

Tormod A. Rygh, Lasse S. Gotliebsen og
Dagem T. Million

Det norske kraftmarkedet: Eksportens konsekvenser

En empirisk studie av strømprisene på Østlandet

Bacheloroppgave i Samfunnsøkonomi

Veileder: Olav Y. S. Rudberg

Mai 2022



Tormod A. Rygh, Lasse S. Gotliebsen og
Dagem T. Million

Det norske kraftmarkedet: Eksportens konsekvenser

En empirisk studie av strømprisene på Østlandet

Bacheloroppgave i Samfunnsøkonomi
Veileder: Olav Y. S. Rudberg
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for samfunnsøkonomi

Sammendrag

I denne oppgaven undersøker vi effekten av eksport av strøm til utlandet på strømprisen på Østlandet. Vi prøver å se om eksport kan forklare de høye strømprisene på Østlandet i perioden november og desember 2021. Ved å benytte tidsseriedata over denne perioden, prøver vi å se om tidspunkt med høy pris kan forklares gjennom eksport. Vi finner at eksport på sitt maksimale nivå vil gi en økning i pris på Østlandet på 47 prosent.

Abstract

In this thesis, we examine the effect of exports of electricity abroad on Eastern Norway's electricity prices. We are trying to see if exports can explain the high electricity prices in Eastern Norway in the period November and December 2021. By using time series data for this period, we try to see if the time of high prices can be explained through exports. We find that exports at its maximum level will cause an increase in the price in Eastern Norway of 47 percent.

Innholdsfortegnelse

1.0 Introduksjon	3
1.1 Problemstilling	3
2.0 Litteraturgjennomgang	4
2.1 Innledning.....	4
2.2 Kraftprodusenter.....	4
2.3 Konsumenter	4
2.4 Det fysiske kraftmarkedet.....	5
2.5 Strømnettet	6
2.6 Kraftkabler til Europa.....	7
2.7 Spotpris.....	8
2.8 Områdeprising	8
3.0 Metode og data.....	10
3.1 innledning.....	10
3.2 Minste kvadraters metode (OLS)	10
3.3 Hypotesetesting	11
3.3.1 Statistiske hypoteser	12
3.4 Teoretisk regresjon	12
3.5 Innhenting, behandling og avgrensning av data	13
3.6 Deskriptiv statistikk.....	14
3.7 Forutsetninger.....	16
4.0 Resultater.....	20
4.1 Innledning.....	20
4.2 Lineær regresjon.....	20
5.0 Robusthet og kritikk	22
5.1 Innledning.....	22
5.2 Tilfeldig utvalg i datasett.....	22
5.3 Utelatte variabler	23
6.0 Diskusjon.....	24
7.0 Konklusjon	28
8.0 Referanseliste	29

1.0 Introduksjon

I 2021 satt Norge rekord for strømpriser tilknyttet elspotpris (Aanensen, 2021). I samme år satt Norge også ny rekord for hvor mye strøm en eksporterer til utlandet (Aanensen, 2021). Høyere strømpriser bidrar til redusert kjøpekraft for konsumenten, som vil si at norske innbyggere må disponere mer av egen inntekt på strøm fremfor andre varer. Samtidig som norske forbrukere får sin kjøpekraft redusert, har inntjeningen fra norsk kraftproduksjon blitt betydelig større som følge av de høye strømprisene. I 2020 hadde Statkraft, som er Norges største kraftprodusent, inntekter på 33,9 milliarder. I 2021 økte inntektene til 84,7 milliarder, en økning på omtrent 150 prosent (Statkraft, 2022).

Oppgaven er inspirert av utviklingen i det norske strømmarkedet. Det har vært en stor prisøkning på strøm, men årsaken til prisøkningen er uklar. Eksport, vær og kapasitet på strømmettet blir ofte betegnet som sentrale årsaker til prisøkningen, men i hvilken grad de ulike faktorene er prisdrivere, er uklart. Oppgaven er inspirert av et ønske om å skape mer empirisk klarhet til faktorer som driver strømprisendringer i Norge.

I oppgaven undersøker vi årsaker til den store økningen i prisen på elektrisitet. Ved å se på faktorer som kraftoverføring mellom Norge og Europa, norsk forbruk, og produksjon i Norge, ser vi etter forklarende årsaker til sjokket i strømmarkedet.

Ved å se på utviklingen i norske strømpriser i tiden før og endringer i strømprisen, kan vi analysere om det forekommer noen endring i faktorene vi undersøker. Dermed har vi begrenset modellen til å se på perioden november og desember 2021. I perioden var prisen først på et normalt nivå for Norge, for så å øke betydelig. Regresjonsmodellen vi benytter prøver å besvare på problemstillingen basert på data samlet inn fra Nord Pool.

Det er fire hoveddeler i studien. Først presenteres teori knyttet til kraftmarkedet. Deretter redegjør vi for metoden og modellen vi har benyttet oss av i studien. Videre vil resultater bli presentert før vi avslutningsvis diskuterer metodens svakheter og våre funn i studien.

1.1 Problemstilling

Oppgaven undersøker effekten av integrasjon mellom norsk og europeisk kraftmarked, og hvordan integrasjonen påvirker norske strømpriser. Effekten undersøkes gjennom følgende problemstilling:

Hvordan blir strømprisen på Østlandet påvirket av eksport av strøm til Europa?

2.0 Litteraturgjennomgang

2.1 Innledning

I dette kapitlet presenteres relevant litteratur knyttet til problemstillingen. Vi vil først ta for oss noen av aktørene på det norske kraftmarkedet. Videre vil vi utrede det fysiske kraftmarkedet og hvordan den innenlandske- og utenlandske strømforsyningen fungerer. Avslutningsvis vil vi redegjøre for prisdannelse i kraftmarkedet, om tilbudet, etterspørselen og hvordan det former spotpris og områdeprising.

2.2 Kraftprodusenter

I Norge er 90 prosent av kraftprodusentene statlige eid (Johnsen, Verna, & Wolfram, 1999). Vannkraft utgjør om lag 90 prosent av norsk kraftproduksjon, hvor de fire største vannkraftprodusentene, Statkraft, E-CO Energi, Norsk Hydro og Agder Energi står for 44 prosent av total produksjon. Selv om det er mange aktører i markedet viser det seg at aktørene har markedsrett når det oppstår flaskehals på strømmettet (Johnsen, Verna, & Wolfram, 1999). Flaskehals oppstår når strømmen ikke kan transporteres som følge av begrensning på strømmettet. Det gjør at kraftprodusentene kan tilpasse produsert mengde for å påvirke prisen.

2.3 Konsumenter

Norske husholdninger er blant de som bruker mest strøm i verden. I 2012 brukte den gjennomsnittlige husholdning 20 230 kWh til boligformål (Aanensen, 2021). Ettersom Norge har et kaldere klima sett i forhold til andre land i Europa, krever norske husholdninger mer strøm for oppvarming. Samtidig har Norge hatt lave strømpriser, samt et godt utbygd strømmett, som har ført til et høyt strømforbruk. Som et resultat av de lave strømprisene har nordmenn vendt seg til et høyt strømforbruk (Norge i verdenstoppen i bruk av strømforbruk, 2012). Likevel ser man at når det skjer betydelige prisøkninger som i 2002, gir det en vesentlig motivasjon til å redusere strømforbruket. Det uttrykker noe grad av elastisitet i etterspørselen til norske konsumenter. Elastisk etterspørsel uttrykker en relativt stor endring i forbrukt mengde som følge av en relativt liten endring i pris. Uelastisk etterspørsel uttrykker en liten endring i mengde som følge av en relativt stor endring i pris.

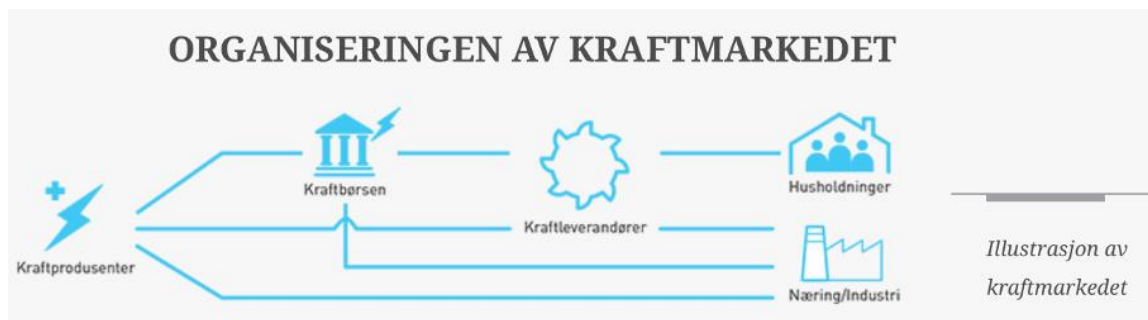
Blant norske forbrukere er det hovedsakelig spotprisavtaler som benyttes. 75,7 prosent av husholdninger benytter spotprisavtaler, mens blant industri og næring ligger det på rundt 86

prosent (Aanensen, 2021). Fastprisavtaler blant norske husholdninger er på rundt 2 prosent og variable på rundt 21 prosent. Selv om fastprisavtaler var den billigste i akkurat denne perioden var det nesten ingen husholdninger som benyttet seg av slik kontrakt i 2021.

Norske konsumenter er mer prissensitive enn utenlandske konsumenter (Johnsen, et al., 1999). Selv om nordmenn er mer prissensitive, er etterspørselen relativt uelastisk. Årsaken til at nordmenn klarer å være mer prissensitive enn utenlandske konsumenter er ikke som følge av markedsutforming, men en konsekvens av det norske kraftmarkedets sesongvariasjon. Ettersom kraftprisen opplever sesongvariasjon kan norske konsumenter tilpasse sitt forbruk ut fra perioden av året fremfor en evne til å tilpasse time for time variasjon (Johnsen, et al., 1999).

2.4 Det fysiske kraftmarkedet

Organiseringen av kraftmarkedet er illustrert i figuren under, slik at vi kan få et innblikk i hvordan strømmen går fra kraftprodusenter til forbrukerne i markedet.



Figur 1: Organisering av kraftmarkedet (Olje- og energidepartementet, 2022)

Vi kan betegne strøm som en ferskvare. Dette innebærer at den må forbrukes i det den produseres og forsynes ut på strømmettet. I tillegg til å være en ferskvare så følger strømmen minste motstands vei, som vil si at strømmen går til nærmeste mulige forbruker. Som et resultat av dette kan ikke produsentene bestemme hvor de skal sende strømmen, og sluttbrukeren kan ikke vite hvem som produserte strømmen de benytter seg av (Olje- og energidepartementet, 2022).

Nettselskapene fører regnskap over hvor mye strøm som leveres av hver produsent og hvor mye strøm som forbrukes av sluttbrukerne. Slik at produsentene får betalt for den mengden strøm de leverer, og sluttbrukerne betaler for forbruket sitt (Olje- og energidepartementet, 2022).

Når vi ser på kraftmarkedet, skiller vi mellom sluttbrukermarkedet og engrosmarkedet. Sluttbrukermarkedet består av tre like store markedssegmenter; industri, husholdninger og mellomstore sluttbrukere. I sluttbrukermarkedet bestemmer hver enkelt sluttbruker hvilken kraftleverandør vedkommende ønsker å kjøpe kraft fra. Engrosmarkedet derimot, er organisert annerledes enn sluttbrukermarkedet. I engrosmarkedet er aktørene store industrikunder, meglere, kraftleverandører og kraftprodusenter. Aktørene selger og kjøper kraft i store volum gjennom flere organiserte markeder; day-aheadmarkedet, kontinuerlig intradagmarkedet og balansemarkeder (Olje- og energidepartementet, 2022).

Primærmarkedet for krafthandel i Norden er day-aheadmarkedet, hvor Nord Pool AS og EPEX SPOT har konsesjon på det norske markedet. Day-aheadmarkedet fungerer som en kraftbørs, hvor det handles kontrakter for levering av kraft time for time for det neste døgnet. Prisene for de enkelte timene for det neste døgnet beregnes på grunnlag av kjøps- og salgsbudene som leveres inn mellom kl. 08.00 og 12.00. Samtidig vil den ledige kapasiteten for å forsyne strøm ha en påvirkning på prisen (Olje- og energidepartementet, 2022).

For å sikre balansen mellom produksjon og forbruk brukes intradagsmarkedet og balansemarkeder. På intradagsmarkedet forekommer handel i tidsrommet etter day-aheadmarkedet har stengt og inn til en time før driftstimen. Driftstimen er timen strømmen blir forbrukt. Her har aktørene på engrosmarkedet mulighet til å handle seg i balanse, hvis de ser at deres meldte posisjon i day-aheadmarkedet er annerledes enn deres faktiske produksjon eller forbruk. I balansemerkedeene i Norge er det Statnett som er systemansvarlig. Statnett sin oppgave er å sikre den nåværende balansen i driftstimen, ettersom det kan forekomme hendelser som skaper ubalanse i strømmettet (Olje- og energidepartementet, 2022).

2.5 Strømmettet

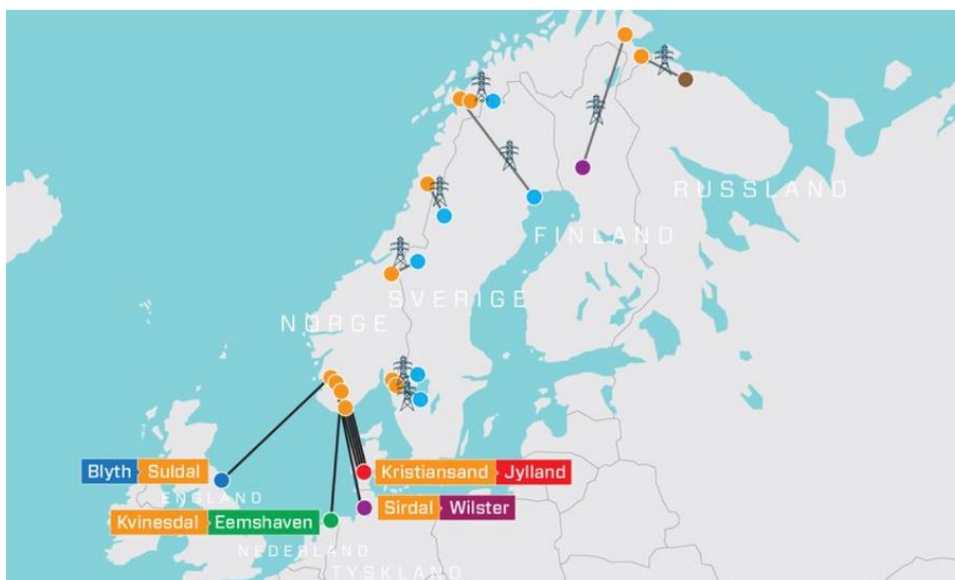
For at det fysiske kraftmarkedet skal fungere slik som det gjør den dag i dag, krever det et omfattende og robust strømmett. Slik at strømmen kan bli fraktet fra produsentene til forbrukerne. I Norge fordeler vi strømmettet på tre nettnivåer; transmisjonsnett, distribusjonsnett og regionalnett. Transmisjonsnett er landsdekkende og omfatter hovedforbindelsene i det norske kraftmarkedet. I tillegg til dette, omfatter transmisjonsnett utenlandsforbindelsene, som muliggjør eksport og import av strøm. Distribusjonsnett betegner de lokale strømforbindelsene som fører strøm til husholdninger, næringsliv og

industri. Regionalnettet fungerer som et bindeledd mellom transmisjonsnettet og distribusjonsnettet, slik at strømmen som går fra transmisjonsnettet kan bli overført til forbrukerne gjennom distribusjonsnettet (Regjeringen, 2021).

Investering og videreutvikling av strømmettet i Norge er veldig dyrt. Derfor er strømmettet i Norge, på samme måte som jernbaneforbindelsene, ikke bygget ut med parallelle forbindelser for å skape konkurranse. I stedet for er strømmettet fordelt på forskjellige områdekonsesjoner, hvor det kun er et nettselskap som er monopolist over sitt konsesjonerte område. For at nettselskapene ikke skal utnytte sin posisjon som monopolist er de strengt regulert av staten (VG Strømguiden, 2022).

2.6 Kraftkabler til Europa

Importen og eksporten av strøm mellom Norge og Europa er muliggjort igjennom 17 strømforbindelser. Som et resultat av første kraftlinjen mellom Norge og Sverige, har Norge utvekslet kraft med våre naboland siden 1960. Illustrert på bildet nedenfor kan vi se de totalt 17 strømforbindelsene. Syv av strømkablene er sjøkabler som knytter Norge med henholdsvis Danmark, Nederland, Tyskland og England. Resterende av forbindelsene består av kraftlinjer fra Norge til Russland, Finland og Sverige (Viseth, 2021).



Figur 2: Norges utenlandsforbindelser (Magnussen , 2021).

Statnett er systemansvarlig for alle strømforbindelsene i Norge til utlandet. Dette innebærer at Statnett i samarbeid med systemansvarlige i andre land, spiller en sentral rolle i utvikling og

drift av forbindelsene. Den samlede utvekslingskapasiteten mellom Norge og andre land ligger per dags dato på 9 000 MWh. Dette viser seg å være svært givende, ettersom Statnett i 2021 tjente over 4 milliarder NOK på kraftforbindelsene til utlandet (Rosvold, 2022).

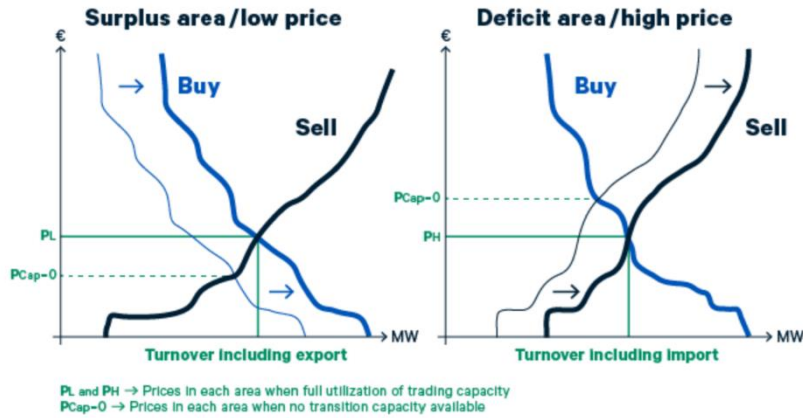
2.7 Spotpris

Spotprisen uttrykker den nåværende markedsprisen for strøm (Nickolas, 2022). På sluttbrukermarkedet har sluttbrukerne flere kraftkontrakter å velge mellom. En av disse kontraktene er en spotprisavtale. Her blir strømprisen sluttbrukerne må betale til kraftleverandørene fastsatt på bakgrunn av markedsprisen på Nord Pool. I tillegg til kommer det et påslag på markedsprisen (Olje- og energidepartementet, 2022). Påslaget kraftleverandørene legger til spotprisen kan komme i form av et ørepåslag og/eller en fast månedlig sum (Forbrukerrådet, 2022).

2.8 Områdeprising

Som nevnt ovenfor er spotprisen basert på tilbud og etterspørsel i strømmarkedet. Basert på algoritmer beregner Nord Pool prisen. Hvert døgn vil det komme inn bud og tilbud med MWh som trengs til ulike regioner. Disse budene og tilbudene danner en oversikt over hvor mye hver region kan produsere og ønsker å forbruke. Først beregner en pris basert på ingen begrensninger i strømmettet som vist i *Figur 3*. Beregningen baserer seg på at strøm kan komme seg fra Sørlandet til Østlandet like lett som Sørlandet til Trøndelag. Fri flyt pris vil danne den mest optimale prisen, også kalt likevektspris. Pris for fri flyt av strøm defineres som « P_f ».

Pris uten handel baserer seg på at det ikke overføres noe strøm mellom de ulike regionene i landet. Det vil si at det ikke er mulig å transportere strøm fra Sørlandet til Østlandet, og at de fem regionene dermed blir helt separert. Basert på om det er et overskudd eller underskudd av strøm i en region vil en ha henholdsvis lavere eller høyere pris i regionen i forhold til fri flyt pris. Pris uten handel defineres som « P_{cap} ».



Figur 3: Områdeprising (Nord Pool, 2022)

$T = \text{tilbud i region}, E = \text{etterspørsel i region}$

, $P_f = \text{fri flyt pris}, P_{cap} = \text{pris uten handel}$

$$\text{if } T > E \rightarrow P_f > P_{cap}$$

$$\text{if } T < E \rightarrow P_f < P_{cap}$$

$$\text{Prisintervall} = |P_f - P_{cap}|$$

Dersom strøm sendes til en annen region uten opphoping som følge av ingen begrensning i strømmettet, blir prisen lik P_f . Dersom det forekommer flaskehalser på strømmettet som følge av manglende kapasitet, vil prisen avvike fra P_f . Prisen vil likevel være innenfor intervallet P_f, P_{cap} som vist i Figur 3. Intervallet er matematisk beskrevet under. Om det er liten opphoping av strømforsyning på strømmettet, vil prisen være nærmere P_f . Om det er mye opphopning på strømmettet vil prisen være nærmere P_{cap} . Om det er større tilbud i en region enn etterspørsel blir fri flyt prisen større enn pris uten handel. Dersom tilbudet er mindre enn etterspørselen i en region vil pris med fri flyt være mindre enn pris med lukket marked.

3.0 Metode og data

3.1 innledning

For å analysere hvordan strømprisen på Østlandet påvirkes av strømeksport til Europa vil vi utlede en regresjonsmodell. Vi vil redegjøre for grunnlaget for denne modellen og metodikken i problemstillingens tilnærming. I tillegg til dette, vil vi utlede variablene vi har inkludert i vår undersøkelse og hvilke forutsetninger vi har tatt for modellen.

3.2 Minste kvadraters metode (OLS)

I denne studien bruker vi minste kvadraters metode (OLS) for å undersøke hvilke ulike variabler som påvirker strømprisen på Østlandet. Denne metoden er den vanligste regresjonsmetoden å benytte seg av. Ved hjelp av denne metoden så kan vi skape en multippel lineær regresjonsmodell, som matematisk uttrykker sammenhengen mellom en avhengig variabel og en rekke uavhengige variabler med tilhørende parametere (Wooldridge, 2019, s. 60). Et generelt uttrykk for en multippel lineær regresjonsmodell ser slik ut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i + u$$

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + u$$

$n =$ *antall uavhengige variabler*

Y er den avhengige variabelen, som i vårt tilfelle er strømprisen på Østlandet. β_0 er konstantleddet i modellen, som forteller oss hva strømprisen hadde vært hvis alle de uavhengige variablene hadde vært lik 0. x_i er de ulike uavhengige variablene og β_i er variablene sine helningskoeffisienter. De uavhengige variablene er de variablene som vi mener forklarer variasjonen i den avhengige variabelen på best mulig måte.

I tillegg så har vi et feilledd, som er uttrykt som u . Feilleddet gir uttrykk for den delen av den avhengige variabelen som ikke kan bli forklart ved hjelp av de uavhengige variablene. Dette kan være forhold som ikke er målbare. Feilleddet kan tolkes som forskjellen mellom den teoretiske verdien og den faktiske verdien til den avhengige variabelen (Wooldridge, 2019, s. 21).

Helningskoeffisientene og konstantleddet estimerer vi ved bruk av OLS. Disse estimatene gir oss endringen i den avhengige variabelen Y ved én enhets økning i den uavhengige variabelen x , gitt at de andre uavhengige variablene holdes konstant. Man finner dermed den unike effekten som hver uavhengige variabel har på den avhengige variabelen.

I tillegg til helningskoeffisientene og konstantleddet så får vi ut en rekke andre variabler som forteller oss noe om modellen sin kvalitet. En viktig variabel for å måle modellen sin kvalitet er R^2 . Denne variabelen forteller oss hvor stor del av variasjonen i den avhengige variabelen som blir forklart i modellen vår (Wooldridge, 2019, s. 195). Dette er et tall mellom 0 og 1, som vi finner ved hjelp av variablene SST, SSE og SSR. SST er den totale variasjonen i den avhengige variabelen. SSE er den delen av den totale variasjonen som blir forklart i modellen, mens SSR er den uforklarte delen av den totale variasjonen. R^2 forteller oss altså hvor stor del av SST som vi klarer å forklare ved hjelp av modellen, og R^2 vil øke når man legger til flere relevante uavhengige variabler i modellen. Formelen for R^2 er:

$$R^2 = \frac{SSE}{SST} = 1 - \frac{SSR}{SST}$$

For at denne modellen skal være pålitelig og anvendbar så ligger det flere forutsetninger til grunn. Dette innebærer blant annet at datautvalget må være stort nok og tilfeldig utvalgt, og at det ikke eksisterer perfekt kollinearitet mellom de uavhengige variablene. Vi vil forklare og evaluere de ulike forutsetningene senere i denne studien.

3.3 Hypotesetesting

Effekten av variablene kan tolkes ved se på de estimerte koeffisientenes t-verdi. Ved å gjennomføre en t-test, tas t-verdien i bruk for å teste en spesifikk hypotese og teste en spesifikk koeffisients grad av signifikans.

For å gjennomføre en t-test er man avhengig av en nullhypotese (H_0) og en alternativhypotese (H_1) som er gjensidig utelukkende. En t-test har som mål å analysere om det er basis for å avvise nullhypotesen (Wooldridge, 2019, s. 121). Vi kan finne frem til t-verdien på to måter; ved å hente den fra en regresjonsmodell eller gjennom utregning. Ved utregning divideres differansen mellom estimert og hypotetisk koeffisient, på estimert standardavvik (Wooldridge, 2019, s. 120). Dette kan uttrykkes slik:

$$t_{\hat{\beta}_j} = \frac{\hat{\beta}_j - \beta_j}{se(\hat{\beta}_j)}$$

For å avgjøre om nullhypotesen skal avvises trenger man også en kritisk verdi å sammenligne t-verdien med. Den kritiske verdien med relevans for hypotesetesten, basert på signifikansnivå og antall frihetsgrader, foreligger i en statistisk tabell. Antall frihetsgrader er avhengig av antall observasjoner (n) og antall uavhengige variabler (k). Dette kan uttrykkes slik:

$$df = n - k - 1$$

Det siste punktet som er avgjørende for den kritiske verdien er om hypotesen baserer seg på en én- eller to-halet test. Vår hypotesetest vil være to-halet ettersom vi vil studere om det foreligger en effekt, ikke bare om effekten er særskilt negativ eller positiv. På et generelt grunnlag kan man med en bakgrunn på et signifikansnivå på 1%, si at nullhypotesen avvises med 99% sikkerhet, hvis t-verdien er større enn den kritiske verdien.

3.3.1 Statistiske hypoteser

I denne studien så undersøker vi om eksport av strøm fra Norge til Europa har en effekt på strømprisen på Østlandet. Våre hypoteser blir dermed slik:

Hypotese 0: Det er ingen sammenheng mellom eksport av strøm fra Norge til Europa og strømprisen på Østlandet. $\beta_1 = 0$

Hypotese 1: Det er en sammenheng mellom eksport av strøm fra Norge til Europa og strømprisen på Østlandet. $\beta_1 \neq 0$

3.4 Teoretisk regresjon

Presentert nedenfor er regresjonsmodellen vi vil bruke i vår analyse. Videre vil alle variablene som inngår i den forklares.

$$\ln_{\text{Østlandet}} = \beta_0 + \beta_1 \text{Eksport}_{\text{sum}} + \beta_2 \text{Import}_{\text{sum}} + \beta_3 \ln_{\text{Konsum}_{\text{sum}}} + \beta_4 \ln_{\text{Produksjon}_{\text{Sørlandet}}} + \beta_5 \ln_{\text{Produksjon}_{\text{Vestlandet}}} + \beta_6 \ln_{\text{Produksjon}_{\text{Østlandet}}} + u$$

Avhengig variabel - Pris Østlandet

I vår analyse bruker vi pris på Østlandet som avhengig variabel for å se om eksport av strøm til Europa påvirker strømprisen i region NO1. Måleenheten for denne variabelen er spotprisen per MWh. Vi har valgt å bruke denne måleenheten ettersom MWh er mest relevant for vår problemstilling. Dataene til avhengig-, interesse- og kontrollvariabler er hentet fra Nord Pool og gjelder for november og desember 2021.

Interessevariabel - Eksport

Eksport er en variabel som inneholder all flyt av strøm ut av Norge i region NO1, NO2 og NO5. Variabelen er målt i MWh og består av summen av alle sjø- og kraftkabler som eksporterer strøm til utlandet fra regionene nevnt ovenfor.

Kontrollvariabler

Konsum er en variabel som uttrykker konsumert strøm i målt i MWh i region NO1, NO2 og NO5.

Produksjon Østlandet uttrykker hvor mye strøm som blir produsert region NO1. Mens *Produksjon Sørlandet* og *Produksjon Vestlandet* henholdsvis uttrykker hvor mye strøm som blir produsert i region NO2 og NO5. Produksjonen omfatter både vann-, vind- og varmekraft og måles i MWh.

Import er en variabel som inneholder all flyt av strøm inn til Norge i region NO1, NO2 og NO5. Variabelen er målt i MWh og består av summen av alle sjø- og kraftkabler som importerer strøm fra utlandet.

3.5 Innhenting, behandling og avgrensning av data

Vi henter våre data fra Nord Pool. Vår første avgrensning er å begrense tidsperioden vi ser på. Ved å avgrense til november og desember 2021, fanger en opp prisen på et normalt nivå for Norge i november, og prisen på rekord for Norge i desember. Å avgrense til kun disse to månedene av 2021, gjør at en kan fjerne mye støy fra perioder på året hvor kapasiteten på nettet ikke utnyttet. I sommermånedene er strømprisen lav. Etterspurt mengde er lav, og det er mye kapasitet på strømmettet på grunn av det. Volatiliteten i strømprisen er heller ikke stor på sommeren. Effektene vi ønsker å fange opp er derfor ikke relevant for denne perioden av året. Derfor ser vi kun på en tid av året der strømprisen går fra å være lav til å bli høy. Det bidrar

også til å isolere perioden hvor en ser stor varians i prisen på strøm i motsetning til andre perioder av året hvor avvik er mye mindre.

Vi velger å fjerne data fra NO3 (Trøndelag) og NO4 (Nord-Norge) ettersom Trøndelag og Nord-Norge har langt mer stabile priser. Koblingen av strømmettet mellom de to nordlige regionene og de tre sørlige regionene er svært begrenset. Om det eksporteres strøm fra Nord-Norge til Sverige, vil det ha lite utslag for prisen på Østlandet når sammenkoblingen av disse regionene er så svak. Derfor velger vi å se vekk fra data knyttet til eksport og import mellom de nordlige regionene og utlandet.

I variablene for eksport og import, benytter vi kraftoverføringer fra NO1, NO2 og NO5. Disse variablene inneholder prisutviklingen fra ni strømforbindelser som er knyttet til Danmark, Tyskland, Nederland, Sverige og Storbritannia. Ettersom koblingen mellom de tre sørlige regionene er så sterk, kan en utvikling i eksport i NO2 eller NO5 ha like stor påvirkning som en strømkabel fra NO1. Vi behandler derfor en endring i eksport eller import fra en av disse regionene som like viktig. Derfor har vi valgt å bruke sumvariabler for eksport og import.

3.6 Deskriptiv statistikk

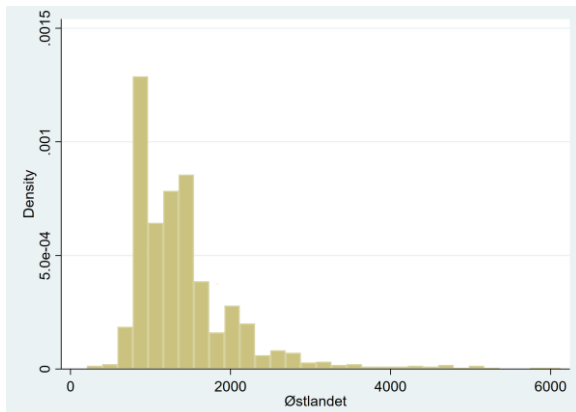
I denne delen vil vi først presentere den deskriptive dataen fra variablene som er blitt benyttet i modellen. Oversikten finner en i *tabell 1*. Den deskriptive statistikken gir en oversikt over variablenes egenskaper som gjennomsnittlig verdi, standardavvik, minimums- og maksimumsverdi.

Variabler	Observasjoner	Gjennomsnittlig verdi	Standardavvik	Minimumsverdi	Maksimumsverdi
Strømpris Østlandet	1464	1423,073	700,8247	205,27	6124,93
Sum eksport	1464	2985,27	1561,455	0	16071
Sum import	1464	791,2156	1145,071	0	4780
Sum konsum	1464	12159,27	1561,455	8299	16071
Produksjon Sørlandet	1464	7399,359	1860,297	2036	10537
Produksjon Vestlandet	1464	4078,035	1311,541	1169	6662
Produksjon Østlandet	1464	2411,727	373,0849	1228	3151

Tabell 1: Deskriptiv statistikk

Først ser vi på prisen på Østlandet. Prisen på Østlandet har en gjennomsnittlig pris på 1423.07 kr per MWh. Det blir til rundt 1,423 kr per kWh som gjenspeiler situasjon på Østlandet i november og desember. Videre ser en at prisen har et standardavvik på rundt 700. Det vil si at

prisen vil kunne avvike med 70øre per kWh. En finner normalfordelingen til strømprisen i figur 4. Som en ser, kan prisen på Østlandet ta betydelig mange verdier over et stort område. Det bidrar til å gi store forskjeller i pris for ulike tidspunkt. En ser likevel at de fleste verdiene finner en mellom 500 og 2500 kr. Det vil si at prisen hovedsakelig befinner seg mellom 50 øre og 2,5 kroner per kWh. Minste verdien strømprisen tar på Østlandet er 205 kr per MWh og største var 6124.9 kr per MWh, som vil si at den minste prisen betalt for en kWh i november og desember var 20,5 øre, og den høyeste prisen for en kWh var 6,12 kr.



Figur 4: Histogram av pris

Videre ser vi på produsert mengde strøm på Østlandet. Den minste produserte mengde strøm er 1228 MWh og den største var 3151 MWh. Maksimumsverdien uttrykker den maksimale produksjon i Østlandet for perioden november og desember. Standardavviket er på 373 MWh.

På Sørlandet er minste produsert mengde strøm 2036 MWh og den største produserte mengden 10 537 MWh, for perioden november og desember. Standardavviket er 1860 MWh, og den gjennomsnittlige produserte mengden for perioden er 7399 MWh.

På Vestlandet er minimumsverdien på 1169 MWh og maksimumsverdien på 6662 MWh. Det gjør Vestlandet til den nest største produserende regionen. På Vestlandet er standardavviket 1311 MWh. Gjennomsnittlig produksjon er 4024 MWh.

Minste forbrukte mengde i NO1, NO2 og NO5 i perioden var 8 299 MWh, og maksimale forbrukte mengde i perioden var 16 071 MWh. Gjennomsnittlig forbruk var 12 159 MWh. Standardavviket er på 1561 MWh.

Eksport har en gjennomsnittlig verdi på 2 985 MWh. Standardavviket er på 1 597 MWh. Maksimumsverdien var 6 255 MWh, som var maksimal eksportert strøm i perioden november

og desember. Minimumsverdien er på 0 ettersom det forekommer timer hvor det ikke sendes ut noe strøm til Europa.

Import har en gjennomsnittlig verdi på 791 MWh. Minimumsverdien er også 0 her ettersom det forkommer timer hvor vi ikke importerer strøm.

3.7 Forutsetninger

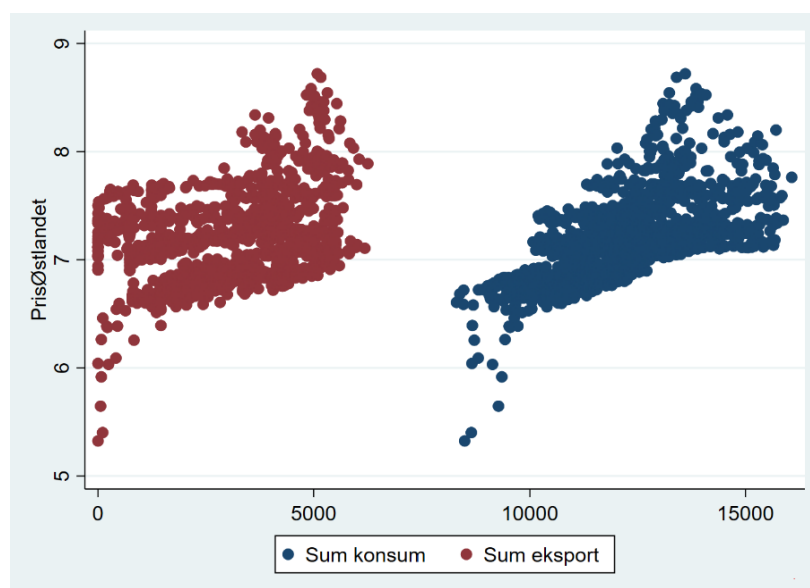
Nå vil vi ta for oss de sentrale forutsetningene for modellen vår. Forutsetningene er viktige for at vår regresjonsanalyse skal være valid, og vi vil dermed også være i stand til å dra konklusjoner utenfor modellen.

MLR.1 – Linearitet

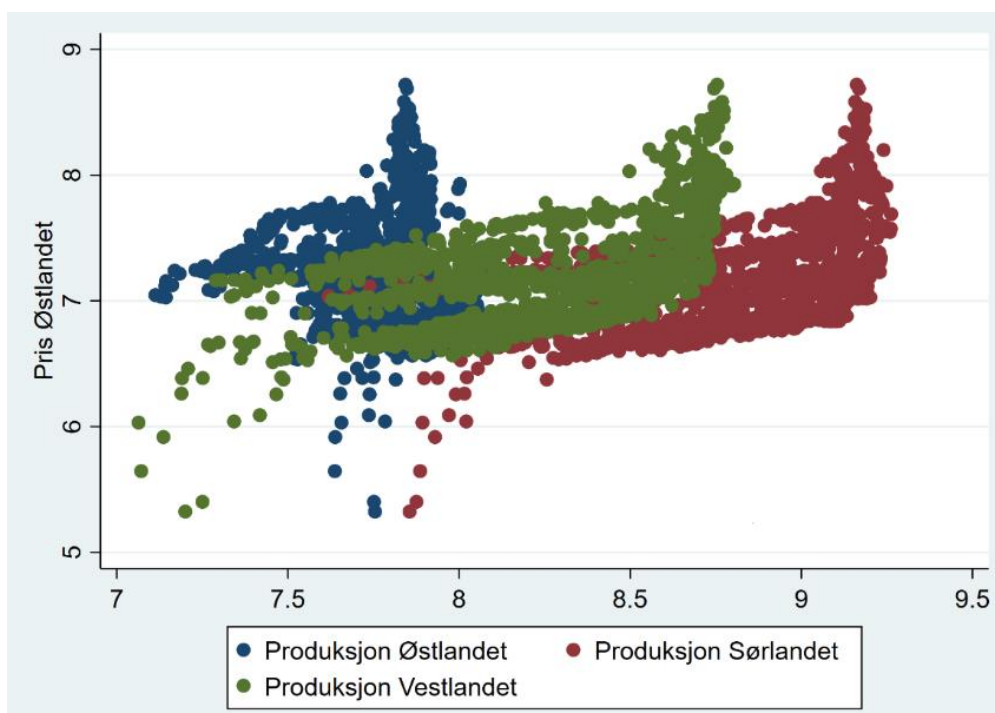
Det første kriteriet til modellen vår er linearitet. For å kunne benytte OLS estimering trenger vi en lineær sammenheng mellom den avhengige variabelen og de uavhengige variablene. Vi legger til et feilledd 'u' for å ta høyde for avvik. Modellen vår tar følgende form:

$$\ln_{\text{Østlandet}} = \beta_0 + \beta_1 \text{Eksport}_{\text{sum}} + \beta_2 \text{Import}_{\text{sum}} + \beta_3 \ln_{\text{Konsum}_{\text{sum}}} + \beta_4 \ln_{\text{Produksjon}_{\text{Sørlandet}}} + \beta_5 \ln_{\text{Produksjon}_{\text{Vestlandet}}} + \beta_6 \ln_{\text{Produksjon}_{\text{Østlandet}}} + u$$

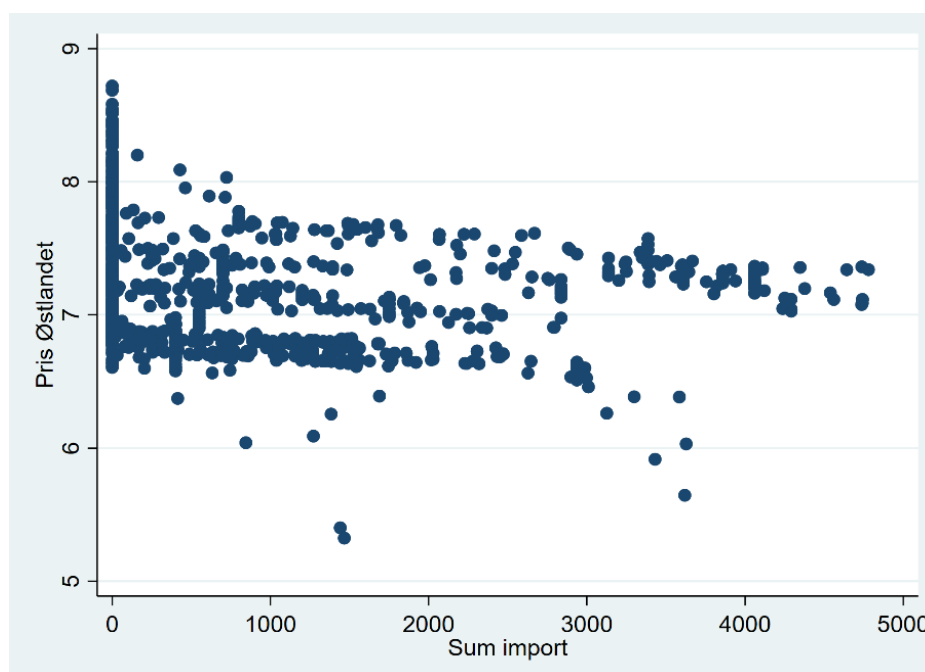
Vi kan undersøke linearitet ved å plote ut de ulike predikerte verdiene. Det gir følgende resultater:



Figur 7: Scatterplot av sum konsum og sum eksport



Figur 5: Scatterplot av produksjon på Østlandet, Vestlandet og Sørlandet



Figur 6: Scatterplot av sum import

Vi har valgt å dele opp i flere bilder, for å kunne få en bedre oversikt over resultatene. Vi ser ut fra bilde 1 og bilde 3 at de uavhengige variablene som omhandler produksjon, konsum og eksport har en klar lineær sammenheng med den avhengige variabelen, men at produksjons

variablene har en tiltakende form når de nærmer seg sin maksimale kapasitet. Dette anser vi ikke som problematisk for modellen. Dette fant vi ved at vi satt variablene på logaritmisk form. Vi fant noen problemer knyttet til linearitet i bilde 2, om import. Dette vil vi gå nærmere inn på i kapitlet om kritikk og robusthet. Vi antar dermed at forutsetningen om linearitet er gyldig i vår modell.

MLR.2 – Tilfeldig utvalg

Denne forutsetning handler om at en har et tilfeldig utvalg observasjoner. Vi antar at datasettet er et tilfeldig utvalg, gitt ved:

$$[(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}), y; i = 1, 2, \dots, n]$$

Hvor observasjon i har like stor sannsynlighet for å bli valgt.

I perioden vi ser på har vi tatt med alle observasjoner over en periode på to måneder. Utvalget er tilfeldig ettersom en ikke velger ut enkelt variabler som er mer fordelaktig å se på, men alle mulige observasjoner.

Ettersom datasettet er en ikke manipulert tidsserie over to måneder med mer enn 1400 observasjoner, regner vi datasettet som tilfeldig.

MLR.3 – Multikollinearitet

En sentral forutsetning for at modellen vår kan anses som gyldig, er at det ikke kan observeres multikollinearitet. Multikollinearitet oppstår når noen av variablene i modellen vår er perfekt korrelert. Hvis noen av variablene er perfekt korrelert, så vil det ikke være mulig å få unike estimater på koeffisientene i modellen, siden alle ulike kombinasjoner vil fungere like godt (Wooldridge, 2019, s. 81). Multikollinearitet kan også redusere modellens forklaringssevne, som er gitt ved R^2 .

For å undersøke om noen av variablene i modellen vår er perfekt korrelert, så har vi satt opp en korrelasjons matrise. En korrelasjon som er lik 1 eller -1 tilsier at det er oppstått perfekt korrelasjon. For høy korrelasjon kan også være problematisk, men det trenger ikke å være tilfelle. Med høy korrelasjon menes både positive og negative verdier mellom 0.8 og 1 (Wooldridge, 2019, s. 90).

	PrisØstlan~t	SumEks~t	SumImp~t	SumKon~m	SørPro~n	VestPr~n	ØstPro~n
PrisØstlan~t	1.0000						
SumEksport	0.3149	1.0000					
SumImport	-0.1329	-0.7583	1.0000				
SumKonsum	0.6700	0.1726	-0.1351	1.0000			
SørProduk~n	0.5094	0.7577	-0.7821	0.6134	1.0000		
VestProduk~n	0.5588	0.8286	-0.7623	0.5835	0.9156	1.0000	
ØstProduk~n	-0.1471	0.6978	-0.7979	-0.0269	0.5682	0.5656	1.0000

Tabell 2: Korrelasjonsmatrise

Vi ser fra tabell 1 at ingen av variablene er perfekt korrelert. Dette gjør at forutsetningen om multikollinearitet holder. Vi er like vel nødt til å se nærmere på matrisen, for å luke ut eventuell problematikk knyttet til for høy korrelasjon.

Som vi ser i matrisen så er det noen av variablene som har svært høy korrelasjon. Produksjon på Vestlandet og produksjon på Sørlandet har en svært høy korrelasjon på 0.9156, noe som er forventet. Vestlandet og Sørlandet er de største eksportørene av strøm til Europa, mer presist England, Nederland, Tyskland og Danmark. Dette er land som er avhengige av kull og gass for å forsyne deres strøm behov, og etterspørselen av strøm fra disse landene blir dermed svært lik. Dermed blir korrelasjonen mellom produksjonen i Vestlandet og Sørlandet svært lik, siden produksjonen er svært avhengig av etterspørselen av strøm til disse landene.

Vi ser også at produksjonen i Oslo, Sørlandet og Vestlandet er høyt korrelert med både eksport og import, med verdier mellom 0,6978 og 0,8286. Som forklart i forrige avsnitt, så er produksjonsnivået i Norge svært avhengig av etterspørselen til utlandet. Hvis det er høy etterspørsel av strøm fra utlandet, så vil produksjonsnivået i Norge øke, og dermed vil korrelasjonen mellom produksjon og eksport være høy, og det vil være en positiv korrelasjon. Import av strøm til Norge er avhengig av produksjons- og magasinkapasiteten til Norge. Så når importen av strøm til Norge øker, så kommer dette av et resultat på for lite produksjons- og magasinkapasitet. Dermed blir det en høy negativ korrelasjon mellom produksjonen i Norge og import av strøm.

Korrelasjonen mellom import og eksport har en høy negativ korrelasjon, på -0,7583. Ettersom strøm kun flyter en vei på en kabel, vil en kunne forvente at dersom strømmen går en vei, vil strømmen ikke flyte andre veien samtidig. Grunnen til at en ikke har perfekt korrelasjon knyttet til eksport og import, er fordi vi har flere strømkabler. Når vi eksportere strøm med den ene strømkabelen, så kan vi samtidig importere strøm fra en annen strømkabel. Den høye

korrelasjonen er som forventet, og vi anser ikke dette som et problem for formålet i denne studien.

MLR.4 - Ingen korrelasjon mellom feilleddet og de uavhengige variablene

Denne antagelse uttrykker at det skal ikke være korrelasjon mellom feilleddet og de uavhengige variablene. Den forventede verdien av feilleddet bør være null når en har alle de gitte verdiene av de uavhengige variablene.

Dersom forutsetningen ikke holder er det som regel som følge av at en av en uavhengig variabel ikke er med til å forklare en sentral faktor. Dersom en utelater en sentral variabel, ender en altså opp med å ikke fange opp alle sentrale faktorer. Videre i denne studien vil vi komme tilbake til skjevheter i modellen som følge av dette feilleddet. Videre antar vi at betingelsen holder.

4.0 Resultater

4.1 Innledning

Metodikken bak vår modell som skal undersøke sammenhengen mellom prisvekst NO1 og eksport er nå redegjort for. Videre vil vi utføre en lineær regresjon og tolke betydningen av våre resultater.

4.2 Lineær regresjon

Pris Østlandet	Koeffisient	Standardavvik	t-verdi	p-verdi	95% intervall	
					Min.	Maks.
Sum eksport	0.0000715	0.0000107	6.71	0.000	0.0000506	0.0000924
Sum import	0.0000185	0.0000156	1.18	0.236	-0.0000121	0.0000491
Sum konsum	0.9459	0.1198	7.90	0.000	0.7109	1.1809
Produksjon Sørlandet	0.0712	0.0715	1.00	0.319	-0.0690	0.2114
Produksjon Vestlandet	0.5430	0.0657	8.26	0.000	0.4141	0.6719
Produksjon Østlandet	-1.4258	0.0661	-21.57	0.000	-1.5555	-1.2962
Konstant	4.0249	0.7794	5.16	0.000	2.4959	5.5539

Observasjoner = 1464, R-squared = 0.6643

Tabell 3: Regresjonsmodell

Eksport og hypotesetest

Vår regresjonsanalyse viser at det eksisterer en sammenheng mellom vår interessevariabel eksport og prisen på strøm på Østlandet. Vi ser at eksport av strøm til Europa har en positiv påvirkning på prisen på Østlandet. Når eksporten av strøm økes med én MWh, forventes det å øke prisen på strøm på Østlandet med 0,00715%. Prosenten er svært lav, siden en økning på kun en MWh er svært lite, ettersom Norge har en overføringskapasitet på 9 000 MWh. Hvis vi øker mengden til 1 GWh, som tilsvarer 1 000 MWh, så ser vi at prisen på strøm på Østlandet er forventet å øke med 7,15%. Når prisen på strøm i Europa øker, som følge av et lavt tilbud av strøm, så vil Norge eksportere strøm til Europa. Dette gjør at prisen i Norge, eller i dette tilfelle Østlandet, vil øke.

For at resultat fra regresjonsanalysen skal være gyldig, så utførte vi en hypotesetest. Som vi ser i Tabell 3, så fant vi en t-verdi for eksport variabelen lik 6,71. Vi gjennomførte en to-halet test, med et signifikansnivå på 99%, og fant en kritisk t-verdi lik 2,576. Siden t-verdien for eksport er høyere enn den kritiske verdien, så kan vi forkaste vår null hypotese om at det ikke finnes noen sammenheng mellom eksport av strøm til Europa og strømprisen på Østlandet. Vår alternative hypotese blir dermed gyldig, og vi kan konkludere med at vi har signifikante bevis for å si at eksport av strøm til Europa har en påvirkning på strømprisen på Østlandet.

Gitt alt annet likt, er det forventet at hver enkelt kontrollvariabel har følgende unike påvirkning på den avhengige variabelen:

Import

Fra regresjonsmodellen kan vi se at import har en positiv påvirkning på prisen på Østlandet. Når importen øker med én MWh, er det forventet å gi en økning i prisen på Østlandet med 0,00185 prosent. Denne variabelen kan sees i samme lys som eksporten. Selv om den forventede prosentvise økningen i pris er svært lav ved en økning på én MWh import, kan vi se at prisen er forventet å øke med 1,85 prosent ved en økning på én GWh i import. T-verdien for import er lik 1,18. Resultatene fra import er dermed ikke signifikant, og vi vil gå nærmere inn på dette i diskusjonen.

Konsum

Gjennom analysen ser vi at en økning i konsum på én prosent er forventet å gi en relativ økning på prisen på Østlandet lik 0,946 prosent. Grunnen til at en ser på relativ økning er fordi variablene vi ser på er en log-log-modell. Det betyr at en endring i konsumert mengde

gir en endring i prisen lik 0,946 prosent, gitt at alt annet likt. Det er dermed en positiv sammenheng mellom totalt konsum og prisen på Østlandet. Fra STATA finner vi at t-verdien er 7,9. Det gir mening at økt etterspørsel gir økt pris, ettersom det er flere som ønsker et begrenset gode.

Produksjon Østlandet, Vestlandet og Sørlandet

Variablene for produksjon er log-log. Dette innebærer at en prosentvis endring i de uavhengige variablene for produksjon, er forventet å gi en prosentvis endring i den avhengige variabelen. Vi har valgt å sette variablene for produksjon på dette formatet, for å gi mer hensiktsmessige resultater og gi leseren en bedre intuitiv forståelse av modellen.

En økning på én prosent i produksjonen av strøm på Østlandet, er forventet å gi en reduksjon i strømprisen på Østlandet på 1,43 prosent. Her er sammenhengen mellom produksjon og pris negativ. Når vi ser på produksjonen på Vestlandet og Sørlandet derimot, kan vi se at sammenhengen mellom produksjon og pris er positiv. Ettersom én prosentvis økning i produksjonen er forventet å gi en økning i pris på Østlandet med henholdsvis 0,54 og 0,07 prosent. T-verdien for produksjon på Sørlandet er lik 1,00. Resultatene fra produksjonen på Sørlandet vil dermed ikke være signifikante, og vi vil gå nærmere inn på dette i diskusjonen.

5.0 Robusthet og kritikk

5.1 Innledning

For at resultatene fra regresjonen skal kunne regnes som troverdig trenger en å gjøre forutsetninger. Videre vil vi diskutere begrensninger og svakheter ved økonometrisk metode. Vi ser også på alternative metoder vi kunne ha benyttet istedenfor.

5.2 Tilfeldig utvalg i datasett

Den første avgrensningen vi gjorde var å begrense oss til kun å se på november og desember, ettersom disse månedene var perioden som fanget opp prisøkningen. Videre avgrensning som er gjort er å se på observasjoner tilknyttet de tre sørlige regionene.

En kan argumentere at det å ikke se på data fra hele året gjør at en bryter MLR.2, altså at en skal ha et tilfeldig utvalg. I analysen ser vi ikke på data fra hele året, men kun en spesifikk periode av året. Vi fanger dermed opp en spesifikk situasjon eller et avvik. Det at modellen

ikke tar for seg for hele året, gjør at modellen ikke kan beskrive på et generelt grunnlag. Ettersom formålet med studien var å analysere hvordan ulike faktorer forårsaker store prishopp, anser vi det som relevant å se på en periode hvor prisen går fra å være normal til å bli betydelig høy.

5.3 Utelatte variabler

Naturgasspris

Naturgassprisen kan regnes som en viktig variabel for å forklare strømprisen. I Europa korrelerer gasspris og strømpris sterkt. Dette er som følge av at gass er mye brukt til oppvarming i Europa. Ettersom etterspørselen i Europa for strøm avhenger av gasspriser, burde en finne en sammenheng mellom eksportert mengde strøm og naturgassprisen. Utelatelsen av naturgasspriser i modellen er dermed en sentral svakhet i vår modell.

En variabel som ikke er mulig å finne data på i riktig frekvens er naturgass. Det er dermed ikke mulig å se om gass og norsk strømpris korrelerte med energipriser i Europa i den aktuelle perioden. Ettersom det ikke er mulig å finne data her med time for time data, har vi ikke annet valg enn å utelate naturgass priser.

Produksjon og konsum i Trøndelag og Nord-Norge

Variabler som vi også utelater, er produksjon og konsum i Trøndelag og Nord-Norge. Disse to regionene har svak transmisjonskapasitet med resten av strømmettet. Selv om transmisjonskapasiteten er svak, kan disse regionene ha en påvirkning på strømprisen på Østlandet, men vi anser ikke den effekten som betydelig nok til å inkluderes i modellen. Derfor blir ikke produsert mengde og konsumert mengde for disse regionene lagt inn i variablene for produksjon og konsum.

Som presentert i metodedelen, vil det å utelate variabler føre til skjevheter i modellen. Når en variabel blir utelatt eller inkludert på feil måte, oppstår feil i modellen. Som forklart under MLR.4 kommer de utelatte variablene sine svakheter frem. Ved utelatelse av naturgasspris regner vi dette som en viktig svakhet i analysen, men utelatelsen av Trøndelag og Nord-Norge som viktig for å styrke analysen.

Linearitet

En sentral forutsetning for modellen er MLR.1 som er linearitet for variablene over de ulike observasjonene. For produsert mengde på Østlandet, Vestlandet og Sørlandet er variablene lineære, men de har en tiltakende form når de nærmer seg sine maksimumsverdier. Mange økonomiske sammenhenger har ikke en streng lineær form, og vi anser ikke dette som problematisk for modellen vår.

Vi fant noen problemer tilknyttet til linearitet i variabelen om import. Det var ingen klar lineær sammenheng mellom import og strømprisen på Østlandet. Dette vil vi gå nærmere inn på i diskusjons delen, hvor vi ser på t-verdien for import.

6.0 Diskusjon

Innledning

Som det kommer frem i analysen vår tyder det på at eksport er en betydelig prisdriver for strømprisen på Østlandet. En økning på 1 GWh bidrar til en økning i pris på 7,15 prosent. I en situasjon hvor en eksporterer maksimalt til utlandet fra region NO1, NO2 og NO5, tilsvarer det en overføringskapasitet på 6593 MWh. Gitt at Norge da eksporterer maksimalt fra disse regionene utgjør dette en økning i pris på 47,14 prosent for prisen på Østlandet, sett i forhold til en situasjon uten eksport. Resultatene som kommer frem i denne studien tyder på at eksport av strøm er en hovedfaktor for prisingen av norsk strøm. Det uttrykker at eksport fører til høyere strømpriser i Norge. Videre vil uklarheter, mulige tolkninger og videre arbeid bli diskutert på bakgrunn av resultatene.

Begrenset tilbud og uelastisk etterspørsel

Som vi kom frem til i våre resultater, er det en positiv sammenheng mellom tilbud og pris. Ettersom tilbudet øker, vil flere produsenter være villig til å produsere. Vi ser også at når produksjon er tilnærmet maksimal kapasitet, vil den prosentvise økningen i pris være større enn for mindre produserte kvantum. Ved maksimal produksjon er tilbudet gitt. Etterspørselen må dermed konkurrere om en begrenset mengde. Ettersom norske forbrukere ikke er prissensitive og ikke kan reagere på prisendringer time for time, vil en gå med på enhver prisøkning (Johnsen, Verna, & Wolfram, 1999). Dersom norske forbrukere skal kunne forbruke strømmen selv, må de konkurrere med utenlandske forbrukere, og dette presser

strømprisen til norske forbrukere opp. På grunn av at norske forbrukere ikke kan tilpasse sitt forbruk ut fra prisen, vil en forbruke strøm uansett hva prisen blir. Innenlands pris blir dermed lik utenlands pris. Situasjonen er illustrert i *Figur 9 bilde 4*. Nordmenn forbruker like mye strøm, men må betale hva enn prisen blir i utlandet. Når tilbudt mengde er mindre enn etterspurt mengde fra Norge og utlandet, blir prisen lik utenlandske strømpriser.

Mindre etterspurt mengde enn tilbudt mengde

En utydelighet i modellen er hvorfor produsert mengde på Sørlandet har en lav t-verdi og liten koeffisient. Når maksimalt tilbudt mengde er større enn etterspurt mengde, vil tilbudet avvike mer fra sammenhengen med prisen på Østlandet. Dersom eksport og norsk etterspørsel er mindre enn hva det er kapasitet på strømmettet til å produsere og overføre, vil det ikke bli konkurranse mellom norsk etterspørsel og utenlandsk etterspørsel. Som illustrert i *Figur 9 bilde 3*, ser en at det er mulig å eksportere mye til utlandet, men det vil ikke gi et rent utslag på prisen på Østlandet. Effekten det har på produksjon Sørlandet, er at en økning i tilbudt mengde ikke gir et utslag på prisen på Østlandet, ettersom en ikke har nådd maksimal tilbudt mengde. Så lenge det er ledig produksjonskapasitet, vil en kunne eksportere strøm til utlandet, uten at det gir store utslag for prisen på Østlandet. Sørlandet som er den regionen som produserer mest strøm, har mer kapasitet før en oppnår produksjonsbegrensninger. Dermed kan en forvente at produksjonen på Sørlandet ikke korrelerer med en prisøkning på Østlandet.

For Vestlandet er produksjonskapasiteten mindre, så maksimal produksjon oppnås mye raskere. Dermed vil en med mindre etterspurt kvantum oppnå en situasjon hvor nordmenn må akseptere høyere priser for å kjøpe strøm, fremfor at strømmen skal bli sendt utenlands.

Eksport

Som vi utledet over, ser en at tilbudt mengde ikke er direkte i stand til å forklare prisøkningen. En må se implisitt på etterspurt mengde, altså eksport. Det er en betydelig sammenheng mellom eksport og prisen på Østlandet, som kan generaliseres til de tre sørlige regionene. Eksport fungerer som et delvis prissettende ledd, når etterspurt mengde er mindre enn maksimalt tilbud. Når eksport og etterspurt mengde i Norge er større enn maksimalt tilbud, fungerer eksport som prissetter. Jo nærmere en kommer likevekt mellom etterspurt mengde og maksimalt tilbud, desto høyere blir strømprisen.

I de kommende årene vil det bygges ut flere overføringskabler mellom Norge og utlandet, i tillegg til at norske husholdninger er forventet å bruke mer strøm (Strømforbruk i Norge mot

2035, 2018). Våre funn tilsier dermed at eksporteffekten på norske strømpriser vil øke, som vil gjøre at norske strømpriser blir høyere. Som et resultat av dette, vil statens inntekter øke betraktelig. Samtidig som at eksporten øker, så vil også norske strømpriser øke, som igjen vil føre til økte inntekter for staten. Det som vil være interessant å vurdere, er om de økte inntektene til den norske stat, øker den samfunnsmessige nytten. Vil de økte inntektene gi en høyere samfunnsmessig nytte enn ulempen ved økte strømpriser? Videre arbeid bør undersøke denne problematikken.

Volatilitet

Eksport påvirker ikke prisen på Østlandet betydelig før etterspurt mengde nærmer seg maksimal produksjonskapasitet. Maksimal produksjonskapasiteten trenger en ikke å nå for alle timer av et døgn, men bare enkelte timer. Ledig produksjonskapasitet kan dermed forekomme for en time, men ikke nødvendigvis den neste. Om etterspørselen er liten i time 05-06, men høy i 07-08, kan prisen øke betydelig. Eksporten bidrar dermed til å gi større svingninger i prisen.

Volatilitetseffekten kan også komme uventet. Det kan forekomme perioder hvor prisen er lav hele døgnet, men hvis temperaturen synker en dag og etterspørselen øker, kan en oppnå produksjonsbegrensninger. Det vil igjen gi høy strømpris og høy volatilitet.

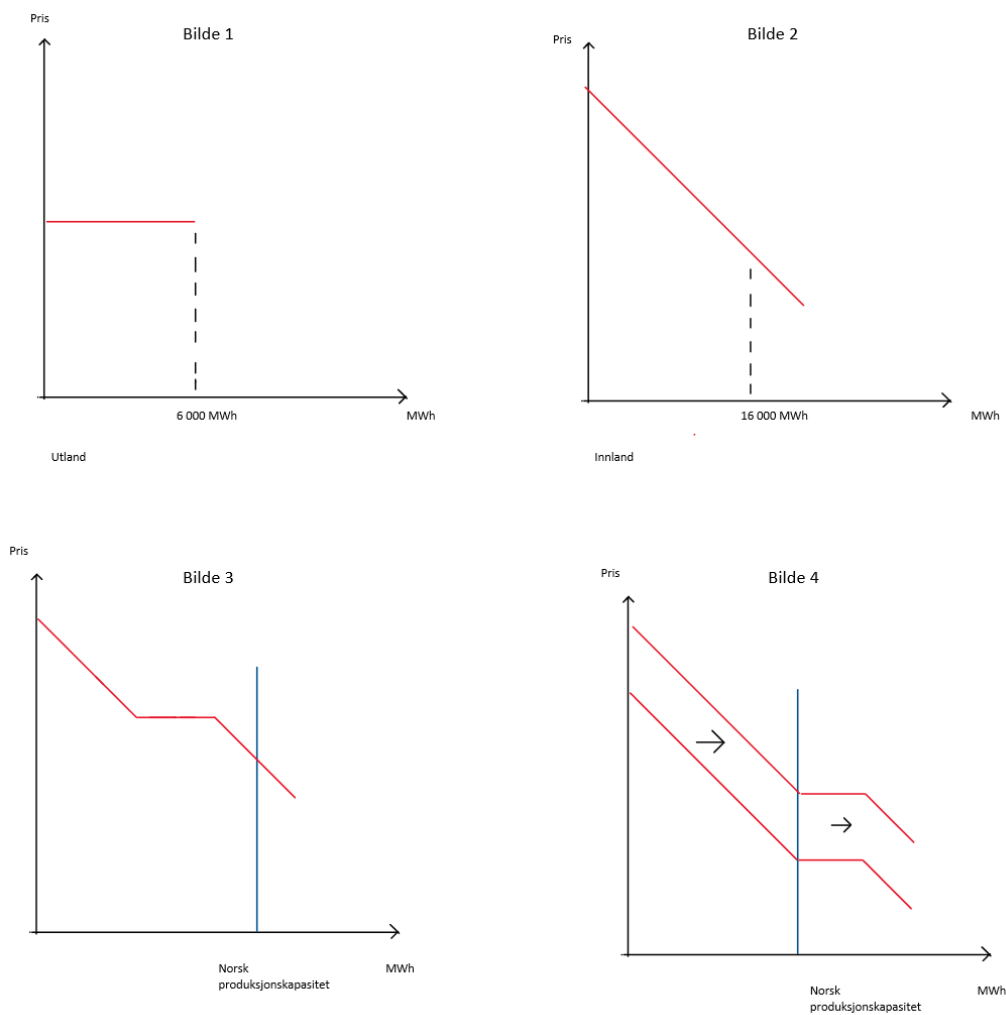
Import

I våre resultater finner vi at import har en lav t-verdi. Vi regner resultatet som ikke signifikant. En kan forvente at dersom Norge er i en situasjon hvor en er nødt til å importere, er prisen i utlandet lavere enn i Norge. Det gir uttrykk for enten lav produksjon eller høy etterspørsel i Norge. Dersom en importerer maksimalt til Norge ville en kunne forvente en likevektspris med utlandet. I norske sammenhenger vil en slik pris likevel regnes som betydelig høyere enn normale norske priser. Det bidrar til å gjøre import lite forklarende i modellen.

Funnet som beskrevet over uttrykker at eksport har en betydelig påvirkning på norsk pris, men at import ikke har en signifikant påvirkning på prisen i Norge. Det tyder på at kraftforbindelser til Europa fungerer hovedsakelig som eksportkabler, og bidrar til høyere priser i Norge ved eksport, og ingen signifikant effekt på prisen ved import.

Undersøkt periode

Effekten vi studerer er under en periode med høyt forbruk. Ettersom studien prøver å forstå hva som skjer ved høy etterspørsel, forventer vi ikke å kunne si noe om hva som skjer med prisen på sommeren eller andre perioder med lav etterspørsel. Studien fanger opp hva som skjer når produksjonen ikke kan dekke etterspørselen. Vi forventer dermed ikke at eksport har lik forklaringsevne under perioder med lav etterspørsel.



Figur 9: (Bilde 1: Utland, Bilde 2: innland, Bilde 3: Ledig kapasitet, Bilde 4: ikke ledig kapasitet med etterspørselsskift)

7.0 Konklusjon

I denne oppgaven undersøker vi om det eksisterer en sammenheng mellom eksport av strøm til Europa og strømprisen på Østlandet og vi bruker en multippelregresjons modell for å analysere denne sammenhengen. Dataene vi har basert våre regresjonsmodell på er hentet fra Nord Pool og er avgrenset for november og desember. Vi fant fram til at eksport av strøm til Europa har en sammenheng med strømprisen på Østlandet, hvor disse har en positiv korrelasjon.

Gjennom begrenset produksjonskapasitet i en gitt time, ender en opp med å få et begrenset tilbud i forhold til hva som trengs av markedet. Dersom etterspurt mengde i Norge og utlandet er større enn produksjonskapasiteten, må norske forbrukere konkurrere med utenlandske forbrukere. I denne situasjonen blir prisen i Norge lik prisen i utlandet. I situasjoner hvor det er noe ledig produksjonskapasitet, vil eksport ha en mindre innvirkning på prisen i Norge, ettersom effekten av eksporten er tiltakende sett i sammenheng med produksjonskapasitet. Det vil si at jo nærmere man befinner seg maksimal produksjonskapasitet, jo større utslag har eksport på prisen på Østlandet.

En tydelig svakhet for denne studien, er utelatelsen av naturgass fra regresjonsmodellen og tidsperioden vi undersøker. Norsk eksport av strøm korrelerer sterkt med gassprisene i Europa. Utelatelsen av denne variabelen fra regresjonsmodellen begrenser vår forklaringsevne ovenfor våre resultater mellom eksport og pris på Østlandet.

Et interessant moment å ta med seg fra studien, er den samfunnsmessige nytten av de økte inntektene fra eksport. Den norske stat tjener svært mye på eksport, og som et resultat av eksporten øker de norske strømprisene, som igjen gir betydelige inntekter for staten. For fremtidige politiske vedtak skaper dette en problematikk, hvor det må vurderes om de økte inntektene fra eksport og høye strømpriser er samfunnsmessig nyttig. Ettersom dette skaper en ulempe for de norske forbrukerne som sliter med å betale sine strømregninger.

8.0 Referanseliste

Aanensen, T., 2021. *SSB*. [Internett]

Available at: [https://www.ssb.no/energi-og-](https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitetspriser/artikler/tredobling-av-stromprisen-for-husholdninger)

[industri/energi/statistikk/elektrisitetspriser/artikler/tredobling-av-stromprisen-for-husholdninger](https://www.ssb.no/energi/statistikk/elektrisitetspriser/artikler/tredobling-av-stromprisen-for-husholdninger)

[Funnet 17 Mars 2022].

Anon., 2012. *Norge i verdenstoppen i bruk av strømforbruk*. [Internett]

Available at: [https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/pa-](https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/pa-verdenstoppen-i-bruk-av-strom)

[verdenstoppen-i-bruk-av-strom\)](https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/pa-verdenstoppen-i-bruk-av-strom)

Anon., 2018. *Strømforbruk i Norge mot 2035*, s.l.: NVE.

Anon., 2022. *Forbrukerrådet*. [Internett]

Available at: <https://www.strompris.no/ordliste/>

[Funnet 5 April 2022].

Anon., 2022. *Nord Pool*. [Internett]

Available at: [https://www.nordpoolgroup.com/en/trading/Day-ahead-trading/Price-](https://www.nordpoolgroup.com/en/trading/Day-ahead-trading/Price-calculation/)

[calculation/](https://www.nordpoolgroup.com/en/trading/Day-ahead-trading/Price-calculation/)

[Funnet 8 Mars 2022].

Johnsen, T. A., Verna, S. K. & Wolfram, C., 1999. Electricity market reform failure. *Science Direct*, 1(1), p. 7.

Magnussen, K., 2021. *Teknisk Ukeblad*. [Internett]

Available at: [https://www.tu.no/artikler/her-er-alle-norges-](https://www.tu.no/artikler/her-er-alle-norges-utenlandskabler/513908?key=1T3BQyxB)

[utenlandskabler/513908?key=1T3BQyxB](https://www.tu.no/artikler/her-er-alle-norges-utenlandskabler/513908?key=1T3BQyxB)

[Funnet 19 April 2022].

Nickolas, S., 2022. *Investopedia*. [Internett]

Available at: [https://www.investopedia.com/ask/answers/062315/how-are-commodity-spot-](https://www.investopedia.com/ask/answers/062315/how-are-commodity-spot-prices-different-futures-prices.asp)

[prices-different-futures-prices.asp](https://www.investopedia.com/ask/answers/062315/how-are-commodity-spot-prices-different-futures-prices.asp)

[Funnet 17 Mars 2022].

Olje- og energidepartementet, 2022. *ENERGIFAKTA NORGE*. [Internett]

Available at: [https://energifaktanorge.no/norsk-](https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftmarkedet/#organiseringen-av-kraftmarkedet)

[energiforsyning/kraftmarkedet/#organiseringen-av-kraftmarkedet](https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftmarkedet/#organiseringen-av-kraftmarkedet)

[Funnet 13 April 2022].

Regjeringen, 2021. *Regjeringen.no*. [Internett]

Available at: <https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/stromnettet/stromforsyning-og-stromnettet/id2353792/>

[Funnet 19 April 2022].

Rosvold, K. A., 2022. *Store Norske Leksikon*. [Internett]

Available at: https://snl.no/kraftutveksling_med_utlandet

[Funnet 19 April 2022].

Statkraft, 2022. *Årsoppgave Statkraft*, s.l.: Statkraft.

VG Strømguiden, 2022. *VG*. [Internett]

Available at: <https://www.vg.no/strom/artikkel/slik-fungerer-egentlig-strommarkedet>

[Funnet 19 April 2022].

Viseth, E. S., 2021. *Tenkisk Ukeblad*. [Internett]

Available at: <https://www.tu.no/artikler/her-er-alle-norges-utenlandskabler/513908?key=1T3BQyxB>

[Funnet 19 April 2022].

Wooldridge, J., 2019. *Introductory Econometrics*. I: 7. utgave red. Burn Rd, Cookstown BT80 8DN, Storbritannia: South-Western College Publishing, p. 121.

