Offentlig konsum G , er hvor mye staten konsumerer av varer og tjenester. Statens bruk av penger har en positiv effekt på arbeidsmarkedet da de skaper flere arbeidsplasser og gir grunnlag for høyere lønn i økonomien, og dermed økt etterspørsel. Vi velger å holde offentlig konsum som en konstant i IS-relasjonen da vi fokuserer på effekt av renteendring.

Vi antar at inntekt (Y) er lik etterspørsel (Z) og får dermed IS- funksjonen: $Z = c_0 + c_1(Y - T) + I(Y, i) + G$.

LM- modellen er en illustrasjon om hvordan sentralbanken endrer renten ved endringer i pengepolitikken. I moderne økonomier kan sentralbankene justere rentenivået ved å endre pengetilbudet i markedet. Dette gjøres tradisjonelt

gjennom likviditetsstyring. Likviditetsstyring innebærer at sentralbanken “styrer bankenes reserver med sikte på å holde de helt kortsiktige pengemarkedsrentene nær styringsrenten. Det gjøres ved ulike former for markedsoperasjoner, som innebærer at sentralbanken enten tilfører bankene reserver eller trekker reserver ut av banksystemet.” (NB, 2015).

For å forenkle IS-LM -modellen antar vi at renten settes til faste nivåer.

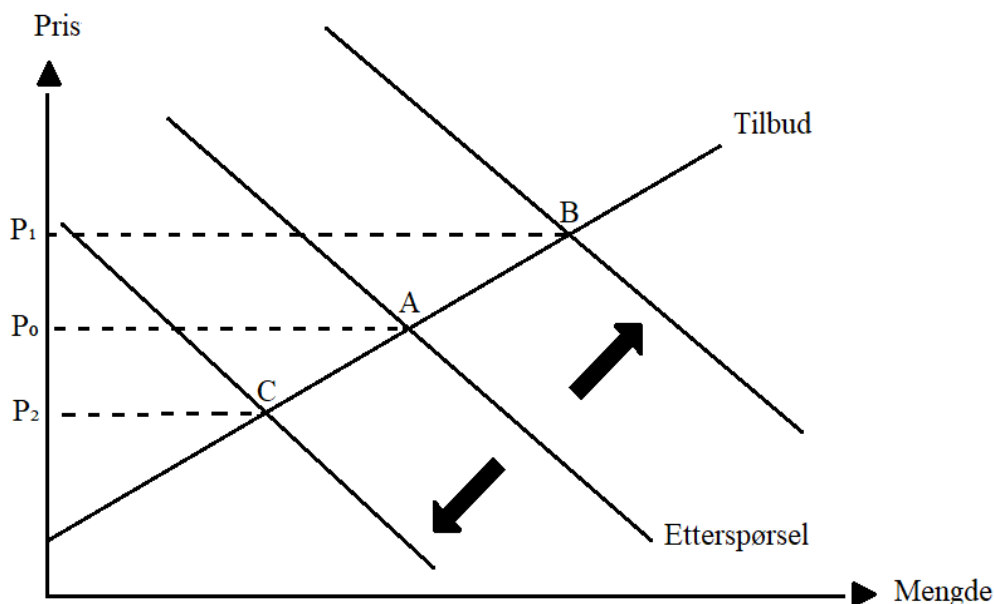


Figur 4: (IS-LM modell)

Som vi ser i modellen, vil inntekten og etterspørselen øke eller reduseres ved endringer i rentenivå. Ved lavere rente, i_1 , vil inntekt øke til Y_2 og etterspørsel til punkt A. Ved høyere rente, i_2 , vil inntekt og etterspørsel reduseres, i dette eksempelet, til punktene Y_3 - C.

Inntektseffekten av renteendringen vil også føre til endringer i konsummarkedet. “Høyere inntekt gjør mulighetsområdet for konsum større.” (Riis, 2016). For en gitt pris vil konsumet av varer øke, gull i dette tilfellet, og etterspørselskurven i figuren nedenfor skifter dermed til høyre. Vi går dermed fra punkt P_0 til P_1 i figur 5. “Når etterspørselskurven skifter til høyre, må det skje noe med prisen i markedet. Til den gamle prisen, P_0 , ville det blitt et etterspørselsoverskudd. Prisen må derfor øke til P_1 for at markedet igjen skal være i likevekt.” (Riis, 2016). Siden majoriteten av etterspørselen av gull kommer fra smykkeindustrien, kan vi trygt anta at inntektsøkninger på global basis er en stor bidragsyter til økende gullpris.

Ved høy rente vil inntekten reduseres, og konsumenten vil dermed ha mindre mulighetsområde for konsum. Konsumenten har dermed lavere betalingsvillighet når det kommer til innkjøp av gullprodukter. Etterspørselskurven flyttes til venstre. Dette vil drive prisen ned til et lavere nivå enn tidligere, og vi går fra punkt A til punkt C, og får pris P_2 .



Figur 5: Forholdet mellom pris og etterspørsel (Hentet fra Riis (2016) og tilpasset til oppgaven)

Hvis vi ser på finansielle investeringer, vil lavere rente føre til lavere avkastning på statsobligasjoner, noe som vil drive investorer over til andre finansielle aktiva, som for eksempel gull. Vi antar derfor at lav rente bidrar til høyere etterspørsel etter gull som en finansiell investering, og dermed fører til høyere pris. Høy rente vil føre til at mange investorer velger å investere i statsobligasjoner, og derfor gå bort fra gull. Noe som drar etterspørselen, og dermed prisen, ned.

Årsaken til at vi valgte å inkludere IS-LM- modell og konsumentteori i vår oppgave er for å grundigere forklare hvorfor vi inkluderer rente i regresjonen, og hvorfor vi mener denne gjennom flere ledd kan ha påvirkning på gullprisen.

1.2.6 M2 Pengemengde

Pengemengden har en direkte påvirkning på økonomien ved at bankene har mulighet til å låne ut mer penger. Dette bidrar til at bankene får mulighet til å låne

ut mer penger til markedet, og gir bedrifter en mulighet til å foreta flere investeringer og ansette flere arbeidere. Konsumet vil øke på grunn av lavere arbeidsledighet og høyere lønninger. Høyere lønninger fører til økt kjøpekraft, og aktører i markedet vil dermed tilpasse prisene til den økte inntekten.

Over noen perioder har pengetilbudet (pengemengden) vist svært nære forhold med viktige økonomiske variabler, som for eksempel BNP og prisnivå ("What Is The Money Supply? Is It Important?," 2015), og kan dermed ha betydning for prisnivået på gull. Pengemengden i økonomien deles ofte opp i flere ulike aggregater, nemlig M0, M1 og M2. Det er viktig å kunne skille disse fra hverandre fordi aggregatene deles opp i ulike sektorer i økonomien.

I følge Lerbak (2013) består basispengemengden (M0) av publikum, banker og finansielle foretaks beholdning av sedler og mynt, i tillegg til forretnings- og sparebankers innskudd i Sentralbanken. Sentralbanken er den eneste som utsteder penger i sektoren for monetær basis, fordi det kun er de som kan utstede sedler og mynt, samt å skape bankreserver.

Pengemengde M1 omtales gjerne som "Det smale pengemengdebegrepet" og innebærer pengeholdende sektors beholdning av sedler og mynt, samt sektorens innestående på transaksjonskonti i forretnings- og sparebanker (Lerbak, 2013). Pengeholdende sektor kan defineres som befolkningen i et land, og betyr dermed at det er offentlighetens beholdning av valuta, samt innskudd i kommersielle banker.

Pengemengde M2 blir omtalt som "Det brede pengemengdebegrepet" og er summen av monetær basis og pengemengde M1. M2 inkluderer i tillegg pengeholdende sektors beholdning av banksertifikater og andeler i pengemarkedsfond (Lerbak, 2013).

1.2.7 Inflasjon

Ifølge Fortune (1987) kan inflasjon ha en effekt på prisen av gull. "An increase in expected future prices may induce individuals to convert their current liquid assets into gold" (Neill Fortune, 1987).

Inflasjon kan beskrives som en “vedvarende vekst i det generelle prisnivået. Dette er det samme som et fall i verdien til kronen eller en annen pengeenhet regnet i varer og tjenester.” (Stoltz, 2018). Inflasjon “har betydning for en rekke makroøkonomiske størrelser, blant annet lønnsutvikling, rentenivå og valutakurser.” (Steigum, 2004). Inflasjon skjer hvis pengemengden i markedet øker uten at produksjonen i et land øker, noe som betyr at tilgangen på kapital er større enn tilgangen på varer og tjenester. Markedet vil i dette tilfellet øke prisene for varer og tjenester.

Inflasjon kan påvirkes av pengepolitikk. Hvis for eksempel Federal Reserve, sentralbanken i USA, trykker opp mer penger for å motvirke resesjon i økonomien, vil kjøpekraften til hver enkelt pengeenhet (dollar) reduseres, på grunn av høyere priser. Siden prisen på gull ofte er oppgitt i amerikansk dollar, vil det være naturlig å anta at inflasjonen i USA kan ha signifikant betydning for gullprisen. En annen måte inflasjon kan indirekte påvirke prisen på gull er spekulasjon og markedsbevegelser. Hvis sentralbanken gir uttalelser om at de ønsker å kjempe mot høy inflasjon ved å øke renten en gang i fremtiden, kan dette ha negativ effekt på gullprisen da investorer velger å investere i obligasjoner som kan gi høyere avkastning. Forventninger til lavere rente kan føre til høyere gullpris på grunn av lavere avkastning på obligasjoner.

Vi nevnte tidligere at gull ofte blir benyttet som en hedge mot inflasjon, men ifølge Erb og Harvey (2013) er ikke å plassere penger i gull en god hedge mot inflasjon på kort sikt (fra år til år- basis). De argumenterer for at man må skille mellom to forskjellige typer inflasjon for å kunne se om gull er en hedge; forventet og uventet inflasjon. I følge Erb og Harveys studier viser det seg at det ikke er noe korrelasjon mellom uventet inflasjon og endringer i gullpris, bortsett fra i 1980, da svært høy inflasjon bidro til at gullprisen nådde nye høyder. De konkluderer dermed at det ikke vil være mulig å benytte gull som en hedge hvis man ikke innehar perfekt informasjon om hvordan inflasjonen vil bevege seg fra år til år. Det argumenteres også for at gull kan være en effektiv hedge mot inflasjon på lang sikt, men dette går ofte over en lengre periode enn investorer ønsker å låse midlene sine i finansielle aktiva. Om gull er en sikker hedge mot inflasjon på lang sikt avhenger mye av hvordan aktørene i økonomien handler

flere år frem i tid. I tillegg argumenterer Jastram (Erb & Harvey, 2013) for at gull har en realavkastning på null på lang sikt, der han forholder seg til det som kalles “the golden constant”, hvor realverdien på gull holder seg konstant på lang sikt og dermed at realprisen ikke endres (Erb & Harvey, 2013).

2.0 Metode

For å besvare vår problemstilling har vi benyttet oss av statistikk og tallmateriale fra Federal Reserve Bank og Organisation for Economic Co-operation and Development. Vi har valgt å bruke månedlige datasett av gullpris (goldprice), inflasjon i USA (inflation), money stock M2 (M2MS) og federal funds rate (FFR) fra 1. 1. 1971 til 31. 12. 2017. Vi har valgt å bruke månedlige datasett på grunn av friheten det gir ved bruk av perioder i regresjonsanalysen vår, samt at det gir et stort antall med observasjoner. For å foreta vår analyse har vi valgt å bruke regresjon som vårt verktøy, og for å utføre dette bruker vi R Studio. Grunnen til at vi valgte å bruke R Studio er at det gir oss veldig mye frihet i selve analysen. Det er et open-source program som er laget for både big-data-analyser, og analyser av mindre datasett, med andre ord så det er et veldig allsidig program. Det gir også muligheten til å bruke forskjellige tilleggspakker som hjelper med å gjøre analysen enklere å foreta.

2.1 Stasjonærhet

2.1.1 Augmented Dickey-Fuller-test

Vi startet med å gjøre datasettene våre om til en tidsserie. Dette hjelper med å gjøre datasettene lettere å tolke for R Studio, og gir oss muligheten til å foreta våre analyser. Videre må vi sikre at variablene er stasjonære. En stasjonær variabel vil si at den “ikke er eksplosiv, ikke har en bestemt trend, og at den ikke vandrer uten mål.”(Hill et al., 2011).

For å teste variablene for stasjonærhet, benytter vi oss av en Augmented Dickey-Fuller-test (ADF), som tester våre variabler for unit root. En unit root er en stokastisk prosess, som kan bli definert som en modell som har en innebygd tilfeldighet, hvor et sett med like parameterverdier og innledende betingelser vil føre til et sett av ulike resultater (Hill et al., 2011).

For å forklare hva en ADF-test er, vil vi først forklare hva en Dickey-Fuller-test (DF) er. En DF-test tar utgangspunkt i en autoregressive (1) modell:

$$y_t = \rho y_{t-1} + v_t, \quad |\rho| < 1$$

Hvor null-hypotesen er $\rho = 1$, og alternativ hypotesen er $\rho < 1$, hvor H_0 = Unit root, og H_A = stasjonæritet. Med andre ord så kan en DF-test bli betegnet som en t-test for H_0 , hvor den tester med et 95% konfidensintervall, og deretter gir en t-verdi og en p-verdi, som kan bli anvendt til å determinere om modellen er stasjonær eller har en unit root (Hill et al., 2011). I en slik test i R Studio vil man gjerne få en p-verdi, og hvis denne verdien er $p < 0,05$, vil vi beholde alternativ hypotesen, og kan si at variabelen er stasjonær.

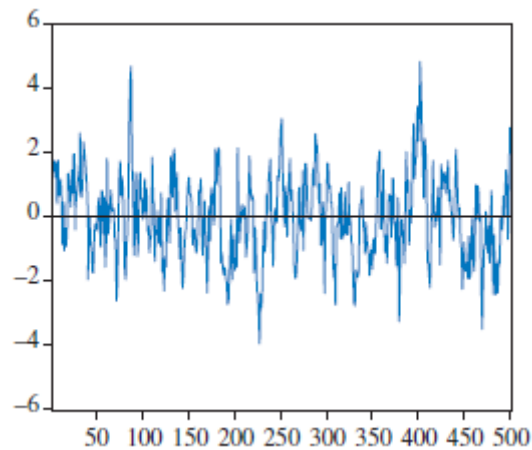
En ADF-test går videre fra en DF-test, hvor istedenfor å bare teste en AR(1) prosess, tester den en AR(p) prosess, hvor $p = 1, 2, 3, \dots, n$. Med andre ord så baserer denne testen seg på å teste en tidsseriemodell som forklarer Y_t , som for eksempel ($y_{t-1}, y_{t-1} - Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p} - y_{t-p-1}$), og tester om koeffisienten til Y_{t-1} er 1 ved hjelp av en t-statistikk (Hall, 1994). Selve testen er utført på lik måte med en DF-test hvor hypotesene tester det samme, og man anvender en t-statistikk for å teste om hvilken hypotese som beholdes. I praksis bruker man ofte en ADF test istedenfor en DF-test for å i tillegg sikre seg at feilleddene ikke er korrelerte med hverandre, ved at man ikke er bundet til å teste modellen i 1. Orden (Hill et al., 2011).

2.1.2 First-difference

Viser det seg at variabelen har en unit root, kan man foreta en first difference. Et eksempel på en first difference er definert i denne likningen:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} = v_t$$

Hvor endringen i Y_t er definert som verdien av Y i tidspunkt t , trukket fra verdien av Y i tidspunkt t i forrige periode. Ved å anvende denne metoden vil vi få et datasett som bare ser etter endringen i verdi fra forrige periode, og datasettet vil da ha en gjennomsnittslinje verdien alltid går tilbake til, som vist i denne grafen:



Figur 6 (hentet fra ((Hill et al., 2011) s. 479)

Med en first difference kan man følge et konsept som kalles «order of integration». Dette konseptet sier at $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ er stasjonær på grunn av at v_t , som er en uavhengig tilfeldig variabel, er stasjonær. En tidsserie som for eksempel Y_t , som kan sies å være stasjonær ved å foreta en first difference, er sagt å være en 1. ordens integrasjon, også kalt $I(1)$ (Hill et al., 2011). Det som er interessant med dette konseptet er at man kan gjøre enhver tidsserie stasjonær ved å gjennomføre en difference p ganger, for å finne $I(p)$, altså det minimumet som er nødvendig for å gjøre en tidsserie stasjonær (Hill et al., 2011).

2.2 Lineær regresjon

2.2.1 T-test

Når variablene er stasjonære, er det mulig å foreta analysene. En t-test er en statistisk hypotesetest som gir en indikasjon på om en variabel er signifikant eller ikke i vår modell. Ved å anvende en t-test vil vi få en t-verdi som indikerer om en hypotese er gal eller ikke. Jo lenger unna t-verdien er fra null, jo mindre sannsynlighet er det for at nullhypotesen er riktig (Sucarrat, 2016). Vi vil også få en kritisk verdi, som er grensen til nullhypotesens forkastningsområde. Ved bruk av en t-test vil vi også få en p-verdi, også kalt en sannsynlighetsverdi, til variabelen, og ut ifra signifikansnivået som normalt ligger på 95%, vil det gi et utslag om vi vil beholde eller forkaste nullhypotesen.

2.2.2 Ordinary Least Squares

En ordinary least squares modell, eller en OLS, er en enkel regresjonsmetode, men er veldig effektiv. En forutsetning for å gjennomføre en OLS er at alle variablene må være stasjonære. Det som gjør en OLS effektiv er at den tilpasser en linje gjennom dataverdiene hvor kvadratsummen av de vertikale avstandene fra hvert punkt er så lav som mulig. Avstanden er kvadrert fordi det forhindrer at store positive distanser blir kansellert av store negative distanser (Hill et al., 2011).

Ved bruk av denne modellen, vil vi få en linje som er definert som:

$$\Delta \text{goldprice} = \beta_1 + \beta_2 \Delta \text{inflation} + \beta_3 \Delta \text{M2MS} + \beta_4 \Delta \text{FFR} + \mu$$

Vi bruker også en first difference av hver av variablene i I(1), da denne modellen krever stasjonærhet for å gi korrekte resultater.

2.3 Vektor Autoregressiv modell

Ved bruk av en OLS kan man analysere om variablene er signifikante, men for å teste hvordan de påvirker gullprisen, velger vi å foreta en IRF-test og granger causality-test, men må først utforme en VAR modell. En vektor autoregressiv (VAR) modell går et steg videre fra en vanlig AR modell, ved at den setter opp variablene i en matrise og tester flere funksjoner på en gang, gitt flere tidsserievariabler. Funksjonene settes opp i et system hvor hver av variablene er en funksjon av sin egen lag, og laggene til de andre variablene i systemet (Hill et al., 2011), illustrert med denne ligningen:

$$\begin{aligned} y_t &= \beta_{10} + \beta_{11}y_{t-1} + \beta_{12}x_{t-1} + v_t^y \\ x_t &= \beta_{20} + \beta_{21}y_{t-1} + \beta_{22}x_{t-1} + v_t^x \end{aligned}$$

I dette systemet ser vi at den inneholder to forskjellige variabler, x og y . I den første ligningen er Y_t en funksjon av sin egen lag Y_{t-1} og laggen av den andre variabelen i systemet X_{t-1} . I den andre ligningen er X_t en funksjon av sin egen lag X_{t-1} og laggen til den andre variabelen Y_{t-1} . Sammen så skaper disse funksjonene et system som kalles en VAR. Da denne funksjonen har et maksimum på én lag som går tilbake én periode, også kjent som 1. ordens lag, har vi da en VAR(1) prosess (Hill et al., 2011).

Dette systemet vil bare fungere dersom våre tidsserier er stasjonære. Er de ikke stasjonære, må man foreta en first difference av tidsseriene man ønsker å anvende, og transformere de til en $I(p)$ funksjon av seg selv. Når man jobber med en slik funksjon vil da VAR modellen se slik ut:

$$\begin{aligned}\Delta y_t &= \beta_{11}\Delta y_{t-1} + \beta_{12}\Delta x_{t-1} + v_t^{\Delta y} \\ \Delta x_t &= \beta_{21}\Delta y_{t-1} + \beta_{22}\Delta x_{t-1} + v_t^{\Delta x}\end{aligned}$$

Vi kan se at dette systemet ser nærmest identisk ut med modellen over, bare at hver av våre variabler er en funksjon av en first difference, altså endringen mellom tidspunkt t og $t-1$. Det som er fordelen ved å benytte seg av en VAR-modell er at systemet behandler alle tidsseriene som endogene. Dette betyr at hver variabel i modellen blir behandlet som om den er bestemt av de andre variablene (Hill et al., 2011).

2.4 Impulse Response Function

Da vår VAR modell er utarbeidet, kan vi foreta vår IRF-test. En impulse response function (IRF) viser hvordan et sjokk i en variabel vil påvirke de andre variablene i en modell (Hill et al., 2011). Et enkelt eksempel på dette er en fortsettelse av ligningene vi brukte i tidligere i delen om VAR, som ser slik ut i en IRF:

$$\begin{aligned}y_t &= \delta_{10} + \delta_{11}y_{t-1} + \delta_{12}x_{t-1} + v_t^y \\ x_t &= \delta_{20} + \delta_{21}y_{t-1} + \delta_{22}x_{t-1} + v_t^x\end{aligned}$$

I dette eksempelet er det to mulige sjokk i systemet, et sjokk i y og et sjokk i x . Dette gir oss fire mulige impulse response funksjoner: effekten av et sjokk i y på tidsbanen til y og x , og effekten av et sjokk i x på tidsbanen til y og x (Hill et al., 2011).

Det som er fordelen i vår oppgave ved å anvende en slik modell er at vi ikke bare ser *om* våre utvalgte variabler har en effekt på gullprisen, men også *hvordan* våre variabler påvirker gullprisen gjennom et sjokk.

2.5 Granger Causality

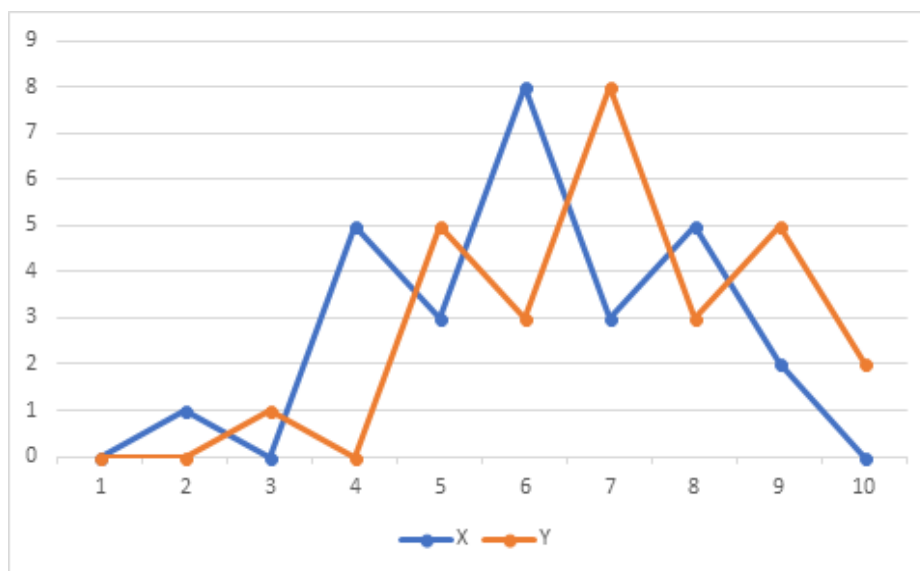
En granger causality-tester om variansen til den første tidsserien kan bli sammenlignet med variansen av en tidligere måling i den andre tidsserien (Ding, Chen & Bressler, 2006). Dette testes veldig likt som en t-test, ved at vi har en nullhypotese og en alternativhypotese:

H0: Y forårsaker ikke X.

HA: Y forårsaker X.

Ved å anvende denne testen vil vi få en p-verdi, hvor dette forteller oss innenfor et konfidensintervall på 95%, om vi vil forkaste eller beholde nullhypotesen.

Forkaster vi nullhypotesen vil det si at den andre tidsserien har en kausal innflytelse på den første tidsserien (Ding et al., 2006). Med andre ord, en granger causality-test er en hypotetisk test som omhandler å forutsi en utvikling i en Y variabel, basert på verdien til en annen variabel i en tidligere tidsperiode, som vi vil illustrere i grafen under:



Figur 7 (behandlet i Excel)

Som vi illustrerer i grafen er Y en lagget funksjon av X i 1. ordens lag. Verdiene til Y i periode $t+1$ er helt identiske med verdiene til X i periode t . Dette er en enkel og teoretisk versjon av hvordan en granger causality kan se ut, ved at vi kan bruke X til å forutsi verdien av Y én periode senere.

Denne testen anvendes i vår oppgave for å analysere signifikansen til hver av variablene våre når alle blir behandlet som endogene, ved at vi bruker vår estimerte VAR modell for å teste en granger causality.

2.6 Våre modeller

2.6.1 OLS Modell

Vår OLS funksjon er en funksjon av $I(1)$, ved at våre tidsserier har en unit root, og ser slik ut:

$$\Delta \text{goldprice} = \beta_1 + \beta_2 \Delta \text{inflation} + \beta_3 \Delta \text{M2MS} + \beta_4 \Delta \text{FFR} + \mu$$

2.6.2 VAR modell

Videre så har vi satt opp fire forskjellige VAR modeller, hvor den første modellen anvendes til å foreta en IRF-test, og de tre neste vil anvendes for å foreta en granger causality-test. Alle våre modeller er en VAR(12), som betyr at det er en funksjon av 12. ordens lag. En lag består av 1 måned, som vil si at vår modell representerer et år. Det er også foretatt en first difference på alle våre variabler i våre VAR modeller, ved at disse inneholdt en unit root. Dermed så representerer våre modeller en endring i variablene, $t - t-1$.

| |
|---|
| <p>Modell 1 (a)</p> $\Delta \text{goldprice}_t = \beta_{11} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{12} \Delta \text{inflation}_{t-1} + \beta_{13} \Delta \text{M2MS}_{t-1} + \beta_{14} \Delta \text{FFR}_{t-1}$ $+ \dots + \beta_{145} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{146} \Delta \text{inflation}_{t-12} + \beta_{147} \Delta \text{M2MS}_{t-12} + \beta_{148} \Delta \text{FFR}_{t-12}$ $\Delta \text{inflation}_t = \beta_{21} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{22} \Delta \text{inflation}_{t-1} + \beta_{23} \Delta \text{M2MS}_{t-1} + \beta_{24} \Delta \text{FFR}_{t-1}$ $+ \dots + \beta_{245} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{246} \Delta \text{inflation}_{t-12} + \beta_{247} \Delta \text{M2MS}_{t-12} + \beta_{248} \Delta \text{FFR}_{t-12}$ $\Delta \text{M2MS}_t = \beta_{31} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{32} \Delta \text{inflation}_{t-1} + \beta_{33} \Delta \text{M2MS}_{t-1} + \beta_{34} \Delta \text{FFR}_{t-1}$ $+ \dots + \beta_{345} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{346} \Delta \text{inflation}_{t-12} + \beta_{347} \Delta \text{M2MS}_{t-12} + \beta_{348} \Delta \text{FFR}_{t-12}$ $\Delta \text{FFR}_t = \beta_{41} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{42} \Delta \text{inflation}_{t-1} + \beta_{43} \Delta \text{M2MS}_{t-1} + \beta_{44} \Delta \text{FFR}_{t-1}$ $+ \dots + \beta_{445} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{446} \Delta \text{inflation}_{t-12} + \beta_{447} \Delta \text{M2MS}_{t-12} + \beta_{448} \Delta \text{FFR}_{t-12}$ |
| <p>Modell 2 (b)</p> $\Delta \text{goldprice}_t = \beta_{11} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{12} \Delta \text{inflation}_{t-1} + \dots +$ $\beta_{123} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{124} \Delta \text{inflation}_{t-12}$ $\Delta \text{inflation}_t = \beta_{21} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{22} \Delta \text{inflation}_{t-1} + \dots +$ $\beta_{223} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{224} \Delta \text{inflation}_{t-12}$ |
| <p>Modell 3 (c)</p> $\Delta \text{goldprice}_t = \beta_{11} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{12} \Delta \text{M2MS}_{t-1} + \dots +$ $\beta_{123} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{124} \Delta \text{M2MS}_{t-12}$ $\Delta \text{M2MS}_t = \beta_{21} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{22} \Delta \text{M2MS}_{t-1} + \dots +$ $\beta_{223} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{224} \Delta \text{M2MS}_{t-12}$ |
| <p>Modell 4 (d)</p> $\Delta \text{goldprice}_t = \beta_{11} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{12} \Delta \text{FFR}_{t-1} + \dots +$ $\beta_{123} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{124} \Delta \text{FFR}_{t-12}$ $\Delta \text{FFR}_t = \beta_{21} \Delta \text{goldprice}_{t-1} + \beta_{22} \Delta \text{FFR}_{t-1} + \dots +$ $\beta_{223} \Delta \text{goldprice}_{t-12} + \beta_{224} \Delta \text{FFR}_{t-12}$ |

Tabell 1: a-d

Modell 1 representerer alle våre fire variabler: gullpris, inflasjon i USA, pengemengde M2, og federal funds rate.

Modell 2 representerer gullpris og inflasjon i USA.

Modell 3 representerer gullpris og pengemengde i USA.

Modell 4 representerer gullpris og federal funds rate.

Som sagt er alle variablene representert i modell 1 på grunn av at denne vil anvendes til å foreta en IRF-test, og vi vil se på hvordan et sjokk i hver av variablene påvirker de andre variablene. I modell 2, 3, og 4 er gullpris en felles variabel, og de tre andre variablene er representert hver for seg. Dette er på grunn av at vi vil anvende disse modellene for å foreta en granger causality-test for å teste om disse variablene kan forårsake gullprisen, også kalt «granger cause», basert på en verdi i t antall perioder før.

3.0 Resultater og drøfting

Her vil vi presentere resultatene vi har fått fra de ulike testene vi har anvendt i R Studio, og diskutere hva som kan være effektene til de ulike observasjonene. Vi har valgt å estimere vår VAR modell med 12 lags, altså 12 måneder, fordi det kan ta litt tid før en variabel blir påvirket av en annen variabel.

3.1 ADF og first difference

Det første steget i vår analyse var å foreta en ADF-test for å teste variablene for unit root. Resultatene vi fikk fra testen ga oss en p-verdi som var større enn 0,05, som betyr at alle våre variabler har en unit root, utenom inflasjon som har en p-verdi på 0,01082. For å fjerne unit root og transformere de om til stasjonære variabler foretok vi en first difference i I(1). Etter disse variablene var transformert ga ADF-testen p-verdier på under 0,01, og med et 95% konfidensintervall kan man si at variablene er stasjonære. Vi foretok også en first difference på inflasjon, da våre resultater er enklere å tolke om alle variablene er oppgitt i I(1).

3.2 Ordinary least squares:

Vi vil hovedsakelig se på justert R-kvadrert i OLS modellen vår, og tolke forklaringskraften ut ifra denne verdien. Justert R-kvadrert tar hensyn til antall variabler vi har i modellen, i motsetning til R-kvadrert som alltid kan forbedres ved å ha flere variabler representert i modellen, dermed vil det gi en mer nøyaktig måling av vår modell. I vår modell har vi følgende resultater:

```
Call:
lm(formula = price ~ inflation + rate + stock, data = kombinert_FD)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-112.104  -9.666   0.029   9.522  203.661

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -2.18790    1.60303  -1.365   0.173
inflation   12.83528    2.94823   4.354 1.59e-05 ***
rate        -3.83820    2.14408  -1.790   0.074 .
stock        0.18860    0.04624   4.079 5.19e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 28.05 on 559 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.05936,    Adjusted R-squared:  0.05432
F-statistic: 11.76 on 3 and 559 DF,  p-value: 1.763e-07
```

Figur 8 (Data hentet fra FRED-databasen og OECD-databasen, og behandlet i R-Studio)

Det første som er verdt å nevne er p-verdiene som er basert på t-verdiene opp mot en t-tabell. Det vi kan observere er at inflasjon og pengemengde M2 er signifikante variabler, mens federal funds rate har en p-verdi på 0,074, som er større enn det som trengs for å forkaste nullhypotesen med et konfidensintervall på 95%. Det vil da bety, ifølge vår modell, at federal funds rate ikke er en signifikant variabel.

Videre ser vi at justert R-kvadrert har en verdi på 0,05432, som betyr at vår modell har en 5,432% forklaringskraft på gullprisen. Det er en svært lav forklaringskraft, som betyr at variablene i vår modell har en svært liten effekt på gullprisen. Dette er litt forventet, da loven om en pris gjelder for gull, og det er en internasjonal råvare som påvirkes av både makroøkonomiske effekter på verdensbasis, men også finansielle bevegelser og spekulasjon.

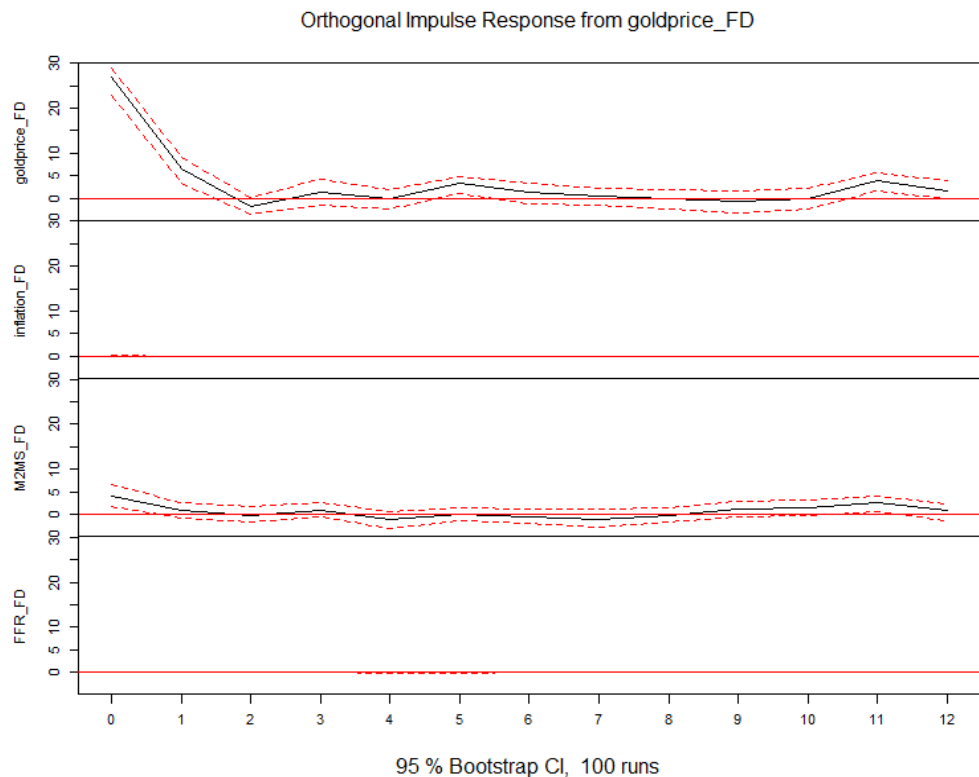
Det som er en svakhet ved bruk av en OLS er at variablene på høyre side av funksjonen, nemlig inflasjon, pengemengde M2, og federal funds rate, bør være

eksogene, altså at de ikke blir påvirket av noen andre variabler i selve modellen og er uavhengige. Da våre variabler påvirker hverandre til en viss grad, og det er uklart om hvilke som er eksogene og endogene, vil det gi en svakhet i selve modellen.

3.3 VAR-modell, IRF og Granger causality

Ved bruk av en OLS kan vi analysere om vår modell har en påvirkning på gullprisen. Ved å skape en VAR modell, og anvende modellen i en IRF-test og granger causality-test, vil vi kunne se *hvordan* våre variabler har en påvirkning på gullprisen. Fordelen med å anvende disse metodene er at en VAR modell behandler alle våre variabler som endogene, med andre ord, at de er en funksjon av de andre variablene i modellen.

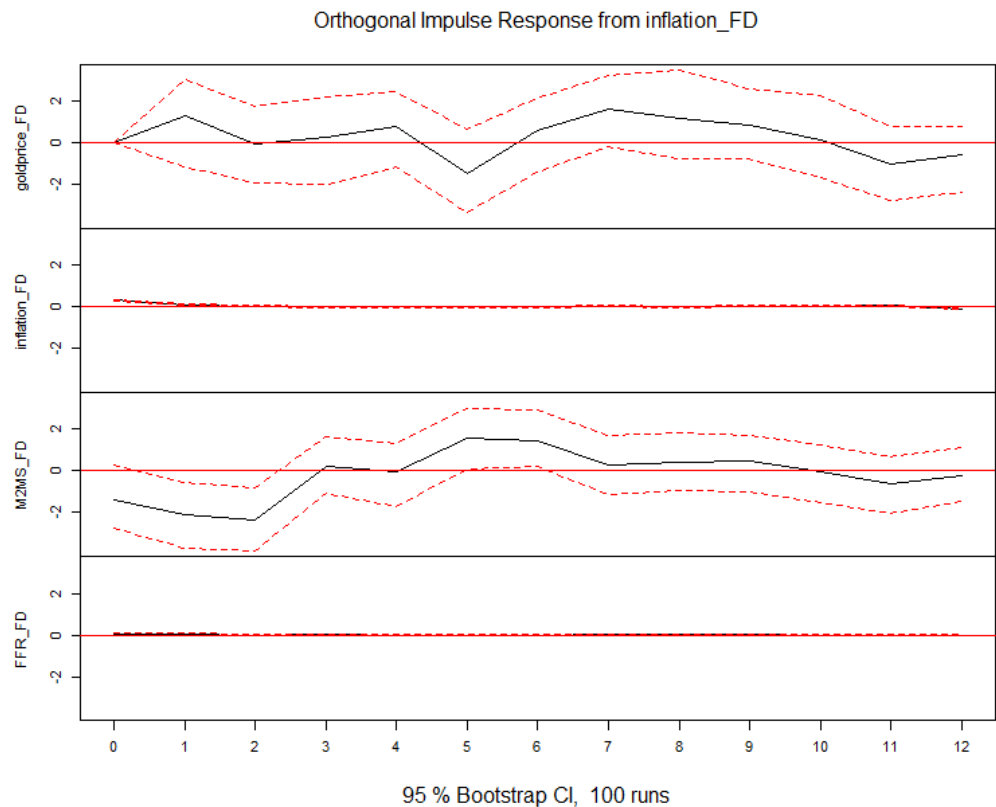
3.3.1 Impulse response function



Figur 9 (Data hentet fra FRED-databasen og OECD-databasen, og behandlet i R-Studio)

Denne grafen representerer en IRF-test med gullpris i fokus. Det viser hvordan en 1 dollar økning i gullpris kan påvirke de andre variablene. Vi kan observere at gullpris ikke har en effekt på FFR og inflasjon. Dette er forventet, da det

eksisterer mange ulike råvarer i råvaremarkedet, og gull er bare en liten del av det amerikanske markedet i sin helhet og vil dermed ikke ha signifikant betydning for den økonomiske veksten i USA. Vi kan se at en endring i gullprisen har en liten effekt på økning i pengemengden. Det er usikkert på hvorfor vi får dette resultatet, og har ikke funnet informasjon på hvorfor dette skjer. Det sannsynlig at dette resultatet kommer frem på grunn av en svakhet i vår modell, og man skal dermed være forsiktig med å legge vekt på dette resultatet.

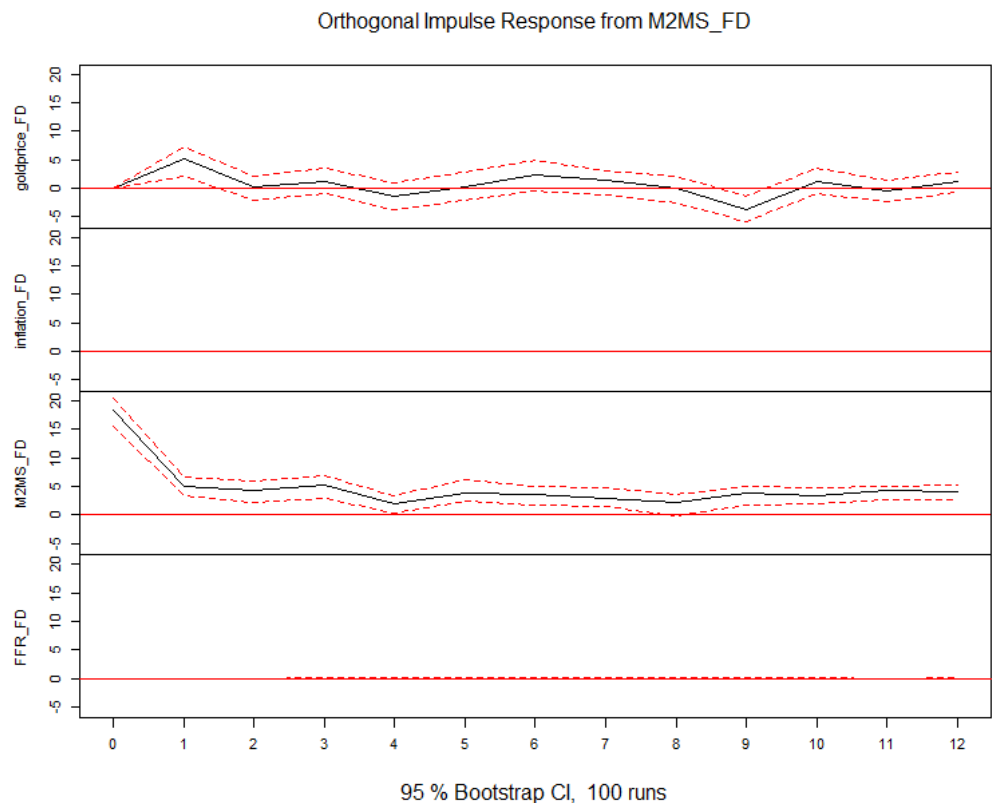


Figur 10 (Data hentet fra FRED-databasen og OECD-databasen, og behandlet i R-Studio)

Fra grafen kan vi se at inflasjon har en positiv effekt på prisen av gull i én periode etter inflasjonen øker. Dette stemmer overens med teorien om at økt inflasjon gir økt gullpris. Vi ser at gullprisen øker med 2 dollar i periode 1, og stabiliserer seg der i kommende perioder. Vi antar at inflasjonseffekten mellom periode 0 til 1 kommer fra stigende etterspørsel etter gull fra investorer og privatpersoner. Derimot ser det ut til at effekten av inflasjonsøkningen går tilbake i periode 5, og gullprisen reduseres med 2 dollar, men dette varer ikke lenge, da den stiger til en positiv verdi i periode 6 og 7, og sakte stabiliserer seg fram til periode 12.

En økt gullpris av et sjokk i inflasjon er forventet, da inflasjon gjerne er målt i en prisøkning av varer og tjenester. Dette forklarer da effekten vi får fra periode 0 til periode 1 i vår graf. Vi ser at gullprisen synker fra periode 4 til 5, som kan være en effekt av at sentralbanken drar inn likviditet for å øke rentenivået, også kalt kontraktiv pengepolitikk via åpne markedsoperasjoner. Da vil gull bli en mindre etterspurt investeringsaktiva på grunn av høyere avkastning på obligasjoner. Videre ser vi at sjokket stabiliserer seg fram til periode 12, som er forventet, da effekten av et sjokk alltid går tilbake til stabil tilstand.

En 1 prosent økning i inflasjon vil få pengemengden til å reduseres med 2 milliarder dollar i periode 0 fram til periode 2, hvor det stabiliserer seg og øker til 2 milliarder dollar fram til periode 6, men stabiliserer seg igjen i periode 7. En av hovedgrunnene til at dette fenomenet oppstår er fordi sentralbanken gjerne drar inn likviditet for å begrense inflasjonsøkningen.

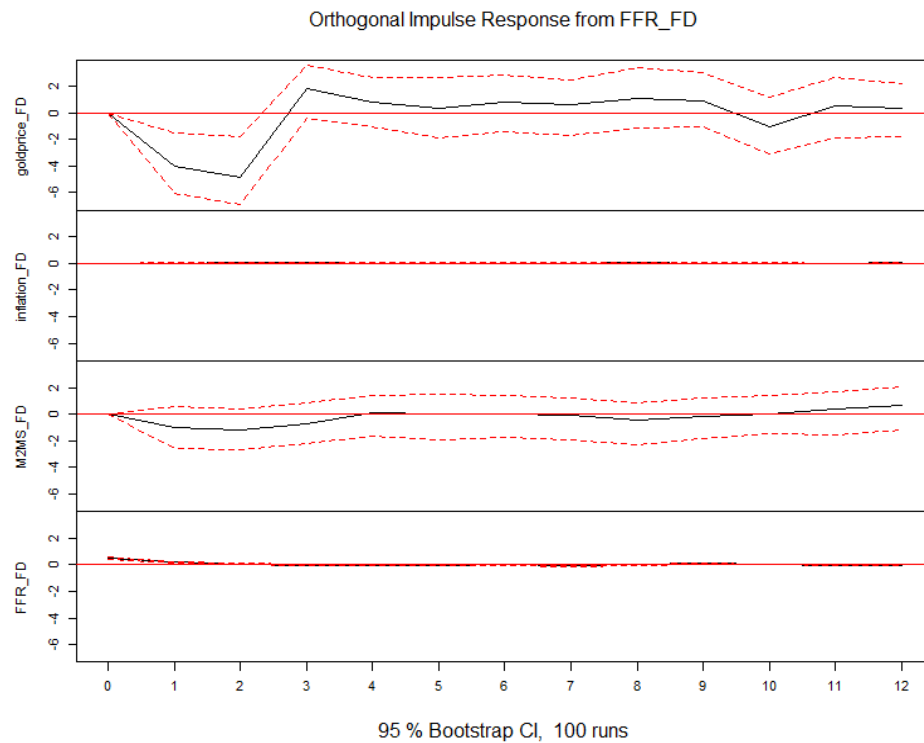


Figur 11 (Data hentet fra FRED-databasen og OECD-databasen, og behandlet i R-Studio)

Denne grafen representerer hvordan en 1 milliard dollar økning i pengemengden har en påvirkning på de ulike variablene. Det vi kan se er at pengemengden har en direkte effekt på prisen på gull. Vi ser at gullprisen stiger med cirka 5 dollar når pengemengden øker med 1 milliard dollar i periode 1. Den stabiliserer seg fort tilbake til 0 i periode 2, og holder seg noe stabil fram til periode 9, hvor den synker med 5 dollar, men stabiliserer seg fort igjen fram til periode 12.

Det kan forekomme at når pengemengden øker, vil hver dollar bli mindre verdt, og gullprisen stiger for å motvirke denne effekten. Dermed vil gull være på samme reelle pris som før. Pengemengde M2 viser også mengden av likvide midler som er tilgjengelig i økonomien, som kan være en indikator på at konsum av smykker og lignende stiger.

Det kommer egentlig ikke som en overraskelse at pengemengden ikke har noe effekt på inflasjonen, i våre resultater, da økonomisk utvikling tar tid. Selv om sentralbanken tilfører mer likviditet i markedet, vil økonomien fortsatt være påvirket av "sticky prices" og "sticky wages" over en lengre periode, da bedrifter og konsumenter trenger tid på å tilpasse seg den nye tilførte kapitalen. En økning i pengemengden vil dermed ikke ha umiddelbar virkning på inflasjonen, men vil ha effekt i løpet av en lengre tidshorisont enn ett år.



Figur 12 (Data hentet fra FRED-databasen og OECD-databasen, og behandlet i R-Studio)

Denne grafen representerer hvordan en 1% økning av styringsrenten i USA har påvirkning på våre variabler. Fra periode 0 til periode 2 ser vi at gullprisen synker med 5 dollar, men har en høy økning fra -5 til 2 dollar i periode 3. Fra periode 3 og til periode 12 stabiliserer prisen seg, og det forekommer at et sjokk alltid går tilbake til stabil tilstand. Det vises også at FFR har en påvirkning på pengemengden i USA, hvor den ligger mellom -1 og -2 milliarder dollar, men stabiliserer seg ganske raskt i periode 4.

Grunnen til at FFR har en merkbar påvirkning på gullprisen er at når renten stiger, vil også renten på obligasjoner, sparefond og lignende stige, og det blir mer attraktivt å investere i disse istedenfor gull. Obligasjoner og fond har gjerne en lavere risiko enn andre finansielle aktiva, som for eksempel gull, samt at man kan få høyere eller tilnærmet lik avkastning ved høyere rente. I følge teorien om risikoaversjon, som forklarer forholdet mellom risiko og avkastning, hvor mennesker normalt sett velger det utfallet som gir mest mulig avkastning for minst mulig risiko, vil da de fleste investere i andre verdipapirer enn gull når renten er høy nok (Krugman et al., 2014).

FFR har også en liten effekt på pengemengden. Som vi diskuterte tidligere i oppgaven så er styringsrenten og pengemengden korrelert med hverandre, da sentralbanken bruker kontraktiv pengepolitikk for å øke rentenivået. Et høyere rentenivå påvirker markedsrenta og det blir dyrere for banker å låne penger, som også påvirker hvor mye en husholdning må betale i renter på banklån. Høyere renter vil også gjøre sparing mer attraktivt, og konsumet vil dermed reduseres og produksjonen avtar via multiplikatoreffekten.

3.3.2 Granger causality

Resultatene av en granger causality-test er veldig lik en t-test og en f-test. Dette er våre hypoteser:

Null-hypotese 1: Inflasjon “granger-causer” ikke prisen på gull

Alternativ hypotese 1: Inflasjon “granger-causer” prisen på gull

Null-hypotese 2: M2MS “granger-causer” ikke prisen på gull

Alternativ hypotese 2: M2MS “granger-causer” prisen på gull

Null-hypotese 3: FFR “granger-causer” ikke prisen på gull

Alternativ hypotese 3: FFR “granger-causer” prisen på gull

I testen vil vi få en p-verdi, som forteller om sannsynligheten for at null-hypotesen inntreffer. Vi tester dette med et 95% konfidensintervall, som betyr at har vi en p-verdi høyere enn 0,05, vil vi beholde null-hypotesen, og variabelen er ikke signifikant i en granger causality-test.

| Inflasjon (a) |
|--|
| <p>Granger causality H0: inflation_FD do not Granger-cause goldprice_FD</p> <p>data: VAR object var_model2 F-Test = 0.70883, df1 = 12, df2 = 1054, p-value = 0.744</p> |
| Pengemengde M2 (b) |
| <p>Granger causality H0: M2MS_FD do not Granger-cause goldprice_FD</p> <p>data: VAR object var_model3 F-Test = 3.5845, df1 = 11, df2 = 1060, p-value = 5.558e-05</p> |
| Federal funds rate (c) |
| <p>Granger causality H0: FFR_FD do not Granger-cause goldprice_FD</p> <p>data: VAR object var_model4 F-Test = 2.6965, df1 = 11, df2 = 1060, p-value = 0.001983</p> |

Tabell 2: Granger causality-test (a-c) (Data hentet fra FRED-databasen og OECD-databasen, og behandlet i R-Studio)

Ved å teste inflasjon får vi en p-verdi på 0,744, eller 74,4% sannsynlighet for at variabelen ikke er signifikant. Det betyr at vi vil beholde vår null-hypotese, og inflasjon kan ikke anvendes til å forutsi en fremtidig verdi av prisen på gull. Med en p-verdi på 0,744, kan vi si med høy sikkerhet at det er lav korrelasjon mellom utvikling i gullpris og inflasjonsraten, da en granger causality-test fokuserer hovedsakelig på å finne en lik varians i en annen tidsserie på et tidligere tidspunkt.

I vår test av pengemengde M2 får vi en p-verdi på 0,0000558, som vil gi en sannsynlighet på 0,00558% at null-hypotesen inntreffer. Ved en sannsynlighet som er så lav, betyr det at variabelen vår er signifikant, og kan anvendes til å forutsi en fremtidig verdi på fremtidig gullpris, basert på vår estimerte modell.

Som vi diskuterte om forholdet mellom gullpris og pengemengde, så kan dette resultatet komme av at pengemengden og gullprisen er korrelert med hverandre gjennom en indirekte effekt av endring i inflasjon og/-eller endring i rentenivå. Da kan det forekomme at gullprisen og pengemengde M2 har en sammenlignbar helning. Ved at en granger causality sammenligner variansen mellom to tidsserier,

er det naturlig at man kan anvende pengemengden til å forutsi fremtidig gullpris til en viss grad.

I vår test av federal funds rate får vi en p-verdi på 0,001983, som gir en 0,1983% sannsynlighet for vår null-hypotesen til å inntreffe. Vi forkaster da denne, og det gir oss en signifikant variabel, som betyr at ifølge granger causality-testen, kan FFR anvendes til å forutsi en fremtidig verdi på gullprisen.

Federal funds rate er allerede negativt korrelert med gull i den form at gull har blitt et verdipapir som brukes til investeringer. Renten bestemmer da hvor lønnsomt gull er å investere i sammenlignet med andre verdipapirer som har like mye risiko, da man ikke får renteinntekter fra gull. Det betyr at når renten stiger, vil gull falle i verdi, som vi diskuterte i analysen av IRF.

Med en p-verdi på 0,001983 vil vi kunne, ifølge vår modell, forutsi gullprisen til en viss grad ved bruk av federal funds rate.

4.0 Konklusjon og diskusjon

Basert på testene vi har foretatt, virker det som om inflasjon er den variabelen som har minst påvirkning på gullprisen, og bekrefter dermed påstanden til Erb og Harvey (2013) om at inflasjon på kort sikt ikke har signifikant korrelasjon med gullprisen. Siden aktørene i markedet ikke har perfekt informasjon angående inflasjonsforventninger, er det dermed usannsynlig at gull kan anvendes som en sikring mot inflasjon på kort sikt. Basert på IRF-testen vi gjennomførte, viste resultatene at inflasjon har en svært liten påvirkning på prisen på gull, ved at utviklingen lå på +/- 2 dollar fra periode (måned) 1 til 12, som er en svært lav andel av den faktiske prisen. Vi fikk også bekreftet i vår granger causality-test at inflasjon ikke kan anvendes til å forutsi prisen på gull med et 95% konfidensintervall. Derfor avkrefter vi vår tidligere påstand om at inflasjon har en direkte påvirkning på prisen av gull.

Pengemengden M2 har en liten påvirkning på gull, hvor periode 1 og 9 skiller seg ut i vår IRF-test. I periode 1 stiger den med 5 dollar, og synker med 5 dollar i periode 9. I de andre periodene observerer vi at gullprisen holder seg relativt stabil på +/- 2 dollar. I resultatene av vår granger causality-test viste det seg at

pengemengde M2 kan anvendes til å forutsi prisen på gull, ved at vi fikk svært lav p-verdi som beviser at med et konfidensintervall på 95%, så forkastes vår nullhypotese.

I følge resultatene våre har IRF-testen av federal funds rate den største påvirkningen på gullprisen, da periode 0-3 skiller seg veldig ut. Fra periode 0-2 observerer vi at gullprisen synker med 6 dollar, og stiger opp igjen til 2 dollar over vektet gjennomsnitt i periode 3. Dette er forventet, da styringsrenten har den største påvirkning på investeringsvalgene og konsumet i en økonomi. Når federal funds rate stiger vil også markedsrenten stige, som betyr at obligasjoner og fond vil ha en høyere rente, og dermed en høyere avkastning. Ved at disse verdipapirene har svært lav risiko, og kan potensielt gi høyere avkastning, vil investorer velge å investere i dette om de er risikoaverse, noe som de fleste investorer er, ifølge Krugmann (2014).

Høyere rentenivå betyr også lavere konsum ved høyere rentekostnader. Dette kan føre til lavere etterspørsel av gullsmykker, som også bidrar til å senke prisen. En grunn til at prisen økte til over 2 dollar over gjennomsnitt kan være at markedet alltid vil stabilisere seg på et eller annet tidspunkt etter et sjokk har forekommet.

I følge vår granger causality-test kan også federal funds rate anvendes til å forutsi prisen på gull. Vi fikk en svært lav p-verdi som tilsier at vi kan forkaste nullhypotesen vår på et 95% konfidensintervall. Det viser en form for korrelasjon mellom gullpris og federal funds rate, da en granger causality ser på variansen av en variabel sammenlignet med variansen fra en annen variabel på et tidligere tidspunkt.

I våre analyser ser vi en endring i prisen på gull, men sammenlignet med den faktiske prisen på gull er dette en svært lav endring i verdi, da gull ligger på ca. 1300 dollar per unse. Derimot så viser det en liten påvirkning, som kan antydes som at disse bevegelsene bidrar til en viss grad i utviklingen av gullprisen.

Siden vi i denne oppgaven kun har fokusert på økonomiske variabler fra USA, så vil våre analyser gi et mangelfullt bilde av hvilke faktorer som påvirker gullprisen. Gull er en vare som omsettes over hele verden, og det er derfor lite sannsynlig at

Økonomiske endringer i USA alene kan forklare større endringer i prisen. Samtidig er det ikke bare økonomiske endringer som har påvirkning på gullprisen, men også globale endringer og usikkerheter, som for eksempel økonomiske kriser, internasjonale konflikter og politisk usikkerhet. Samt vil tilbudet av gull fra gruvedrift og internasjonalt lønnsnivå ha stor betydning for tilbudet og etterspørselen etter gull, og dermed prisen.

5.0 Referanseliste

- (US), B. o. G. o. t. F. R. S. (2018a). *Effective Federal Funds Rate [FEDFUNDS]*. Hentet fra: <https://fred.stlouisfed.org/series/FEDFUNDS>
- (US), B. o. G. o. t. F. R. S. (2018b). *M2 Money Stock [M2]*. Hentet fra: <https://fred.stlouisfed.org/series/M2>
- Anonymous. (2016.). Interpretating IRF Correctly. Hentet fra <https://stats.stackexchange.com/questions/241791/interpreting-irf-correctly>
- Anonymous. (2017.). Interpreting Causality() In R For Granger Test. Hentet fra https://stats.stackexchange.com/questions/264370/interpreting-causality-in-r-for-granger-test?utm_medium=organic&utm_source=google_rich_qa&utm_campaign=google_rich_qa
- Bank, F. R. (2018). *Gold Fixing Price 10:30 A.M. (London time) in London Bullion Market, based in U.S. Dollars*. Hentet fra: <https://fred.stlouisfed.org/series/GOLDAMGBD228NLBM>
- Bernhard, P. (2008). VAR, SVAR and SVEC Models: Implementation Within R Package vars. *Journal of Statistical Software*, 27(4). doi:10.18637/jss.v027.i04
- Blanchard, O. (2017). *Macroeconomics : a European perspective* (Third edition. utg.): Pearson.
- Blas, J., & Farchy, J. (2010.). Central Banks. *Gold: Value Locked In*. Hentet fra <https://www.ft.com/content/4b148650-c9a1-11df-b3d6-00144feab49a>
- Cooper, R. N., Dornbusch, R., & Hall, R. E. (1982). The Gold Standard: Historical Facts and Future Prospects. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1982(1), 1-56. doi:10.2307/2534316
- Ding, M., Chen, Y., & Bressler, S. L. (2006). *Granger Causality: Basic Theory and Application to Neuroscience*. Weinheim, Germany: Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Erb, C., & Harvey, C. (2013). The Golden Dilemma. *Financial Analysts Journal*, 69(4), 10-42. doi:10.2469/faj.v69.n4.1
- Goldstein, J. (2011.). The Gold Boom, Then And Now. *Currency*. Hentet fra <https://www.npr.org/sections/money/2011/07/21/138536348/the-gold-boom-then-and-now>
- Hall, A. (1994). Testing for a Unit Root in Time Series with Pretest Data-Based Model Selection. *Journal of Business & Economic Statistics*, 12(4), 461-470. doi:10.2307/1392214
- Hill, R. C., Griffiths, W. E., & Lim, G. C. (2011). *Principles of econometrics* (4th ed. utg.). Hoboken, N.J: Wiley.
- Krugman, P., Obstfeld, M., & Melitz, M. (2014). *International Economics: Theory and Policy, Global Edition*: Pearson.
- Lerbak, M. N. (2013). *Staff Memo* (ISBN 978-82-7553-761-2). Hentet fra https://static.norges-bank.no/contentassets/8716a00c7c4f421fbd854400c4b534c2/staff_memo_2013_14.pdf?v=03/09/2017123424&ft=.pdf
- Michael, D. B. B. E. (1993). *A Retrospective on the Bretton Woods System: Lessons for International Monetary Reform*: United States: University Of Chicago Press.
- NB. (2015.). Likviditetsstyring. Hentet fra <https://www.norges-bank.no/Bank-og-marked/Likviditetsstyringssystemet/>

- Neill Fortune, J. (1987). The inflation rate of the price of gold, expected prices and interest rates. *Journal of Macroeconomics*, 9(1), 71-82.
doi:[https://doi.org/10.1016/S0164-0704\(87\)80007-1](https://doi.org/10.1016/S0164-0704(87)80007-1)
- OECD. (2018). *Inflation (CPI) (Indicator)*. Hentet fra:
<https://data.oecd.org/price/inflation-cpi.htm>
- Pfaff, B., & Stigler, M. (2013.). Impulse Response Function. Hentet fra
<https://www.rdocumentation.org/packages/vars/versions/1.5-2/topics/irf>
- Riis, C. (2016). *Moderne mikroøkonomi* (3. utg. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Schultz, A. (2011). Gold. *Australian Commodities*, 18(2), 113-118.
- Shafiee, S., & Topal, E. (2010). An overview of global gold market and gold price forecasting. *Resources Policy*, 35(3), 178-189.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2010.05.004>
- Steigum, E. (2004). *Moderne makroøkonomi*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Stoltz, G. (2018). Inflasjon: Store Norske Leksikon.
- Sucarrat, G. (2016). *Metode og økonometri : en moderne innføring*. Bergen: Fagbokforl.
- WGC. (2018a. Feb 6, 2018). Central Banks And Other Institutions. *Gold Demand Trends Full Year 2017*. Hentet fra <https://www.gold.org/research/gold-demand-trends/gold-demand-trends-full-year-2017/central-banks>
- WGC. (2018b.). Executive Summary. *Gold Demand Trends Full Year 2017*. Hentet fra <https://www.gold.org/research/gold-demand-trends/gold-demand-trends-full-year-2017>
- WGC. (2018c.). Investment. *Gold Demand Trends Full Year 2017*. Hentet fra <https://www.gold.org/research/gold-demand-trends/gold-demand-trends-full-year-2017/investment>
- WGC. (2018d.). Jewellery. *Gold Demand Trends Full Year 2017*. Hentet fra <https://www.gold.org/research/gold-demand-trends/gold-demand-trends-full-year-2017/jewellery>
- WGC. (2018e.). Supply. *Gold Demand Trends Full Year 2017*. Hentet fra <https://www.gold.org/research/gold-demand-trends/gold-demand-trends-full-year-2017/supply>
- WGC. (2018f.). Technology. *Gold Demand Trends Full Year 2017*. Hentet fra <https://www.gold.org/research/gold-demand-trends/gold-demand-trends-full-year-2017/technology>
- What Is The Money Supply? Is It Important? (2015.). *FAQs*. Hentet fra https://www.federalreserve.gov/faqs/money_12845.htm

6.0 Vedlegg

Vedlegg 1: ADF-test gullpris (Data hentet fra FRED-databasen, og behandlet i R-Studio)

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: gold_ts
Dickey-Fuller = -1.5823, Lag order = 8, p-value = 0.7551
alternative hypothesis: stationary
```

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: inflation_ts
Dickey-Fuller = -3.9636, Lag order = 8, p-value = 0.01082
alternative hypothesis: stationary
```

Vedlegg 2: ADF-test inflasjon (Data hentet fra OECD-databasen, og behandlet i R-Studio)

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: M2MS_ts
Dickey-Fuller = 3.58, Lag order = 8, p-value = 0.99
alternative hypothesis: stationary
```

Vedlegg 3: ADF-test M2 money stock (Data hentet fra FRED-databasen, og behandlet i R-Studio)

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: FFR_ts
Dickey-Fuller = -3.408, Lag order = 8, p-value = 0.05208
alternative hypothesis: stationary
```

Vedlegg 4: ADF-test federal funds rate (Data hentet fra FRED-databasen, og behandlet i R-Studio)

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: goldprice_FD
Dickey-Fuller = -7.3819, Lag order = 8, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Vedlegg 5: ADF-test gullpris I(1) (Data hentet fra FRED-databasen, og behandlet i R-Studio)

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: inflation_FD
Dickey-Fuller = -6.041, Lag order = 8, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Vedlegg 6: ADF-test inflasjon I(1) (Data hentet fra OECD-databasen, og behandlet i R-Studio)

Augmented Dickey-Fuller Test

data: M2MS_FD
Dickey-Fuller = -5.2375, Lag order = 8, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary

Vedlegg 7: ADF-test M2 money stock I(1) (Data hentet fra FRED-databasen, og behandlet i R-Studio)

Augmented Dickey-Fuller Test

data: FFR_FD
Dickey-Fuller = -6.6813, Lag order = 8, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary

Vedlegg 8: ADF-test federal funds rate I(1) (Data hentet fra FRED-databasen, og behandlet i R-Studio)