

Sondre Isaksen Albæk
Simen Strand Jensen
Even Balto

Sammenhengen mellom Inflasjon, Arbeidsledighet og Importert prisendring

En analyse av effekten av importert prisendring
og arbeidsledighet på inflasjonen

Bacheloroppgave i Samfunnsøkonomi
Veileder: Kåre Johansen
Mai 2023



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Sondre Isaksen Albæk
Simen Strand Jensen
Even Balto

Sammenhengen mellom Inflasjon, Arbeidsledighet og Importert prisendring

En analyse av effekten av importert prisendring og arbeidsledighet på inflasjonen

Bacheloroppgave i Samfunnsøkonomi
Veileder: Kåre Johansen
Mai 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for samfunnsøkonomi



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Den følgende forskningsartikkelen er skrevet som en konkluderende oppgave for vår bachelorgrad ved instituttet for økonomi ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Vi ønsker å uttrykke vår store takknemlighet overfor vår akademiske veileder, Professor Kåre Johansen, for hans assistanse gjennom hele prosessen ved skriving av oppgaven. Hans gode tilbakemeldinger og råd underveis har vært viktig for sluttproduktet.

Mai 2023

Sondre Isaksen Albæk, Even Balto, Simen Strand Jensen

Sammendrag

Flere vestlige land har opplevd sine høyeste inflasjonstall på flere tiår. Sentralbanker over hele verden har som en følge av dette satt opp styringsrentene i et forsøk på å presse ned inflasjonen gjennom blant annet økt arbeidsledighet. Samtidig argumenterer flere for at veksten i importert prisendring har en betydelig effekt på inflasjonen. Denne oppgaven ønsker å undersøke hvor stor påvirkning arbeidsledigheten og importerte prisendringer har på den innenlandske inflasjonen i Norge. Oppgaven benytter tidsseriedata fra januar 2018 til januar 2023. Regresjonsmodellen utvides trinnvis ved inkludering av en og en variabel for å undersøke den isolerte effekten de to forklaringsvariablene har på inflasjonen.

I vår første modell finner vi statistisk signifikante resultater for at arbeidsledigheten har en negativ avtagende påvirkning på inflasjonen, frem til vendepunktet. Hovedmodellen vår gir samme resultat, men her er resultatene ikke statistisk signifikante. Videre finner vi statistisk signifikante resultater for at importert inflasjon påvirker inflasjon positivt, og i tillegg er med på å dempe effekten arbeidsledigheten har på inflasjonen.

Nøkkelord: *importert inflasjon, inflasjon, arbeidsledighet, tidsseriedata, hypotesetesting*

Abstract

Many western countries experience their highest inflation rates in decades. As a result, the central banks have increased the interest rates in an attempt to decrease the inflation.

The increased interest rate affects the labor market through enlarged unemployment, cooling the activity on the market. Alongside the unemployment rates effect on inflation, many argue that the price on imported goods and services, imported inflation, has a significant effect on the domestic inflation. This thesis aims to examine the effects unemployment and imported inflation has on the inflation rates in Norway. To do so, the effects will be examined using time series data from January 2018 to January 2023. The regression models will introduce the variables one at a time, making it easier to isolate the effect of every given variable.

Our first model finds unemployment having a statistically significant effect on the inflation rates. The effect is negative and decreasing, up until the turning point. The main model, which includes both variables as well as a covid dummy-variable gives the same interpretation of unemployment's effect, only this time not statistically significant. The imported inflation

numbers are, however, statistically significant, having a positive effect on the inflation rates. In addition, including imported inflation as a variable, decreases the effect unemployment has on inflation.

Key Words: *imported inflation, inflation, unemployment, time series data, hypothesis testing*

Innhold

1 – Introduksjon	1
2 – Teoretisk rammeverk og Metode	3
2.1 Teoretisk Rammeverk.....	3
2.1.1 Phillipskurven.....	3
2.1.2 Den skandinaviske modellen.....	5
2.2 Modellens spesifikasjoner.....	6
2.3 Metode.....	7
2.3.1 OLS Antagelser.....	8
2.3.2 Goodness of fit.....	10
2.4 Hypotesetesting.....	10
3 – Data	11
3.1 Variabler.....	11
3.2 Deskriptiv statistikk.....	13
4 – Regresjonsanalyse	16
4.1 Modellene.....	17
4.1.1 Modell 1: Inflasjon og Arbeidsledighet.....	18
4.1.2 Modell 2: Inflasjon, Arbeidsledighet og importert prisendring.....	20
4.1.3 Modell 3: Inflasjon, Arbeidsledighet, importert prisendring og COVID.....	22
4.2 Gjennomgang av OLS-antagelsene.....	24
5 – Resultater og diskusjon	27
6 – Robusthet og kritikk	29
7 – Konklusjon	32
Litteraturliste	33
Vedlegg	36
Vedlegg 1: Spredningsplott.....	36
Vedlegg 2: Distribuering av restleddet.....	36

Tabelloversikt

Tabell 1: Deskriptiv statistikk.....	13
Tabell 2: Korrelasjonsmatrisen.....	14
Tabell 3: Regresjonsanalysen.....	17
Tabell 4: VIF.....	24

Figuroversikt

Figur 1: Phillipskurven – kort sikt.....	5
Figur 2: Residualer og predikerte verdier.....	8
Figur 3: Inflasjon, Importert prisendring og Arbeidsledighet.....	15
Figur 4: Phillipskurve modell 1.....	20
Figur 5: Phillipskurve modell 2.....	22
Figur 6: Phillipskurve modell 3.....	23

1 – Introduksjon

En økonomi er avhengig av en stabil og forutsigbar prisvekst. Trygge rammer for lønnsforhandlinger, husholdningers sparevilje og bankers låneavtaler er alle avhengig av at økonomien har en stabil inflasjon, som ikke er for volatil, og gjør det trygt og forutsigbart og handle langsiktig i økonomien. Inflasjon er når prisene på varer og tjenester øker over tid. I Norge bruker vi konsumprisindeksen for å måle inflasjon, en indeks som beskriver utviklingen i priser for varer og tjenester som kjøpes av norske husholdninger (Aursand, 2022). I Norge har inflasjonsmålet siden mars 2018 vært 2%, og det er sentralbankens pengepolitikk som brukes som verktøy for å holde dette målet (Thomassen, 2021).

Sentralbanken vil være med på å styre inflasjonen gjennom rentebeslutninger. Styringsrenta vil påvirke inflasjonen gjennom blant annet etterspørselskanalen (Holden, 2016, s. 221). Ved en lav rente vil det være mer gunstig for bedrifter å gjennomføre investeringer da rentekostnadene på lån blir lavere. Samtidig vil det være mindre gunstig for husholdningene å spare, og den samlede etterspørselen etter varer og tjenester vil øke. Dette fører til et større behov for arbeidskraft, og dermed lavere arbeidsledighet. Når arbeidsledigheten reduseres, vil arbeidstakerne stå sterkere i lønnsforhandlingene, og lønningene øker. Dette omtaler vi som det indre presset. Økte lønninger gir økte kostander for bedriftene, og følgelig økte priser til konsumentene. Renta vil også være med på å øke inflasjonen gjennom valutakurskanalen og forventningskanalen (Holden, 2016, s. 222), men dette er noe vi ikke vil vektlegge i oppgaven.

Det er ikke kun Norges Bank som har satt et mål om stabil og lav inflasjon det siste tiåret (Barro, 2013, s. 85). Siden Norge er en liten åpen økonomi som er aktiv på verdensmarkedet, vil våre handelspartneres håndtering av egen inflasjon ha betydning for Norge. Denne oppgaven søker å utfordre betydningen av arbeidsledighet, og prisendringene på varene og tjenestene vi importerer har for inflasjonen i den norske økonomien. Dette gjøres ved å svare på følgende problemstilling:

«Hvordan påvirker arbeidsledighet og importert prisendring den norske inflasjonen?»

I kjølvannet av koronapandemien har inflasjonen ligget langt over det normale, både for Norge og for våre viktigste handelspartnere. Etersom Norge er en liten åpen økonomi synes vi det er spennende å se på hvordan det ytre presset er med på å påvirke den innenlandske inflasjonen, og sammenlikne dette med det indre presset sin betydning.

2000-tallets første tiår var preget av lave renter i flere vestlige land. Inflasjonen var lavere enn inflasjonsmålet og den lave renten ga ingen umiddelbar effekt. Årsaken til den lave inflasjonen var da blant annet import av billige varer fra asiatiske land (Kharbouch-Yedri, 2009, s. 2). Annen tidligere forskning kommer frem til følgende sammenheng mellom konsumprisindeks, importert inflasjon og pengemengden (Berge, 2004, s. 4):

$$kpi = 0.363p^* + 0,480m^2$$

Ligningen over viser effekten importerte priser (p^*) og pengemengden (m^2) har på inflasjonen (kpi). Her er alle variablene i logaritmisk format. En økning i importprisene på 1 prosent vil øke konsumprisene med 0.363 prosent. En endring i pengemengden, som er måten sentralbanken kontrollerer renten på, har en noe høyere påvirkning, der en endring i pengemengden på 1 prosent øker konsumprisene med 0,480 prosent. Denne sammenhengen er basert på data fra de 16 siste kvartalene fra og med våren 2004. Siden sammenhengen over ble introdusert har verdensøkonomien blitt mer globalisert, og det er derfor en intuitiv tanke at sammenhengen mellom importerte priser og konsumprisindeksen har sterkere effekt i dag.

Bacheloroppgaven er strukturert på følgende måte; Det teoretiske rammeverket er det første som introduseres, med utledning av Phillipskurven og de relevante aspektene ved den skandinaviske modellen. Videre vil de modellene datasettet predikerer kort bli introdusert før metodene som brukes i analysen blir gjennomgått. Her spesifiseres minste kvadraters metode, antagelsene for regresjonsanalysene som gjøres og teorien rundt hypotesetesting. Deretter blir datasettet og dets variabler introdusert i detalj. I fjerde del gjennomføres analysene hvor vi ser på arbeidsledigheten og den importerte prisendringen sinn effekt på inflasjonen. Deretter blir forutsetningene for analysene introdusert tidligere testet og kommentert, spesifikt for vårt datasett. Del fem inneholder diskusjon og resultater fra modellen. Modellens begrensninger og kritikkverdige punkter gjennomgås i sjette del, før oppgaven til slutt konkluderes i del syv.

2 – Teoretisk rammeverk og Metode

Inflasjon er et økonomisk fenomen som er blitt studert i flere tiår, og det finnes en rekke teorier og modeller som utforsker faktorene som påvirker og styrer den. Denne delen av oppgaven behandler to av disse økonomiske modellene; Phillipskurven og den skandinaviske modellen. Til slutt vil metoden brukt i analysen bli introdusert.

2.1 Teoretisk Rammeverk

2.1.1 Phillipskurven

I 1958 utviklet økonomen William Phillips den senere velkjente Phillipskurven. Modellen ser på forholdet mellom inflasjon og arbeidsledighet, og viser at det er en tydelig negativ sammenheng mellom de to økonomiske størrelsene (Phillips, 1958, s. 285). Artikkelen, der modellen ble presentert, fikk raskt økende oppmerksomhet og er i dag bredt akseptert, i tillegg til å være et mye benyttet verktøy ved økonomiske institusjoner. I denne avhandlingen vil momenter av analysen være basert på forholdet mellom inflasjon og arbeidsledighet, basert på Phillipskurven.

Rammeverket som modellen baserer seg på beskrives ved følgende to ligninger (Holden, 2018, pp.200-209):

$$\frac{W}{P} = \frac{A}{1+\mu} \quad [\text{Lign. 1}]$$

$$\frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta P^e}{\Delta P} + \frac{\Delta A^e}{\Delta A} - b(u - u^n) \quad [\text{Lign. 2}]$$

Følgende notasjon er gjeldende for de to ligningene, samt videre ligninger:

W = Nominell lønn

P = Prisnivå

A = Produktivitet

P^e = Forventet prisnivå

A^e = Forventet produktivitet

μ = Prispåslag

u = Arbeidsledighetsraten

u^n = Naturlig arbeidsledighetsnivå

b = Parameter

Den første ligningen viser hvordan den faktiske lønnen blir påvirket av produktiviteten og det nominelle prisnivået. Ligningen viser til at arbeidsgiverne må ta hensyn til den nominelle

prisveksten når de fastsetter lønnen, i den hensikt å opprettholde reallønna. Dersom dette kravet oppfylles vil vi befinne oss i en likevekt der vi oppnår det naturlige arbeidsledighetsnivået, u^n .

Den andre ligningen viser hvordan lønnsveksten blir påvirket av inflasjon, produktivitetsvekst og lønns-gapet. Lønns-gapet oppstår dersom kravet i den første ligningen ikke oppfylles, altså at det naturlige arbeidsledighetsnivået avviker fra den faktiske arbeidsledigheten, $u \neq u^n$, og det er denne delen av ligningen som gir hos hovedforklaringene bak Phillipskurven.

I en situasjon med et positivt ledighetsgap, altså der den naturlige arbeidsledigheten er høyere enn den faktiske ledigheten, vil konsekvensen være lavere inflasjon gjennom lavere lønninger. Grunnen for dette er at arbeidstakerne står svakere i lønnsforhandlingene, noe som vil føre til en svakere nominell lønnsvekst. I et motsatt tilfelle, med et negativt ledighetsgap, vil lønningen øke, ettersom det ikke er nok arbeidstakere med kompetansen som etterspørres. Arbeidstakeren står nå sterkere i lønnsforhandlingene, og den nominelle lønnsveksten vil presses oppover. Dette øker lønnskostnadene, noe som igjen presser prisene på produkter og tjenester høyere. Altså fører et negativt ledighetsgap til høyere inflasjon gjennom høyere lønninger. Den gitte parameteren, b , som ligger i tilknytning til ledighetsgapet, er en positiv konstant som markerer hvor stor effekt ledighetsgapet har på lønningene.

Videre utledes modellen ved å løse ligning 1 med hensyn på prisnivået, slik at vi får en generell regel for hvordan bedriftene velger pris (Holden, 2016, s. 204)

$$P = (1 + \mu) \frac{W}{A} \quad [\text{Lign. 1*}]$$

Skriver om uttrykket for å se på prisendringen/inflasjonen, og holder prispåslaget konstant:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta W}{W} + \frac{\Delta A}{A} \quad [\text{Lign. 3}]$$

Setter så ligning 2 inn i ligning 3, og ender opp med følgende sammenheng:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta P^e}{\Delta P} + \frac{\Delta A^e}{\Delta A} - \frac{\Delta A^e}{\Delta A} - b(u - u^n) \quad [\text{Lign. 3*}]$$

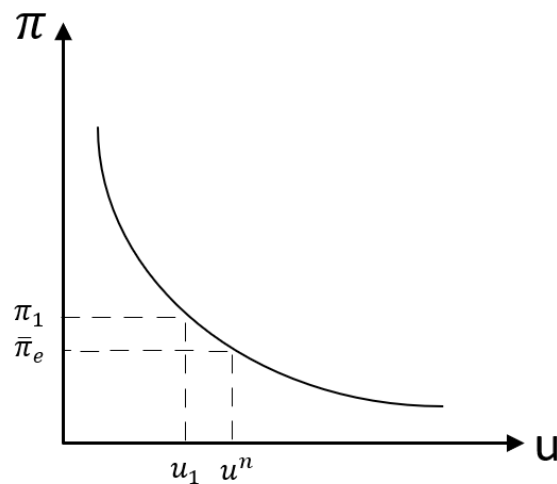
Skriver om denne ligningen til den velkjente Phillips-ligningen som viser til forventet inflasjon og arbeidsledighet som nøkkelvariabler for inflasjonen:

$$\pi = \pi^e - b(u - u^n) + z^\pi \quad [\text{Lign. 4}]$$

Inflasjonen er her angitt ved π , og følgelig symboliserer π^e den forventede inflasjonen. z^π viser til andre faktorer som kan påvirke inflasjonen, inkludert forholdet mellom den forventede og den faktiske produktiviteten. Ligningen viser at inflasjonen er positivt avhenge

av den forventede inflasjon mens den har en negativ sammenheng med ledighetsgapet. Altså vil høy arbeidsledighet, $u > u^n$, lede til lavere inflasjon, noe vi har redegjort for tidligere.

Ligning 4 viser oss altså den kortsiktige Phillipskurven, som generelt sett ikke er aktuell på lengre sikt grunnet antagelsen om adaptive forventninger (Holden, 2018, s. 206). På lang sikt predikerer Phillipskurven at det ikke er noen avveining mellom arbeidsledighet og inflasjon. Holder vi z^π konstant og lik null, vil Phillipskurven på kort sikt se ut på følgende måte:



Figur 1: Phillipskurven – kort sikt

Til tross for at ligning 4 viser en lineær sammenheng mellom arbeidsledighet og inflasjon, ser vi at Phillipskurven har en konveks form. Dette er både en rimelig og realistisk antagelse å gjøre. Intuisjonen bak er at ved et høyt nivå på arbeidsledigheten, vil det allerede eksistere mye tilgjengelig arbeidskraft, og følgelig vil en ytterligere økning i arbeidsledigheten ha en begrenset betydning på lønnsveksten og videre inflasjonen. På motsatt side, kan svært lav ledighet føre til en kraftig økning i lønnsveksten og videre inflasjonen. Følgelig vil kurven være brattere her.

2.1.2 Den skandinaviske modellen

Phillipskurven forklarer inflasjonen en økonomi opplever som et resultat av presset i arbeidsmarkedet, målt med arbeidsledigheten. Da vi i denne oppgaven også ønsker å undersøke sammenhengen mellom importert prisendring og inflasjon, er det nødvendig å inkludere også denne sammenhengen i det teoretiske rammeverket.

Dette gjør vi gjennom et utdrag av den skandinaviske modellen, en modell for inflasjon de skandinaviske landene brukte fra 1960-tallet og utover for å forutse inflasjonen i perioder fremover (Rødseth, 2000, s. 254). Modellen antar en fast valutakurs, noe som ikke er tilfellet her, men konklusjonene og sammenhengene modellen presenterer er fortsatt gyldige. Modellen skiller mellom to typer varer og tjenester, de som er utsatt for konkurranse i utlandet og dermed prises på verdensmarkedet (π_t), og dem som ikke er det (π_n). Det er varene og tjenestene som prises på verdensmarkedet, eller varer og tjenester vi importerer, som uttrykker den importerte inflasjonen økonomien. Modellen introduserer følgende ligning for å uttrykke økonomiens inflasjon (Rødseth, 2000, s. 254):

$$\pi = \alpha \pi_n + (1-\alpha)\pi_t \quad \text{[Lign. 5]}$$

Følgende notasjon er gjeldende for ligningen over:

π = KPI – inflasjon

π_t = Inflasjon på verdensmarkedet

π_n = Inflasjon i skjermet sektor

α = Andel av økonomiens varer og tjenester som ikke er utsatt for priser på verdensmarkedet

Ligning 5 uttrykker hvordan økonomiens samlede inflasjon oppstår. Det første leddet i ligningen, $\alpha \pi_n$, er inflasjonen som kommer av det innenlandske presset. π_n oppstår som Philipsskurven beskriver. α forklarer hvor stor andel av varene i økonomien som ikke utsettes for det utenlandske presset. $(1-\alpha)$ vil da representere de varene som blir utsatt for det, og som faller under det vi kaller importert inflasjon. Det er denne delen av inflasjonen vi ønsker å se nærmere på i analysene som kommer senere i oppgaven.

2.2 Modellens spesifikasjoner

Opgaven skal presentere og sammenligne tre ulike modeller. Inflasjonen er den avhengige variabelen i alle modellene. Modell (1), (2) og (3) vil se ut som følger:

$$\text{Modell (1): } INF = \beta_0 + \beta_1 ARBL + \beta_2 ARBLKV$$

$$\text{Modell (2): } INF = \beta_0 + \beta_1 ARBL + \beta_2 ARBLKV + \beta_3 IMP$$

$$\text{Modell (3): } INF = \beta_0 + \beta_1 ARBL + \beta_2 ARBLKV + \beta_3 IMP + \beta_4 COVID$$

Inflasjonen, den avhengige variabelen er forkortet *INF*, mens *ARBL* og *ARBLKV* representerer henholdsvis arbeidsledighet og kvadrert arbeidsledighet. *IMP* er navnet på variabelen til importert inflasjon, mens *COVID* er en dummy-variabel som representerer koronarestriksjoner. Hvordan variablene måles presenteres under kapittel 3.

Modellene presenteres på så måte at vi gradvis inkluderer en og en uavhengige variabel for å kunne sammenligne forklaringsgraden modellene har, og effekten de forskjellige uavhengige variablene har på inflasjonen. Modell (1) utfordrer sammenhengen i Philipskurven, mens modell 2 i større grad representerer den skandinaviske modellen. Den tredje modellen inkluderer dummyvariabelen *COVID*. Denne variabelen er inkludert da koronapandemien i stor grad påvirket verdensøkonomien i deler av perioden vårt datasett er fra, og vil derfor kunne påvirke resultatene vi får. Hvordan denne, samt de andre variablene er målt vil bli presisert senere i oppgaven.

2.3 Metode

Statistikkprogrammet STATA 17.0 vil gjennom besvarelsen brukes til å estimere de relevante modellene, mens de resterende figurene er sammensatt i Excel versjon 16.72. Denne delen av oppgaven vil kort gjøre rede for hvordan modellene utformes. Utledningene er hentet fra Wooldridge, *Introductory Econometrics*, utgave 7, kapittel 2, 3 og 5.

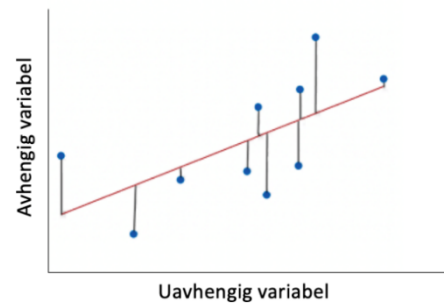
Gjennom besvarelse av problemstillingen vil vi bruke lineær regresjon for å estimere de relevante parameterne, en metode som introduseres i det følgende. Det antas et lineært forhold mellom variablene (Wooldridge, 2019, s.20), en antagelse som er nødvendig for kunne overføre parameterne verdi fra utvalg til populasjon. Modellen tar utgangspunkt i en avhengig variabel (y), og en eller flere uavhengige variabler (x). Ligningen under er definert som en enkel lineær regresjonslinje (SLR) som antas å holde i den spesifikke populasjonen (Wooldridge, 2019, s.20).

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + u \quad [\text{Lign. 5}]$$

(β_0) er konstantleddet i ligningen mens (β_1) forklarer effekten den uavhengige variabelen har på den avhengige. Det siste leddet (u) representerer de uobserverte variablene og tar for seg

de endringene i den avhengige variabelen som ikke er forklart av de uavhengige variablene. Dette er videre forklart i kapittel 1 av *Introductory Econometrics*, utgave 7.

Parameterne i modellen estimeres gjennom minste kvadraters metode, en metode som minimerer summen av kvadratrotten av residualene. (Wooldridge, 2019, s.71). Residualene er beskrevet som differansen mellom hver observasjon i utvalget, og verdien som modellen predikerer. Grafisk kan det illustreres som den svarte linjen mellom de blå punktene fra utvalget, og den røde regresjonslinjen illustrert her.



Figur 2: Residualer og predikerte verdier.

Opgaven ønsker å undersøke sammenhengen mellom innenlands prisvekst, arbeidsledighet og importert prisendring. Dette gjøres gjennom multippel regresjonsanalyse (MLR) hvor vi bruker flere uavhengige- og kontrollvariabler. Gjennom OLS kan vi også tolke hvorvidt relasjonen mellom den spesifikke uavhengige variabelen og den avhengige variabelen er positiv eller negativ. MLR beskriver relasjonen mellom den avhengige og de uavhengige variablene som følger:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + u \quad [\text{Lign. 6}]$$

OLS estimerer koeffisientene, og minimerer variansen i utvalget. Vi får da regresjonsfunksjonen til utvalget, som kalles OLS regresjonslinjen:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x + \hat{\beta}_2 x_2 + \dots + \hat{\beta}_k x_k \quad [\text{Lign. 7}]$$

Aksentene i ligningene representerer at dataen er basert på utvalget, og at verdiene er predikerte, ikke faktiske, for populasjonen.

2.3.1 OLS Antagelser

Antagelsene som er nødvendige for at variablene og konklusjonene vi tar på bakgrunn av analysen skal være pålitelige og overførbare fra populasjon til utvalg er samlet betegnet som *Markov sine antagelser* (Wooldridge, 2019, s. 57). Disse blir nå presentert kortfattet, men blir i sin helhet diskutert i kapittel 5 av *Introductory Econometrics*, utgave 7.

MLR.1 - Linearitet, $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + u$

Den første antagelsen omhandler linearitet. Alle parameterne må være lineære for å kunne bruke OLS metoden.

MLR.2 – Tilfeldig utvalg av n , $\{(x_i, y_i): i = 1, 2, \dots, n\}$

Da vi i denne oppgaven har tidsseriedata, er ikke denne antagelsen relevant. Tilfeldig utvalg er ikke mulig med tidsseriedata da variabelenes verdi i en periode vil påvirke neste periode og det er deres utvikling over tid som analyseres. Periodene kan derfor ikke være tilfeldige (Wooldridge, 2019, s. 343).

MLR.3 – Nok variasjon i x , $\{x_i: i = 1, 2, \dots, n\}$

Antagelsen utfordrer multikollinearitet, og forteller at variasjonen i de uavhengige variablene må være stor nok. Noe kollinearitet er godtatt, og man bruker normalt 0.9 som begrensningen på kollinearitet (Wooldridge, 2019, s. 92).

MLR.4 – Ingen betinget gjennomsnitt, $E(u|x) = 0$, $[\text{cov}(u,x)] = 0$

Feilleddet (u) har en forventet verdi på 0 gitt hver enkelt verdi av (x).

MLR.5 – Homoskedasitet, $\text{Var}(u|x) = \sigma^2$

Feilleddet (u) skal ha en konstant verdi for alle verdier av (x), angitt som σ^2 .

Dersom disse fem antagelsene er opprettholdt, vil en multippel regresjonsanalyse være pålitelig, noe som innebærer at $E(\hat{\beta}_j) = \beta_j$. Videre introduserer vi en sjette antagelse, kalt normalitetsantagelsen.

Normalitetsantagelsen, $u \sim N(0, \sigma^2)$

Denne antagelsen forteller at feilleddet u er uavhengig av de uavhengige variablene og videre er normalfordelt med et gjennomsnitt og varians lik 0.

De seks antagelsene vi nå har introdusert er sammen betegnet som CLM (Classical linear Model Assumptions) (Wooldridge, 2019, s. 118).

Da denne oppgaven benytter tidsseriedata, hvor vi henter inn data for en gitt tidsperiode (utvalg) og ut ifra dette gjør antagelser for tidligere og senere perioder for populasjonen, vil

noen av antagelsene endre seg noe. En avgjørende antagelse for det som kalles tidsseriedata, er *ingen seriekorrelasjon*. Dersom det er feilledd i to tidsperioder, kan ikke disse korrelere om antagelsen skal være opprettholdt.

2.3.2 Goodness of fit

I tillegg til betakoeffisientene introdusert vil vi bruke R-Squared (R^2) til å bedømme modellens forklaringsgrad i forhold til den avhengige variabelen. R-squared er et mål som gjerne blir omtalt som et *goodness of fit* mål (Wooldridge, 2019, s. 37). Matematisk er R-squared en funksjon bestående av den totale summen av kvadratene $SST = \sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2$. Videre er den totale summen av kvadratene (SST) lik summen av de forklarte kvadratene (SSE), og de uforklarte variablene (SSR). Dette gir da følgende funksjon for R-squared (Wooldridge, 2019, s. 76-78):

$$R^2 = \frac{SSE}{SST} = 1 - \frac{SSR}{SST} \rightarrow \frac{SST-SSR}{SST} \quad [\text{Lign. 8}]$$

Da oppgaven i hovedsak skal gjennomføre multiple regresjonsanalyser, vil det være verdien på den justerte R-Squared (Adjusted R^2) som vil bli brukt. Siden R-squared mekanisk stiger hver gang en ny parameter inkluderes i modellen, vil den justerte versjonen av målet gi et mer korrekt bilde av modellens forklaringsgrad (Wooldridge, 2019, s. 196-197).

2.4 Hypotesetesting

For å kunne konkludere med hvorvidt resultatene fra analysene som gjøres i oppgaven er signifikante, og kan overføres fra utvalget til populasjonen, må vi teste resultatene vi finner. Det er dette som kalles hypotesetesting. Da vi her skal se på effekten de uavhengige variablene har på den avhengige variabelen, vil hypotesetesten gjøres ved bruk av t-verdier. Dette kalles en t-test og utfordrer hvor sikre vi kan være på at forskjellen mellom to gjennomsnitt i utvalget også gjelder for populasjonen.

T-tester vil bli gjennomført for hver av modellene som introduseres, og skal derfor her kun generelt beskrives. Hypotesene formuleres som følger, da testene som gjennomføres er tosidige:

Nullhypotese: $H_0: \mu = \mu_0$

Alternativ hypotese: $H_a: \mu \neq \mu_0$

Videre må signifikansnivået bestemmes. Et signifikansnivå sier hvor sannsynlig det er å gjøre en type 1 feil, som er å forkaste en sann nullhypotese. Med et signifikansnivå på 5% erkjenner man at det er 5% sannsynlig at det som er observert bare er tilfeldig. Når T-testen gjennomføres er det signifikansnivåets tilhørende kritiske verdi og teststatistikken som avgjør hvorvidt vi kan forkaste nullhypotesen (Wooldridge, 2019, s. 121). Formelen for utregning av t-statistikken formuleres som i ligningen under:

$$t_{\hat{\beta}_j} = \frac{\hat{\beta}_j - \beta_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad [\text{Lign. 9}]$$

3 – Data

I dette kapittelet skal vi se nærmere på og forklare variablene brukt i regresjonsanalysene. Vi vil også her presentere den deskriptive statistikken for variablene i bacheloroppgaven.

3.1 Variabler

Variablene er som følger: den norske inflasjonen, som er den avhengige variabelen, importert prisendring og arbeidsledighet som er forklaringsvariablene, og to kontrollvariabler.

Kontrollvariablene er tatt med for å identifisere et mer korrekt forhold mellom den avhengige variabelen og forklaringsvariabelen.

Den avhengige variabelen

Norsk Inflasjon

Inflasjonsvariabelen er målt ved konsumprisindeksen (KPI), og viser til en 12 måneders prosentvis endring i kostnadene en gjennomsnittlig person bruker for å oppnå en et bestemt utvalg med goder på et gitt tidspunkt (Statistisk Sentralbyrå, 2023a). I dette tilfellet ser vi på månedlige tall. Dataen benyttet for denne variabelen er blitt hentet fra statistikkbanken til Statistisk sentralbyrå (SSB).

Forklaringsvariablene

Importert Prisendring

Variabelen for importert prisendring er målt som en prisendring fra samme måned året før, oppgitt i prosent og gjelder for alt av Norges import (Statistisk Sentralbyrå, 2023b). I en liten åpen økonomi, som den norske, spiller valutakursen en viktig rolle for inflasjonen ettersom en betydelig andel av konsumvarene blir importert (Ulvedal, P. B., Vonen, N.H., 2016, s. 4).

Dataen benyttet for denne variabelen er justert for valutakurs ved at prisene er oppgitt i norske kroner. Effekter av endring i valutakursen mot våre handelspartnere vil dermed være implementert i denne dataen. Vi har hentet datasettet fra statistikkbanken til SSB.

Arbeidsledighet

Arbeidsledigheten er målt på månedlig basis og er beregnet i prosent av arbeidsstyrken (Statistisk Sentralbyrå, 2023c). Vi har valgt denne variabelen ettersom vi ønsker å se hvordan det innenlandske presset påvirker inflasjon, og i tillegg for å kontrollere for den effekten når vi skal se på sammenhengen mellom inflasjonen og de importerte prisene. I henhold til det teoretiske rammeverket vil Phillipskurven predikere en negativ avtagende sammenheng mellom arbeidsledighet og inflasjon på kort sikt. På lang sikt vil derimot Phillipskurven predikere at det ikke er en avveining mellom inflasjon og arbeidsledighet.

Kontrollvariabler

Arbeidsledighet kvadrert

Den kvadrerte arbeidsledigheten er inkludert for å teste om det er en ikke-lineær sammenheng mellom arbeidsledighet og inflasjon, i tråd med teorien bak den kortsiktige Phillipskurven.

Dataen er de kvadrerte verdiene av den dataen vi har brukt i variabelen arbeidsledighet, som er hentet fra SSB (Statistisk Sentralbyrå, 2023c).

Covid

Covid er den siste kontrollvariabelen vi har valgt å inkludere i modellen. Variabelen er formet som en dummy-variabel, der verdien 1 er gitt til perioder hvor koronarestriksjonene påvirket det norske samfunnet. Dette omfatter perioden mars 2020 til gjenåpningen i februar 2022, med unntak av september og oktober 2021, da gjenåpning ble forsøkt (Regjeringen, u.å.). Verdien 0 er gitt til perioder der koronarestriksjonene ikke var tilstede. Gjennom pandemien

ble mange makroøkonomiske sammenhenger påvirket, og det er derfor gunstig å inkludere en slik kontrollvariabel i analysen.

3.2 Deskriptiv statistikk

Variablene brukt i oppgaven er introdusert under forrige delkapittel. Hvor de kommer fra, og hvordan deres verdier er målt vil derfor ikke bli kommentert her, men heller hva deres faktiske verdier er.

Sentraltendenser er de mest standardiserte målene for en variabel, og det er disse som blir introdusert her under deskriptiv statistikk. Deskriptiv statistikk handler om å forstå hvordan variablene ser ut hver for seg før vi bruker de i modellene. Her skal vi se på antall observasjoner, gjennomsnitt, standardavvik samt minimum og maksimum verdiene til variablene.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
INF	61	3.154	1.786	.700	7.500
IMP	61	5.887	4.933	.100	18.300
ARBL	61	4.062	.744	2.600	5.900
ARBLKV	61	17.047	6.367	6.760	34.810
COVID	61	.361	.484	0	1

Tabell 1 - Deskriptiv statistikk

Først og fremst ser vi at alle variablene har 61 observasjoner. Datasettet strekker seg fra januar 2018 til januar 2023, noe som gir 61 måneder og dermed 61 observasjoner.

Øverst har vi den avhengige variabelen, som vi ønsker å forklare variasjonen i. Her ser vi at inflasjonen fluktuerer mellom 0.7% og 7.5%, med et gjennomsnitt på 3.15%. Standardavviket på 1.786 forteller at det er noen svingninger i variabelen, og variabelen er ikke fullstendig normalfordelt.

Videre ser vi på variasjonen i importert prisendring. Her er variasjonen svært stor, med en negativ endring i variabelen på .100 % som laveste verdi. Denne verdien ble målt i april 2021 (Statistisk Sentralbyrå, 2023b). Variabelens høyeste verdi kom i juli 2022 med en verdi på 18.3% økning fra året før. Den gjennomsnittlige importerte prisendringen er også høy på 5.88%. Standardavviket har en høy verdi på 4.933.

Arbeidsledighetsraten ligger på verdier mellom 2.600% og 5.900%, med et gjennomsnitt på 4.062%. Standardavviket ligger på .744. Den kvadrerte arbeidsledigheten har verdier mellom 6.760 og 34.810 og et gjennomsnitt på 17.047.

Den siste kontrollvariabelen datasettet inkluderer er dummy-variabelen COVID, der minimum og maksimum verdiene blir 0 og 1. Gjennomsnittet på .361 forteller oss at store deler av perioden vi har data for var preget av koronarestriksjoner.

Videre vil vi presentere en korrelasjonsmatrise. Kollinearitet måler korrelasjonen mellom de forskjellige variablene benyttet i analysen. I tilfeller der vi opplever perfekt kollinearitet mellom variabler vil det være umulig å estimere koeffisientene, ettersom alle kombinasjonene vil virke på samme måte. Selv om vi ikke har perfekt kollinearitet, vil også for høy korrelasjon skape problemer for estimatene og i tillegg kunne begrense R^2 . Som nevnt i utledningen av MLR-antagelsene, dersom korrelasjonen $|k| \geq 0.9$ vil vi bryte med MLR.3 på grunn av multikollinearitet i variablene (Wooldridge, 2019, s. 92).

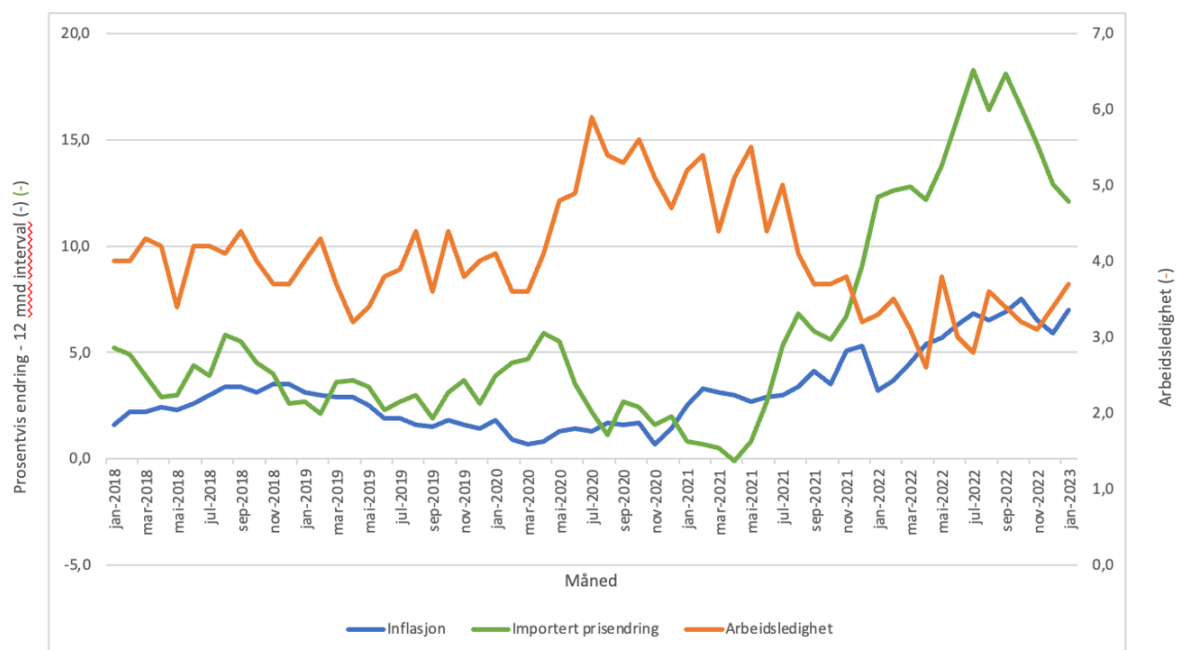
En korrelasjonsmatrise er et godt verktøy for å se om noen av variablene har høy korrelasjon. Vi får følgende data:

Variabler	(1)	(2)	(3)	(4)
(1) INF	1.000			
(2) ARBL	-0.558	1.000		
(3) IMP	0.831	-0.661	1.000	
(4) COVID	-0.301	0.598	-0.277	1.000

Tabell 2: Korrelasjonsmatrise

Fra tabell 2 kan vi se at ingen av variablene bryter med terskelnivået for multikollinearitet. Dette er en god indikator på at MLR.3 opprettholdes.

Før modellene blir introdusert skal variasjonen i arbeidsledighet, inflasjon og importert prisendring over tidsperioden presenteres. Dette er gjort i linjediagrammet i figur 3.



Figur 3: Inflasjon, Importert prisendring og Arbeidsledighet.

Den blå linjen representerer inflasjonen, mens den oransje og grønne linjen viser henholdsvis arbeidsledighet og importert prisendring. Inflasjon og importert prisendring er oppgitt i 12-måneders prosentvis endring, og leses langs venstre akse. Arbeidsledighet er oppgitt i prosent av arbeidsstyrken, og leses langs høyre akse. Vi kan her se en negativ sammenheng mellom inflasjon og arbeidsledighet. Dette kommer tydelig frem fra perioden mai 2019 til juli 2020, der arbeidsledigheten økte, mens inflasjonen var avtagende. Videre ser vi at arbeidsledigheten hadde en nedadgående trend i resten av perioden, mens inflasjonen var økende. Samtidig ser vi at importert prisendring økte betydelig i perioden fra mai 2021 og utover.

Neste kapittel vil se nærmere på forklaringsgraden arbeidsledighet og importert prisendring har på inflasjonen.

4 – Regresjonsanalyse

I denne delen av oppgaven estimerer vi modellene som direkte skal brukes til å besvare problemstillingen. De multiple regresjonsanalysene gjennomføres med bruk av statistikkverktøyet STATA versjon 17.0, mens phillipskurvene som presenteres er sammensatt i Excel versjon 16.72. Gjennom regresjonsanalysene sikter vi på å fastslå sammenhengen mellom importert prisendring og inflasjonen i Norge, og sammenligne den med arbeidsledigheten sin effekt på inflasjonen.

Den første modellen som skal introduseres ser på forholdet mellom inflasjonen og arbeidsledigheten i perioden januar 2018 til januar 2023. Det vil være sammenhengen William Phillips presenterte i den nå kjente Philipskurven som utfordres her.

Den andre modellen vil være en multippel lineær regresjonsanalyse med både arbeidsledighet og importert prisendring som forklaringsvariabler. Her ønsker vi å se på om arbeidsledighetens effekt på inflasjon svekkes ved inkluderingen av importert prisendring.

Den tredje og siste modellen inkluderer koronarestriksjonene som en dummy-variabel, ettersom restriksjonene medførte store makroøkonomiske sjokk, og vi ønsker å partelliere ut effekten pandemien hadde på forholdet mellom inflasjon, arbeidsledighet og importert prisendring.

Ingen av variablene vi bruker i modellen er logaritmiske variabler. Dette fører til at vi kun ser på level-level modeller. Vi velger også å utelukke feilleddet u fra modellene, da MLR.4 forteller at feilleddet har en forventet verdi på 0 gitt hver enkelt verdi av (x) .

4.1 Modellene

Modellene introduseres i tabellen under, og vil bli kommentert hver for seg i de påfølgende delkapitlene.

	(1)	(2)	(3)
Variabler	<i>INF</i>	<i>INF</i>	<i>INF</i>
<i>ARBL</i>	-8.0400*** (2.3714)	-1.1634 (1.9427)	-1.4589 (1.9472)
<i>ARBLKV</i>	0.7870*** (0.2770)	0.1274 (0.2184)	0.1847 (0.2220)
<i>IMP</i>		0.2876*** (0.0388)	0.2925*** (0.0388)
<i>COVID</i>			-0.4404 (0.3507)
<i>_cons</i>	22.3983*** (4.9633)	4.0168 (4.3488)	4.3681 (4.3360)
<i>N</i>	61	61	61
adj. <i>R</i> ²	0.3745	0.6759	0.6792

Tabell 3: Regresjonsanalysen

Standardavvik i parentes
p* < 0.10, *p* < 0.05, ****p* < 0.01

Stjernene (*) er ment for å vise de tre mest benyttede signifikansnivåene på 10%, 5% og 1% Eksempelvis, dersom en *p*-verdi er mellom 0.10 og 0.05, vil den være markert med én stjerne. Stjernene viser altså graden av signifikans for de ulike variablene.

4.1.1 Modell 1: Inflasjon og Arbeidsledighet

Den første modellen er en multippel regresjonsanalyse hvor inflasjonen er den avhengige variabelen, mens arbeidsledigheten og kvadrert arbeidsledighet er de uavhengige variablene.

$$\widehat{INF} = \beta_0 + \beta_1 ARBL + \beta_2 ARBLKV$$

Modellens justerte R^2 og antall observasjoner er oppgitt nederst i tabellen. Vi kan her se en justert R^2 på 0.3745, noe som tilsier at arbeidsledigheten forklarer 37,45% av variasjonen i inflasjonen. Modellen predikert gir følgende verdier på betakoeffisientene, og påfølgende OLS regresjonslinje:

$$\widehat{INF} = 22.40 - 8.04ARBL + 0.79ARBLKV \quad [\text{Lign. 11}]$$

Konstantleddet på 22.40 i regresjonsligningen forteller oss verdien på inflasjonen, dersom de uavhengige variablene er lik 0. Ifølge denne modellen, ville Norge hatt en inflasjon på 22.4% dersom arbeidsledigheten hadde vært null. Dette tolker vi som et svært høyt inflasjonstall. Det er dog sjeldent at konstantleddet i seg selv har noen tydelig tolkning, og da 0% arbeidsledighet ikke er en praktisk mulighet, er ikke verdien i seg selv viktig.

Før videre kommentering av modellens predikerte verdier for populasjon, ønsker vi å teste dens signifikans. Begge variablene er statistisk signifikante gjennom deres p-verdier, men vi velger likevel å gjennomføre en t-test for den uavhengige variabelen arbeidsledighet.

Hypotesene formuleres som følger:

$$H_0: \beta_{INF} = 0$$

$$H_a: \beta_{INF} \neq 0$$

Antall frihetsgrader er t_{n-k-1} , som er $61 - 2 - 1 = 58$, og med 5% signifikansnivå får vi da en kritisk verdi på 2.00. T-verdien finner gjennom den formelen tidligere introdusert under hypotesetesting og får følgende verdi:

$$t_{\hat{\beta}_j} = \frac{-8.0400 - 0}{2.3714} = -3.39$$

β_{INF} setter vi til 0 siden vi her skal undersøke om vi kan forkaste nullhypotesen, som sier at det ikke er en sammenheng, og følgelig at β_{INF} er 0.

T-statistikken blir da -3.39 .

$$|-3.39| > 2.00$$

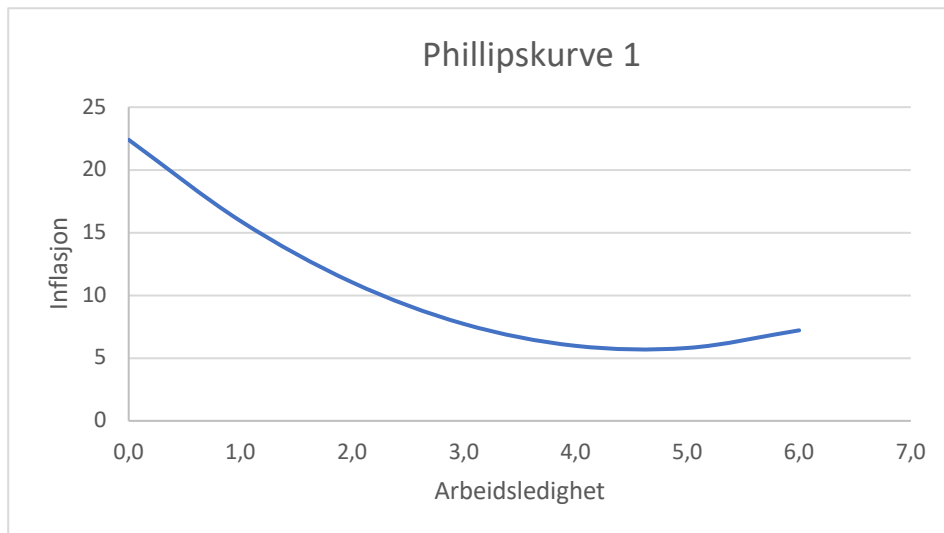
I henhold til teorien vil nullhypotesen bli forkastet da absoluttverdien til t- statistikken er høyere enn den kritiske verdien. Vi ser dermed på en signifikant sammenheng mellom inflasjon og arbeidsledighet.

Den uavhengige variabelen, arbeidsledighet, kan bli tolket på følgende måte: Siden det er signifikante bevis for at det er en ikke lineær sammenheng mellom arbeidsledighet og inflasjon, vil økningen i arbeidsledighet ha ulik påvirkning på inflasjon med hensyn til hvilket nivå arbeidsledigheten ligger på fra før. Eksempelvis vil en økning i arbeidsledigheten med et prosentpoeng, fra 0 til 1, påvirke inflasjonen på følgende vis:

$$\frac{\partial INF}{\partial ARBL} = \beta_1 + 2 * \beta_2 ARBL = -8.04 + 2 * 0.79 * 1 = -6.46$$

Den predikerte verdien til inflasjon ved 1% arbeidsledighet er derfor ifølge modellen $22.40\% - 6.46\% = 15.94\%$.

Videre gjentar vi denne prosessen for relevante verdier, og kan dermed konstruere følgende Phillipskurve:



Figur 4: Phillipskurve modell 1

Vi ser her at for lave verdier er det en negativ avtagende sammenheng mellom inflasjon og arbeidsledighet, noe som er i tråd med teorien om Phillipskurven på kort sikt. I motsetning til teorien, predikerer modellen et vendepunkt der arbeidsledigheten og inflasjonen får en positiv sammenheng. Vendepunktet finner vi på følgende måte:

$$\frac{\partial INF}{\partial ARBL} = 0 \rightarrow -8.0400 + 2 * 0.787ARBL = 0$$

$$ARBL = \frac{8.0400}{2 * 0.787} = 5.09 \%$$

Dersom arbeidsledigheten er høyere enn 5.09% vil det være en positiv sammenheng mellom arbeidsledighet og inflasjon. Dette samsvarer ikke med det teoretiske i Phillipskurven, da denne tilsier at effekten er avtagende og flater seg ut over tid.

4.1.2 Modell 2: Inflasjon, Arbeidsledighet og importert prisendring

Den andre modellen er en multippel regresjonsanalyse hvor inflasjonen er den avhengige variabelen, mens arbeidsledigheten, kvadrert arbeidsledighet og importert prisendring er de uavhengige variablene. Det er følgende modell som estimeres:

$$\widehat{INF} = \beta_0 + \beta_1 ARBL + \beta_2 ARBLKV + \beta_3 IMP$$

Også denne modellen er basert på 61 observasjoner. Modellens justerte R^2 , øker fra 37,45% til 67,59%, som er en økning på 30,14%. Dette viser at importert prisendring forklarer en stor del av variasjonen i inflasjonen.

Når vi setter inn verdiene fra tabellen inn i modellen får vi følgende OLS regresjonslinje:

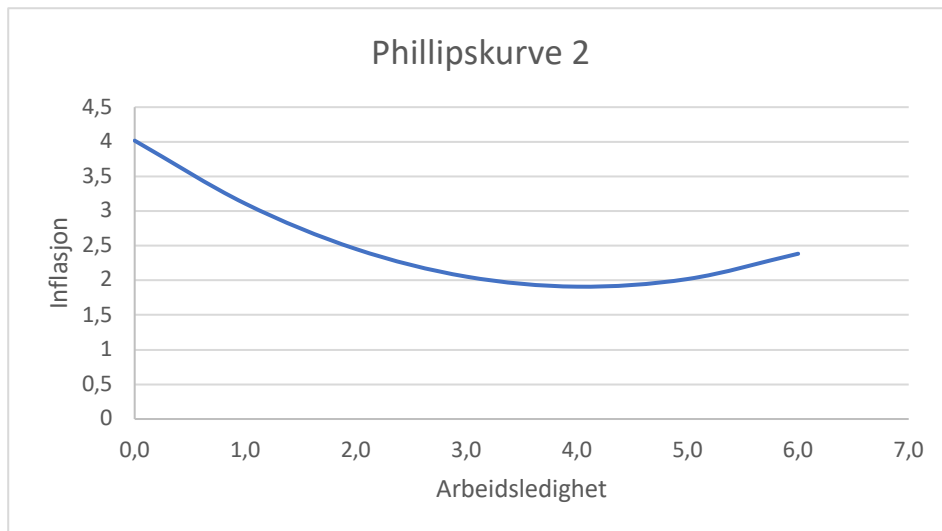
$$\widehat{INF} = 4.0168 - 1.1634ARBL + 0.1274ARBLKV + 0.2876IMP$$

Vi kan her se at konstantleddet reduseres betraktelig fra 22.3983 til 4.0168. Ved implementering av importert prisendring vil Phillipskurven skifte betydelig nedover. I tillegg reduseres koeffisienten til arbeidsledighet dramatisk fra -8.0400 til -1.1634. Verdien av den kvadrerte arbeidsledigheten reduseres fra .7870 til .1274. Dette indikerer at importert prisendring partellierer ut en god del av effekten arbeidsledighet har på inflasjon.

Vi gjennomfører en ny t- test for arbeidsledighet, og får følgende teststatistikk: $|-0,60| < 2.00$. Her kan vi ikke forkaste nullhypotesen, da teststatistikken er lavere enn den kritiske verdien, og det er ikke signifikant sammenheng mellom inflasjon og arbeidsledighet. Modellen har én frihetsgrad mindre enn modell (1), men dette påvirker ikke den kritiske verdien i stor grad.

Vi ønsker også å teste signifikansen til importert prisendring. T-testen for denne variabelen gir en teststatistikk på $|-7,41| > 2.00$. Sammenhengen mellom importert prisvekst og inflasjon er dermed statistisk signifikant.

Ut fra denne modellen kan vi se på hvordan en endring i arbeidsledighetsraten vil påvirke inflasjonen. Vi partiell deriverer inflasjonen med hensyn på arbeidsledigheten, og får med det modellens predikerte Phillipskurve.



Figur 5: Phillipskurve modell 2

Vi ser også her et vendepunkt i Phillipskurven, denne gangen ved 4,58% arbeidsledighet. Etter dette punktet predikerer modellen en positiv sammenheng mellom inflasjon og arbeidsledighet.

4.1.3 Modell 3: Inflasjon, Arbeidsledighet, importert prisendring og COVID

Forrige modell introduserte sammenhengen mellom import prisendring og inflasjonen, og vi så hvordan dette svekket arbeidsledighetens effekt på inflasjonen. Vi analyserer følgende modell:

$$\widehat{INF} = \beta_0 + \beta_1 ARBL + \beta_2 ARBLKV + \beta_3 IMP + \beta_4 COVID$$

Igjen er det kun den importerte prisendringen sin effekt som er statistisk signifikant, med en P-verdi som er lavere enn 0.01. Den justerte R^2 har et svært likt nivå som i modell (2), og forklarer 67.92% av variasjonen i den avhengige variabelen. Modellen predikerer følgende OLS regresjonslinje:

$$\widehat{INF} = 4.3681 - 1.4589ARBL + 0.1847ARBLKV + 0.2925IMP - 0.4404COVID$$

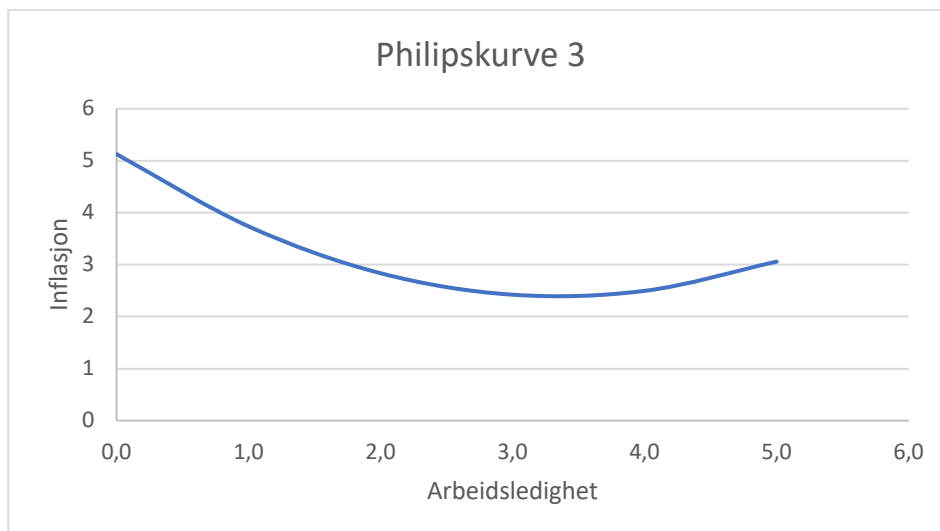
Nivået på beta null koeffisienten er, som i modell (2), drastisk mye lavere enn hva modell (1) indikerer. Forskjellen her ligger i endringen i betakoeffisienten til arbeidsledighet. Denne får en sterkere verdi, noe som gir et lavere konstantledd. Arbeidsledigheten og den kvadrerte

arbeidsledighet har dog større betakoeffisient her enn i modell (2) med verdier på henholdsvis -1.4589 og .1847.

Dummy-variabelen er her inkludert og har en betakoeffisient på -.4404. Dette betyr at modellen predikerer at måneder med koronarestriksjoner har en lavere inflasjon på .4404 prosentpoeng.

Vi gjennomfører en ny t- test for arbeidsledigheten og får følgende teststatistikk: $|-0,75| < 2,00$. Her kan vi ikke forkaste nullhypotesen, noe som resulterer i en ikke signifikant sammenheng mellom inflasjon og arbeidsledighet. Igjen tester vi også signifikansen til importert prisendring, og får en teststatistikk på $7,54 > 2,00$. Importen er dermed fortsatt en signifikant variabel i modell (3).

Vi ser også her på hvordan en endring i arbeidsledighetsraten vil påvirke inflasjonen ved å partiell derivere inflasjonen med hensyn på arbeidsledigheten. Dette gir følgende Phillipskurve.



Figur 6: Phillipskurve modell 3

Vendepunktet som modellen her predikerer, og som også predikeres av de andre modellene, samsvarer ikke med Phillips (1958) sin teori. Sammenhengen skal være avtakende for høye verdier av arbeidsledighet, men ikke positiv som vi ser modellene predikert her.

4.2 Gjennomgang av OLS-antagelsene

Antagelsene for OLS-regresjonsmodellene er presentert i delkapittel 2.3.1. De er der introdusert på generelt grunnlag og vi vil her introdusere de viktigste funnene ved gjennomgang av disse antagelsene.

MLR. 1 er en antagelse knyttet til linearitet i parameterne. Gjennom et spredningsplott der vi inkluderte de uavhengige variablene i modellen fant vi ingen *uteliggere*, og modellen bryter ikke med den første antagelsen. Spredningsplottet finner man i «Vedlegg [1]: [Spredningsplott]». Antagelsen tilknyttet tilfeldig utvalg, MLR. 2, er ikke mulig å opprettholde med tidsseriedata, da de må legges i kronologisk rekkefølge. Observasjonene kan ikke være uavhengig av hverandre, da de vanligvis er påvirket av tidligere observasjoner fra samme variabel (Wooldridge, 2019, s. 343).

MLR. 3 er knyttet til nok variasjon i de uavhengige variablene, og som korrelasjonsmatrisen under deskriptiv statistikk viser er det ingen av variablene som korrelerer over den generelle begrensningen på 0.9. I seg selv er korrelasjonsmatrisen en god indikator på variasjonen i x-variablene, men vi velger likevel å benytte *Variance Inflation Factor*, heretter VIF, for å sjekke for multikollinearitet. VIF verdiene viser til hvor mye av variansen i en uavhengig variabel som blir påvirket av de andre uavhengige variablene. VIF-verdiene måler hvor mye hver variabel bidrar til standardfeilen i regresjonen, og er presentert i tabellen under.

Variabler	VIF	1/VIF
ARBL	2.65	0.377
IMP	1.85	0.542
COVID	1.62	0.617
Mean VIF	2.04	

Tabell 4: VIF

Normalt anses terskelnivået til VIF å være 10 (Wooldridge, 2012, s. 98). Resultatene i tabellen over viser at alle testene våre er godt innenfor dette, og følgelig kan vi konkludere med at det ikke eksisterer problemer med multikollinearitet i utvalget vårt.

Modellen bryter sannsynligvis med MLR.4, en antagelse som forteller at det ikke skal være noe verdier i feilleddet u som korrelerer med de uavhengige variablene. Det vil være rimelig å anta at både arbeidsledighet og importert prisendring vil være påvirket av flere faktorer, som for eksempel rentenivå og økonomisk vekst.

Restleddet blir også utfordret i den siste av *Markov sine antagelser*. Antagelsen testes her gjennom en Breusch-Pagan test som ser på homoskedastisitet og dermed om antagelsen holder (Wooldridge, 2019, s.270). Testen vil utføre en kjiqvadrattest med en tilhørende p-verdi.

Testen tar utgangspunkt i følgende hypoteser:

$$H_0 = \text{Homoskedastisitet}$$

$$H_A = \text{Heteroskedastisitet}$$

Verdiene for regresjonsmodellen for arbeidsledighet, kvadrert arbeidsledighet, importert prisendring og covid er:

$$chi2(1) = 1.04$$

$$Prob > chi2 = .3076$$

Som vi ser, er den tilhørende p- verdien til kjiqvadrattesten .3076. Dette er over vårt valgte signifikansnivå på 5%, og vi kan dermed ikke forkaste nullhypotesen. Dette gir bevis for homoskedastisitet i restleddet, og vi antar at MLR. 5 holder.

Til slutt er normalitetsantagelsen testet, en antagelse som utfordrer normalfordelingen til feilleddet. I «Vedlegg [2]: [Distribuering av restleddet]» viser vi hvordan fordelingen til residualene er tilnærmet normalfordelt, både gjennom normalfordelingslinjen (grå linje) og gjennom Kernel density plot (grønn linje). Det er også gjennomført en Jarque-Bera test, en test som tester normalfordelingen av en datamengde, og tar hensyn til skjevhet og kurtose (Thadewald & Büning, 2007, s. 88).

Testen tar utgangspunkt i følgende hypoteser:

$$H_0 = \text{Dataen er normalfordelt}$$

$$H_A = \text{Dataen er ikke normalfordelt}$$

$$chi(2) = .51$$

$$prob > chi(2) = .7726$$

Vi ser at testen gir en P-verdi på $.7726 > 0.05$, noe som tilsier at vi ikke kan forkaste nullhypotesen, da p-verdien er over signifikansnivået, og residualene er normalfordelt. I seg selv er dette et tegn på at normalitetsantakelsen er overholdt. Det bør dog nevnes at Jarque-Bera testen er blitt kritisert, spesielt ved små utvalg, da testen kan være partisk (Thadewald & Büning, 2007, s. 95).

5 – Resultater og diskusjon

Resultatene fra de utførte regresjonsanalysene viser en klar sammenheng mellom inflasjon og importert prisendring. Tolkningen av forholdet mellom arbeidsledighet og inflasjonen er derimot noe mindre klar.

I den første modellen finner vi statistisk signifikante resultater for at arbeidsledigheten har en negativ avtagende effekt på inflasjonen, noe som samsvarer godt med det Phillips (1958) kom frem til i sin forskning. Likevel skiller våre resultater seg fra Phillips (1958) sine funn ved å ha et vendepunkt i kurven. For den første modellen vår betyr dette at det er en positiv sammenheng mellom arbeidsledighet og inflasjon dersom arbeidsledigheten øker utover 5.09%.

I den tredje modellen, som er vår hovedmodell, inkluderes både covid og den importerte prisendringen for å mer nøyaktig estimere effektene av de to forklaringsvariablene. Resultatene tilsier at inflasjonen vil øke med 0.2925 prosentpoeng dersom den importerte prisendringen øker med 1 prosentpoeng. Vi ser altså en positiv sammenheng mellom inflasjon og importert inflasjon, noe som er i tråd med både (Berge, 2004, s. 4) og (Ulvedal, P.B., Vonen, N.H., 2016, s. 21) sine resultater.

Videre viser resultatene tilsvarende sammenheng mellom arbeidsledighet og inflasjon som den første modellen, forholdet er derimot ikke statistisk signifikant i denne modellen. En annen viktig effekt som kommer frem i resultatene, er at inkluderingen av importert prisendring demper betydningen av arbeidsledighet for inflasjonen.

Hovedmodellen viser en negativ sammenheng mellom inflasjon og koronarestriksjoner. Dette samsvarer godt med (Holden, S., Wulfsberg, F., 2021, s. 47) som forteller at lavere inflasjon kom som en konsekvens av det kraftige etterspørselsjokket som oppsto på grunn av pandemien. Det er også her viktig å merke seg at denne sammenheng ikke er statistisk signifikant.

Det mest overraskende funnet fra resultatene våre er det tidlige vendepunktet som oppstår i hovedmodellen. Ved bruk av kvadrerte variabler er vendepunkt forventet, men det inntreffer svært tidlig gitt variablenes verdier i datasettet. Dette er nærmere diskutert i neste kapittel. En

medvirkende årsak til dette kan være koronapandemien som skapte store avvik og volatile situasjoner i verdensøkonomien. Ettersom store deler av datasettet inneholder observasjoner påvirket av pandemien, vil disse ha en betydelig påvirkning på resultatene.

Denne oppgaven fokuserer kun på en liten åpen økonomi. Derfor vil ikke resultatene nødvendigvis gjelde for andre typer økonomier, og fremtidig forskning burde derfor ta for seg flere land med ulike typer økonomi. Videre, burde også flere kontrollvariabler legges til for å predikere en mer nøyaktig sammenheng.

6 – Robusthet og kritikk

Det eksisterer både kritikk og begrensninger ved denne bacheloroppgaven som vi er nødt til å anerkjenne. Ved gjennomførelsen av regresjonsanalysen var det flere antagelser som måtte oppfylles for å gjøre analysen gyldig. I denne seksjonen vil vi se på de økonometriske svakhetene og begrensningene, samt noen empiriske begrensninger.

Utelatte Variabler

At den valgte tematikken går innenfor et relativt stort forskningsområde er åpenbart. Det finnes flere faktorer som påvirker inflasjon og importerte priser som ikke er fanget opp i denne modellen. Flere kontrollvariabler kunne vært inkludert, eksempelvis styringsrenta og bruttonasjonalproduktet. Begge disse, samt andre mulige viktige variabler, er ikke inkludert i modellen vår. Dette gjør også at modellen bryter med MLR. 4, da modellen kan være forutinntatt på grunn av de utelatte variablene (Wooldridge, 2019, s. 84).

Ingen seriekorrelasjon

Når man benytter tidsseriedata må man ta i betraktning at fortidsdata kan påvirke fremtiden. Ved tidsseriedata bør man oppfylle kravet om ingen seriekorrelasjon, som vil si at restleddet ikke skal være korrelert med de uavhengige variablene i noen tidsperiode (Wooldridge, 2012, s. 350):

$$E(u_t|X) = 0, t = 1, 2, 3, \dots, n$$

Hvis utelatte variabler er seriekorrelerte, eller hvis man opplever ren seriekorrelasjon, kan modellen bli feilspesifisert, og man vil kunne få skjeve og ineffektive estimater. Vi undersøker om det er seriekorrelasjon i datasettet ved å gjennomføre en Breusch-Godfrey test.

Denne testen ser på seriekorrelasjon i residualene i ulike perioder. Her forsinker vi residualene 12 perioder, som tilsvarer et år. Testen vil da undersøke seriekorrelasjon mellom residualene i periodene $t - 1, t - 2, t - 3, \dots, t - 12$.

Testen tar utgangspunkt i følgende hypoteser:

$H_0 = \text{Ingen seriekorrelasjon}$

$H_A = \text{seriekorrelasjon}$

Vi får disse resultatene:

$$chi2 = 42.489$$

$$df = 12$$

$$Prob > chi2 = .0000$$

Som vi ser er den tilhørende p-verdien lav, og under vårt signifikansnivå på 5%. Dermed forkaster vi nullhypotesen, og vi finner bevis som støtter alternativhypotesen om seriekorrelasjon i dataen vår. Ved seriekorrelasjon kan man gjennomføre flere tester for å finne utfordringene ved datasettet. Vi velger derimot ikke å gå videre inn på dette i analysen vår, og det forblir en svakhet ved oppgaven.

Forsinkede variabler

Ingen seriekorrelasjon antagelsen ser bort ifra den tidsmessige korrelasjonen i de uavhengige variablene i modellen. Dette betyr at vi kan finne en korrelasjon mellom tidligere og nåværende perioder for de uavhengige variablene, noe vi kan finne og likevel unngå å bryte med *ingen seriekorrelasjon*-antagelsen. Såkalte forsinkete variabler inneholder verdier fra tidligere perioder, og kan være både viktige og relevante for å finne riktige resultater i oppgaven. Man kunne for eksempel benyttet inflasjonsforventninger som en forsinket variabel, ettersom forventningene er basert på inflasjonstall fra året før (Holden, 2016, s. 206). Vi har verken inkludert forsinkede uavhengige eller forsinkede avhengige variabler i modellen vår, noe som er en begrensning for oppgaven.

Logaritmisk Arbeidsledighet

Som vi ser i kapittel 4.1.3., får vi et vendepunkt i Phillipskurven ved 3,95% arbeidsledighet. Etter dette punktet viser kurven en positiv sammenheng mellom inflasjon og arbeidsledighet. En kjent svakhet ved å benytte kvadratiske uttrykk for å se på avtagende effekter er at sammenhengen på et tidspunkt må snu (Wooldridge, 2012, s. 195). Dersom det kun er en liten

andel av observasjonene fra utvalget som ligger forbi vendepunktet, vil ikke dette være problematisk. I vårt utvalg derimot, ligger 52,5% av observasjonene forbi vendepunktet, noe som gjør at vi ikke kan ignorere sammenhengen etter vendepunktet. En mulig forklaring på dette er at vi ikke har inkludert nok kontrollvariabler, som er problematisert tidligere i dette kapittelet. Dette forblir en svakhet ved oppgaven.

En annen mulighet for å se på ikke-lineære sammenhenger er å benytte seg av logaritmiske funksjoner. I vår oppgave kan man argumentere for at det ville vært mer gunstig å benytte seg av et logaritmisk uttrykk for arbeidsledighet fremfor et kvadrert uttrykk, da et slikt uttrykk ikke gir et vendepunkt. Vi har forsøkt å estimere en modell med et logaritmisk uttrykk for arbeidsledighet, men fikk ingen interessante resultater, og har derfor beholdt det kvadratiske uttrykket.

7 – Konklusjon

Denne avhandlingen har undersøkt hvordan arbeidsledighet og importert prisendring har påvirket den norske inflasjonen. Oppgaven startet med å presentere Phillipskurven og den skandinaviske modellen som et teoretisk rammeverk, før den videre utledet for metoden som har blitt brukt.

Avhandlingen har benyttet en multippel lineær regresjonsanalyse for å utforske effekten arbeidsledighet og importert prisendring har på inflasjonen. Gjennom en gradvis inkludering av de uavhengige variablene ender vi opp med en hovedmodell. Denne kommer frem til at den importerte prisendringen har en positiv statistisk signifikant effekt på inflasjonen. For arbeidsledigheten ser vi at verdier lavere enn 3.95 har en negativ avtagende effekt på inflasjonen, mens større verdier viser en økende positiv effekt. Denne sammenhengen er derimot ikke statistisk signifikant.

Resultatene blir diskutert med utgangspunkt i det teoretiske rammeverket og sammenlignet med tidligere forskning. Videre tar oppgaven for seg problemer og begrensninger tilknyttet regresjonsmodellen, og kommer med anbefalinger for videre forskning.

Litteraturliste

- Anderson, D., Sweeney, D., Williams, T., Fry, M., Ohlmann, J., Camm, J. & Cochran, J. (2017). *Essentials of Modern Business Statistics* (7. utg.). South- Western College Publishing.
- Aursand, P. (2022, 15. September). Hva er inflasjon?. Statistisk sentralbyrå. <https://www.ssb.no/priser-og-prisindekser/konsumpriser/artikler/hva-er-inflasjon>
- Barro, R. J. (2013). Inflation and Economic growth. *Annals of Economics and Finance*, 14(1), 85-109. <https://ideas.repec.org/a/cuf/journal/y2013v14i1n6barro.html>
- Berge, S. B. (2004), *Pengemengdevekst og inflasjon: En empirisk analyse og teoretiske betraktninger*. [Masteroppgave, Universitetet i Bergen]. Bergen Open Research Archive. <https://core.ac.uk/download/pdf/30821215.pdf>
- Holden, S. (2016). *Makroøkonomi*. (1. utg.). Cappelen Damm AS
- Holden, S., Wulfsberg, F. (2021). Covid-19 og makroøkonomisk politikk. *Samfunnsøkonomen*, 35(3), 45-58. <https://oda.oslomet.no/oda-xmlui/bitstream/handle/11250/2985302/Samfunnsokonomen-nr-3-2021-holden-wulfsberg.pdf?sequence=1>
- Kharbouch-Yedri, M. (2009) *Pengepolitikk, globalisering og liberalisering: Årsaker bak finanskrisen* [Masteroppgave, Norges Handelshøyskole]. NHH Brage. <https://core.ac.uk/download/pdf/30839631.pdf>
- Phillips, A. W. (1958). The Relationship Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica*, 25(100), 283-299. <https://doi.org/10.2307/2550759>

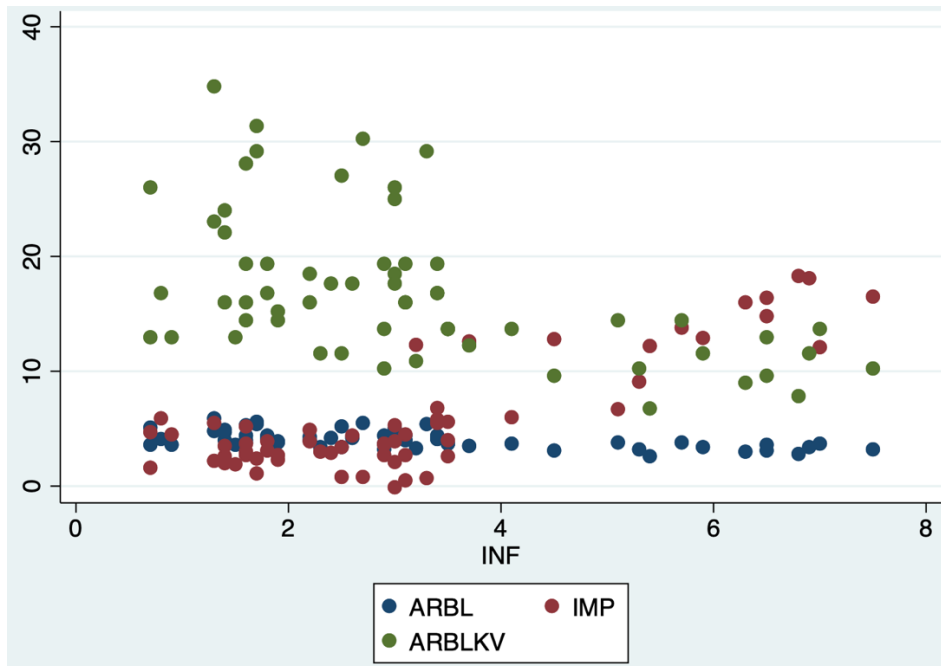
- Regjeringen. (u.å). *Tidslinje: myndighetenes håndtering av koronasituasjonen*. Hentet: 18. Februar 2023 fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/Koronasituasjonen/tidslinje-koronaviruset/id2692402/>
- Rødseth, A. (2000). *Open economy macroeconomics*, Cambridge University Press.
- Statistisk Sentralbyrå (2023a). *03013: Konsumprisindeks, etter konsumgruppe (2015 = 100) 1979M01-2023M04* [Tabell]. <https://www.ssb.no/statbank/table/03013/>
- Statistisk Sentralbyrå (2023b). *11721: Makroøkonomiske hovedstørrelser. Ujustert og sesongjustert 2016M01 – 2023M03* [Tabell]. <https://www.ssb.no/statbank/table/11721/>
- Statistisk Sentralbyrå (2023c). *13760: Arbeidsstyrken, sysselsatte, arbeidsledige og utførte ukeverk, etter kjønn, alder og type justering. Bruddjusterte tall 2006M01 – 2023M03* [Tabell]. <https://www.ssb.no/statbank/table/13760/>
- Thadewold, T. & Büning, H. (2007). Jarque-Bera Test and its Competitors for Testing Normality – A Power Comparison. *Journal of Applied Statistics*, 34(1), 87-105. <https://doi.org/10.1080/02664760600994539>
- Thomassen, E. (2021, 29. januar). Inflasjonsmål. *Store Norske Leksikon*. <https://snl.no/inflasjonsmål>
- Ulvedal, P. B. & Vonen, N.H. (2016). *Valutakursens virkning på konsumprisene*. https://www.norges-bank.no/contentassets/1638c1f7840f41288e1ab7e8f2af59ac/staff_memo_3_2016.pdf?v=03%2F09%2F2017123316&fbclid=IwAR1BMjtYmz25A_293CZfHIZDvZfbvIrsio1hgyzCrQrudyiSFyEM61i3Y5M
- Wilms, R., Mäthner, E., Winnen, L., Lanwehr, R. (2021). Omitted variable bias: A threat to estimating casual relationships. *Methods in Psychology*, (5), Artikkel 100075. <https://doi.org/10.1016/j.metip.2021.100075>

- Wooldridge, J.M. (2012) *Introductory Econometrics – A modern approach* (5 utg.). South- Western College Publishing.
- Wooldridge, J.M. (2019) *Introductory Econometrics – A modern approach* (7. utg.). South- Western College Publishing.

Vedlegg

Vedlegg 1: Spredningsplott

Spredningsplott for variablene inkludert i datasettet



Vedlegg 2: Distribuering av restleddet

Distribuering av residualene i restleddet

