

Christopher Balavoine
Birk Bjørnstad
Casper Gavin
Ole Peder Uthus Solum

Hvordan påvirker BNP produksjonsindeksen for bygg- og anleggsnæringen i Norge?

Bacheloroppgave i Samfunnsøkonomi
Veileder: Eric Myran Wee
Mai 2024

Christopher Balavoine
Birk Bjørnstad
Casper Gavin
Ole Peder Uthus Solum

Hvordan påvirker BNP produksjonsindeksen for bygg- og anleggsnæringen i Norge?

Bacheloroppgave i Samfunnsøkonomi
Veileder: Eric Myran Wee
Mai 2024

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for samfunnsøkonomi



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Bygg- og anleggsnæringen har et stort samfunnsansvar og påvirker flere ulike aspekter ved den nasjonale økonomien. Tidligere økonomiske kriser har vist at bygg- og anleggsnæringen ofte blir hardt rammet ved svingninger i BNP. Det eksisterer en del forskning i Europa på BNP sin påvirkning på produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen, men disse har utelatt Norge. Denne bacheloren tar derfor sikte på å undersøke hvordan BNP påvirker produksjonsindeksen for bygg- og anleggsnæringen i Norge.

Datasettet brukt i bacheloren er hentet fra Statistisk sentralbyrå (SSB) og Norges Bank. Det er benyttet data fra første kvartal 2005 til og med fjerde kvartal 2023. Datasettet ble først brukt i en krysskorrelasjonsfunksjon (CCF) for å undersøke tidsforskyvning (lag). Deretter ble minste kvadraters metode (OLS) brukt til å undersøke relasjon mellom BNP og produksjonsindeksen ytterligere. Det ble gjennomført regresjon for tre ulike modeller: (1) uten kontrollvariabler, (2) med kontrollvariabler og (3) med lag variabler.

Resultatene fra krysskorrelasjonsfunksjonen viser positive korrelasjoner fra lag 0 (samtidig) til lag -2 før det er en gradvis overgang til negative verdier. Regresjonene for modell 2 indikerer en sterkere forklaringskraft enn for modell 1. Modell 2 antyder at en 1% økning i BNP gir en økning i produksjonsindeksen på 1.377%. Regresjonen for modell 3 gir at det bare er BNP lag på et kvartal som er statistisk signifikant, og indikerer at en økning på 1% i BNP forrige kvartal fører til en økning i produksjonsindeksen på 1.05%.

Funnene i denne bacheloren viser altså at BNP utvilsomt har en tydelig effekt på produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen i Norge, men at det er lite i denne studien som indikerer en tidsforskyvning lengre enn 1 kvartal. Det er dermed en kortere tidsforskyvning enn det en skulle forvente basert på bygg- og anleggsnæringens karakteristikk og litteratur for andre land. Videre forskning anbefales for å undersøke dette nærmere.

Abstract

The construction industry has significant societal responsibility and impacts various aspects of the national economy. Previous economic crises have demonstrated that the industry often is heavily affected by fluctuations in GDP. While there is some research in Europe on how GDP affects the production index in the construction industry, Norway has been excluded. Therefore, this bachelor's thesis aims to investigate how GDP influences the production index for the construction industry in Norway.

The dataset used in this study is sourced from "Statistisk sentralbyrå" (SSB) and "Norges Bank". Data from the first quarter of 2005 to the fourth quarter of 2023 was utilized. Initially, a cross-correlation function (CCF) was used to examine time shifts (lags). Subsequently, a Ordinary Least Squares (OLS) regression was performed to further investigate the relationship between GDP and the production index. Regression was carried out for three different models: (1) without control variables, (2) with control variables, and (3) with lag variables.

The results from the cross-correlation function show positive correlations from lag 0 (simultaneous) to lag -2 before gradually transitioning to negative values. Regression for model 2 indicates a stronger explanatory power than for model 1. Model 2 suggests that a 1% increase in GDP leads to a 1.377% increase in the production index. The regression for model 3 indicates that only a GDP lag of one quarter is statistically significant, and suggests that a 1% increase in GDP in the previous quarter leads to a 1.05% increase in the production index.

The findings of this study demonstrate that GDP has a clear effect on the production index in the construction industry in Norway. However, there is little evidence in this study to suggest a time lag longer than one quarter. Since this is a shorter time lag than expected based on the characteristics of the construction industry and literature from other countries, further research should look deeper into this aspect.

Forord

Denne oppgaven er skrevet som avslutning på et treårig bachelorprogram i samfunnsøkonomi ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelig Universitet (NTNU). Bachelorgraden har blitt gjennomført parallelt med en sivilingeniørgrad i bygg- og miljøteknikk, også ved NTNU.

Gruppen ønsker å rette en spesiell takk til vår veileder, Eric Myran Wee, for hans gode støtte, konstruktive innspill og veiledning gjennom hele prosessen. I tillegg ønsker gruppen å rette en takk til Stein Windfeldt i EBA (Entreprenørforeningen for Bygg og Anlegg) for rådgivning og inspirasjon til problemstilling.

Skriveprosessen har vært både givende, lærerik og til tider utfordrende. Gruppen er stolt og fornøyd med å presentere sluttresultatet.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	iv
Abstract	v
Forord	vi
Figurliste	viii
Tabelliste	viii
1 Introduksjon	1
2 Teori	2
2.1 Bygg- og anleggsnæringen i Norge	2
2.2 Produksjonsindeksen for bygg- og anleggsnæringen	2
2.3 Byggeprosess	3
2.4 Bruttonasjonalprodukt	5
2.5 Keynes-modell med endogene investeringer og endogent nettoskattebeløp	6
2.6 Simultan endogenitet	8
2.7 Historiske kriser som har påvirket økonomien i Norge	8
2.8 Litteraturgjennomgang	8
3 Metode og data	10
3.1 Introduksjon og målsetninger	10
3.2 Om datamaterialet	10
3.3 Presentasjon av datasettet	11
3.4 Deskriptiv statistikk	12
3.5 Stasjonæritet og differensiering	13
3.6 Krysskorrelasjonsfunksjonen	14
3.7 Multipel lineær regresjon	14
3.8 Simultan endogenitet	16
3.9 Regresjon med kontrollvariabler	16
3.10 Regresjon med laggede variabler	17
3.11 Hypotesetesting	17
4 Resultater	18
4.1 Krysskorrelasjonsfunksjonen	18
4.2 Regresjonsanalyse	20
4.3 Oppsummering av resultater	22
5 Gjennomgang av forutsetningene for OLS-estimatoren	23
5.1 MLR.1 - Linearitet i parameterne	23
5.2 MLR.2 - Tilfeldig utvalg	24
5.3 MLR.3 - Ingen perfekt multikollinearitet	24
5.4 MLR.4 - Null-betinget gjennomsnitt	25
5.5 MLR.5 - Homoskedastisitet	26
5.6 MLR.6 - Normalitet	27
6 Diskusjon	28
6.1 Regresjonsanalyser	28
6.2 Krysskorrelasjonsfunksjonen	28
6.3 Sammenligning med tidligere litteratur	29

6.4	Fall i BNP som konsekvens av økonomisk sjokk	29
6.5	BNP og bygg- og anleggsnæringens respons på økonomiske sykluser	30
7	Robusthet og kritikk	31
7.1	Innledning	31
7.2	Bruk av tidsserie	31
7.3	Utelatte variabler	32
7.4	Tilfeldig utvalg	32
7.5	Feilkilder knyttet til produksjonsindeksen	32
7.6	Videre forskning	33
8	Konklusjon	33
	Referanser	35
	Vedlegg	37
A	ADF-test	37
B	Varsoc output	37

Figurliste

1	Utvikling i produksjonsindeksen i tidsperioden 2005 - 2023	3
2	Byggeprosessens delprosesser.	3
3	Kjerneprosesser og delfaser i et byggeprosjekt	4
4	Tidsbruk - fra planlegging til ferdigstillelse	5
5	Utvikling i Fastlands BNP i tidsperioden 2005 - 2023	6
6	Multiplikatoreffekten illustrert grafisk	7
7	Viser korrelasjons koeffisientene for effekten GDP har på produksjonsindeksen for byggebransjen (CPI) for tidsserie data fra resultatene til Dudáš og Dlask (2014).	9
8	Tidsseriediagram som viser BNP og produksjonsindeks plottet parallellt	13
9	Krysskorrelasjonsfunksjonen plottet grafisk ved hjelp av Stata.	19
10	Plot av logaritmisk produksjonsindeks mot de predikerte verdiene.	23
11	QQ-plott som sammenligner fordelingen av feilledet med en ideell normalfordeling.	27
12	Illustrerer et plott av residualene mot tettheten av feil fra de uavhengige variablene.	28
13	Virkningen av et negativt sjokk i Keynes -modell, her illustrert som reduserte investeringer.	30

Tabelliste

1	Oversikt over variabler til regresjonen.	11
2	Deskriptiv statistikk for datasettet (76 observasjoner)	12
3	Ekstremverdier i CCF-analyse	19
4	Resultater fra regresjonsanalyse uten kontrollvariabler	20
5	Resultater fra regresjonsanalyse med kontrollvariabler	21
6	Resultater fra regresjonsanalyse med lag variabler.	22
7	Korrelasjonsmatrise for de uavhengige variablene.	24
8	VIF-analyse.	25
9	Korrelasjonsmatrise for feilledet og de uavhengige variablene.	26
10	Resultater fra Breush-Pagan-testen	27

1 Introduksjon

Bygg- og anleggsnæringen utgjør en vesentlig del av Norges samfunn. Med en betydelig andel av Norges arbeidsstyrke og en omfattende aktivitet, har denne næringen også et stort samfunnsansvar som påvirker ulike aspekter av den nasjonale økonomien. Denne påvirkningen har fått vår interesse for om det finnes systematiske og regelmessige sammenhenger mellom produksjonsindeksen og Norges BNP.

Markedsprosessene i bygg- og anleggsnæringen settes i gang veldig tidlig, og involverer styringsprosesser, finansiering, prosjektering og utførelse, som alle fanges opp i en produksjonsindeks basert på timeverk i byggeprosjekter. I starten vil det ta lang tid å få aktiviteten opp, ettersom prosjekteringsfasen ikke har store krav til arbeidstimer. Når prosjektet begynner å ta form mot ferdigstilling av prosjektet vil timeverket øke, dermed vil også produksjonsindeksen øke. Når en så langsom prosess utvikles, bygges det forventninger om endringer i den økonomiske aktiviteten. Slike forventninger gjenspeiles ofte i BNP. Påvirker da denne økningen i BNP produksjonsindeksen?

Innledende litteratursøk viser at det eksisterer internasjonale studier på hvordan BNP påvirker produksjonsindeksen for EU-land (Sobieraj 2024; Dudáš 2014). Da Norge ikke er medlem av EU (kun EØS) er Norge utelatt fra disse studiene, og vi ønsker derfor i denne bacheloren å rette et fokus på Norge. Vi vil deretter sammenligne våre funn med europeiske land som Norge ofte blir sammenlignet med. Tidligere forskning for Norge har kun utforsket effekter av produksjonsindeksen på BNP. I vår analyse vil vi imidlertid vurdere den inverse effekten, slik det er gjort for andre land i Europa. Oppgaven vår bidrar derfor til å belyse hvordan svinginger i total aktivitet i Norge vil påvirke aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen.

Denne bacheloroppgaven skal utforske hvordan endringer i bruttonasjonalproduktet (BNP) påvirker produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen. Ved å analysere sammenhengen mellom BNP og produksjonsaktiviteten i næringen, vil oppgaven bidra til bedre forståelse av økonomiske dynamikker og deres innvirkning på bygg- og anleggsnæringen. Dette gjøres ved å se på denne problemstillingen:

“Hvordan påvirker BNP produksjonsindeksen for bygg- og anleggsnæringen i Norge?”

Potensielle sammenhenger mellom BNP og produksjonsindeksen kan settes i kontekst av analyser rundt hvorvidt det eksisterer en sammenheng og hvordan dette utvikles over tid. Basert på problemstillingen har vi derfor definert to forskningsspørsmål som skal fokuseres på gjennom oppgaven:

“Har BNP en påvirkning på produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen?”

Dette spørsmålet tar sikte på å undersøke om endringer i bruttonasjonalproduktet har en signifikant effekt på bygg- og anleggsnæringen. Forskningen vil analysere om BNP-vekst eller -nedgang har en målbar innvirkning på produksjonsindeksen.

“Hvor lang tid tar det før vi ser en endring i produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen etter en endring i bruttonasjonalproduktet (BNP)?”

Dette spørsmålet utvider det første ved å vurdere tidsforskjøvede (lag) effekter av BNP-endringen. Det kan være interessant å undersøke om endringer i BNP har en umiddelbar effekt på indeksen, eller om det tar tid før virkningen blir merkbar. Dette kan gi innsikt i tidslinjer for økonomisk respons og tilpasning, samt avdekke eventuelle forsinkelser eller mekanismer som er basert på forretningsprosesser.

Oppgaven følger en struktur som begynner med nødvendig teori, supplert med innsikt fra tidligere litteratur. Deretter introduseres de anvendte metodene, sammen med presentasjonen av datasettet. Den deskriptive statistikken danner grunnlaget for variabler som må inkluderes i den estimerte modellen. Resultatdelen omfatter utfallet av en krysskorrelasjonsanalyse, som utforsker de tidsforskjøvede effektene av BNP på produksjonsindeksen. Tre regresjonsanalyser blir presentert: én uten kontrollvariabler, én med kontrollvariabler og én som undersøker effekten av lag-variabler basert på krysskorrelasjonsanalysen. Videre diskuteres forutsetningene til OLS-estimatoren, hvor det legges vekt på skjevhetsstudier og inferensen til estimatet for å belyse resultatets pålitelighet. Diskusjonsdelen sammenligner resultatene

med tidligere litteratur og drøfter effektene av et BNP-fall på investeringer og konsum. Til slutt vurderes oppgavens robusthet i lys av forutsetninger og problemer ved bruk av tidsserier, og det pekes på behovet for videre forskning med tanke på politiske og prosjektbaserte effekter.

2 Teori

I dette kapittelet vil det bli presentert teori som er relevant for å forstå forholdet mellom bruttonasjonalproduktet (BNP) og produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen. Først vil det bli gitt en beskrivelse av bygg- og anleggsnæringen i Norge, med vekt på dens nøkkelprosesser og struktur. Deretter presenteres en forenklet Keynes-modell for en lukket økonomi for å belyse hvordan endringer i økonomiske investeringer og offentlige utgifter kan påvirke totaløkonomisk aktivitet og etterspørsel.

Videre er det lagt vekt på å vurdere hvordan betydningsfulle økonomiske hendelser - slik som bankkrisen, finanskrisen og koronakrisen - har spilt en rolle i endringen av BNP, og hvilken innvirkning disse har hatt på bygg- og anleggsnæringen spesifikt. Disse historiske hendelsene er sentrale for å forstå de underliggende mekanismene som kan påvirke nasjonaløkonomien og spesifikke næringer, noe som er av sentral betydning for problemstilling i denne bacheloren.

Denne teoretiske bakgrunnen vil danne grunnlaget for analysen av hvordan BNP påvirker produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen, og vil bli brukt for å underbygge diskusjonen senere i oppgaven

2.1 Bygg- og anleggsnæringen i Norge

For å forstå bygg og anleggsnæringen presenteres denne først. Bygg- og anleggsnæringen er Norges tredje største næring med tanke på antall sysselsatte. Tall fra Statistisk sentralbyrå (SSB) viser at det er sysselsatt 262 900 personer i næringen og at verdiskapningen per 2023 tilsvarte 247 Mrd NOK. Det vil si at bygg- og anleggsnæringen utgjør ca. 11,41% av den totale sysselsettingen og ca. 6,68% av den totale verdiskapningen i Norge. I denne sammenheng oppgis verdiskapningen for næringslivet i bruttoprodukt i basisverdi, altså verdien av det som er produsert minus driftskostnadene forbundet med å produsere (SSB 2024e).

SSB opererer med tre hovedvirksomhetsområder som til sammen utgjør bygg- og anleggsnæringen:

1. **Nybygg:** Gjelder oppføring, grunnarbeid og installasjoner for ferdiggjøring av bygninger
2. **Rehabilitering:** Gjelder utbedring, ombygging, reparasjon, grunnarbeid og vedlikehold av bygninger
3. **Anlegg:** Gjelder vei, bro, tunnel, kai-, vann- og kloakkanlegg, kommunikasjons- og kraftlinjer o.l. Det inkluderes også nye prosjekter, reparasjoner, drift og vedlikehold.

Dette er viktig fordi de ulike virksomhetsområdene kan bli påvirket ulikt med tanke på økonomiske sjokk.

2.2 Produksjonsindeksen for bygg- og anleggsnæringen

Produksjonsindeksen måler utviklingen i aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen. Statistikken er en månedlig volumindeks som beregnes på grunnlag av timeverkstall (SSB 2024e).

Formålet med indeksen:

Produksjonsindeksenens primære mål er å kartlegge utviklingen i produksjonsvolumet altså verdiskapningen innen bygg- og anleggsnæringen. Denne indeksen tilbyr innsikt i hvordan produksjonsaktiviteten i næringen endrer seg over tid, i forhold til resten av økonomien. Indeksen skal måle kvartalsvise eller månedlige endringer i bearbeidingsverdien (verdiøkningen som næringen tilfører økonomien utover det som puttes inn av materialer, arbeidskraft, maskiner osv.) justert for prisendringer (dvs. en volumindeks).

På grunn av ikke-tilgjengelig direkte data om bedriftens økonomiske verdiskapning, er det nødvendig å anvende alternative beregningsmetoder for å fastsette indeksen (SSB 2024e). Nedenfor i Figur 1 vises utviklingen i produksjonsindeksen i tidsperioden 2005 - 2023.

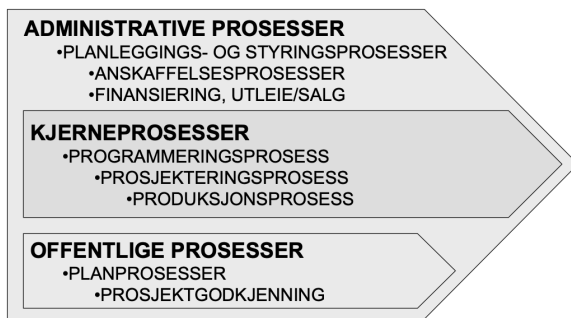


Figur 1: Utvikling i produksjonsindeksen i tidsperioden 2005 - 2023

2.3 Byggeprosess

Byggeprosessen har direkte relevans for produksjonsindeksen for bygg- og anleggsnæringen, fordi den beregnes på grunnlag av timeverkstall. Ved å forstå de forskjellige fasene og elementene i byggeprosessen, kan en bedre forstå og potensielt forklare svingninger og trender i produksjonsindeksen.

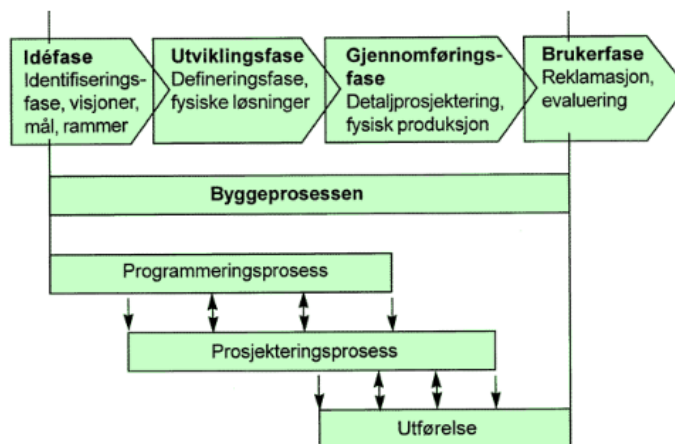
En byggeprosess starter med et behov, og avsluttes med et bygg/anlegg som tilfredsstillende dette behovet. Byggeprosessen kan deles inn i ulike delprosesser og faser. Her skilles det mellom kjerneprosessene, som er direkte ledd i produksjonen, og de administrative prosessene, som legger til rette for, planlegger og styrer kjerneprosessene. I tillegg er offentlige prosesser en forutsetning for hele prosjektets gjennomføring (Eikeland 1999). Dette er konkretisert i Figur 2.



Figur 2: Byggeprosessens delprosesser. (Eikeland 1999)

Prosjektfasene er tidsavgrensede perioder av et prosjekt. Faseoverganger er ofte knyttet til at nye aktører (funksjoner) blir viktige. Slutten av en fase representerer derfor et kontrollpunkt på om de ønskede

resultatene så langt er oppnådd. I tillegg vil det være et beslutningspunkt hvor det avgjøres om man skal fortsette, velge blant de ulike alternativene, eller stanse prosjektet. Byggeprosessens delprosesser deles inn i idefase, utviklingsfase, gjennomføringsfase og brukerfase. De respektive fasene vil ha tydelige start og slutt punkt, mens prosessene er mer tverrgående og overlappende. Dette er vist i Figur 3.



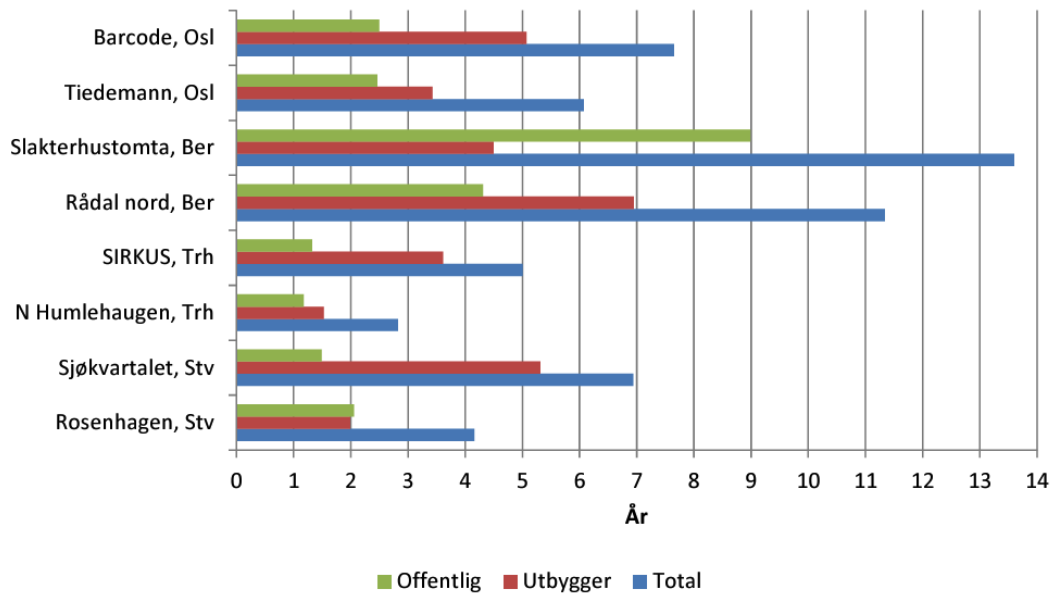
Figur 3: Kjerneprosesser og delfaser i et byggeprosjekt (Eikeland 1999)

Tidsbruken fra prosjektets idefase til brukerfase vil variere betydelig fra prosjekt til prosjekt. I de tidlige fasene er det vanligvis knyttet få timeverk til arbeidet, da få personer er involvert. Etter hvert som prosjektet går fremover, vil antall timeverk øke, og nå en topp mot ferdigstillelse.

Tidsbruken fra prosjektets idefase til brukerfase vil variere mye fra prosjekt til prosjekt. For de tidligere fasene er det også gjerne knyttet få timeverk da få personer er involvert. Dette vil bygge seg oppover til en høy topp mot ferdigstillelse av prosjektet.

I 2014 fikk Aspan Viak i oppdrag fra Kommunal- og moderniseringsdepartementet å utarbeide utredningen “Fra planlegging til ferdigstillelse av boligprosjekt”. Utredningen undersøker tidsbruken i gjennomføringen av boligprosjekter, fra planlegging til ferdigstillelse. Det ble utført casestudier av to boligprosjekter i hver av de fire største byene i Norge, hvor tidsbruken i plan- og byggeprosessen ble kartlagt og analysert (Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2014). Rapporten presenterer tidsbruken, som vist i Figur 4 nedenfor. Kategorien “offentlig” (grønt) inkluderer alle offentlige prosesser som må være på plass før utbyggeren kan starte byggeprosessen. Kategorien “utbygger” (rødt) dekker prosesser fra idefase til brukerfase. Utredningen viser store variasjoner i tidsbruk mellom ulike byggeprosjekter. Disse variasjonene skyldes tre hovedfaktorer: prosjektets kompleksitet i forhold til gjeldende reguleringsplaner, hvor langt utbyggeren er kommet i planleggingen ved oppstartsmøtet, og utbyggerens markedsvurderinger. Dette påvirker direkte produksjonsindeksen, som baserer seg på timeverk og aktivitet i næringen (SSB 2024e). Totalt sett underbygger dette argumentet om at lange byggeprosesser forsinket synligheten av aktivitet i produksjonsindeksen.

Offentlig og utbygger tidsbruk

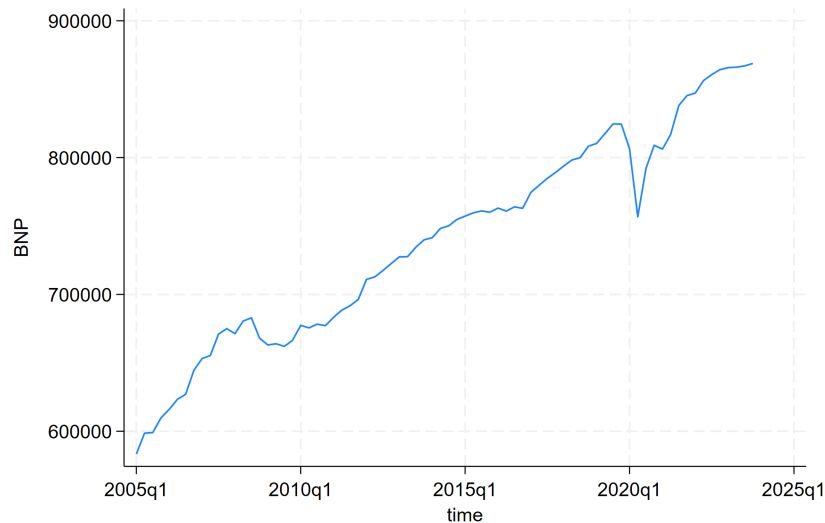


Figur 4: Tidsbruk - fra planlegging til ferdigstillelse
(Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2014)

2.4 Bruttonasjonalprodukt

Bygg- og anleggsnæringen har vist seg å være svært konjunkturfølsom. I økonomiske nedgangstider rammes ofte nybygg svært tidlig. En ser også at konsumentene raskt reduserer sine investeringer i rehabilitering av egen bolig. Et motvirkende tiltak i slike tilfeller er at regjeringen da kompenserer ved å øke byggingen og vedlikeholdet av veier og andre anleggsprosjekter (Holden 2018). For å forstå disse sammenhengene presenteres det i dette kapittelet en forklaring på bruttonasjonalprodukt.

Bruttonasjonalprodukt (BNP) er en essensiell økonomisk størrelse da den gir innsikt i tilstanden og utviklingen til en nasjons økonomi (SSB 2021). BNP er “verdien av alt som skapes eller produseres i et land i løpet av en periode, vanligvis et år eller et kvartal” (Holden 2018, s. 45). Dersom man sammenligner BNP med potensiell BNP, som er det nivået der alle produksjonsfaktorene produserer på et nivå som kan opprettholdes på lang sikt, kan man beskrive konjunktursvingningene i et lands økonomi over tid. Dette er sentralt når man ser på bygg- og anleggsnæringen da den som tidligere nevnt er svært konjunkturfølsom. Utviklingen i fastlands BNP i tidsperioden 2005 - 2003 for Norge er vist i Figur 5 nedenfor.



Figur 5: Utvikling i Fastlands BNP i tidsperioden 2005 - 2023

2.5 Keynes-modell med endogene investeringer og endogent nettoskattebeløp

For å kunne analysere dynamikken i økonomien, er det valgt å anvende en Keynesiansk modell for en lukket økonomi med endogene investeringer og endogent nettoskattebeløp. Modellens grunnlag er hentet fra Steinar Holdens “Makroøkonomi” første utgave, femte opplag (Holden 2018). Denne modellen gir en grunnleggende forståelse av sentrale økonomiske mekanismer, blant annet hvordan BNP-nivået avhenger av renten og andre variabler som påvirker etterspørselen i økonomiene. Modellens bruksområder er spesifisert til: prediksjon: størrelsen på BNP, konsekvensanalyse: hvordan endrer likevekter seg dersom eksogene variable eller parametere endres, samt mål - middel analyse: politikk bestemmer størrelsen på endogene variable

Forutsetninger for modellen:

Modellen baserer seg på to sentrale forutsetninger.

- Prisene er trege, det vil si at de ikke blir påvirket av de kortsiktige endringene som skjer i økonomiene.
- Produksjon, BNP, bestemmes av etterspørselen.

Ligninger:

$$Y = C + I + G \quad (1)$$

$$C = z^C + c_1 \cdot (Y - T) \quad \text{der } 0 < c_1 < 1 \quad (2)$$

$$I = z^I + b_1 \cdot Y \quad \text{der } 0 < b_1 < 1 \quad (3)$$

$$T = z^T + t \cdot Y \quad \text{der } 0 < t < 1 \quad (4)$$

Dette gir:

$$Y = \frac{1}{1 - c_1(1 - t) - b_1} (z^C - c_1 \cdot z^T + z^I + G) \quad (5)$$

Forklaring til ligninger:

- Realligningen, ligning (1) er en likevektsbetingelse, som beskriver at Y , BNP er lik summen av privat konsum, C , private realinvesteringer, I , og offentlig bruk av varer og tjenester, G .
- Konsumfunksjonen, ligning (2) er en adferdsfunksjon som viser konsumet som en voksende funksjon av privat disponibel inntekt, $Y - T$. Her er T , netto skattebeløp, og z^C fanger opp andre faktorer som påvirker konsumet.
- Investeringsfunksjonen, ligning (3) viser hvor mye investeringene øker dersom BNP øker med en enhet. Den marginale konsumtilbøyeligheten, b_1 forteller hvor stor endringen i investeringer er som følge av en enhetsendring i BNP . Konstantleddet z^I fanger opp virkningen på realinvesteringer fra andre faktorer.
- Skattefunksjonen, ligning (4) viser netto skattebeløp som antas å være en voksende funksjon av BNP . Dette er en naturlig konsekvens av at økt BNP , medfører økt produksjon som igjen genererer økte lønninger og dermed skatteinntekter. Samtidig som produksjonen øker, vil dette medføre redusert arbeidsledighet og dermed reduserte trygdeoverføringer. Konstantleddet z^T representerer endringer i skattenivået.

Begrensninger ved bruk av modellen:

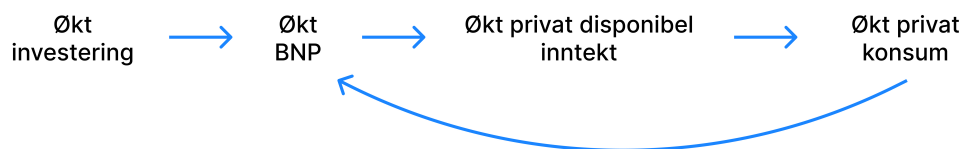
Modellen er statisk, noe som vil si at tidsaspektet blir fullstendig neglisjert. Konsekvensene av dette er at alle endringer vil skje samtidig. Modellen kan derfor ikke brukes til å drøfte utviklingen i økonomien over tid. Når man gjennomfører en konsekvensanalyse, innebærer dette at man bare vil sammenligne situasjonen før endringen har skjedd, med situasjonen når endringen har fått full virkning. I forhold til denne bachelorens problemstilling kan man derfor kun si noe om hvor mye produksjonsindeksen endres som en konsekvens av en endring i BNP, men ikke hvor lang tid det vil ta (Holden 2018).

En annen viktig bemerkning, er at modellen i utgangspunktet ser på samlet produksjon. Den skiller altså ikke mellom ulike typer produksjon etter hvilke varer eller tjenester som produseres. Dette begrenser modellens utslagskraft, og det er dermed vanskelig å si noe om hvilke varer eller tjenester det blir produsert mer eller mindre av (Holden 2018).

2.5.1 Multiplikatoreffekt:

Modellen kan brukes til å forklare hvordan en endring i en størrelse utenfor modellen (eksogen størrelse) medfører en endring i en størrelse innad i modellen (endogen størrelse). I denne sammenheng er konseptet multiplikatoreffekten sentralt.

Økt investering fører til en økning i samlet etterspørsel, og dermed økt BNP. Økt BNP innebærer økte inntekter for husholdningene, slik at de øker sitt konsum. Økt konsum fører til økt samlet etterspørsel, slik at BNP øker. BNP-økningen gir igjen økt disponibel inntekt og dermed økt konsum og så videre. Denne selvforsterkende mekanismen kalles multiplikatoreffekten (Holden 2018). Effekten beskriver hvordan en initial økonomisk endring, fører til en "sirkulær" økonomisk aktivitet som er større enn den opprinnelige handlingen. Denne effekten er illustrert i Figur 6 under.



Figur 6: Multiplikatoreffekten illustrert grafisk

2.6 Simultan endogenitet

Simultan endogenitet oppstår når to eller flere variabler i en statistisk modell gjensidig påvirker hverandre, noe som kompliserer fastsettelsen av årsak-virkning forholdet (Wooldridge 2019, s. 534). På bakgrunn av at bygg- og anleggsnæringen er Norges tredje største næring og dermed utgjør en stor del av BNP, vurderes dette videre i kapittel 3 “Metode og data”.

2.7 Historiske kriser som har påvirket økonomien i Norge

Dette kapittelet fokuserer på hvordan tre sentrale økonomiske kriser - den norske bankkrisen, finanskrisen, og koronakrisen - har påvirket bygg- og anleggsnæringen og bidratt til endringer i BNP.

Under **den norske bankkrisen** (1989-1992) førte en kombinasjon av økonomisk deregulering, høy gjeldsoppbygging og fallende eiendomspriser til en betydelig økonomisk nedgang (Grytten 2003). Dette resulterte i en 35% reduksjon i investeringer i bygg- og anleggsnæringen (Grimsby et al. 2020). Høye renter og fallende boligpriser svekket tilliten til økonomien, noe som førte til redusert byggeaktivitet og investeringer (SSB 2005).

Finanskrisen (2007-2009) ble utløst av en boligboble i det amerikanske boligmarkedet (Larsen 2009). Subprime-lån og komplekse finansielle produkter førte til global økonomisk ustabilitet da boblen sprakk. I Norge medførte dette en 18% nedgang i investeringer i bygg- og anleggsnæringen, drevet av redusert kreditttilgang og økonomisk usikkerhet (Grimsby et al. 2020).

Koronapandemien (2020) utløste globale nedstengninger som fikk betydelige økonomiske konsekvenser. Pandemien forstyrret også globale forsyningskjeder, påvirket produksjon og handel, førte til fall i forbruk og økt arbeidsledighet (SSB 2023). I bygg- og anleggsnæringen bidro dette til en nedgang på 3,2% i aktiviteten (SSB 2024e). Etterspørselen etter boliger ble påvirket av økende arbeidsledighet og usikre fremtidsforventninger. Samtidig opprettholdt anleggssektoren full kapasitetsutnyttelse, hovedsakelig drevet av statlig etterspørsel (Regjeringen 2020).

Alle tre krisene fremhever næringens følsomhet for makroøkonomisk stress og dens direkte kobling til økonomiske tiltak og BNP. Krisene viser hvordan eksterne økonomiske forhold kan føre til betydelige og varige endringer i næringen, og understreker viktigheten av å forstå økonomiske kausaliteter for å forutsi påvirkning på næringen.

2.8 Litteraturgjennomgang

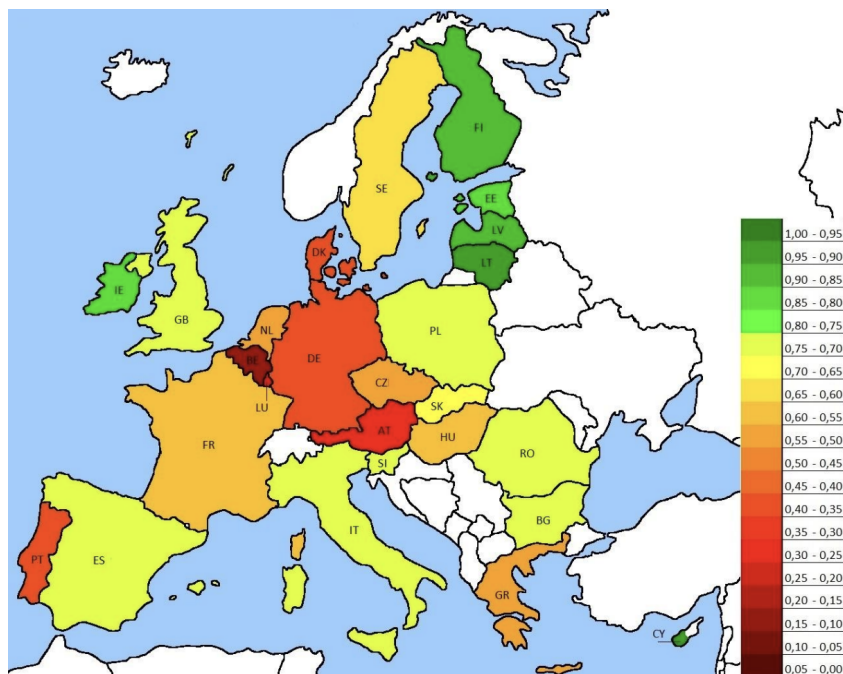
I denne delen vil det nevnes relevant tidligere forskning rundt denne bachelorens problemstilling. Det er relevant å undersøke og kort nevne tidligere forskning for å identifisere hvilke studier som er gjennomført på lignende temaer og hvilke resultater disse har oppnådd. Da kan det identifiseres eventuelle mangler ved tidligere forskning, og dermed belyse det potensielle bidraget denne bacheloroppgaven kan gi til forskningsfeltet. Det vil nevnes nasjonal forskning i kapittel 2.8.1 og internasjonal forskning i kapittel 2.8.2 da resultatene fra begge kan være relevante for problemstillingen. På en annen side kan det være betydelige forskjeller mellom økonomien i Norge og andre land. Det kan også være betydelige forskjeller mellom bygg- og anleggsnæringen i Norge og andre land. De nevnte forskjellene kan gjøre at resultatene fra forskningen ikke kan overføres direkte til Norge.

2.8.1 Nasjonal forskning

Det er funnet minimalt med nasjonal forskning relatert til effekten BNP har på produksjonsindeksen, men det er funnet forskning med beslektede problemstillinger som anses som relevante. Rødde og Sandnes (2018) har sett på “Hvordan har veksten i boliginvesteringer påvirket veksten i BNP Fastland?”. Det ble her brukt både en “Vector Autoregressive Model” (VAR) og regresjonsanalyse. Resultatene viser at ved hjelp av VAR ble det konkludert med at det ikke var en signifikant sammenheng. I regresjonsanalysen var effekten svært signifikant for 1978-2000 og det var en lavere signifikans for 2000-2017.

2.8.2 Internasjonal forskning

Dudáš og Dlask (2014) har undersøkt hvordan BNP påvirker produksjonsindeksen i byggebransjen (CPI) for de fleste landene i EU, men ikke Norge. Dette har de brukt til å lage en modell for å predikere fremtidig CPI. Studien avslørte betydelige variasjoner fra land til land når det gjaldt sammenhengen mellom BNP og CPI, men den bemerket samtidig at korrelasjonskoeffisienten er relativt høy i mange av landene. Resultatene for korrelasjonskoeffisientene er vist i Figur 7. Forfatterne konkluderer med at et slikt kart kan brukes til å indikere om et land sannsynligvis kan forutsi fremtidig byggeaktivitet basert på økonomisk utvikling, målt gjennom BNP.



Figur 7: Viser korrelasjons koeffisientene for effekten GDP har på produksjonsindeksen for byggebransjen (CPI) for tidsserie data fra resultatene til Dudáš og Dlask (2014).

Sobieraj og Metelski (2024) utførte et studie om forholdet mellom BNP og byggeaktivitet i 27 EU-land (utenom Norge), med spesiell vekt på Polen, og undersøkte eventuelle dynamiske forskyvninger mellom disse faktorene. Forskningen har brukt kryss-korrelasjonsfunksjonen til å se på tidsforskyvning og Toda-Yamamoto testen for å se på kausalitet. Toda-Yamamoto testen brukes for å avgjøre om økning i BNP er en drivkraft for endringer i aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen. Resultatene til Sobieraj og Metelski (2024) viser at det er stor variasjon i tidsforskyvningene for de ulike landene, med en maksimal tidsforskyvning på 21 kvartaler. Toda-Yamamoto testen viser at majoritetene av landene i denne forskningen viser kausalitet for BNP og aktivitet i bygg- og anleggsnæringen. Studiet konkluderer med at det typisk er ni til elleve kvartalers tidsforskyvning for effekten BNP har på byggeaktivitet EU land. Basert på aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen sin forsinkede respons på BNP blir det anbefalt at det blir investert i infrastrukturprosjekter under nedgangstider. Sobieraj og Metelski (2024) påpeker også at byråkratiske hindringer og kompleksiteten i markedet kan føre til betydelig forsinkelse før et byggeprosjekt blir godkjent. Dette kan dermed bidra til å forklare høye forskyvninger i visse land.

Asamoah et al. (2019) har gjort et litteraturstudie med mer en 50 journaler, konferansepapirer etc for å finne ut hvilke økonomiske faktorer som har størst effekt på bygg- og anleggsnæringen i hele verden, men med et hovedfokus på Ghana. Litteratursøket er gjort gjennom søkemotoren Scopus ved å søke på ulike nøkkelord i tittel, abstrakt og nøkkelord for litteraturen som finnes her. Asamoah et al. (2019)

nevner to andre lignende forskninger der det er gått igjennom henholdsvis 26 og 27 kilder og konkluderer dermed med at 50 ulike kilder er tilstrekkelig til å trekke gode slutninger rundt hvilke faktorer som påvirker bygg- og anleggsnæringen. Av de 59 faktorene som ble identifisert i litteraturstudien var det BNP, inflasjon, rente, konsumprisindeks, valutakurs, arbeidsledighet, sysselsetting, råoljepris, produsentprisindeks, pengeforsyning, befolkning, reelle boligpriser, arbeidskraftkostnader og pengepolitikk som var mest dominerende.

2.8.3 Oppsummering av litteraturgjennomgang

Selv om det er blitt gjort mye forskning på BNP sin effekt på produksjonsindeksen internasjonalt og da særlig land i EU, er det ikke gjort noe forskning på dette i Norge. Derimot har bla. Rødde og Sandnes (2018) sett på hvilken effekt bygg- og anleggsnæringen har på BNP. Dudáš og Dlask (2014) sine resultater tyder på at det kan variere veldig mye fra land til land hvor høy korrelasjon det er mellom BNP og produksjonsindeksen. Sobieraj og Metelski (2024) sin forskning tyder på at det er en forskyvning i effekten BNP har på produksjonsindeksen, og at denne typisk ligger mellom 9 til 11 kvartaler. Selv om Asamoah et al. (2019) har hovedfokus på Ghana er dette et omfattende litteraturstudie basert på forskning fra hele verden, og det kan derfor gi en indikasjon på hvilke faktorer som bør inkluderes i regresjonsanalysen som kontrollvariabler. Dette for å motvirke eventuelle underliggende effekter som forstyrrer forholdet mellom BNP og produksjonsindeks som studeres i denne bacheloren.

3 Metode og data

3.1 Introduksjon og målsetninger

Målet med oppgaven er å undersøke forholdet mellom aktivitetsnivået i bygg- og anleggsnæringen og den totale produksjonen i Norges fastlandsøkonomi. Denne delen vil først ta for seg datamaterialet før man i tråd med tidligere forskning av Sobieraj og Metelski (2024) anvender krysskorrelasjonsfunksjonen for å identifisere og måle eventuelle forsinkede effekter mellom disse variablene. Videre implementeres multippel lineær regresjonsanalyse for å utforske denne sammenhengen i dybden. Studien avrunder med en analyse av laggede variabler via regresjon, for å gi en dypere forståelse av de tidsmessige dynamikkene og etterslepet mellom økonomiske indikatorer.

3.2 Om datamaterialet

Datakildene for denne analysen inkluderer Statistisk sentralbyrå (SSB) og Norges Bank. Tidsseriedataene som er benyttet, dekker perioden fra første kvartal 2005 til og med fjerde kvartal 2023. Bruttonasjonalprodukt (BNP), produksjonsindeks for bygg- og anleggsnæringen, konsumprisindeks (KPI), og arbeidsledighet er hentet fra SSB, mens styringsrente og valutakursen EUR/NOK er innhentet fra Norges Banks nettsider.

3.3 Presentasjon av datasettet

Tabell 1: Oversikt over variabler til regresjonen.

Variabel	Beskrivelse av variabelen
BNP Fastlands-Norge	BNP Fastlands-Norge, sesongjustert, kvartalsvis fra 2005-2023. Målt i 2021-priser.
Produksjonsindeks for bygg- og anleggsvirksomhet	Produksjonsindeks, sesongjustert, kvartalsvis fra 2005-2023. Basisår i 2021.
Konsumprisindeks	Konsumprisindeks, kvartalsvis fra 2005-2023.
Valutakurs	Valutakurs fra euro til norske kroner kvartalsvis 2005-2023.
Styrringsrente	Styrringsrente, kvartalsvis 2005-2023.
Arbeidsledighet	Arbeidsledighet, kvartalsvis 2005-2023.
Differensiert BNP	Differensiert BNP.
Differensiert produksjonsindeks	Differensiert produksjonsindeks.
Logaritmisk BNP	Logaritmisk omgjort BNP.
Logaritmisk produksjonsindeks	Logaritmisk omgjort produksjonsindeks.
BNP Lag: 1 periode	BNP lag-variabel for én periode.
BNP Lag: 2 perioder	BNP lag-variabel for to perioder.
BNP Lag: 3 perioder	BNP lag-variabel for tre perioder.
Differensiert logaritmisk BNP	Differensiert den logaritmiske BNP-variabelen.
Differensiert logaritmisk produksjonsindeks	Differensiert den logaritmiske produksjonsindeksvariabelen.

Produksjonsindeks

Produksjonsindeksen for bygg og anlegg fungerer som den avhengige variabelen i dette studiet. Indeksen, som er sesongjustert for å eliminere sesongvariasjoner forårsaket av faktorer som ferieperioder og høytider, er standardisert med 2021 som basisår. Sesongjustering er svært viktig for denne næringen grunnet betydelig sesongvariasjon i aktivitet. Variabelen har blitt konvertert fra månedlige data til kvartalsdata ved å beregne gjennomsnittet av månedsverdiene for hvert kvartal.

I 2016 endret SSB metode for å måle indeksen (Haugen 2024). Dette førte til en betydelig nedgang fra siste kvartal 2015 til første kvartal 2016. Man har likevel valgt å se på hele perioden ettersom tidsserien trolig ville blitt i korteste laget dersom man kun hadde sett på perioden før eller etter. Datamaterialet er hentet fra SSB (SSB 2024d).

Bruttonasjonalprodukt (BNP)

Som den primære uavhengige variabelen, undersøker studien BNP fra Fastlands-Norge, justert til 2021-priser. Dette valget reflekterer ønsket om å studere effekten av nasjonale økonomiske aktiviteter, eksklusivert den volatile oljebransjen, på lik linje med studiet til Rødde og Sandnes (2018). BNP-dataene er også

sesongjustert og presenteres per kvartal. Datasettet for BNP er også hentet fra SSB (SSB 2024c).

Uavhengige kontrollvariabler

Kontrollvariablene i studien omfatter konsumprisindeksen (KPI) (SSB 2024a), valutakursen EUR/NOK (Norges Bank 2024b), styringsrenten (Norges Bank 2024a), og arbeidsledigheten (SSB 2024b). Disse variablene (ekskl. arbeidsledighet) var opprinnelig månedlige data. De har derfor på samme måte som produksjonsindeksen blitt omgjort til kvartalsdata gjennom gjennomsnittsberegning. Inkluderingen av disse kontrollvariablene bidrar til en mer nøyaktig isolasjon av BNP sin effekt på produksjonsindeksen. Valget av kontrollvariabler er gjort basert på studiet presentert i litteraturgjennomgangen av Asamoah et al. (2019).

For å utføre kryss-korrelasjonsanalysen, er tidsseriene for BNP og produksjonsindeksen differensiert for å oppnå stasjonæritet. I regresjonsanalysene brukes logaritmiske transformasjoner av BNP og produksjonsindeksen for å gjøre tolkningen av de økonomiske effektene enklere.

3.4 Deskriptiv statistikk

Tabell 2: Deskriptiv statistikk for datasettet (76 observasjoner)

Variabler	Gj. snitt	Std. avvik	Min	Maks
BNP Fastlands-Norge	739913.7	76445.56	583302	868850
Produksjonsindeks for bygg- og anleggsnæring	91.13	8.72	74.93	104.2
Konsumprisindeks	100.58	13,16	81,4	131,6
Valutakurs	9.94	1.12	7.36	11.65
Styringsrente	1.78	1.39	0	5.75
Arbeidsledighet	3.75	0.7	2.1	5.4

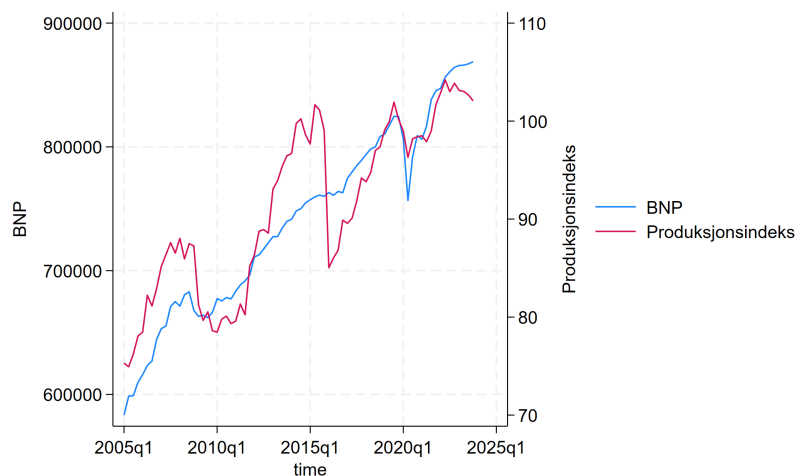
Tabell 2 gir en oversikt over datamengden, inkludert antall observasjoner, gjennomsnitt, standardavvik, samt minimums- og maksimumsverdier. De 76 observasjonene dekker perioden fra første kvartal 2005 til fjerde kvartal 2023. BNP viser et snitt på 739 913,7 med et standardavvik på 76 445,56, noe som indikerer betydelige svingninger rundt middelverdien. Dette vises også i minimums- og maksimumsverdiene som varierer fra 583 302 til 868 850. Disse tallene antyder at BNP over tid har opplevd både betydelig vekst og perioder med økonomisk nedgang. Produksjonsindeksen har en gjennomsnittlig verdi på 91,13, samt et standardavvik på 8,72. Dette spekteret fra 74,93 til 104,2 indikerer en relativ stabilitet innen bygg- og anleggsnæringen, men også perioder med både høykonjunktur og lavkonjunktur

Konsumprisindeksen (KPI) har et gjennomsnitt på 100,58, noe som indikerer at prisnivået har økt over tid fra baselinjen som er satt til 100 (basisår = 2015). Med et standardavvik på 13,16 og verdier som strekker seg fra 81,4 til 131,6, gir dette en indikasjon på inflasjonspresset i økonomien. Valutakursen har et snitt på 8,94 NOK mot euroen. Standardavviket er på 1,12, noe som indikerer mindre relative svingninger i valutamarkedet. Dette ser man også på spredningen, som er fra 7,36 til 11,65.

Arbeidsledigheten i datasettet har et snitt på 3,75% og et standardavvik på 0,7%, noe som viser en mer stabil variabel med verdier som varierer fra 2,1% til 5,4%. Styringsrenten har vist seg å være den mest volatile av de observerte variablene, med et snitt på 1,78, standardavvik på 1,39 og en variasjon fra 0 til 5,75. Dette reflekterer endringer i pengepolitikken over tid. Perioden med covid-19 påvirker snittet betraktelig, da styringsrenten ble satt til 0 i denne perioden

Tidsseriediagrammet som vises i Figur 8 gir en visuell fremstilling av hvordan BNP og produksjonsindeksen for bygg og anlegg har utviklet seg parallelt gjennom perioden som er undersøkt. For begge variabler er det en tydelig positiv trend, selv om det er klare perioder med nedgang. Disse korresponderer med

kjente økonomiske nedgangstider som finanskrisen og corona-pandemien. Nedgangen i produksjonsindeksen i 2016 skyldes den endrede metoden for å måle indeksen.



Figur 8: Tidsseriediagram som viser BNP og produksjonsindeks plottet parallelt

3.5 Stasjonæritet og differensiering

Tidsseriedata følger gjerne en trend eller et mønster over tid. Slike serier kan kategoriseres som ikke-stasjonære (Brooks 2008, s. 207). Motsatt er en stasjonær tidsserie kjennetegnet ved fravær av trend eller mønster. For å klassifiseres som stasjonær, må en tidsserie matematisk sett innfri bestemte kriterier som er angitt under (Brooks 2008, s. 208).

$$\begin{aligned}
 E(Y_t) &= \mu && = \text{Konstant gjennomsnitt} \\
 \text{Var}(Y_t) &= \sigma^2 && = \text{Konstant varians} \\
 \text{Cov}(Y_t, Y_{t+s}) &= \gamma_{t-s} && = \text{Kovariansen må ikke avhenge av } t, \text{ men av forskjellen mellom } t \text{ og } s
 \end{aligned}$$

I analysen av krysskorrelasjon mellom produksjonsindeksen og BNP, er stasjonæritet i dataserien en viktig forutsetning (Dean 2005). Man har derfor benyttet seg av “Augmented Dickey Fuller” (ADF) testen for å sjekke om tidsseriene er stasjonære (Brooks 2008, s. 327-328). ADF-testen kan forklares gjennom en autoregressiv modell av første orden, AR(1):

$$\begin{aligned}
 y_t &= \phi y_{t-1} + v_t, \\
 y_t - y_{t-1} &= (\phi - 1)y_{t-1} + v_t \\
 &\Downarrow \\
 \Delta y_t &= \psi y_{t-1} + v_t
 \end{aligned} \tag{6}$$

I en Dickey-Fuller test er nullhypotesen at en tidsserie ikke er stasjonær. Alternativhypotesen er dermed at tidsserien er stasjonær. Disse hypotesene formuleres som følger:

$$\begin{aligned}
 H_0 : \phi &= 1 \Leftrightarrow H_0 : \psi = 0 \\
 H_1 : \phi &< 1 \Leftrightarrow H_1 : \psi < 0
 \end{aligned} \tag{7}$$

En ADF-test med lav p-verdi tyder på at nullhypotesen kan forkastes, og at tidsserien kan betraktes som stasjonær. Dersom man skulle få høye p-verdier, kan dette løses ved å differensiere datasettet. Denne teknikken hjelper til med å stabilisere tidsseriens gjennomsnitt ved å fjerne nivåendringer, og som et resultat eliminere eller minimere trenden og sesongmessige fluktuasjoner. Differensieringsprosessen kan matematisk representeres slik, der \acute{y}_t viser differensiert verdi (Hyndmann 2018):

$$\acute{y}_t = y_t - y_{t-1} \quad (8)$$

3.6 Krysskorrelasjonsfunksjonen

Gitt to datasett med tidsserier kan funksjonen defineres slik (Sobieraj 2024):

$$r_{xy}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{t=1}^{n-k} (y_{t+k} - \bar{y})^2}} \quad (9)$$

- r_{xy} = CCF. Positiv verdi av funksjonen vil gjenspeile at x_t leder til y_t ved k tidsenheter
- r_{xy} = En negativ verdi av funksjonen vil gjenspeile at y_t leder til x_t ved k tidsenheter
- k = Tidsforskyvning
- x_t = Tidsserie bestående av BNP
- y_{t+k} = Tidsserie bestående av produksjonsindeksen, med en tidsforskyvning av enhet k
- \bar{x} = Gjennomsnitt av BNP x_t
- \bar{y} = Gjennomsnitt av produksjonsindeksen y_t
- ϵ_t = Feilledd

Krysskorrelasjonsfunksjonen (CCF) utforsker forholdet mellom to tidsserier gjennom ulike tidsforskyvninger (lag). Matematisk sett er krysskorrelasjonsfunksjonen, $r_{xy}(k)$, definert som korrelasjonen mellom tidsseriene x_t og y_t når x er forskjøvet med k tidsenheter. En positiv verdi indikerer at x_t har en tendens til å påvirke y_t med en forsinkelse på k enheter, mens en negativ verdi tyder på at y_t påvirker x_t med en forsinkelse på k enheter.

Når man undersøker tidsforskyvninger mellom to variabler, er CCF en nyttig metode. Den avdekker tydelige lineære sammenhenger og forskyvninger mellom disse variablene, og gir innsikt i relasjonene mellom observasjonene. Imidlertid gir den ingen direkte innsikt i årsakssammenhenger. For lineær korrelasjon er alene ikke tilstrekkelig for å fastslå en konkret forbindelse mellom variabler, så ytterligere analyser er nødvendige for å styrke forståelsen. Kausalitetsanalyser kan være et alternativ, men i denne bacheloren er det valgt å fokusere på regresjonsanalyser. Tanken bak dette valget er at regresjonsanalysene kan støtte og styrke eventuelle funn fra krysskorrelasjonsfunksjonen, og dermed gi mer pålitelige resultater.

3.7 Multipel lineær regresjon

For å undersøke relasjonen mellom BNP og produksjonsindeksen ytterligere skal det utføres en regresjon mellom variablene. Regresjonen belyser en annen side av relasjoner enn krysskorrelasjonen, og er et fint bidrag til å se sammenhenger mellom variabler (Wooldridge 2019, s.20). Til dette kan man bruke minste kvadraters metode (OLS) for å estimere parameterne i modellen (Wooldridge 2019, s.70-72). Sammenhengen mellom den avhengige variabelen (y) og de uavhengige variablene (x_k) kan settes opp på følgende måte (Wooldridge 2019, s.69):

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_k x_k + u_i \quad (10)$$

Hvor:

β_0 = Konstantledd
 β_k = Helningsparameter
 u_i = Feilledd

Ligning 10 viser den eksakte verdien av den avhengige variabelen gitt av de uavhengige variablene. Parameterene består av konstantleddet, β_0 , som viser skjæringen med y-aksen ($x_1 + x_2 + \dots + x_k = 0$). Helningsparameteren, β_k , viser endring i den avhengige parameteren (y) gitt en enhetlig endring i den uavhengige parameteren (x_k), alt annet likt. Til slutt i ligningen er det et restledd, som viser differansen mellom observert og faktisk verdi. For å kunne estimere relasjonen minste kvadraters metode introduseres.

3.7.1 Minste kvadraters metode (OLS)

Minste kvadraters metode brukes for å estimere parameterene i en lineær regresjonsmodell. Dette gjøres ved å minimere summen av de kvadrerte restleddene. Feilleddet kan betegnes som forskjellene mellom de observerte verdiene og den forutsatte lineære ligningen (Wooldridge 2019, s.28-30).

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \hat{\beta}_k x_k \quad (11)$$

Hvor:

$\hat{\beta}_0$ = Estimat av β_0
 $\hat{\beta}_k$ = Estimat av β_k

Uttrykk 11 brukes når en har estimert verdier for ($\hat{\beta}_k$) for et gitt datasett. Dette kan gjøres ved en minimere summen (Wooldridge 2019, s.71):

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_1 - \dots - \hat{\beta}_k x_k)^2 \quad (12)$$

I møte med en multivariabel ligning, kan lineær algebra anvendes for å løse settet av lineært uavhengige variabler. Minimeringsprosessen leder til en ikke-triviell løsning som fort kan bli vanskelig å løse for hånd. For denne oppgaven er Stata valgt som økonometrisk verktøy, hovedsakelig fordi det er brukervennlig og kjent fra tidligere emner.

Minimeringsprosessen kommer med visse antagelser. For å sikre at estimatene av ulike $\hat{\beta}_k$ er unike, antar man at ligningssettet består av lineært uavhengige likninger. I tillegg har man seks forutsetninger som må være oppfylt for at koeffisientene ($\hat{\beta}_k$) skal være gyldige.

3.7.2 Forutsetninger for minste kvadraters metode

Når man gjennomfører et estimat ved bruk av minste kvadraters metode går man fra en eksakt relasjon til at man estimerer parametere i modellen. I praksis vil dette si at man fjerner feilleddet i den eksakte relasjonen og erstatter det med koeffisienter foran hver forklaringsvariabel. Når man gjør dette kan man være i skade for å få en partisk fordeling eller et resultat som ikke er pålitelig. For å unngå et slikt tilfelle har man disse forutsetninger:

- For å sjekke skjevheter i modellen har vi følgende forutsetninger:
 - MLR.1 - Linearitet i parameterne

-
- MLR.2 - Tilfeldig utvalg
 - MLR.3 - Ingen perfekt multikollinearitet
 - MLR.4 - Null-betinget gjennomsnitt
 - For å sjekke inferensen til modellen har vi også to andre forutsetninger. Dette har altså med signifikansverdien til standardfeilen å gjøre.
 - MLR.5 - Homoskedastisitet
 - MLR.6 - Normalitet

Videre skal det produseres resultater for analysene, før disse forutsetningene blir gjennomgått i mer detalj i kapittel 5.

3.8 Simultan endogenitet

Simultan endogenitet oppstår som nevnt når flere variabler påvirker hverandre samtidig, noe som gjør det utfordrende å fastslå årsak-virkning-forholdet mellom dem. Denne gjensidige påvirkningen fører til at vanlige kan regresjonsmodeller gir skjevheter. Dette skaper utfordringer for statistisk analyse fordi det bryter med et av de grunnleggende kravene i regressjonsanalyse, som er at uavhengige variabler må være eksogent bestemt. Når endogenitet er til stede, kan tradisjonelle estimatmetoder gi biaserte og inkonsistente estimater (Wooldridge 2019, s. 534). På bakgrunn av at bygg- og anleggsnæringen er Norges tredje største næring og dermed utgjør en stor del av BNP, diskuteres dette videre i kapittel 5.

3.9 Regresjon med kontrollvariabler

Som nevnt skal regresjonen bygge videre på krysskorrelasjonsanalysen. Det første som undersøkes nærmere er en regresjon som kun omfatter hovedparameterne i problemstillingen, nemlig produksjonsindeks og BNP. En slik modell vises under:

$$\log\text{Produksjonsindeks} = \beta_0 + \beta_1 \log \text{BNP} + u \quad (13)$$

For å utvide analysen, inkluderes flere variabler for å utføre et mer kontrollert studie. Kontrollvariabler lar en isolere og identifisere den rene effekten av BNP ved å kontrollere for andre faktorer som også kan påvirke produksjonsindeksen (Dahlum 2020). Modellen med kontrollvariabler sikter mot å forhindre en potensiell spuriøs sammenheng mellom den avhengige og uavhengige variabelen. Ved å inkludere variabler som Asamoah et al. (Asamoah, R. O., Baiden, B. K., Nani, G. og Kissi, E. 2019) har identifisert og vist å ha effekt, sikres det at analysens resultater forhåpentligvis reflekterer sammenhengen mellom BNP og produksjonsindeks på en bedre måte enn uten. Kontrollvariablene som inkluderes er styringsrente, arbeidsledighet, konsumprisindeks (KPI) og valutakurs mellom euro og kroner. Modellen presenteres dermed slik:

$$\begin{aligned} \log \text{Produksjonsindeks} &= \beta_0 + \beta_1 \log \text{BNP} \\ &+ \beta_2 \text{Styringsrente} + \beta_3 \text{Arbeidsledighet} \\ &+ \beta_4 \text{KPI} + \beta_5 \text{Valutakurs} + u \end{aligned} \quad (14)$$

Videre utforsker studien regresjon med laggede variabler. Dette steget er tatt for å undersøke potensielle forsinkede effekter av BNP på produksjonsindeksen, og bygge videre på krysskorrelasjonsanalysen.

3.10 Regresjon med laggede variabler

I tråd med studien av Sobieraj og Metelski (2024), er det relevant å undersøke lag-dynamikken mellom BNP og produksjonsindeksen. Dette studiet konkluderte med at det forekommer en forsinkelse på mellom 9 og 11 kvartaler mellom BNP og produksjonsindeks for flere av de undersøkte landene. En tidsforsinkelse, eller “lag”, kan defineres som en tidsenhet for det anvendte datasettet. I dette studiet blir det dermed kvartaler. Matematisk kan det representeres slik (Hyndmann 2018):

x_1 = Tidsserie som slutter en tidsenhet tidligere
 x_2 = Tidsserie som slutter to tidsenheter tidligere
... = ...
 x_t = Tidsserie som slutter t tidsenheter tidligere

Krysskorrelasjon mellom variablene analyseres for å identifisere eventuelle spesifikke “lags” som utmerker seg med høy korrelasjon. Basert på resultatene fra krysskorrelasjonsanalysen, kan man deretter utføre en regresjonsanalyse med laggede BNP-variabler. Målet er å undersøke om bestemte lags viser seg ved lave signifikansnivåer, noe som kan indikere en robust sammenheng mellom forsinkede verdier av BNP og produksjonsindeksen. Regresjonsmodellen ser slik ut:

$$\begin{aligned} \log \text{Produksjonsindeks} &= \beta_0 + \beta_1 \text{BNP_lag1} \\ &+ \beta_2 \text{BNP_lag2} \\ &+ \beta_3 \text{BNP_lag}n \end{aligned} \tag{15}$$

For å forenkle tolkningen av resultater, ble logaritmisk transformasjon også benyttet for variablene i denne regresjonen.

3.11 Hypotesetesting

Hypotesetesting er viktig for å avgjøre om hver enkelt av de uavhengige variablene har en signifikant effekt på den avhengige variabelen (Wooldridge 2019, s. 120-122). Det vil i denne bacheloren utføres en t-test for å sjekke om effekten er signifikant. Det er i denne sammenhengen viktig å merke seg at de estimerte koeffisientene fra regresjonen er ukjente egenskaper ved en bestemt populasjon som man aldri vil vite helt sikkert verdien for. Til tross for dette kan man utvikle hypoteser for verdien av de estimerte koeffisientene og teste disse hypotesene ved hjelp av statistisk interferens.

Hypotesetester kan gjennomføres enten matematisk manuelt eller ved hjelp av statistiske programmer som for eksempel Stata. Matematisk deler man den estimerte koeffisienten minus den hypotetiske koeffisienten på standardfeilen for å få t-verdien, se ligning 16 (Wooldridge 2019, s. 120). I ligning 16 er “n-k-1” antallet frihetsgrader, der n er antallet observasjoner og k er antallet uavhengige variabler.

$$t_{\beta_k} = t_{n-k-1} \sim \frac{\hat{\beta}_k - \beta_i}{se(\hat{\beta}_k)} \tag{16}$$

For å sette opp en nullhypotese og en alternativ hypotese må man først bestemme om det skal brukes en en- eller tosidig test (Wooldridge 2019, s. 126). Det er viktig at man ikke baserer valget av nullhypotese og alternativ hypotese på regresjonsestimatene. En tosidig test vil sikre at den alternative hypotesen ikke baserer seg på de estimerte koeffisientene og vil være uavhengig av om de er positive eller negative. Med tanke på et formål om å teste om det er en signifikant effekt mellom den uavhengige og den avhengige variabelen er det altså en fordel å velge en tosidig test.

For å deretter avgjøre om det er grunnlag for å kunne forkaste nullhypotesen må det bestemmes et signifikansnivå (Wooldridge 2019, s. 126-127). Dersom en for eksempel velger et signifikansnivå på 5%,

betyr dette at dersom nullhypotesen kan forkastes gjøres dette med 95% konfidens. Basert på valgt signifikansnivå og antallet frihetsgrader kan en hente ut den kritiske verdien, c , fra statistiske tabeller. Sammen med t -verdien fra ligning 16 settes den kritiske verdien inn i ligning 17, som er forkastningsregelen for en tosidig test. Dersom denne ulikheten stemmer er det grunnlag for å forkaste nullhypotesen og den aktuelle uavhengige variabelen er dermed statistisk signifikant ved det aktuelle signifikansnivået. Alternativt dersom ulikheten ikke stemmer kan ikke nullhypotesen forkastes og den aktuelle uavhengige variabelen er dermed ikke statistisk signifikant ved det aktuelle signifikansnivået.

$$|t_{\beta_k}| > c \quad (17)$$

P-verdi kan også brukes for å avgjøre om nullhypotesen kan forkastes eller ikke. Fordelen ved bruk av p -verdi er at man ikke må velge et signifikansnivå på forhånd (Wooldridge 2019, s. 130-132). Ved å velge et signifikansnivå på forhånd kan dette skjule nyttig informasjon om hypotesetesten sitt utfall. P-verdien regnes ut ved å finne sannsynligheten for at T , en tilfeldig t fordelt variabel, er større enn t -verdien, t_{β_i} fra ligning 18. Interpretasjonen av p -verdien er “sannsynligheten for å observere en t -verdi så ekstrem som den vi gjorde hvis nullhypotesen er sann”. I STATA henter en ut P-verdien, og en kan da forkaste H_0 dersom denne er lavere enn signifikansnivået ($P - verdi < \alpha$).

$$p - verdi = P(|T| > |t_{\beta_k}|) \quad (18)$$

Ved hypotesetesting kan en gjøre to ulike typer feil, og når en da velger om H_0 skal forkastes eller ikke har en da enten gjort et riktig feil eller begått en av disse feilene (Wooldridge 2019, s. 733-735). Den første feilen kalles type I feil og dette er når en forkaster H_0 når den er sann. Og den andre feilen kalles type II feil og skjer når en ikke forkaster H_0 når denne er usann. En vil aldri være helt sikker på om en har begått en av disse feilene, men en kan bestemme sannsynligheten for å begå en av feilene. Hypotesetester er konstruert slik at sannsynligheten for å begå type I feil er ganske liten. Dette gjøres ved å velge et signifikansnivå, da signifikansnivået er sannsynligheten for å begå en type I feil.

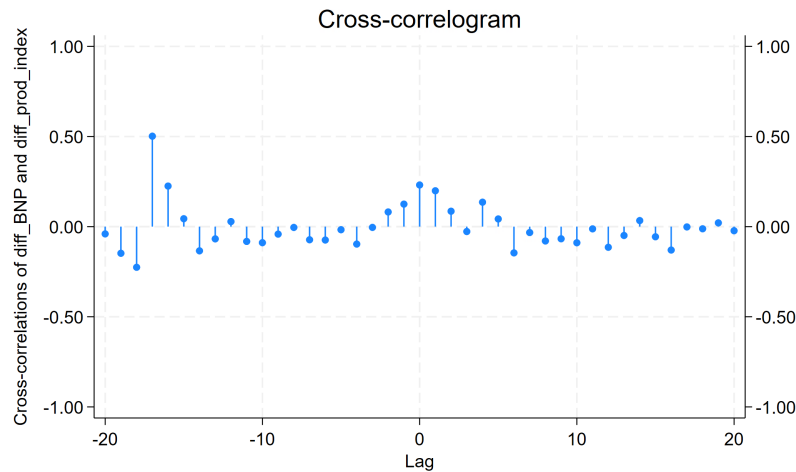
4 Resultater

I denne delen av studiet presenteres resultater fra de ulike analysene, gjennomført i Stata, versjon 18. Først undersøkes krysskorrelasjonen mellom BNP og produksjonsindeksen for å identifisere tidsforsinkelser. Deretter utføres regresjonsanalyser for å vurdere sammenhengen mellom variablene, både med og uten kontrollvariabler. Til slutt analyseres regresjoner med laggede BNP-variabler for å forstå de tidsmessige effektene av BNP på produksjonsindeksen.

4.1 Krysskorrelasjonsfunksjonen

Som beskrevet i metoddelen, er stasjonaritet en viktig forutsetning for beregning av krysskorrelasjonsfunksjonen. Derfor ble det innledningsvis utført en sjekk av stasjonaritet for datasettet ved hjelp av Augmented Dickey-Fuller-testen (se vedlegg A). Resultatene fra analysen indikerer at både BNP og produksjonsindeksen ikke er stasjonære, da deres ADF-teststatistikker ikke er signifikante og p -verdiene er høye. Dette betyr at det foreligger en enhetsrot i begge tidsseriene, noe som er vanlig i økonomiske tidsseriedata.

For å oppnå stasjonaritet, ble tidsseriene differensiert. Den differensierte tidsserien for både BNP og produksjonsindeksen viste seg å være stasjonær, vist ved signifikante ADF-teststatistikker og p -verdier nær null (se vedlegg A). Dette bekrefter at en enkel differensiering er tilstrekkelig for å oppnå stasjonære serier, noe som er nødvendig for å undersøke krysskorrelasjonen. Krysskorrelasjonsfunksjonen er plottet i Figur 9, og ekstremverdiene her er oppført i Tabell 3.



Figur 9: Krysskorrelasjonsfunksjonen plottet grafisk ved hjelp av Stata.

Tabell 3: Ekstremverdier i CCF-analyse

Lag	Korrelasjon
-17	0.5020
-16	0.2253
-3	-0.0041
-2	0.0815
-1	0.1251
0	0.2313

Krysskorrelasjonsfunksjonen (CCF) mellom de differensierte tidsseriene for BNP og produksjonsindeksen utforsket spesifikke tidsforskyvninger (lags) for å identifisere signifikante korrelasjoner. Analysen avdekket en bemerkelsesverdig høy positiv korrelasjon ved lag -17 og -16, noe som kan indikere historiske sykliske mønstre i bygg- og anleggsnæringen, men det kan også være tilfeldig. Det er ingen tydelig trend som peker mot disse forsinkelsene, så det er derfor grunn til å tro at det er tilfeldigheter.

Videre viser resultatene fra CCF positive korrelasjoner fra lag 0 (samtidig) til lag -2. Deretter viser korrelasjonene en gradvis overgang til negative verdier fra lag -3 til lag -12. Negativ korrelasjon betyr i praksis at en oppgang i BNP fører til en nedgang i produksjonsindeksen. Disse skiftene i korrelasjon kan antyde at innflytelsen fra BNP på produksjonsindeksen er mest markant og umiddelbar innen de første kvartalene, for deretter å avta.

Samlet sett viser CCF-analysen at de mest signifikante og direkte påvirkningene fra BNP på produksjonsindeksen finner sted uten nevneverdige forsinkelser, mens de laggede effektene gradvis mister styrke og til slutt blir negative, noe som indikerer en mulig reversering av sammenhengen over lengre perioder. For å bygge videre på resultatene og undersøke sammenhengen mellom BNP og produksjonsindeks ytterligere ser man i neste del på regresjonsanalysen.

4.2 Regresjonsanalyse

Regresjonsanalysen tar sikte på å undersøke og belyse sammenhengen mellom produksjonsindeksen og BNP fra et annet perspektiv sammenlignet med korrelasjonsanalysene utført tidligere. Det er satt opp tre modeller for å undersøke problemstillingen, én uten kontrollvariabler, en med kontrollvariabler og en med lag variabler. For regresjonen er den avhengige og uavhengige variabelen, henholdsvis produksjonsindeks og BNP, omgjort til logaritmisk form. De resterende uavhengige kontrollvariablene er på vanlig “level-form”.

4.2.1 Modell 1 - Uten kontrollvariabler

Den første modellen er særdeles enkel, og inkluderer kun “hovedvariablene” i problemstillingen, nemlig produksjonsindeks og BNP ligning 13. Gjennomføringen av regresjonen i Stata gir resultatene presentert i Tabell 4.

Tabell 4: Resultater fra regresjonsanalyse uten kontrollvariabler

Variabler	Koeffisient
logBNP	0.83*** (0.17)
Konstantledd	-6.75*** (0.64)
R^2	0.8055
Adj. R^2	0.8029
RSE	0.04311

Standardavvik i parenteser
*** $p < 0.001$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Regresjonsanalysen uten kontrollvariabler viser en sterk positiv sammenheng mellom BNP og produksjonsindeksen for bygg- og anleggsnæringen. Med en koeffisient på 0.83 for logBNP, antyder modellen at en 1% økning i BNP gir en økning i produksjonsindeksen på 0.83%. Dette tyder på at BNP er en betydelig prediktor for aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen. Modellen har også en høy R-squared på 0.8055 og en justert R-squared på 0.8029, som viser at 80.29% av variansen i produksjonsindeksen kan forklares av modellen, noe som indikerer en sterk forklaringskraft. P-verdien for logBNP-koeffisienten er 0.000, noe som gjør sammenhengen statistisk signifikant. Det negative konstantleddet på -6.7507 indikerer en lav baseline for produksjonsindeksen når BNP er null, men dette har mindre praktisk relevans siden BNP i praksis aldri er null. Residual standard error er på 0.04311; modellen har altså lav feilmargin.

4.2.2 Modell 2 - Med kontrollvariabler

For den neste modellen inkluderes de resterende variablene som kontrollvariabler. Dette for å undersøke om inkluderingen av de identifiserte kontrollvariablene bidrar til en mer nøyaktig isolasjon av BNP sin effekt på produksjonsindeksen Ligning 14. Beregningen i Stata gir resultatene presentert i Tabell 5.

Tabell 5: Resultater fra regresjonsanalyse med kontrollvariabler

Variabler	Koeffisient
logBNP	1.377*** (0.167)
Styringsrente	0.0107* (0.005)
Arbeidsledighet	0.0051 (0.01)
KPI	-0.0048** (0.002)
Valutakurs	0.0092 (0.01)
Konstantledd	-13.74*** (2.15)
R^2	0.8387
$Adj.R^2$	0.8272
RSE	0.04036

Standardavvik i parenteser
*** p < 0.001, ** p < 0.05, * p < 0.1

Regresjonsanalysen med kontrollvariabler viser en sterkere sammenheng mellom BNP og produksjonsindeksen, med en logBNP-koeffisient på 1.377. Dette antyder at en 1% økning i BNP gir en økning i produksjonsindeksen på 1.377%. Dette indikerer at BNP har en betydelig effekt bygg- og anleggsaktiviteten, selv når andre økonomiske variabler tas i betraktning. R-squared og justert R-squared er henholdsvis 0.8387 og 0.8272, noe som indikerer at denne modellen forklarer en større andel av variansen i produksjonsindeksen sammenlignet med modellen uten kontrollvariabler. Residual standard error er 0.04036, hvilket indikerer en godt tilpasset modell til datasettet.

Den negative koeffisienten for KPI på -0.0048, med en signifikant p-verdi på 0.007, antyder at inflasjon (målt ved KPI) har en negativ innvirkning på produksjonsindeksen. I praksis betyr dette at høyere inflasjon reduserer aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen. Konstantleddet på -13.74 indikerer en lavere baseline for produksjonsindeksen når alle andre variabler er null, men dette har mindre praktisk relevans siden variablene i realiteten aldri er null. Samlet sett viser denne analysen at BNP fortsatt er en nøkkeldriver for aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen, og kontrollvariablene underbygger dette.

4.2.3 Modell 3 - Regresjon med lag variabler

I denne analysen er målet å undersøke hvordan tidligere BNP-verdier påvirker produksjonsindeksen. Dette gjøres ved å inkludere BNP-variabler fra 1-3 kvartaler tidligere i en lineær regresjonsmodell, ligning 15. Man får på den måten fanget opp om noen av de tidligere kvartalene har en direkte effekt på produksjonsindeksen, og sånn sett validert eller avkreftet funnene gjort tidligere i krysskorrelasjonsanalysen.

Varsoc-funksjonen i STATA ble også brukt for å evaluere hvor mange lag som bør inkluderes. Denne funksjonen, som vanligvis brukes til VAR-modeller, indikerte at én lag er optimalt for datasettet (se vedlegg B). Basert på dette, samt krysskorrelasjonsanalysens funn om at korrelasjonen mellom BNP og produksjonsindeksen snur ved lag 3, ble det bestemt å inkludere lag 1, 2, og 3 i analysen. Lag 16 og 17 ble utelatt på bakgrunn av at datasettets størrelse da ville gjort at en hadde fått veldig få frihetsgrader. Resultatene fra regresjonen er presentert under i Tabell 6.

Tabell 6: Resultater fra regresjonsanalyse med lag variabler.

Variabler	Koeffisient
BNP_lag1	1.05** (0.42)
BNP_lag2	0.19 (0.59)
BNP_lag3	-0.42 (0.41)
Konstantledd	-6.56*** (0.73)
R^2	0.7710
$Adj.R^2$	0.7610
RSE	0.04468

Standardavvik i parenteser
*** p < 0.001, ** p < 0.05, * p < 0.1

Regresjonsanalysen viser at BNP_lag1 har en koeffisient på 1.05, noe som indikerer at en økning på 1% i BNP forrige kvartal fører til en økning i produksjonsindeksen på 1.05%. Koeffisientene for BNP_lag2 og BNP_lag3 er henholdsvis 0.19 og -0.42, men ingen av disse koeffisientene er statistisk signifikante, med p-verdier på 0.751 og 0.309. Konstantleddet er -6.56, noe som antyder en negativ baselineverdi for produksjonsindeksen når alle andre variabler er null, men som tidligere nevnt vil dette aldri være realiteten. R-squared er 0.7710, mens justert R-squared er 0.7610, som viser at 76.10% av variansen i produksjonsindeksen forklares av modellen. Residual standard error er 0.04468, noe som viser at modellen har en lav feilmargin.

Den positive koeffisienten for BNP_lag1, samt relativt lave p-verdien, indikerer at tidligere kvartals BNP har en positiv effekt på produksjonsindeksen. Det antyder dermed at økonomisk aktivitet i et kvartal kan gi utslag i bygg- og anleggsnæringen i det neste kvartalet. Koeffisientene for BNP_lag2 og BNP_lag3 indikerer ikke signifikante sammenhenger, noe som tyder på at disse forsinkede effektene blir mindre viktige etter et kvartal. Dette støttes av krysskorrelasjonsanalysen som viste en reversering av korrelasjonen ved lag 3. Den høye R-squared og justert R-squared viser at modellen med laggede BNP-variabler forklarer en betydelig del av variansen i produksjonsindeksen. Samlet sett indikerer resultatene at BNP har en signifikant umiddelbar og kortsiktig effekt på aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen.

4.3 Oppsummering av resultater

Resultatene fra analysene viser en klar sammenheng mellom BNP og produksjonsaktiviteten i bygg- og anleggsnæringen. Krysskorrelasjonsfunksjonen mellom de differensierte tidsseriene for BNP og produksjonsindeksen indikerte signifikante korrelasjoner, spesielt på kort sikt. Analysen avslørte en høy positiv korrelasjon ved lag -17 og -16, noe som kan tyde på historiske sykliske mønstre i bygg- og anleggsnæringen, men det kan også være tilfeldig. Videre viste CCF-analysen at korrelasjonene mellom BNP og produksjonsindeksen er sterkest og mest umiddelbare uten nevneverdige forsinkelser, mens de laggede effektene avtar og til slutt blir negative over lengre perioder. Det er derfor grunn til å tro at korrelasjonene som oppstår ved lag -17 er tilfeldig, ettersom det ikke er en tydelig trendsom peker mot det. Som tidligere nevnt i oppgaven er ikke korrelasjonen i denne testen i utgangspunktet nok til å slå fast en sammenheng, så for å underbygge resultatene gikk man videre med en regresjonsanalyse.

Modell 1, som undersøkte sammenhengen uten kontrollvariabler, bekreftet at BNP er en betydelig forklarende variabel for produksjonsaktiviteten. Dette antyder at vekst i fastlandsøkonomien bidrar til vekst i bygg- og anleggsnæringen. Modell 2 styrket denne observasjonen ved å inkludere andre økonomiske variabler, og viste at BNP fortsatt er en sterk prediktor. Den negative koeffisienten for KPI i denne modellen tyder på at inflasjon kan redusere aktiviteten i næringen, sannsynligvis på grunn av høyere kostnader eller redusert kjøpekraft.

Modell 3 inkluderte laggede BNP-variabler for å undersøke hvordan tidligere BNP-verdier påvirker

produksjonsindeksen. Resultatene viste at BNP fra forrige kvartal har en signifikant positiv effekt på produksjonsindeksen, men at denne effekten avtar etter ett kvartal. Dette er konsistent med funnene fra krysskorrelasjonsanalysen, som også viste en avtagende og til slutt negativ korrelasjon ved lengre tidsforsinkelser.

Samlet sett gir de tre regresjons modellene, sammen med krysskorrelasjonsfunksjonen, innsikt i sammenhengen mellom BNP og produksjonsindeksen. BNP fremstår som en nøkkeldriver for aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen, med både en direkte og kortsiktig effekt. Kontrollvariabler som KPI, styringsrente, og valutakurs spiller også en betydelig rolle, noe som indikerer at næringen er påvirket av bredere økonomiske forhold. Disse funnene demonstrerer at økonomisk vekst, inflasjon og andre makroøkonomiske faktorer har en merkbar innvirkning på bygg- og anleggsaktiviteten, og at disse sammenhengene kan variere over tid.

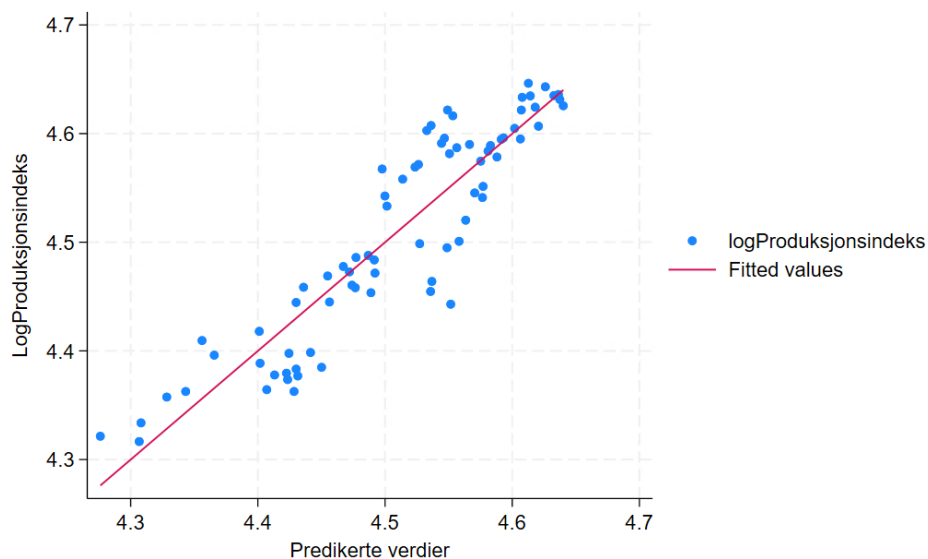
5 Gjennomgang av forutsetningene for OLS-estimatoren

For å sikre troverdigheten til resultatene fra regresjonsanalysene, er det nødvendig å teste forutsetningene for OLS-estimatoren. I dette kapitlet undersøkes forutsetningene MLR1-6 ved hjelp av resultatene fra regresjonsanalysen om kaa. Dette innebærer å evaluere om de produserte koeffisientene oppfyller målverdiene for forutsetningene. Noen av disse forutsetningene har helt eksplisitte krav, mens andre er avhengige av datasettets oppbygning og egenskaper.

Ved å gjennomgå disse forutsetningene kan validiteten til modellene vurderes og en sikrer at konklusjonene blir pålitelige og nøyaktige.

5.1 MLR.1 - Linearitet i parameterne

Forutsetningen om lineær sammenheng i parameterne er kritisk for anvendelsen av OLS-estimatoren. I modellen er en log-log relasjon mellom produksjonsindeksen og BNP valgt. Dette valget forenkler tolkningen av resultatene og oppnår linearitet i parameterne. Prinsippet kan demonstreres ved å lage et plot av produksjonsindeksen mot de predikerte verdiene ("Fitted values"). Dette er illustrert i Figur 10.



Figur 10: Plot av logaritmisk produksjonsindeks mot de predikerte verdiene.

Man kan se av Figur 10 at noen punkter havner utenfor 45-graders linjen. Den lineære relasjonen er dog god, og man antar at denne forutsetningen holder.

5.2 MLR.2 - Tilfeldig utvalg

Forutsetningen om tilfeldig utvalgte observasjoner handler om hvordan dataene i datasettet er samlet inn. Denne forutsetningen krever at verdiene i datasettet er valgt tilfeldig fra en populasjon som er representativ for den virkelige situasjonen eller fenomenet som studeres. Etersom datasettet i denne bacheloren er hentet fra SSB er det ikke et helt tilfeldig utvalg, ettersom SSB henter ut representative data fra ulike næringer. Dermed må en hvile på sentralgrenseteoremet angitt under.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\left(\frac{S_n - n\mu}{\sigma\sqrt{n}} < x\right) = \Phi(x) \quad (19)$$

Sentralgrenseteoremet hevder at et tilstrekkelig stort utvalg fra en populasjon, uavhengig av populasjonens distribusjon, vil nærme seg en normalfordeling. SSB har tilgang til en omfattende database, og deres beregninger av økonomiske mål som BNP involverer data fra mange ulike næringer. Summen av disse dataene tillater anvendelse av sentralgrenseteoremet. Dette er avgjørende ettersom OLS-estimatoren krever at datasettet, som er konstruert for denne analysen, er robust. Ut fra dette antas det at forutsetningen er oppfylt, mens utvalget diskuteres i kapittel 7.4 om robusthet og kritikk.

5.3 MLR.3 - Ingen perfekt multikollinearitet

En annen viktig forutsetning er at variablene ikke skal være for sterkt korrelerte, og at det må være tilstrekkelig varians. Brudd på denne forutsetningen kan føre til at OLS-estimatoren gir unøyaktige resultater og viser økt varians. For å forebygge multikollinearitet benyttes ofte korrelasjonsmatrisen og variansinflasjonsfaktoren (VIF). Korrelasjonsmatrisen, som kan beregnes i STATA, hjelper til med å analysere korrelasjonen mellom de ulike uavhengige variablene. Korrelasjonsmatrisen er vist i Tabell 7.

Tabell 7: Korrelasjonsmatrise for de uavhengige variablene.

	logBNP	Styringsrente	Arbeidsledighet	KPI	Valutakurs	logProduksjon
logBNP	1.0000					
Styringsrente	-0.4181	1.0000				
Arbeidsledighet	0.1982	-0.6960	1.0000			
KPI	0.9518	-0.3721	0.2404	1.0000		
Valutakurs	0.7922	-0.2960	0.3123	0.8913	1.0000	
logProduksjon	0.8975	-0.2834	0.1020	0.8142	0.6734	1.0000

Når man ser på korrelasjonsmatrisen, blir det tydelig at det er en høy grad av korrelasjon mellom KPI og BNP, med en relasjon på 0.95. Dette indikerer at det kan være vanskelig å avgjøre hvilken av de to variablene som har størst innvirkning på produksjonsindeksen. Denne høye korrelasjonen er kritisk med hensyn til forutsetningen. Verdier som nærmer seg -1 eller 1 kan potensielt skape problemer. Imidlertid tillater forutsetningen visse nivåer av korrelasjon mellom uavhengige variabler (Wooldridge 2019, s. 80). Hvis korrelasjonene er perfekte, vil ikke datasettet oppfylle nødvendige kvalitetskriterier. Siden det ikke er noen perfekte korrelasjoner, opprettholdes forutsetningene foreløpig.

Variansinflasjonsfaktoren (VIF) er som nevnt et mål på om man har problemer med multikollinearitet. For å sikre seg mot svært høye forklaringsfaktorer brukes ofte en grenseverdi på 10 ($\Rightarrow R^2 = 0.9$) som en indikator på om det er nødvendig å iverksette tiltak for å håndtere multikollinearitet (Wooldridge 2019,

s. 92). Slike tiltak kan inkludere å fjerne variabler, kombinere andre variabler, eller anvende alternative statistiske analyser. VIF testes ved bruk av STATA, resultatene er presentert i Tabell 8.

Tabell 8: VIF-analyse.

Variable	VIF
KPI	23.13
logBNP	14.07
Valutakurs	6.30
Styringsrente	2.63
Arbeidsledighet	2.40
Mean VIF	9.71

Det er tydelig at gruppen har et problem med multikollinearitet. BNP og KPI har verdier langt over grenseverdien på 10, henholdsvis 14.07, og 23.13. Derfor kan det nå være vanskelig å tyde hvilken av disse variablene som forandrer produksjonsindeksen når man bruker den estimerte β -koeffisienten.

Det er ikke nødvendigvis noe vits å fjerne forklaringsvariabelen KPI fra datasettet, litt av grunnen til det er at man fortsatt har fått signifikante resultater fra analysen i kapittel 4.2.2. Grenseverdien på 10 baserer seg på forklaringsverdien av KPI i forhold til produksjonsindeksen, representert ved R^2 . Andre faktorer, som varians og den totale variasjonen for produksjonsindeksen (SST), påvirker også relasjonen mellom KPI og produksjonsindeksen. Disse faktorene kan påvirkes ved å for eksempel øke antallet observasjoner, eller i denne bachelorens situasjon, øke antallet år i datasettet. Siden dette ikke er et valg som kan tas, anerkjennes det at datasettet har problemer med multikollinearitet.

5.4 MLR.4 - Null-betinget gjennomsnitt

MLR4 handler om at feilleddet skal ha en forventet verdi på null for alle verdier av de uavhengige variablene. Derfor skal det ikke forekomme noen korrelasjon mellom feilleddet og de uavhengige variablene. Hvis slik korrelasjon finnes, bør de aktuelle variablene heller defineres som egne uavhengige variabler for å unngå en partisk OLS-estimator. I praksis vil MLR4 være brutt hvis det oppdages en systematisk korrelasjon mellom feilleddet og de uavhengige variablene (Wooldridge 2019, s. 82). Denne forutsetningen er matematisk beskrevet som følger:

1. Forventningsverdien til feilleddet er null gitt de uavhengige variablene

$$E(u|x_1, \dots, x_k) = 0 \quad (20)$$

2. Dette innebærer blant annet at forventningsverdien til estimatet er lik parameteren selv:

$$E((\hat{\beta})) = \beta \quad (21)$$

Man kan teste denne forutsetningen ved å se på korrelasjonen mellom feilleddet og de uavhengige parameterne. Dette kan gjøres i Stata ved å lage en korrelasjonsmatrise mellom feilleddet og de ulike uavhengige variablene. Dette er presentert i Tabell 9.

Tabell 9: Korrelasjonsmatrise for feilleddet og de uavhengige variablene.

	residuals	logBNP	Styringsrente	Arbeidsledighet	KPI	Valutakurs
residuals	1.0000					
logBNP	0.0000	1.0000				
Styringsrente	-0.0000	-0.4181	1.0000			
Arbeidsledighet	0.0000	0.1982	-0.6960	1.0000		
KPI	0.0000	0.9518	-0.3721	0.2404	1.0000	
Valutakurs	0.0000	0.7922	-0.2960	0.3123	0.8913	1.0000

Fra Tabell 9 fremgår det at det ikke foreligger betydelige korrelasjoner mellom feilleddet og noen av de uavhengige variablene. Det er likevel viktig å være oppmerksom på at denne forutsetningen kan brytes dersom datasettet viser skjevheter eller dersom variabler er blitt utelatt. Derfor er det nødvendig å være forsiktig og ikke overse denne forutsetningen. Ukorrulerte uavhengige variabler er eksogene i formell forstand. Dette har mange fordeler for en regresjonsanalyse. Blant annet så gjør det at estimatorer forblir konsistente og effektive (Wooldridge 2019, s. 82). Hadde variablene vært korrelerte, ville de formelt blitt betraktet som endogene. I praksis er det umulig å konkludere ved denne forutsetningen. Ettersom man ikke vet om de er endogene eller eksogene. Dette er videre diskutert i kapittel 7.2 og 7.3

Dersom man har flere endogene parametere, kan man få utfordringer knyttet til simultan endogenitet mellom for eksempel BNP og produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen.

Dersom produksjonsindeksen påvirker BNP vil aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen ha en direkte innvirkning på BNP, som følger av at næringen utgjør en betydelig del av lands økonomi. Økt produksjon i denne næringen bidrar derfor positivt til den nasjonale økonomien. Dette inkluderer opprettelse av arbeidsplasser, økt forbruk av materialer og tjenester fra andre næringer, og generelt høyere økonomisk aktivitet. Dette fører til en økning i BNP.

Dersom BNP påvirker produksjonsindeksen, vil økonomisk vekst, målt gjennom BNP, stimulere til økt aktivitet i bygg- og anleggsnæringen. Økonomisk vekst fremmer vanligvis investeringer i infrastruktur samt kommersielle og private byggeprosjekter. Når BNP vokser, er det ofte mer kapital tilgjengelig for nye byggeprosjekter og vedlikehold, noe som kan føre til økt produksjonsindeks.

Denne gjensidige påvirkningen skaper problemer med simultan endogenitet, der det er vanskelig å skille årsak og virkning mellom variablene.

5.5 MLR.5 - Homoskedastisitet

Den femte forutsetningen sier at det skal være samme varians for feilleddet gitt alle uavhengige variabler (Wooldridge 2019, s. 88). Matematisk tilsier dette at:

$$\text{Var}(u | \text{log BNP, Styringsrente, Arbeidsledighet, KPI, Valutakurs}) = \sigma^2 \quad (22)$$

I STATA kan man enkelt teste for homoskedastisitet ved hjelp av *Breusch-Pagan testen*. Prosessen starter med formuleringen av to hypoteser:

1. H_0 : Homoskedastisitet er tilstede (Konstant varians)

$$\text{Var}(u | \mathbf{x}) = \sigma^2 \quad (23)$$

2. H_1 : Heteroskedastisitet er tilstede (Varierende varians)

$$\text{Var}(u | \mathbf{x}) \neq \sigma^2 \quad (24)$$

Breusch-Pagan testen utføres deretter for å avgjøre om nullhypotesen, H_0 , skal forkastes eller beholdes. Basert på et signifikantsnivå trekkes det konklusjoner rundt dette. Resultatene fra *Breusch-Pagan testen* er vist i Tabell 10.

Tabell 10: Resultater fra Breush-Pagan-testen

H_0 : Constant variance
$chi^2(1) = 0.15$
$Prob > chi^2 = 0.7014$

Resultatene fra *Breusch-Pagan testen* er tydelige: Nullhypotesen kan ikke forkastes ved en signifikansgrense på 5% ettersom p-verdien er 70% (0.7014). Dette indikerer at det ikke er grunnlag for å avvise hypotesen om homoskedastisitet, noe som antyder at variansen i feilleddet forblir konstant over de ulike nivåene av uavhengige variabler. Konkluderer derfor med at MLR5 forutsetningen holder.

5.6 MLR.6 - Normalitet

Normalitetsforutsetningen er den strengeste av de 6 forutsetningene. Denne sier at feilleddet skal være normalfordelt og helt uavhengig av de uavhengige variablene. Dette innebærer matematisk:

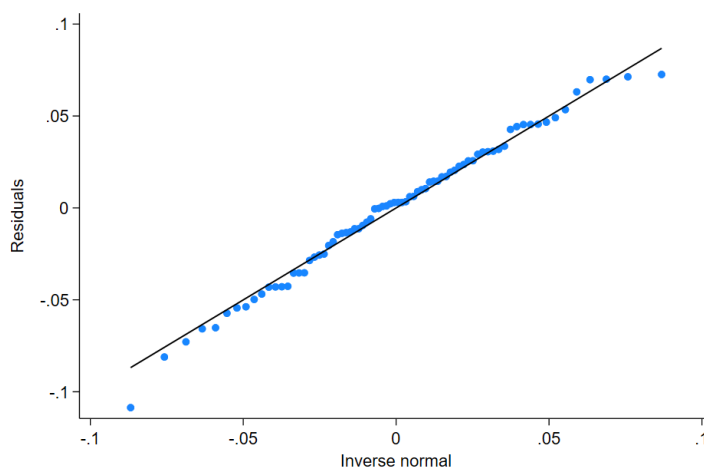
1. Forventningsverdi på null:

$$E(u | \log \text{BNP}, \text{Styringsrente}, \text{Arbeidsledighet}, \text{KPI}, \text{Valutakurs}) = E(u) = 0$$

2. Konstant varians (Samme som MLR.5):

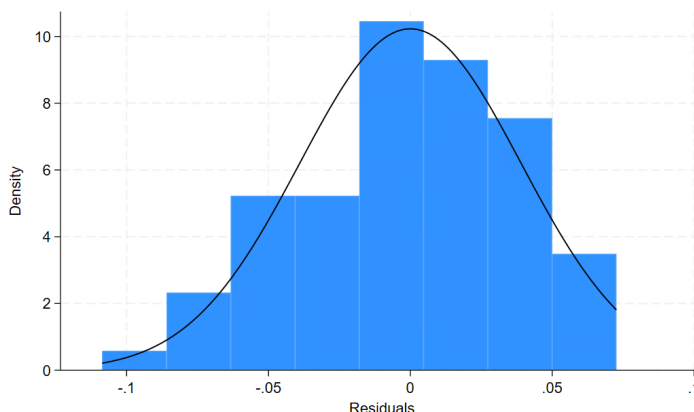
$$Var(u | \log \text{BNP}, \text{Styringsrente}, \text{Arbeidsledighet}, \text{KPI}, \text{Valutakurs}) = Var(u) = \sigma^2$$

For å teste denne forutsetningen kan et QQ-plott benyttes. Dette plottet sammenligner fordelingen av feilleddet med en ideell normalfordeling. Metoden fungerer ved at man observerer avstanden fra datapunktene til den ideelle linjen. En større avstand indikerer et større avvik fra normalfordelingen. Man kan også undersøke spesifikke avvik i plottet. For eksempel, hvis et datapunkt ligger over 45-graders linjen, indikerer dette en høyere observasjonsfrekvens for dette punktet sammenlignet med hva som forventes under en normalfordeling, noe som viser til en positiv skjevhet og potensielt forstyrrer normaliteten i datasettet. Figur 11 illustrerer QQ-plottet.



Figur 11: QQ-plott som sammenligner fordelingen av feilleddet med en ideell normalfordeling.

Observasjoner viser at det er spesifikke områder med positiv skjevhet, som kan sees jevnt over hele linjen, ved residualverdier på $\sim -0.3 - 0.6$. På den andre siden, observeres negativ skjevhet nede til venstre, hvor residualverdiene ligger på $\sim -0.4 - 0.8$. Dette indikerer at det kan være utfordringer med normaliteten i datasettet. En nærmere undersøkelse av normaliteten kan gjøres ved å plote residualene mot tettheten av feil fra de uavhengige variablene, dette er illustrert i Figur 12.



Figur 12: Illustrerer et plott av residualene mot tettheten av feil fra de uavhengige variablene.

Det er observert at datasettet viser tegn til positiv skjevhet, men denne skjevheten er ikke sterk nok til å forstyrre kurvens form vesentlig. Derfor kan det antas at forutsetningen MLR.6 opprettholdes, og normalitet i datasettet er oppnådd.

6 Diskusjon

6.1 Regresjonsanalyser

Regresjonsanalysene gjort i studiet gir samlet sett et omfattende bilde av sammenhengen mellom BNP og produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen. I alle de tre modellene ser man tydelig tegn: BNP fremstår som en sentral driver for aktiviteten i næringen, med både direkte og kortsiktig effekt. Kontrollvariablene, inkludert KPI, styringsrente og valutakurs, viser også betydelig effekt, noe som understreker næringens følsomhet overfor bredere økonomiske forhold.

Det er også viktig å nevne usikkerheten bak tallene. Selv om resultatene tydelig viser at de er statistisk signifikante med en signifikans på 5%, er de basert på OLS-estimatoren. OLS-estimatoren baserer seg igjen på forutsetningene om at ingen av datapunktene er partisk. Mer om dette i kapittel 7 om robusthet og kritikk. Det regresjonsanalysen derimot er veldig god på er å tyde sammenhenger og trender, basert på ikke-stasjonære datasett. Og der har studiet funnet gode, trygge data.

Resultatene indikerer at økonomisk vekst, inflasjon og andre makroøkonomiske faktorer har en betydelig innvirkning på aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen. Samtidig viser analysene at disse sammenhengene kan variere over tid. Tidsavhengige resultater beskrives videre i Krysskorrelasjonsanalysen (CCF).

6.2 Krysskorrelasjonsfunksjonen

Krysskorrelasjonsfunksjonen (CCF) mellom de differensierte tidsseriene for BNP og produksjonsindeksen ble brukt til å identifisere betydelige tidsforskyvninger (lags) med sterk sammenheng. Analysen viser en høy positiv korrelasjon ved lag -17 og -16. I tillegg viser CCF-resultatene positive korrelasjoner fra lag 0 til lag -2, før de gradvis blir negative fra lag -3 til lag -12. Ettersom det ikke er en nevneverdig

trend som peker på lag -16 og -17, kan dette være tilfeldig, eller representere byggebransjen sin sykliske natur. Med andre ord, syklisk etterspørsel etter for eksempel bolig. Totalt sett indikerer funnene fra CCF sammen med regresjonsanalysene at samtidige og kortsiktige endringer (1 kvartal lag) gir den sterkeste samvariasjonen mellom BNP og produksjonsindeksen.

6.3 Sammenligning med tidligere litteratur

Det kan være nyttig å sammenligne resultatene til denne bacheloren med tidligere forskning. Sobieraj og Metelskis (2024) fant varierende resultater når det gjaldt korrelasjonen mellom CPI og GDP. For de fleste landene lå imidlertid forsinkelsen på mellom 9 og 11 kvartaler. Slike funn er som tidligere beskrevet ikke gjort i denne analysen, og det er kun lag -16 og -17 som utpeker seg annet enn de kortsiktige effektene. Fra deres studie kan man også se at for eksempel Danmark, Tyskland, Østerrike og delvis Sverige, viser moderate til svært lave korrelasjonskoeffisienter for disse effektene. Disse landene sammenlignes vanligvis med Norge, og det kan være underliggende årsaker til at de ikke har tydelige korrelasjoner. På den andre siden har Norge, ifølge resultatene til denne bacheloren, en markant tydeligere korrelasjon (0.8975) mellom BNP og produksjonsindeksen, noe som gjør Norge mer sammenlignbare med for eksempel Finland, Irland og Latvia. Hva dette betyr kan være vanskelig å fastslå. Det kan for eksempel skyldes tilfeldigheter eller finansiell politikk. Dette kan være interessant å utforske nærmere i en eventuell videre studie.

Når det gjelder tidsanalysen, er det også nyttig å sammenligne det dette studiet viser, og det andre har funnet. I motsetning til Sobieraj og Metelskis (2024) sin studie klarer man ikke å fastslå et bestemt antall kvartaler forsinkelse. Hverken krysskorrelasjonsanalysen eller regresjonen bekrefter nevneverdig forsinkelse (mer enn et kvartal), men det kan være flere grunner til dette. Dette vil bli drøftet videre i kapittel 7 om robusthet.

6.4 Fall i BNP som konsekvens av økonomisk sjokk

BNP fremstår som en nøkkeldriver for aktiviteten i bygg-og anleggsnæringen, med både en direkte og kortsiktig effekt. For å belyse dette, undersøkes de økonomiske effektene av de tre historiske krisene beskrevet i kapittel 2.7 ved bruk av Keynes' modell. Krisene er ikke bare separate episoder med økonomisk uro, men de har også flere felles trekk som påvirker hvordan vi forstår økonomiske sammenhenger. Spesielt viser de hvordan BNP og investeringsnivåer påvirkes gjennom multiplikatoreffekten.

Det er særlig valgt å vektlegge resultatene fra modell 2 fra kapittel 4.2.2, som antyder at en 1% økning i BNP gir en økning i produksjonsindeksen på 1.377%. Modell 3 viser i tillegg at BNP fra forrige kvartal har en signifikant positiv effekt på produksjonseffekten.

Felles for alle krisene:

- **Reduksjon i bruttonasjonalproduktet (BNP):** Hver krise medførte signifikante nedganger i BNP, noe som reflekterer en omfattende økonomisk kontraksjon utløst av sjokk.
- **Reduksjon i investeringer:** Økt økonomisk usikkerhet og pessimistiske fremtidsutsikter førte til betydelig nedgang i investeringsnivået.
- **Økning i spareadferd** Usikkerheten om fremtidig økonomisk stabilitet førte til økt sparing blant husholdninger og bedrifter, noe som forsterket den økonomiske nedgangen gjennom sparingspareadokset.

For å vise virkningen av en eksogen reduksjon i investeringer, som representeres ved en reduksjon i z^I , (det vil si $\Delta z^I < 0$) settes ligningen fra kapittel 2.5 på tilvekstform:

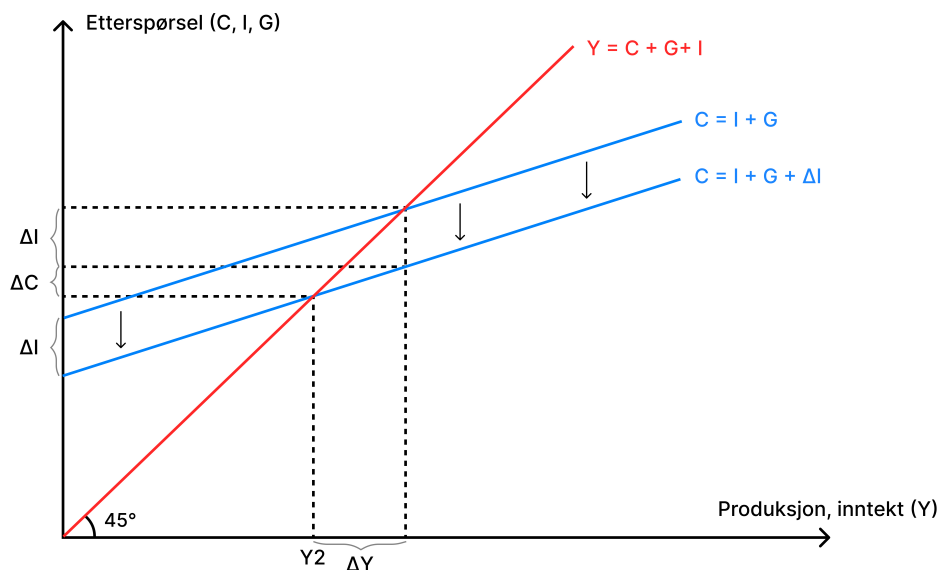
Fra (9):

$$Y = \frac{1}{1 - c_1 \cdot (1 - t) - b_1} \cdot (z^C - c_1 \cdot z^T + z^I + G) \quad (25)$$

Tilvekstform:

$$\Delta Y = \frac{1}{1 - c_1 \cdot (1 - t) - b_1} \cdot \Delta z^I < 0 \quad (26)$$

En reduksjon i investeringer vil dermed føre til at BNP reduseres, $\Delta Y < 0$, som følge av at multiplikatoren (brøken), multiplisert med endringen i investering, $\Delta z^I < 0$, blir negativ. Denne effekten er illustrert grafisk nedenfor i Figur 13.



Figur 13: Virkningen av et negativt sjokk i Keynes -modell, her illustrert som reduserte investeringer.

Fra Figur 13 ser man at en eksogen reduksjon i realinvesteringene $\Delta I < 0$ fører til en ny likevekt i Y_2 . Hvor BNP reduseres med ΔY , og privat konsum reduseres med ΔC .

Gjennom multiplikatoreffekten, beskrevet i Figur 6, vil en reduksjon i BNP føre til en ytterligere reduksjon i investeringene utover den eksogene reduksjonen Δz^I , grunnet to akseleratorer. Dette skjer gjennom investeringsfunksjonen der investeringer også er avhengig av BNP. Reduksjonen i BNP antas å føre til at bedrifter forventer redusert salg i fremtiden, noe som gjør at de vurderer å redusere realkapitalen for å begrense produksjonskostnadene. I tillegg innebærer redusert BNP vanligvis også et redusert overskudd hos bedriftene, noe som frembringer vanskeligheter med å finansiere nye investeringer. Et negativt sjokk i økonomien, i dette tilfellet beskrevet gjennom økonomiske kriser, fører dermed til en reduksjon i samlet etterspørsel slik at BNP reduseres. Nedgangen i økonomien blir forsterket ved at lavere BNP medfører redusert konsum og reduserte investeringer, noe som igjen demper BNP (Holden 2018, s. 150-152).

Sammenlignes dette med resultatene fra regresjonsanalysen, styrkes troverdigheten til resultatene. Modellen viser hvordan et negativt skift vil få simulatene effekter for både BNP og produksjonsindeksen. Effektene vil forsterkes gjennom multiplikatoreffekten. Dette samsvarer med resultatene fra modell 2, som antyder at en 1% økning i BNP gir en økning i produksjonsindeksen på 1.377%.

6.5 BNP og bygg- og anleggsnæringens respons på økonomiske sykluser

Resultatene fra regresjonen indikerer en sammenheng mellom BNP og aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen. Dette kan, basert på Keynes-modellen, reflektere at reduserte inntektsnivåer og bedriftsoverskudd fører til en redusert etterspørsel etter nye byggeprosjekter og infrastrukturinvesteringer. Under

økonomiske kriser, observeres det ofte at bygg- og anleggsnæringen er blant de næringene som rammes hardest, noe som skyldes nedgang i investeringer og generell økonomisk usikkerhet. Denne kausule sammenhengen kan ytterligere belyses ved å påpeke hvordan offentlige og private investeringsbeslutninger, som ofte er BNP-drevet, direkte påvirker prosjekter i bygg- og anleggsnæringen.

Sobieraj og Metelski (2024) konkluderer med at det typisk er en forsinkelse på ni til elleve kvartaler før effekten av BNP-endringer påvirker byggeaktivitet EU land. Basert på denne forsinkede responsen i bygg- og anleggsnæringen, blir det anbefalt at det investeres i infrastrukturprosjekter under nedgangstider. Dette stemmer overens med observasjonene under koronapandemien, hvor anleggsaktiviteten opprettholdt full aktivitet. Sobieraj og Metelski (2024) påpeker også at byråkratiske hindringer og markedets kompleksiteter kan bidra til at det tar lang tid før et byggeprosjekt blir godkjent, noe som også støttes av Figur 4 i denne bachelorens teoridel. Dette kan dermed bidra til å forklare en høy tidsforskyvning for et land. Resultatene fra modell 3 i denne bacheloren viste imidlertid at BNP fra forrige kvartal har en signifikant positiv effekt på produksjonsindeksen, men at denne effekten avtar etter ett kvartal. Dette er konsistent med funnene fra krysskorrelasjonsanalysen, som også viste en avtagende og til slutt negativ korrelasjon ved lengre tidsforsinkelser. At det er en tydelig sammenheng er begge studiene enige om, men hvorvidt den er umiddelbar eller tidsforskjøvet trengs der mer forskning på for å avgjøre.

Diskusjonen og resultatene understreker at bygg- og anleggsnæringen er direkte knyttet til økonomisk vekst, ettersom denne næringen er kapitalintensiv og følsom for endringer i økonomisk klima. Investeringer i infrastruktur, boliger og kommersielle bygg øker typisk i takt med økonomisk oppgang og reduseres under økonomiske nedgangsperioder. Bygg- og anleggsprosjekter har ofte en multiplikatoreffekt på økonomien ved å generere sysselsetting, øke etterspørsel etter råmaterialer og tjenester, og ved å forbedre infrastruktur som videre kan stimulere økonomisk aktivitet. BNP fremstår uansett som en nøkkeldriver for aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen, med både en direkte og kortsiktig effekt. Kontrollvariabler som KPI, styringsrente, og valutakurs spiller også en betydelig rolle, noe som indikerer at næringen er påvirket av bredere økonomiske forhold. Totalt sett demonstrerer funnene at økonomisk vekst, inflasjon og andre makroøkonomiske faktorer har en merkbar innvirkning på bygg- og anleggsaktiviteten, og at disse sammenhengene kan variere over tid.

7 Robusthet og kritikk

7.1 Innledning

En robust modell skal kunne produsere pålitelige resultater, selv om ikke alle forutsetninger holder til enhver tid. For økonometriske problemstillinger er dette uunngåelig i en analyse basert på virkelige hendelser og tall. Resultatene til denne bacheloren er blant annet basert på forutsetninger som har vanskeligheter med å bli perfekt opprettholdt. I dette avsnittet diskuteres det om noen av antagelsene er urealistiske og må tas hensyn til i videre studier.

7.2 Bruk av tidsserie

Et tidsserie datasett kan være vanskelig å håndtere. En av grunnene til dette kan være at datasettet er ikke-stasjonært, noe studien i denne bacheloren viser at forekommer i det aktuelle datasettet. Ikke-stasjonærhet kan være problematisk med tanke på at sesongsvingninger er ikke-kompatible med en regresjonsanalyse. Det vil si at når produksjonsindeksen har svært høye konjunktursvingninger på grunn av forskjell i aktivitet mellom sommer og vinter, vil ikke det nødvendigvis si at for eksempel BNP og styringsrente har samme type svingning. Dette kan føre til feilaktige estimater og høye residualverdier. Heldigvis kan dette løses ved å sesongjustere slike datasett, noe datasettene i dette studiet

En annen grunn til at tidsserier er problematisk er at det lett oppstår endogenitet. Dette skjer når den avhengige variabelen er korrelert med feilledet i regresjonsanalysen. Dette problemet betegnes ofte som

MLR.4. Det er i kapittel 5 diskutert at det i praksis er umulig å oppnå fullstendig eksogene variabler. Noe av grunnen til dette er utelatte variabler.

7.3 Utelatte variabler

I multipel lineær regresjon har man muligheten til å inkludere et vilkårlig antall variabler. Imidlertid, ved å utelate eller overse faktorer som potensielt er korrelerte med noen av de uavhengige variablene, bryter man med forutsetning MLR.4 (Wooldridge 2019, s. 82). Dette betyr med andre ord at den estimerte modellen blir partisk.

Dette er ofte vanskelig å unngå, og her er et eksempel for illustrasjon: La oss si at produksjonsindeksen kun påvirkes av antall arbeidstimer (aktivitet), noe som er svært urealistisk. Dette antallet arbeidstimer avhenger imidlertid av motivasjonen til de ansatte, som igjen påvirkes av deres personlige liv. Derfor forenkles modellen og det antas at indeksen kun er avhengig av timer, og andre potensielle påvirkningsfaktorer ignoreres. Men det er viktig å være klar over at denne forenklingen kan føre til partiske estimater.

I dette studiet er det forsøkt å vurdere optimale kontrollvariabler ut ifra litteraturen til Asamoah et al. (2019) i litteraturgjennomgangen i kapittel 2.8, for å finne et så representativt utvalg variabler som mulig. Man kunne så klart hatt med flere av hans utvalgte variabler, men det ble konkludert med at de utvalgte var mest representative og følsomme for Norge sitt ståsted. Tidsrammen for denne studien begrenser også ressurser for datainnsamling.

7.4 Tilfeldig utvalg

Når man bruker OLS-estimatoren er det viktig å tenke på at dette er basert på tidligere data. Forutsetningen om tilfeldig utvalg, MLR.2, brukes for å sikre at man har et representativt datasett for populasjonen. Her har gruppen antatt at forutsetningen holder, på grunnlag av at SSB og Norges Bank har gode metoder for innhenting av data. I utgangspunktet stemmer dette, men at datasettet er en én-til-én representasjon av virkeligheten er likvel lite trolig.

Å hente representativt data er nemlig svært vanskelig. SSB har utviklet spesifikke metoder for å håndtere dette, blant annet ved å samle data fra både administrative og private registre (SSB 2011). Ved å innhente data fra mange ulike kilder kan man oppnå en tilstrekkelig stor datamengde som, og som nevnt i kapittel 5.2, nærmer seg sentralgrenseteoremet.

Det å hente representativt data er nemlig svært vanskelig. Dette har SSB eksplisitte metoder for å håndtere, ved å for eksempel hente fra både administrative og private registre (SSB 2011). Ved å hente data fra nok plasser kan man oppnå en datamengde som tidligere nevnt i kapittel 5.2, kan nærme seg sentralgrenseteoremet.

For denne bacheloren sin del har et høyt antall datapunkter blitt redusert til 76 observasjoner, som er angitt i en gjennomsnittlig kvartalsfordeling. Det gjør at man kan ha mange datapunkter, men samtidig at man har få observasjoner å jobbe med. Dette er gunstig for MLR.2 sin del og for oversikten sin del.

7.5 Feilkilder knyttet til produksjonsindeksen

Produksjonsindeksen for bygg- og anleggsnæringen er et viktig verktøy for å måle økonomisk aktivitet, men den er underlagt flere feilkilder som kan påvirke dens nøyaktighet og robusthet. Informasjon om disse feilkildene er hentet fra Statistisk sentralbyrå og er omtalt her i lys av denne problemstillingen (Storbråten 2017):

Metodologiske endringer: En betydelig metodisk endring i 2016 hos Statistisk sentralbyrå førte til en nedgang i indeksen, noe som viser hvordan endringer i beregningsmetoden kan ha store innvirkninger.

Måling og verdiskapning: Det er utfordrende å nøyaktig måle verdiskapningen på månedsbasis på grunn av faktorer som varierende arbeidsmengde, værforhold og andre ytre faktorer. Indeksen bruker estimerte timeverk som indikator og er sesongjustert, noe som kan skape misvisende representasjoner av produksjonsendringer på kort sikt.

Globaliseringens innvirkning: Økende globalisering og tilstedeværelse av utenlandske firma i det norske markedet kan føre til feil i rapportering av økonomisk aktivitet, da disse kan operere i en gråsoner som kan føre til at deres bidrag til norsk økonomi enten underrapporteres eller feilaktig kategoriseres.

Datakvalitet fra registeret: Data fra Virksomhets- og foretaksregisteret, som er nøkkeldatankilden for beregningene av indeksen, kan variere i kvalitet. Feil og forsinkelser i innrapportering kan føre til uoverensstemmelser i beregningen av timeverk per ansatt.

7.6 Videre forskning

Basert på denne bachelorens funn åpner det seg flere nye muligheter for å utforske sammenhenger og årsaker som påvirker BNP og produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen. Følgende områder er spesielt interessante å se nærmere på:

Finansiell og monetær politikk: En analyse av skatte- og pengepolitikkenes effekt på aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen er essensiell. Dette inkluderer effekten av skatter på byggematerialer som stål og betong, samt hvordan endringer i rentenivået og finansieringstilgang påvirker investeringsbeslutninger og dermed aktiviteten i næringen.

Offentlige anbud og prosjekter: En undersøkelse av hvordan tildeling av offentlige anbud og gjennomføringen av offentlige prosjekter påvirker produksjonsindeksen vil være nyttig. Det er viktig å vurdere hvordan reguleringer og politikk knyttet til disse prosjektene kan ha stor innvirkning på etterspørselen etter byggearbeid og dermed på aktiviteten i næringen.

Regulatorisk miljø: Det vil være relevant å studere regulatoriske forhold innenfor bygg- og anleggsnæringen for å forstå hvordan lover og forskrifter påvirker aktiviteten. Dette kan inkludere analyse av byggeforskrifter, miljøkrav og arbeidsrettigheter, og hvordan slike reguleringer påvirker både kostnader og tidslinjer for prosjekter.

Handelspolitikk: Forskning på handelspolitikkenes innvirkning på import og eksport av byggematerialer og ferdige produkter kan gi innsikt i hvordan internasjonale forhold og tollsatser påvirker ressurstilgangen og dermed næringsaktiviteten.

Ved å utforske disse områdene kan videre forskning bidra til en større forståelse av de underliggende faktorene som påvirker BNP og produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen. Dette kan bidra til å utvikle effektive politiske tiltak og strategier for å fremme bærekraftig vekst og utvikling i næringen.

8 Konklusjon

I denne bacheloren er det undersøkt hvordan BNP påvirker produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen. Det er sett på hvorvidt BNP påvirker produksjonsindeksen, og en eventuelt tidsforskyvning av effekten BNP har på produksjonsindeksen.

Av funnene i denne bacheloren kommer det frem at BNP fremstår som en nøkkeldriver for aktiviteten i bygg- og anleggsnæringen, med både en direkte og kortsiktig effekt. Regresjonsanalysen antyder at en 1% økning i BNP gir en økning i produksjonsindeksen på 1.377%. Dette viser at BNP svingninger har en stor effekt på produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen. Krysskorrelasjonsfunksjonen viser at BNP har en samtidig effekt på produksjonsindeksen, og også at endringer i BNP i et kvartal kan gi utslag i bygg- og anleggsnæringen i det neste kvartalet. Det er lite i denne bacheloren som indikerer at det eksisterer

en tidsforskyvning av effekten BNP har på produksjonsindeksen som er lengre enn 1 kvartal. Dette er en lavere tidsforskyvning enn det man skulle forvente basert på bygg- og anleggsnæringens karakteristikk, blant annet at det tar lang tid å starte opp et byggeprosjekt og at det typisk er lite aktivitet i de innledende fasene av et byggeprosjekt. Tidligere litteratur for EU, Norge er ikke inkludert her, indikerer også at det skulle vært en lengre tidsforskyvning for effekten BNP har på produksjonsindeksen.

Bacheloren har også sett på resultatene i lys av tidligere økonomiske kriser og brukt resultatene fra regresjonen til å sammenligne Norge med andre land. Analysene gjennomført ved hjelp av en Keynes' modell støtter resultatene fra regresjonen. Disse analysene sammen med en gjennomgang av tre økonomiske kriser, bankkrisen, finanskrisen og koronapandemien, understreker hvor stor innvirkning BNP-svingninger har på produksjonsindeksen. Resultatene kan også indikere at Norge ikke nødvendigvis er så sammenlignbare med de landene som Norge vanligvis sammenlignes med, i hvert fall i forhold til bygg- og anleggsnæringen. Funnene viser nemlig at Norge har en betydelig høyere korrelasjonskoeffisient enn Danmark, Tyskland, Østerrike og Sverige, som er land Norge vanligvis sammenlignes med. Korrelasjonskoeffisienten denne studien fant for Norge på 0,8975 er mer sammenlignbar med land som Finland, Irland og Latvia. Implikasjonene av dette har ikke vært fokuset til denne bacheloroppgaven, så dette kan være et punkt videre forskning bør undersøke.

Det kan altså konkluderes med at BNP utvilsomt har en tydelig effekt på produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen i Norge, men at det er lite i denne studien som indikerer en tidsforskyvning lengre enn 1 kvartal. Dette viser hvor konjunktufølsom byggebransjen er, og at en i konjunkturer må handle raskt i form av politiske tiltak og igangsettelse av bygge- og anleggsprosjekter for å unngå store konsekvenser for bygg- og anleggsnæringen. Da det i denne studien er funnet kortere tidsforskyvninger for effekten BNP har på produksjonsindeksen enn det en skulle forvente, bør videre forskning se mer på dette. Dette kan for eksempel gjøres ved en VAR analyse eller ved å se på kausalitet gjennom Toda-Yamamoto testen. Det anbefales også at videre forskning ser på BNP sin effekt på produksjonsindeksen i forhold til finansiell og monetær politikk, tildeling av offentlige anbud, regulatorisk utvikling og handelspolitikk. Dette vil bidra til en dypere forståelse av de underliggende faktorene som påvirker BNP og produksjonsindeksen i bygg- og anleggsnæringen, som vil være avgjørende for å fremme bærekraftig vekst og utvikling i næringen.

Referanser

- Asamoah, R. O., Baiden, B. K., Nani, G. og Kissi, E. (2019). «Review of Exogenous Economic Indicators Influencing Construction Industry». I: *Hindawi*.
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance, Second Edition*. Cambridge University Press.
- Dahlum, S. (2020). *kontrollvariabel*. URL: <https://snl.no/kontrollvariabel>.
- Dean R. T. og Dunsmuir, W. T. M. (2005). «Dangers and uses of cross-correlation in analyzing time series in perception, performance, movement, and neuroscience: The importance of constructing transfer function autoregressive models». I: *Behavior Research Methods*. URL: <https://link.springer.com/article/10.3758/s13428-015-0611-2#Sec1>.
- Dudáš D. og Dlask, P. (2014). «NEW MODEL OF CPI PREDICTIONS USING TIME SERIES OF GDP WITH SOLVING GDP-CPI DELAY HYPOTHESIS». I: URL: https://www.fce.vutbr.cz/ekr/PBE/Proceedings/2014/014_14176.pdf.
- Eikeland, P. T. (1999). «Felles teorigrunnlag for organisering av byggeprosjekt.» I.
- Grimsby, G., Lind, L. H., Helseth, A. og Grünfeld, L. (2020). *UTVIKLING I BYGG- OG ANLEGGSS-INVESTERINGER PROGNOSE OG SCENARIER 2020-2022*. Menon Economics. URL: chrome-extension://efaidnbmninnkagpcglclefindmkaj/https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/koronavirus/menon_notat-bygg-og-anlegg-prognoser-250520.pdf.
- Grytten, O. H. (2003). «Finansielle krakk og kriser». I: URL: <https://www.idunn.no/doi/full/10.18261/ISSN1504-2871-2003-04-06>.
- Haugen A. K. L. og Dale, L. J. B. (2024). *Produksjonsindeks for bygge- og anleggsvirksomhet*. URL: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/bygg-og-anlegg/statistikk/produksjonsindeks-for-bygge-og-anleggsvirksomhet#om-statistikken>.
- Holden, S. (2018). *makroøkonomi*. Cappelen Damm.
- Hyndmann R. J. og Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice*. OTexts.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2014). *Analyse om prosesser og tidsbruk i forbindelse med boligprosjekter*. Besøkt: 30.04.2024. URL: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Analyse-om-prosesser-og-tidsbruk-i-forbindelse-med-boligprosjekter/id766576/>.
- Larsen E. R. og Mjøllhus, J. (2009). *Finanskrisen: lånefest, boligboble - og dagen derpå*. Gyldendal Akademiske.
- Norges Bank (2024a). *Styringsrenten*. URL: <https://app.norges-bank.no/query/#/no/interest?interesttype=KPRA&unitofmeasure=R&duration=SD&frequency=M&startdate=2005-01-01&stopdate=2023-12-01>.
- (2024b). *Valutakurser*. URL: <https://app.norges-bank.no/query/#/no/currency?currency=EUR&frequency=M&startdate=2005-01-01&stopdate=2023-12-01>.
- Regjeringen (2020). *Rapport om COVID-19 i bygg- og anleggssektoren*. URL: https://www.regjeringen.no/contentassets/d16417cc990c457db3fb2965dcd3fabe/rapport-covid19-i-bygg-og-anlegg-1_1.pdf.
- Rødde J. og Sandnes, H. (2018). *Hvordan har veksten i boliginvesteringer påvirket veksten i BNP Fastland?* URL: <https://biopen.bi.no/bi-xmlui/bitstream/handle/11250/2572259/1973724.pdf?sequence=1>.
- Sobieraj J. og Metelski, D. (2024). «Unveiling Economic Synchrony: Analyzing Lag Dynamics between GDP Growth and Construction Activity in Poland and Other EU Countries». I: *mdpi*. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/2/310>.
- SSB (2005). «Norsk økonomi gjennom 20 år». I: URL: <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/artikler-og-publikasjoner/norsk-okonomi-gjennom-20-aar>.
- (2011). «Data til statistikkbruk fra ulike kilder». I: URL: https://www.ssb.no/befolkning/artikler-og-publikasjoner/_attachment/99938?ts=13d208263e8.
- (2021). «Hva er egentlig BNP?» I: URL: <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/nasjonalregnskap/statistikk/nasjonalregnskap/artikler/hva-er-egentlig-bnp>.
- (2023). *Konsekvenser av korona*. URL: <https://www.ssb.no/helse/faktaside/konsekvenser-av-korona>.
- (2024a). *03013: Konsumprisindeks, etter konsumgruppe (2015=100) 1979M01 - 2024M04*. URL: <https://www.ssb.no/statbank/table/03013/>.

-
- SSB (2024b). *08518: Arbeidsledige, etter kjønn og alder 1972K1 - 2024K1*. URL: <https://www.ssb.no/statbank/table/08518/>.
- (2024c). *09190: Makroøkonomiske hovedstørrelser. Ujustert og sesongjustert 1978K1 - 2023K4*. URL: <https://www.ssb.no/statbank/table/09190/>.
- (2024d). *13430: Produksjonsindeks for bygge- og anleggsvirksomhet, etter næring (SN2007) 2005M01 - 2024M03*. URL: <https://www.ssb.no/statbank/table/13430/>.
- (2024e). «Produksjonsindeks for bygge- og anleggsvirksomhet». I: URL: <https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/bygg-og-anlegg/statistikk/produksjonsindeks-for-bygge-og-anleggsvirksomhet>.
- Storbråten, B. (2017). *Produksjonsindeks for bygg og anlegg*. URL: https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/_attachment/330592.
- Wooldridge, J. M. (2019). *Introductory Econometrics: A Modern Approach, Seventh Edition*. Cengage Learning.

Vedlegg

A ADF-test

Se vedlagt PDF.

B Varsoc output

Se vedlagt PDF.

