

NHH



Hva lærer vi av økte strømpriser?

En estimering av spotprisens effekt for interesse av varmepumper

Sebastian Bergseth Borgen og Peder Sebastian Turøy Kleppe

Veileder: Isabel Montero Hovdahl

Masterutredning innen Finansiell Økonomi og Energi, Naturressurser og Bærekraft

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Bergen, Høsten 2022

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer inntår for de metoder som er anvendt, resultater som er kommet frem eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Forord

Denne avhandlingen er skrevet som del av masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Norges Handelshøyskole. Utredningen er skrevet innen to hovedprofiler herav *Finans* og *Energi, Naturresurser og Miljø*.

Planlegging og diskusjoner av oppgaven begynte i mars 2022, og ble avsluttet i desember 2022. Prosessen har vært omfattende, men også veldig lærerik og interessant. Gjennom arbeidet med utredningen har vi oppnådd et godt faglig utbytte, og vi er sikre på at innsikten og forståelsen vi har opparbeidet oss vil komme til nytte i fremtidig arbeid. Vi håper at utredningen vil være av interesse for fremtidige oppgaver og bidra til kunnskap i feltet.

Vi vil gjerne takke vår veileder Isabel Montero Hovdahl, som har vært en uvurderlig resurs for oss. Hovdahl har bidratt med kunnskap, samt viktige innspill for oppgavens struktur, metodikk og faglig innhold. Vi vil også takke de selskapene og institusjonene som har delt data med oss. Ikke all dataen ble fremvist i oppgaven, men den gav oss unik innsikt, og grunnlaget for nærmere innsnevring for oppgavens problemstilling. Det rettes også en stor takk til venner og familie som har motivert oss gjennom disse årene med studier, spesielt Christina Koksens Moen som har bidratt med gode faglige tilbakemeldinger.

Avslutningsvis håper vi at du som leser får et like stort utbytte av oppgaven som vi selv har fått, god lesing!

Peder Sebastian Turøy Kleppe

Sebastian Bergseth Borgen

Sammendrag

Formålet med denne utredningen er å estimere påvirkningen som økte energipriser har på interessen av energieffektivisering i norske bygg. Ved å analysere tidligere forskning og faglitteratur, finner vi at energikostnader spiller en sentral rolle i energieffektivisering. Installasjon av varmepumper er det mest energibesparende og kostnadseffektive tiltaket. Ut ifra dette, undersøker vi hvordan spotprisen for strøm påvirker Google søk for varmepumper, og presenterer eventuelle implikasjoner av våre funn.

Arbeidet har blitt gjennomført med datagrunnlag som inkluderer relevante faktorer som påvirker tilbud og etterspørsel for varmepumper og elektrisitet i strømprisområdet NO1. Datagrunnlaget består av 189 observasjoner med 10 variabler som er tilknyttet kraftmarkedet, metrologiske data og kommunikasjonsbaserte kilder fra januar 2007 til september 2022. Gjennom grundig bearbeiding og møysommelige refleksjoner, har datagrunnlaget blitt utarbeidet for å gi et representativt bilde av dynamikken til kraftmarkedet og konsumenters interesse av energieffektivisering. Dette la grunnlaget for oppgavens analyse, som kom frem til estimater vi anser som troverdige, for tidsperioden vi undersøker.

Med utgangspunkt i paneldata har vi benyttet faste effekters metode med OLS-regresjon, for å estimere hvordan spotprisendringer i NO1 påvirker Google søk for varmepumper. Våre resultater finner et signifikant positivt forhold, der 1% økning i spotprisen resulterer i 0,091% økning i Google søk for varmepumper. Analysen inneholder en robusthetsanalyse som finner at økte strømpriser medfører økt medieomtale om strømpriser og energieffektivisering. Medieomtalen har en sterkere påvirkningskraft til Google søk for varmepumper enn det spotprisen har. Avslutningsvis finner vi at trendene i Google søk for varmepumper er et godt mål for konsum i form av faktiske salgstall av varmepumper.

Innholdsfortegnelse

FORORD	2
SAMMENDRAG	3
TABELLISTE	5
FIGURLISTE	5
1.0 INTRODUKSJON	6
2.0 BAKGRUNN	9
2.1 TIDLIGERE LITTERATUR.....	9
2.2 BIDRAG TIL LITTERATUR.....	12
3.0 DAGENS KRAFTMARKED	13
3.1 DAGENS KRAFTMARKED.....	13
3.2 PRISOMRÅDER.....	13
3.3 ENERGIMIKS.....	15
3.4 PRISDANNELSE.....	15
4.0 TEORETISK BAKGRUNN	17
4.1 ENERGIEFFEKTIVISERING OG ENERGIEFFEKTIVISERINGS GAPET.....	17
4.2 ENERGIEFFEKTIVISERENDE TILTAK OG TEKNOLOGI.....	20
5.0 DATAGRUNNLAG	24
5.1 DATAINNSAMLING OG VARIABLER.....	24
5.2 DATABEHANDLING.....	28
5.3 DESKRIPTIV STATISTIKK.....	29
6.0 EMPIRISK METODE	35
6.1 PANELDATA.....	35
6.2 FASTE EFFEKTERS METODE.....	35
7.0 RESULTATER	37
7.1 KAUSALE EFFEKTER VED OLS.....	37
7.2 FASTE EFFEKTERS METODE MED RESULTATER.....	39
7.3 ROBUSTHETSANALYSE.....	42
8.0 ANVENDELSE AV MODELL	47
8.1 REGRESJONER, HOVEDMODELL I TABELL 7.....	47
8.2 GOOGLE SØK OG SALG.....	50
9.0 KONKLUSJON	53
9.1 HOVEDFUNN.....	53
9.2 KRITIKK AV OPPGAVEN.....	53
9.3 FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING.....	54
REFERENCES	56
APPENDIKS	60

Tabelliste

Tabell 1 - Sammendrag av tidligere studier	11
Tabell 2 - Systemvirkningsgrader for ulike oppvarmingsløsninger	22
Tabell 3 - Oversikt av variabler og datainnsamling	28
Tabell 4 - Dataoversikt.....	29
Tabell 6 - Korrelasjonsmatrise.....	34
Tabell 7 - Hovedmodell	41
Tabell 8 - Robusthetsanalyse	44

Figurliste

Figur 1 - Strømsoner i Norge	14
Figur 2 - Energisparingspotensial i boliger ved gjennomføring av ulike tiltak	23
Figur 3 - Tidsserie for Google søk.....	30
Figur 4 - Spotpris prisområde NO1	31
Figur 5 - Oversikt over metrologisk data.....	32
Figur 6 - Tidsserie oversikt over nyheter	33
Figur 7 - Spredningsplott	33
Figur 8 - Robusthetsplott	42
Figur 9 - Krysskorrelasjon Pris og Varmepumpenyheter	49
Figur 10 - Google søk og varmpumpesalg.....	51

1.0 Introduksjon

Strømprisene i Norge har aldri før vært så høye som de var høsten 2022, med et prishopp registrert i Sør-Norge den 30. august 2022 på 6.5 kroner per kilowatt time (Hagmansen, 2022). Den pågående energisituasjonen i Norge og Europa blir omtalt som en energikrise (Sættem, 2022). Det er en rekke underliggende faktorer som har bidratt til de uproporsjonalt høye strømprisene.

De økte strømprisene i Europa skyldes en kompleks sammensetning av meteorologiske faktorer, europeisk energiomstilling, og de geopolitiske konsekvensene av Russlands krig i Ukraina (Bjartnes, 2020; EEAS, 2022). En betydelig ringvirkning er følgelig at Russland begrenser sin eksport av naturgass til Europa, som resulterer i økt gasspris. Naturgass spiller en stor rolle for europeisk energiproduksjon, da naturgass utgjorde 23,7% av energimiksen til EU i 2020 (Eurostat, 2022). Det norske strømmerket er del av den europeiske strømbørsen Nord Pool, som knytter norske strømpriser opp mot europeiske priser. Hvordan norske strømpriser påvirkes av strømprisene i Europa blir forklart mer detaljert i *kapittel 3.4*.

Norge er ett av landene med høyest strømforbruk på verdensbasis, da vi tradisjonelt sett har hatt relativt lave strømpriser (Delebekk, 2021). Mellom 2020 og 2021 økte strømforbruket i Norge fra 134 TWh til 140 TWh, og det ble satt ny forbruksrekord til tross for økte strømpriser (Statnett, 2022). I Norge står bygninger for omtrent 40% av det totale energiforbruket, primært relatert til oppvarming og belysning (Energifakta Norge, 2022). Når spotprisen på strøm øker, kan flere få behov til å begrense strømforbruket sitt. For mange kan energieffektivisering være en mulig løsning. Vi synes at dynamikken mellom strømpriser og energieffektivisering er interessant, og ønsker å lære mer om hvordan endringer i strømprisen påvirker konsumentadferd rundt forbruk og valg av energibesparende teknologier. Med dette som grunnlag har vi formulert følgende problemstilling:

Hvorvidt vil økte strømpriser bidra til energieffektiviserende tiltak?

Formålet med denne oppgaven er å estimere hvorvidt endringer i spotprisen påvirker interessen av energieffektiviserende tiltak i bygg. Ved å undersøke spotprisen relativt til

trender i Google søk for varmepumper, vil vi kunne avdekke hvordan konsumenters adferd påvirkes når det blir dyrere å bruke strøm. Arbeidet har blitt gjennomført med et datagrunnlag som inkluderer relevante faktorer i strømprisområdet NO1. Datagrunnlaget består av 189 observasjoner for 10 variabler som er tilknyttet kraftmarkedet, metrologiske data og kommunikasjonsbaserte kilder fra januar 2007 til september 2022.

Med utgangspunkt i paneldata benytter vi faste effektors metode med OLS-regresjon for å estimere hvordan spotprisendringer i NO1 påvirker Google søk for varmepumper. Våre resultater finner et signifikant positivt forhold, der 1% økning i spotprisen resulterer i 0,091% økning i Google søk for varmepumper. Analysen finner også at økte strømpriser medfører økt medieomtale om strømpriser og energieffektivisering. Medieomtalen har isolert sett en sterkere påvirkningskraft til Google søk for varmepumper enn det spotprisen har.

Utredningen inneholder antakelser og forutsetninger for å avgrense omfanget til oppgaven, relativt til ressursene og tiden som vi har hatt til disposisjon. Vi antar at Google søkertall for varmepumper er en representativ parameter for interesse etter energieffektiviserende tiltak i Norge. Vi forutsetter at området rundt Oslo (NO1) veier mer enn de andre områdene i Norge, da det er en betydelig høyere befolkningstetthet der enn i de resterende strømsoneene. Vi antar at Nord Pool er effisient strømmarked i strømområdet NO1, NO2 og NO5, men ikke i de resterende strømprisområdene. Dette er fordi begrensninger i infrastrukturen til strømmettet hindrer tilstrekkelig flyt av kraft fra NO3 og NO4 i tråd med markedskreftene. Vi velger å bruke spotprisen som referansepris for strøm, som ikke inkluderer skatter og avgifter som nettleie og el-avgift.

Den overordnede strukturen og forløpet til masterutredningen er som følger: *kapittel 2* redegjør for tidligere litteratur og oppgavens bidrag til faglitteraturen. I *kapittel 3* presenteres dagens kraftmarked, strømprisområder og komponentene som bidrar til å utforme priser og trender. *Kapittel 4* beskriver den teoretiske bakgrunnen til masterutredningen og redegjør for teori om energieffektivisering, konsumentadferd og energieffektiviserende tiltak- og teknologier. *Kapittel 5* forklarer datagrunnlaget, databehandlingen og den deskriptive statistikken som ligger til grunn for oppgavens analyse. *Kapittel 6* gjennomgår den empiriske metoden som benyttes for å analysere data og redegjør for metodikken til oppgavens modeller. *Kapittel 7*

drøfter resultatene av den empiriske metoden og diskuterer hovedmodellens resultater og robusthet. *Kapittel 8* anvender hovedmodellen, og presenterer sammenhengen mellom konsum og interesse for energieffektivisering. Avslutningsvis i *kapittel 9* presenterer vi masterutredningens hovedfunn, kritikk av oppgaven og forslag til videre forskning.

2.0 Bakgrunn

I dette kapittelet presenterer vi tidligere litteratur som har blitt gjennomført på området, samt oppgavens bidrag til faglitteraturen. Deretter vil vi beskrive oppgavens struktur og begrensningene vi har tatt.

2.1 Tidligere litteratur

Tidligere har det blitt gjennomført en rekke studier om strømpriser og energieffektivisering med ulike forskningsformål og metoder. I dette delkapitlet skal vi se gjennom faglitteratur som kan gi innsikt og relevante synspunkter for vår problemstilling, men som ikke nødvendigvis tar utgangspunkt i tilsvarende metodikk. Formålet med å inkludere denne litteraturen er å få bedre innsikt i konsumentadferd og adferdsmønstre i energimarkedet og i markedet for energieffektiviserende tiltak. Bakgrunnsinformasjonen vil kunne bidra til å forklare trender og sammenhenger som vi kan finne i utredningens analyse og anvendelse.

Gerarden, Newell og Stavins (2017) kartlegger i sin litteraturstudie de mulige årsakene til underinvesteringen av energieffektiviserende tiltak. Summen av økonomiske og samfunnsmessige gevinster av energieffektivisering ville tilsi et høyere konsum av slike teknologier og tiltak. De definerer tre forklarende kategorier som ligger til grunn, relativt til deres økonomiske modeller og forutsetninger. Markedssvikt er den første beskrivende faktoren, og diskuterer informasjonsbegrensninger (prinsipal-agent konflikt og asymmetrisk informasjon), energi-markedssvikt (eksternaliteter), kapital-markedssvikt (likviditetsbegrensninger) og innovasjons-markedssvikt som informasjon-spillover av forskning og utvikling. Adferdsbeskrivende årsaker er den andre beskrivende faktoren og beskriver effekten av uoppmerksomhet, myopisk adferd, kortsiktighet, avgrenset rasjonalitet og heuristisk beslutningstaking av konsumenter. Den tredje beskrivende faktoren er modellmangler som beskriver hvorfor de observerte avvikene mellom forventede investeringer og faktiske investeringer i energieffektivisering ikke nødvendigvis er så paradoksale som det kan virke som. Innsikten fra litteraturstudien gjør det mulig å forstå mer av konsumentadferden rundt energieffektivisering, og hvilke faktorer som bidrar i beslutningsprosessen.

Johannes Mauritzen (2015) analyserer sammenhengen mellom prishopp i energimarkedet og interessen for energieffektiviserende tiltak. En økning i spotprisen er assosiert med økning i Google søk etter varmepumper i Norge. Ved å bruke en lokalt vektet regresjon i tidsserier med ukentlig gjennomsnittlig spotpris og søksdata fra Google mellom 2005 og 2012, finner han at det er sterk relasjon mellom økning i spotpris og Google søk. Trendene er spesielt sterke i tider med skarpe prishopp. Artikkelen diskuterer også effekten rundt økt mediaoppmerksomhet rundt høye strømpriser og energieffektiviserende tiltak. Mediaoppslagene følger et tilsvarende mønster, noe som kan insinuere at økt spotpris kan ha en viktig informasjonsrolle om energieffektivisering, men som bare kommer frem ved uvanlige prismønstre.

I en amerikansk undersøkelse om energiprisers påvirkning til energieffektiviserende tiltak, finner Jacobsen (2015) ingen bevis for energiprisers påvirkning. Studien er gjort med paneldata om amerikanske statsgrenser ved årlig hyppighet. De energieffektiviserende tiltakene som undersøkes i studien er nye teknologier merket med «*Energy star*» sertifiseringen. Videre informerer undersøkelsen om energieffektiviseringsgapet, og konsumenters tilknytning til sertifisering av produkter. Den økonometriske metoden benyttet i oppgavens modeller er faste effekters metode.

Det er relativt få empiriske undersøkelser om konsumenters psykologi og handlingsmønstre innen energi og energieffektivisering. Dietz (2010) litteraturstudie ser på undersøkelser om hvordan finansielle gevinster av redusert energiforbruk ved energibesparing blir undervurdert av husholdninger i USA. Dietz argumenterer for at mangelen på tilstrekkelige datasett om relevant konsumentadferd hindrer oss i å bedre forstå beslutninger om faktisk konsum. En vesentlig faktor kan være kommunikasjon og hvordan spre kunnskap om energieffektivisering som et kostnadsreducerende verktøy. I en undersøkelse i litteraturstudiet, viste det seg at deltakere som i utgangspunktet hadde økt miljøkunnskap, undervurderte gevinster med energieffektivisering langt mindre enn deltakere med mindre miljøkunnskap (Dietz, 2010).

Bredvold (2020) undersøker energifattigdom i norske husholdninger, og ulike sosiale gruppers sårbarhet mot endringer i strømprisen. Med kvalitative undersøkelser som intervjuprosesser, finner Bredvold at unge deltakere er mest sårbare til spotprisendringer og ofte må redusere

livskvaliteten ved dyr strøm. Eldre deltakere sliter heller med å opprettholde varme innendørs, og tyr til energibesparende tiltak som å lukke dører og fyre med ved fremfor å bruke panelovner. Studiet gir innsikt på individnivå for konsumenter av strøm, og bidrar med bakgrunnsinformasjon om deres adferd ved endringer i strømprisen. Dette er nyttig informasjon å ha med når eventuelle funn skal anvendes senere i oppgaven.

Andruszkiewicz, Lorenc, & Weychan, (2019) bruker husholdningers forbruk- og etterspørselsmønster til å utvikle responsprogrammer når det er høy etterspørsel i strømmarkedet. De deler 500 husholdninger i to grupper, én med statisk (fast) pris, og en annen med dynamisk spotpris. Undersøkelsen finner at priselastisiteten er høy for gruppen med dynamisk spotpris, og at endringer i strømpris påvirker strømforbruket deres. I perioder med prishopp, reduserer konsumenter med dynamiske priser strømbruken og flytter forbruket til perioder utenfor prishoppene, der prisene er lavere. Oppsummerende finner Andruszkiewicz at kundegruppen med dynamisk strømpris hadde en strømregning som var redusert med 6% sammenliknet med gruppen med statisk pris.

I *Tabell 1* er en oversikt av de overnevnte studier og deres respektive kategoriseringer:

Referanse	Studie	Metode	Beskrivelse	Tidshorisont
Mauritzen (2015)	Kvantitativ tidsserie- studie	Instrumentvariabel- metoden & lokalt vektet regresjon	Norske strømpriser og interesse for varmepumper	2005-2012
Gerarden, Newell, & Stavins (2017)	Litteraturstudie	Systematisk oversikt av tidligere studier	Årsaker til underinvestering i energieffektivisering	1979-2016
Jacobsen (2015)	Paneldata	Faste effektors metode	Energiprisers påvirkning på energieffektiviserende tiltak	2000-2009
Dietz (2010)	Litteraturstudie	Systematisk oversikt av tidligere studier	Undervurdering av energieffektivisering	2010
Bredvold (2020)	Kvalitativ	Kvalitativ spørreundersøkelse	Energifattigdom i Norge	2020
Andruszkiewicz et al (2019)	Eksperiment Kvantitativ	Paneldata, OLS og LSDVC	Etterspørselastisitet til strøm i Polen	2016-2017

Tabell 1 - Sammendrag av tidligere studier

2.2 Bidrag til litteratur

I lys av eksisterende faglitteratur, er det relativt lite forskning som ser på forholdet mellom strømpriser og investeringer i energieffektivisering på det norske markedet. Det er i tillegg en informasjonsmangel på energieffektiverende tiltak. Det kan være flere underliggende faktorer ikke blir fanget opp i oppgavens analyse, som kan påvirke både varmepumpesalg og spotpris i tidshorisonten vi undersøker. Til tross for dette, vil oppgaven forhåpentligvis bidra til litteraturen ved å gi bedre innblikk i dynamikken mellom endring i strømpris og konsumenters påfølgende adferd. Våre funn vil kunne supplere det eksisterende informasjonsgrunnlaget som kan legge til rette for videre forskning innen feltet. Vi håper også at utredningen vil kunne bidra til økt forståelse om incentiver og underliggende drivere som resulterer i energieffektivisering.

3.0 Dagens kraftmarked

I dette kapitlet skal vi gjøre rede for dagens kraftmarked. Deretter skal vi presentere prisområdene som utgjør kraftmarkedet og dynamikken til strømhandel mellom strømsoner. Til slutt skal vi diskutere energimiks og hvordan energimiksen til strømsoner avgjør prisdannelsen i kraftmarkedet. Formålet med dette kapitlet er å gi leseren kontekst og forståelse for dynamikken, og faktorene som utformer strømprisen.

3.1 Dagens kraftmarked

Frem til 1991 var det norske kraftmarkedet regulert av staten, og priser ble satt gjennom politiske vedtak. Konsumenter hadde begrenset forbrukermakt da de måtte forholde seg til lokale strømlleverandører som ble kommunalt drevet (Delebekk, 2021). Etter dereguleringen i 1991, ble det etablert en ny markedsmodell med energiloven som grunnlag. Strømprisen ble deretter satt av markedet gjennom tilbud og etterspørsel som styringsmiddel. I 1993 ble «Statnett Marked» etablert. Den nye markedsmodellen dannet grunnlaget for strømmarkedet som vi kjenner i dag. Hensikten med dereguleringen var å bidra til et mer effektivt kraftmarked med høyere lønnsomhet gjennom økt konkurranse, der forsyningssikkerheten blir ivarettatt og at kraft ikke blir dyrere enn nødvendig (Energifakta Norge, 2021).

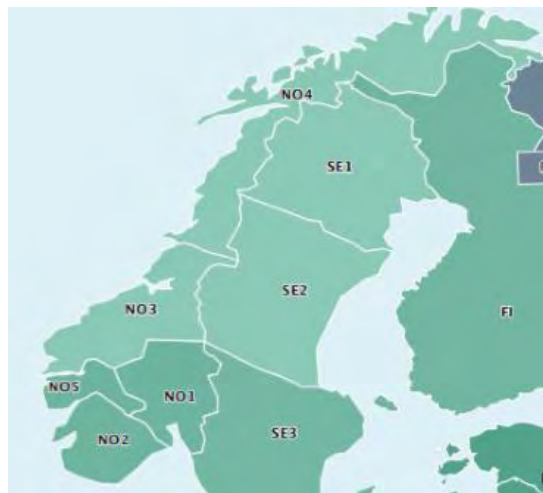
I 1996 etablerte Norge og Sverige en felles strømunion, *Nord Pool*, som i praksis var det første internasjonale strømmarkedet der elektrisitet omsettes til markedspris. Nord Pool fungerer som integrert kraftbørs og har utviklet seg til å bli den dominerende markedsplattformen for omsetning av strøm i Europa. Den består i dag av landene i Skandinavia, Baltikum, Sentral- og Vest Europa og Storbritannia (Nord Pool, 2022a). Det integrerte europeiske strømmarkedet vil muliggjøre import av rimeligere strøm fra andre land når det er dyrt hjemme, noe som vil redusere trykket på norske strømprodusenter og redusere prisforskjellene (Energifakta Norge, 2021).

3.2 Prisområder

Dynamikken av strømhandelen går ut på at elektrisitet blir swolgt fra strømsoner med lav pris og høy produksjon, til soner med høy pris og lav produksjon. For Norge betyr dette i praksis at

norske strømprodusenter eksporterer overskudsstrøm i perioder med høy produksjonskapasitet, og importerer lav etterspørsel innad i Norge.

Norge er delt inn i fem strømområder: NO1, NO2, NO3, NO4 og NO5. NO1 består hovedsakelig av Østlandet, NO2 av Sørlandet og Sør-Vestlandet, NO3 er Nord-Vestlandet og Trøndelag, NO4 består av Nord Norge og NO5 utgjør Vestlandet rundt Bergen (NorgesEnergi, 2022). Et integrert strømmarked skal gi en mer gunstig bruk av knappe energiresurser og føre til lavere prisforskjeller, ifølge teorien om faktorprisutjevning av Hecksher-Ohlin (Norman & Orvedal, 2012).



Figur 1 - Strømsoner i Norge (NordPool, 2022)

Flyten av elektrisk strøm er begrenset av kapasiteten til lokale strømmnett og eksisterende infrastruktur. Strømsoner med høy overføringskapasitet i strømmettet, vil i større grad kunne bli påvirket av prissvingninger fra andre strømsoner enn strømsoner med lavere overføringskapasitet. Et eksempel på dette, er hvordan europeiske strømpriser i større grad påvirker prisen i strømsonene på den sørlige delen av Norge som NO1, NO2 og NO5. I disse strømsonene er overføringskapasiteten til strømmettet høyt, grunnet implementeringen av interkontinentale strømkabler som sammenkople norske strømsoner mot strømsoner i andre europeiske land (NorgesEnergi, 2022). Utenlandskablene brukes hovedsakelig til eksport av strøm. Utenlandskabelen kalt Nordned har eksportert 86,7% av strømmen til Nederland siden installasjonen i 2008, Nordlink har eksportert 79,3% til Tyskland siden 2021 og Nord Sea Link har blitt brukt til 97,2% strømeksport til England siden implementeringen i 2021 (NTB, 2022).

Grunnet strukturelle flaskehalser i strømmettet på den nordlige halvdel av Norge, er strømsonene NO3 og NO4 mindre påvirket av de europeiske strømprisene, sammenliknet med NO1, NO2 og NO5 (NorgesEnergi, 2022). Som følge av dette, har det oppstått ulikheter i spotpris mellom nord og sør i Norge. Hendelser og faktorer som finner sted i andre europeiske

strømsoner vil følgelig påvirke tilbud og etterspørsel i det norske kraftmarkedet, men de spiller inn på andre måter da energimiksen består av ulike komponenter enn i Norge.

3.3 Energimiks

Begrepet energimiks er definert som kombinasjonen av primære energikilder som benyttes til å dekke etterspørselen for strøm i et gjeldende område (Planet Energies, 2021). Den norske energimiksen bestod i 2021 av 97% fornybare kilder, hvor vannkraft tilsvarte 88%, vindkraft tilsvarte 9%, og andre fornybare energikilder tilsvarte 1%. De resterende 3% stammer fra importert energi fra en kombinasjon av kjernekraft og fossil energiproduksjon. Vannkraft er den dominerende energikilden i Norge, men den mister for tiden produksjonsandel i energimiksen da produksjonskapasiteten til vindkraft har hatt en sterkt økende trend siden år 2000 (NVE, 2022a). Siden vann- og vindkraft er de største bidragskildene for energiproduksjon i Norge, spiller nedbør, tilsig og vindforhold en betydelig rolle i utviklingen av strømproduksjon og strømprisen. OECD-landene i Europa hadde i 2019 en energimiks der kjernekraft (22,3%), kull (20,3%) og gass (20,3%) utgjorde de største energikildene (EnerWE, 2019).

3.4 Prisdannelse

De fem strømsonene i Norge har ulik og dynamisk markedspris basert på tilgjengeligheten av strøm produsert, og mulighetene for eksport og import gjennom strømmettet. De individuelle markedseffektene og likevektsprisene vil derfor variere for hver av sonene, men det er fremdeles mulig å generalisere dynamikken av tilbud og etterspørsel. Når strømprisen går opp vil kraftprodusenter øke produksjonen, som gjenspeiles med en positiv trend i tilbudskurven. Når strømprisen øker, vil derimot konsumentene etterspørre mindre strøm, da deres betalingsvilje synker relativt til strømprisen. Etterspørselsfunksjonen vil derfor ha en negativ trend med økt pris. Markedslikevekten oppstår når tilbudskurven treffer etterspørselskurven. Markedslikevekten vil være i konstant endring, da tilbud og etterspørsel er dynamisk og utsatt for konstante prissjokk og sesongvariasjoner.

Prissjokk kan komme av en rekke årsaker og i ulike tidsperioder. Et eksempel på dette er at økt vind i områder med mye vindkraft på kort sikt kan redusere strømprisen, da strømtilbudet

overgår etterspørselen på det gitte tidspunktet. Endringer i nedbør og tilsig til vannmagasinene vil også påvirke strømprisen, men er mindre volatilt enn vindkraft, da det er mulig å lagre vann i vannmagasiner etter perioder med mye nedbør. Perioder med lite nedbør resulterer ofte med økte strømpriser da det er mindre drivstoff til vannkraftproduksjon. Forbruksmønsteret til konsumenter påvirkes også av sesongbaserte faktorer som temperatur og mengde dagslys, da behovet for oppvarming og belysning minker på sommerhalvåret med høyere temperatur og lysere dager. I vinterhalvåret preges forbruksmønsteret av at lavere temperaturer og mindre dagslys øker behovet for strøm til oppvarming og belysning. Følgelig stiger strømprisen med økt etterspørsel.

Andelen av strømavtaler i Norge består stor grad av spotprisavtaler, sammenliknet med de andre nordiske landene som heller benytter seg av fastprisavtaler. Den norske kontraktmiksen bestod i 2021 av 74% spotavtaler, 4% fastprisavtaler og 22% andre avtaler. I Sverige og Danmark bestod kontraktmiksen henholdsvis av 50% og 43% spotprisavtaler, 25% og 57% fastprisavtaler og 25% og 0% andre avtaler. I praksis betyr dette at norske konsumenter er mer utsatt for svingninger i strømprisene og må ta større hensyn til risiko og uforutsigbarhet i husholdningsøkonomien enn i Sverige og Danmark (EnergiNorge, 2022).

4.0 Teoretisk bakgrunn

I dette kapittelet gjør vi rede for fordelene med energieffektiviserende tiltak, hvilke utfordringer som er i dette markedet, og hvorfor de oppstår. Videre skal vi presentere energieffektiviserende teknologier og hvordan deres respektive virkningsgrader påvirker beslutningsprosessen blant konsumenter. Denne delen benytter faglitteratur som knytter relevante teorier og forskning opp mot modellen som vi vil anvende i *kapittel 6.0*.

4.1 Energieffektivisering og energieffektiviseringsgapet

Dette delkapittelet tar for seg energieffektivisering og energieffektiviseringsgapet, for å så dekomponere likningen som tar for seg barrierene i energieffektiviseringsmarkedet av Gerarden, Newell og Stavins (2017). Dekomponeringen vil være delt opp i fire deler: første ledd, andre ledd, tredje ledd og modellen som en helhet.

Det er bred enighet om energieffektiviserende tiltak er kostnadsreducerende for husholdninger. Ved anvendelse av teorien om kapitalavkastning til Norman (2012), vil moderne energiløsninger med høy virkningsgrad ha en høyere avkastning i lys av mer varme produsert per enhet strøm og lavere driftskostnader ved bruk. Energiløsninger som varmpumper og LED-lys vil være kostnadsbesparende over tid, med besparing som vil øke proporsjonalt med økte strømpriser. Kapitalavkastningen (varme per brukt kapital) kan visualiseres gjennom *AI* i appendikset. Allicott og Greenstone (2012) argumenterer for at det eksisterer flere barrierer som hindrer husholdninger i å implementere energieffektive tiltak. Dette forholdet kalt «energieffektiviseringsgapet» har hindret realiseringene av de potensielle energibesparende gevinstene.

Energieffektiviseringsgapet eller «the energy efficiency gap» er samlebegrepet for hvorfor husholdninger ikke iverksetter energieffektiviserende tiltak, da teorien skulle tilsi et høyere volum. En studie fra McKinsey (2009) identifiserer hvordan energieffektivisering er en lavkostnadsløsning som kan omtales som en verdifull energiressurs og en vinn-vinn både for konsumenter, miljøet og produsenter. Rapporten finner at det amerikanske markedet kan redusere strømforbruket med opptil 23%. Et tilsvarende funn ble gjort i 1973, hvor det ble estimert en reduksjon på 30% av det amerikanske energiforbruket (Yergen, 1979).

For å bygge en strukturell ramme rundt energieffektiviseringsgapet presenterer Gerarden et al. (2017) en modell som kan gi en begrunnelse for hvorvidt konsumenter benytter energieffektiviserende tiltak. Som vist under, benyttes modellens grunnleggende elementer for å se på en kostnadsredsprofil til energieffektiviserende tiltak og PV:

$$\frac{\min Total Cost}{objective} = \frac{K(E)}{Equipment\ purchase\ cost} + \frac{O(E, P_E) * D(r, T)}{discounted\ operating\ costs} + other\ costs$$

Hvor:

$K(E)$ = Equipment purchases cost;

E = Annual energy use

$O(E, P_E)$ = Annual operating costs;

P_E = Price of energy;

$D(r, T)$ = Present value factor;

r = Discount rate; and

T = Time horizon.

Det første leddet av modellen representerer kostnadsrammen til energieffektiviserende tiltak. Årsaken til at dette leddet inkluderes, er fordi om kostnaden til de energieffektiviserende tiltakene er høye nok vil dette være en påvirkende faktor for konsumenter. Vi har etablert at konsumenter vil tjene på å benytte energieffektiviserende tiltak, det må dermed komme av andre årsaker. En forklaring på hvorfor konsumenter ikke har gjennomført kjøp av energibesparende tiltak kan være «adverse selection». Utfordringen til konsumenter kan stamme fra det asymmetriske informasjonsgapet mellom selger og kunde som gjør at de ikke forstår hvordan energibesparende tiltak virker, og er derfor uvillig til å betale for produktet. En annen tilnærming kan komme av imperfekt informasjon, når konsumenter ikke har, eller ikke klarer å benytte informasjonen de besitter for å ta en avgjørelse. For å redusere dette gapet må institusjoner og interessepartier informere om mulige besparinger ved energieffektiviserende tiltak (Davis & Metcalf, 2014). En annen undersøkelse utført av økonomen Sebastien Houde (2014) tyder på at konsumenter ikke benytter informasjon om den energibesparende

teknologien, men heller setter søkelys på sertifiserte teknologier, til den grad at det er ikke selve energibesparingen som blir vurdert, men om produktet er sertifisert.

Det andre leddet tar for seg om energikostnadene er innforstått i samfunnet og hvordan P_E , altså energikostnader, påvirker konsumenters interesse for energieffektiviserende tiltak. Forskning kan tyde på at konsumenter er missinformert om energikostnader (Ito, 2014). Dette kommer spesielt frem på hvordan konsumenter relaterer bruk av elektroniske komponenter til energibruk. Konsumenter undervurderer energiforbruket til produkter som bruker mye strøm, og overvurderer tilsvarende energiforbruket til produkter som bruker lite strøm. Det er en del empirisk anerkjennelse omhandlende dette temaet for det amerikanske markedet (Gerarden et al., 2017). Man finner derimot ikke slike anerkjente empiriske undersøkelser på det norske markedet. Som nevnt i *kapittel 3.4* er det norske og amerikanske strømmarkedet sammensatt relativt ulikt, da de fleste konsumenter i det norske strømmarkedet benytter seg av spotprisavtaler, mens det er mer vanlig med fastprisavtaler i det amerikanske strømmarkedet (Reuters, 2021). Dette kan tyde på at norske konsumenter har en økt forståelse for variasjoner i energipriser, og handler deretter. En tilsvarende trend viser Andruszkiewicz et al. (2019) i en polsk analyse, der husholdninger med spotprisavtaler tilpasset strømforbruket sitt til prissvingninger i større grad enn husholdninger med fastprisavtaler.

Det siste leddet representerer likningens «feilledd», her dekkes mangler ved modellen som omfatter for det modellen ikke fanger opp. I undersøkelser om det er andre variabler som påvirker gapet i energieffektivisering, benyttes paneldata sammen med faste effekters metode for at analysen skal være så troverdig som mulig (Allcott & Wozny, 2010). En faktor som går igjen på forskningen av dette leddet er vektleggingen av konsumenters ikke-finansielle kostnader for implementasjon av energieffektiviserende tiltak. Tidskrevende faktorer som undersøkelsestid for produktvalg og uobserverte implementeringskostnader er begge faktorer som gjelder her. I en studie fra 2008 identifiseres det at de ikke-finansielle kostnadene kan være dobbelt så store som de finansielle kostnadene (Caird, Roy, & Herring, 2008).

Modellen har som helhetlig mål for å kartlegge faktorer som er med på å påvirke konsumenters tilnærming til energieffektiviserende tiltak og produkter. Modellen undersøker også årsakene til at forbruket avviker fra nivået som gevinstene av energieffektiviseringen skulle tilsi, og

hvorvidt produktvalgene på energieffektivisering vil være kostnadsminimerende i en netto-nåverdi kontekst. Delte insentiver mellom parter kan føre til principal-agent problemer som hindrer investeringer i energieffektivisering. Et eksempel på dette kommer frem i forholdet mellom eier og utleier, og hvordan deres respektive incentiver kan være samfunnsøkonomisk ugunstig. Utleier har ikke insentiv til å investere i energieffektiviserende tiltak når strømforbruk dekkes av utleier (International Energy Agency, 2007). Dersom strømforbruk er inkludert i leietakerens leie, vil forbruksmønsteret skje uavhengig av strømprisene, og leietakeren vil ha et ineffektivt forbruk av strøm (Davis, 2011).

Det er bred enighet i litteraturen for at uoppmerksomhet og manglende interesse for energiforbruk og tilhørende driftskostnader er en faktor som påvirker forbrukerbeslutninger. En undersøkelse fra 2011 fant at uvitenhet om driftsforbruk fører til markedssvikt, da driftskostnader ikke inkluderes i vurderingsprosessen (Allcott, 2011). Myopi, altså kortsiktighet er en faktor kan forklare hvordan konsumenters manglede evne til å se avveiningen mellom investeringssummen og langsiktig fortjenesten som påfølger av energieffektiviseringen (Gerarden, Newell, & Stavins, 2015). Tidligere studier har ikke i tilstrekkelig grad klart å isolere effekten som myopi har på beslutninger om energieffektiviserende tiltak (Helfand & Wolverton, 2016). Usikkerhet ved å investere i energibesparende teknologi kan komme av manglende konseptualisering og forutsigbarhet om fremtidige energipriser og kommende teknologiske innovasjoner (Baker, 2012).

4.2 Energieffektiviserende tiltak og teknologi

I dette delkapitlet skal vi presentere energieffektiviserende teknologier og deres respektive nytteeffekter. Nye løsninger og innovasjoner innen eksisterende varmeteknologier, gjør at valg av tiltak kan oppnå ulik grad av energieffektivisering. Formålet med delkapitlet er at leseren skal få en overordnet forståelse om de mest brukte energieffektiviseringstiltakene, og hvorfor noen tiltak har høyere kostnadseffektivitet og energibesparingspotensiale.

Det er en rekke tiltak som kan iverksettes for å øke energieffektiviteten av bygg, som å bedre varmeisoleringen, bytte vinduer eller installere varmepumpe. For å skille mellom energieffektiviserende teknologier benyttes virkningsgrad. Virkningsgrad er et prosentvis mål

på hvor effektiv en maskin eller en prosess er, og defineres som forholdet mellom utnyttbar effekt og tilført effekt (Grøn, 2022). Funksjonen for virkningsgrad (η) betegnes matematisk som:

$$\eta = \frac{P_{nyttbar}}{P_{tilført}}$$

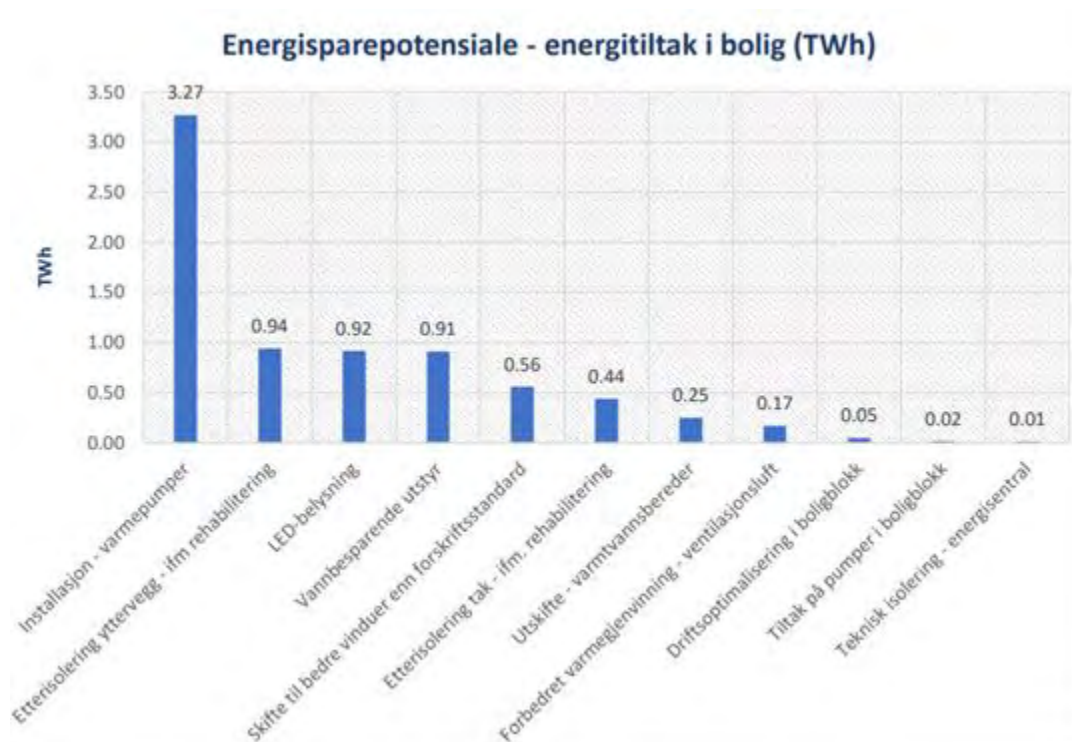
Innovasjoner innen varmeteknologi resulterer i at eldre varmeteknologi ofte har lavere virkningsgrad enn nyere varmeteknologier. EUs øko-designdirektiv er en sterk pådriver for slik innovasjon (EUR-Lex, 2012). Eksempelvis har eldre vedovner og peiser normalt en virkningsgrad på 30%, mens moderne vedovner har en virkningsgrad mellom 75% og 85% (Ildstedet, 2022).

Systemvirkningsgrad beskriver effekt faktoren for et energisystem, og er produktet av verdiene for produksjon, distribusjon og romregulering av energisystemet. Systemvirkningsgraden for panelovner er på $(1 \cdot 1 \cdot 0,92) = 0,92$, mot systemvirkningsgrad på $(2,5 \cdot 1 \cdot 0,91) = 1,82$ for luft-til-luft varmpumper. Luft-til-luft varmpumper har altså en systemvirkningsgrad som er $(1,82 / 0,92) = 1,978$ ganger høyere enn panelovner. Moderne, rentbrennende peiser har eksempelvis en systemvirkningsgrad på $(0,72 \cdot 1 \cdot 0,87) = 0,63$, mot eldre vedovner som har systemgrad på $(0,35 \cdot 1 \cdot 0,87) = 0,30$ (Grini, Oksvold, & Sæter, 2017). *Tabell 2* viser en oversikt av systemvirkningsgrader til ulike varmeteknologier, hvor det fremkommer at varmpumper gir høyest produksjon- og systemvirkningsgrad.

	Produksjons- virkningsgrad	Distribusjons- virkningsgrad	Romvirkningsgrad	Systemvirkningsgrad
Elektrisk ovn o.l.	1,00	1,00	0,92	0,92
Fjernvarme	0,98	0,96	0,90	0,85
El-kjel	0,97	0,96	0,90	0,84
Olje-/gasskjel	0,85	0,96	0,90	0,78
Biokjel	0,78	0,96	0,90	0,78
Varmepumpe (snitt luft-vann/væske-vann)	2,5	0,96	0,90	2,16
Luft-luft varmpumpe	2,0	1	0,91	1,82
Olje-/parafinkamin	0,77	0,94	0,85	0,61
Gasskamin	0,72	0,94	0,85	0,58
Moderne rentbrennende peis	0,72	1	0,87	0,63
Eldre vedovn	0,35	1	0,87	0,30

Tabell 2 - Systemvirkningsgrader for ulike oppvarmingsløsninger (Grini, Oksvold, & Sæter, 2017)

Grini, et al. (2017) beskriver installasjonen av varmpumper i eksisterende bygninger som det mest kostnadseffektive tiltaket for å redusere energiforbruket. Undersøkelsen finner at installasjonen av luft-til-luft varmpumper til fordel for konvensjonelle elektrisitetsovner er det enkelttiltaket som reduserer strømforbruket i størst grad, sammenliknet med alternative løsninger. Etterisolering og utskiftning av vinduer har en energibesparende effekt, da det reduserer utsiget av varme. Slike tiltak er kostbare og mer omfattende å implementere, sammenliknet med installasjon av varmpumper. Etterisolering koster i snitt mellom 2.000 kr og 4.000 kr per kvadratmeter veggflate (Byggstart, 2022), mens kjøp og montering av varmpumpe i snitt koster mellom 15.000 kr til 30.000 kr (Varmepumpeportalen, 2022). Energibesparingspotensialet visualiseres under i *Figur 2*, der varmpumper har det høyeste energisparingspotensiale i TWh, med potensial som i snitt er $(3,27 / 0,94) = 3,48$ ganger høyere enn etterisolering:



Figur 2 - Energisparingspotensial i boliger ved gjennomføring av ulike tiltak (Grini, Oksvold, & Sæter, 2017)

5.0 Datagrunnlag

I dette kapitlet vil vi gjøre rede for datagrunnlaget som ligger til grunn for analysen. Først beskriver vi datainnsamlingen og variablene som dataene danner grunnlaget for. Deretter skal vi drøfte prosessen av databehandling, sammenslåing og transformering av variabler. Avslutningsvis presenteres den deskriptive statistikken der vi visualiserer og sammenlikner dataene for å gi et helhetlig overblikk. Sammenhenger mellom variablene presenteres med en korrelasjonsmatrise. Formålet med dette kapitlet er å gi leseren forståelse for valg av variabler og logikken av fremgangsmåten i lys av kontekst og tidligere litteratur.

5.1 Datainnsamling og variabler

I *kapittel 3.3 Energimiks* og *3.4 Prisdannelse* beskrives komponentene som utgjør energiproduksjonen i Norge, og hvordan spotprisen påvirkes. For å analysere dynamikken og forstå påvirkningen til energieffektivisering, inkluderer vi faktorene som både påvirker interessen for energieffektiverende tiltak og strømpris. Variablene er følgende: *Søk*, *Salg*, *Spotpris*, *Temperatur*, *Vind*, *Nedbør*, *Fyllingsgrad* og *Varmepumpe Nyheter*. Siden analysen består av finansielle, metrologiske og kommunikasjonsbaserte variabler, ble sammensetningen av data innhentet fra flere kilder: Google Trends, Prognosesenteret, Nord Pool, Norsk Klimaservicesenter, Norges vassdrags- og energidirektorat og Aftenposten. Totalt utgjør innsamlet data 189 månedlige observasjoner, fra perioden januar 2007 til september 2022. Variablenes hensikt, kontekst og datakilde vil til å bli videre utgreid, for at leseren skal få økt forståelse for valg av variabel og dets funksjon i analysen.

Søk

Vi bruker variabelen *Søk* som den avhengige variabelen i analysen. Variabelen *Søk* er hentet fra Google Trends og beskriver trender i Google søk for varmepumper i Norge fra januar 2007 til januar 2022 på månedsbasis. Variabelen presenteres på en skala fra 0 til 100 og bygger på relative endringer i søkshyppighet i den gjeldende perioden, der verdi på 0 indikerer at varmepumper er et lite populært søkeord, mens en verdi på 100 indikerer at det er et svært populært søkeord i den gitte perioden og området det måles for.

I *kapittel 4.2* beskrives det hvordan varmepumper er det mest brukte tiltaket for energieffektivisering (Grini et al., 2017). Variabelen *Søk* gir dermed innblikk i konsumenters informasjonssøk og interesse for energieffektivisering, noe som kan gi påpekning om deres adferdsmønster (Jun, Park, & Yeom, 2014). En undersøkelse av Vosen og Schmidt (2011) identifiserer at Google trends er en mer representativ faktor for privat konsum, enn undersøkelsesbaserte faktorer. Økt kunnskap interesse for varmepumper reduserer markedssvikten som uvitenhet om driftsforbruk og kostnader medfører (Allcott, 2011) som drøftes i *kapittel 4.1*. En artikkel fra 2018 konkluderte etter en gjennomgang av 657 artikler som hadde brukt Google Trends for datainnsamling, at Google Trends følgelig er et effektivt datainnhentingsverktøy som muliggjør bruken av Big Data for et allment publikum (Yoo, Choi, & Jun, 2018).

Salg

Variabelen *Salg* beskriver totale salg- og installasjoner av varmepumper i Norge, og bygger på data som er innhentet fra Prognosesenteret. Prognosesenteret er en interesseorganisasjon som tilbyr innsikt til aktører i det nordiske byggemarkedet, og samler data fra samtlige selskaper som selger og installerer varmepumper i Norge. Datasettet presenterer salgstallene kvartalsvis mellom 2012 og 2022 og består av totalt 42 observasjoner. Et datagrunnlag på 42 observasjoner tilsier ifølge 10-til-1 regelen at vi bare kan ha 4 forklaringsvariabler (Harrel et al., 1984) i analysen, noe som vi anser som utilstrekkelig. Det er av den grunn at masterutredningens problemstilling ser på interesse fremfor salg av varmepumper i analysen. Vi føler derfor at det er mer hensiktsmessig å bruke tall for Google søk som avhengig variabel, og salgstall som supplerende data i *kapittel 8.2*.

Spotpris

Variabelen *Spotpris* representerer den månedlige spotprisen fra NO1 og er oppgitt som krone per megawatt-time (NOK / MWh). Datasettet for spotpriser ble innhentet fra kraftbørsen Nord Pool, som beskrives i *kapittel 3.1* og *3.3*. Datasettet inneholder spotprisen fra samtlige strømprisområder i Norge (NO1, NO2, NO3, NO4 og NO5) på timesbasis, dagsbasis, ukesbasis, månedsbasis og årsbasis fra januar 2006 til september 2022 (NordPool, 2022). Vi fant det mest anvendelig å benytte oss av spotprisen fra NO1, da dette utgjør Østlandet, som har størst befolkningstetthet og det høyeste energiforbruket i Norge (e24, 2015). Grunnet at

variabelen *Søk* er oppgitt på landsbasis, forutsetter vi at det er konsumentadferden i NO1 som i størst grad påvirker trender i Google søk, sammenliknet med strømsoner med lavere befolkningstetthet. Endringer i spotprisen er enkeltfaktoren som i størst grad vil påvirke husholdningers kostnad til oppvarming, da elektrisitet i 2018 sto for 67% av energibruken til oppvarming i Norge (NVE, 2022b).

Meteorologisk data

Som beskrevet i *kapittel 3.3* og *3.4*, spiller meteorologiske faktorer som temperatur, vind og nedbør en stor rolle for produksjon og forbruk av strøm i Norge. Siden spotprisen i Norge påvirkes i stor grad av meteorologiske faktorer, og vi bruker spotprisen fra NO1 i modellen, inkluderer vi meteoriske variabler som skal være representative for prisdannelsen i NO1. Meteorologisk data er hentet fra de offentlige databasene til Norsk Klimaservicesenter og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Dataene fra Norsk Klimaservicesenter ble innhentet fra åtte værstasjoner spredt rundt i NO1, og bygger på et gjennomsnittsanslag for å redusere tilfeldigheter av individuelle målinger og øke robustheten til verdiene. Variablene *Temperatur* og *Vind* er bygger på data fra Norsk Klimaservicesenter.

Temperatur presenteres i grader celsius og estimeres som daglig gjennomsnittstemperatur på målestasjonene, som konverteres til månedlig gjennomsnittstemperatur. *Kapittel 3.4 Prisdannelse* beskriver hvordan sesongbaserte temperatursvingninger påvirker prisdannelsen og etterspørselen for strøm. Vi vil også bruke variabelen *Temperatur* for å se hvordan temperaturendringer påvirker den avhengige variabelen *Søk*. Variabelen *Vind* er målt i meter per sekund og er kalkulert som gjennomsnittsvinden per dag per måned.

Nedbør og *Fyllingsgrad* er hydrologiske faktorer som inkluderes i modellen. *Kapittel 3.4* beskriver hvordan endringer i nedbør og tilsiget til vannmagasiner påvirker strømprisen, da energimiksen i Norge består av 88 % vannkraft (NVE, 2022a). Datagrunnlaget for variabelen *Nedbør* kommer fra Norsk Klimaservicesenter, som beskriver gjennomsnittlig nedbør i millimeter for de åtte målestasjonene som representerer NO1. Variabelen *Fyllingsgrad* bygger på data fra NVE sin database og beskriver den prosentvise beholdningen per uke i vannmagasinene for produksjon av vannkraft i NO1, NO2 og NO3. Ved utregning av

magasinnivåene, forutsetter vi at observert reservoarnivå holdes konstant mellom hver observasjon, og at dette gir grunnlag for et månedsgjennomsnitt.

Medieomtale

Medieomtale om strømpriser, energieffektivisering og varmepumper kan bidra til å motvirke markedssvikten som fremkommer av misinformasjon, uvitenhet og myopi rundt energilønnsomhet og investeringskostnader for energieffektivisering (Allcott H., 2011), som ble diskutert i *kapittel 4.1*. Når konsumenter blir orientert om gevinstene av energieffektivisering, vil konsumentene i større grad være i stand til å fatte lønnsomme beslutninger (Davis & Metcalf, 2014). For å observere effekten som medieomtale kan ha på konsumenters interesse til energieffektivisering, inkluderer modellen variablene *Strøm Nyheter* og *Varmepumpe Nyheter*.

Datagrunnlaget for disse variablene kommer fra Aftenpostens arkiver i perioden 2007- 2022. Bearbeidingen av grunndata ble utført av oss selv ved å på månedsbasis filtrere Aftenpostens arkiver for artikler som tar for seg varmepumper og strømpriser, enten høye eller lave. For variabelen *Strøm Nyheter* har vi ekskludert artikler som tar for seg når det er snakk om normale strømpriser, fordi dette er noe vi ikke tror vil påvirke husholdningers handlingsmønster. For variabelen *Varmepumpe Nyheter* har vi inkludert alle avisartikler som har varmepumper som hovedtema. Variablene inkluderer ikke reklamer eller sponset segment. Utfordringen med disse variablene er at vi forutsetter at Aftenposten er representativt for medieomtale i Norge, noe som diskuteres mer i *kapittel 9.1 Kritikk av oppgaven*.

<i>Variabel</i>	<i>Karakteristikk</i>	<i>Måleenhet</i>	<i>Kilde</i>
<i>Søk</i>	Google søk på varmpumper	Skala (0-100)	Google Trends
<i>Salg</i>	Kvartalsvis salg av varmpumper	Installert enhet	Prognosesenteret
<i>Spotpris</i>	Spotpris i prisområde NO1	Kroner per MWh	Noordpool
<i>Temperatur</i>	Temperaturen i gjennomsnitt per dag	Grader celsius	Norsk Klimaservicesenter
<i>Vind</i>	Høyeste gjennomsnittsvind per måned	Meter per sekund	Norsk Klimaservicesenter
<i>Nedbør</i>	Månedssum for nedbør	Millimeter	Norsk Klimaservicesenter
<i>Fyllingsgrad</i>	Grad av vann i vannmagasinene	Prosent	Noregs vassdrags- og energidirektorat
<i>Strøm Nyheter</i>	Artikler som diskuterer strømpris	Antall artikler	Aftenposten
<i>Varmepumpe Nyheter</i>	Artikler som diskuterer varmpumper	Antall artikler	Aftenposten

Tabell 3 - Oversikt av variabler og datainnsamling

5.2 Databehandling

Sammenslåing av datakildene og bearbeiding av datasettet har utgjort store deler av arbeidet for analysen. Databehandlingen har bestått blant annet av transformering av selekterte variabler til logaritmisk data. Ved å log transformere data, kan man oppnå at data blir mer normalfordelt, noe vi ønsker for å forebygge skjevheter i vår statistiske analyse (Htoon, 2020). *Figur A3.1, A3.2 og A3.3* i appendiksen viser histogrammer med forklaringsvariablene, og legger grunnlaget for vår vurdering om å log transformerte *Søk* og *Spotpris*. Værdata utgjør en stor andel av resterende data og vil være tilsynelatende normalfordelt. Vi velger å ikke «winsorize» datasettet. Metoden «winsorize» kan ofte øke robustheten til analyser ved å jevne ut verdier til et valgt prosentnivå. Etter vår vurdering er antallet observasjoner i datasettet på et nivå som tilsier at vi kan inspisere alle observasjonene og finne kontekstuelle årsaker de mest ekstreme verdiene (Wicklin, 2017).

For å ta i bruk kvartalsvis salgstall av varmpumper i *kapittel 8.2*, måtte vi gjøre endringer og tilpasninger i datasettet. Vi skal her gå gjennom endringene i datasettet og hvordan det påvirker

forklaringsvariablene. Grunnet begrensninger med å kun ha tilgang til kvartalsvis salgsdata for varmepumper, måtte vi endre de andre forklaringsvariablene til kvartalsvis data. I lys av dette ble forklaringsvariablene *Søk*, *Spotpris*, *Temperatur*, *Vind*, og *Fyllingsgrad* endret til kvartalsvis gjennomsnitt. Forklaringsvariablene *Nedbør*, *Strømpris Nyheter* og *Varmepumpe Nyheter* ble summert til kvartalsvis data. Hvordan dataene ble konvertert til kvartalsvis data ble bestemt i tråd med dataens natur. En annen påvirkning av å konvertere til kvartalsvis data er at vi mister noe datagrunnlag. I 2022 har variabelen *Salg* av varmepumper bare data for første og andre kvartal, noe som gjør at selv om vi har data for forklaringsvariabler i Q3 så må vi korte ned datasettet.

5.3 Deskriptiv statistikk

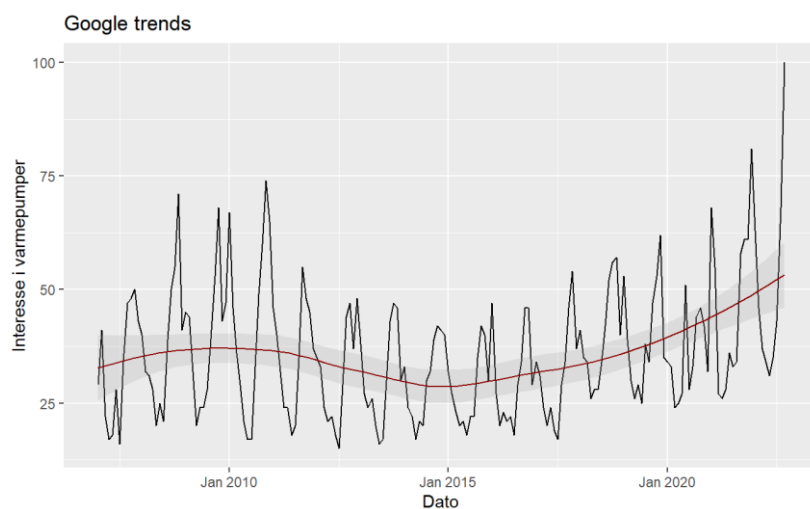
Dette delkapittelet vil ta for seg en statistisk tilnærming av datagrunnlaget. Årsaken for dette er at vi ønsker et innblikk i egenskapene til datasettet, som utgjør grunnlaget for modellene i oppgaven. Det vil bli presentert en statistisk oversikt over forklaringsvariablene som brukes i modellen, oppfulgt av en diskusjonsdel hvor de viktigste forklaringsvariablene drøftes. Deretter presenter vi en korrelasjonsmatrise for variablene i datasettet.

Tabell 4 illustrerer et statistisk sammendrag over dataene som trekkes frem i modellen. Formålet her er økt forståelse og bedre utgangspunkt for å forstå våre analyser. Den statistiske sammenhengen mellom forklaringsvariablene kan gi en økt dybdeforståelse.

Dataoversikt med salg								
Statistic	N	Mean	St. Dev	Min	Pctil(25)	Median	Pctl(75)	Max
Sook	42	34.43	10.310	19.33	27.09	32.33	40.92	67.67
Salg	42	43,924	2,8164	9,388	21,804	43,924	61,923	125,05
Spotpris	42	369.52	338.12	49.49	213.02	369.06	370.52	1,630.51
Temperatur	42	4.685	9.986	-7.350	-1.315	5.060	10.645	14.770
Vind	42	1.804	0,205	1.400	1.623	1.803	1.923	2.350
Nedbor	42	207.78	79,921	56.95	157.07	201.51	254.41	397.23
Fyllingsgrad	42	0.613	0.196	0.253	0.424	0.569	0.799	0.939
Varmepumpe_nyheter	42	5.000	6.227	0.000	2.000	3.000	5.750	33.000

Tabell 4 - Dataoversikt

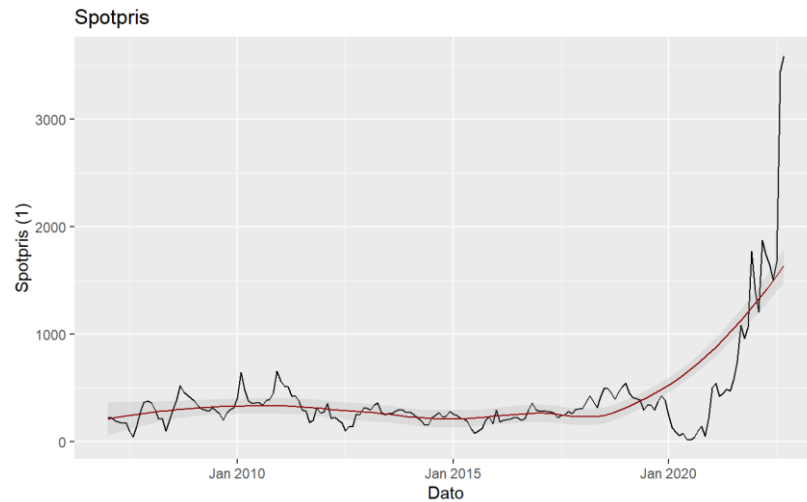
Det statistiske sammendraget setter lys på en relativt lav gjennomsnittsverdi for Google søk på 35,989. En annen variabel som er interessant å se på er øvre og nedre prosentil på respektive 45 og 25, som videre illustrerer en lav gjennomsnittsverdi. Dette forteller oss at halvparten av observasjonene er på et nivå mellom 25-45. Forklaringen på dette stammer fra virkningsvariabelens egenskaper, hvor det er få ganger den vil kunne treffe 100, noe som er maksimumsverdien til variabelen. At variabelen *Søk* treffer 100 betyr at det er en av de mest populære begrepene å søke på ved bruk av søkemotoren Google i Norge. I *figur 3* illustreres det en tydelig sesongvariasjon i Google søk på varmepumper, men det er en økende trend uavhengig av sesongvariasjoner. Årsaken for sesongvariasjonene kan komme av konsumenters kortsynthet eller myopi, som illustrert i *kapittel 4.1* for mulige årsaker for energieffektiviseringsgapet. Det glidende gjennomsnittet viser en gjennomsnittlig økning og trend mot å søke på varmepumper på Google.



Figur 3 - Tidsserie for Google søk

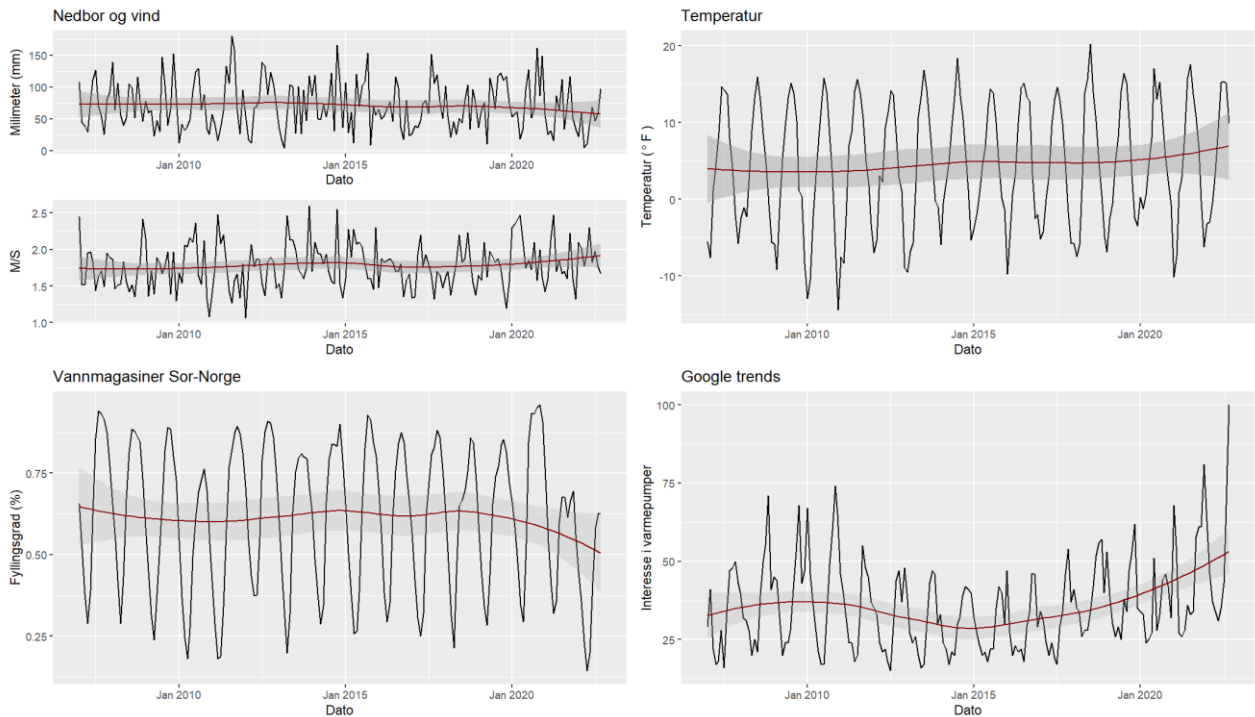
Som illustrert i *figur 4*, har strømprisen det siste året vært ukarakteristisk høy. Uten den visuelle begrunnelsen fremstilles det også i datastatistikken, med et gjennomsnitt på 395,286 og det øvre prosentilet på 396,480 har et skille på kr 1,2 eller 0,3%. Dette tyder på at det er noen få observasjoner som trekker opp gjennomsnittet. I tillegg, setter det statistiske sammendraget lys på at standardavviket er større enn gjennomsnittet på 446,040 som viser til de store variasjonene som dataen har. *Figur 4* illustrerer sesongvariasjon med prishopp i perioder. Pristoppene i 2010 blir skyggelagt av prishoppet i 2021-2022. Disse observasjonene fører også til at trendlinjen også trekkes kraftig opp i perioden etter 2021. Det kan nevnes at prishoppet

kom rundt den tiden Nordlink og Nord Sea Link ble operasjonelle (E24, 2022), noe som ble nevnt i *kapittel 3.1*.



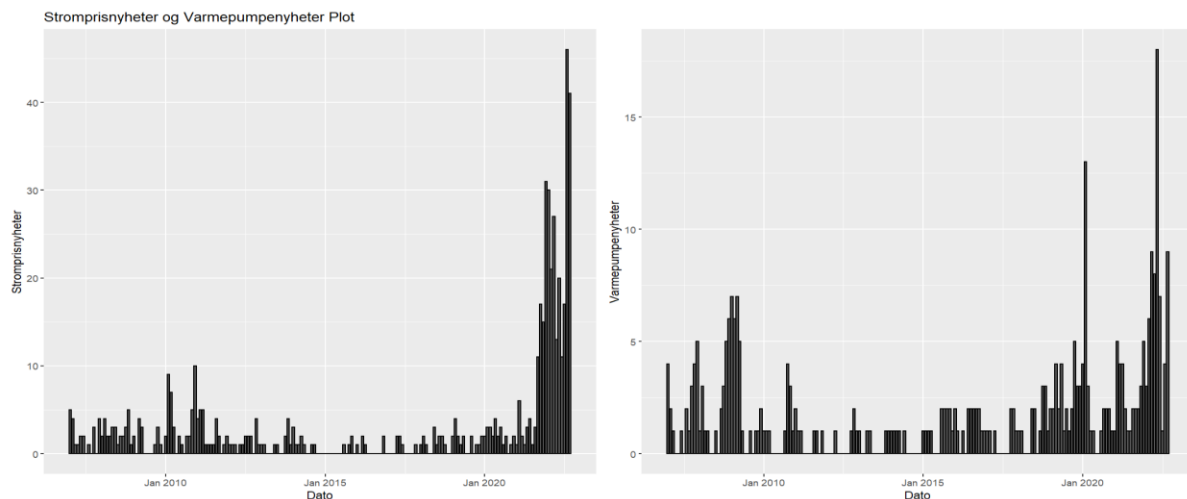
Figur 4 - Spotpris prisområde NOI

Figur 5 illustrerer en rekke metrologisk data. Intuitivt over tid er forklaringsvariablene *Temperatur*, *Nedbør* og *Vind* normalfordelt, hvor det er mer eller mindre standardiserte variabler. Dette kommer frem i *tabell 4*, hvor vi ser at gjennomsnittet og medianen til variablene er veldig like, samt at øvre og nedre kvartil er også på et nivå hvor det kan forventes en normalfordeling. Ved visuell inspeksjon av *Temperatur* er det klart at det er sesongvariasjon i variabelen. *Vind* og *Nedbør* inneholder også sesongvariasjon. Det er mer nedbør i Norge på høsten og vinteren (Tveito, Kuya, & Gjelten), dette påvirker også sesongvariasjonene til fyllingsgraden til vannmagasinene i Sør-Norge. Ved normal drift av vannmagasinene, fylles magasinene fra sensommeren til høsten, og i begynnelsen av vinteren, før det brukes utover nyåret og gjennom våren da nedbør ikke forekommer like hyppig. I 2021 forekommer det et avvik hvor magasinene ikke fylles opp til normalverdien som er over 75%. Dette kan være som svar til en økt strømpris i denne perioden hvor vi bruker mer av reservoaret for å møte etterspørselen for strøm. Den laveste fyllingsgraden observeres i april 2022, der det observeres en verdi på 14,38%. Ved en fremvisning av et glidende snitt ser man at det reduseres i nyere tid.



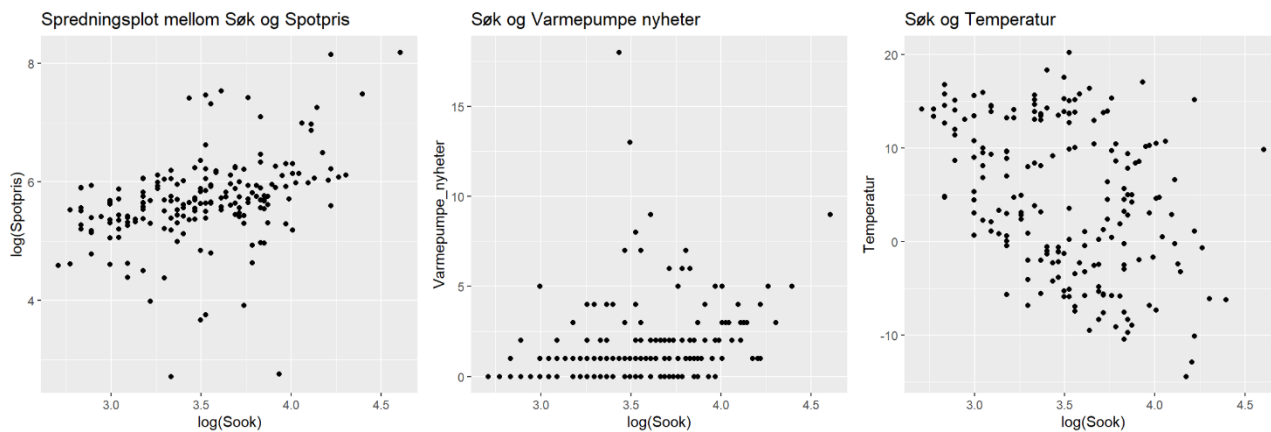
Figur 5 - Oversikt over metrologisk data og Google søk for varmepumper

I artikkelen *How price spikes can help overcome the energy efficiency gap*, finner Johannes Mauritzen (2015) at mediedekning følger prishopp i strømmarkedet. Det umiddelbare inntrykket av datafordelingen på nyhetsartikler i grafen under bekrefter også dette. Når spotprisen øker betraktelig i 2021-2022, er det en kraftig økning i artikler om både strømprisen og varmepumper. Medianen til *Strøm Nyheter* er 1 artikkel, mens gjennomsnittet er omtrent 3 artikler per måned. Året 2022 har vært så ekstremt på hyppigheten av antall artikler publisert, at gjennomsnitt har nådd 1,5 artikler per dag i august og september. *Figur 6* viser en oversikt over *Varmepumpe Nyheter* der man observerer en økning i artikler rundt 2008-2009. Noe som kan være interessant er at selv om det er en lav strømpris på nyåret 2020, så er det en stor økning av artikler om varmepumper på denne tiden. Dette kan tyde på en lagget effekt mellom *Spotprisen* og *Varmepumpe Nyheter*.



Figur 6 - Tidsserie oversikt for Varmepumpe Nyheter

Spredningsplot, eller «scatterplot,» er et statistisk diagram som viser forholdet mellom to variabler. Formålet er å tyde sammenhengen mellom den endogene variabelen Google søk og de eksogene variablene *Spotpris*, *Varmepumpe Nyheter* og *Temperatur*. Spredningsplottene er vist under i figur 7:



Figur 7 - Spredningsplott

I det første spredningsplottet mellom log transformert Google søk og *Spotpris* er datapunktene relativt samlet i midten av plottet, foruten noen avvikende ekstremalverdier. Dette kommer av at spotprisen i noen perioder har vært volatil, som vist i figur 4. Trenden av plottet viser at det er et positivt forhold mellom variablene. For det andre plottet mellom Google søk og *Varmepumpe Nyheter* i figur 7, er det i flere måneder ikke skrevet noen artikler om varmepumper. Derfor vil det være vanskeligere å tyde forholdet, men en mulig tolkning kan

være at det fremkommer et positivt forhold mellom variablene her også. Derimot ved inspeksjon av Google søk og *Temperatur* er det en tydelig negativ trend. Forholdet kan komme av at når det forekommer negative temperaturendringer, vil det være økt etterspørsel og interesse etter varmpumper (som kan anvendes i lys av dynamikken beskrevet i *kapittel 3.4*).

For at det ikke skal oppstå problemer senere i modellene våre, er det imperativt å oppdage eventuell korrelasjon mellom forklaringsvariablene. I *tabell 6* under vil vi derfor utforme Pearsons korrelasjonsmatrise.

Korrelasjonsmatrise								
	Sook	Spotpris	Temperatur	Vind	Nedbor	Fyllingsgrad	Strom_nyheter	Varmepumpe_nyheter
Sook	1	0.484	-0.349	-0.311	-0.005	0.394	0.482	0.315
Spotpris	0.484	1	-0.014	-0.010	-0.157	-0.174	0.920	0.504
Temperatur	-0.349	-0.014	1	0.176	0.325	0.189	-0.048	-0.196
Vind	-0.311	-0.010	0.176	1	-0.029	-0.316	0.024	0.144
Nedbor	-0.005	-0.157	0.325	-0.029	1	0.460	-0.144	-0.141
Fyllingsgrad	0.394	-0.174	0.189	-0.316	0.460	1	-0.164	-0.121
Strom_nyheter	0.482	0.920	-0.048	0.024	-0.144	-0.164	1	0.490
Varmepumpe_nyheter	0.315	0.504	-0.196	0.144	-0.141	-0.121	0.490	1

Tabell 5 - Korrelasjonsmatrise

Miles og Shevlin (2000) forteller at dersom er det er en korrelasjon på under 0,5 vil det kategoriseres som at det lav korrelasjon og har liten sannsynlighet for at forklaringsvariablene føre til multikollinearitet. Det er ingen variabler som korrelerer over 0,5, foruten *Spotpris* og *Strøm Nyheter*, som har en korrelasjon på 0,92. En korrelasjon mellom 1-0,9 kan kategoriseres som ekstremt høy og kan tyde på et mulig problem med multikollinearitet.

6.0 Empirisk metode

I dette kapitlet skal vi redegjøre for metodikken som ligger til grunn for oppgavens modeller. Først utreder vi for bruken av paneldata og dets bruksområder for vår analyse. Til slutt presenterer vi bruken av faste effekter og kontrollvariablene for å danne en regresjonsmodell med utgangspunkt i metoden presentert i kapitlet.

6.1 Paneldata

Paneldata defineres som datasett med like observasjoner som følger et individ eller en målbar parameter i gjennom tid t , og betegnes som longitudinelle data. Woolridge (2014) beskriver paneldata som tidsserier for flere observerte individer der man kombinerer tverrsnitt- og tidsseriedata. I tilfellet med denne oppgaven, er de observerte individene måleparametere for variablene som vi ønsker å beskrive. Bruken av paneldata er lik den metoden benyttet i Jacobsens (2015) studie, men har en annen tilvenning enn Mauritzen (2015) tok da han foretok en tidsserietilnærming. Paneldata muliggjør å studere relative endringer over tid mellom enheter, der vi kan isolere individuelle variabler og effekter. Paneldata har modeller som er mer dynamiske og kontrollerer i større grad for uobserverbare effekter enn det tverrsnittsdata gjør. Problemer rundt multikollinearitet blir redusert, da bruken av paneldata benytter seg av variasjoner mellom tverrsnittet og variasjon over tid (Hsiao, 2007).

6.2 Faste effekters metode

OLS-regresjonen er en av de vanligste metodene for å kartlegge forholdet mellom to variabler, og anvende minste kvadraters metode. Minste kvadraters metode produserer et restledd som er en kontrollvariabel som fanger opp de faktorene modellen ikke fanger opp. Utfordringen ved å anvende en utilpasset OLS-estimering med vår data er at η_i trolig fanger opp uobservert heterogenitet som kan føre til uønsket korrelasjon i forklaringsvariablene. Dette ville være et brudd på restleddets forutsetning 4, som vil føre til skjeve estimatorer (Wooldridge, 2014). Derfor vil vi benytte estimeringsmetoden *faste effekters metode*, som er den samme metoden benyttet i den amerikanske analysen på forholdet mellom energipriser og energieffektivisering (Jacobsen, 2015).

Fixed Effects eller faste effekters metode tar for seg utfordringen med feilledet, ved at restleddet u_{it} blir transformert ved å ta differansen fra gjennomsnittet til observasjonene. Dette vil føre til at leddet a_i fjernes, som fører til at observasjonene kan være i ikke-kronologisk rekkefølge. Dermed beholder vi flere observasjoner ved å anvende denne metodologien. I paneldataanalyse hvor longitudinelle observasjoner eksisterer for det samme testforholdet over tid, vil faste effekters metode føre til at vi kan se på spesifikke endringer for Google søk. Ved å anvende «within-estimatorer,» påvirkes restleddet og koeffisientene i regresjonsmodellen som inkluderer en fast effekt per subjekt i dataene. Videre kan tolkningen til a_i fanges opp gjennom å benytte seg av dummyvariabler for i i hvert ledd (Wooldridge, 2014). Dummyvariablene for i kan ta mange former, men det vil være sesongvariasjoner som er oppgaven sin største utfordring. Vi velger derfor å bruke måned som den faste effekten i modellen. Variabelen δ_t skal representere de tidsfaste variablene for måneder i modellen. I hovedmodellen vil år brukes for å illustrere en lineær tidsfast effekt. Denne effekten vil være representert ved γ_t . Dersom man legger til flere forklaringsvariabler i regresjonen vil det føre til noen endringer. Ved å benytte «time-demeaning» på hver forklaringsvariabel inkludert på tidsperiode-dummyvariablene, og deretter gjennomføre en «pooled» OLS regresjon med time-demeaning på variablene. Dette resulterer til oppgavens hovedmodell som vises i *tabell 7*. Hvor dummyvariablene representerer de tidsfasteeffektene for hver måned. *Regresjonsmodell (5)* er som vist under:

$$Søk_{it} = \beta_1 Spotpris_{it} + \beta_2 Temperatur_{it} + \beta_3 Varmepumpe_nyheter_{it} + \beta_3 Fyllingsgrad_{it} + \gamma_t + \delta_t + u_{it}$$

Faste effekters metode er upartisk under forutsetningene til restleddet. Denne metoden vil tillate en korrelasjon mellom α_i og forklaringsvariablene uavhengig av tid. På grunn av dette, vil forklaringsvariabler som er konstante over tid, bli tatt med i dragsuget til transformasjonen til faste effekters metode, hvor $\ddot{x}_{it} = 0$ for alle i og t , dersom \ddot{x}_{it} er konstant over t . Videre vil mange av de samme forutsetningene gjelde for «first difference effect», slik at valget mellom de to metodene bestemmes av seriekorrelasjonen i u_{it} og Δu_{it} , noe som er utfordrende å teste (Wooldridge, 2014).

7.0 Resultater

I dette kapitlet skal vi redegjøre og diskutere funnene til hovedmodellen som presenteres i *tabell 7*. Først skal vi presentere funnene av OLS-regresjonen, og drøfte hvorvidt den kartlegger trender, som kan gi grunnlag for et kausalt forhold mellom spotpris og Google søk etter varmepumper. Deretter presenterer vi resultatene som fremkommer av å benytte faste effekters metode, og hvordan dette påvirker analysen. Til slutt gjennomfører vi en robusthetsanalyse av regresjonene i hovedmodellen. Samtlige av *regresjonene (1) til (6)* som refereres til i dette delkapitlet, ligger under hovedmodellen som presenteres i *tabell 7*. Regresjonen som blir utgangspunktet videre i analysen er *regresjon (5)* i *tabell 7*. Dette kommer av at denne modellen inneholder variablene som best representerer forholdet mellom *Søk* og *Spotpris*.

7.1 Kausale effekter ved OLS

Formålet med OLS-regresjonen *regresjon (1)* er å kartlegge det lineære forholdet mellom spotpris i NO1 og Google søk etter varmepumper, med *Spotpris* som forklaringsvariabel og Google søk som avhengig variabel. Tabellen viser at *Spotpris* er signifikant forskjellig fra null, og positiv for alle regresjonene på 1% signifikansnivå. Det antyder at en økning i spotprisen i NO1 fører til en økning av totale Google søk etter varmepumper. I lys av teori presentert i *kapittel 4.1 og 4.2*, virker det positive forholdet mellom *Spotpris* og Google søk som en rimelig sammenheng.

Regresjon (1) viser at når spotprisen øker med 1 kr, øker Google søk med 0,016. *Regresjon (1)* fanger ikke opp variasjonene i data tilstrekkelig, da den totale forklaringsgraden av regresjonen har justert $R^2 = 0,230$. Det betyr at regresjonslinjen bare fanger opp 23 % av variasjonene i datasettet, og vil være mangelfull for å predikere trender og sammenhenger mellom *Spotpris* og Google søk. Det kan være flere årsaker til dette, fra mangelfulle observasjoner, ikke-lineære trender og andre underliggende faktorer som isolert sett påvirker trendene i Google søk. I dette tilfellet vil det være mangelfullt å bare benytte seg av én forklaringsvariabel med OLS-regresjon, for å estimere forventningsrette og konsistente koeffisienter.

Regresjon (2) inneholder de samme variablene som *regresjon (1)*, men både den forklarende variabelen og den avhengige variabelen har blitt log-transformert for å finne de prosentvise

relative endringsforholdene. *Regresjon (2)* er følgelig en log-log-regresjon, og modellen fant at 1% økning i *Spotpris* fører til en 0,207% økning i Google søk. På lik linje med OLS-regresjonen *regresjon (1)*, viser *regresjon (2)* at det er en positiv trend mellom *Spotpris* og Google søk, men forholdene presenteres prosentvis. Log-log regresjonen *regresjon (2)* har en justert $R^2 = 0,154$ som betyr at regresjonslinjen bare beskriver 15,4% av variasjonene i datasettet. Sammenliknet med den lineære OLS-regresjonen *regresjon (1)*, har log-log regresjonen *regresjon (2)* en justert forklaringsgrad som er $(0,230 - 0,154 = 0,076)$ 7,6% lavere, og er følgelig mindre egnet til å predikere dataene, selv om verdiene til koeffisientene er signifikant forskjellig fra null på 1% signifikansnivå.

For å løse problemet med utilstrekkelig justert forklaringsgrad i *regresjon (1)* og *regresjon (2)*, velger vi å inkludere flere instrumentelle forklaringsvariabler i *regresjon (3)*: *Temperatur*, *Nedbør*, *Vind*, *Fyllingsgrad* og *Varmepumpe Nyheter*. Årsaken til valget av forklaringsvariabler kommer av at disse variablene kan ha betydelig innvirkning i tilbud og etterspørsel av strøm. Denne dynamikken forklares i *kapittel 3.3* og *3.4*, da temperatur påvirker strømforbruk, nedbør påvirker tilsig, vind påvirker vindkraftsproduksjon, og fyllingsgrad påvirker potensielt kraftproduksjon. *Varmepumpe Nyheter* er inkludert fordi det kan ha en betydelig rolle for informasjon og oppmerksomhet for konsumenters strømforbruk, og er sterkt korrelert til spotprisen (Mauritzen, 2015).

Regresjon (3) finner at 1% økning i *Spotpris* fører til en 0,195% økning i Google søk. Når *Temperatur* går opp med én grad, reduseres Google søk med 1,7%. Koeffisienten til *Fyllingsgrad* er på 1,060 som betyr at dersom fyllingsgraden øker med 50%, øker Google søk med 53%. Dette kan sees i lys av sesongvariasjonene når fyllingsgraden øker og tilsvarende dynamikk om temperatur og spotpris, som beskrives i *kapittel 3.4*. Når det er én artikkel mer i måneden om varmepumper i medieoppslutningen, øker Google søk med 2,6%. Forklaringsvariablene: *Spotpris*, *Temperatur*, *Varmepumpe Nyheter* og *Fyllingsgrad* er signifikante, men variabelen *Nedbør* og *Vind* var ikke signifikante. Det kan komme av at variabelen *Fyllingsgrad* muligens bedre beskriver effekten som nedbør har, sammenliknet med deres respektive variabler. Den justerte forklaringsgraden $R^2 = 0,602$ viser at *regresjon (3)* beskriver 60,2% av variasjonen i dataene, og er i større grad egnet til å predikere endringer i dataene enn *regresjon (1)* og *(2)*. *Regresjon (3)* har en justert forklaringsgrad som er $(0,602 -$

0,230=0,372) 37,2% høyere enn OLS-regresjonen *regresjon (1)*, og (0,602-0,154=0,448) 44,8% høyere enn log-log regresjonen *regresjon (2)*. Denne økningen i forklaringskraft indikerer at mer av dynamikken av Google søk kan forklares av de uavhengige variablene.

7.2 Faste effekters metode med resultater

Som nevnt i *kapittel 6.2*, vil vi benytte faste effekters metode for å fjerne utfordringene med feilleddet i en standard OLS-regresjon. Her vil vi presentere de siste tre regresjonsmodellene som er i hovedmodellen i *tabell 7: regresjon (4), (5) og (6)*. Alle regresjonene som benytter faste effekters metode i hovedmodellen, bruker tidsfastefaste variabler. I disse modellene vil det ikke være relevant å se på regresjonenes R^2 -verdier, da verdiene alltid forblir høye når man inkluderer faste effekter.

Regresjon (4) er relativt bar, da den forklarer variasjonene i dataene utilstrekkelig. Her ønsket vi å bare vurdere forholdet mellom *Spotpris* og Google søk. Dette kommer fra oppgavens opprinnelige problemstilling.

Resultatet av koeffisientene i *regresjon (4)* var som forventet noe lavere enn *regresjon (2)* siden vi nå korrigerer for tidsfaste effekter. *Spotpris* og *Søk* er begge log-transformerte variabler, slik at vi ender opp med en log-log-regresjon. Dette betyr at med et resultat på 0,161 vil si at en 1% endring i *Spotpris* vil øke Google søk med 0,161%. Standardfeilen til residuaene er på 0,215 (df=176). Dette er et lavere nivå enn det de vanlige OLS regresjonene hadde. Det forteller oss at *regresjon (4)* passer bedre enn *regresjon (3)*, selv om denne regresjonen har flere uavhengige variabler som kan forklare forholdet rundt Google søk.

Regresjon (5) inkluderer flere forklaringsvariabler enn *regresjon (4)*. Vi tar utgangspunkt i *regresjon (5)* som den regresjonsmodellen vi analyserer i robusthetsanalysen i *kapittel 7.3*. Dette kommer av at den økonomiske tolkningen av forklaringsvariablene i *regresjon (5)* tilsvarer den mest robuste modellen. En annen grunn er at *regresjon (4)* er undertilpasset, mens *regresjon (6)* er overtilpasset. *Regresjon (5)* og *(6)* har også inkludert tidsfaste variabelen γ

som en faktor som skal plukke opp lineære trender over år, noe som vi ikke ønsker skal påvirke regresjonsresultatene.

I *regresjon (5)* har samtlige av forklaringsvariablene en viktig sammenheng for hva som kan påvirke interessen av varmepumper. Resultatet til regresjonen viser hvordan forholdet mellom *Spotpris*, *Temperatur* og *Varmepumpe Nyheter* er alle signifikante på 1% nivå. Betavardiene til forklaringsvariablene er for *Spotpris*, *Temperatur* og *Varmepumpe Nyheter* henholdsvis 0.091% per prosentvis endring, -3% per grad celsius og 2% per enhet. Derimot ser vi forskjell på *Fyllingsgrad* fra *regresjon (5)* til *regresjon (3)* hvor *Fyllingsgrad* var signifikant på 1% nivå. At Google søk for varmepumper har *Fyllingsgrad* som en signifikant variabel kan virke merkelig gjennom økonomisk tolkning når vi også har *Spotpris* som forklaringsvariabel. En tolkning kan være at fyllingsgraden påvirker strømprisen, og at den derfor har påvirkning som en underliggende styringsfaktor. Standardfeilen til residualene er på 0,198 (df = 172), noe som er det laveste av regresjonene.

I *regresjon (6)* vurderes alle forklaringsvariablene som i *regresjon (3)*, bare at denne regresjonen også inkluderer tidsfastefaste effekter på månedsbasis og faste lineære effekter på årsbasis. Dette resulterer i at noen variabler potensielt ikke skulle vært inkludert i modellen. Forskjellene til *regresjonene (3)* og *(6)* vurderes senere i oppgaven, men vi observerer at de største endringene er at *Fyllingsgrad* ikke lenger er signifikant under 10% nivå. Dette fører til at påvirkningen til *Fyllingsgrad* på den estimerte variabelen, kan ha økt effekten av de andre uavhengige variablene. Forskjellen på *regresjon (5)* og *(6)* er at med et økt antall av forklaringsvariabler, vil forklaringskraften til noen av de uavhengige variablene vannes ut. Dermed går effekten av *Spotpris* fra 0,091% til 0,079% når vi inkluderer variablene *Vind* og *Nedbør*. Effekten av temperaturendringer øker fra -0,017 til -0,03. Derimot reduseres effekten av *Varmepumpe Nyheter* fra 0,026 til 0,02. I *regresjon (6)* observeres det også at den har en lavere standardfeil i residualene (0,197) enn *regresjon (5)* har. Opprinnelig ønsker vi å måle verdiene om hva som gir den laveste standardfeilen til residualene og vurdere regresjonene deretter (Choueiry, 2022).

Vi har valgt å trekke frem *regresjon (5)* til vår hovedregresjon som vi vil gå videre med til robustanalysen i *kapittel 7.3*, fordi den inneholder variablene som er mest representative for NO1. *Regresjon (5)* inkluderer ikke variablene *Nedbør* og *Vind*, men har kun *Fyllingsgrad* som hydrologisk data. Dette er fordi NO1 er et område med lite vindkraft, og effekten til *Nedbør* blir fanget opp av variabelen *Fyllingsgrad*.

Regression Results						
Dependent variable:						
	Ols (1)	(2)	(3)	Log (4)	(5)	(6)
Spotpris	0.016*** (0.002)					
log(Spotpris)		0.207*** (0.035)	0.195*** (0.028)	0.161*** (0.022)	0.091*** (0.028)	0.079*** (0.028)
Temperatur			-0.017*** (0.002)		-0.030*** (0.007)	-0.024*** (0.008)
Nedbor			-0.001 (0.001)			-0.001 (0.0005)
Vind			-0.075 (0.065)			-0.091 (0.057)
Varmepumpe_nyheter			0.026*** (0.009)		0.020*** (0.007)	0.023*** (0.007)
Aar					0.011*** (0.003)	0.010*** (0.003)
Fyllingsgrad			1.060*** (0.099)		-0.310 (0.242)	-0.381 (0.247)
Mndapr				2.245*** (0.134)	-18.434*** (6.976)	-17.361** (6.955)
Mndaug				2.641*** (0.131)	-17.565** (6.976)	-16.503** (6.956)
Mnddes				2.757*** (0.139)	-18.032** (7.007)	-16.880** (6.988)
Mndfeb				2.626*** (0.137)	-18.268*** (6.998)	-17.144** (6.979)
Mndjan				2.801*** (0.139)	-18.068** (7.006)	-16.915** (6.988)
Mndjul				2.282*** (0.129)	-17.889** (6.971)	-16.838** (6.950)
Mndjun				2.289*** (0.130)	-17.991** (6.969)	-16.940** (6.948)
Mndmai				2.257*** (0.132)	-18.244*** (6.969)	-17.180** (6.949)
Mndmar				2.378*** (0.135)	-18.417*** (6.987)	-17.314** (6.967)
Mndnov				2.990*** (0.136)	-17.647** (7.000)	-16.514** (6.981)
Mndokt				3.005*** (0.135)	-17.478** (6.992)	-16.357** (6.973)
Mndsep				2.940*** (0.135)	-17.381** (6.983)	-16.303** (6.963)
Constant	29.857*** (1.222)	2.334*** (0.200)	1.969*** (0.233)			
Observations	189	189	189	189	189	189
R ²	0.234	0.159	0.614	0.997	0.997	0.997
Adjusted R ²	0.230	0.154	0.602	0.996	0.997	0.997
Residual Std. Error	12.561 (df = 187)	0.354 (df = 187)	0.243 (df = 182)	0.215 (df = 176)	0.198 (df = 172)	0.197 (df = 170)
F Statistic	57.057*** (df = 1; 187)	35.224*** (df = 1; 187)	48.308*** (df = 6; 182)	3,902.885*** (df = 13; 176)	3,521.017*** (df = 17; 172)	3,196.022*** (df = 19; 170)

Note:

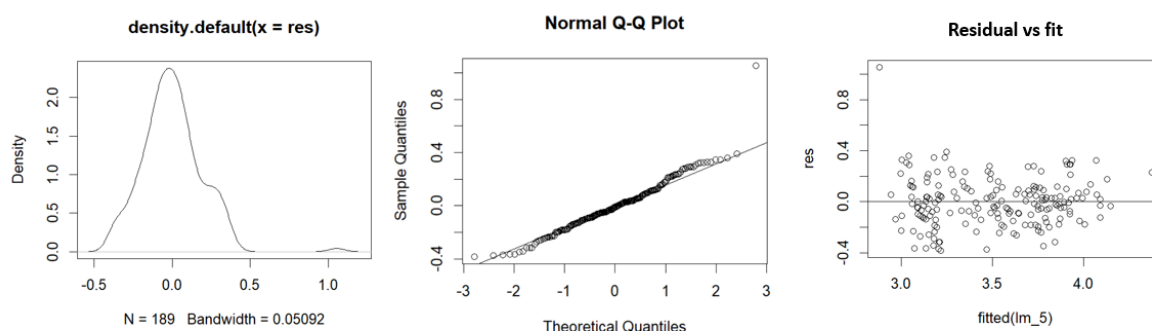
*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Tabell 6 - Hovedmodell

7.3 Robusthetsanalyse

I dette delkapittelet skal vi gjennomføre en undersøkelse av residualene til *regresjon (5)* fra *tabell 7* og vurdere hvorvidt de er valide eller ikke. Deretter tester vi for modellmangler for å styrke validiteten til regresjonsresultatene vi kom frem til i *kapittel 7.1* og *kapittel 7.2*. Testen vil ta utgangspunkt i *regresjon (5)* fra *tabell 7*, hvor det vil undersøkes om resultatene fremstår som robuste dersom det forekommer kontrollerte endringer i regresjonen.

En analyse av residuaene til en regresjonsmodell anvendes for å undersøke residuaenes underliggende natur. Når vi anvender paneldata, vil det være naturlig at observasjoner i regresjonen ikke er helt uavhengige som gjør at det kan oppstå seriekorrelasjon i feilledet (Wooldridge, 2014). Vi gjennomfører derfor en Breush-Godfrey test for å undersøke dette forholdet. Resultatet vi oppnår med denne testen tilsier at vi skal forkaste H_0 , som betyr at det er oppdaget autokorrelasjon i dataene. Vi velger å se bort i fra dette, da det virker som at testen fanger opp sesongvariasjonen som faller bort ved bruk av faste effekters metode. Enkelte variabler drives også av de samme underliggende faktorene, og vil derfor ha tilsvarende mønster over tid. Eksempelvis er strømpris betydelig påvirket av temperatur, hvor temperatur er sesongvarierte som beskrevet i *kapittel 3.3* og *3.4*. Videre undersøkes det om residualene er normalfordelt og om de indikerer heterogenitet. Forholdet kan undersøkes gjennom tre modeller, som vist i *figur 8*:



Figur 8 - Robusthetsplot

Som vi ser i modellene, er regresjonens residualer tilsynelatende normalfordelt til en akseptabel grad. Den første modellen viser hyppigheten i residualenes utforming, der det er ønskelig å se en normalfordelingskurve. Residualene har i dette tilfellet normalfordelt kurve, foruten noen uønskede variasjoner. I Q-Q plottet observerer vi om residualene følger den rette linjen kalt normalfordelingslinjen. Tilsynelatende er residualene normalfordelt, men det er noe

svingninger i endene av plottet, noe som vi også observerte tydeligere i hyppighetsplottet. Det tredje plottet er et «Residual vs. Fit» plot, og visualiserer en systematisk endring i spredningen av residualene over en rekke verdier. Spredningen er tilfredsstillende her også.

Etter å ha sikret at modellen er tilsynelatende valid, er det ønskelig å undersøke hvorvidt modellen fremstår som robust. Resultatene av robusthetstesting er i *tabell 8*, og består av fem regresjoner med justeringer på enten dataene eller forklaringsvariablene. Den første *regresjonen (1)* er den samme som *regresjon (5)* i *kapittel 7.2* og vil som nevnt være utgangspunktet for robusthetsanalysen. *Regresjon (2)* innebærer at i 2011 oppdaterte Google Trends datainnhentingen til arkivet (Google, 2022). For å se hvordan det eldre arkivsystemet har påvirket analysen, filtreres datasettet fra 1. januar 2011 til 30. september 2022. I *regresjon (3)* undersøker vi hvordan de ekstreme nivåene i spotpris påvirker hovedanalysen, ved å filtrere data slik at regresjonen omhandler data fra 1. januar 2007 til 31. desember 2021. En mulighet som ble diskutert i *kapittel 5.2* var om datasettet burde winsorizes for å normalisere de ekstreme observasjonene. For å undersøke hvorvidt dette er noe vi burde ha gjennomført, inkluderes det her i robusthetsanalysen som *regresjon (4)*. I den siste regresjonen *regresjon (5)*, inkluderes en ekstra variabel kalt «*Strøm Nyheter*», som omtalt i *kapittel 5.1* er denne variabelen en forklaringsvariabel på artikler som omtaler en høy eller lav strømpris.

Robusthets analyse					
Dependent variable:					
Fixed Effect Models					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
log(Spotpris)	0.091*** (0.028)	0.083*** (0.028)	0.028 (0.031)	0.181*** (0.032)	0.052* (0.028)
Temperatur	-0.030*** (0.007)	-0.017** (0.008)	-0.029*** (0.008)	-0.031*** (0.007)	-0.032*** (0.007)
Fyllingsgrad	-0.310 (0.242)	-0.449* (0.253)	-0.411 (0.263)	0.087 (0.222)	-0.050 (0.239)
Varmepumpe_nyheter	0.020*** (0.007)	0.001 (0.008)	0.029*** (0.010)	0.024*** (0.009)	0.010 (0.007)
Strom_nyheter					0.013*** (0.003)
Aar	0.011*** (0.003)	0.034*** (0.006)	0.004 (0.004)	0.007** (0.003)	0.008** (0.003)
Mndapr	-18.434*** (6.976)	-64.817*** (11.232)	-5.411 (7.804)	-11.887* (6.123)	-13.266* (6.773)
Mndaug	-17.565** (6.976)	-64.057*** (11.232)	-4.513 (7.802)	-11.234* (6.115)	-12.560* (6.766)
Mnddes	-18.032** (7.007)	-64.246*** (11.244)	-4.977 (7.838)	-11.706* (6.146)	-13.015* (6.795)
Mndfeb	-18.268*** (6.998)	-64.519*** (11.239)	-5.245 (7.828)	-11.817* (6.142)	-13.178* (6.791)
Mndjan	-18.068** (7.006)	-64.269*** (11.247)	-5.041 (7.835)	-11.681* (6.147)	-13.018* (6.797)
Mndjul	-17.889** (6.971)	-64.336*** (11.231)	-4.879 (7.796)	-11.517* (6.113)	-12.840* (6.763)
Mndjun	-17.991** (6.969)	-64.471*** (11.229)	-4.984 (7.795)	-11.559* (6.111)	-12.903* (6.763)
Mndmai	-18.244*** (6.969)	-64.658*** (11.226)	-5.202 (7.796)	-11.706* (6.116)	-13.098* (6.765)
Mndmar	-18.417*** (6.987)	-64.755*** (11.237)	-5.377 (7.816)	-11.911* (6.133)	-13.295* (6.782)
Mndnov	-17.647** (7.000)	-63.908*** (11.240)	-4.568 (7.831)	-11.374* (6.140)	-12.639* (6.789)
Mndokt	-17.478** (6.992)	-63.805*** (11.236)	-4.404 (7.823)	-11.185* (6.131)	-12.464* (6.782)
Mndsep	-17.381** (6.983)	-63.788*** (11.233)	-4.328 (7.812)	-11.078* (6.123)	-12.380* (6.773)
Observations	189	141	168	189	189
R ²	0.997	0.998	0.997	0.998	0.997
Adjusted R ²	0.997	0.997	0.997	0.998	0.997
Residual Std. Error	0.198 (df = 172)	0.185 (df = 124)	0.192 (df = 151)	0.172 (df = 172)	0.189 (df = 171)
F Statistic	3,521.017*** (df = 17; 172)	2,978.037*** (df = 17; 124)	3,272.444*** (df = 17; 151)	4,640.975*** (df = 17; 172)	3,648.855*** (df = 18; 171)

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Tabell 7 - Robusthetsanalyse

Resultatene fra *regresjon (2)* gir noen viktige endringer når man filtrerer ut data fra før 2011. Det er fordi vi har fjernet 48 observasjoner som ikke lenger påvirker regresjonsmodellen, og tilsier at vi har redusert datagrunnlaget med ca. 25%. Endringene har ført til en svak reduksjon av effekten som *Spotpris* har på Google søk, og en halvering av effekten som *Temperatur* har på Google søk. I tillegg har *Temperatur* redusert signifikansnivå, og *Varmepumpe Nyheter* har mistet all signifikans. Derimot har signifikansnivået til *Fyllingsgrad* økt til at det er signifikant på 10% nivå. Residualenes standardfeil er noe redusert fra *regresjon (1)* til 0,185 (df = 124).

I året 2021 og 2022 har gjennomsnittspotprisen vært 1292,88 kr/MWh, mens i resten av periodene (2007-2021) har gjennomsnittspotprisen vært på 283,09 kr/MWh, som resulterer i en økning på 356,71%. Søkertallene er samtidig uvanlig høye i forhold til resten av periodene, da Google trends i perioden 2021-2022 øker gjennomsnittsscoren med 41,95% i forhold til snittet av de andre målte periodene. Derfor ønsker vi i *regresjon (3)* å undersøke hvordan dette forholdet oppleves dersom vi ikke hadde inkludert noen variabler fra 2021 eller 2022.

Resultatene fra *regresjon (3)* kommuniserer en endring i påvirkningskraft mellom *Spotpris* og Google søk, da forholdet ikke lenger regnes som signifikant. Dette er et overraskende funn som kan forklares i at både spotprisen og Google søk har så stor økning i denne perioden, noe som bidro til signifikansen i *regresjon (1)*. Det betyr at i denne perioden kan man ikke med sikkerhet si at pris har en effekt på interesse for energieffektiviserende tiltak. Variablene som har signifikant effekt på Google søk er nå *Temperatur* og *Varmepumpe Nyheter*. Denne dynamikken er til dels i tråd med teori forklart i *kapittel 3.3, 3.4 og 2.1* (Davis & Metcalf, 2014), der temperaturforskjell er en sterk driver til prisendringer, og at kommunikasjonseffekten fra media har sterkere påvirkning på Google søk enn spotprisen isolert har. En mulig tolkning på dette kan være siden Google søk ikke er en konstant variabel, men endrer seg basert på tidsperioden man måler. Dermed vil det ikke være grunnlag for å kunne se på dette som en svakhet for den opprinnelige modellen.

Regresjon (4) omhandler hvordan valget om å ikke winsorize (som nevnt i *kapittel 5.2*) ville påvirket modellen. Resultatene til denne regresjonen fører til en økt påvirkningsgrad mellom *Spotpris* og *Varmepumpe Nyheter*. Når vi winsorizer data så fjerner man ikke variablene som er i 5% kvartilene, men justerer dem. I vårt tilfelle betydde det at de 9 største og minste observasjonene ble justert til den tidende største eller minste observasjonen. Ettersom *regresjon (3)* identifiserte hvordan effekten til *Spotpris* er ikke er signifikant uten perioden 2021 og 2022, er det disse observasjonene som blir påvirket. Justeringene av variablene har ført til en dobling i påvirkningskraften til *Spotpris* på Google søk. Vi ser også en økning i påvirkningskraften til *Temperatur* og *Varmepumpe Nyheter*, men i en noe mindre grad. Dette kan tyde på at vi burde ha winsorizet dataen vår.

Resultatene til *regresjon (5)* presenterer den nye forklaringsvariabelen *Strøm Nyheter* som signifikant på 1% nivå, og har en positiv påvirkning på Google søk med 1,3% per artikkel. Forklaringsvariabelen for *Spotpris* har redusert signifikans og virkningsgrad på respektive 10% og 0,052%. På samme plan er forklaringsvariabelen *Varmepumpe Nyheter* ikke lenger signifikant. En forklaring på dette er at nyheter som omhandler strømpriser i all hovedsak skrives når det enten er lave eller høye strømpriser, som kan føre til at observasjonene til forklaringsvariabelen havner kun ved spotprisens ekstremverdier. En annen faktor er at *Spotprisen* kan være *Strøm Nyheter*s underliggende forklaringsvariabel. Dette kan observeres i korrelasjonsmatrisen i *tabell 6*, hvor variablene har en korrelasjon på 0,92. Det virker derfor som *Strøm Nyheter* overkjører både *Spotpris* og *Varmepumpe Nyheter*. En forklaring på dette kan være at informasjonseffekten av nyheter som varsler om høye strømpriser har sterkere effekt på konsumenters adferd. Eksempelvis er det ikke lenger uvanlig å ha en app som gjør det mulig å sjekke strømprisen fortløpende, mens det før ikke var like enkelt å vite når strømprisen var høy, foruten avisartikler (Tjoflot, 2021).

Økt journalistikk rundt strøm fører til en økt bevissthet hos konsumenter som ikke nødvendigvis ser på daglig spotprisutvikling, og dermed øker oppmerksomheten rundt energieffektiviserende tiltak (mer om dette i *kapittel 8.1*). På den andre siden har forklaringsvariabelen *Strøm Nyheter* en negativ effekt på Google søk på varmpumper, fordi variabelen inkluderer artikler som nevner en lav eller redusert strømpris. Dersom husholdninger blir opplyst om at det er lav strømpris, svekker dette forutsetningene til husholdningene for å bli mer energieffektiviserende, da de økonomiske besparingene av energieffektivisering blir lavere på kort sikt. Denne effekten kan bli spesielt resultatrik i 2022 når artikkelhyppigheten nådde 1,5 artikler per dag, noe som kan forklare den kraftige økningen i Google søk som var i september 2022.

8.0 Anvendelse av modell

I dette kapitlet vil vi presentere våre tanker om modellene som vi har tatt i bruk, resultatene av de respektive modellene, og hvorvidt funnene er i tråd med det teoretiske grunnlaget som vi har hatt utgangspunkt i. Videre skal vi anvende funnene ved å veie opp effekten som økte strømpriser har på Google søk for varmepumper, relativt til faktiske salgstall for varmepumper. Denne sammenhengen utforsker vi for å se om salg av energieffektiviserende teknologi påvirkes av endringer i spotprisen, og hva dette betyr i praksis. Et interessant funn, er sammenhengen mellom strømpris, medieomtale og dens effekt på Google søk som vi fant i *kapittel 7.2 og 7.3*. Dersom det finnes en dominoeffekt om informasjon rundt energipriser og energieffektivisering som utløses ved høye strømpriser, er dette en dynamikk som vi ønsker å drøfte videre. I tilfellet vi finner grunnlag til å påstå at en slik dynamikk resulterer i økt energieffektivisering, er det et funn som vi håper kan bidra til økt forståelse rundt energieffektivisering, kommunikasjon og konsumentadferd.

8.1 Regresjoner, hovedmodell i tabell 7

Tabell 7 inneholder regresjoner som har til hensikt å beskrive variasjonen i dataene på en måte som skal gi oss representativ innsikt i faktorene som påvirker trender i pris og konsumentadferden rundt strømpriser og energieffektiviserende tiltak. Signifikansen av enkelte forklaringsvariabler varierer mellom *regresjonene (1) til (6)*, men vi ser en gjennomgående trend som indikerer en klar positiv sammenheng mellom *Spotpris* og Google søk etter varmepumper. For å konkret beskrive funnene, valgte vi å benytte oss av *regresjon (5)* fra hovedmodellen. Herunder inkluderer variablene som vi anser til å være mest hensiktsmessige for NO1, med måneder og år som faste effekter for å ta høyde for sesongvariasjoner på år- og månedsbasis.

Google søk og Spotpris

Regresjon (5) beskriver at Google søk øker med 0,091% når spotprisen øker med 1%. Dette betyr at i perioden 2021-2022, hvor spotprisen var i snitt 356,71% høyere enn resten av den målte perioden, resulterte den økte spotprisen til en 32,46% økning i Google søk på varmepumper. Det anser vi som et rimelig funn i tråd med våre forventninger fra teorien om lønnsomhet og relativ kapitalavkastning (Norman & Orvedal, 2012), og beskrevet i *AI* i

appendiksen. Varmeteknologi med høyere virkningsgrad vil virke kostnadsbesparende over tid, og den potensielle besparelsen øker proporsjonalt med økte strømpriser, og vil gi incentiver for å redusere strømforbruket. Følgende ser vi det som rimelig adferd når konsumenter oppsøker informasjon etter varmpumper ved økte strømpriser som beskrevet i *regresjon (5)*.

Google søk og Temperatur

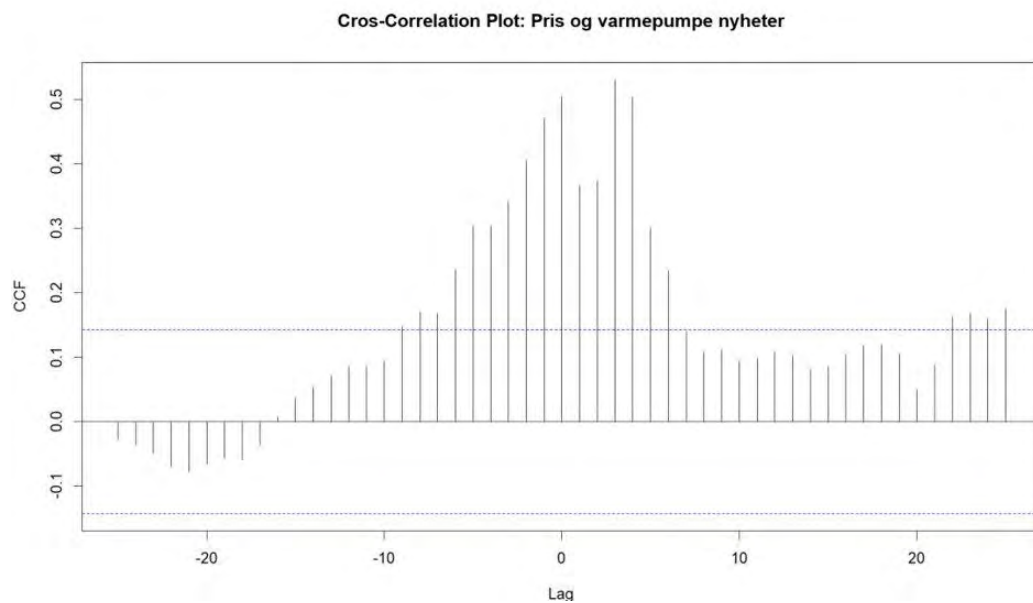
Regresjon (5) finner at Google søk går ned med 3% når temperaturen øker med én grad celsius, noe som vi anser som et rimelig estimat i lys av temperaturer og årstider beskrevet i *kapittel 3.4*. Eksempelvis vil Google søk reduseres med 60% når temperaturen øker med 20 grader celsius om sommeren, og stige tilsvarende med 60% når temperaturen synker med 20 grader om vinteren. Sesongvariasjonene for temperatur og årlig Google søk visualiseres i *Figur 5*. Trendene for interesse etter energieffektiviserende teknologi som vi ser mellom variablene for Google søk og *Temperatur* er i tråd med dynamikken som presenteres i *kapittel 3.4 og 4.1*. Lengre dager og høyere temperaturer på sommerhalvåret reduserer forbruket og etterspørselen etter strøm, som også resulterer i lavere strømpriser. Siden andelen av kostnader som går til strømforbruk vanligvis er lavere på sommerhalvåret, gir det for oss økonomisk mening at behovet for energieffektivisering synker, da energi koster mindre å forbruke. Bredvold (2020) finner at strømkonsumenter gjør tiltak for å redusere strømforbruket i tider med sterke økninger i strømprisen, og at dette gjerne inntreffer når det er lav temperatur på vinterhalvåret. Vi det som en plausibel reaksjon at konsumenter vil oppsøke informasjon om hvordan å redusere strømforbruket, der varmpumper er det mest kostnadseffektive tiltaket (Grini et al., 2017).

Google søk og Medieomtale

Forklaringsvariabelen *Varmepumpe Nyheter* bidrar til å kartlegge en samlet informasjonseffekt som nyheter har på konsumenter, og er en mulig årsak til energieffektiviseringsgapet. *Regresjon (5)* beskriver at én økning i medieoppslag om varmpumper per måned vil føre til 2% økning i Google søk etter varmpumper. Slik som Dietz (2010) finner i sin litteraturstudie, undervurderer strømkonsumenter de finansielle gevinstene ved energibesparing og energieffektivisering i husholdninger. Siden mangelen på kommunikasjon og orientering rundt beslutninger om faktisk konsum og driftskostnader hindrer konsumenter i å ta beslutninger som

ville vært økonomisk rasjonelle (Gerarden et al., 2015), kan økt medieomtale motvirke dette avviket.

Dynamikken mellom *Varmepumpe Nyheter* og Google søk kan i lys av Dietz (2010) og Allcott (2011) anvendes med at den økte medieomtalen rundt varmepumper og energieffektivisering har en informerende effekt. Denne orienterer konsumentene om gevinster ved energieffektivisering, og gjør at konsumentene muligens oppsøker informasjon for videre evaluering og kjøp. Slik det vises i *figur 9* for kryss-korrelasjonen mellom *Spotpris* og *Varmepumpe Nyheter*, er korrelasjonen høyest månedene før og etter en endring mellom variablene. Dette indikerer at nyheter om varmepumper fremkommer i tider med høye strømpriser, og at den økte oppmerksomheten rundt energieffektivisering får konsumenter til å oppsøke informasjon på Google.



Figur 9 - Krysskorrelasjon Spotpris og Varmepumpenyheter

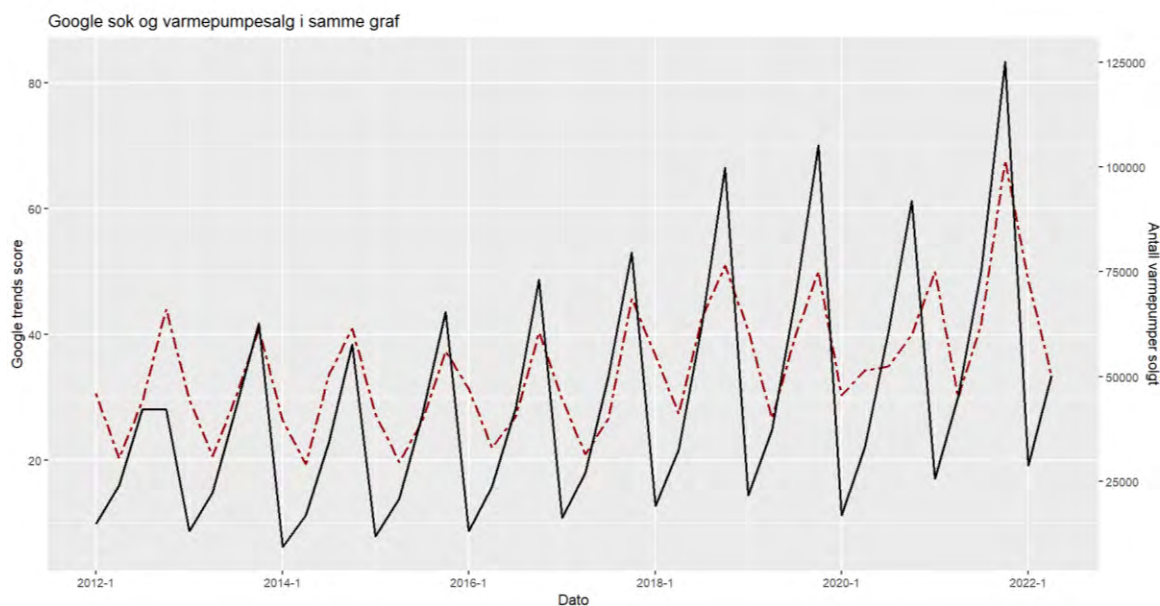
Vi forutsetter at medier i større grad formidler informasjon på en måte som den gjennomsnittlige konsumenten forstår, sammenliknet med en selvstendig numerisk verdi for spotprisen i en gjeldende periode. Vi ser heller ikke bort ifra at informasjonseffekten kan være en sterkere pådriver for energieffektiverende tiltak i tider med økte strømpriser enn det spotprisen isolert er. Den kronologiske rekkefølgen er beskrevet som følger:

Strømprisen øker → Økt medieoppmerksomhet → Økt interesse for energieffektivisering
→ Økt etterspørsel for varmepumper

8.2 Google søk og Salg

Som beskrevet i *kapittel 5.1*, var det begrensninger i datamaterialet om salgstall for varmepumper i Norge, da salgstallene fremkom kvartalsvis og totalt sett bestod av 42 observasjoner. Dette førte til at vi heller benyttet oss av Google søk på varmepumper. Gjennom oppgavens problemstilling, utforsket vi hvilke underliggende faktorer som påvirker konsumenters interesse for energieffektiviserende tiltak ved endringer i spotprisen. I *kapittel 7* fant vi en signifikant positiv sammenheng mellom spotprisen og interesse for varmepumper. For å se hvorvidt økte strømpriser påvirker salgstall for energieffektiviserende tiltak, sammenliknet vi trendene i Google søk med salgstall for varmepumper i den samme perioden. I dette delkapittelet vil vi undersøke forholdet mellom Google søk og faktisk konsum av varmepumper og de andre forklaringsvariablene i hovedmodellen.

Ved sammenligning av salgsdata med de andre variablene i datasettet, var det behov for å endre observasjonene til kvartalsvis data. Hvordan dette ble gjort og hvilke konsekvenser det fikk for dataen, er gjennomgått i *kapittel 5.2*. Datasammendraget for kvartalsvis data er inkludert salgstall er vist i *Tabell A2.1* i appendiksen. For å sammenligne de to variablene, velger vi å grafisk fremstille forholdet av Google søk (rød stiplet linje) og *Salg* (svart linje) over tid:



Figur 10 - Google søk og varmepumpesalg

Ved visuell analyse av forholdet vist i *figur 10*, er det tydelig at de to variablene følger et tilsvarende mønster. Dette kan tyde på at forholdet mellom faktisk konsum og Google søk er like tydelig som angitt i *kapittel 5.1*. Sesongvariasjonen er relativt lik, foruten at det virker som salget av varmepumper har et tidligere bunnpunkt enn Google søk. Salget av varmepumper er i en økende trendkanal med økende topper og bunner, noe som også er tilfellet for Google søk. Sesongvariasjonen i salget av varmepumper har et klart mønster, der den høyeste årlige observasjonen er i fjerde kvartal, mens den laveste årlige observasjonen er i første kvartal. Årsaken for dette er først diskutert i *kapittel 4.1* om myopi og konsumenters kortsynthet. Det kan virke som konsumenter ikke lenger ser behovet av varmepumper, fordi temperaturen skal øke etter det første kvartalet mot vår- og sommerhalvåret. Det er derimot interessant at bunnpunktet til Google søk, som regel er i andre kvartal, mens bunnpunktet til *Salg* er i kvartalet før. En årsak til dette kan være at interessen for å kjøpe eksisterer, men at konsumenter velger å ikke gjennomføre kjøpet.

Figur A3.4 i appendiksen viser en oversikt over spredningsplottene for variablene «*Salg og Søk*» og «*Spotpris og Temperatur*». Resultatene fra denne viser et lineært forhold mellom varmepumpesalg og Google søk på varmepumper. Dette fremmes også av korrelasjonsmatrisen i *Tabell A2.2* i appendiksen, som viser at variablene *Søk* og *Salg* har en korrelasjonskoeffisient på 0,716, noe som kategoriseres som svært høyt. For *Salg* og *Spotpris* er det noe vanskeligere å tyde forholdet uten å ha egne modeller som analyserer forholdet dypere. Fra en visuell analyse

kan det sies å være et positivt forhold i spredningsplottet. Korrelasjonen mellom *Salg* og *Spotpris* er under 0,5. Det tilsier at forholdet er positivt, og at korrelasjonsnivået anses som på et trygt nivå. Derimot er det interessant å se på er forholdet mellom *Salg* og *Temperatur*. Dette forholdet er vanskeligere å tolke enn de andre, fordi spredningsplottet ikke har en klar trend. Trendlinjen viser et positivt forhold mellom variablene, og korrelasjonen er på 0,108. Dette bryter med tidligere funn i oppgaven, og teori fra *kapittel 3* og *4*. En tolkning kan være at dette er en modellfeil som stammer fra manglende datagrunnlag og feil i innhenting og databehandlingen.

9.0 Konklusjon

9.1 Hovedfunn

I denne utredningen har vi beregnet påvirkningskraften som endringer i spotprisen har på interessen for energieffektiviserende tiltak i det norske markedet. Det har vi gjort ved å ta utgangspunkt i følgende problemstilling: *Hvorvidt vil økte strømpriser bidra til energieffektiviserende tiltak?*

Den overordnede konklusjonen for oppgaven er at det er et positivt forhold mellom strømpris og interesse for energieffektiviserende tiltak. Det er en kombinasjon av flere underliggende faktorer som driver denne dynamikken.

Vi finner at 1% økning i spotprisen resulter i 0,091% økning i Google søk for varmepumper. Interessen for energieffektivisering er høyest når energirelaterte kostnader utgjør en større del av husholdningens totale kjøpekraft.

Analysen finner at temperatur har mye å si for utformingen av strømprisen og konsum av strøm, da en reduksjon i temperatur fører til høyere forbruk av energi og økt strømpris. Økt strømpris resulterer i flere medieoppslag om strømpriser og energieffektivisering, som har en informerende effekt på konsumenter. Effekten av medieoppslag har en større påvirkningskraft for interesse av energieffektivisering enn det spotprisen isolert har. Avslutningsvis er interessen for varmepumper et godt mål for konsum i form av faktiske salgstill.

9.2 Kritikk av oppgaven

På grunn av avgrensninger og forenklinger som vi har gjort underveis, inneholder utredningen enkelte svakheter. Tilgjengeligheten på presise og relevante data er den mest signifikante faktoren som begrenset analysearbeidet og som kan ha bidratt til mindre nøyaktige resultater.

Utredningens konklusjoner forutsetter at datagrunnlaget er representativt for målgruppen vi ønsker å observere: konsumenter for energi og energiteknologi i NO1. Data for Google søk for varmepumper representerer hele Norge, og analysen svekkes når vi bruker forklaringsvariabler fra strømprisområde NO1. Våre funn viser dermed forholdet mellom interesse på landsbasis og spotpris på regionalbasis. Analysen kunne også målt resultatene opp mot flere prisområder, for å se hvordan de forskjellige områdene respektive trender påvirker Google søk på landsbasis. Datagrunnlaget for medieomtale kommer Aftenposten, og kan skape et bilde som ikke er representativt på landsbasis.

Datasettet for meteorologiske data inneholder forenklinger som kommer av begrensningen ved tilgjengeligheten av data, da vi benyttet oss av åtte værstasjoner for å representere NO1. Ved å inkludere flere værobservasjoner i NO1 ville vi fått mer presise data, men grunnet tidsbegrensninger og datarelaterte utfordringer, begrenset vi oppgavens omfang. Høyere hyppighet i datasettet ville bidratt til mer presise observasjoner og analyser, da den tilgjengelige data var på månedsbasis. Google søk for varmepumper på uke- og dagsbasis hadde vært foretrukket.

Robusthetsanalysen inneholder svake resultater, siden *Spotpris* ikke lenger var signifikant når vi ikke inkluderte prishoppet fra 2021 og 2022. En forklaring på dette er at endringen skyldes spesifikke egenskaper i variablene.

9.3 Forslag til videre forskning

I løpet av denne utredningen har vi belyst en rekke interessante temaer som kan være gunstig å undersøke videre. Vår analyse er rettet mot prisområdet NO1, men fremtidige studier med et forbedret datagrunnlag kan belyse forholdet mellom spotpris og interesse for varmepumper på tvers av fylkesgrenser. I denne analysen ble det ikke mulig å gjennomføre en tilfredsstillende sammenligning mellom faktisk salg og interesse for varmepumper. Av akademisk interesse ville det være relevant dersom fremtidig datagrunnlag gir tilgang til månedlig salg av varmepumper. På denne måten kunne man videreutviklet og testet studiens funn. Man kunne også undersøkt medias effekt på konsumenter i forhold til energieffektiviserende tiltak. Dette

er et tema som ikke er tilstrekkelig forsket på, men som ble etablert som en viktig faktor for å opplyse konsumenter om energieffektiviserende teknologier.

Et sentralt element for vår analyse var mangelen på førstehåndsdata for konsumenters forbruksmønster. Det hadde vært interessant å studere dette forholdet ved å gjennomføre en kombinasjon mellom kvalitativ og kvantitativ analyse. Her hadde det vært interessant om man foretok spørreundersøkelser som kunne kartlagt norske forbrukere, noe som også kunne belyst andre variabler som ikke er inkludert i denne analysen. Videre kunne man sett på demografien til kundesegmentet, og se om det kan gi en dypere forståelse rundt energieffektiviseringsgapet.

References

- Allcott, H. (2011, Oktober). Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics*, ss. 1082-1095.
- Allcott, H., & Wozny, N. (2010). Gasoline Prices, Fuel Economy, and the Energy Paradox. *Review of Economics and Statistics* 96, 779-795.
- Allcott, H., & Greenstone, M. (2012). Is There an Energy Efficiency Gap? *Journal of Economic Perspectives* 26, 3-28.
- Andruszkiewicz, J., Lorenc, J., & Weychan, A. (2019). *Demand Price Elasticity of Residential Electricity Consumers with Zonal Tariff Settlement Based on Their Load Profiles*. Poznan: Poznan University of Technology.
- Baker, E. (2012, Vol. 33 No. 4). Option Value and the Diffusion of Energy Efficient Products. *The Energy Journal* , ss. 49-59.
- Bjartnes, A. (2020, 06 24). *EnergiogKlima*. Hentet fra Om 13 år kan Europas strømproduksjon være nesten uten utslipp : <https://energiogklima.no/nyhet/fem-paa-fredag/om-13-ar-kan-europas-stromproduksjon-vaere-nesten-uten-utslipp/>
- Bredvold, T. L. (2020). *Where no one is poor, and energy is abundant* .
- Byggstart* . (2022, 01 15). Hentet fra Etterisolering: Hva koster det? (2022-pris): <https://www.byggstart.no/pris/etterisolering>
- Caird, S., Roy, R., & Herring, H. (2008). Improving the Energy Performance of UK Households: Results from Surveys of Consumer Adoption and Use of Low- and Zero-Carbon Technologies. *Energy Efficiency* 1, 149-166.
- Davis, L. (2011). Evaluating the Slow Adoption of Energy Efficient Investments: Are Renters Less Likely to Have Energy Efficient Appliances? I L. W. Davis, *The Design and Implementation of US Climate Policy* (ss. 301-316). National Bureau of Economic Research, Inc. Hentet fra Ideas : <https://ideas.repec.org/h/nbr/nberch/12130.html>
- Davis, L., & Metcalf, G. (2014). Does Better Information Lead to Better Choices? Evidence from Energy-Efficiency Labels. *National Bureau of Economic Research Working Paper 20720*, 207-238.
- Delebekk, N. F. (2021, 11 05). *Faktisk.no*. Hentet fra Strømregningen var lavere for: <https://www.faktisk.no/artikler/0orky/stromregningen-var-lavere-for>
- Dietz, T. (2010, 08 31). Narrowing the US energy efficiency gap . *PNAS*.
- Digranes, M. J., & Tøstie, G. (2018). *Sukkeravgiftens påvirkning på priser, volum, grense-og netthandel av brus i Norge* . Bergen : NHH.
- e24*. (2015, 05 15). Hentet fra Bruker mest strøm på Østlandet: <https://e24.no/privatoekonomi/i/Opl1y3/bruker-mest-stroem-paa-oestlandet>
- E24*. (2022, 02 07). *E24.no*. Hentet fra Utenlandskablene brukes i all hovedsak til eksport av strøm: <https://e24.no/olje-og-energi/i/5GQpEb/utenlandskablene-brukes-i-all-hovedsak-til-eksport-av-stroem>
- EEAS. (2022, 06 03). *Delegation of the European Union to Norway*. Hentet fra Ukraina: EU vedtar 6. sanksjonspakke mot Russland og Belarus : https://www.eeas.europa.eu/node/414342_en

- Energifakta Norge . (2021, 02 19). *Energifaktanorge.no*. Hentet fra Kraftmarkedet:
<https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftmarkedet/?fbclid=IwAR37lRr2O1LyAtdMzgyhF6amWauUDiEdjcEO2L0WgTSz4ttLqsgnZ10uSw#:~:text=Day%2Dahead%2D%20og%20intradagmarkedet&text=Day%2Daheadmarkedet%20er%20et%20marked,8.00%20og%2012.00>
- Energifakta Norge. (2022, 11 30). *Bærekraftige Bygg*. Hentet fra Energifakta Norge:
<https://energifaktanorge.no/et-baerekraftig-og-sikkert-energisystem/baerekraftige-bygg/#:~:text=Bygg%20utgj%C3%B8r%20ca.,bruk%20av%20energi%20i%20bygg>.
- EnergiNorge. (2022, 01 20). *EnergiNorge* . Hentet fra Bare fire prosent har fastpris på strøm:
<https://www.energinorge.no/nyheter/2022/flere-bor-vurdere-fastpris-pa-strom/>
- EnerWE. (2019, 02 18). *EnerWE Partner*. Hentet fra Slik produseres strømmen i Europa:
<https://enerwe.no/slik-produseres-strommen-i-europa/168764>
- EUR-Lex. (2012, 12 04). *EUR-Lex*. Hentet fra Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products (recast) (Text with EEA relevance): <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0125>
- Eurostat. (2022, 10 24). *Eurostat*. Hentet fra Where does our energy come from?:
<https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2a.html>
- Gerarden, T., Newell, R. G., & Stavins, R. N. (2015, Mai). Deconstructing the Energy-Efficiency Gap: Conceptual Frameworks and Evidence. *The American Economic Review*, ss. 183-186.
- Gerarden, T., Newell, R., & Stavins, R. (2017). Assessing the Energy Efficiency Gap. *Journal of Economic Literature*, 1486-1525.
- Google. (2022, 04 11). Hentet fra Trends:
<https://trends.google.com/trends/explore?date=all&geo=NO&q=%2Fm%2F0hw90>
- Google Trends . (2022, 11 25). *Google Trends* . Hentet fra Google Trends:
<https://trends.google.com/trends/explore?q=varmepumpe&geo=NO>
- Grini, G., Oksvold, I., & Sæter, R. (2017). Systemvirkningsgrader for ulike oppvarmingsløsninger [Tabell]. *Gehør*.
- Grini, G., Oksvold, I., & Sæter, R.
- Grøn, Ø. (2022, 09 22). *SNL*. Hentet fra Virkningsgrad : <https://snl.no/virkningsgrad>
- Hagmansen, J. (2022, 08 29). *E24*. Hentet fra olje-og-energi: <https://e24.no/olje-og-energi/i/g6X1ba/ny-stroemprisrekord>
- Harrel Lee K Califf Pryor & Rosati (1984). *Regression modelling strategies for improved prognostic prediction*.
- Helfand, G., & Wolverton, A. (2016, Juni 25). Evaluating the Consumer Response to Fuel Economy: A Review of the Litterature . *U.S. Environmental Protection Agency*.
- Houde, S. (2014). *How Consumers Respond to Environmental Certification and the Value of Energy Information*. National Bureau of Economic Research Working Paper 20019.
- Htoon K (2020, 02 29). *medium.com*. Hentet fra Log Transformation: Purpose and Interpretation:
<https://medium.com/@kyawsawhtoon/log-transformation-purpose-and-interpretation->

- Tjøflot, E. (2021, 11 30). *NRK*. Hentet fra Skyhøge stråmprisar førte til app-krasj:
<https://www.nrk.no/norge/skyhoge-straumprisar-for-te-til-app-krasj-1.15750853>
- Tveitou, d.). *Når det unormale blir det normalt - Meteorologisk institutt*.
- 08 04). *ungenergi.no*. Hentet fra Energieffektivisering :
<https://ungenergi.no/miljoteknologi/bygg/energieffektivisering/>
- Varmepumpeportalen . (2022, 11 20). *Varmepumpeportalen* . Hentet fra Priser på varmepumpe inkludert montering: <https://varmepumpeportalen.no/varmepumpe-pris-inkludert-montering>
- Vosen, S., & Schmidt, T. (2011). Forecasting private consumption: survey-based indicators vs. Google trends. *Jurnal of forecasting volume 30*, 565-578.
- Wicklin, R. (2017). *SAS blog*. Winsorization: The good, the bad, and the ugly:
<https://blogs.sas.com/content/iml/2017/02/08/winsorization-good-bad-and-ugly.html>
- Wooldridge, J. (2014). *Introductory Ecnometrics: A modern approach*. Manson, Ohio: South-Western Cengage Learning.
- Yergen, D. (1979). *Energy Future*. New York: Harvard Business School.

Appendiks

APPENDIKS	56
A1: KAPITALAVKASTNING	61
A2: TABELLER	62
<i>A2.1 Dataoversikt med salg</i>	<i>62</i>
<i>A2.2 Korrelasjonsmatrise med salg</i>	<i>62</i>
A3: FIGURER	62
<i>A3.1 Histogram over Søk</i>	<i>62</i>
<i>A3.2 Histogram over Spotpris</i>	<i>63</i>
<i>A3.3 Histogram over Varmepumpe nyheter</i>	<i>63</i>
<i>A3.4 Spredningsplott med salg</i>	<i>64</i>

A1: Kapitalavkastning

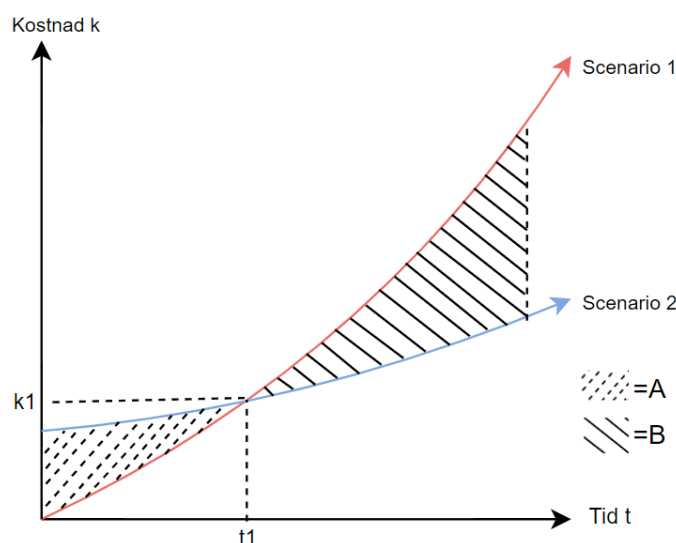
Modellen under er basert på et rammeverk av Viktor Norman (2012), og skal representere hvorfor konsumenter har fordel av å benytte energieffektiviserende teknologier. Under vil vi presentere en figur med to ulike scenarioer som skal forklare forholdet:

Scenario 1:

Husholdningen benytter eksisterende varmeteknologi med lavere virkningsgrad, men har ingen ny investeringskostnad. Med lavere virkningsgrad vil den eksisterende varmeteknologien kreve mer energi for å opprettholde en komfortabel innetemperatur i huset og derfor ha høyere variable kostnader. Følgelig har kurven en brattere stigning.

Scenario 2:

Husholdningen investerer i moderne varmeteknologi med høyere virkningsgrad. Startkostnaden er høyere, men de variable driftskostnadene er lavere enn i Scenario 1. Følgelig har kurven et høyere startpunkt, men en slakere stigning.



Areal A beskriver kostnadsdifferansen mellom Scenario 1 og Scenario 2 frem til tid t_1 . Frem t_1 er det totalt sett billigere for husholdningen med Scenario 1. Ved t_1 er de totale kostnadene mellom de to scenarioene like med kostnad k_1 . Areal B er kostnadsdifferansene mellom Scenario 1 og Scenario 2 etter t_1 og beskriver kostnadsbesparelsen ved Scenario 2. Fra og med t_1 vil det totalt sett være billigere med Scenario 2. B vil følgelig vokse over tid med økende kostnadsbesparelse for husholdningen.

A2: Tabeller

A2.1 Dataoversikt med salg

Datasammendrag etter variabler er endret til kvartalsvis hyppighet og inkludert salg.

Statistic	N	Mean	St. Dev	Min	Pctl(25)	Median	Pctl(75)	Max
Sook	42	34.43	10.310	19.33	27.09	32.33	40.92	67.67
Salg	42	43,924	2,8164.56	9,388	21,804	43,924	61,923	125,05
Spotpris	42	369.52	338.12	49.49	213.02	369.06	370.52	1,630.51
Temperatur	42	4.685	9.986	-7.350	-1.315	5.060	10.645	14.770
Vind	42	1.804	0,205	1.400	1.623	1.803	1.923	2.350
Nedbor	42	207.78	79,921	56.95	157.07	201.51	254.41	397.23
Fyllingsgrad	42	0.613	0.196	0.253	0.424	0.569	0.799	0.939
Varepumpe_nyheter	42	5.000	6.227	0.000	2.000	3.000	5.750	33.000
Qtr_num	42	2.452	1.131	1.000	1.250	2.000	3.000	4.000
Aar	42	2017	3.075	2012	2014	2017	2019	2022

A2.2 Korrelasjonsmatrise med salg

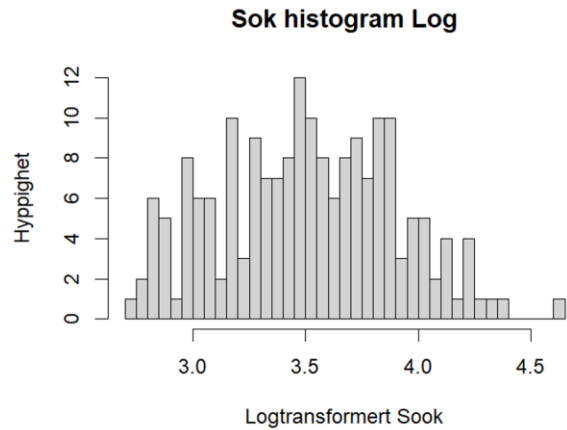
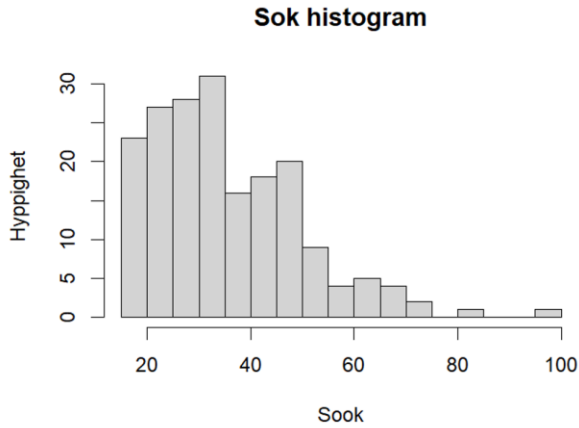
Kvartalsvis korrelasjonsmatrise med variabelt salg.

	Sook	Salg	Spotpris	Temperatur	Vind	Nedbor	Fyllingsgrad	Strom_nyheter	Varmepumpe_nyheter
Sook	1	0.716	0.487	-0.377	-0.346	0.021	0.399	0.497	0.322
Salg	0.716	1	0.265	0.108	-0.324	0.384	0.608	0.226	0.169
Spotpris	0.487	0.265	1	-0.108	0.041	-0.334	-0.324	0.887	0.726
Temperatur	-0.377	0.108	-0.108	1	0.272	0.353	0.134	-0.130	-0.136
Vind	-0.346	-0.324	0.041	0.272	1	-0.070	-0.451	0.150	0.266
Nedbor	0.021	0.384	-0.334	0.353	-0.070	1	0.608	-0.269	-0.232
Fyllingsgrad	0.399	0.608	-0.324	0.134	-0.451	0.608	1	-0.270	-0.250
Strom_nyheter	0.497	0.226	0.887	-0.130	0.150	-0.269	-0.270	1	0.634
Varmepumpe_nyheter	0.322	0.169	0.726	-0.136	0.266	-0.232	-0.250	0.634	1

A3: Figurer

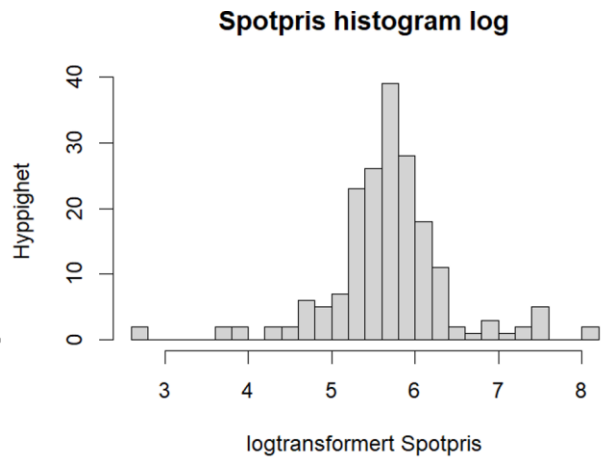
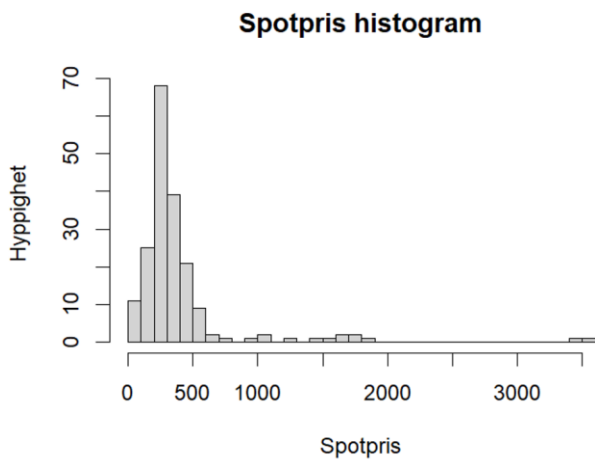
A3.1 Histogram over Søk

Histogrammer over *Søk* variabelen fra oppgaven som log transformeres. Hensikten med histogrammene er å se om variabelen skal log transformeres.



A3.2 Histogram over Spotpris

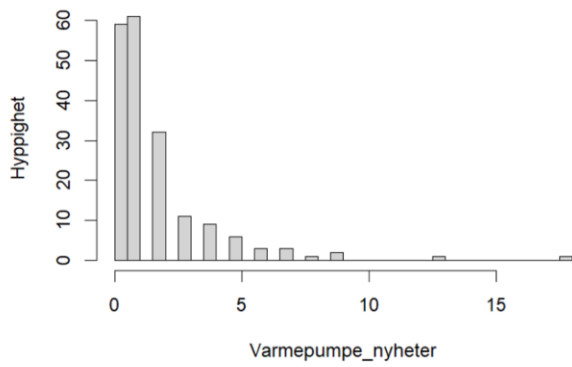
Histogrammer over *Spotpris* variabelen fra oppgaven som log transformeres. Hensikten med histogrammene er å se om variabelen skal log transformeres.



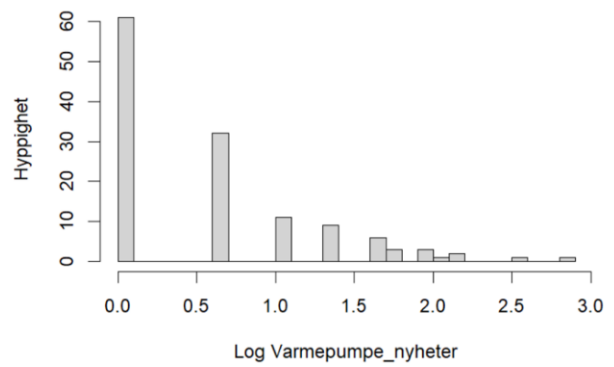
A3.3 Histogram over Varmepumpe nyheter

Histogrammer over *Varmepumpe Nyheter* variabelen fra oppgaven som log transformeres. Hensikten med histogrammene er å se om variabelen skal log transformeres.

Varmepumpe_nyheter histogram



Log Varmepumpe_nyheter histogram



A3.4 Spredningsplott med salg

Oversikt over spredningsplott med variablene *Salg* og *Søk*, *Spotpris* og *Temperatur*. Kvartalsvis hyppighet.

