

Sebastian Omdal
Jonas Kristiansen
Markus Wiig

Hvorfor varierer strømprisene regionalt i Norge?

Bacheloroppgave i samfunnsøkonomi - SØK2013

Bacheloroppgave i Samfunnsøkonomi

Veileder: Olav Rudberg

Mai 2022

Sebastian Omdal
Jonas Kristiansen
Markus Wiig

Hvorfor varierer strømprisene regionalt i Norge?

Bacheloroppgave i samfunnsøkonomi - SØK2013

Bacheloroppgave i Samfunnsøkonomi
Veileder: Olav Rudberg
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
Institutt for samfunnsøkonomi

Sammendrag av bacheloroppgaven

Formålet med denne oppgaven er å se på strømprisene regionalt, og finne sammenhenger mellom variasjoner i strømprisene. Vi vil se på samtlige av Norges strømsoner, og inn i den analytiske delen vil vi ha fokus på regionene Oslo og Tromsø. Det blir brukt informasjon og data samlet fra NVE, Statnett, Statkraft og NordPool, samt andre mindre sekundærkilder.

Vi vil starte oppgaven med en introduksjon, for videre å dra inn samfunnsøkonomiske teorier. Vi utreder en teoretisk analyse, og ser på variabler som ikke blir brukt i de analytiske modellene. Dette på grunn av manglende data i den satte perioden, eller at dataen ikke tilfredsstillter forutsetningene for en vellykket multipl regressjonsanalyse. Videre vil datamateriale samlet fra NordPool og NVE bli brukt i den analytiske modellen vår, som baserer seg på OLS-regresjon.

Her blir det tatt i bruk to avhengige variabler, Oslo og Tromsø. Disse vil bli analysert alene og sammenlignet opp mot hverandre. Vi vil videre utføre hypotesetester for å se om dataen holder, og hvordan disse kan korrelere med den satte avhengige variabelen.

Resultatet fra regresjonsanalysen viser til påvirkningskraften til de uavhengige variablene. Det oppstår også problemer som vil bli forklart i et eget delkapittel, som tar for seg svakheter og kritikk av datamaterialet som er oppsamlet. Konklusjonen i oppgaven er at strømprisene blir påvirket av utenlandsmarkedet og værvariasjoner, som er med på å skape de forskjellige strømprisene regionalt. Det er også flaskehals i strømmettet, som hindrer fri flyt av strøm mellom prissonene, som øker forskjellene mellom soner som eksporterer og soner som importerer strøm.

Abstract

The purpose of this bachelor thesis is to analyse the price of electricity regionally in Norway, and to find out why there are differences in the spot price. We will look at the five different price zones, and in the analytical part of the thesis, we focus on the areas around Oslo and Tromsø. There will be used data from NVE, Statnett, Statkraft and NordPool in particular, in addition to other secondary sources.

We will start with an introduction, and then look at relevant economic theories. We will establish a theoretical analysis and look at variables that could not be used in the analytical model. This is because of missing data in the period we have collected data from, or because the data did not fulfil the conditions for a successful multiple regression analysis. Further, we will collect data from NordPool and NVE, and use this data in the analytical model, based on OLS-regression.

We have applied two dependent variables, Oslo and Tromsø. These will be analysed alone and compared to each other. We will perform hypothesis tests to see if the data is significant, and if there is a correlation with the dependent variables chosen.

The results from the regression analysis shows the effect from the independent variables. There are also problems in the regression model, that we will explain further in a separate subchapter, that will explain weaknesses and critics to the data material that has been collected. The conclusion of the thesis is that the electricity prices are affected by the foreign market and the weather variation, and this is the most prominent factor`s responsible for the different electricity prices regionally. There are also bottlenecks, which prohibits the free flow of electricity between the different price zones. These bottlenecks increase the differences between zones that exports electricity, and the zones that has more import.

Innhold

| | |
|--|----|
| Sammendrag av bacheloroppgaven | 1 |
| Abstract..... | 2 |
| Kapittel 1 – Innledning..... | 7 |
| 1.1 Motivasjon | 7 |
| 1.2 Problemstilling..... | 7 |
| 1.3 Oppgavens avgrensning..... | 8 |
| Kapittel 2 - Introduksjon til strømmarkedet | 8 |
| 2.1 Strømmarkedet i Norge – Historie..... | 8 |
| 2.2 Prisområdeutviklingen..... | 9 |
| 2.3 Produksjon i Norge | 11 |
| 2.4 Strømnettets oppbygning og kapasitet i Norge..... | 13 |
| 2.4.1 Strømnettets funksjon | 14 |
| 2.5 Flaskehals | 15 |
| Kapittel 3 – Samfunnsøkonomisk teori | 16 |
| 3.1 Tilbud og etterspørsel | 16 |
| 3.2 Etterspørselsoverskudd | 17 |
| 3.3 Tilbudsoverskudd | 17 |
| 3.4 Etterspørselsetastisiteter | 18 |
| 3.5 Tilbudsetastisiteter..... | 18 |
| 3.6 Konsumentteori | 19 |
| 3.6.1 Budsjettbetingelse | 19 |
| Kapittel 4 – Hva påvirker strømprisene?..... | 20 |
| 4.1 Strømbørsen NordPool | 20 |
| 4.2 Elastisiteter i strømmarkedet | 21 |
| 4.2.1 Etterspørselsetastisiteter..... | 21 |
| 4.2.2 Tilbudsetastisiteter | 21 |
| 4.3 Prisområder..... | 22 |
| 4.4 Strømpris og væravhengighet..... | 22 |
| 4.4.1 Mindre strøm på lager | 24 |
| 4.5 Overføringskapasitet og utenlandsforbindelser | 25 |
| 4.5.1 Innenlands strømflyt mellom regionene | 25 |
| 4.5.2 Nord-Norge har Europas billigste strøm..... | 27 |
| 4.5.3 Dårlig overføringskapasitet mellom Midt-Norge og Sør-Norge | 27 |
| 4.5.4 Sør-Norge mer integrert i Europa | 28 |

| | |
|---|----|
| 4.6 Konsumentteori i strømmarkedet | 28 |
| Kapittel 5 – Data og Metode | 29 |
| 5.1 Deskriptiv data over strømprisene regionalt | 29 |
| 5.2 Innføring i Hypotesetesting | 32 |
| 5.2.1 F-test (Anova analyse) | 33 |
| 5.2.2 T-test | 34 |
| 5.3 Innføring i Minste kvadraters metode (OLS) | 35 |
| 5.3.1 Avhengig variabel | 36 |
| 5.3.2 Uavhengige variabler | 37 |
| 5.4 - Validitet | 38 |
| 5.4.1 MLR.1 - Linearitet | 39 |
| 5.4.2 MLR.2 - Random Sampling | 39 |
| 5.4.3 MLR.3 - Nok variasjon | 39 |
| 5.4.4 MLR.4 - Zero conditional mean | 39 |
| 5.4.5 MLR.5 - Homoskedasticity | 40 |
| Kapittel 6 - Regresjonsanalyse | 40 |
| 6.1 Resultater fra regresjonen | 41 |
| 6.2 Hypotesetesting | 42 |
| 6.3 Test av heteroskedasitet | 44 |
| 6.4 Svakheter ved data | 46 |
| 6.4.1 Utvidelse av datasett | 47 |
| Kapittel 7 - Resultater | 47 |
| 7.1 Resultater fra dataanalyse | 47 |
| 7.2 Årsaker til variasjoner i strømprisen | 49 |
| 7.2.1 Værvhengighet i vannkraftproduksjon | 49 |
| 7.2.2 Bakenforliggende årsaker | 49 |
| Kapittel 8 - Oppsummering | 50 |
| Bibliografi | 52 |

Figurliste:

| | |
|--|----|
| Figur 1: Kart over Norges strømsoner. Kilde: (Strøm.no, 2022) | 10 |
| Figur 2: Netto forbruk av strøm i Norge, i TWh. Kilde: (SSB, 2022) | 12 |
| Figur 3: Strømnettet i Norge. Kilde: (Norgesnett) | 13 |
| Figur 4: Tilbud og etterspørsel | 16 |
| Figur 5: Tilbuds- og etterspørselsoverskudd | 17 |
| Figur 6: Budsjettbetingelse for konsumenten..... | 19 |
| Figur 7: Likevekt ved etterspørselsoverskudd og etterspørselsunderskudd i regioner. | 20 |
| Figur 8: Tradisjonell likevekt | 23 |
| Figur 9: Likevekt i strømmarkedet på vinterstid | 23 |
| Figur 10: Fyllingsgrad i vannmagasinene. Kilde: (NVE, 2022) | 24 |
| Figur 11: Strømflyt mellom regioner. Kilde: (Statnett, 2022) | 25 |
| Figur 12: Strømpris i Oslo og Tromsø - NOK/MWh. Kilde: (NordPool group, 2022) | 32 |
| Figur 13: Enhalet og tohalet t-test | 34 |
| Figur 14: Korrelasjon mellom strømpris og uavhengige variabler – Tromsø og Oslo | 41 |
| Figur 15: T-distribusjon | 44 |

Tabelliste:

| | |
|---|----|
| Tabell 1: Total produksjon og forbruk i Norge, i TWh. Kilde: (SSB, 2022)..... | 12 |
| Tabell 2: Produksjon av vannkraft i Norge, i TWh. Kilde: (SSB, 2022)..... | 13 |
| Tabell 3: Strømprisen i Norge. Kilde: (NordPool group, 2022) | 30 |
| Tabell 4: Avhengig variabel - Oslo og Tromsø..... | 37 |
| Tabell 5: Uavhengig variabel – magasinavvik..... | 37 |
| Tabell 6: Uavhengig variabel - snø, mark- og grunnvann..... | 38 |
| Tabell 7: Breusch-Pagan test - Tromsø | 45 |
| Tabell 8: Breusch-Pagan test - Oslo | 45 |

Formelliste:

| | |
|--|----|
| Formel 1: Etterspørselsetastisitet | 18 |
| Formel 2: Tilbudsetastisitet | 18 |
| Formel 3: Gjennomsnitt | 30 |
| Formel 4: Standardavvik | 31 |
| Formel 5: F-test | 33 |

| | |
|---|----|
| Formel 6: T-test..... | 34 |
| Formel 7: MLR-modell | 35 |
| Formel 8: Predikert regresjonslinje | 35 |
| Formel 9: Stigningstallet i regresjonslinjen | 36 |
| Formel 10: Utleddning R^2 | 36 |
| Formel 11: Regresjonsuttrykk..... | 40 |
| Formel 12: Regresjonsuttrykk med verdier..... | 41 |
| Formel 13: F-test Oslo..... | 42 |
| Formel 14: F-test Tromsø..... | 42 |
| Formel 15: T-test - avhengig variabel og magasinavvik..... | 43 |
| Formel 16: T-test - avhengig variabel og magasinavvik (2) | 43 |

Kapittel 1 – Innledning

1.1 Motivasjon

I vår bacheloroppgave ønsker vi å undersøke hvorfor strømprisene varierer regionalt i Norge. Strømprisen har det siste året hatt en stor økning, og økningen har variert i ulike deler av landet, som følgelig fører til engasjement og frustrasjon hos mange nordmenn (Skjelvik, 2021). Strøm er et viktig gode, som kan få store konsekvenser dersom stabiliteten reduseres, og som gjør dette til et marked som må reguleres av staten. Etterspørselen etter strøm globalt øker årlig, fordi vi mennesker utvikler oss, og teknologi øker sin innflytelse på vår hverdag. Strømmarkedet er dermed et viktig marked å holde kontroll over.

For Norge er elektrisitet et nødvendig gode, da mange av de viktige samfunnsoppgavene er avhengig av et velfungerende kraftsystem. Norge har et høyere forbruk av energi enn mange andre land, fordi vi har en kraftintensiv industri, og vi befinner oss i et land hvor elektrisitet blir brukt til oppvarming innenfor husstand og bedrifter. Prisøkninger og prisreduksjoner på strøm vil ha en direkte effekt på befolkningens økonomi, fordi strømprisen innenfor husstanden øker, men også transport av andre goder, som mat blir dyrere. Den private kjøpekraften påvirkes derfor i stor grad av strømprisen.

Høyere strømpris gjør det dyrere for bedrifter i den daglige driften. Om likviditeten ikke er sterk nok, kan bedriften i verste fall gå konkurs eller befinne seg i en situasjon hvor de må redusere arbeidskraften. Dette kan føre til økning i arbeidsledighet, og vi kan risikere å få ustabil inflasjon. Strøm er derfor et viktig gode, og ved en økning i pris kan den økonomiske aktiviteten i Norge bli tydelig redusert. Oppbygging av velferd og kampen mot klimakrisen kan få konsekvenser, da de langsiktige målene Norge har satt seg står i fare for å måtte utsettes.

1.2 Problemstilling

Problemstillingen vi ønsker å belyse er derfor; “Hvorfor varierer strømprisen regionalt i Norge?”. For å undersøke problemstillingen, vil det også være aktuelt å se på beslutningen om å dele landet inn i forskjellige strømregionaler, samt se på hvilke faktorer som er med på å øke og redusere forskjellene. Vi ønsker å finne svar på hvorfor strømpriser ofte er billigere i nord enn i sør, og hvorfor det er forskjellig pris i vest og øst. Vi vil starte med å gjøre rede for teorifundamentet, for så å gå videre inn i analysen. For å finne svar rundt problemstillingen vil

vi knytte opp samfunnsøkonomiske teorier, og utføre en analytisk metode, for å kunne se hvilken relasjon forskjellige påvirkningsfaktorer kan ha på strømprisene.

Vi vil starte med en introduksjon av strømmarkedet, og illustrere kjøp og salg av denne goden. Vi ser på markedet for strøm fra et historisk perspektiv, og hvordan vi har kommet til den aktuelle situasjonen vi befinner oss i nå. Videre vil vi se på både produksjonen og kapasiteten i Norge, og ta dette med videre for å se på selve markedformen strøm befinner seg i. Vi vil se hvordan prisen regionalt blir satt, og forskjellige faktorer som vil påvirke disse prisene. Vi analyserer hvordan kjøp og salg av denne goden foregår. Dette tar vi med oss når vi ser på andre variabler som påvirker prisene regionalt. Til slutt vil vi bruke ulike metodeverktøy, for å se på utvikling samt kartlegge faktorer som er med på å bestemme strømprisen.

1.3 Oppgavens avgrensning

De senere årene ser vi at Norge har blitt mer integrert i et strømmnett i Europa, men vi vil avgrense oppgaven til å fokusere kun på Norges strømpriser. Vi vil se på strømkablene som er koblet til andre land, men da undersøke påvirkningen dette har på de forskjellige prisene i Norge. Fokuset er dermed mindre på andre lands strømmarkeder. Av tidsperspektiv vil vi holde oss 2 år tilbake, med andre ord går vi tilbake til 2020 når vi kjører analyser av markedspriser. Ved å gå noen år tilbake kan vi sammenligne med tidligere priser, analysere utviklingen, og se på forskjellige faktorer som påvirker prisene regionalt. Vi velger å ikke gå lenger tilbake, for å holde analysen så dagsaktuell som mulig. Når vi ser på historisk utvikling av produksjon og forbruk, vil vi primært ta i bruk innsamlet data fra 2008 til i dag.

Kapittel 2 - Introduksjon til strømmarkedet

2.1 Strømmarkedet i Norge – Historie

Før 1991 var Norge avhengig av egen strømproduksjon, og et nettverk som var begrenset lokalt. Det var flere mindre regionale strømprodusenter som hadde ansvaret for å distribuere strømmen til lokale virksomheter og privatkunder. Det kunne derfor være svært varierte priser, med tanke på at strømproduksjonen i stor grad var avhengig av værforhold og antall tilkoblinger på strømmettet.

I 1991 kom den nye energiloven, som la grunnlaget for det moderne strømmarkedet vi har i dag. Det baserte seg på å skille mellom naturlige monopoler og den delen av strømhandelen som kunne konkurransesettes. Krafttransporten skulle være monopolisert, med kontroll av markedet fra statlig hold. Produksjon og kraft skulle derimot være åpen for konkurranse, og aktører kunne søke konsesjon om å få drive med krafthandel.

Strømmarkedet utviklet seg derfor mot et mer åpent marked, som har flere trekk med et frikonkurransemarked. Kundene kunne kjøpe kraft fra den aktøren som ga den beste prisen, og omvendt kunne kraftselskapene selge strømmen til de kundene som var villige til å gi den høyeste prisen, uavhengig av hvor i landet man var bosatt. Samtidig som markedet for strøm drives av teorien om tilbud og etterspørsel, er det strengt regulert fra staten sin side. Tilgangen til strøm er som kjent svært viktig i det moderne samfunn, så uten et fungerende og sikkert marked vil vi ha store utfordringer. Derfor vil staten overordnet sørge for at det opprettholdes absolutte krav for etablering, og dermed skille seg ut fra de enklere modellene for fri konkurranse (Aune & Bye, 2005).

Det norske strømmarkedet forutsetter rikelige tilgang på vann, ettersom om lag 90% av all elektrisitet i Norge kommer fra vannkraft. Vann er et knapphetsgode, og når vi kommer nær terskelen for produksjon av vannkraft, vil det oppstå en situasjon hvor innenlandsmarkedet ikke er i stand til å tilby mengden som er etterspurt. På bakgrunn av dette har vi sett en utvikling av alternative energikilder i Norge, slik som vindkraft. Vindkraftproduksjonen var i 2020 hele 79% høyere enn i 2019 og det var estimert at vindkraft alene sto for 6,4% av norsk kraftproduksjon (Øvrebø, 2021) (SSB, 2022).

2.2 Prisområdeutviklingen

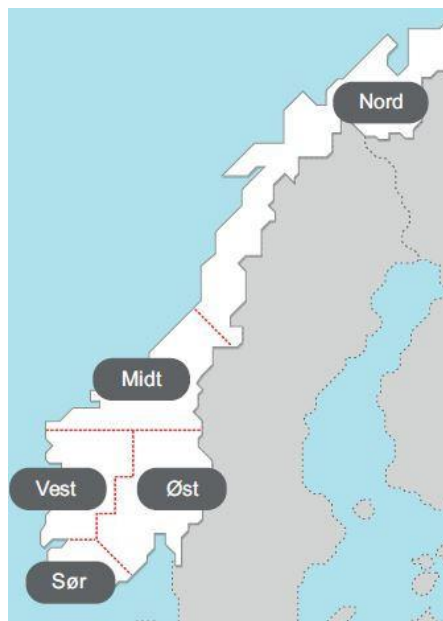
Strømmarkedet i Norge er i dag delt inn i 5 prisområder, hvor det er ulike fungerende prisnivåer. Disse prisnivåene avhenger primært av tilgang på vann i magasiner, midlertidige brudd i strømmettet, og flaskehalsler. Dette er faktorer som vi skal forklare senere i oppgaven.

Tidligere opererte nettet med én samlet sone, hvor hele befolkningen betalte lik pris på strømmen, uavhengig av hvor i landet de var bosatt. I de senere årene har det vært en rekke endringer i strømprisen, som en konsekvens av dereguleringen i 1991. Soneinndeling av strømmen er et av disse virkemidlene, hvor man så at strømmettet i de ulike regionene ikke var i stand til å takle den økende etterspørselen som oppstod i landet. Det var med andre ord ikke

godt nok bygget ut kraftoverføringsnettverk i Norge til at regionene kunne eksportere og importere strømmen sømløst. (Energifakta Norge, 2022)

Den økende etterspørselen stilte nye krav til strømmettet, som kort fortalt har resultert i de ulike soneinndelingene vi har i dag. Tilbudet og etterspørselen i regionene, samt eksport- og importbehovet er styrende for prissetting. Siden utbyggingen av strømmettet har stabilisert seg, har det derfor ikke vært nødvendig å opprette nye soner de siste årene. Vi står da igjen med følgende prisområder:

1. NO1 – Sørøst-Norge
2. NO2 – Sørvest-Norge
3. NO3 - Midt-Norge
4. NO4 - Nord-Norge
5. NO5 – Vest-Norge



Figur 1: Kart over Norges strømsoner. Kilde: (Strøm.no, 2022)

NO1 omfatter Osloområdet, og da det sentrale Øst- og Sørøst-Norge. Øvre grense i sonen finnes i Røros. Valdres og Drammen definerer de vestlige punktene, og sonen strekker seg sørover helt ned til Fredrikstad og Halden.

NO2 omfatter de sørlige delene av landet. Sonen begynner like sør for Bergen, og går så langt nord som til Odda og sørlige deler av Hardangervidda. Grensen strekker seg langs Kongsberg og Notodden, og går så langt øst som til Tønsberg og Horten.

NO3 omfatter Midt-Norge, og da store deler av Trøndelag-området. Sonen begynner ved Sula i sør-vest, og tar med seg deler av Jotunheimen i sør. Her er det et naturlig skillepunkt i Sognefjorden, hvor hver side av fjorden er henholdsvis NO3 og NO5. Sonegrensen beveger seg oppover, og tar med steder som Otta, Folldal og Oppdal. Videre nordover tar den for seg hele bredden på landet. Grensen til NO4 i nord går ved Foldereid og Harran, og nasjonalparkene nord-øst for Snåsa.

NO4 omfatter Nord-Norge. Det gjelder resten av landet nord for NO3. Her er det generelt lavere befolkningstetthet enn de andre sonene, og det er derfor en naturlig større andel kraftverk per innbygger. Derfor er ikke denne sonen delt ytterligere, selv om den dekker et geografisk stort område. For øvrig er det ikke flaskehalsen som stopper flyten, og sonen kan derfor tillate seg å være av størrelsen den er.

NO5 omfatter Vestlandet. Sonen begynner med Bergen i sørvest, og går østover helt til Flå og Golsfjellet ved grensen til NO1. Videre strekker den seg via Årdalstangen, og til fjellkjeden Breheimen i nord. Deretter beveger den nordlige grensen seg gjennom Jostedalsbreen, og har et naturlig skille fra NO3 ved Sognefjorden. (NVE)

2.3 Produksjon i Norge

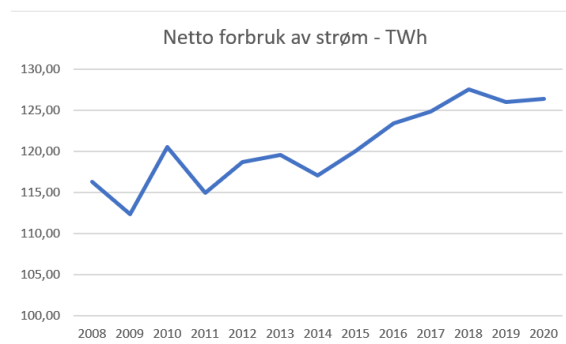
Ved utvikling og økonomisk vekst i samfunnet, vil økt ressursbruk være en uunngåelig konsekvens. Den økonomiske veksten i Norge var på hele 24,8% fra 1995 til 2003, og den økonomiske veksten var da blant de største av de nordiske landene (Aune & Bye, 2005). Det har vært en markant økning i etterspørselen etter energi og andre innsatsfaktorer globalt de siste årene, som en utvikling i produksjon og ny teknologi krever. (NHO)

Dette gjelder også i Norge, hvor etterspørselen etter energi, både for bedrifter og husholdninger, har tilnærmet økt jevnlig de siste årene. Høyere realdisponibel inntekt, noe som har resultert i økt levestandard, har vært med på å øke strømforbruket til den norske befolkningen.

Tabell 1: Total produksjon og forbruk i Norge, i TWh. Kilde: (SSB, 2022)

| År | Total produksjon | Netto forbruk |
|------|------------------|---------------|
| 2008 | 142,11 | 116,31 |
| 2009 | 131,77 | 112,37 |
| 2010 | 123,63 | 120,56 |
| 2011 | 127,63 | 114,94 |
| 2012 | 147,72 | 118,71 |
| 2013 | 133,98 | 119,54 |
| 2014 | 141,97 | 117,06 |
| 2015 | 144,51 | 120,05 |
| 2016 | 148,99 | 123,45 |
| 2017 | 149,40 | 124,83 |
| 2018 | 147,06 | 127,55 |
| 2019 | 134,88 | 126,05 |
| 2020 | 154,20 | 126,42 |

Ser vi på utviklingen fra 1995 til 2020, har det totale strømforbruket i Norge økt fra 104,9 TWh til hele 126,4 TWh. Vi ser da at strømforbruket omtrent har doblet seg i løpet av de siste 30 årene (SSB 2022). I nyere tid ser vi at etterspørselen i det norske kraftmarkedet har steget jevnt, og fra 2008 til 2020 har netto forbruk av strøm i Norge økt med omtrent 10 TWh. Dette er en trend som mange spår at fortsetter inn i fremtiden, hvor elektrisitet erstatter alternative fossile brensler i diverse innretninger. Trenden i markedet er at produksjonen av strøm som regel følger forbruksveksten.



Figur 2: Netto forbruk av strøm i Norge, i TWh. Kilde: (SSB, 2022)

Større etterspørsel etter strøm i Norge krever at man evner å produsere tilstrekkelig med elektrisitet. Hovedressursen i forbindelse med strømproduksjonen innenlands, er helt klart vannkraft. Jevnt over har den stått for over 90% av den totale kraftproduksjonen. Produksjon av vannkraft avhenger av hvor mye vann som siger inn i magasinene, samt hvor fort disse tappes. I og med at majoriteten av produksjonen er av typen vannkraft, vil strømprisen være tett bundet av disse svingningene i tilbud fra kraftverkene.

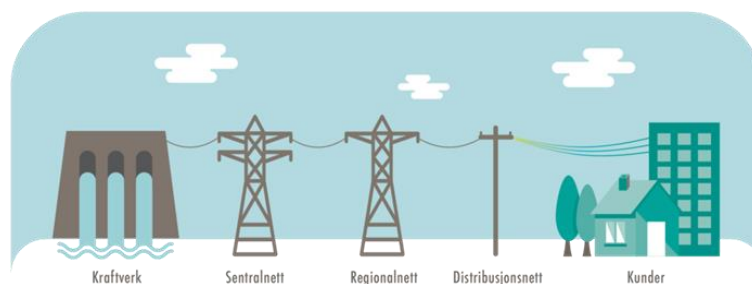
Tabell 2: Produksjon av vannkraft i Norge, i TWh. Kilde: (SSB, 2022)

| År | Total kraftproduksjon | Vannkraft produsert | Vannkraft i prosent av produksjon |
|------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 2008 | 142,11 | 139,98 | 98,50 |
| 2009 | 131,77 | 126,08 | 95,68 |
| 2010 | 123,63 | 117,15 | 94,76 |
| 2011 | 127,63 | 121,55 | 95,24 |
| 2012 | 147,72 | 142,81 | 96,68 |
| 2013 | 133,98 | 128,70 | 96,06 |
| 2014 | 141,97 | 136,18 | 95,91 |
| 2015 | 144,51 | 138,45 | 95,81 |
| 2016 | 148,99 | 143,42 | 96,26 |
| 2017 | 149,40 | 143,11 | 95,79 |
| 2018 | 147,06 | 139,70 | 95,00 |
| 2019 | 134,88 | 126,03 | 93,44 |
| 2020 | 154,20 | 141,59 | 91,82 |

2.4 Strømnettets oppbygning og kapasitet i Norge

Sikker overføring og produksjon er essensielt i samfunnet i dag, da hele næringslivet er avhengig av strøm i sine daglige gjøremål, samtidig som husholdninger også har blitt mer avhengig av sikker strømovertføring. Alle samfunnskritiske funksjoner i samfunnet bygger på en selvfølge om pålitelig tilgang til elektrisitet.

Det fysiske strømnettet deles inn i tre nettnivåer, som samlet har til hensikt å dekke strømbehovet til den norske befolkningen. Forskjellen mellom strømnettets inndeling er spenningen og kapasiteten på nettet. Spenningen er et mål på den kraften som flyter over nettet, og er sammenlignbart med trykket i en vannslange. Spenningen måles i kilovolt (kV) eller volt (V).



Figur 3: Strømnettet i Norge. Kilde: (Norgesnett)

Transmisjonsnettet, eller sentralnettet, binder sammen produsenter og forbrukere nasjonalt og internasjonalt. I Norge strekker nettet seg fra Nordkapp i nord, til Lindesnes helt sør i landet. Transmisjonsnettet operer med spenningsnivåene 300kV, 420kV og i enkelte tilfeller 132kV. Nettet har den høyeste spenningskapasiteten, og overfører store mengder elektrisk energi over

store avstander. Transmisjonsnettene kan sammenlignes med «motorveier», ved at de transporterer strøm mellom regioner.

Regionalnettet dekker regioner og fylker, og er bindeleddet mellom transmisjonsnettene og de lokale strømnettene. Spenningsnivåene på disse ligger vanligvis på rundt vanligvis på 66 eller 132kV. Regionalnettet kan sammenlignes med «fylkesveier», ved at nettet transporterer strøm innad i en region.

Til slutt har vi distribusjonsnettene, som er de lokale strømnettene. Distribusjonsnettene tar for seg den delen av overføringsnettene for elektrisitet som fordeler kraft fra regionalnettet og frem til forbrukeren. Spenningsnivået er som regel 22kV eller 11kV (Statnett, 2018).

2.4.1 Strømnettets funksjon

Strømnettene sammenliknes veinettet på bakgrunn av at det må kunne håndtere alt av svingninger i tilbud og etterspørsel som oppstår til enhver tid. Som med en vei, må man ha kapasitet til å håndtere all trafikken som oppstår. Hovedsakelig innebærer det den økende etterspørselen etter elektrisitet på vinterhalvåret, og bunnivåene rundt sommer-månedene. Samtidig må nettet være utarbeidet slik at det enkelt kan overføres strøm mellom regioner, slik at områder med mindre produksjon får dekket behovet sitt fra andre områder. I og med at strøm ikke er egnet for lagring, og dermed er ferskvare, er det viktig med en pålitelig og sikker overføring innenlands. Produksjon må samsvare med forbruk, og forbruket der det oppstår. Strømnettene må være bygget med en kapasitet slik at de kan takle de timene i året med høy trafikk. Strømnettets kvalitet og kapasitet er derfor en avgjørende faktor for forsyningsikkerheten regionalt og nasjonalt i Norge.

I Norge er Statnett utpekt som systemansvarlig, som innebærer å sikre balanse i kraftsystemet og frekvensregulering. I tillegg er de ansvarlige for å sikre koordinering mellom regioner, håndtere flaskehalser som oppstår, fastsette kapasitet, samt å koordinere handel med andre nasjoner. Statnett er en statseid organisasjon, tilhørende olje- og energidepartementet. I forbindelse med at det ikke er noe poeng å bygge kraftledninger ved siden av hverandre, har Statnett et naturlig monopol til kraftleveransen i Norge (Energifakta Norge, 2019) (Statnett, 2018).

Regionsvis er det mindre nettselskap som har ansvar for å vedlikeholde strømnettene i sitt område. Det er om lag 100 nettselskap i Norge, som har som oppgave å frakte strømmen fra

kraftstasjonene, gjennom nettverket, og ut til sluttkundene. De har ansvar for regionnettene, samt distribusjonsnettene rundt om i landet. Igjen har vi en situasjon med naturlig monopol, slik at det er NVE (Norges vassdrag- og energidirektorat), som setter rammer for inntektene disse nettselskapene kan ta fra forbrukerne. Nettselskapene er private aktører, og er alene om å drifte nettverket på sine geografiske områder. Grunnet det naturlige monopolet, kan ikke sluttkunden velge hvilket nettselskap den vil sogne til. Uavhengig av hvilken ekstern strømleverandør en har, vil man betale nettleie til det selskapet som drifter strømmettet i området (NVE, 2021).

2.5 Flaskehals

Flaskehalsproblemer betyr at det fysiske strømmettet ikke er i stand til å sørge for optimal flyt. Flaskehals oppstår dersom overføringene er større enn linjenes termiske kapasitet. I timer hvor markedsklareringen innebærer en større overføring av kraft enn det er kapasitet til i nettet, oppstår det som regel en flaskehals. Det oppstår da en ny markedsbalanse, hvor flyten holder seg under kapasitetsgrensen. Dette resulterer i en samfunnsøkonomisk kostnad i form av et effektivitetstap (Statnett, 2021). Flaskehalsen gir da en mindre effektiv utnyttelse av det totale kraftnettet. De samlede produksjonskostnadene for kraftnettet blir da høyere enn det det ville vært uten begrensninger i nettet. I motsatt tilfelle, vil mer kapasitet i nettet bidra til at et kraftverk med lavere produksjonskostnader kan produsere mer.

Kirchoffs lover er med på å styre kraftflyten, og gjør håndteringen av flaskehalsene til et problem som er komplekst. En kan anta at ved å redusere overføringene på en linje, kan man unngå flaskehals i nettet, men i realiteten påvirket dette flyten på flere andre linjer i nettet.

I Norge har vi to måter å håndtere disse flaskehalsene på.

- I) Markedsdeling
- II) Motkjøp

Markedsdeling betyr at man tillater prisvariasjon mellom de ulike koblingspunktene i nettet (nodene). Her tillegges det ikke andre restriksjoner enn det å begrense flyten mellom nodene, slik at de andre nodene ikke skades. Dersom denne markedsdelingen fungerer optimalt, ved at overføringen er korrekt, vil både produsenter og konsumenter i ulike noder få de korrekte allokeringsinsentivene ((Bye, Bjørndal, Doorman, Kjølle, & Riis, 2010) s.35). Statnett benytter motkjøp (spesialregulering) for å håndtere disse flaskehalsene internt i de ulike

budområdene. De gjør dette for å «flytte» flaskehalsene til definerte grenser mellom budområder.

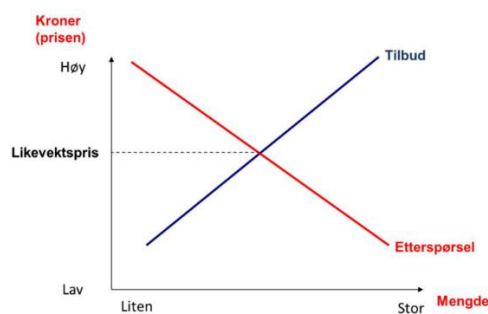
Kapittel 3 – Samfunnsøkonomisk teori

3.1 Tilbud og etterspørsel

For å kunne forstå hvorfor strømprisen varierer regionalt i Norge, er det helt avgjørende å trekke frem tilbud og etterspørsel. Prisdannelsen i markedet blir definert etter hvor mye strøm som produseres og hvor mye som forbrukes.

The law of supply er en samfunnsøkonomisk teori som forteller oss at dersom prisen til et gode øker, så vil mengden tilbudt øke. Dersom prisen synker, vil det motsatte skje; tilbudt mengde i markedet reduseres ((McConnell, Brue, & Sean Flynn, 2013) s. 59). Tilbudskurven representerer hvor stort kvantum som tilbys til ulike priser.

The law of demand er en teori som forteller oss at det er et inverst forhold mellom etterspurt kvantum og pris. Dersom prisen synker, vil etterspurt kvantum øke. Dersom prisen øker derimot, så vil etterspurt kvantum synke ((McConnell, Brue, & Sean Flynn, 2013) s. 54). Etterspørselskurven viser kvantum etterspurt til ulike priser.

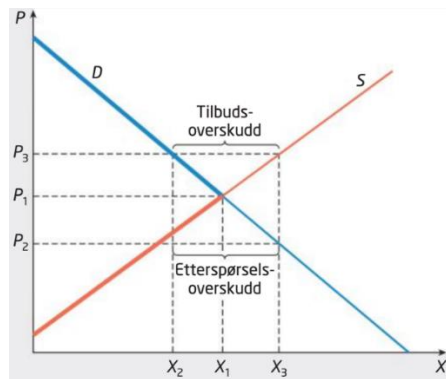


Figur 4: Tilbud og etterspørsel

Figur 4 er en likevektsmodell som viser sammenhengen mellom tilbud og etterspørsel. Vi ser at ved økende priser har leverandørene økte insentiver for å selge mest mulig av varen. På bakgrunn av dette øker tilbudt mengde av varen, samtidig som etterspurt mengde reduseres. Likevektspunktet representerer det punktet hvor kvantum tilbudt av leverandørene er lik etterspurt kvantum fra konsumentene.

3.2 Etterspørselsoverskudd

Markedet vil ikke alltid være i en situasjon hvor etterspørselen er gjensidig med tilbudet. Etterspørselsoverskudd er en markedssituasjon hvor det eksisterer en høyere etterspørsel i markedet enn det produsentene er i stand til å tilby (Thøgersen, Andreassen, & Bredeesen, 2020) s.76). Et resultat av dette er at det blir dyrere for konsumenten. Et etterspørselsoverskudd kan være forårsaket av diverse faktorer – i enkelte tilfeller forekommer det av at tilbyderne har et begrenset utvalg, eller at det er ressursknapphet av et bestemt gode som er med på å begrense produksjonen.



Figur 5: Tilbuds- og etterspørselsoverskudd

Grafisk illustrert antar vi at prisen er p_2 . Etterspørselsoverskuddet representerer område $X_3 - X_2$. Denne markedssituasjonen kan ikke være varig på bakgrunn av at konsumentene ønsker seg X_3 enheter av godet, mens mengden som tilbys kun er X_2 enheter.

3.3 Tilbudsoverskudd

Tilbudsoverskudd er en markedssituasjon hvor produsentene som tilbyr gode til en gitt pris, er villig til å tilby et større kvanta enn det forbrukerne etterspør. Det kan være forårsaket av det eksisterer for mye av et gode, eller at det er for mye av en innsatsfaktor som gir tilbyderne muligheten til å produsere mer til en billigere penge (Thøgersen, Andreassen, & Bredeesen, 2020) s.77)

Tar igjen utgangspunkt i figur 5. Vi kan anta at prisen på godet er p_3 . Tilbudsoverskuddet er lik $X_3 - X_2$. Dette kan heller ikke være en varig markedssituasjon på bakgrunn av at tilbyderne vil selge X_3 enheter av godet, mens forbrukerne kun ønsker å kjøpe X_2 enheter.

3.4 Etterspørselstetisiteter

Etterspørselstetisiteten forteller oss hvor prisfølsomme vi er som forbrukere. Gjennom tetisiteten finner vi ut hvor mye etterspørselen reduseres, ved en prisøkning på 1%. Matematisk ser vi på relativ endring i etterspurt kvantum (x), delt på den relative endringen i prisen (p) (Tomek & Kaiser, 2014).

Formel 1: Etterspørselstetisitet

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{\Delta p} * \frac{p}{x} = \frac{1}{\frac{\Delta p}{\Delta x}} * \frac{p}{x}$$

Etetisiteten kan vises på følgende måte:

- *Uetetisk etterspørsel* ($|E| < 1$), forteller oss at den prosentvise endringen i etterspurt kvantum er lavere enn den prosentvise endringen i pris.
- *Etetisk etterspørsel* ($|E| > 1$), foreller oss at den prosentvise endringen i etterspurt kvantum er høyere enn den prosentvise endringen i prisen.
- *Perfekt uetetisk etterspørsel* ($|E| = 0$), forteller oss at etterspurt kvantum er konstant, uavhengig og prisen øker eller reduseres.

3.5 Tilbudstetisiteter

Tilbudstetisiteten reflekterer produsentenes villighet og mulighet til å justere produksjon enten opp eller ned innen driftstimen. Vi er da interessert i hvilket utslag en økning i prisen tilsvarende 1%, får på kvantumet som tilbys av leverandørene. Matematisk omfatter det utslaget av relativ endring i tilbudsmengde (x) delt på relativ endring i pris (p) (Tomek & Kaiser, 2014).

Formel 2: Tilbudstetisitet

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{\Delta p} * \frac{p}{x} = \frac{1}{\frac{\Delta p}{\Delta x}} * \frac{p}{x}$$

Etetisiteten til tilbudet kan karakteriseres på følgende måte:

- *Uetetisk tilbud* ($|E| < 1$), forteller oss at den prosentvise endringen i tilbudt kvantum er mindre enn prosentvise endringen i pris.

- *Elastisk tilbud* ($|E| > 1$), forteller oss at den prosentvise endringen i tilbudt kvantum er større enn den prosentvise endringen i pris.
- *Perfekt uelastisk tilbud*, forteller oss at tilbudt kvantum er konstant, uavhengig av hva prisen endres til.

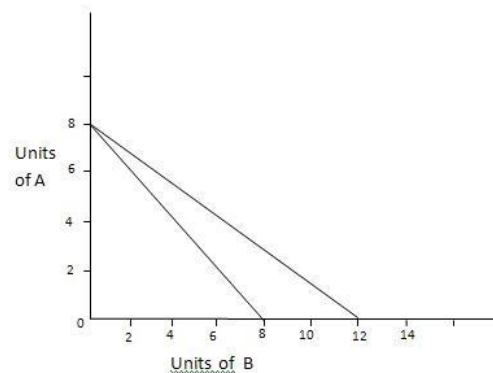
3.6 Konsumentteori

I denne teorien forutsetter vi at konsumenten handler rasjonelt. En rasjonell forbruker, altså konsumenten, vil i all hovedsak innrette seg slik at behovstilfredsstillelsen er maksimert. Forbrukerne i markedet er som regel gitt en eller flere restriksjoner, og i denne oppgaven er forbrukerens inntekt en slik restriksjon.

3.6.1 Budsjettbetingelse

Mesteparten av inntekten i forbrukernes disponible inntekt vil brukes til kjøp av varer og tjenester, altså goder. Forbrukere har som regel ulik inntekt, men for å forenkle situasjonen antar vi at det er én forbruker som har en gitt inntekt, hvor alt i sin helhet skal brukes til forbruk. Spørsmålet konsumenten stiller seg er hvordan han/hun skal fordele inntekten på godene for å oppnå størst mulig behovstilfredsstillelse.

Ved en prisøkning på en forbruksvare, vil konsumenten måtte velge bort noe av godene den tidligere hadde råd til. Det fører til et skifte i budsjettbetingelsen, som innebærer at godekombinasjonene reduseres i total verdi. Grafisk ser vi hvordan forbrukeren kunne konsumere 12 av gode B, hvis all inntekten gikk til å finansiere denne varen. Ved en økning i B, vil nytt maksimalt konsum av B utgjøre 10. Med andre ord får man råd til færre godekombinasjoner mellom A og B.



Figur 6: Budsjettbetingelse for konsumenten

Kapittel 4 – Hva påvirker strømprisene?

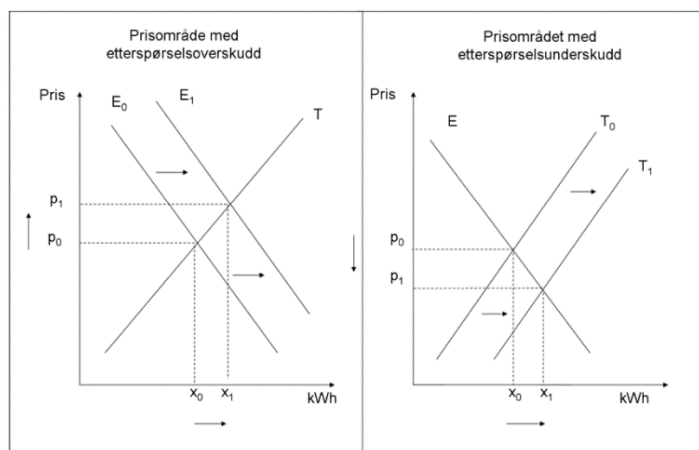
4.1 Strømbørsen NordPool

Prisen på strømsalget i det nordiske markedet styres av Nord Pool. Nord Pool er en markeds plass hvor kjøp- og salg av strøm gjennom de ulike aktørene, avgjøres dagen før budene gjennomføres.

Prisene i det norske kraftmarkedet blir bestemt ved likevekt mellom tilbud og etterspørsel. Kjøpere og selgere leverer inn bud til Nord Pool Spot hver dag før klokken 12. Disse budene presiserer hvilket kvantum som skal kjøpes/selges til ulike priser per time for døgnet som kommer. Basert på budene de mottar, lager Nord Pool Spot en aggregert etterspørsel- og tilbudskurve for det nordiske markedet. Likevekten mellom disse er med på å etablere systemprisen (NordPoolgroup, 2022).

Systemprisene tar ikke hensyn til flaskehalser i overføringsnett, men samtidig er det viktig at nettet ikke overbelastes, noe som betyr at begrensninger i overføringsnett må medregnes. Områdeprisene er de regionale prisene, og bestemmes av den grunn i en såkalt «implisitt auksjon». Etter følgende auksjon får tilbyderne og selgerne vite hvor mye de har kjøpt og hvor mye som skal produseres – og til hvilken pris (NordPoolgroup, 2022).

Dersom det oppstår begrensninger mellom to ulike prisområder, vil det resultere i at områdeprisene er forskjellig fra systemprisene. Dette kjennetegnes ved at et område har etterspørselsoverskudd, og det andre har et etterspørselsunderskudd. Bud på kjøp og salg av kraft aggregeres til en etterspørsels- og tilbudskurve til hvert prisområde. Det er disse områdeprisene som vil være hovedfokuset i oppgaven, da de varierer regionalt.



Figur 7: Likevekt ved etterspørselsoverskudd og etterspørselsunderskudd i regioner.

Figur 7 illustrerer hvordan områdeprisene bestemmes på bakgrunn av at overføringsnettene er begrenset av enten én eller flere flaskehalsar. Prisen øker i prisområdet med etterspørselsoverskudd, og faller i prisområdet hvor det er etterspørselsunderskudd. Kraften vil alltid flyte mellom prisområdet med lavest pris, til det prisområdet med den høyeste prisen. Dette resulterer i at kraften går til de med høyest betalingsvillighet.

4.2 Elastisiteter i strømmarkedet

4.2.1 Etterspørselsetlastisiteter

Bye og Hansen hevder det er en stor variasjon i elastisitetene gjennom året, og disse signifikante variasjonene går helt ned på time- og dagsnivå. Det er særlig store forskjeller mellom sommeren og vinteren, hvor vinteren er den perioden hvor det er mer elastisk etterspørsel. Vinterperiodene er i Bye og Hansens analyse november til april, imens sommerperioden er fra mai til oktober. Man ser generelt sett at det er høyere elastisiteter ved høyere priser.

Sammenligner vi med det svenske markedet, er elastisiteten i Norge høyere enn de svenske, som betyr at det er høyere prisresponsivitet i Norge enn i Sverige. Årsaken til dette er:

I) Sverige har flere langsiktige kontrakter.

II) Mindre oppvarming baserer seg på elektrisitet.

Dette betyr videre at når sluttbrukeren ikke bruker elektrisitet for oppvarming, er det enkelte substitutter for strøm og derav en mindre elastisk etterspørsel.

4.2.2 Tilbudselastisiteter

I «*Market Power in Norwegian Electricity Market: Are the Transmission Bottlenecks Truly Exogenous?*», tar man utgangspunkt i elastisitetene for kraftprodusentene i budområdet NO1. (Mirza & Bergland, 2015)

En kan ikke anta at følgende budområde kan generaliseres til resten av landet, men samtidig forutsetter man i denne analysen at produsentene har lik vurdering av vannverdien. Rapporten «*Kostnader i energisektoren*» forteller oss at det er ulikhet i kostnadsstrukturen blant de norske vannkraftprodusenter (NVE, 2015). Deres villighet til å enten skru opp eller ned

produksjon på kort sikt bør være avhengig av vannverdien, noe som bestemmes av fremtidige priser for vannet.

4.3 Prisområder

Norge er som kjent inndelt i 5 prisområder. Strømprisene varierer etter hvilket område man tilhører. Dette skyldes primært ulik kraftsituasjon mellom de ulike regionene, og at strøm ikke kan flyte fritt på tvers av regionene. Kraften i disse forskjellige områdene benyttes til ulike formål, og blir av sluttbrukeren verdsatt forskjellig. Områdene er ikke avgrenset av geografiske forhold slik som fylkesgrenser, men heller av hvor flaskehalsene i strømmettet er lokalisert (Statnett, 2021).

Disse prisområdene gjenspeiler de strukturelle flaskehalsene, hvor nettet begrenser muligheten til å overføre kraft fra ett område til et annet (Statnett, 2021). Nettet som binder disse prisområdene sammen kaller vi for transportkanaler. Kapasiteten i transportkanalene utgjør en avgjørende faktor for overføringene både internt i Norge og hvor mye vi kan overføre mellom andre land. Disse transportkanalene er en avgjørende faktor for forsyningssikkerheten i Norge.

4.4 Strømpris og væravhengighet

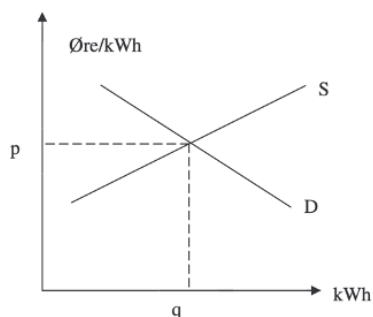
Norge er det landet i Norden som er mest avhengig av vannkraft, noe som forutsetter rikelig tilgang på vann. Vannkraft er av følgende årsak helt essensielt for forsyningssikkerheten i Norge (Statkraft, 2022). Etersom nedbøren varierer over de ulike regionene i landet, over ulike sesonger og fra år til år – varierer prisen også regionalt. Det regner mindre på Østlandet enn det regner i ytre og midtre strøk på Vestlandet.

Med vannkraft utnytter man energien fra rennende vann. Flere vannkraftverk har vannmagasiner, og i enkelte kraftstasjoner ligger det flere kraftstasjoner etter hverandre, noe som muliggjør det å utnytte vannet flere ganger før vannet renner ut i havet (Statkraft, 2022).

Vanntilsiget til magasinene er størst når snøen smelter om våren. Tilsig omfattes som den vannmengden som renner til magasinene og kraftverkene. Tilsiget avtar som regel utover sommeren og høsten, og tidligere har det vært et svært lavt tilsig i vintermånedene, noe som har endret seg i takt med klimaendringene ved at våtere og varmere klima har resultert i økt tilsig over vintermånedene (Koestler, Østenby, Birkeland, Arnesen, & Haddeland, 2019).

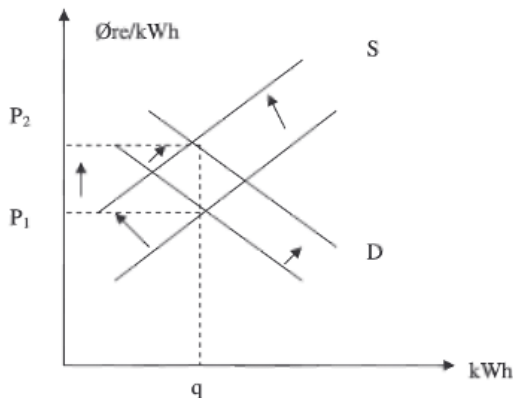
Strømforbruket derimot, varierer i motsatt retning av tilsiget til disse magasinene. Årsaken til dette er at vi i Norge bruker mye strøm til oppvarming, hvor det er estimert at hele 70% av forbruket vårt går til oppvarming. Dette resulterer i at vi bruker større mengder strøm om vinteren enn om sommeren.

Tilsiget er relativt lavt i de månedene hvor etterspørselen er størst. Dersom man ikke har mulighet for å enten importere eller eksportere «restmengden», vil det resultere i store endringer i prisen. Disse endringene kan dempes dersom vi har mulighet til å spare en større vannmengde i magasinene. Dette betyr at i hver periode vil det være en likevekt mellom etterspørsel og tilbud som er med på å bestemme elektrisitetsprisen. Dette kan illustreres slik:



Figur 8: Tradisjonell likevekt

Figuren over illustrerer hvordan likevekten dannes i tradisjonell likevektsteori. Videre, kan vi se på hvordan likevekten blir på vinteren, hvor vi får et positivt skift i etterspørselen på bakgrunn av høyt forbruk, og negativt skift i tilbudet. Overgangen til vinteren fører til at tilsiget til magasinene blir mindre. Dette kan illustreres slik:



Figur 9: Likevekt i strømmarkedet på vinterstid

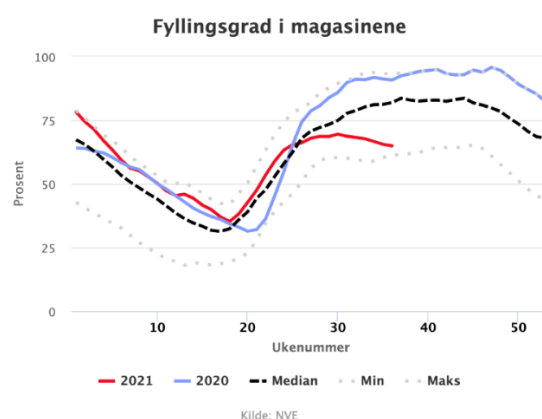
Grafisk ser vi at likevekstmengden blir den samme, prisen derimot blir betydelig høyere. Årsaken til dette er at man betaler mer for den samme mengden strømmen om vinteren enn det man gjør om sommeren. Dette er et resultat av energiknapphet som preger vintersesongene, noe som bidrar til høyere strømpriser.

4.4.1 Mindre strøm på lager

Ettersom Norge er en vannkraftnasjon, setter lagerbeholdningen (vannmagasinene) grunnlaget for store deler av prisen i dag.

Dersom vi tar utgangspunkt i de ulike prisområdene, blir det viktig å se på hvilken betydning vær har for de regionale strømprisene. Ser vi på NO1 (østlandsområdet) hvor våren som regel er varm og tørr, og vinteren kald med noe nedbør, vil en stor mengde snø i fjellene med hurtig snøsmelting resultere i en stor mengde uregulerbar kraft i elvene om våren. Det samme gjelder Sørlandet hvor elvene som regel kommer fra høyfjellet. Kyststrøkene i Vest-Norge og Midt-Norge har som regel mildere vintre med nedbør.

Gjennom de siste årene har det vært perioder med lite nedbør, lite vind og kaldt vær i Øst-Norge, noe som har resultert i rekordhøye priser i prisområde N01. Nord-Norge (N04) derimot, hadde en kald og relativt våt sommer noe som har gitt utslag i dagens pris. Eirik Schröder Amundsen, professor i økonomi ved UiB, hevder at dette har resultert i mer vann i magasinene i Nord-Norge enn lenger i Sør (Skjelvik, 2021).



Figur 10: Fyllingsgrad i vannmagasinene. Kilde: (NVE, 2022)

Dette bilde illustrerer fyllingsgraden i magasinene. Sammenligner vi 2020 med 2021, ser vi at fyllingsgraden i magasinene har falt kraftig. Årsakene kan kort oppsummeres ved at en kaldere vinter resulterte i at mer strøm gikk til oppvarming, noe som tærer svært på lageret, i

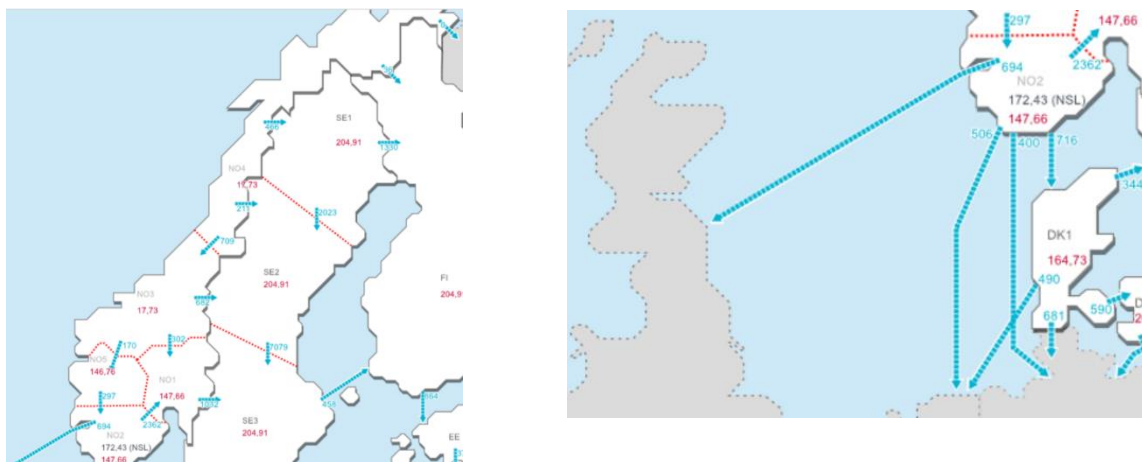
tillegg har det vært mindre snø i fjellene (særlig i region NO1 og NO2) og mindre nedbør har gitt mindre påfyll til lagrene. Disse områdene (NO1 og NO2) befinner seg derfor i en situasjon med etterspørselsoverskudd, på bakgrunn av vannressursknapphet i magasinene. Produsentene har da begrenset tilgang til en helt avgjørende innsatsfaktor, noe som gir utslag på strømprisen for den norske befolkningen.

4.5 Overføringskapasitet og utenlandsforbindelser

4.5.1 Innenlands strømflyt mellom regionene

Det eksporteres og importeres overskuddselektrisitet mellom de ulike regionene i Norge, for å dekke de behovene ulike landsdeler krever. Disse lokale strømutvekslingene påvirker følgelig prisene i de forskjellige regionene, da et lavere tilbud på et geografisk område, vil gjøre at man øker betalingsvilligheten på strømmen. Det er også direktelinjer til land i Europa, som vi skal komme nærmere inn på senere.

Vi benytter 1 februar 2022 klokken 10:00 som benchmark, for å illustrere hvordan strømmen typisk forflytter seg i det norske kraftnettet. Det vil selvsagt være faktorer, som vær og årstid, som gjør at eksporten og importen varierer stort. Samtidig gir oversikten et bilde på hvordan kraftutvekslingen kan foregå en spesifikk dag (Statnett, 2022).



Figur 11: Strømflyt mellom regioner. Kilde: (Statnett, 2022)

Vi ser av figur 11, hentet fra Statnetts oversikt over flyt i det nordiske kraftsystemet, at det foregår en rekke overføringer. Tallene er oppgitt i MWh. Elspotprisen for gjeldende time fra

kraftbørsen NordPool, var på €32,90 per MWh, som tilsvarer ca. 333,6 NOK per MWh. (Toll, u.d.)

Fra sone NO4 i nord, ser vi at det utelukkende er eksportering av elektrisitet. Størstedelen av det de eksporterer går til NO3. Samtidig har de en god del eksport til Sverige, og noe til Finland.

I sone NO3 importeres det 703 MWh fra NO4. Dette redistribueres i nettet, og 682 MWh går til den svenske sonen SE2. Henholdsvis 302 og 170 MWh sendes til NO1 og NO5. Sonen i Midt-Norge har derfor en positiv nettoeksport, hvor det produseres nok strøm til å kunne eksportere videre.

I NO5, som er Vestlandet, er det færre utvekslinger. Sonen går også med positiv nettoeksport, da de eksporterer 127 MWh mer enn de importerer fra NO3. Denne eksporten går ned til sonen på Sørlandet.

NO1 er som kjent Østlandet, og her er den totale importen lik 2664 MWh. Samtidig eksporteres det 1032 MWh videre til den svenske sonen SE3, som gjør at det totale kraftunderskuddet er 1632 MWh.

Til slutt har vi NO2, som er Sørlandet. Denne sonen er noe spesiell, da det er direkteforbindelser for krafthandel til andre europeiske land. "The North Sea Link" er en undersjøisk kabel som knytter det nordiske kraftmarkedet med det britiske markedet. Samtidig har vi forbindelser med Tyskland, Danmark og Nederland via NO2, som gjør at sonen er svært aktiv i handel mellom strømmarkedene. Vi ser fra oversikten at Sørlandet importerte kun 297 MWh. Av eksport så sendte de 694 MWh til Storbritannia, og totalt 1622 MWh til Tyskland, Nederland og Danmark. I tillegg eksporterte de 2362 MWh til NO1. Samlet eksport var derfor 4678 MWh, og nettoeksporten kom derfor på 4381 MWh.

Det er åpenbart stor strømjustering internt i Norge. Det eksporteres og importeres mellom regionene, avhengig av hvor stor produksjon og behov de ulike sonene har. Variasjonene er selvsagt store, og dette er kun en illustrasjon på hvordan en spesifikk dag kan se ut i markedet. Vi skal se mer på Norges tilknytning til det utenlandske strømmarkedet under (Statnett, 2022).

4.5.2 Nord-Norge har Europas billigste strøm

Tar vi utgangspunkt i Nord-Norge (NO4) er situasjonen noe annerledes; Nord-Norge har Europas billigste strøm. Gode vann- og vindforhold kommer frem som grunnen til at landsdelen har den billigste strømprisen, samtidig har de begrenset kapasitet i strømmettet slik at de ikke får fraktet strøm ut av regionen. Det har derfor oppstått en situasjon hvor de har et strømoverskudd som betyr at de har mer strøm enn det de klarer å forbruke. Det estimeres at dersom denne utviklingen fortsetter over sommerhalvåret, kan det resultere i perioder med gratis strøm i nord (Holgersen & Lysvold, 2022). En annen viktig årsak til at strømprisen er lav i Nord-Norge er fordi de er integrert med strømmarkedet i Nord-Sverige, hvor prisene har holdt seg relativt lave og stabile over en lengre periode (Hovland, 2021). Nord-Norge er tett forbundet med Nord-Sverige via to forbindelser. Samtidig er det en kraftig vindkraftutbygging på gang i Nord-Sverige, noe som vi gi ytterligere overskudd i fremtiden.

Et omfattende problem med Nord-Norge er at de er lite integrert med resten av Norge. Overføringskapasitet fra Nord-Norge til resten av Norge er rett og slett for dårlig, og kraften blir av den grunn til dels «innestengt kraft». Nord-Norge befinner seg derfor i en markedssituasjon med tilbudsoverskudd. Strømprodusentene tilbyr befolkningen en større mengde strøm enn det som etterspørres, som gir utslag i prisen.

4.5.3 Dårlig overføringskapasitet mellom Midt-Norge og Sør-Norge

Statnett har påpekt at flaskehalsene har oppstått som følge av for dårlig overføringskapasitet mellom Midt-Norge (NO4) og Sør-Norge (NO2). Mellom Midt- og Sør-Norge har det historisk vært svært liten kapasitet, og derav lite kraftutveksling noe som har ført til stor prisdifferanse. Flaskehalsene i sør fremholdes som en av hovedforklaringene på at prisen er over 11 gangeren av prisene i nord (Ertesvåg, 2022). Nord-Norge produserer opp mot 28 TWh kraft i året, men bruker bare 20 TWh i regionen (Statnett, 2022). Overskuddet tilsvarer omtrent 50% av det totale kraftoverskuddet i Norge i 2022, men framfor å sende overskuddet til de sørlige regionene, går mesteparten til Midt-Norge og Nord-Sverige (Ertesvåg, 2022). En bedre kabelkapasitet ville bidratt til en bedre utjevning av prisene. Statnett har derfor besluttet å investere 60-100 milliarder kroner i strømmettet i fremtiden. Dette betyr økt kapasitet innad i Norge, eksempelvis en ny og bedre forbindelse mellom Midt-Norge og Vestlandet, som Statnett allerede har påbegynt. Disse investeringene vil i all hovedsak bidra til mindre flaskehals og et forbedret nett, samtidig som det vil redusere regionale prisforskjeller.

4.5.4 Sør-Norge mer integrert i Europa

Norge har hele 17 utlandsforbindelser, og disse er særlig koblet til den sørlige delen av Norge. 1 oktober 2021 lanserte Statnett «The North Sea Link», en 720 kilometer lang strømkabel som strekker seg fra Kviteseid i Rogaland til Blyth i England (Statnett, 2022). Hensikten med North Sea Link er å fremme forsikringssikkerhet i begge land og fremme både nasjonale og internasjonale mål innen fornybar energi og klimatiltak (Statnett, 2022). Den raske omveltningen i Storbritannia fra kull og gasskraft til vindkraft har resultert i at Storbritannia ikke har nok strøm om dagen, men overskudd om natten. Dette betyr at Norge eksporterer langt mer enn det som blir importert fra England, ettersom det grønne skifte har bydd på svært uforutsigbare og væreavhengig strømpriser for innbyggere i Storbritannia (Hovland, 2021). Tidligere har strømprisene i områder sør i Norge vært koblet opp mot prisområder i Norden, som over en lengre periode har vært lave og stabile med god forsyningssikkerhet. Vi er nå koblet opp til nye og ustabile prisområder i Europa som har forårsaket dyrere priser i Norge og da særlig i Sør.

4.6 Konsumentteori i strømmarkedet

Tar vi utgangspunkt i Norge som et lukket marked, stiger strømprisene når tilbudet blir redusert og etterspørselen øker. Et positivt skifte i etterspørselen, eller et tilsvarende negativt skifte i tilbudet, vil føre til at befolkningen reduserer forbruket av elektrisitet. Dette vil gi både inntektseffekt og substitusjonseffekt.

De høye strømprisene isolert sett har og vil fortsette å påvirke husholdningenes disponible realinntekt (Nilsen, 2021). Når prisen på strøm går opp, påvirker det konsumentenes budsjettbetingelser. Forbrukere får altså mindre goder for tilsvarende inntekt, og står mellom å enten redusere forbruket av elektrisitet eller redusere etterspørselen etter andre varer og tjenester. Konsumeringsbeslutninger blir videre påvirket ettersom adferden endres på bakgrunn av de høye strømprisene. Konsumprisindeksen har steget med 3,5% fra desember 2020 til desember 2021, hvor de høye strømprisene helt klart er den største bidragsyteren (Økland, 2021). Dette er fordi strømpriser er en viktig del av husholdningenes kostnader, og når prisen på elektrisitet øker med hele 70% fra 2020 til 2021, er det svært mange norske innbyggere som merker det på lommeboken. Særlig befolkningen i Sør-Norge har fått økte kostnader (Nilsen, 2021).

Substitusjonseffekten kommer som følge av at forbrukere ser på andre alternative energikilder som mer attraktivt sammenlignet med strøm. De forbrukerne som har mulighet vil da heller benytte seg av substitutter slik som olje, ved, gass eller parafin. Videre, kan man konstatere at prisutviklingen på strøm rammer sosialt skjevt, ettersom andelen av et familiebudsjett som går til strøm vil avta med økende inntekt. Det betyr at det merkes forholdsvis mer for familier med lav inntekt.

Kapittel 5 – Data og Metode

Vi vil nå bruke metode for å analysere data som er hentet fra NordPool. Vi ser på byene Oslo, Kristiansand, Bergen, Trondheim og Tromsø, som er fremtredende i hver sin prissone, og dermed representerer de hele området de tilhører. Vi avgrensner oppgaven til å fokusere kun på Norges data, og analysere Norges situasjon alene, uten å utføre sammenligninger til andre land. Strømpriser har mange påvirkningsfaktorer, og vi velger dermed noen sentrale variabler som kan ha en påvirkning på strømprisene.

Innledningsvis starter vi med en deskriptiv statistisk analyse av prisvariablene. Her ønsker vi å inkludere alle de forskjellige prissonene. Videre inn i multippel regresjonsmodellen tar vi kun med oss Oslo og Tromsø, og sammenligner funnene her opp mot hverandre. Dette vil gi oss en empirisk antydning på hvordan forskjellige variabler påvirker strømprisene.

Prisforskjellene i nord kontra sør er store og fremtredende, så det er nærliggende å bruke ytterpunktene i dataen for å se etter forklaringsvariabler. Vi starter med OLS-modellen og analyserer de forskjellige variablene som vil bli tatt i bruk. Dermed utfører vi en regresjonsanalyse, ser på signifikansnivå og analyserer funnene for så å ha en avsluttende diskusjon. Vi vil bruke Stata til å sammenlikne data, og videre konstruere en presentasjon av funnene i Excel.

5.1 Deskriptiv data over strømprisene regionalt

Dataen vi tar i bruk i vår deskriptiv statistiske modell under er hentet fra uke 1 til uke 12 i henholdsvis 2020, 2021 og 2022. Disse ukentlige målingene mener vi vil være tilstrekkelig for å fastslå sammenhenger rundt varierende strømpris regionalt, samt utviklingen i prisene fra år til år. Vi velger å starte med deskriptiv statistikk for å få analysert grunnleggende observasjoner fra datainnsamlingen. Et kjapt innblikk i gjennomsnitt, minste verdi og max verdi, og vi får også et innblikk i hvor spredt verdiene vi opererer med er. Vi ønsker her å gi

en innføring i prisforskjellene, for så å videre i analysen gå inn på utvalgte byer, påvirkningsfaktorer, og presenterer noen uavhengige variabler.

Tabell 3: Strømprisen i Norge. Kilde: (NordPool group, 2022)

| Variable | Obs | Mean | Std. Dev | Min | Max |
|-------------------|-----|---------|----------|---------|---------|
| Oslo-2020 | 12 | 166,81 | 76,19 | 86,60 | 305,72 |
| Kristiansand-2020 | 12 | 166,26 | 76,69 | 86,60 | 305,72 |
| Bergen-2020 | 12 | 166,79 | 76,19 | 86,60 | 305,72 |
| Trondheim-2020 | 12 | 169,56 | 60,51 | 90,49 | 259,18 |
| Tromsø-2020 | 12 | 169,30 | 60,25 | 90,49 | 257,78 |
| Oslo-2021 | 12 | 498,27 | 103,55 | 362,07 | 698,15 |
| Kristiansand-2021 | 12 | 478,67 | 80,46 | 362,07 | 626,72 |
| Bergen-2021 | 12 | 497,72 | 102,84 | 362,07 | 698,15 |
| Trondheim-2021 | 12 | 391,26 | 118,34 | 217,24 | 542,54 |
| Tromsø-2021 | 12 | 358,18 | 100,23 | 217,18 | 503,29 |
| Oslo-2022 | 12 | 1489,61 | 297,38 | 1076,03 | 2072,93 |
| Kristiansand-2022 | 12 | 1489,59 | 297,39 | 1076,03 | 2072,93 |
| Bergen-2022 | 12 | 1475,70 | 301,18 | 1075,22 | 2073,42 |
| Trondheim-2022 | 12 | 195,90 | 93,38 | 131,73 | 460,54 |
| Tromsø-2022 | 12 | 187,06 | 91,06 | 131,73 | 457,22 |

I tabellen over er en oversikt over data samlet opp og hentet gjennom NordPool innenfor gitt tidsperiode. Verdiene er på formen nok/MWh. “Obs” illustrerer at vi har 12 observasjoner som har blitt tatt fra hver variabel. Dette er de 12 første ukene i 2020, 2021 og i 2022. Dataen illustrerer gjennomsnittsprisen som har vært gjennom disse ukene. Vi har fordelt dataopt samlingen, for å illustrere hver enkelt prissone gjennom disse 3 årene.

“Mean” forteller oss gjennomsnittsverdien imellom hver av observasjonene fordelt på de 12 første ukene. Gjennomsnittet er en viktig faktor som vi vil ta med oss videre i analysen. Vi finner gjennomsnittet ved å ta summen av verdiene hentet, og deler da på antall observasjoner vi har tatt med.

Formel 3: Gjennomsnitt

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

\bar{X} = Gjennomsnittet av observasjonene

Σ = Summetegn (sigma)

X = Observasjons verdiene

N = antall observasjoner

“Std. dev” forteller oss spredningen i observasjonene vi har anført. Den viser oss gjennomsnittlig spredning fra gjennomsnittet, og høyere standardavvik forteller oss at det er større variasjon i observasjonene. Standard deviation, eller standardavvik, finner vi ved å ta

summen av observasjonene minus gjennomsnittet opphøyd i andre, for så å dele dette på antall observasjoner minus 1. Vi tar kvadratroten av variansen for å finne standardavviket, og den forteller oss den gjennomsnittlige avstanden fra gjennomsnittet.

Formel 4: Standardavvik

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}}$$

SD = Standard deviation (Standardavvik)

Σ = Summetegn (sigma)

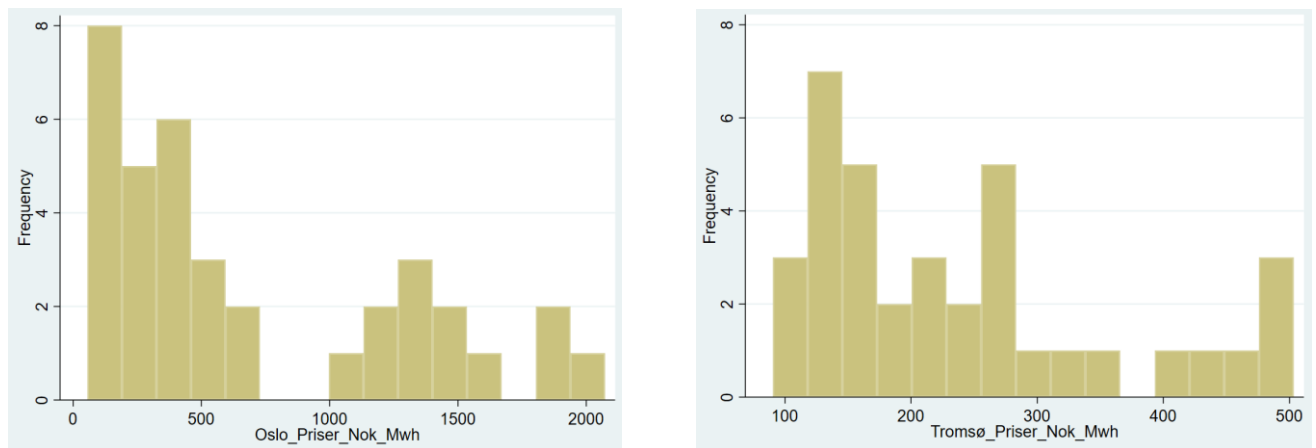
X = Observasjons verdiene

\bar{X} = Gjennomsnittet av observasjonene

N = Antall observasjoner

I den deskriptive statistikken har vi presentert standardavvik, og her kan man se standardavvik for Oslo, Kristiansand og Bergen. Vi nevner disse tre fordi de går fra 76. poeng i 2020 og øker til 297.4 for Oslo og Kristiansand, og Bergen øker til 301.2. Selv om det har vært en markant økning innenfor disse byene, er det viktig å poengtere at det fortsatt er et lite standardavvik, og dataen som har blitt innhentet holder seg i nærheten av hverandre. I både Trondheim og Tromsø ligger standardavviket rundt 100. I 2020 lå det på 60, i 2021 var avviket på ca. 100, og i 2022 har denne sunket til en verdi på 90. Dette viser at strømprisene har vært mer stabile nordover enn sørover i landet.

Vi kan også se på tabellen for minimum og maksimum verdi. Gjennom min og max verdi får vi få sett spredningen på verdiene som er oppgitt, og vi kan dermed bruke disse i samhold til standardavvik. I Oslo er differansen 219.1 i 2020, mens i 2022 har denne differansen økt til 996.9. Så her får vi vite at det har vært større variasjon i prisene for Oslo de første 12-ukene i 2022, enn det var de første 12-ukene i 2020. En annen viktig observasjon er at minste verdien for 2022 er høyere enn maksimum verdi for 2020. Et annet interessant funn er å forskjellen mellom maksimum verdi for Oslo og Tromsø i 2020 og i 2022. I 2020 er differansen på maksimum verdi på 47.9, og i 2022 er differansen på 1615.7. Dette forteller oss om svært store forskjeller mellom prisutviklingen i de respektive prissonene.



Figur 12: Strømpris i Oslo og Tromsø - NOK/MWh. Kilde: (NordPool group, 2022)

I histogrammene over illustrerer vi Prisene per MWh i Oslo og Tromsø. Her kan vi se en stor spredning hvor maksimum verdi for Tromsø er i overkant av 500 nok/MWh, mens i Oslo har vi da et maksimalt nivå på litt over 2000kr per MWh. Innenfor 2020 og 2021 var høyeste verdien for Oslo på 571 kr per MWh, så den store spredningen opp mot 2000kr kommer av en markant økt strømpris i 2022.

Allerede i 2021 økte strømpriser, og det var høyere priser enn tidligere år. En spesiell situasjon ser vi med Trondheim og Tromsø, hvor prisen økte fra 2020 til 2021, mens den ble redusert i perioden 2021 til 2022. Den deskriptive statistikken over analyserer byene alene, men ved å ta gjennomsnittet fra denne modellen kan vi se på standardavvik og min og max mellom de forskjellige byene i et gitt år.

5.2 Innføring i Hypotesetesting

Hypotesetesting går ut på å teste en bestemt hypotese. Vi etablerer en nullhypotese, H_0 , og en alternativhypotese, H_1 . Påstanden vi ønsker å påvise ligger i alternativhypotesen, mens nullhypotesen er en motsigende påstand som vi ønsker å forkaste (Woolridge, 2020)s.121). En typisk nullhypotese vil påstå at “det ikke er forskjell i pris mellom de ulike strømsone i Norge”.

For å utføre en hypotesetest så må vi ta i bruk testvariabler og finne den kritiske verdien som er avgjørende for å kunne bekrefte eller avkrefte påstanden. Når vi skal utføre hypotesetester

vil vi forholde oss til konfidensintervall på 95%. Dette betyr at vi får et signifikansnivå, α , lik som 0.05.

Formålet med hypotesetestingen er å se hvorvidt forskjeller i strømprisen kan generaliseres for strømmarkedet. Vi ser da på gjennomsnittsverdien for strømprisen i de respektive årene, og ser om det er signifikante forskjeller mellom variablene. I vår hypotesetest har vi følgende hypoteser;

H_0 : Det er ikke forskjell i pris mellom de ulike strømsone i Norge.

H_1 : Det er forskjell i pris mellom de ulike strømsone i Norge.

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

Når vi skal utføre hypotesetester tar vi hovedsakelig i bruk to tester, f-test og en t-test. Disse testene vil vi nå gi en innføring i, og vil bli tatt i bruk videre i analysen.

5.2.1 F-test (Anova analyse)

En f-test undersøker gyldigheten/relevansen til regresjonsanalysen. Testen viser hvor mye av variasjonene som kan forklares av de uavhengige variablene, samt hvor mye som ikke kan forklares av de valgte variablene. I en f-test kan vi se på flere uavhengige variabler samtidig. Fra Anova-testen får vi en f-verdi, som måler forholdet mellom den forklarte og den uforklarte variansen. Jo høyere f-verdi vi får i analysen, jo mindre sannsynlig er det å kunne forkaste hypotesen, gitt at nullhypotesen er sann.

Tidligere forklarte vi at vi forholder oss til et konfidensintervall lik 95%, og dermed et signifikansnivå på 0,05. Dette betyr dermed ved en f-test vil vi få en kritisk verdi fra $F_{\alpha, h, n-k}$. Kritisk verdi er den verdien som gir oss null. Vi vil utføre en f-fordeling av testobservasjonene (TS), gitt signifikansnivået.

Formel 5: F-test

$$TS = \frac{(SSR_R - SSR_{UR})/h}{(SSR_{UR})/n - k} \sim F_{\alpha}(h, n - k)$$

SSR_R er notasjonen for residualkvadratsummen med restriksjoner, mens SSR_{UR} , er residualkvadratsummen uten restriksjoner. Vi ønsker her å se på endringen i SSR gitt

restriksjoner, og dersom det er betydelige endringer vil vi kunne forkaste nullhypotesen. H forklarer antall restriksjoner under nullhypotesen, mens k er antall parametere, og n er antall observasjoner. Beslutningsregelen er altså at dersom $TS > F\alpha(h, n - k)$, kan nullhypotesen forkastes.

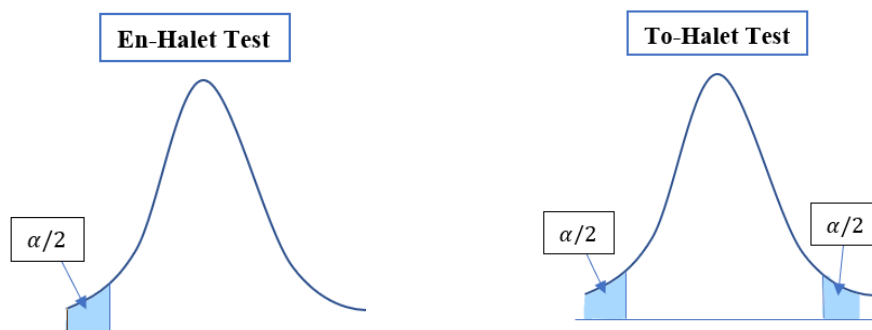
5.2.2 T-test

En t-test er en hypotesetest hvor vi ønsker å finne ut om funnene i regresjonen kan generaliseres. Vi ønsker å teste om datasettet er et statistisk tilstrekkelig bevis for at de uavhengige variablene er like eller ulike en måleverdi. Her ser vi på om $\beta = 0$ i OLS-ligningen.

Formel 6: T-test

$$TS = \left| \frac{b_i - \beta_i}{se_{b_i}} \right|$$

Her ser vi at b_i er lik korrelasjonsverdien i regresjonsanalysen, med hensyn på den uavhengige variabelen vi ønsker å utføre test av. Vi deler på standardavvik og får dermed ut en t-statistikk, som vi ønsker skal være utenfor den kritiske verdien. En-halet hypotesetesting er en retningsbestemt testing, hvor vi ser på om påstanden fører til positiv påvirkning. Her ønsker vi en statistisk t-verdi over den kritiske verdien. En to-halet hypotesetesting er ikke retningsbestemt, og vi kan dermed se på forskjellen en påstand har som innvirkning. Her vil vi få en positiv og negativ verdi for den kritiske verdien, og vi ønsker å ha en statistisk t-verdi utenfor intervallet mellom de oppgitte kritiske verdiene.



Figur 13: Enhalet og tohalet t-test

I analysen velger vi igjen 5 % signifikansnivå, som innebærer at vi med 95% sikkerhet kan vurdere om variablene korrelerer. Vi vil finne den kritiske verdien her på samme måte som i f-testen, bare ved bruk av en annen tabell på, $t_{\alpha, n-k}$. Hvis t-verdien ikke overstiger kritisk verdi, vil vi beholde nullhypotesen ((Woolridge, 2020)s. 121). Det innebærer at vi ikke kan være sikre på at forskjellene i variablene kan anses som tilfeldige. Med andre ord at det ikke er forklarende for endringer i den avhengige variabelen.

5.3 Innføring i Minste kvadraters metode (OLS)

Minste kvadraters metode vil gi oss eksplisitt kontroll over flere variabler, som simultant påvirker en gitt avhengig variabel ((Woolridge, 2020) s. 67). Vi bruker notasjon Y for en avhengig variabel. X står for uavhengig variabel, og denne blir brukt til å se sammenhengen disse variablene har med den avhengige variabelen.

Multipel lineær regresjon (MLR) kan være med på å forklare sammenhengen mellom flere variabler. β_0 er et konstantledd. β_i er den respektive helningskoeffisienter, og estimerer endringer i Y som ved én enhets økning i relevante x, gitt at alt annet er likt. $X_i * \beta_i$ er altså stigningstallet til den avhengige variabelen. Parameteren u illustrer avvik som er relevant i sammenheng med den avhengige og de uavhengige variablene. Den illustrerer effekten av variablene som ikke blir tatt med i analysen. u kan bli sett på som det uobserverte, og er et stokastisk restledd som inneholder effekten av variabler som ikke har blitt målt ((Woolridge, 2020)s.21). Vi ønsker et normalfordelt restledd, som har en konstant varians, og som ikke er avhengig av andre restledd. MLR modellen fremstilles slik:

Formel 7: MLR-modell

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

Når vi estimerer linjen med OLS-estimatorer, så ønsker vi å minimere summen av variansen. Dette vil bli kvadratet til avviket mellom den uavhengighets variable og de estimerte verdiene. Vi kaller dette den predikerte regresjonslinja, som illustreres som en funksjon;

Formel 8: Predikert regresjonslinje

$$\hat{Y} = a + \hat{\beta} x_i$$

β parameteren er altså stigningstallet for den uavhengige variabelen X_i . For å finne frem til

stigningstallet, vil vi ta summen av alle X og trekke fra gjennomsnittet på alle observasjonene som har blitt utført. Samme gjør vi med Y, og deretter ganger vi disse funnene med hverandre. Summen av dette deles på summen av alle X, trukket fra gjennomsnittet opphøyd i 2, illustrert under;

Formel 9: Stigningstallet i regresjonslinjen

$$b = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2}$$

Ved å utrede denne modellen ønsker vi å få estimert verdier for variablene β_i , da det er viktig å undersøke hvor godt modellen måler det vi faktisk er ute etter. Dette finner vi ved å se på determinasjonskoeffesienten, med notasjon R^2 . Determinasjonskoeffesienten belyser variasjonene i Y forklart av variasjon i X. Formelen for å finne R^2 , er følgende;

Formel 10: Utledning R^2

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

SSE står for forklart kvadratsum, som illustrerer variasjonene vi finner i den avhengige variabelen. SST står for total kvadratsum, og dette er den totale variasjonen vi finner i den avhengige variabelen. $SSE = SST - SSR$, hvor SSR står for summen av residualkvadratsum, og viser til de variasjonene som er uforklarte i regresjonsanalysen. R^2 ligger et sted imellom 1 og 0, hvor $R^2 = 1$, som betyr at all variasjonen vi kan finne i den avhengige variabelen kan forklares av datasettet. Ved $R^2 = 0$, vil ingen av variasjonene i Y forklares ved hjelp av uavhengige variabler i datasettet.

Nå som vi har introdusert OLS modellen, så ønsker vi å belyse variablene som vil bli brukt videre når vi skal se på det empiriske resultatet vi oppnår. Vi starter med å introdusere den avhengige variabelen, Y. Videre ser vi på de uavhengige variablene, β , som vi ønsker å sette opp med Y.

5.3.1 Avhengig variabel

Den avhengige variabelen (Y) kan enten være Norges strømpriser samlet, eller deles opp i regionene. Ved å dele opp prisen regionsvis, kan det utføres flere regresjoner for å se på hvor mye forskjellige faktorer påvirker den avhengige variabelen i en gitt prissone. De avhengige variablene vi vil foreta videre i teksten, er de samlede strømprisene for Oslo og Tromsø i

perioden 2020 til 2022, og de 12 første ukene innenfor hvert år. Her vil vi ta i bruk tall på formen nok/MWh.

Tabell 4: Avhengig variabel - Oslo og Tromsø.

| Variable | Obs | Mean | Std.dev | Min | Max |
|----------------------|-----|--------|---------|-------|--------|
| Os_samlet (NOK/MWH) | 36 | 718.22 | 598.2 | 86.6 | 2072.9 |
| Tro_samlet (NOK/MWH) | 36 | 238.18 | 119.8 | 90.49 | 503.3 |

5.3.2 Uavhengige variabler

Når vi skal utføre en regresjonsanalyse, ønsker vi å se sammenhengene mellom den avhengige variabelen vi etablerte tidligere, og et utvalg uavhengige variabler. Disse kan man også kalle årsaksvariabler. Vi ønsker å se hvilken effekt de uavhengige variablene har på den avhengige variabelen. Her vil vi gå inn på den hydrologiske balansen, som består av to faktorer knyttet til vannmagasinene i Norge. Vi legger hovedvekt på vannkraftproduksjon, som er svært viktig i den totale kraftproduksjonen. Vi regner med å kunne se sammenhenger mellom fyllingen i vannmagasinene og strømprisen. (NVE, 2022)

5.3.2.1 Magasinstatistikk

Magasinstatistikken er den første delen av det vi omtaler som den hydrologiske balansen. Den viser gjennomsnittet av vannstandsmålinger hos de 489 viktigste vannmagasinene i landet. I hvert magasin omregnes vannvolumet til energiinnhold, som igjen deles på den totale kapasiteten vannmagasinet holder. Vi får da fyllingsgraden i magasinet, og dette sammenliknet med historiske verdier. Magasinstatistikken ser vi i sammenheng med strømprisen, da prisen er avhengig av produksjonsnivået i vannkraftverkene. (NVE, 2022). Vi vil ta i bruk magasinavvik, for å se om nedbørs energien har en positiv eller negativ verdi i ukene brukt i den avhengige variabelen. (NVE, 2022)

Tabell 5: Uavhengig variabel – magasinavvik.

| Variable | Obs | Mean | Std.dev | Min | Max |
|--------------|-----|-------|---------|--------|-------|
| Magasinavvik | 36 | 1.344 | 7.077 | -11,27 | 10,61 |

Av analysen ser vi at det gjennomsnittlig har vært positiv fylling i magasinene i perioden. Det vil si at magasinfyllingen har vært marginalt høyere sammenliknet med de historiske nivåene. Standardavviket er relativt høyt, som forteller oss at det har vært større svingninger i

perioden. Dette kommer av en lavere fyllingsgrad i 2022 sammenlignet med 2021 og 2020. Minimum og maksimum verdi varierer i området mellom +/- 10% av historiske nivåer.

5.3.2.1 Avvik i snø, mark- og grunnvann

Den andre variabelen vi ønsker å fokusere på, er avvikene i snømengde, mark- og grunnvann. Dette er vann som faller innenfor nedbørsfeltene til magasinene. Med andre ord er det tilsig til magasinene, som i fremtiden skal bidra til kraftproduksjon. Verdiene er hentet fra meteorologisk institutt, og kalibreres opp mot observerte tilsig og avløp. Videre vil man estimere det totale tilsiget som bidrar i kraftproduksjonen. Ser igjen på historiske data i sammenligningen, og hvordan dette varierer i forhold til historiske verdier av tilsig. (NVE, 2022)

Tabell 6: Uavhengig variabel - snø, mark- og grunnvann

| Variable | Obs | Mean | Std.dev | Min | Max |
|-------------------------------|-----|-------|---------|--------|-------|
| Avvik snø, mark- og grunnvann | 36 | 0,694 | 11,163 | -14,66 | 22.75 |

I avviksanalysen av snø, mark- og grunnvann, ser vi at vi har et lavere positivt gjennomsnitt. Dette innebærer at vi har hatt noe større tilsig i magasinene sammenliknet med de historiske dataene. Her har vi også et enda større standardavvik, som innebærer at det har vært store variasjoner mellom 2020 og 2021. Dette gjenspeiles i minimum- og maksimumsverdi på observasjonene, som varierer mellom ca. - 15% og 23%.

Opprinnelig ønsket vi her også å ta med import og eksport av strøm som en uavhengig variabel, men den dataen som ble sendt ut av Statnett visste det seg å være feil i, og vi valgte dermed ikke å ta i bruk disse dataene. Det er derfor kun den hydrologiske balansen som utgjør våre uavhengige variabler.

5.4 - Validitet

Validitet handler om hvorvidt testen vi utfører virkelig måler det vi ønsker. En valid test vil derfor være svært viktig for hvordan vi kan tolke resultatene vi får fra analysen, og om denne egner seg for å generalisere og belyse årsakssammenhenger i strømprisen.

Vi har flere mål på om regresjonsanalysen virkelig er valid. Dette er mål som må oppfylles før vi med sikkerhet kan vite at analysen er gjennomført riktig.

5.4.1 MLR.1 - Linearitet

Linearitet handler om at regresjonslinjen må være lineær for den avhengige variabelen Y. Vi ønsker å få en lineær sammenheng i regresjonen vi foretar oss, for å kunne vise en trend i variasjonen.

5.4.2 MLR.2 - Random Sampling

Tilfeldig utvelgelse handler om at man velger de uavhengige variabelenes verdier tilfeldig, slik at man får et representativt svar for populasjonen. Vi ønsker ikke å ha perfekt relasjon mellom de uavhengige variablene vi tar i bruk av analysen vår. Da vil vi slite med perfekt kollinearitet, for da vil ikke bli riktig estimert ut fra OLS.

5.4.3 MLR.3 - Nok variasjon

Med nok variasjon i de ulike variablene, mener vi at de må ha en varians forskjellig fra null. Dette betyr at vi setter krav til at variablene ikke innehar noe samvariasjon med hverandre. Hvis to eller flere variabler samvarierer, vil de ikke kunne forklare forskjellige endringer i hovedvariabelen (Y).

Innenfor variasjonen, er også fraværet av perfekt multikollinearitet viktig. Dette betyr at de uavhengige variablene ikke korrelerer med hverandre, slik at vi får et skille på påvirkning til den avhengige variabelen. Ved sterk multikollinearitet, vil det være relevant å slå sammen de uavhengige variablene som kollinerer, slik at man får større variasjon i forklaringseffekten til variablene.

Variasjon i de uavhengige variablene sjekkes primært før analysen, ved å normalfordele disse, se på gjennomsnittet og deretter se på standardavvikene av variablene.

5.4.4 MLR.4 - Zero conditional mean

Denne forutsetningen handler om at feiltermen ikke skal korrelere med en x-verdi, og at summen av residualene skal være lik null. Residualen er avstanden mellom den forventede verdien, og observert verdi. Hvis residualene er lik null, betyr det at vi har en lineær sammenheng i modellen.

Kan beskrives som at $E(u) = 0$, at gjennomsnittet av feiltermen er lik null.

5.4.5 MLR.5 - Homoskedasticity

Homoskedasitet betyr lik fordeling. Dette punktet stiller krav til lik variasjon eller lik utbredelse rundt regresjonslinjen. Variasjonen rundt regresjonslinjen skal være like store for både høye og lave verdier av den uavhengige variabelen.

Ved forekomst av heteroskedasitet, som er motpolen til homoskedasitet, vil vi ha variasjoner rundt høye og lave verdier av den respektive uavhengige variabelen. Vi vil da få vanskeligheter med å kunne generalisere funn rundt regresjonslinjen. Hvis det oppstår heteroskedasitet må vi ta i bruk robuste standardavvik, som tar hensyn til ikke konstante restledd. For å finne heteroskedasiteten, vil det bli tatt i bruk Breusch-Pagan test i Stata. En Breusch-pagan test ser om variansen og avviket er påvirket av verdien til den uavhengige variabel. Om dette er tilfellet vil vi ha heteroskedasitet i datasettet vårt. Det er hovedsakelig en kjikvadrat test som ser på den forventede variasjonen av dataen mot den faktiske variasjonen.

Kapittel 6 - Regresjonsanalyse

Vi ønsker nå å se på de uavhengige variablene sin påvirkning på de avhengige variablene, og sammenligne funnene og se om de uavhengige variablene kan ha mer påvirkning i et prisområde enn et annet. I den deskriptive analysen fikk vi se bevis på de forskjellige prisene mellom Oslo og Tromsø, videre så vi på variablene vi har valgt og undersøke sammenhengende med. Vi bruker formel 6 fra kapittelet som ga en innføring i OLS modellen. Vi plotter nå inn de uavhengige variablene for å illustrere korrelasjonen mellom disse. Videre vil vi vise til signifikansnivået for å kunne utføre hypotesetester og se på muligheten av å forkaste nullhypotesen.

Formel 11: Regresjonsuttrykk

$$Os_Samlet = \beta_0 + \beta_1 Magasinavvik + \beta_2 Avvik_snø_mark_grunnvann + u$$

$$Tro_samlet = \beta_0 + \beta_1 Magasinavvik + \beta_2 Avvik_snø_mark_grunnvann + u$$

I denne multippel regresjons analysen vil vi ta for oss den hydrologisk balanse, for å avgrense oppgaven og dermed ta i bruk variabler som påvirker innenlands produksjon. En multippel regresjon viser nettopp hvordan de bakenforliggende årsakene påvirker den avhengige

variabelen. Vi får derfor et innblikk i hva som er det viktigste momentet i variasjonene i strømprisen. Etter å ha utført en regresjonsanalyse vil vi illustrere korrelasjonene, og vi kan se på signifikantnivået, for så å utføre hypotesetester i form av t-tester for å undersøke muligheten om å forkaste nullhypotesen.

6.1 Resultater fra regresjonen

Formel 12: Regresjonsuttrykk med verdier

$$Os_samlet = 825,9 - 73,73Magasinavvik - 12,38Avvik_snø_mark_grunnvann + u$$

$$Tro_samlet = 239,748 + 3,36Magasinavvik - 7,2Avvik_snø_mark_grunnvann + u$$

| Avhengig variabel | Tro_samlet | Avhengig variabel | Os_samlet |
|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Magasinavvik | 3,36* (1.88) | Magasinavvik | -73,73*** (7.126) |
| Avvik_snø_mark_grunn | -7,718*** (1.19) | Avvik_snø_mark_grunn | -12,38** (4.518) |
| Constant | 239,748*** | Constant | 825,907*** |
| Observasjoner | 36 | Observasjoner | 36 |
| R - squared | 0.5943 | R - squared | 0.7685 |

Figur 14: Korrelasjon mellom strømpris og uavhengige variabler – Tromsø og Oslo

I modellen over ser vi korrelasjonen anført over, med symbolet “*” over seg. Dette symbolet indikerer signifikantnivået, hvor ***: $\alpha < 1\%$, **: $\alpha < 5\%$ og *: $\alpha < 10\%$. Standardavvik er presentert inni parentesene.

Dette forteller oss at dersom magasinavviket øker med én enhet, vil strømprisen i Oslo synke med 73.73 nok/MWh, og i Tromsø vil strømprisen øke med 3.479 nok/MWh, om alt annet likt. En økning i avvik for snø mark- og grunnvann, vil senke strømprisen med 12.38 nok/MWh og Tromsø i strømpris vil den synke med 7.73 nok/MWh. Korrelasjonen viser oss samvariasjonen mellom flere variabler. Korrelasjonskoeffisienten ligger mellom -1 og 1, og dersom korrelasjonen ligger på 1, har vi en eksakt lineær (Woolridge, 2020) s. 698). Dette er ikke ønskelig, da dette betyr at vi har ikke nok variasjon i datasettet. Ingen variasjon i datasettet kalles multikollinearitet, og innebærer at vi ikke får oppfylt antagelsen for MLR.3. Om R er lik null, vil det ikke være noe korrelasjon mellom avhengig og uavhengig variabel.

6.2 Hypotesetesting

Vi starter først med en f-test, hvor vi ser på begge uavhengige variablene sammen. Videre vil vi ta i bruk t-test på variabelen vi vil utforske videre. Dette gir oss gode grunnlag for signifikansnivåene, og gjør at vi kan se videre på muligheten om å forkaste nullhypotesen.

$$H_0 = \text{De uavhengige variablene har ikke noe påvirkningskraft på stømprisen}$$

$$H_1 = \text{De uavhengige variablene har påvirkningskraft på strømprisen}$$

Vi starter med å utføre en f-test, og bruker signifikansnivået på 5%. Vi vil se på endringene som dukker opp i residualkvadratsummen ved å legge til restriksjoner. I denne estimasjonen vil restriksjonen være $\text{Avvik_snø_mark_grunnvann}$, så notasjonen h , vil ha en verdi på 1. Frihetsgrader (df) viser antall verdier som har mulighet til å variere i dette datasettet ((Woolridge, 2020)s. 21). Notasjonen h vil fungere som numerator, og $n-k-1$ vil være denominator. Vi starter med en f-test ovenfor Oslo.

Formel 13: F-test Oslo

$$H_0 = \beta_1 = 0 ; H_1 = \beta_1 \neq 0$$

$$TS = \frac{\frac{(28997799 - 3559619)}{1}}{\frac{3559619}{36 - 2 - 1}} = -6,117$$

$$F_\alpha(1,33) = 4.139$$

Fra beregningene over viser det at vi mislykkes med å forkaste nullhypotesen, fordi $-6.117 < 4.139$. Tallet 4.139 er den kritiske verdien, og muligheten for å forkaste nullhypotesen hadde kommet dersom $TS > \text{kritisk verdi}$.

For å se om dette resultatet er reelt, utfører vi en hypotesetest. Når vi gjennomfører følgende t-test, ser vi på magasinavviket alene opp mot den avhengige variabelen. Videre tar vi for oss Tromsø, og kjører en f-test her også.

Formel 14: F-test Tromsø

$$TS = \frac{\frac{(201987,39 - 458420,58)}{1}}{\frac{458420,58}{(36 - 2 - 1)}} = -18,459$$

Her oppstår det samme resultatet, hvor $-18,459 < 4.139$. Dermed mislykkes vi med å forkaste nullhypotesen, og vi kan konstatere at f-testen ikke beviste noen signifikans mellom de avhengige og uavhengige variablene. Ved regresjonsanalysen fikk vi opp en høy p-verdi, som fører til en mislykket forkastning av nullhypotesen. Ved en t-test kan vi se på spesifikke uavhengige variabler alene, og følgende t-test ønsker vi å se på Tromsø, og den uavhengige variabelen Magasinavvik.

Formel 15: T-test - avhengig variabel og magasinavvik

$$df = T_{n-k-1} = 36 - 2 - 1 = 33$$

$$T_{975}, df = 33 \rightarrow 2.035$$

$$\text{Kritisk verdi} = 2.035$$

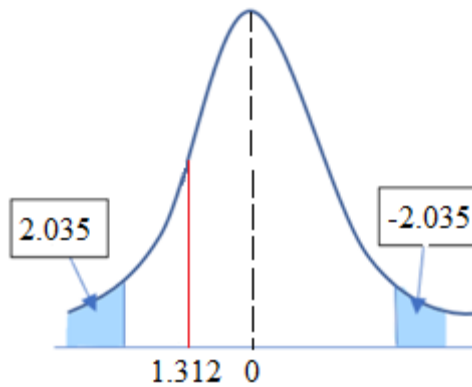
Her tar vi antall observasjoner minus variabler, minus 1 for å finne frihetsgraden for en t-test. Vi får dermed en frihetsgrad på 33. Vi bruker frihetsgraden for å utføre en hypotesetesting. Vi utfører en to-halet test, for å kunne se på både positiv og negativ korrelasjon. Som tidligere nevnt benytter vi 5% signifikansnivå. Dermed med en t_{975} og en df med verdi 33 vil t-tabellen vise oss at "critical value" ligger på 2.035. Dette betyr at om t-testen bli lavere enn 2.035 og høyere enn -2.035 så mislykkes vi med å forkaste nullhypotesen.

Formel 16: T-test - avhengig variabel og magasinavvik (2)

$$TS = \frac{(\beta_1 - 1)}{se(\beta_1)} = \frac{3.479 - 1}{1.8896} = 1.3119$$

$$2.035 > 1.3119 > -2.035$$

Vi får dermed ut av t-testen en verdi tilsvarende 1.3119, som betyr at vi mislykkes med å forkaste nullhypotesen. Vi kan dermed ikke forkaste hypotesen om at magasinbeholdningen ikke har påvirkning på strømprisene i Tromsø.



Figur 15: T-distribusjon

De andre uavhengige variablene brukt i regresjonsanalysene har en p-verdi under 0.05 og innebærer at vi har signifikante variabler som korrelerer med den avhengige variabelen. Det betyr i praksis at de påvirker hvordan strømprisen oppfører seg.

Et annet mål vi kan se på er determinasjonskoeffisienten R^2 . Her ser vi på variasjoner mellom den avhengige variabelen og de uavhengige variablene. I regresjonsanalysen ovenfor Oslo har vi en R^2 verdi på 0.7685, og for Tromsø har vi en R^2 verdi på 0.5943. Dette viser til at de uavhengige variablene forklarer variasjonene i den avhengige variabelen bedre i Oslo, enn de gjør i Tromsø. Determinasjonskoeffisienter er godt over 0, dermed kan vi si at den avhengige variabelen har en reaksjon på variasjonene vi har fra de uavhengige variablene. De uavhengige variablene forklarer altså 76,85% av variasjonen på strømprisene for Oslo, og 59,43% av variasjonene for Tromsø.

6.3 Test av heteroskedasitet

For å teste resultatene ytterligere, vil vi undersøke homoskedasitet i analysen. Dette ønsker vi å gjøre på grunn av mislykkede forsøk på å forkaste nullhypotesen ved f-testene og t-testen.

Dette gjør vi med en Breusch-Pagan test. Testen ser om kravet om lik variasjon eller lik utbredelse rundt regresjonslinjen oppfylles, ergo tester vi for heteroskedasitet (Woolridge, 2020) s. 270). Testen bruker kjikvadratfordelte (chi-squared) uavhengige variabler.

Konsekvensene av å ha varierende varians, vil være at den laveste eller høyeste varianseverdien ikke blir oppført, og dermed vil sammenligning kunne støte på feil.

Nullhypotesen i testen er at datasettet er homoskedastisk, mens alternativhypotesen vil være at datasettet er heteroskedastisk.

Tabell 7: Breusch-Pagan test - Tromsø

| |
|---------------------------------------|
| Breusch-Pagan/Cook-Weisbetg test |
| for heteroskedasticity |
| Assumption: Normal term of error |
| H0: Constant Variance |
| |
| Variable: Fitted Values of Tro_Samlet |
| Chi2(1) = 11.63 |
| Prob > Chi2 = 0.0006 |

Breusch-Pagan test i henhold til regresjonsanalysen av Tromsø, får vi ut en p-verdi lik 0.0006, som betyr at vi har heteroskedastisitet. Vi vil altså ha vanskeligheter med å generalisere funnene vi har utført. Vi må dermed forkaste nullhypotesen om at homoskedasiteten er tilstedet.

Tabell 8: Breusch-Pagan test - Oslo

| |
|--------------------------------------|
| Breusch-Pagan/Cook-Weisbetg test |
| for heteroskedasticity |
| Assumption: Normal term of error |
| H0: Constant Variance |
| |
| Variable: Fitted Values of Os_Samlet |
| Chi2(1) = 4.18 |
| Prob > Chi2 = 0.041 |

For Oslo har vi oppnådd en p-verdi på 0.041. Denne p-verdien ligger under 0.05, som betyr at vi har heteroskedasitet. Dette ses på som et bevis på at vi kan forkaste nullhypotesen, som er at datasettet inneholder homoskedasitet. Residualene er ikke lik distribusjonen mellom variansen.

OLS-likningen vil dermed ha feil standardavvik. Heteroskedasitet fører til inkonsistenser i t- og f-testene som gjør så disse testene ikke er valide. Når vi har fått opplyst at heteroskedasitet er til stede, må vi ta i bruk robuste standardavvik. Dette beregnes med følgende modell;

Formel 17: Robuste Standardavvik OLS-likningen

$$s_b = \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n (x_i + \bar{x})^2 * e_i^2)}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

Tabell 14: MLR med robuste standardavvik

| Avhengig variabel | Tro_samlet | Avhengig variabel | Os_samlet |
|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Magasinavvik | 3,36* (2.1447) | Magasinavvik | -73,73*** (7.0596) |
| Avvik_snø_mark_grunn | -7,718*** (1.215) | Avvik_snø_mark_grunn | -12,38*** (2.0743) |
| Constant | 239,748*** | Constant | 825,907*** |
| Observasjoner | 36 | Observasjoner | 36 |
| R - squared | 0.5943 | R - squared | 0.7685 |

Etter å ha puttet inn robuste standardavvik, får vi endringer i standardavviket. Robuste standardavvik fokuserer på standardavviket og tar hensyn til ikke konstante restledd. I dette tilfelle er standardavviket lavere enn tidligere, mens koeffisienten og R^2 holdes like som tidligere.

6.4 Svakheter ved data

Datasettet vi har etablert i denne oppgaven har hatt uavhengige variabler, som viser en korrelasjon i henhold til den avhengige variabelen. Samtidig er det også svakheter ved nettopp disse uavhengige variablene. Magasinbeholdning er en god måling på energireservene, og er dermed en naturlig variabel som vil påvirke strømprisene, og som vi følgelig har valgt å inkludere i vår analyse. I begge regresjonsanalysene våre har vi fått oppgitt heteroskedasitet, som vil forstyrre resultatene vi får ut av analysen. Dette går imot forutsetning MLR.5, om å ha homoskedasitet i datasettet vårt. Dette fører til at OLS-estimatoren ikke er effektiv, og vil føre til inkonsistens i kovariasjonen mellom regresjonsestimatorene. Dermed vil t-testen og f-testen som har blitt gjennomført ikke være valide.

Heteroskedasitet kan komme fra andre variabler som påvirker de uavhengige variablene. Ved varmere år, vil det smelte mer snø, og konsumet av strøm vil gå ned. Strømpriser er en sesongbasert råvare, så hvert år vil etterspørselen og tilbudet bli påvirket av mange forskjellige variabler som ikke er tatt med i denne analysen.

Magasinavviket er ikke kausalt, som betyr at strømprisene også kan være en påvirkningskraft på magasinbeholdningen. Dette betyr at magasinavviket kan forklare hvorfor strømprisene er høye, og strømprisene kan forklare fyllingsgraden som er tilgjengelig. Dermed kan dette være en av årsakene til at vi ikke kunne forkaste nullhypotesen ovenfor Tromsø, på bakgrunn av p-

verdien vi fikk oppgitt av denne uavhengige variabelen. Magasinavviket er målt på landsbasis, dette betyr at vi ikke har data til regionene, og dermed kan avviket være vanskelig å illustrere i henhold til prisregionalene vi har tatt i bruk ved vår avhengige variabel. I denne analysen bruker vi data for magasinavvik, det ble testet ved å ta i bruk fyllingsgrad, og de samme problemene ble støttet på her.

6.4.1 Utvidelse av datasett

Det er flere utvidelser vi kunne tatt i bruk ved vår metodedel, eller som kan bli brukt til videre forskning. Dette kan for eksempel være å analysere data fra et lengere tidsperiode, og dermed få inn data når strømprisene var mer “normale”. Dette kunne vært interessant og vi kunne fått større korrelasjon mellom hoppene i den hydrologiske balansen bevist i analysen.

Det er mange variabler som påvirker strømpriser, og flere av disse har vi også sett på tidligere i oppgaven. En utvidelse som kunne gitt et svar på de problemene vi støttet på i denne analysen kan være å få inn uavhengige variabler for været, altså se på kalde og varme vintere. Kunne også avtalt med NVE om eventuelt data regionalt basert, i stedet for landbasert som ligger ute på deres nettsider. Vi fikk problemer når vi prøvde å innføre overføringskabler, netto import/eksport, priser på Co₂, kull og gass. Dette kom av problemer med å oppfylle MLR.1 - Linearitet, og problemer med å finne data som hadde like tidsperioder som den avhengige variabelen har. Statnetts data for import og eksport var ugyldige, og dermed valgte vi bort denne variabelen. Dette er variabler som kan være store påvirkningsfaktorer for prishoppet og prisforskjellene vi ser i prissonene. Dette er derimot variabler vi har gått innpå i den teoretiske delen av oppgaven, og dermed inngår i de andre mulige forklarende faktorene.

Kapittel 7 - Resultater

7.1 Resultater fra dataanalyse

Vi har til nå gjennomgått historie og teori knyttet til strømmarkedet. Samtidig har vi analysert strømprisen i de forskjellige prissonene i Norge, og sett på de viktigste årsakene til at det er varierende strømpris rundt om i landet.

Som det kommer frem av tabell 3, er det forskjellige strømpriser rundt om i landet. Prisen varierer også fra år til år, selv i samme periode. De 12 første ukene av 2020 var det svært like

forskjeller mellom prisene i nord og i sør. Sammenliknet med starten av 2022, har det derimot blitt en markant økning i prisforskjellene i de ulike sonene. Det vitner om at det er faktorer som påvirker prisen forskjellig i ulike regioner.

Som kjent er Norges strømproduksjon i stor grad vannkraft, med i overkant av 90% av den totale kraftproduksjonen. På bakgrunn av det tok vi utgangspunkt i vannkraft i analysene av prisvariasjonen. Det er nærliggende å forvente at det vil være en svært stor del av forklaringen av forskjellene. Samtidig har analysene vi har foretatt oss, vist at det er en mer kompleks forklaring på variasjonene.

I regresjonsanalysen så vi på hvordan magasinavviket påvirket strømprisen i Tromsø og Oslo. Magasinavviket viser at hvis avviket øker med én enhet, vil strømprisen i Oslo reduseres med 73,73 kroner per MWh. Vi fant derimot en negativ sammenheng mellom magasinavvik og strømprisen i Tromsø, som i snitt øker med 3,479 kroner per MWh når magasinavviket øker med én enhet. At større fyllingsgrad i magasinene i Tromsø-regionen slår negativt ut på strømprisen, er derfor et funn som kan virke ulogisk.

Videre i regresjonsanalysen så vi også på hvordan avvik i snø, mark- og grunnvann virket på strømprisen i perioden. Igjen tok vi utgangspunkt i Oslo og Tromsø. I Oslo vil en økning i tilsiget til magasinene med én enhet, resultere i en redusert strømpris tilsvarende 12,38 kroner per MWh. For Tromsø vil tilsvarende økning redusere prisen med 7,73 kroner per MWh. Intuitivt er dette logiske verdier, da mer tilsig til magasinene reduserer strømprisen i begge prissoner.

Vi startet med å utføre en f-test for både Oslo og Tromsø, for å se på effekten av de uavhengige variablene. Med f-testen mislykkes vi derimot å forkaste nullhypotesen for testobservasjonene.

Vi tolket også korrelasjonen av datamaterialet, og hvorvidt vi hadde signifikante forskjeller innad i datasettet. Som nevnt var samtlige p-verdier, med unntak av Tromsø, signifikante i forhold til hverandre. P-verdien i Tromsø var på 0.084. Gitt nullhypotesen om at de uavhengige variablene ikke påvirker strømprisen i Tromsø, kan denne ikke forkastes slik som i de andre prissonene. Vi utførte derfor en hypotesetest, t-test, for å se om det virkelig er grunnlag for å beholde nullhypotesen. Her fikk vi en t-verdi under kritisk verdi, som i praksis betyr at nullhypotesen fortsatt gjelder i Tromsø-regionen.

Sammenliknet med determinasjonskoeffesienten, kommer det frem at de uavhengige variablene forklarer 76,85% av endringen i strømprisene i Oslo-området. For Tromsø har vi at 59,43% av endringen forklares av de uavhengige variablene. Det vil si at resterende 40% av årsaken til en endring, forklares av andre årsaker vi ikke har funnet. Dette er relativt høyt, som vitner om at det er flere faktorer som er relevante for prisvariasjonene i regionen.

Som en avslutning av dataanalysen, foretok vi en Breusch-Pagan test. Vi testet da for homoskedasitet for både Tromsø og Oslo. Fra denne analysen kan vi konkludere med at det forekommer heteroskadasitet i dataene som er hentet inn. Dette betyr at f-testen og t-testen ikke er valide, fordi det vil oppstå ukonsistens i analysen. Dette betyr i praksis at de uavhengige variablene våre er ujevnt fordelt i datasettet. Resultatet er plausibelt, da strømprisen varierer stort fra de forskjellige årene vi har inkludert. Sannsynligheten for at det er utstikkere, og dager hvor de uavhengige variablene har variert mye, er med andre ord stort. Analysen gir oss derfor kun en indikasjon på at vi har stor variasjon i resultatene.

7.2 Årsaker til variasjoner i strømprisen

7.2.1 Væravhengighet i vannkraftproduksjon

Som nevnt er vannkraft den største energikilden vi har i landet. Produksjonen er derfor avhengig av vær, og da primært nedbør, for å kunne tilfredsstille den stadige økende etterspørselen i Norge. Gjennom regresjonsanalysen fikk vi oversikt over hvordan den hydrologiske balansen påvirker hvor mye elektrisitet de forskjellige vannkraftverkene i Norge kan produsere, og dermed har en direkte påvirkning på strømprisen i regionen. Spesifikt fant vi ut at den samlede hydrologiske balansen i Oslo, kunne forklare over $\frac{3}{4}$ av en prisendring. Det forteller om en strømpris som er veldig påvirket av vannmengden i magasinene.

I Oslo-området kan man si at magasinutfyllingen er svært viktig, mens den i Tromsø-området er forklart i større del av andre forhold. Omtrent 60% av prisendringene kan direkte knyttes til vannmagasinene. Samtidig er prisen over de analyserte årene mer stabil i NO4, enn de er i NO1. Uansett vil magasinutfyllingen være svært sentral, og gi store utslag i strømprisene.

7.2.2 Bakenforliggende årsaker

Av analysene som er gjort i metodedelen, kommer det frem at vær og magasinutfylling ikke er tilstrekkelig for å forklare hvordan strømprisen er så forskjellig mellom de ulike delene av

landet. Vi skal diskutere noen momenter som også kan ha sin del av påvirkningen i strømprisen.

Vi har vært inne på hvordan flaskehalsen i strømmettet forhindrer fri flyt av strøm på tvers av regionene. Et strømmett som ikke er kapabel til å overføre tilgjengelige mengder elektrisitet til områder med stor etterspørsel, vil kunne skape et underskudd av tilgjengelig strøm. Fra mikroøkonomisk teori vil mindre tilbud bidra til å presse prisene opp. Det er derfor nærliggende å tenke at de flaskehalsene vi har i nettet vil påvirke de strømprisen.

Samtidig har tilknytningen til strømmarkedet i Europa bidratt til større krafteksport fra Norge. Ved lavere produksjon i Europa, vil det bli et større trykk på norsk krafteksport, hvor det vil være lønnsomt å sende overskuddselektrisitet ut av landet. At økende etterspørsel fra Europa vil påvirke prisen i prissonene rundt eksportområdene, er også nærliggende å tenke. Det er dog svært krevende å få et riktig bilde av påvirkningskraften fra det Europeiske markedet, så nøyaktig hvor avgjørende utlandet er vil være umulig å si.

Kapittel 8 - Oppsummering

Gjennom oppgaven har vi sett på hvilke faktorer som er med på å skape regionale forskjeller i strømprisen i Norge. Vi har 5 forskjellige prissoner i landet, hvor prisen på elektrisitet varierer basert på hvor man befinner seg. Med et regulert frikonkurransemarked, vil det være tilbudet og etterspørselen som bestemmer prisen fra kraftbørsen NordPool.

I Norge produseres det klart mest vannkraft. Denne produksjonen varierer geografisk og i størrelse, som krever at vi har et strømmett som er rustet til å frakte elektrisiteten rundt om i landet, dit den etterspørres av befolkningen. Flaskehalsen i nettet er et problem i så måte, og problemer med overføringen kan skape underskudd av strøm noen steder. Av samfunnsøkonomisk teori vet man at skjevfordeling mellom tilbud og etterspørsel kan presse prisene opp.

Strømprisen er også tett knyttet opp til været i landet. Lavere smelting og tilsig, kombinert med lite nedbør, kan senke kraftproduksjonen. Mindre kraftproduksjon er også synonymt med økte strømpriser, gitt at det er høy etterspørsel. Vi har sett hvordan magasinavvik og tilsig har en reell påvirkning på strømprisen. Eksport og import av strøm, utenlandsmarkedet og prisen

på substitutter i Europa er andre elementer som trolig har en mindre påvirkning på strømprisene.

Hovedsakelig er det utenlandsmarkedene og værvariasjonen som gjør at prisene rundt om i Norge er forskjellige. Et mer robust strømnett kunne sannsynligvis jevnet ut prisen mellom nord og sør, da overføringskapasiteten vi har vært innom ikke er tilstrekkelig i forhold til etterspørselen. Det hersker uansett ingen tvil om at prisene i Norge er forskjellige, og at vannstanden i magasinene påvirker den endelige strømprisen.

Bibliografi

- Aune, F. R., & Bye, T. (2005). Elektrisitetsetterspørselen fremover. I *Elektrisitetsetterspørselen fremover* (ss. 28-38). Oslo.
- Energifakta Norge. (2019, April 10). *Strømnettet*. Hentet Februar 12, 2022 fra <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftnett/#:~:text=Statnett%20SF%20eier%20st%C3%B8rstedelen%20av,forvaltes%20av%20Olje%2D%20og%20energidepartementet>
- Energifakta Norge. (2022, Mars 23). *Kraftmarkedet*. Hentet April 28, 2022 fra <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftmarkedet/#:~:text=Kraftmarkedet%20kan%20deles%20inn%20i,sluttbrukere%2C%20mindre%20n%C3%A6ring%20og%20industri>
- Ertesvåg, F. (2022, Februar 7). Statnett: Vurderer raskere utjevning av strømpris mellom nord og sør. *E24.no*.
- Holgensen, K., & Lysvold, S. S. (2022, April 22). Kan bli gratis strøm i Nord-Norge til sommeren. *Nrk.no*.
- Hovland, K. M. (2021, Oktober 21). I natt fikk britene betalt for å bruke strøm. *Fvn.no*.
- Koestler, V., Østenby, A., Birkeland, C., Arnesen, F., & Haddeland, I. (2019). *Vannkraftverkene i Norge får mer tilsig*. Oslo: NVE.
- McConnell, C., Brue, S., & Sean Flynn. (2013). Demand, supply and market equilibrium. I C. McConnell, S. Brue, & S. Flynn, *Microeconomics: Brief edition* (ss. 54-59). UK: McGraw-Hill Professional.
- Mirza, F. M., & Bergland, O. (2015). *Market Power in the Norwegian electricity market*. Hentet fra jstor.org: <https://www.jstor.org/stable/24696059?seq=1>
- NHO. (u.d.). *Våre naturressurser*. Hentet Februar 15, 2022 fra <https://www.nho.no/publikasjoner/p/naringslivets-perspektivmelding/vare-naturressurser/>
- Nilsen, A. A. (2021, September 24). Tror skyhøye strømpriser vil spise av kjøpekraften. *E24.no*.
- NordPool group. (2022). *Market data*. Hentet April 25, 2022 fra <https://www.nordpoolgroup.com/en/Market-data1/#/nordic/chart>
- NordPoolgroup. (2022, April 25). *Price calculation*. Hentet fra Nordpoolgroup.com: <https://www.nordpoolgroup.com/en/trading/Day-ahead-trading/Price-calculation/>
- Norgesnett. (u.d.). *Kraftsystemmodellen*. Hentet Februar 10, 2022 fra <https://norgesnett.no/kraftsystemmodellen-2/>

- NVE. (2021, Desember 14). *Økonomisk regulering av nettselskap*. Hentet Februar 10, 2022 fra <https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/okonomisk-regulering-av-nettselskap/>
- NVE. (2022). *Hydrologiske data til kraftsituasjonsrapporten*. Hentet April 25, 2022 fra <https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/hydrologiske-data-til-kraftsituasjonsrapporten/>
- NVE. (2022). *Magasinstatistikk*. Hentet April 25, 2022 fra <https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/magasinstatistikk/>
- NVE. (u.d.). *Temakart NVE*. Hentet Mars 10, 2022 fra <https://temakart.nve.no/link/?link=nettanlegg>
- Oslo Economics . (2021). *RME Ekstern rapport nr. 5/2021*. Oslo: Reguleringsmyndigheten for energi.
- Skjelvik, S. (2021, September 27). 7 av 10 er bekymret for strømprisene - Ekstreme forskjeller. *Nrk.no*.
- SSB. (2022, Februar 15). *Elektrisitet*. Hentet Februar 17, 2022 fra <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitet>
- Statkraft. (2022, April 25). *Vannkraft*. Hentet fra Statnett.no: <https://www.statkraft.no/var-virksomhet/vannkraft/>
- Statnett. (2018, Oktober 19). *Slik fungerer kraftsystemet*. Hentet Februar 10, 2022 fra <https://www.statnett.no/om-statnett/bli-bedre-kjent-med-statnett/slik-fungerer-kraftsystemet/>
- Statnett. (2018, Oktober 19). *Slik fungerer kraftsystemet*. Hentet fra Statnett.no: <https://www.statnett.no/om-statnett/bli-bedre-kjent-med-statnett/slik-fungerer-kraftsystemet/>
- Statnett. (2021). *Nettutviklings- og investeringsplan*. Hentet fra Statnett.no: <https://www.statnett.no/for-aktorer-i-kraftbransjen/planer-og-analyser/nettutviklings-og-investeringsplan/>
- Statnett. (2021, September 30). *Nettutviklingsplan 2021*. Hentet fra Statnett.no: <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/nup-2021/nettutviklingsplan-2021.pdf>
- Statnett. (2022). *Data from the power system*. Hentet Mars 15, 2022 fra <https://www.statnett.no/en/for-stakeholders-in-the-power-industry/data-from-the-power-system/>
- Statnett. (2022, April 25). *The North Sea Link*. Hentet fra northsealink.com: <https://northsealink.com/>

Strøm.no. (2022). Oversikt strømregioner i Norge. Oslo: Statnett.

Thøgersen, J., Andreassen, V., & Bredesen, I. (2020). Tilbud- og etterspørselsoverskudd. I J. Thøgersen, V. Andreassen, & I. Bredesen, *Innføring i mikroøkonomi for økonomisk-administrative studier* (ss. 76-77). Oslo: Cappelen Damm.

Tomek, W. G., & Kaiser, H. M. (2014). Demand elasticities and related coefficient . I W. G. Tomek, & H. M. Kaiser, *Agricultural Product Prices* (ss. 30 - 57). UK: Cornell University Press.

Wooldridge, J. M. (2020). *Introductory Econometrics - A modern approach*. Boston: Cengage.

Økland, T. K. (2021, November 10). Strømprisene preget KPI i oktober. *SSB.no*.

Øvrebø, O. A. (2021, Februar 4). *Energi og klima*. Hentet Februar 15, 2022 fra <https://energiogklima.no/nyhet/datakilder/status-for-vindkraft-i-norge/>

