



Universitetet
i Stavanger

Et støysensitivt boligmarked

**En empirisk analyse av hvordan støy fra infrastruktur påvirker
boligpriser på Nord-Jæren**

Alexander Hellestræ Solheim

Geir Sola Østensen

Ferdigstilt 15. juni 2017



Foto: Alexander Hellestræ Solheim



Universitetet
i Stavanger

**DET SAMFUNNSVITENSKAPELIGE FAKULTET,
HANDELSHØGSKOLEN VED UIS
MASTEROPPGAVE**

STUDIEPROGRAM:

Master i Økonomi og Administrasjon
- Siviløkonom (2-årig)

OPPGAVEN ER SKREVET INNEN FØLGENDE
SPESIALISERINGSRETNING:

Anvendt finans

ER OPPGAVEN KONFIDENSIELL?
(NB! Bruk rødt skjema ved konfidensiell oppgave)

TITTEL:

Et støysensitivt boligmarked: En empirisk analyse av hvordan støy fra infrastruktur påvirker boligpriser på Nord-Jæren

ENGELSK TITTEL:

A Real Estate Market Sensitive to Noise: An Empirical Analysis of How Noise from Infrastructure Affects Real Estate Prices in Nord-Jæren

FORFATTER(E)

Kandidatnummer:

1053
.....

1050
.....

Navn:

Alexander Hellestræ Solheim
.....

Geir Sola Østensen
.....

VEILEDER:

Kristoffer W. Eriksen

Sammendrag

Denne masteroppgaven undersøker hvordan støy fra infrastruktur (vei, jernbane eller luftfart) påvirker boligpriser på Nord-Jæren. For å besvare denne problemstillingen har det blitt innhentet støyestimater fra Miljødirektoratet, som deretter er koblet opp mot ca. 22 500 boligtransaksjoner innhentet fra Eiendomsverdi. For å ta hensyn til infrastrukturens potensielle positive eksternalitet har det også blitt innhentet reell avstand fra hver enkelt bolig til nærmeste tog- og busstopp.

Problemstillingen besvares i lys av den hedonistiske prisfunksjonen hvor boligattributtene er estimert ved bruk av økonometrisk analyse. Konklusjonen er: hvordan støy påvirker boligpriser avhenger av både boligens og støyets egenskap. Støyets prisseffekt kan kort oppsummeres som en funksjon av boligpris, støynivå, boligtype, støykilde, tilgang og alder. Funnene i denne forskningen viser blant annet at ny enebolig kan forventes å være mest støysensitiv.

Nøkkelord: Støy, infrastruktur, boligpris, boligmarkedet, Nord-Jæren, økonomi, økonometri og den hedonistiske prisfunksjonen.

Forord

Masteroppgaven er det avsluttende emnet på det toårige masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Universitetet i Stavanger. Oppgaven er skrevet i løpet av vårsemesteret 2017 og utgjør 30 studiepoeng av totalt 120 på masterstudiet.

Ved valg av emne var det ønskelig å skrive om noe som vi begge hadde felles interesse for. Etersom vi er født og oppvokst på Nord-Jæren og i tillegg har kjøpt bolig, ønsket vi å undersøke hva som avgjør boligens pris. Vi kom da frem til at tidligere forskning på hvor mye støy påvirker boligpris ikke sa noe om de underliggende forhold vedrørende støypåvirkning og prisfastsettelse. Dermed ønsket vi å kartlegge grundig hvordan støy påvirker boligpriser på Nord-Jæren.

Arbeidet med masteroppgaven har vært en lærerik og utfordrende prosess for oss begge. Innsamling av data har vært en tidkrevende prosess, men til gjengjeld satt vi igjen med et godt fundament for videre forskning av problemstillingen. Først og fremst vil vi benytte anledningen til å takke vår veileder Kristoffer W. Eriksen for gode og konstruktive råd og tilbakemeldinger. Vi takker også Eiendomsverdi og Miljødirektoratet som har vært våre største kilder for datainnsamling. Vi ønsker videre å takke Jean-Claude Massé for hjelp med koding og veiledning i forbindelse med innsamling av data. Takk til Njord Solberg og Bjarne Hellestræ for god bistand. Avslutningsvis ønsker vi å takke Thomas Svendsen for lydopptak og veiledning innen lyd.



Alexander Hellestræ Solheim

Geir Sola Østensen

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	i
Forord	ii
Innholdsfortegnelse	iii
Tabellfortegnelse	viii
Figurfortegnelse	x
1 Innledning	1
1.1 Formål	3
1.2 Oppgavens struktur	4
2 Bakgrunn	5
2.1 Nord-Jæren	5
2.2 Boligmarkedet	6
2.2.1 Salgspris	7
2.2.2 Produktet	8
2.3 Lydforurensning	10
2.3.1 Støymåling	11
2.3.2 Ulike støykilder	11
2.3.3 Støyploge	11

2.3.4	Veibane	12
2.3.5	Tog	15
2.3.6	Flyplass	17
2.3.7	Infrastruktur på Nord-Jæren	19
3	Teori	23
3.1	Valg av teori	24
3.1.1	Alternativ teori	24
3.2	Støy	25
3.2.1	Lydens fysikk	25
3.2.2	Ekvivalent støynivå	26
3.3	Kjennetegn ved boligmarkedet	28
3.3.1	Heterogenitet	28
3.3.2	Immobilitet	28
3.3.3	Risiko	29
3.4	Den hedonistiske prisfunksjonen	29
3.4.1	Innledning	29
3.4.2	Etterspørsel	30
3.4.3	Tilbud	34
3.4.4	Markedslikevekt	37
3.5	Eksternaliteter	39
3.6	Tidligere empiriske funn	40
3.6.1	Støy fra infrastruktur	40
4	Metode	42
4.1	Innledning	42
4.2	Design	42
4.2.1	Generalisering	43

4.2.2	Kausalitet	43
4.2.3	Tilpasset design	43
4.3	Populasjon	44
4.3.1	Utvalg	44
4.4	Datainnsamling	45
4.4.1	Sammenkobling av datasett	51
4.5	Data rengjøring	54
4.5.1	Koordinater	54
4.6	Dataanalyse	56
4.6.1	Minste kvadraters metode	56
4.6.2	Forutsetninger	58
4.6.3	Hypotesetesting	60
4.6.4	Multikollinearitet	61
5	Spesifisering av den hedonistiske prisfunksjonen	63
5.1	Generell modell	63
5.2	Deskriptiv statistikk	64
5.2.1	Totalpris	66
5.2.2	Koding av støyvariabler	66
5.2.3	Forventet effekt	67
5.2.4	Statistikk	67
5.2.5	Multikollinearitet	69
5.3	Valg av funksjonsform	70
5.3.1	Heteroskedastisitet	72
5.3.2	Konklusjon	74
6	Resultater	75
6.1	Estimeringsresultater	75

6.1.1	Implisitt pris	77
6.1.2	Homogent støy	79
6.1.3	Heterogent støy	82
6.1.4	Nullfunn	85
6.2	Tidligere forskning	87
7	Drøfting	89
7.1	Homogen støymodell	89
7.1.1	Boligtype	90
7.1.2	Alder	91
7.1.3	Oppsummering	92
7.2	Heterogen støymodell	92
7.2.1	Plagegrad	92
7.2.2	Timestrafikk	93
7.2.3	Lydmønster	93
7.2.4	Positiv eksternalitet	94
7.2.5	Boligtype	94
7.2.6	Oppsummering	95
7.3	Teoretiske tilnæringer	95
7.3.1	Psykoakustisk tilnærming	95
7.3.2	Økonomisk tilnærming	96
7.3.3	Oppsummering	97
7.4	Usikkerhet	98
7.4.1	Kausalitet	98
7.4.2	Andre begrensninger	99
8	Konklusjon	100
8.1	Hvordan påvirker støy fra infrastruktur boligpriser på Nord-Jæren?	100

8.2 Videre forskning	102
Bibliografi	103
Appendiks	110

Tabellfortegnelse

2.1	Befolkning på Nord-Jæren	6
2.2	Standard NS 8175	10
3.1	Vekting i beregning av L_{den}	27
4.1	Datainnsamling	46
4.2	Data rengjøring	54
5.1	Beskrivelse av variabler	65
5.2	Deskriptiv statistikk av utvalgte variabler	68
5.3	VIF	69
5.4	Test av funksjonsform	71
6.1	Den hedonistiske prisfunksjonen	76
6.2	Resultater fra homogen støymodell	79
6.3	Homogen støymodell, total støyeffekt	81
6.4	Resultater fra heterogen støymodell	83
6.5	Regresjon av ulike boligtyper	85
6.6	Homogent støy per dB	87
6.7	Heterogent støy per dB	88
7.1	Normkostnad	97
8.1	Beskrivelse av alle variabler	111

8.2	Hypoteser: homogent støy	126
8.3	Hypoteser: heterogent støy	127

Figurfortegnelse

1.1	Tilbud	2
2.1	Boligprisindeks etter boligtype	7
2.2	Støyplagegrad i prosent	12
2.3	Personer eksponert mot støy fra veibane	13
2.4	Endring i antallet utsatte for støy fra veitrafikk, etter årsak	14
2.5	Personer eksponert mot støy fra jernbane	15
2.6	Støyutsatte fra jernbane mellom 2011–2014	16
2.7	Personer eksponert mot støy fra fly	17
2.8	Støyutsatte fra fly mellom 2011–2014	18
2.9	Timestrafikk: veibane	20
2.10	Timestrafikk: jernbane	20
2.11	Timestrafikk: flyhavn	21
2.12	Lydmønster	22
3.1	Budfunksjon	33
3.2	Offerfunksjon	37
3.3	Markedslikevekt	38
3.4	Eksternaliteter	39
5.1	Residualplot: totalpris og $\sqrt{\text{totalpris}}$	73
5.2	Residualplot: $\ln(\text{totalpris})$	74

8.1	Faktorer som avgjør støyets priseffekt	101
8.2	Koding i Overpass Turbo	110
8.3	Fullstendig deskriptiv statistikk	113
8.4	Fullstendig VIF	114
8.5	Korrelasjonsmatrise	115
8.6	Test av funksjonsform: totalpris	116
8.7	Test av funksjonsform: $\sqrt{totalpris}$	117
8.8	Test av funksjonsform: $\ln(totalpris)$	118
8.9	Regresjonsresultat: homogen støymodell	119
8.10	Regresjonsresultat: heterogen støymodell	120
8.11	Deskriptiv statistikk: eneboliger	121
8.12	Deskriptiv statistikk: småhus	122
8.13	Deskriptiv statistikk: leilighet	123
8.14	Regresjonsresultat: enebolig	124
8.15	Regresjonsresultat: småhus	125
8.16	Regresjonsresultat: leilighet	126

Kapittel 1

Innledning

For mange av oss er kjøp av egen bolig den største investeringen vi gjør i livet. De fleste forbinder et godt kjøp med lav kvadratmeterpris, men hvilke faktorer er det som egentlig driver boligprisene? Eiendomsmeglere viser til boligens beliggenhet som den viktigste variabelen, hvor endringer i nærområdet vil påvirke prisen fremover i tid. (Bartholdsen, 2013). Ulike boliger har ulik tilgang til blant annet jobbmarked, offentlige tjenester og natur som er med å avgjøre boligverdien.

På Nord-Jæren er det flere sentrum, hvor trafikken sannsynligvis beveger seg mot dem. Muligens vil derfor sentrumsnære boliger oppleve mer støy enn andre, men hvilken konsekvens vil dette ha for boligprisen. I denne oppgaven ønsker vi å finne ut hvilken påvirkning støy fra infrastrukturen (vei/jernbane/luftfart) har for boligprisene på Nord-Jæren.



Figur 1.1: Er støyutsatte boliger billigere? Egen illustrasjon.

Vi mener det er logisk at støy bør ha en negativ priseffekt, på grunn av at støy i seg selv kan være et irritasjonsmoment. Ser en på prisene til vaskemaskin og kjøleskap, vil en måtte betale høyere pris for en mindre bråkete maskin. I hvitevaremarkedet er det dermed betalingsvillighet for å fjerne støy. Forskning viser også til at personer utsatt for støy over tid, kan medføre til søvnproblemer og hjerte-/ karsykdommer (Aasvang, 2012; Levy & Moen, 2017). I tillegg anslår en internasjonal studie at 3% av dødsfall som følge av hjerte- og karsykdommer er forårsaket av trafikkstøy. Dette tilsvarer omtrent 210000 dødsfall hvert år i Europa (Mead, 2007). Derimot kan det også være positiv nytte forbundet med støyfulle områder, som for eksempel tilgang til kollektivtilbud. Satt helt på spissen vil det være rimelig å anta at beliggenhet helt uten støy vil være lite sentral i forhold til jobb, skole og andre nødvendige aktiviteter. Dette vil argumentere for at en fin balanse mellom støy og tilgjengelighet kan medføre til at den positive utligner den negative eksternaliteten.

For å besvare problemstillingen om hvordan støy fra infrastrukturen påvirker boligpriser på Nord-Jæren, kommer vi til å se nærmere på støyproblematikken ut

ifra ulike innfallsvinkler. Problemstillingen skal besvares ved å utarbeide to ulike modeller, hvor støy antas å være homogent eller heterogent. Homogen støymodell skal ha en generell utforming slik at resultatene representerer majoriteten. I tillegg vil denne modellen utarbeides i hold med teori om lyd, blant annet hvordan støy summeres og oppfattes. Under denne modellen skal det påvises at støyets priseffekt er en funksjon av pris, støynivå (dB), type bolig og alder. Modell for heterogent støy presenterer støy separat fra kildene vei, jernbane og luftfart, men også variabler som måler deres positive eksternalitet. Ved bruk av denne modellen ønsker vi å undersøke hvorvidt støyets priseffekt avhenger av støykilde og støynivå.

1.1 Formål

Det er ikke tvil om at støy har en negativ påvirkning på boligpris, ettersom at tidligere forskning har vist at støy påvirker boligprisene. Modellene har som oftest undersøkt ulike støytyper alene eller generelt, og ikke i sammenheng med ulike boligegenskaper (Li & Brown, 1980; Nelson, 1982, 2007; Berit Grue, Jomar L Langeland & Odd I Larsen, 1997). Vi skal med denne masteroppgaven bygge videre på tidligere forskning med å forklare hvordan støy påvirker boligprisen. Hovedformålet med denne undersøkelsen er å kunne gi presist og utdypende forklaring på hvordan støy påvirker boligprisen. Vi håper at løsningene vil bringe oss nærmere den virkelige prisfunksjonen og da være et bidrag som forsterker det teoretiske rammeverket for boliginvestering.

Innenfor boliginvestering håper vi at estimatene kan være med å belyse støy som risikofaktor i boligmarkedet. En forståelse av hvordan støy påvirker boligverdien vil kunne gi en formening om hvilke konsekvenser ny infrastruktur eller økt trafikk vil kunne ha for boliger i området. For eksempel vil en fordobling av trafikken

forenklet, medføre til en dobling av støynivå (Berit Grue med flere, 1997). Hvor våre resultater vil kunne gi en antydning på hvordan endringen i trafikken påvirker boligprisen. Dessuten også hvilke boligegenskaper som er høyest eksponert mot støyrisiko. Denne forskningen vil derfor kunne fremstå som et viktig dokument i veiledningstjenesten for nye byggeprosjekter i områder med høy støyrisiko.

Sluttlig kan også resultatene være av interesse for offentlige myndigheter i forbindelse med byplanlegging og beregning av priskompensasjon for støy. Estimaterne kan også brukes i verdsettelse av ny vei og nye tiltak mot støy. For eksempel hvorvidt investering i støyvegg er samfunnseffektivt. For kartlegging av den totale negative nytten og ikke kun endring i boligverdi anbefales heller nytteundersøkelse, som diskuteres videre i kapittel 3.

1.2 Oppgavens struktur

Oppgaven innledes med generell informasjon om Nord-Jæren, boligmarkedet og lydforurensning. I det neste kapittelet presenteres oppgavens teoretiske fundament. Her spesifiseres nærmere hvordan støy beregnes og oppfattes, kjennetegn ved boligmarkedet, den hedonistiske prisfunksjonen og eksternaliteter. Under dette rammeverket antas støy å være en negativ eksternalitet og boligattributt. Hvor samspillet mellom kjøperne og selgerne danner støyets priseffekt.

Videre gjennomgås metoden som anvendes for å besvare problemstillingen. Innsamlingsprosessen er beskrevet nøye med fokus på forskningens reliabilitet. Deretter presenteres en kort gjennomgang av økonometrisk analyse benyttet til å estimere attributtprisene i den hedonistiske prisfunksjonen.

Avslutningvis utformes og spesifiseres den hedonistiske prisfunksjon, etterfulgt av drøfting og konklusjon.

Kapittel 2

Bakgrunn

Dette kapitlet er en generell gjennomgang av utvalgt område: boligmarkedet og støyforurensing. Delkapitlene presenterer fakta for å gi grunnleggende kjennskap til problemstillingens kontekst, herav ulike begreper og omfang.

2.1 Nord-Jæren

Nord-Jæren er en del av Rogaland fylke og omfatter kommunene Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg. Etersom vi mangler data for støykildene vei, jernbane og luftfart i Randaberg kommune, vil Nord-Jæren heretter bli definert som kommunene Stavanger, Sandnes og Sola.

Jæren er et av de største jordbruksområdene i landet. Helt siden området ble isfritt har det flate landskapet blitt ryddet for skog og stein og lagt under plogen. I de områdene på Jæren som tidlig ble isfrie, førte dette til tidlig bosetting. Av hele Nord-Jærens befolkning bor 93% i dag i byer og tettsteder¹ (Thorsnæs, 2017b).

Pr. 01.01.2016 bodde det tilsammen 244 297 innbyggere i de fire Nord-Jæren kommunene Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg. (Statistisk sentralbyrå, 2017a).

¹Tettsted er en samling av hus med minst 200 beboere hvor avstand til husene ikke overstiger 50 meter. Hentet fra Statistisk sentralbyrå (SSB).

KAPITTEL 2. BAKGRUNN

Ekskluderer vi Randaberg kommune, er populasjonen 233 560. I tabell 2.1 kan en se fordelingen av populasjonen inndelt etter kommune.

Tabell 2.1: Tabellen viser antall personer som er bosatt i de ulike kommunene på Nord-Jæren den 01.01.2016 (Statistisk sentralbyrå, 2017a).

Nord-Jæren befolkning	
Stavanger	132 644
Sandnes	74 820
Sola	26 096
Totalt	233 560

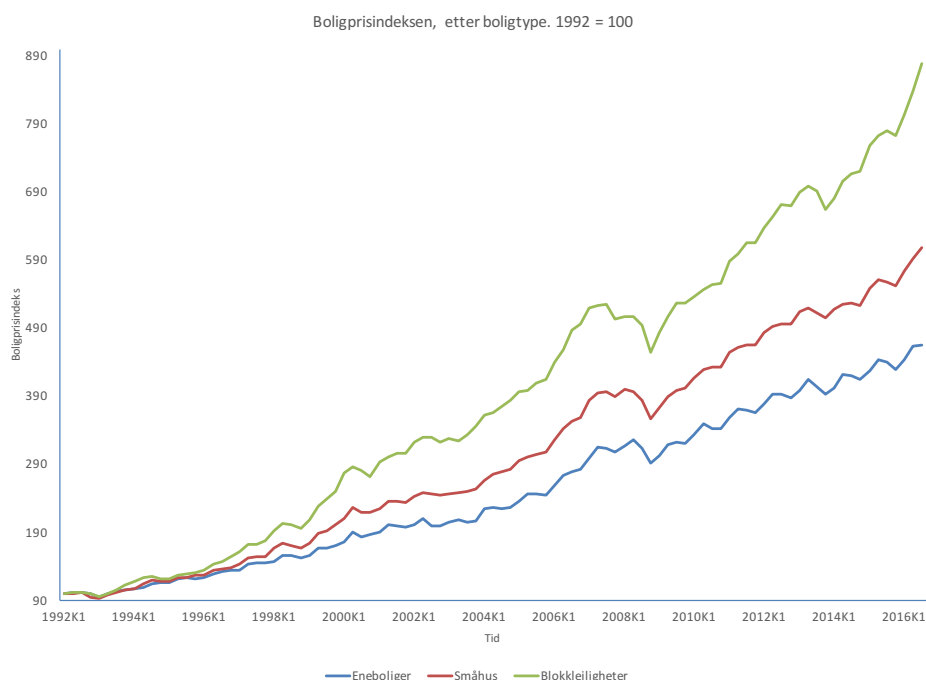
Landskapet på Nord-Jæren er relativt flatt med sandstrender langs kysten og heiområder lenger øst. Regionen har store landbruksområder med majoritet på husdyrdrift. Sentralt på Nord-Jæren ligger Forus, et av Norges største industriområder (Thorsnæs, 2017a). Her finnes 1,2 millioner km² næringsbygg, fordelt på 3000 virksomheter innen entreprenør, teknologi, IT, olje, gass, service og handel. På Forus alene sysselsettes det omtrent 40 000 mennesker. (Forus, 2017). Den sentrale beliggenheten til dette ekspansive handels- og industriområdet gjør Forus til et trekkplaster og knutepunkt for innbyggerne på Nord-Jæren. Området omkranses av god infrastruktur og tilrettelagt kollektivtilbud med hyppige avganger som gjør det enkelt å komme til og fra. I tillegg bygges det stadig flere sykkelstier for å ivareta de grønne verdier og avlaste veinettet i travle rushtider (Forusvisjonen, 2017). Skal man på forretningsreise, er det også kort avstand til Stavanger lufthavn på Sola.

2.2 Boligmarkedet

For å kunne forstå hvorvidt støy har en påvirkning på eiendomsprisene på Nord-Jæren, må vi også se på boligens egenskaper som er med på å avgjøre den endelige boligprisen.

2.2.1 Salgspris

Nasjonalt har boligmarkedet og -prisene i Norge vært ulik de siste årene. Mens prisene i Oslo når stadig nye høyder, opplever Stavanger prisnedgang og lavt volum på solgte boliger (Bjørn-Egil Mikalsen, 2016). Den historisk lave boligrenten som Norge har for tiden tilfører markedet billig kapital, som antakeligvis presser prisene oppover. Boligprisene i Norge har etter jappetiden tidlig på nittitallet hatt en markant økning noe som kan studeres i figur 2.1.



Figur 2.1: Figuren illustrerer utviklingen for boligprisen fra 1. kvartal 1992 til 1. kvartal 2016. I indeksen ser en at alle boligtypene har hatt en økning i pris. For 1992 er indeksen satt som 100 (Statistisk sentralbyrå, 2017b).

Fra figur 2.1 kan det ses at alle tre boligtypene totalt sett har hatt en historisk økning i pris. Hva er årsaken til at boligprisene har steget så markant mellom 1992 og 2016? En antakelse er at økt etterspørsel er høyere enn tilførsel av nye boliger. En ser også en kulturendring, det bor stadig færre personer per husstand (Statistisk

sentralbyrå, 2016b). Ettersom store deler av Nord-Jæren er dyrket mark, finner man reguleringer som begrenser økt boligbygging, som antakelig presser boligprisen opp.

2.2.2 Produktet

Dessuten er bolig også ansett som et heterogent produkt, hvor egenskapene vil variere fra bolig til bolig. Boligprisen er derfor basert på en rekke faktorer, slik som alder, tilstand, størrelse og beliggenhet. De strukturelle egenskapene gjennomgås i kommende delkapittel.

Boligareal

Primærrom (p-rom) er den delen av boligen som en bruker for å beregne kvadratmeterprisen. For å regne et rom som primærrom må det være tilgjengelig enten via trapp eller dør. Videre må minimumshøyden i rommet ikke være lavere enn 1,9 m. Sekundærrom (s-rom) er alle rom som ikke tilhører primærrom. Dette vil i de fleste sammenhenger være et uinnredet rom.

Bruksareal (BRA) inkluderer både p-rom og s-rom som gir antall m² innenfor ytterveggene til boligen. Bruttoareal (BTA) inkluderer hele grunnflaten til boligen, slik at ytterveggene også er inkludert (Smartepenger, 2016).

Boligtype

I dagens boligmarked finnes det mange forskjellige boligtyper. I vår oppgave kommer vi kun til å gjennomgå definisjonene til boligtypene som benyttes i databasen til Eiendomsverdi².

Enebolig: en frittliggende bolig som er beregnet på én husstand. Frittliggende

²Eiendomsverdi er et selskap som overvåker og registrerer aktivitet og utvikling i det norske eiendomsmarkedet. Hentet fra www.eiendomsverdi.no

KAPITTEL 2. BAKGRUNN

betyr minst 8 meter fra nabohus, altså ikke sammenbygget med nabo (Husbanken, 2013).

Leilighet/blokkbebyggelse: betegnelse på bygninger som er høyere enn 2 etasjer bestående av 4 enheter eller flere. Kjennetegnene på en boligblokk er at de har felles inngang(er) for flere boenheter og vertikale naboskiller (Husbanken, 2013).

Småhus: boliger som fysisk er bundet sammen ved at det er minst en felles vegg, eventuelt felles gulv/tak med naboboligen. Fra definisjonene til Husbanken, (2013) ser vi at rekkehus og tomannsbolig er begge betegnet som småhus.

Eierform

Annen viktig egenskap som ikke direkte beskriver boligen, er dens eierform. De ulike eierformene kan ha stor betydning for hvilke rettigheter og muligheter en kan ha for boligen. I tillegg kan også eierform ha betydning for hvordan boligen finansieres og risiko fordeles. De ulike eierformene som vi kommer til å ta utgangspunkt i er selveier og borettslag/andelslag.

Selveier: bolig hvor kjøper eier hele boligen selv og har alle rettighetene på den. Dette innebærer mindre begrensninger for utleie, utbygging og salg (DNB Eiendom, 2013).

Borettslag/andelsleiligheter: eierformen som innebærer kjøp av andel i borettslaget. Å være med i et borettslag medfører at eier er pliktig til å følge de reglene som er vedtatt av borettslaget (DNB Eiendom, 2013).

TEK

TEK er regelverket som Staten har utarbeidet til byggebransjen. Denne kan gjerne kalles bransjens bibel, ettersom den forklarer hvordan man skal bygge, hvilke materialer man skal bruke og hvilke krav som stilles til ulike deler av boligen. Alle nye bygg som blir bygget i Norge skal følge TEK 10 for å være lovlig oppført. TEK

KAPITTEL 2. BAKGRUNN

er en forkortelse for Teknisk Byggeforskrift. Tallet som kommer etter forkortelsen TEK er hvilket år den nye forskriften ble gjeldende. TEK10 er det gjeldende regelverket, men vi har også TEK05 og TEK07. Snart iverksettes TEK17 som skal være gjeldende forskrift fra 01.06.2017 (Direktoratet for byggkvalitet, 2017).

I henhold til byggeteknisk forskrift §13-9 (2) skal byggverk ved prosjektering, plassering og utbygging ta hensyn til utendørs støy for å sikre tilfredsstillende lydforhold innendørs (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Maksimal støy som kan være i en bolig er standardisert etter sertifikatet NS 8175. Den består av de fire lydklassene A, B, C og D, hvor klasse C er minstekravet iht. TEK10. Fra tabell 2.2 kan en se akseptert støynivå for ulik tid på døgnet, avhengig av lydklasse (Standard Norge, 2016).

Tabell 2.2: Tabellen viser maksimalt akseptert lydnivå i dB på ulike tider i døgnet for de ulike klassene. Standarden kommer fra NS 8175. For TEK10 er minstekravet kategori C (Standard Norge, 2012)

Klokken	A	B	C	D
23 - 07	25	30	35	45
19 - 23	30	35	40	
07 - 19	35	40	45	

I lys av denne oppgaven mener vi at alder på bolig vil kunne reflektere dens TEK standard. Med andre ord svarer alder for boligens lydisolasjon.

2.3 Lydforurensning

Støy kan forklares som en ubeleilig lyd definert etter måleenheten desibel (dB) (Miljødirektoratet, 2017a). Nærmere spesifisert iht. (Forurensningsloven, 1983) §6 (2) er støy på lik linje med andre typer forurensning. Sammenlignet med andre forurensninger har norske myndigheter også satt nasjonale mål for reduksjon av støyutslipp. Et av målene er å redusere antall støyutsatte med 10% innen 2020 i

forhold til 1999 (Miljødirektoratet, 2017c).

2.3.1 Støymåling

I forbindelse med støybekjemping benyttes ofte Desibel-A (dBA) skala, ettersom den vektlegger spesifikt frekvenser som øret oppfatter best (Norsk forening mot støy, 2017). For å kartlegge støy med tid benyttes støyindikatoren «Day-Evening-Night» (L_{den}) (Miljødirektoratet, 2016d). Statistikken i dette delkapittelet er målt etter begrepene ovenfor. Desibelskalaen og L_{den} beskrives videre under teori i kapittel 3.2.

2.3.2 Ulike støykilder

De største støykildene fra infrastruktur i Norge er veibane, jernbane og flyplass. Nasjonalt er nesten to millioner eksponert mot støy over 55 dBA ved deres fasade. Utsatte har økt siden 1999 med over en halv million og er miljøproblemet som rammer flest. I 2014 var omtrent 1,9 millioner mennesker i Norge eksponert for støy over 55 dBA som følge av veitrafikk. 62 500 mennesker var utsatt for støy over 55 dBA fra jernbane og 42 500 fra flystøy. Ut fra antall utsatte mennesker er største kilde for støyforurensning desidert veibane, etterfulgt av jernbane og flyplass (Holz & Engelen, 2016).

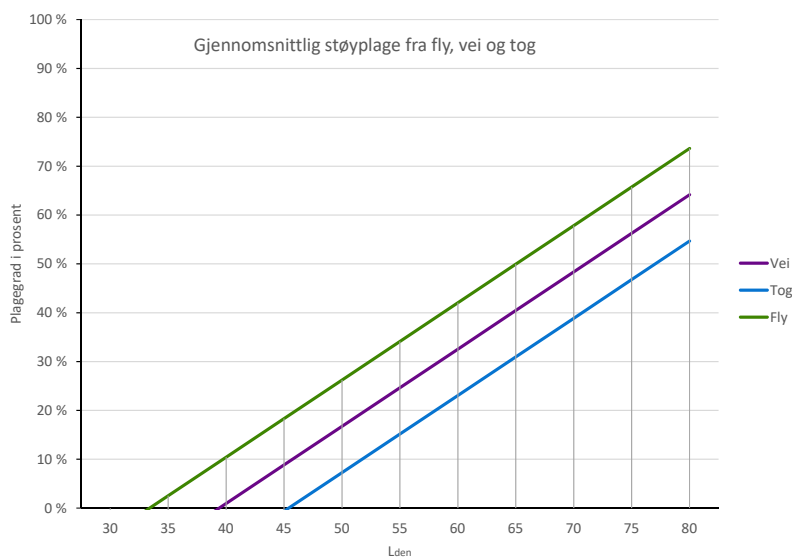
2.3.3 Støyplage

Generelt er støy særlig irriterende og ofte helsefarlig, både psykisk og fysisk. Støyforurensning oppstår som bivirkning av en rekke aktiviteter. Dermed er støy ansett som en negativ eksternalitet. Kostnaden til støy kan observeres indirekte gjennom atferd i boligmarkedet. Tidligere forskning viser at boliger utsatt for systematisk støy selges med rabatt. Et eksempel viser at hus til 200 000\$ normalt

KAPITTEL 2. BAKGRUNN

vil selges med 10-20% rabatt dersom de er utsatt for flystøy. (Haab & Whitehead, 2014, side 228).

Grad av støyplage er relativ og avhenger av støykilden. For å kunne sammenligne grad av støyplage fra fly, vei og tog har TNO utarbeidet kurvene fremvist i Figur 2.2. Kurvene viser at fly er oppfattet som mest plagsomt, etterfulgt av vei og tog (Miljødirektoratet, 2016e).



Figur 2.2: Figuren illustrerer hvor plagsom støy fra de ulike kildene er utover (L_{den}), hvor kildene kan sammenlignes imellom (Miljødirektoratet, 2016e).

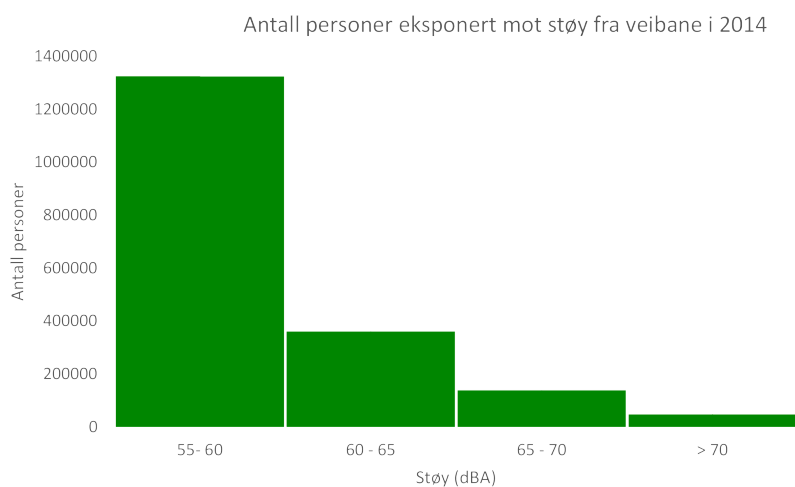
2.3.4 Veibane

Veibane er den største støykilden, som kan forklares med økt veitrafikk og bosetting i trafikkerte områder (Holz & Engelen, 2016). Veibanestøy øker generelt i omfang ved hastigheter over 50 km/t for personbiler og 30 km/t for tyngre kjøretøy. Ved lavere hastighet er motorstøy den betydeligste støykilden (Miljødirektoratet, 2016c). En fordobling av trafikken vil forenklet øke støyet med 3dB (Berit Grue med flere, 1997). Hva som avgjør støynivået kan derfor antas å være avhengig av antall

KAPITTEL 2. BAKGRUNN

kjøretøy på veibanen. Regionene Akershus, Oslo, Hordaland og Rogaland er blant regionene med høyest bilbestand i Norge og muligens mest støyutsatte regioner (Statistisk sentralbyrå, 2016d).

Konsekvensen av et slikt økende problem er ikke kun irritasjon. Støy fra veibane har også forårsaket tapte friske leveår, ettersom det blant annet fremmer søvnforstyrrelse, stress og hjerte-/karsykdom. Folkehelseinstituttet har estimert at 4512 leveår går tapt hvert år som følge av støyplage. Søvnforstyrrelse og hjerte-/karsykdom er estimert til å utgjøre 10 245 og 198 tapte leveår hvert år (Aasvang, 2012). Hvor en internasjonal studie estimerer 210 000 dødsfall hvert år i Europa som følge av trafikkstøy (Mead, 2007). Sannsynligvis er dette en funksjon av lydnivået og når lyden oppstår. I figur 2.3 presenteres antall personer i Norge utsatt for de ulike støynivåene fra veibane. Antallet faller utover støynivået, som muligens gjenspeiler markedets aksept for de ulike nivåene.



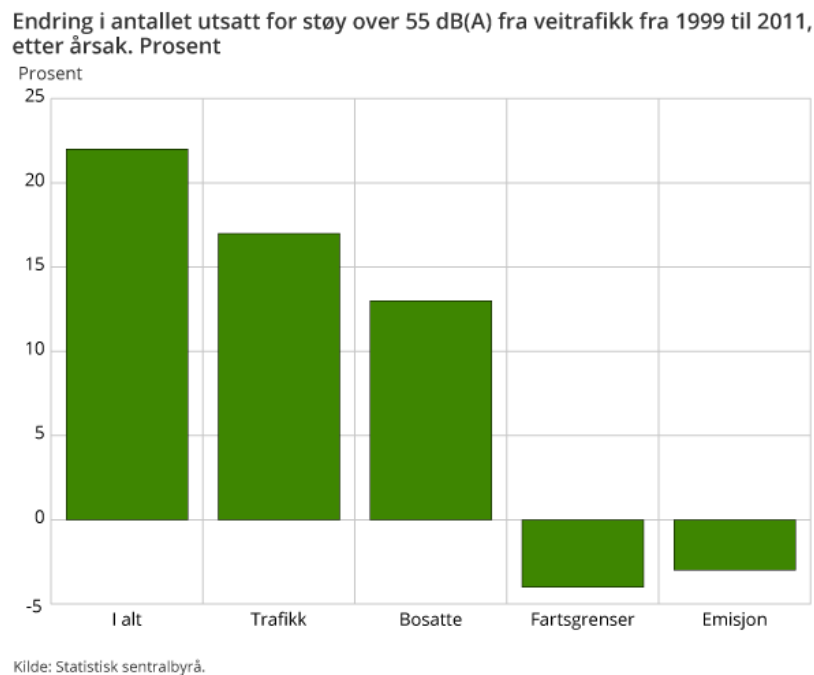
Figur 2.3: Figuren presenterer antall personer eksponert mot ulike støynivå fra veibane i år 2014 (Statistisk sentralbyrå, 2016a).

Veitrafikk i endring

Veitrafikk er stadig i endring med nye veier og flere kjøretøy. De siste 11 årene viser en oppadgående trend for antall kjøretøy i Norge. I denne perioden har det

KAPITTEL 2. BAKGRUNN

vært en aritmetisk, gjennomsnittlig årlig vekst på 2,73%. Derimot er den marginale veksten fallende, som kan indikere stabilisering i veksten (Statistisk sentralbyrå, 2016d). Dette er også tilfellet for antall støyutsatte. Fra 1999 til 2011 økte antall utsatte for støy over 55 dB(A) fra veibane med omtrent 22%. Figur 2.4 illustrerer årsaken til økningen for tidsintervallet.

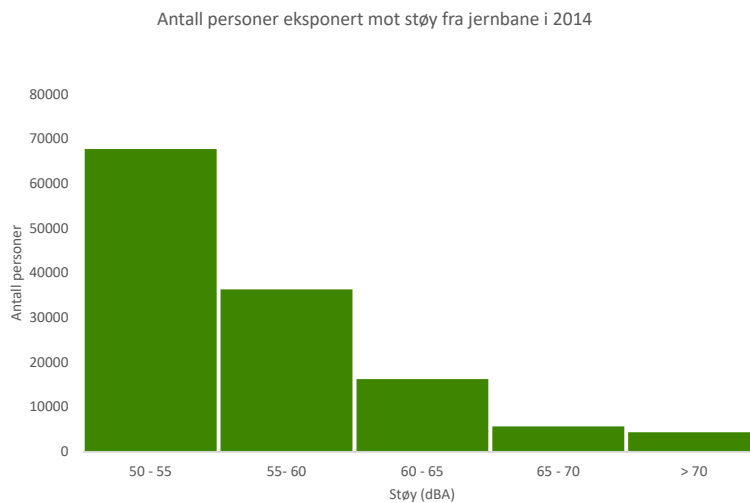


Figur 2.4: Figuren illustrerer de ulike årsakene til økning i antall støyutsatte personer fra 1999 til 2011 (Engelien, Steinnes & Haagensen, 2013).

Økt trafikk og bosetning er sentrale faktorer som har forårsaket at flere blir utsatt. Derimot har endring i fartsgrenser og emisjon begrenset veksten. Utgangsstøy referert som emisjon har redusert veksten, grunnet fremgang i bildekk- og motorteknologi. Derimot kan økt bruk av bredere bildekk skape økt støy, slik at reduksjonen muligens er lavere enn beregnet i grunndata til figur 2.4. Endring i infrastruktur har dempet veksten, grunnet endring av fartsgrenser og omlegging av veier, slik at de i stor grad fører trafikken utenom boligområder. Iverksetting av støyskjermingstiltak har også bidratt til reduksjon (Engelien, Steinnes & Haagensen, 2013).

2.3.5 Tog

Støy over 55 dBA fra jernbane utgjør omtrent 3,2% av utsatte fra støykildene veibane, jernbane og fly. Omtrent 63 000 mennesker i Norge er utsatt for togstøy over 55 dBA (Holz & Engelién, 2016). Figur 2.5 viser fordeling av utsatte etter støyintervall, hvor antall utsatte faller utover dBA.



Figur 2.5: Antall personer eksponert mot ulike støyintervaller fra jernbane i år 2014 (Statistisk sentralbyrå, 2016a).

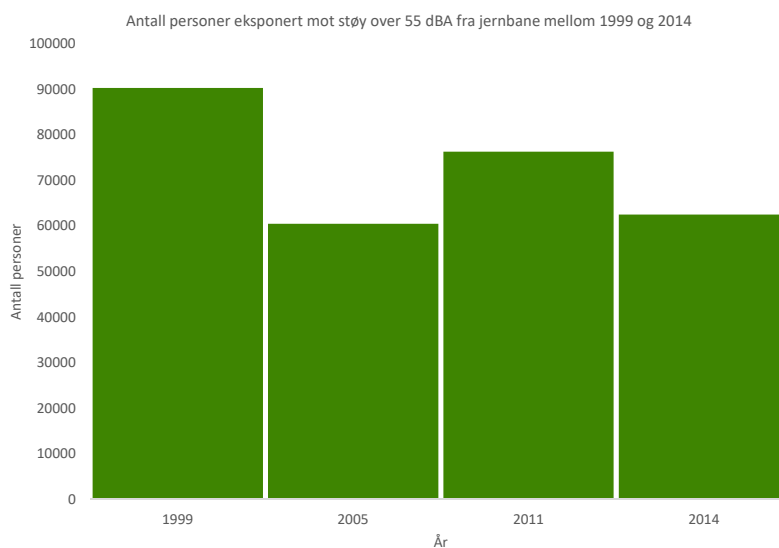
Relativt til veibane er ikke fallet like bratt fra 55–60 dBA og utover. Fordelingen utover støyintervallene for de ulike kildene er muligens en følge av markedets tilpasning. Hvor fordelingen er antakeligvis en funksjon av plagegraderingen tidligere presentert i figur 2.2. Støy fra vanlig togtrafikk oppfattes som minst plagsomt, relativt til støy fra fly og veibane. Dette kan skyldes at togene følger faste tider, med stille perioder imellom. Derimot kan personer bosatt på eiendom med løs masse oppleve større plage pga. vibrasjon fra passerende tog. Hovedsakelig oppstår støy fra jernbane pga. friksjonen mellom hjul og skinner. Andre grunner til at støy oppstår er lyd fra motor og bremses (Miljødirektoratet, 2016b). I forbindelse

KAPITTEL 2. BAKGRUNN

med persontog har Oslo og Akershus, Sør-Østlandet, Agder og Rogaland flest på- og avstigning (Statistisk sentralbyrå, 2011). Dette kan gi en antydning på hvor trafikken og støyproblemet er høyest.

Togtrafikk i endring

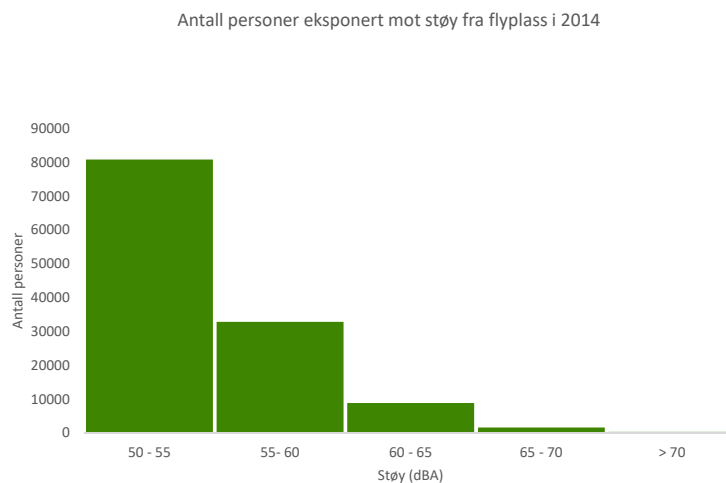
I motsetning til støy fra fly og veibane har antall støyutsatte fra togtrafikk blitt redusert med omtrent 30%, jfr. figur 2.6. Bakgrunnen til nedgangen i antall støyutsatte er nye tog av stillegående type. Sliping av skinnene har også hatt betydning for reduksjonen (Miljødirektoratet, 2016b). Derimot har nedgangen blitt dempet av økt persontogtrafikk, særlig for ruter nær befolkningstette områder (Holz & Engelen, 2016). Persontrafikk har i løpet av 2005 til 2012 økt med 2,10% årlig (Statistisk sentralbyrå, 2011).



Figur 2.6: Antall eksponerte mot støy over 55 dBA fra jernbane mellom 2011–2014 (Statistisk sentralbyrå, 2016a).

2.3.6 Flyplass

I motsetning til støy fra vei og jernbane rammer flystøy færre mennesker i Norge. Flystøy over 55 dBA utgjør kun 2,85% av utsatte fra støykildene veibane, jernbane og fly. I Norge er 43 500 mennesker utsatt for flystøy over 55 dBA (Holz & Engelién, 2016). Figur 2.7 viser fordeling av utsatte etter støyintervall, hvor antall personer faller utover dBA.



Figur 2.7: Figuren presenterer antall personer eksponert mot ulike støynivå fra fly i år 2014 (Statistisk sentralbyrå, 2016a).

Flystøy oppleves som den mest plagsomme støyen, sammenlignet med støy fra andre typer transportmidler. Flystøy genereres i all hovedsak av støy fra flymotorer og er ulik annen type støy. Varigheten til støyet er lang, og variasjon i nivået høyt for hvert enkelt tilfelle. I tillegg kommer flystøy hovedsakelig ovenfra og har høy frekvens som hørselen er spesielt følsom for. Etersom støyet oppstår ovenfra, er det også vanskelig å isolere boliger mot denne type støy (Miljødirektoratet, 2016a). I den store sammenhengen er det sannsynligvis trafikken som skaper støyforurensning. Her i Norge er det størst flytrafikk i Akershus, Hordaland, Nordland

KAPITTEL 2. BAKGRUNN

og Rogaland (Statistisk sentralbyrå, 2016c). Nevnte regioner vil dermed være høyt eksponert mot flystøy.

Flytrafikk i endring

Antall eksponerte mot flystøy økte med 25% mellom 1999 og 2014. Figur 2.8 presenterer antall støyutsatte over tidsperioden 1999 til 2014. Blant de ulike flyplassene har majoriteten opplevd små endringer i antall støyutsatte. 20% av flyplassene har hatt nedgang og 25% har opplevd økning. Gardermoen, Stavanger, Tromsø og Bergen er blant dem med sterk økning i flytrafikk (Holz & Engelién, 2016). I perioden 2010 til 2015 økte flytrafikken gjennomsnittlig med 1,38% pr. år (Statistisk sentralbyrå, 2016c).



Figur 2.8: Antall eksponerte mot støy over 55 dBA fra fly mellom 2011–2014 (Statistisk sentralbyrå, 2016a).

Økning i antall støyutsatte er hovedsakelig forårsaket av økt flytrafikk. I tillegg har endring i flygesmønster hatt betydning for økningen. I løpet av tidsperioden har det også blitt bygget nye boliger, men dette angår områder med lavt støynivå.

Derimot er denne økningen dempet av mer stillegående fly (Holz & Engelién, 2016).

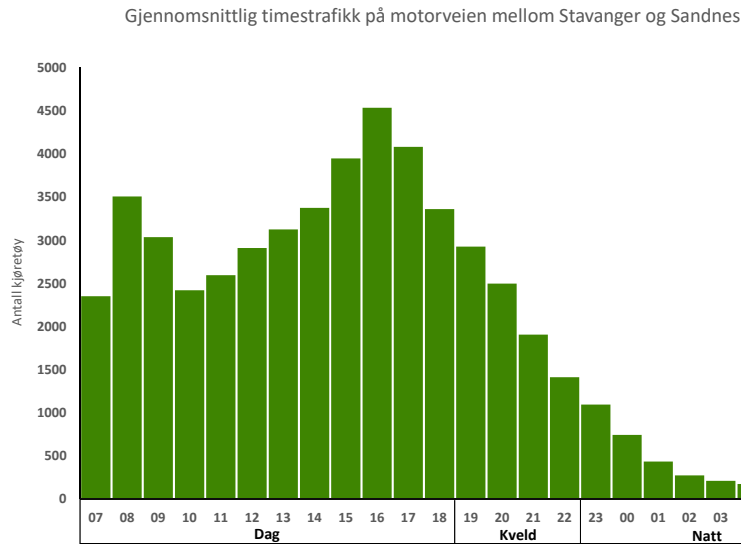
2.3.7 Infrastruktur på Nord-Jæren

På Nord-Jæren går motorvei E39 og togsinker gjennom Sandnes og Stavanger. I tillegg er det flyplass på Sola som innebærer at de største støykildene er til stede for valgt område. Sammenlignet med andre regioner i Norge er Rogaland blant dem med høyest bilbestand, flybevegelser og persontransport med jernbane (Statistisk sentralbyrå, 2011, 2016c, 2016d).

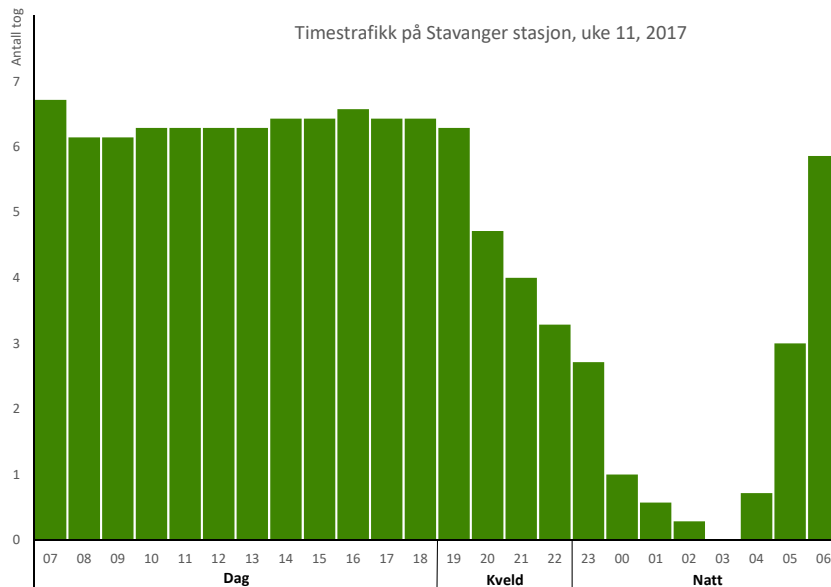
I Stavanger og nabokommunene bor det omtrent 65 000 personer utsatt for over 55 dB L_{den} fra veibane. Omtrent 4000 personer er utsatt for over 55 dB L_{den} fra togstøy (Miljødirektoratet, 2016d). I forbindelse med flystøy ble det i 2011 estimert at omtrent 6500 personer var utsatt for over 55 dB L_{den} . Hvis parallell rullebane og nytt innflygingssystem iverksettes, kan det forventes at antall utsatte over 55 dB L_{den} vil fordobles innen 2020 i forhold til 2011. Her er det trolig også estimert at 30 bosatte kan forvente over 70 dB L_{den} i 2020 (AVINOR, 2014).

Under presenteres timetrafikk på motorveien mellom Stavanger og Sandnes, Stavanger jernbanestasjon og Stavanger lufthavn. Sluttlig presenteres lydmonstret til støyet fra de ulike kildene.

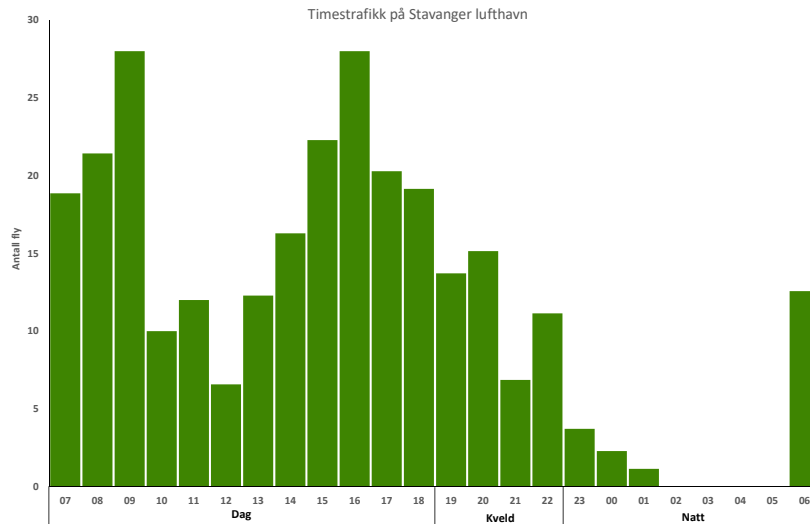
KAPITTEL 2. BAKGRUNN



Figur 2.9: Figuren viser timestrafikk på E39 mellom Stavanger og Sandnes. Målingen er fra 2012 og ble tilsendt pr. epost 22.02.2017 fra Vibecke Remseth (overingeniør, Statens vegvesen).



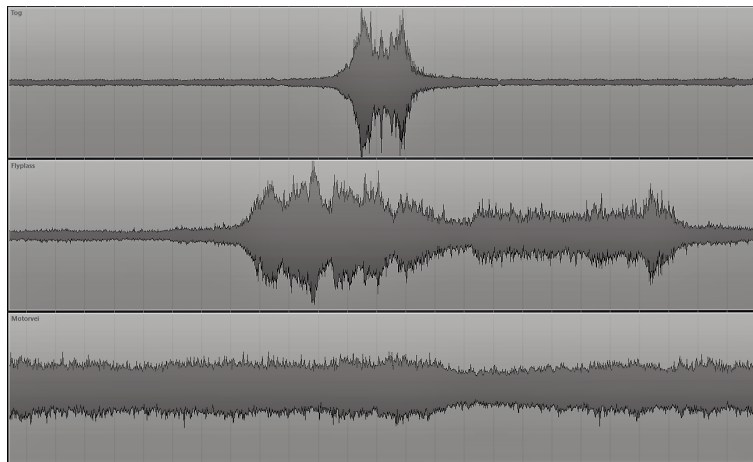
Figur 2.10: Figuren viser antall ankomst og avreiser for lokale tog på Stavanger stasjon i uke 11, 2017 (NSB, 2017).



Figur 2.11: Figuren viser antall ankomst og avreiser på Stavanger flyhavn for de ulike tidspunktene i døgnet. Trafikken er fra uke 11 i 2017, mottatt pr. epost 24.02.2017 fra Ivar Birkeland (fagansvarlig flyparkering, AVINOR).

Timetraffikken kan forklare hvordan støyet fra de ulike kildene er over tid. Det unike med trafikkmønsteret på motorveien er dens flyt uten høye endringer fra time til time. I tillegg er det trafikk til enhver tid. Togtrafikk har derimot stabilt mønster på dagtid og faller utover døgnet. Den totale flytrafikken distribuert i prosent utover klokkeslett har høyest standardavvik, som kan indikere at flytrafikk er relativt uforutsigbart.

Vi har videre foretatt lydopptak av støy fra de ulike kildene på Nord-Jæren for å kunne kartlegge deres lydmønster. Lydopptaket er utført i nærhet av boligmasse rammet av høyt støynivå. Besøk følgende link for å lytte: <https://vimeo.com/204861375>.



Figur 2.12: Lydmønsteret til tog (øverst), fly (midten) og motorvei (nederst). Egen illustrasjon.

Lydmønsteret i 2.12 kan beskrive støykildenes egenskap. Togstøy har høyt volum, men med relativt liten varighet. Flystøy er også høyt, men med lengre varighet enn togstøy. Støy fra motorvei er ikke like høy som andre typer, men mer konstant. Lydmønsteret og timetrafikken kan sannsynligvis forklare hvorfor enkelte støytyper oppleves mer plagsomme enn andre, men også hvorfor støytypene eventuelt har ulike koeffisientverdi. Dette drøftes videre i senere kapittel.

Kapittel 3

Teori

«He who loves practice without theory is like the sailor who boards ship without a rudder and compass and never knows where he may cast» (Leonardo da Vinci).

Med andre ord påpeker Leonardo at de som ikke har undersøkt, forstått og benyttet riktig verktøy, vil gå seg vill. I dette kapittelet gjennomgås det teoretiske fundamentet for denne oppgaven. Kapittelets oppbygging er slik at teorivalg drøftes først, etterfulgt av en introduksjon om lydens fysikk. Videre gjennomgås grunnleggende kjennetegn ved boligmarkedet, for deretter å gå i dybden med økonomisk teori. Blant de økonomiske teoriene introduseres den hedonistiske prisfunksjonen først, på bakgrunn av dens generelle utforming. Teorien er standardisert slik at alle typer variabler er anvendelige under en og samme modell. Dette betyr at argumentene i den etterfulgte teorien om eksternaliteter kan integreres i den hedonistiske prisfunksjonen. Avslutningsvis presenteres tidligere empiriske funn som er av relevans for denne oppgaven.

3.1 Valg av teori

Teoriene er valgt fra hvor egnet de er til å gi forståelse for og undersøke området til problemstillingens kontekst. Den hedonistiske prisfunksjonen presentert av Osland (2001) forklarer hvordan boligprisen er en funksjon av samspillet mellom kjøperne og selgerne i markedet. Modellen er særlig generalisert som også gjør den fleksibel å anvende, men den drøfter blant annet ikke støy, slik at teorien alene ikke er tilstrekkelig for å forklare denne problemstillingen.

Li og Brown (1980) forklarer nærmere effekten av eksternaliteter på boligpriser, hvor støyforurensing blant annet er drøftet. Videre gjennomførte forfatterne en empirisk analyse med generell støy som variabel. Derimot var resultatet for støy kun signifikant til 10% (Li & Brown, 1980, side 135).

3.1.1 Alternativ teori

I praksis er informasjon om støy vanskelig å observere, samt at flytting bort fra støyen kan være svært kostbart for husholdningene. Konsumenter som har nyttemaksimert boligattributter for fem til ti år siden kan nå stå overfor en ikke optimal situasjon, som følge av endringer i trafikk og infrastruktur. I tillegg kan det også være at støyet ikke oppdages før innflytting. Dette kan dermed bety at boligpriser ikke fullstendig kompenserer for områdets støynivå. Ulike preferanser gir også anledning for mindre støysensitive konsumenter å dra nytte av lavpriset boliger i støyutsatte områder (Haab & Whitehead, 2014, sider 228-229).

Utfordringene ovenfor er vanskelige å ta høyde for i utvalgte teorier. I nyere tid har derfor data fra nytteundersøkelser blitt benyttet for å forklare konsekvensen til støy. Dette utføres ved bruk av spørreundersøkelser som blant annet inneholder lykkeparameter, eksponering av ulike forurensninger og inntekt (Haab & Whitehead, 2014, side 229). Dette vil sannsynligvis være et mer treffsikkert alternativ

for å avdekke den fullstendige effekten til støy. For mer om nytteundersøkelser i forbindelse med støy, foreslås artikkelen «The happiness-reducing costs of noise pollution» av Weinhold (2013). Derimot skal denne oppgaven drøfte støy i likevekt og dermed kun konsekvenser anerkjent av markedet. Ut fra dette anses teoriene presentert i 3.1 som forsvarlig verktøy for å besvare problemstillingen. Teoriene presenteres nærmere i de kommende delkapitlene.

3.2 Støy

I dette delkapittelet vil vi introdusere støy som formål for å gi nødvendig kunnskap for videre utarbeidelse av støyvariabler og tolkning av resultatene. Under viser vi lydens matematiske oppførsel og hvordan mennesket oppfatter lyd.

3.2.1 Lydens fysikk

Lyd i luft oppstår som følge av plutselige endringer i lufttrykket. Lyd kan blant annet måles etter dens intensitet L definert som $\frac{\text{lydeffekt}}{\text{areal}}$. Her oppgis lydeffekten i watt og areal i kvadratmeter. Lydintensiteten vil derfor avta utover distanse ettersom lydeffekten fordeles på større areal. Hvis avstanden dobles vil L reduseres til $1/4$, som illustrert matematisk under (Jørgensen, 2013).

$$\text{Lydintensitet for avstand } R : L_1 = \frac{W}{4\pi R^2}$$

$$\text{Lydintensitet for avstand } 2 \times R : L_2 = \frac{W}{4\pi(2R)^2} = \frac{L_1}{4}$$

Lydintensitet kan videre omregnes til desibel etter følgende formel (Jørgensen,

2013):

$$\text{dB} = 10 \lg \frac{L}{L_0}, \quad (3.1)$$

$$\text{hvor } L_0 = (10^{-12})$$

Ovenfor betegnes L som målt lydintensitet der L_0 er lavest hørbar verdi. Utregningen av desibelskalaen følger logaritmiske regler, noe som gjør at økning i lydintensiteten ikke gir lineær endring i desibel. Fra formelen ovenfor vil for eksempel enhver dobling i lydintensiteten L kun medføre en økning på 3 dB¹. Summering av flere lydkilder følger samme formel, hvor eksempelvis 50 dB + 60 dB gir 60,4 dB². Derimot vil mennesket kun føle endringer på 3 dB og høyere, hvor en endring på 10 dB oppfattes som dobling av lydstyrken (Jørgensen, 2013). For å oppsummere, matematisk fordobling er da 3 dB økning, mens mennesket opplever en fordobling ved 10 dB.

3.2.2 Ekvivalent støynivå

Ekvivalent støynivå referer til gjennomsnittlig lydforurensing for en gitt tidsperiode. I slik måling benyttes ofte tidsperiodene arbeidsdag (8 timers nivå) og døgn (24 timers nivå). For eksempel en time med 80 dB støy etterfulgt av en time uten støy vil tilsvare en halvering av lydnivå totalt for de to timene. En matematisk halvering av lydnivå tilsvarer 3 dB slik at gjennomsnittlig lydnivå for disse to timene er totalt 77 dB³ (Jørgensen, 2013).

Ekvivalent støynivå benyttes blant annet til måling av trafikkstøy, som ofte beregnes for 24 timers periode. For denne tidsperioden benyttes to ulike måter

¹ $10 \lg \frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 60$ dB, hvor en fordobling i L gir $10 \lg \frac{10^{-6} \times 2}{10^{-12}} = 63$ dB. Endringen blir dermed $63 - 60 = 3$ dB som holder for alle fordoblinger.

² $10^{-6}L$ tilsvarer 60 dB og $10^{-7}L$ 50 dB. Summering av dette gir følgende $10 \lg \frac{10^{-6} + 10^{-7}}{10^{-12}} = 60,4$ dB

³ Hvis første time er $10 \lg \frac{10^{-4}}{10^{-12}} = 80$ dB etterfulgt av en time uten støy, vil gjennomsnittlig støy bli $10 \lg \frac{10^{-4}/2}{10^{-12}} = 77$ dB.

KAPITTEL 3. TEORI

å veie tid, herav gjennomsnittlig med lik vektning ($L_{pAeq24h}$) og (L_{den}) med ulik vektning ut fra når på døgnet lyden oppstår (Jørgensen, 2013).

I detaljene er L_{den} (Day Evening Night) et gjennomsnitt av Day (L_{day}), Evening ($L_{evening}$) og Night (L_{nighth}) vektet ulikt. L_{day} , $L_{evening}$ og L_{nighth} er gjennomsnittstøy gjennom tidsperioden dag, kveld og natt (Miljødirektoratet, 2016d). Utrekning av L_{den} følger formel 3.2, hvor de ulike vektningene kan studeres (Miljødirektoratet, 2014). Tabell 3.1 spesifiserer videre de ulike tidsperiodene og tilleggene.

$$L_{den} = 10 \lg \left(\frac{14t \times 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4t \times 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8t \times 10^{\frac{L_{nighth}+10}{10}}}{24t} \right) \quad (3.2)$$

Tabell 3.1: Vektning i beregning av L_{den} . Tabellen viser at støy på kveld tillegges 5 dB og natt 10 dB (Miljødirektoratet, 2014).

	Tidspunkt	Tillegg
Dag	07 – 19	0 dB
Kveld	19 – 23	+ 5 dB
Natt	23 – 07	+ 10 dB

Formelen for L_{den} er en utvidelse av 3.1, hvor de ulike målingene multipliseres med antall timer som inngår i dens tidsperiode. Videre summeres målingene og divideres utover 24 timers perioden for å beregne gjennomsnittlig støy per time. De ulike vektningene kan ses å være satt etter hvor følsom befolkningen er for lyd på dette tidspunktet. Natt er vektet høyest, som muligens kan forklares med at støy i denne tidsperioden kan forårsake søvnforstyrrelse.

3.3 Kjennetegn ved boligmarkedet

Under presenteres grunnleggende kjennetegn ved boligmarkedet som innledning til kommende økonomisk teori. Boligmarkedets heterogenitet, immobilitet og risiko utgjør sammen egenskaper som avviker fra andre markeder. Særpregene for denne investeringsformen spesifiseres videre under.

3.3.1 Heterogenitet

Bolig har en tendens til å være et heterogent produkt hvor egenskapene avviker fra bolig til bolig. Blant annet vil boliger ha ulik design, ulikt byggeår, BRA og antall soverom. Dette er variabler som ofte er enkle å observere, i motsetning til eksternaliteter. Hver enkelt grunneiendom påvirkes av flere negative og positive eksternaliteter som gir grunneiendommen en unik beliggenhetsverdi (Ling & Archer, 2012, side 13). Tilgang til kommersielle tjenester, jobbmarked og forurensing i området er eksempler på variabler som påvirker beliggenhetsverdien.

3.3.2 Immobilitet

Boliger er immobile, og gjør at boligmarkedet har en tendens til å være geografisk segmentert. Etersom boligmarkedet er lokalt, vil boliger med 15 minutters kjøreavstand anses som konkurrerende (Ling & Archer, 2012, sider 13-14). Bolig er ansett som svært illikvid investering, ettersom den ikke enkelt kan deles opp for videresalg; men ikke minst pga. høye transaksjonskostnader. Tidligere nevnte forhold gjør at boligmarkedet er lite effektivt priset i forhold til aksjer og obligasjoner (Hveem, 2013, side 145).

3.3.3 Risiko

Forholdene nevnt under 3.3.2 gjør at boligmarkedet har treg omsetningshastighet og oppfattes som mindre volatil, sammenlignet med aksjer. Små svingninger betyr ikke nødvendigvis at boliginvestering har lav risiko. Boligmarkedet tender i syklus, hvor det kan oppstå langtidsvarige nedgangsperioder (Hveem, 2013, sider 145-146). I tillegg er ofte bolig høyt belånt, noe som øker risikograden betydelig. Blant annet vil et verdifall på 15% medføre at boliger som akkurat innfrir egenkapitalkravet endres til 100% lånefinansiert (Hveem, 2013, side 390).

3.4 Den hedonistiske prisfunksjonen

3.4.1 Innledning

Den hedonistiske prisfunksjonen er en teoretisk modell benyttet til å undersøke heterogene produkter. Metoden er egnet til å studere både etterspørsels- og tilbudsforhold for å estimere en likevektsmodell. Den grunnleggende tankegangen bak modellen er at ulike varer består av flere attributter som gir nytte for konsumentene. Attributtene innehar hver for seg en underforstått verdi, som konsumenten nyttemaksimerer uti fra. Goder kan beregnes som en vektor bestående av n antall objektivt målte attributter. Dette kan formuleres på følgende måte: $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$. Formelen brukes videre i prisfunksjonen: $P(Z) = P(Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$. For bolig inndeles attributtene generelt etter hvorvidt attributtene er knyttet til selve boligen eller beliggenheten (Osland, 2001, side 3).

Den hedonistiske prisfunksjonen forutsetter et tilstrekkelig antall tilgjengelige boliger i markedet, slik at det foretas kontinuerlig valg mellom ulike attributtvektorer. Flytte-, transaksjons- og søkekostnader antas å være ubetydelige. Modellen forenkles videre til at alle deltakere i markedet har tilgang til full informasjon

om attributter og priser tilknyttet alle boligene. Under denne antakelsen er det dermed ingen asymmetrisk informasjon blant aktørene. Den hedonistiske metoden demonstrerer at prisfunksjonen er en følge av markedets «bud- og offerfunksjoner» for hvert enkelt attributt. Funksjonene danner sammen et samspill mellom kjøperne og selgerne, noe som avviker fra ordinære tilbuds- og etterspørselsanalyser (Osland, 2001, sider 3-4).

3.4.2 Etterspørsel

Husholdninger foretar tilpasninger for å maksimere egen nytte, begrenset av et ikke-lineært budsjett. Nyttmaksimeringsproblemet kan formuleres matematisk på følgende måte (Osland, 2001, side 4):

$$\text{Maksimer : } U_j = U(Z, X, \alpha_j) \quad (3.3)$$

$$\text{Gitt : } Y_j = X + P(Z) \quad (3.4)$$

X er en vektor av alle godene utenom bolig, hvor prisen settes lik 1. Preferansen til husholdning j er betegnet som α_j og er en vektor av parametre. Nyttefunksjonen U_j antas å oppføre seg strengt konkav. Y_j representerer inntekten til husholdning j målt i enheter av X (Osland, 2001, side 4).

Teorien bygger på at $P'(Z)$ og $P''(Z)$ finnes, men har ubestemt fortegn. I den optimale løsningen vil den marginale substitusjonsraten (MRS) mellom Z_i og X være lik prisfunksjonen partiellderivert med hensyn til boligattributtene Z_i , som illustrert i ligning 3.5 (Osland, 2001, side 4).

$$\frac{\frac{\partial U_j}{\partial Z_i}}{\frac{\partial U_j}{\partial X}} = \frac{\partial P}{\partial Z_i} \quad (3.5)$$

Venstre side av ligning 3.5 angir MRS som er et uttrykk for hvor mye husholdningen er villig til å gi opp av alle andre goder mot én enhet mer av attributt_{*j*}. MRS er helningen på indifferenskurven og oppgir ulike kombinasjoner av Z_i og X til samme nyttenivå. Høyre side av ligningen 3.5 viser til marginale implisitte priser for attributt_{*i*}, slik at MRS knyttes opp mot virkelige priser (Osland, 2001, side 4).

Budfunksjonen

Budfunksjonen er den maksimale betalingsvilligheten til husholdning_{*j*} for ulike kombinasjoner av attributtvektorer, hvor inntekten og nyttenivået holdes konstant. Budfunksjonen er dermed en fungerende indifferenskurve, noe som gjør det mulig å analysere ulike sammensetninger av boligattributter realisert til subjektive priser og aggregerte markedspriser. For å utlede den maksimale betalingsvilligheten settes nytte U , bolig vektor Z og alle andre goder X til optimal verdi, videre benevnt som U^* , Z^* og X^* . Optimale verdier innsatt i 3.3 gir maksimal nytte for husholdningen, fremstilt i 3.6 (Osland, 2001, sider 4-5).

$$U_j = U_j(Z^*, X^*, \alpha_j) = U_j^* \quad (3.6)$$

Optimal fordeling mellom godene avhenger av husholdningens inntekt, slik at $X^* = Y_j - P(Z^*)$. Uttrykket for X^* settes videre inn i 3.6, noe som gir følgende uttrykk (Osland, 2001, side 5):

$$U_j = (Z^*, Y_j - P(Z^*), \alpha_j) = U_j^* \quad (3.7)$$

For videre utledning settes nyttenivået konstant lik optimal verdi, samt antas inntekten å være gitt. Ettersom at uttrykket benytter optimale verdier vil det ikke være ønskelig å betale en høyere pris enn $P(Z^*)$. Dermed tolkes dette til å være husholdningens maksimale betalingsvillighet. Hvis inntekten er gitt vil den maksimale betalingsvilligheten være lik den faktiske prisen, benevnt som Θ . Uttrykket endres dermed til følgende (Osland, 2001, side 5):

$$U_j = (Z^*, Y_j - P(Z^*), \alpha_j) = U_j^* = (Z, Y_j - \Theta_j, \alpha_j) \quad (3.8)$$

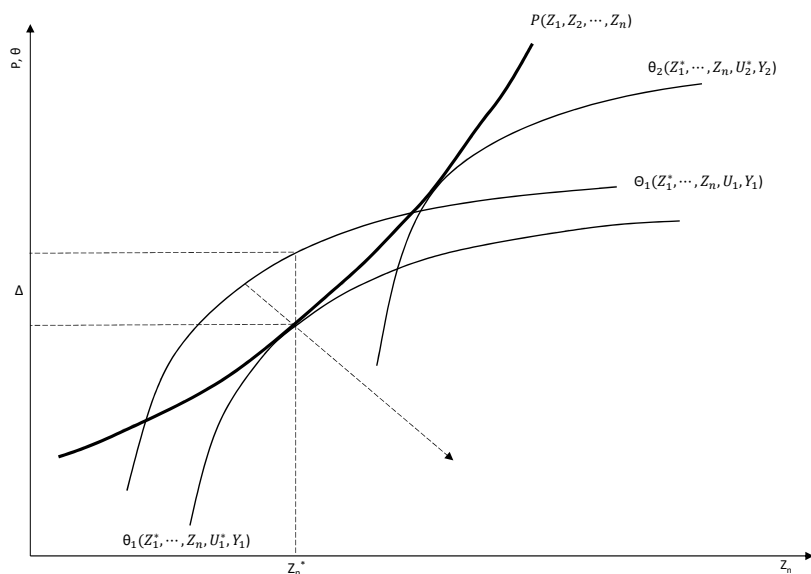
For andre kombinasjoner av attributter enn den optimal vil husholdningen bruke hele inntekten for å forbli på det maksimale nyttenivået. Den subjektive prisen blir dermed lik husholdningens inntekt. Ettersom inntekten og nyttenivået varierer, vil uttrykket generelt kunne formuleres slik (Osland, 2001, side 5):

$$\Theta_j = \Theta(Z, Y_j, U_j, \alpha_j) \quad (3.9)$$

Ved å derivere 3.9 blir resultatet følgende (Osland, 2001, side 5):

$$\frac{\partial \Theta_j}{\partial Z_i} = \frac{\frac{\partial U_j}{\partial Z_i}}{\frac{\partial U_j}{\partial X}} > 0 \quad i = 1, \dots, n \quad (3.10)$$

Venstre side av uttrykk 3.10 viser til den maksimale betalingsvilligheten for en økning i boligattributt $_i$. Under forutsetning om en streng konkav nyttefunksjon er den marginale betalingsvilligheten positiv, men avtakende for andre ordens deriverte. Dette innebærer en positiv, men fallende betalingsvillighet for boligattributter (Osland, 2001, side 5).



Figur 3.1: Budfunksjon i likevekt for konsument. Figuren viser to husholdninger med ulike preferanser som nyttemaksimerer ut ifra virkelige priser. Basert på Osland (2001, side 6)

I likevekt for konsumentene skal indifferenskurvene tangere den eksogene prisfunksjonen $P(Z)$, slik at nytten er realiserbar. Husholdningen maksimerer derfor nytten ved at lavest mulig indifferenskurve tangerer prisfunksjonen. Betingelsene for likevekt på etterspørselssiden utledes ved å kombinere uttrykk 3.5 med 3.10, som gir 3.11.

$$\frac{\partial \Theta_j}{\partial Z_n} = \frac{\frac{\partial U_j}{\partial Z_n}}{\frac{\partial U_j}{\partial X}} = \frac{\partial P}{\partial Z_n} \quad j = 1, \dots, m \quad (3.11)$$

Annen tilpasning enn tangeringspunktet på den laveste indifferenskurven vil bli avslått. Dette kan begrunnes med at andre husholdninger har høyere betalingsvillighet som følge av høy inntekt eller preferanse. $P(Z)$ inneholder dermed budfunksjonene til alle husholdningene og fungerer derfor som markedsprisen.

I tillegg til uttrykk 3.11 stiller likevekt krav til $\Theta_j(Z^*, Y_j, U_j^*, \alpha_j) = P(Z)$. Dette betyr at husholdningens maksimale betalingsvillighet er lik den laveste prisen for en bolig med optimal sammensetning av attributter. Denne betingelsen legger til rasjonell atferd blant husholdningene i boligmarkedet (Osland, 2001, sider 6-7).

3.4.3 Tilbud

Tilbudssiden består av flere bedrifter som tilpasser seg for å oppnå profittmaksimering. Kortsiktig foretar bedriftene tilpasninger ved blant annet å endre antall produserte av en bestemt boligtype eller endre egenskapene til boligene. Fremover vil kun tilpasning ved å endre egenskaper studeres, hvor egenskapene benevnes som boligens attributter. Det er forutsatt at nyetablering og nedleggelse av produsenter kun oppstår i det langsiktige løp. Det forutsettes også at produksjonen til hver bedrift er spesialisert innenfor en boligtype med gitt kombinasjon av attributter. Profittfunksjonen til hver enkelt bedrift følger generelt 3.12 (Osland, 2001, side 7).

$$\pi = M \times P(Z) - C(M, Z, \beta) \quad (3.12)$$

I funksjon 3.12 representerer M hver enkelte bedrifts tilbud av boliger til bestemt attributtvektor Z . Inntekten til bedriften er ikke-lineær og forklares som prisfunksjonen $P(Z)$ multiplisert med antall boliger M . Prisfunksjonen antas å være eksogen og derfor uavhengig av det individuelt, produserte kvantum (Osland, 2001, side 7).

C representerer bedriftens kostnadsfunksjon og antas å være konveks. Den marginale kostnaden til produksjon av attributter $Z_i (i = 1, \dots, n)$ er positiv, men ikke avtakende. β representerer bedriftens individuelle skift i eksempelvis teknologi eller pris for innsatsfaktorer. β beregnes som en vektor av skiftparametere. Tilbudssiden er sammensatt av flere små bedrifter, slik at variasjon i attributter er

kontinuerlig. Bedriftene antas å spesialisere seg slik at de opparbeider komparative fortrinn i produksjon for ulike boligtyper. For salg av brukte boliger settes $M = 1$ med gitt kostnadsfunksjon $C(\cdot)$. Førsteordens betingelser for profittmaksimering blir følgende (Osland, 2001, sider 7-8):

$$\frac{\partial P}{\partial Z_i} = \frac{\frac{\partial C}{\partial Z_i}}{M} \quad i = 1, \dots, n \quad (3.13)$$

$$P(Z) = \frac{\partial C}{\partial M} \quad (3.14)$$

Betingelsen i uttrykk 3.13 viser at bedriftene bør produsere boliger med en sammensetning av attributter, slik at implisitt verdi for gitt attributt er lik den marginale kostnaden pr. bolig. Den marginale kostnaden er utledet ved å derivere med hensyn til mengden boligattributter. Betingelsen i 3.14 viser at bedriftene samtidig bør produsere et kvantum for bolig, slik at marginalinntekt er lik marginalkostnad for siste produserte enhet (Osland, 2001, side 8).

Offerfunksjonen

Offerfunksjonen er et uttrykk for den minimale prisen bedriftene er villige til å akseptere for salg av bolig med ulike attributter. Offerfunksjonen er låst inn til konstant profittnivå og optimalt kvantum, gitt fra betingelsene 3.13 og 3.14. Offerfunksjonen defineres matematisk som $\Phi(Z, \pi, \beta)$ og kan videre utledes ved å sette inn optimale verdier Z^*, π^*, β^* . Utledningen gir profittfunksjonen presentert i 3.15 (Osland, 2001, side 8).

$$\pi^* = M^* \times P(Z^*) - C(M^*, Z^*, \beta) \quad (3.15)$$

Ved å fastsette konstant π^* for profittfunksjonen, kan $P(Z)$ erstattes med uttrykket for offerfunksjonen, illustrert i 3.16 (Osland, 2001, side 8).

$$\pi^* = M^* \times \Phi(Z^*, \pi^*, \beta) - C(M^*, Z^*, \beta) \quad (3.16)$$

Førsteordensbetingelsene presentert i 3.17 og 3.18 utledes ved å partiell derivere 3.16 med hensyn på Z_i og M (Osland, 2001, sider 8-9).

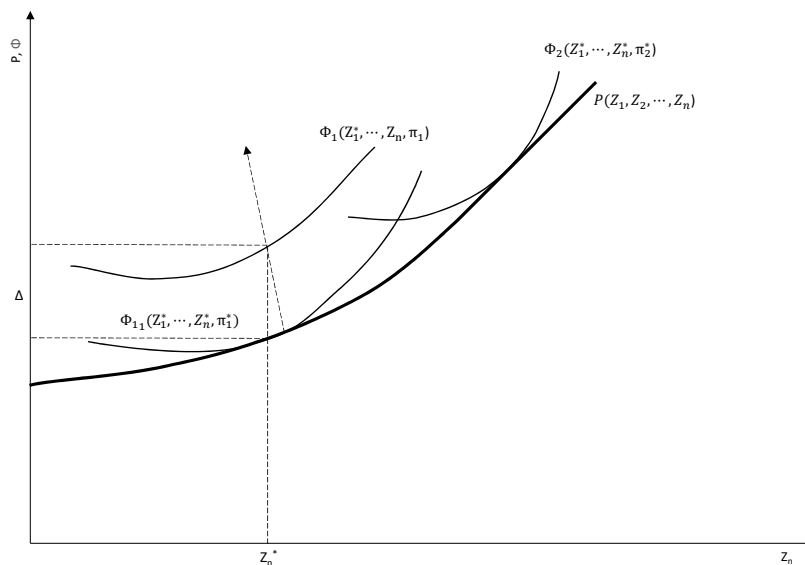
$$\frac{\partial \Phi}{\partial Z_i} = \frac{\frac{\partial C}{\partial Z_i}}{M} \quad i = 1, \dots, n \quad (3.17)$$

$$\Phi(Z^*, \pi^*, \beta) = \frac{\partial C}{\partial M} \quad (3.18)$$

Betingelsen i 3.18 løses for M og settes inn i 3.16, slik at M elimineres. Dette gir profittfunksjon 3.19 (Osland, 2001, side 9).

$$\Phi = \Phi(Z, \pi^*, \beta) \quad (3.19)$$

Figur 3.2 presenterer ulike offerkurver som isokvanter. Det antas at alle boligattributioner unntatt Z_n er optimalisert. Dermed demonstrerer figuren kun likevekt for Z_n . Isokvantene er konveks som innebærer at gitt profittnivå krever eksponentiell prisøkning for økning i Z_n . Profittnivået stiger i pilens retning, ettersom dette gir økt pris pr. Z_n . Hvis Z_n er antall soverom kan Φ_2 illustrere en bedrift som optimalt tilbyr boliger med flere soverom enn ved Φ_1 . Dette kan forklares med at bedriften har høyere β enn bedriften med isokvant Φ_1 (Osland, 2001, side 9).



Figur 3.2: Offerfunksjon i likevekt til produsent. Illustrasjon av to bedrifters offerfunksjon som realiseres ut ifra virkelige priser. Basert på Osland (2001, side 9)

I likevekt skal isokvante tangere virkelige priser $P(Z)$; matematisk krever dette førsteordensbetingelsene 3.13 og 3.17. Likevekt for Z_n kan derfor forklares med følgende uttrykk (Osland, 2001, side 10):

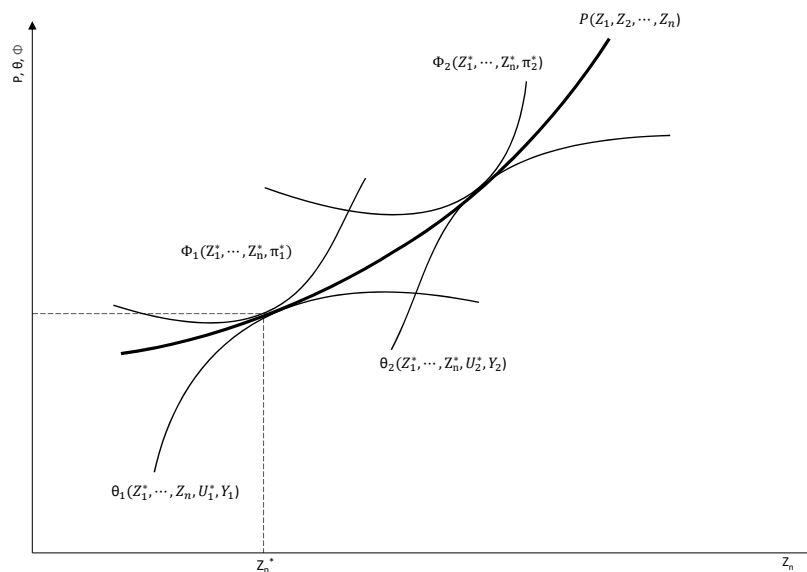
$$\frac{\partial \Phi}{\partial Z_n} = \frac{\frac{\partial C}{\partial Z_n}}{M} = \frac{\partial P}{\partial Z_n} \quad (3.20)$$

I tillegg til uttrykk 3.20 må 3.17 oppfylles for likevekt på tilbudssiden (Osland, 2001, side 10).

3.4.4 Markedslikevekt

Markedslikevekt oppstår når budfunksjonen til husholdningene tangerer offerfunksjonen til bedriftene. Betingelsen for markedslikevekt er matematisk formulert i uttrykk 3.21 og grafisk illustrert i Figur 3.3 (Osland, 2001, side 10).

$$\frac{\partial \Theta_j}{\partial Z_i} = \frac{\partial P}{\partial Z_i} = \frac{\frac{\partial C}{\partial Z_i}}{M} = \frac{\partial \Phi}{\partial Z_i} \quad (3.21)$$

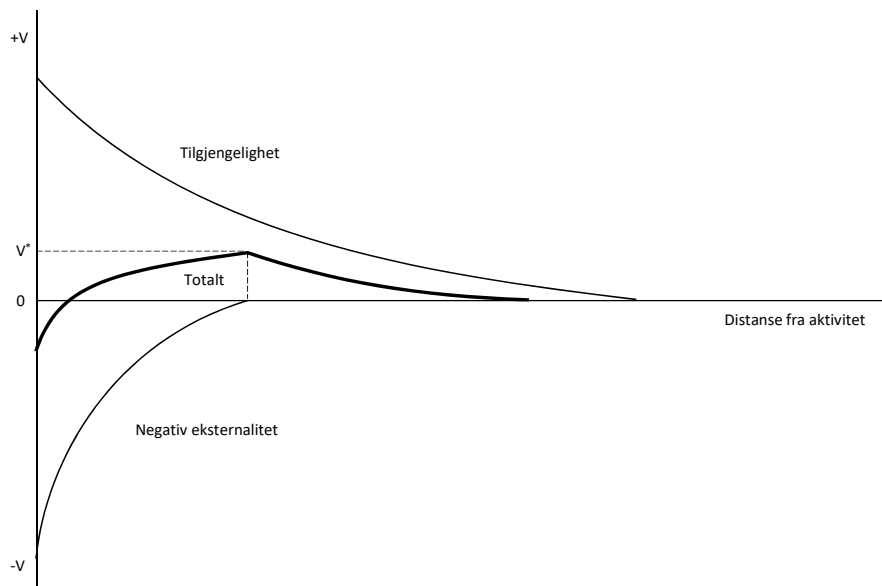


Figur 3.3: Illustrasjon av markedslikevekt. Figuren illustrer at offerfunksjonen og budfunksjonen danner sammen den eksogene prisfunksjonen i markedslikevekt. Basert på Osland (2001, side 10).

Markedslikevekt viser at budfunksjonen og offerfunksjonen i samspill utformer den hedonistiske prisfunksjonen $P(Z)$. Ved lik β vil alle bedriftene være identiske og ha samme offerfunksjon. Markedets offerfunksjon blir da identisk lik prisfunksjonen og kan derfor tolkes som markedets kostnadsstruktur. Ved lik preferanse α i markedet vil alle husholdninger være identiske og ha samme budfunksjon. Likt som for offerfunksjonen vil budfunksjonen da også være identisk med prisfunksjonen i markedet. Budfunksjonen vil da være et uttrykk for etterspørselsstrukturen, hvor de implisitte prisene kan tolkes som marginal betalingsvillighet for boligattributtene (Osland, 2001, side 11).

3.5 Eksternaliteter

I forskningen til Li og Brown (1980) blir det belyst at aktiviteter har både positiv og negativ eksternalitet. Tilgjengelighet til aktiviteter som blant annet butikk, skole og hav vil ha en positiv betydning for boligverdien. Derimot kan også aktivitetene medføre til lydforurensning, nedsatt visuell kvalitet og luftforurensning i området (Li & Brown, 1980, sider 125-126). Forenklet illustrasjon av aktivitetens positive og negative priseffekt kan studeres i figur 3.4.



Figur 3.4: Illustrasjon av hvordan eksternaliteter påvirker boligverdien utover distanse fra aktiviteten. Basert på Li og Brown (1980, side 127).

Aktiviteter antas å ha stort sett positivt utslag på boligverdien. Derimot er det ikke slik at nærmest mulig aktiviteten gir høyest nytte. Ved kort avstand fra aktiviteten vil det være negativ eksternalitet som demper dens positive nytte. Optimal distanse til aktivitet vil derfor være der den negativ eksternalitet akkurat ikke berører boligens eiendom.

I denne oppgaven tolkes infrastruktur som en aktivitet med både negativ og

positiv eksternalitet. Hvor denne oppgaven tar for seg støy som negativ eksternalitet og nærhet til busstopp, togstasjon og motorvei som positive eksternalitet. For anvendelse inkluderes både støy og nærhet som boligattributter i den hedonistiske prisfunksjonen.

3.6 Tidligere empiriske funn

Enkelte teorier ovenfor har tidligere blitt anvendt i praksis, som kan være av interesse å se nærmere på. Særlig har den hedonistiske prisfunksjonen blitt anvendt for å undersøke støy i boligmarkedet. Under presenteres tidligere funn for å etablere en generell forståelse av støyets negative verdi. Funnene er en antydning på hva som kan forventes av analysen i denne oppgaven.

I 1980 utarbeidet Li og Brown en semi-logaritmisk prisfunksjon for boligpriser basert på 2752 observasjoner i sør-øst Boston. Modellen tar blant annet høyde for variabler tilknyttet boligegenskaper, nabolaget, avstand til ulike aktiviteter og støy generelt i dBA. Resultatene fra undersøkelsen viser at boligpriser faller med 46\$ for enhver økning i dBA, forutsatt alt annet konstant (Li & Brown, 1980, side 135). Resultatet er fra over 30 år siden, slik at det kan være rimelig å anta at denne koeffisientverdien kan ha endret seg med tid.

En rekke andre forskninger har studert støykilder spesifikt, herav blant annet motorvei og flyplass. Resultater fra de ulike kildene gjennomgås under.

3.6.1 Støy fra infrastruktur

Nelson (1982) har samlet ni tidligere empiriske undersøkelser vedrørende hvordan støy fra motorvei påvirker boligpriser. Resultatene foreslår et avslag i boligpris på mellom 0,16% til 0,63% per desibel, med gjennomsnitt på 0,40% (Nelson, 1982, side 129). Et annet interessant funn var at for hver 10 dBA økning, lå boligen

KAPITTEL 3. TEORI

gjennomsnittlig fire dager lengre på markedet før den ble solgt (Nelson, 1982, side 135). Dette funnet kan tolkes som at støyutsatte boliger er vanskeligere å selge og må kompensere med lavere priser.

Nelson (2007) har også i nyere tid gjennomført metaanalyse for veibane- og flystøy. Blant de 25 estimatene for veibanestøy var gjennomsnittet 0,57% og medianen 0,54% per dB. Blant de 24 estimatene for flystøy var gjennomsnittet 0,92% og medianen 0,74% per dB (Nelson, 2007, side 23). Resultatene fra metaanalysen kan indikere at flystøy har større påvirkning på boligverdien enn veibanestøy. Fra denne analysen kan det bemerkes at prisseffekten til veibanestøy er høyere enn tidligere funn fra motorvei. Differansen kan muligens skyldes positiv verdi forbundet med tilgang til motorvei. Dette har en annen undersøkelse bevist, men undersøkelsene kan ikke sammenlignes på grunn av ulike datasett (Andersson, Jonsson & Ögren, 2008, side 20).

Berit Grue med flere (1997) har blant annet forsket på hvordan støy fra veibane påvirker boligpriser i Oslo. Regresjonen som er kun utført for OBOS-boliger viser til 0,24% i prisreduksjon per dB. En annen analyse utført kun for småhus viser til enda høyere prisreduksjon på 0,54% per dB. Regresjonsanalyse for kun leiligheter viser til en noe lavere prisreduksjon på 0,48% per dB. I motsetningen til OBOS-boliger er småhus og leiligheter i analysene selveier. Differansen per dB kan muligens forklares med at OBOS-boliger i større grad har skjernet utearealet for støy (Berit Grue med flere, 1997). Til tross for at forskningen er kun utført for boliger i Oslo samsvarer funnene med Nelson (1982) internasjonale metaanalyse for motorveistøy.

Kapittel 4

Metode

4.1 Innledning

Gjennom dette kapittelet redegjøres oppgavens fremgangsmåte for å besvare problemstillingen: hvordan påvirker støy fra infrastruktur boligpriser på Nord-Jæren. I de ulike delkapitlene avklares blant annet hvordan anvendt metode skal sikre pålitelig resultat.

4.2 Design

Valg av design avhenger av forskningens problemstilling. Hvilket design som benyttes vil videre ha stor betydning for undersøkelsens validitet. Dermed bør undersøkelsesopplegget velges ut fra hvor egnet det er til å belyse forskningens problemstilling. Validitet knyttes til to dimensjoner, herav generalisering og kausalitet (Jacobsen, 2016, side 89).

4.2.1 Generalisering

Statistisk generalisering innebærer at funnene fra undersøkelsen ikke bare beskriver utvalget, men også hele populasjonen. Dette gjennomføres ved bruk av et ekstensivt opplegg, som innebærer mange observasjoner med få variabler (Jacobsen, 2016, sider 90-91).

4.2.2 Kausalitet

Ved valg av design vil et fokus på generalisering alene være for svakt til å kunne gi et representativt svar på problemstillingen. For å øke kvaliteten til undersøkelsen bør designet også tilpasses etter hvorvidt problemstillingen behøver å beskrive kausalitet. Kausalitet kan blant annet forklares i lys av varianstilmærming, som stiller følgende vilkår (Jacobsen, 2016, sider 92-95):

1. Samvariasjon mellom antatt årsak og virkning
2. Årsak inntreffer før virkning med tidsmessig nærhet
3. Kontroll for alle andre relevante forhold

Første vilkår innebærer at den antatte årsaken og virkningen har korrelasjon. Andre vilkår stiller krav til en tidsrekkefølge blant hendelsene for å bevise at virkningen kommer som følge av årsaken. Tredje vilkår omhandler å ta høyde for andre forhold som kan fremvirke årsaken. Ved å ta høyde for andre forhold kan man mer presist fastslå at en spesifikk årsak fremmer en virkning. (Jacobsen, 2016, sider 93-95).

4.2.3 Tilpasset design

For å kunne besvare hvordan støy fra infrastrukturen påvirker boligprisene på Nord-Jæren bør vi utarbeide en likevektsmodell. Dette innebærer en modell som

ut fra utvalget kan svare for hele populasjonen gjennomsnittlig. Dermed ønsker vi statistisk å generalisere funnene fra undersøkelsen som på best mulig måte gjennomføres med et ekstensivt undersøkelsesopplegg. Med andre ord kommer vi til å innhente kvantitativ informasjon for å kunne estimere attributtpriser. På grunn av begrenset ressurser har vi valgt å innhente transaksjoner innenfor et avgrenset tidsintervall, altså en panelstudie.

For å kunne uttale oss om kausalitet kommer vi til å ta utgangspunkt i kravene fra varianstilnærming. Ved bruk av minste kvadraters metoden kan vi estimere virkningen ut ifra samvariasjon. Deretter teste hvorvidt estimatet er signifikant ved bruk av F-test. For å ta høyde for andre relevante forhold undersøkes også ikke støyrelaterte variabler, som også antas å ha betydning for boligprisen. Minste kvadraters metoden gjennomgås i kommende delkapittel.

Kort oppsummert kommer vi til å utføre en ekstensiv panelstudie. Med andre ord skal vi innhente kvantitativ informasjon fra flere år, for så å kjøre en regresjon av boligpriser.

4.3 Populasjon

Gjennom denne undersøkelsen ønsker vi å forklare hvordan støy påvirker boligpriser for populasjonen på Nord-Jæren. I kapittel 3 beskrives boligmarkedet som geografisk segmentert, slik at populasjonen også bør være geografisk avgrenset. Se kapittel 2 for mer detaljer om populasjonen på Nord-Jæren.

4.3.1 Utvalg

Utfordringen med å beskrive populasjonen er at de færreste har kapasitet til å undersøke alle og til enhver tid. For å håndtere dette må det foretas et representativt utvalg av populasjonen til avgrenset tid. Når det gjennomføres et utvalg av popu-

lasjonen må det tas hensyn til pålitelighet og troverdighet. Utvalget må kunne gi korrekt data som kan svare for resterende andel av populasjonen (Jacobsen, 2016, side 177).

Utvalget er satt til boligtransaksjoner på Nord-Jæren. Utvalget er ikke gjort på bakgrunn av manglende boligtransaksjoner. Slik informasjon er nøyaktig registrert i databasen til eiendomsverdi.no. Det eneste problemet med transaksjoner er boliger som ikke er fritt solgt. Vi antar at kun boliger solgt fritt i det åpne markedet beskriver hvordan støy prises. Den virkelige utfordringen i denne undersøkelsen er derimot støyestimatene som er avgrenset for geografi og tid.

Støyestimatene er gjennomført for 2012, noe som gjør at vi må velge et utvalg for tid. For høy tidsavstand fra 2012 vil være lite pålitelig med hensyn til endring i infrastruktur og trafikk. For eksempel tar estimatene ikke hensyn til byggeprosjekter oppstått etter 2012, slik som Ryfast. Utvalgt tidsramme er derfor satt fra 01. januar 2008 til og med 31. desember 2013. Tidsrammen er satt slik at nedgangstider inkluderes for å kunne undersøke støyeffekten under ulike markedsituasjoner.

Kort oppsummert er undersøkelsen utført på et ikke-sannsynlighetsutvalg. Utvalget er ikke gjort tilfeldig, ettersom vi har tilgang til alle transaksjonene; men heller strategisk for å sikre pålitelighet i undersøkelsen.

4.4 Datainnsamling

Informasjonen er valgt slik at det ikke kun beskriver utvalget, men heller gjenspeiler hele populasjonen.

I forbindelse med innsamling av informasjon er det tradisjonelt en større tiltro til kilder som har hatt erfaring med det en undersøger, i tillegg vil disse ha mer kunnskap om emnet. En annen sak er også hvorvidt kilden har interesse av å gi riktig informasjon (Jacobsen, 2016, side 230). I vår undersøkelse har vi kun

KAPITTEL 4. METODE

forholdt oss til tallfestet informasjon fra profesjonelle private og statlige kilder. Private aktører som Eiendomsverdi og Proff Forvalt har kommersiell interesse. Her kan vi si at kvaliteten til tjenesten deres avhenger av hvorvidt informasjonen er korrekt. Etersom aktørene har driftet over lengre tid, tolkes dette som at markedet har ansett informasjonen som riktig. Informasjon fra statlige kilder er underlagt krav, slik at myndighetene kan foreta samfunnsnyttige undersøkelser. Ut fra dette anser vi innhentet data som objektiv informasjon.

I tabell 4.1 presenteres informasjon som er innhentet fra de ulike kildene. Videre gjennomgås innsamlingsprosessen for hver enkelt kilde.

Tabell 4.1: Tabellen viser informasjonen som er innhentet fra de ulike kildene.

Eiendomsverdi boligtransaksjon	Miljødir. støy	Proff forvalt adresser	Hamstermap koordinater	Andre kilder annen info.
Adresse	Veibane	Dagligvarebutikk	Bolig	Boligprisindeks
Eierform	Tog	Barnehage	Dagligvarebutikk	Busstopp
Boligtype	Fly	Grunnskole	Barnehage	Togstasjoner
P-rom			Grunnskole	Motorvei
BTA				
Reg. dato				
Salgsdato				
Prisantydning				
Pris				
Fellesgjeld				
Tomt				
Byggeår				

Eiendomsverdi

Vedrørende denne masteroppgaven har vi fått tilgang til databasen til Eiendomsverdi. Dette fikk vi ved en formell henvendelse, hvorpå vi sendte inn søknad om tilgang til nevnte database som inneholder alle boligtransaksjoner, sammen med beskrivelse av boligen. Data innhentet er all informasjon under Eiendomsverdi i tabell 4.1.

Når vi skulle innhente data sorterte vi for boliger solgt i tidsperioden 01.01.2008 til 31.12.2013 for kommunene Stavanger, Sandnes og Sola. Søket ble gjort for alle boligtyper, mens eierform ble satt til selveier og boretts-/andelslag. For tomt er eierformen satt til eiet eller festet. For å sikre logiske søkeresultat ble det satt minimumsverdi på 1 for pris, byggeår og p-rom. I siste ledd av utvalgsbegrensninger valgte vi kun solgte boliger. Dette begrunnes med at ikke solgte boliger antas å være feilpriset.

I søkeresultatet til eiendomsverdi.no presenteres kun inntil 500 første salg i tidsintervallet per søk. Dette medførte en tidkrevende innsamlingsprosess. For å strukturere innhentingene foretok vi søk for boligtransaksjoner for hver kommune. For å sørge for at søkeresultatet viser alle transaksjoner ble 1–2 måneder innhentet separat. For å kvalitetssikre at totalt antall transaksjoner for perioden ikke oversteg 500, ble antall observasjoner for perioden kontrollert. Hvis antallet var akkurat 500, foretok vi nytt søk for en kortere tidsperiode, slik at ingen observasjoner ble utelatt.

Resultatet ble 32 179 observasjoner innhentet fra eiendomsverdi.no i tidsperioden 01.01.2008 til 31.12.2013.

Miljødirektoratet

Etter å ha funnet støykartet på miljøstatus.no henvendte vi oss til Miljødirektoratet for å få tilgang til kartets bakgrunnsdata. Støyestimatene ble tilsendt i JSON fil som inneholdt koordinater med støynivå for hele Stavanger, Sandnes og Sola.

KAPITTEL 4. METODE

Koordinatens utestøy er gitt innenfor et intervall og type kilde. Intervallene er som følger:

- 0 - 50 dB
- 50 - 55 dB
- 55 - 60 dB
- 60 - 65 dB
- 65 - 70 dB
- 70 - 75 dB
- >75 dB

Bruk av intervaller kan gjøre det utfordrende å beskrive hvordan 1 dB økning i lydstyrke endrer boligprisen. Derimot kan dette forsvares med at mennesket kun oppfatter endringer på 3 dB eller høyere, slik at marginale endringer er ulogiske.

Støyintervallene er beregnet som L_{den} tidligere utledet i kapittel 3. Et usikkermoment i denne metoden er vekting ut fra når lyden oppstår. Som tidligere nevnt vektes lyden ulikt etter hvorvidt den oppstår på dagen, om kvelden eller natten. Vektingen tar derimot ikke hensyn til at befolkningen kan være mer sensitiv til støy i helgen. Spesifikt mener vi at befolkningen sover lenger i helgen, hvor lyd i denne perioden muligens bør vektes høyere.

Siste bemerkning til støyestimatene er at Miljødirektoratet tar forbehold om at informasjonen ikke kan benyttes til arealplanlegging. Kravet om kartlegging av støy i Norge er pålagt EUs rammedirektiv for støy (Miljødirektoratet, 2017b). Ettersom estimeringen er iht. kravene fra EU, anser vi dem som virkelighetsnære. Fysisk måling overfor estimering kunne gitt bedre treffsikkerhet, men måling av slik mengde krever ressurser som vi ikke besitter. Til gjengjeld vil fysisk måling være lite pålitelig ettersom at støynivået endres betydelig med ulike klimatiske forhold (Jørgensen, 2013).

Proff Forvalt

Proff Forvalt gir muligheter for å søke opp norskregistrerte selskaper. Databasen deres blir oppdatert daglig og gir oss mulighet for å segmentere søket mot spesifikke næringskoder (Proff forvalt, 2017). Tilgangen fikk vi via biblioteket ved

KAPITTEL 4. METODE

Universitetet i Stavanger. Fra denne kilden innhentet vi enhver adresse til dagligvarebutikker, barnehager og grunnskoler i Stavanger, Sandnes og Sola. Nærhet til nevnte virksomheter er aktiviteter som antas å ha positiv betydning for boligverdien.

For å innhente adressene fra Proff Forvalt sorterte vi etter næringsgruppene som virksomhetstypene ovenfor inngår i. Næringsgruppene beskrives med en unik næringskode (NACE¹). Dermed kunne vi søke etter deres respektive kode. NACE er fastsatt av myndighetene, slik at vi derfor anser denne metoden som forsvarlig å bruke. Benyttet næringskoder er presentert nedenfor (Statistisk sentralbyrå, 2008).

- Dagligvarebutikk: 47.111
- Barnehage: 88.911
- Grunnskole: 85.201

Segmenteringen ble også begrenset etter virksomhetens forretningsadresse, som ble satt til Nord-Jæren. Registreringsår ble satt fra 1995 til og med 2014. Vi antar her at husholdningene besitter full informasjon om fremtidige etableringer i nærområdet. Herav slutter vi at husholdningene kun forventer aktiviteter etablert frem til slutten av 2014. Denne antakelsen begrunnes med at alle andre planlagte etableringer anses som usikre for husholdningene. Alle andre valgmuligheter i søkemotoren ble satt til uendelig.

Totalt innhentet vi adresser for 178 dagligvarebutikker, 232 barnehager, 94 grunnskoler og et universitet.

Hamstermap

For å kunne koble sammen datasettene, støy fra Miljødirektoratet og boliger solgt på Nord-Jæren, måtte vi omgjøre adressene fra boligene til koordinater. For å gjøre

¹Næringskoden (NACE) viser selskapets hovedaktivitet. Denne skal primært dekke statistiske behov som Statistisk sentralbyrå har. Koden blir registrert ved nyregistrering av en enhet, og den blir endret når selskapet melder om endring av dets hovedaktivitet (Brønnøysundregistrene, 2017).

dette benyttet vi nettsider/programmer som tilbyr slik tjeneste. Her har vi valgt HamsterMap (2017). Vi tror at beste måte å forklare hvordan støy påvirker boligpriser er å ta høyde for all støy innenfor eiendommen og eventuelt vekte områdene i boligen ulikt. Eksempelvis vekte støy på soverom høyere enn annet areal. I praksis er dette svært ressurskrevende. Derfor ble undersøkelsen forenklet til høyest observert utestøy innenfor radius på fem meter. Radius settes fra boligkoordinatet hentet fra Hamstermap. Denne forenklingen er satt ut ifra to antakelser. Først og fremst antas det at potensiell kjøper kun vil huske høyeste støy fra visningen. Videre antas det at et stort nok antall observasjoner vil redusere usikkerheten med denne forenklingen.

Hamstermap som omgjør adresser til koordinater, gir også tilbakemelding om koordinatenes treffsikkerhet, slik at vi kunne filtrere etter nøyaktighet. «Exact» vil si at koordinatene treffer rett over boligen, som også var den eneste treffsikkerheten vi godkjente. Vi oppdaget også at usikkerheten økte med antall boliger per søk. Etter noen stikkprøver konkluderte vi med at 100–200 boliger per søk var forsvarlig mengde.

Nettsiden ble også benyttet til å omgjøre adressene hentet fra Proff Forvalt til koordinater. Dette er gjort for å kunne sammenkoble boliger med samfunnsnyttige aktiviteter. Prosessen for å innhente koordinater for disse er samme som ovenfor.

Andre kilder

Hvor og hvordan resterende informasjon er innhentet, gjennomgås under. Dette vedrører informasjon i tabell 4.1 listet under annen informasjon.

Kystlinje ble innhentet ved hjelp av karttjenesten OpenStreetMap (2017). Karttjenesten er en åpen løsning som betyr at hvem som helst kan være med å validere innholdet i kartet. Til å innhente koordinatene fra kartet har vi brukt nettjenesten Overpass Turbo (2017). For å finne avstand mellom boligkoordinatene og nærmeste

punkt på kystlinjen, har vi omgjort kystlinje til punkter. Koding i Overpass Turbo er vedlagt som figur 8.2 i appendiks A.

Datasett for påstigning til motorvei har blitt innhentet fra OpenStreetMap ved bruk av Overpass Turbo. Definert motorvei er satt til klasse A og B langs E39. Datasettet har blitt endret med startpunkt for påstigning som eneste koordinat, for å oppnå best mulig korrekt avstand. Start av motorvei fra Stavanger sentrum og påstigning fra Espelandveien er manuelt lagt inn, ettersom det originale datasettet ikke inkluderte dette. Kodingen brukt i Overpass Turbo for å innhente motorvei er vedlagt som figur 8.2 i appendiks A.

Vi har også innhentet koordinater for togstasjoner, som har blitt gjennomført manuelt ved hjelp av Google Maps. Koordinatene ble funnet ved å høyreklikke på togstasjonene på kartet og deretter trykke «Hva finnes her?». For innhenting av busstopp har vi brukt Google Places API Web Service.

Datasettet i masteroppgaven gjelder for 01.01.2008 til 31.12.2013. Ved innhenting av sentrumssoner fra Statistisk sentralbyrå (2015) valgte vi å bruke områdene som hadde bysonestatus per 2011. Informasjonen fra datasettet er basert på alle bysoner i Norge, men gjennom Qgis har vi minimert dette til kun å omfatte bysonene Stavanger sentrum, Sandnes sentrum og Sola sentrum. For å finne avstand mellom boligkoordinatene og nærmeste punkt til bysonene har vi omgjort ytrelinjen til bysonen til punkter i datasettet. Bysonene antas å inneholde jobbmarked og høyt antall andre positive attributter for boligeiere. Dermed antas nærhet til bysoner å ha positiv betydning for boligverdien.

4.4.1 Sammenkobling av datasett

Så langt har det handlet mye om hvordan vi har funnet data og omgjørelse av denne. For å kunne bruke datasettet, har vi benyttet gratis programmet QGIS som er et geografisk informasjonssystem. Programmet viser kart og gjør det mulig å

KAPITTEL 4. METODE

foreta geografiske analyser (QGIS, 2016). Vi valgte QGIS fremfor Arcgis som er tilgjengelig ved UiS, på bakgrunn av vår erfaring med programmet; men også fordi QGIS er kompatibel med flere operativsystemer.

Koordinater alene kan i liten grad forklare hvordan ulike aktiviteter påvirker boligprisen. Dermed må informasjonen bearbeides for å kunne anvendes i regresjonen. Aktiviteter benyttet i undersøkelsen er som følger: buss- og togstopp, påstigning til motorvei, sjø, bysoner, dagligvarebutikk, barnehage, grunnskole og Universitet i Stavanger. For å beskrive beliggenhetsverdien velger vi å forklare dette med avstander til nevnte aktiviteter som er antatt å ha positiv betydning. Her finnes det mange ulike metoder man kan bruke for å finne avstanden mellom aktivitetene og hver enkelt bolig. Vi har valgt å avgrense dette til avstand til nærmeste aktivitet innenfor de ulike kategoriene for hver respektiv bolig. For å avgjøre hvilken aktivitet som er nærmest, benyttes luftavstand mellom koordinat a (bolig) og koordinat b (aktivitet). En annen metode er å sette opp buffere med ulik radius og se om variablene er innenfor denne radiusen. I vår analyse har vi valgt å bruke luftavstand til å finne nærmeste punkt, for deretter å beregne kjøre- og gåavstand mellom disse to koordinatene.

Bruk av luftlinje øker usikkerheten i analysen, særlig ved at luftlinje ikke følger infrastrukturen. Optimal løsning vil heller være å beregne kjøre-/gåavstand til hver enkelt aktivitet først, for deretter å registrere korteste. Slik metode gir mer realistisk løsning, men følger en svært tidkrevende prosess. I så måte er busstopp et godt eksempel. Her har vi innhentet opplysninger om 2290 busstopp på Nord-Jæren som skal kobles opp mot 22 244 boliger. For denne variabelen ville det ha krevd 50938760^2 kalkulasjoner for å finne nærmeste busstopp til den enkelte husstand. Dette forklarer hvorfor vi måtte forenkle med bruk av luftlinje.

En annen utfordring med luftlinje er at den krysser fjorden og kystlinje, sett

$$^22290 \times 22244 = 50938760$$

bort fra båtruter; noe som gjør dette lite realistisk. Grunnet dette problemet har det vært behov for å foreta korrigeringer for togstopp og påkjørsel til motorvei. Dette vedrører særlig områder øst for Gandsfjorden. For å oppnå best mulig treffsikkerhet har vi begrenset luftlinjen til boliger med postnummer øst for Gandsfjorden i Sandnes til kun å kunne velge nærmest togstopp og påkjørsel til motorvei sør for slutten av Gandsfjorden.

For å beregne gå- og kjøreavstand har vi benyttet oss av Google Maps Distance Matrix API. Beregningene har videre blitt automatisert ved å kode algoritmer opp mot Google API. Kodingen er gjort av Jean-Claude Massé som sponsering av denne forskningen. Kodingen er satt opp slik at distanse til aktivitetene oppgis i gåavstand hvis denne er 800 meter eller under. Fordelen med dette er at Google API benytter gå-rute fra boligen til aktiviteten, noe som anses realistisk for nære aktiviteter. Hvis avstanden er over 800 meter er det kodet slik at Google API benytter rute som følger veinettet fra boligen til aktiviteten. Grensen på 800 meter er ikke satt tilfeldig, men heller basert på funn fra en undersøkelse gjennomført av Transportøkonomisk Institutt (TØI). Undersøkelsen viser at majoriteten foretrekker å gå fremfor å kjøre bil hvis turen er under 800 meter (én vei) (Øksenholt, Tønnesen & Tennøy, 2016, side II). Vi antar at dette gjelder for all aktivitet utenom grunnskole, busstopp, motorvei og kystlinje. For grunnskole settes grensen til 1500 meter, under antakelse om at barnet selv ikke bestemmer fremkomstmiddel. I forbindelse med busstopp vil det være naturlig at husholdningen kun velger å gå til nærmeste. For motorvei er det kun beregnet kjøreavstand. For kystlinje har vi kun innhentet avstand i luftlinje fra bolig, med ønske om å tallfeste dens havutsikt.

4.5 Data rengjøring

Før informasjonen kan analyseres må den rengjøres slik at datasettet innehar god kvalitet. Resultatet fra rengjøringsprosessen er presentert i tabell 4.2.

Tabell 4.2: Tabellen viser hvor mange solgte boliger som er blitt innhentet fra Eiendomsverdi. Etter rensking av datasett var det 22 329 observasjoner som igjen ble redusert til 22 244 når adresser skulle omgjøres til koordinater.

	Innhentet	Fjernet	Manuelt	Data
Bolig	32 179	9850	0	22 329
Boligkoordinater	22 329	85	493	22 244
Dagligvarebutikk	178	30	33	148
Barnehage	232	24	67	208
Grunnskole	94	2	7	92
Høyere utdanning	1	0	1	1

I forbindelse med boliger ble det totalt innhentet 32 179 transaksjoner, men grunnet mangelfull informasjon ble 9850 fjernet. Spesifikt fjernet vi boligtransaksjoner som manglet informasjon listet under Eiendomsverdi i tabell 4.1.

4.5.1 Koordinater

For adresser som Hamstermaps ikke gav treffsikkerhet «exact» valgte vi å manuelt søke i Finn.no (2017) sin karttjeneste. Finn kart innhenter data fra blant annet Statens Kartverk, en offentlig etat som vi antar er en god kilde. I tillegg benyttet vi oss av tilsvarende tjeneste i Google Maps.

Bruk av Finn kart var veldig praktisk, ettersom den oppgav adressen nøyaktig etter koordinat, slik at manglende koordinater kunne legges presist inn. En annen fordel med Finn kart og Google Maps er at de benytter samme kart standard som

KAPITTEL 4. METODE

støykartet (WGS84³).

For boliger ble det fjernet 85 observasjoner, og 493 ble funnet manuelt, slik at endelig tall ble 22 244 boliger.

Antall dagligvarebutikker ble 148. 30 måtte fjernes og 33 ble funnet manuelt. Trenden var at små og mellomstore butikker hadde enten feil NACE kode, koordinat eller eiers faste bopel som forretningsadresse. I tillegg fjernet vi butikker som var lite representative, grunnet ikke bredt utvalg og/eller lav omsetning. Her forutses at omsetningen reflekter hvor hyppig husholdningen benytter aktiviteten. Dermed tolkes en aktivitet med lav omsetning som ikke å være av interesse for husholdningen og bør derfor heller ikke gjenspeiles i boligprisen.

Endelig innhentede barnehager ble 208, hvor 24 måtte fjernes og 67 funnet manuelt. Her valgte vi å fjerne tjenesten dagmamma og kontoravdelinger. Her følger samme forutsetning som ovenfor, hvor dagmamma antas ikke å være hyppig benyttet, relativt til barnehage.

Endelig innhentede grunnskoler ble 92, hvor 2 måtte fjernes og 7 funnet manuelt. Fjernede grunnskoler hadde spesialtilpassede tilbud som ikke benyttes av flertallet. Det antas at kun tjenester som benyttes av allmennheten har betydning for boligpriser. Et motargument kan være at husholdninger som har særlig behov for slik tjeneste tiltrekkes til nærliggende boliger. Hvis betalingsvilligheten er høyere enn allmennheten, bør dette kunne ha betydning for boligpriser; men i lys av problemstillingen, hensyn tas ikke dette.

Det var opprinnelig planlagt å innhente videregående skoler og alle studietilbud definert som høyere utdanning. Etter videre drøfting ble det konkludert å ekskludere slike aktiviteter, med unntak for Universitet i Stavanger (UIS). Grunnen til at UIS fremdeles inkluderes er studiestedets brede utvalg og kapasitet til studenter.

³WGS er en standard som brukes innen kartografi og navigasjon. Standarden støtter satelittbaserte målinger og er ment for globalt bruk. Gjeldende versjon er WGS84 (World Geodetic System, 2016)

Koordinat for UIS er manuelt funnet og ekskluderer Institutt for musikk og dans. Med forutsetning om at husholdningen kun behøver nærhet til barnehage og grunnskole, fjernes videregående skole. Dette kan begrunnes med at familienes behov for trygghet antas å falle utover barnas alder.

4.6 Dataanalyse

Innhentet data er antatt å kunne omformuleres til boligattributter som har betydning for boligprisen. Tidligere ble det avklart at boligpris er satt ut fra en rekke boligattributter i den hedonistiske prisfunksjonen. For å estimere funksjonens boligattributter i praksis, må vi benytte statistisk metode. I denne undersøkelsen benyttes minste kvadraters metoden (MKM) også kjent som OLS. Vi har valgt denne metoden på bakgrunn av dens anvendelighet, herunder hvorvidt tilgjengelig programvare kan gjennomføre metoden og hvor intuitivt resultatet er å tolke. Svakheten med MKM er at den kun er forsvarlig å bruke, gitt at en rekke forutsetninger overholdes. Metoden gjennomgås kort under med utgangspunkt i boken *Introduction to Econometrics* kap. 3–4 (Wooldridge, 2014).

4.6.1 Minste kvadraters metode

MKM er en regresjonsanalyse som forklarer hvordan en avhengig variabel varierer med en eller flere uavhengige variabler. I denne konteksten er det ønsket å forklare den avhengige variabelen boligpris med flere uavhengige, dermed blir det korrekt å bruke multippel lineær regresjon (MLR). Ut fra variablene er målet med MKM å estimere koeffisienter, slik at summen av de kvadrerte residualene minimaliseres. Denne prosessen utledes videre under.

Estimat av den virkelige modellen kan først og fremst uttrykkes slik:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \cdots + \hat{\beta}_k x_k \quad (4.1)$$

y er avhengig og x_k uavhengig variabel. β_k er koeffisienten som avgjør hvordan de individuelle uavhengige variablene påvirker den avhengige. Herav avgjør β_0 skjæringspunktet til funksjonen, resterende koeffisienter avgjør funksjonens helling. Differansen mellom virkelige observasjoner y og estimerte \hat{y} benevnes som modellens residualer. Summen av kvadrert residualer (SSR) følger beregninger under.

$$SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_{i1} - \hat{\beta}_2 x_{i2} - \cdots - \hat{\beta}_k x_{ik})^2 = \sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 \quad (4.2)$$

Estimert koeffisient skal ha en verdi slik at residualene minimaliseres. Matematisk utføres dette ved å partiell derivere SSR med hensyn på hver enkelt koeffisient. Uttrykkene settes lik 0 for å angi bunnpunktet til SSR med hensyn på de respektive koeffisientene, som illustrert under.

$$\frac{\partial SSR}{\partial \hat{\beta}_0} = 0 \quad \frac{\partial SSR}{\partial \hat{\beta}_1} = 0 \quad \frac{\partial SSR}{\partial \hat{\beta}_2} = 0 \quad \cdots \quad \frac{\partial SSR}{\partial \hat{\beta}_k} = 0 \quad (4.3)$$

A løse et slikt likningsett med flere ukjente koeffisienter følger en svært komplisert og ressurskrevende prosess. For å løse problemet vil det dermed være mer praktisk å benytte dataprogrammer som Excel, R og Stata. Programmene gir beste estimater med hensyn på lavest mulig SSR. I denne undersøkelsen kommer vi til å benytte oss av Stata, ettersom programmet er fritt tilgjengelig for studenter ved Universitet i Stavanger.

4.6.2 Forutsetninger

Som tidligere nevnt er MKM forsvarlig å bruke, gitt at en rekke forutsetninger overholdes. Dette kommer av at MKM er «best linear unbiased estimator» (BLUE), men kun hvis forutsetningene innfris. Under gjennomgås forutsetningene og hvordan brudd kan oppstå.

MLR.1) Lineær i parameterne

Den stokastiske prosessen følger en lineær modell som kan skrives på følgende måte: $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_k x_k + u$, hvor: $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ er ukjente parametre og u er ikke-observert tilfeldig feilledd.

MLR.2) Tilfeldig utvalg

Datasettet må bestå av et tilfeldig utvalg av populasjonen. Dette skal sikre innhentning av ulike verdier for de uavhengige variablene. Eksempelvis vil det ikke være mulig å estimere hvordan et ekstra soverom påvirker boligprisen, hvis utvalget kun inneholder boliger med to soverom.

MLR.3) Ingen perfekt korrelasjon

Modellen kan ikke inneholde perfekt korrelerende, uavhengige variabler. Dette kan oppstå når en uavhengig variabel kan forklares perfekt lineært med noen av de andre variablene. Dette kan for eksempel forekomme hvis modellen inkluderer dummy variabler og β_0 uten referansegruppe lik 0. Under et slikt tilfelle vil det enkelt oppstå perfekt korrelasjon mellom relevante dummy variabler.

MLR.4) Gjennomsnittlig feilledd lik null

Denne forutsetningen stiller krav til at feilleddet er forventet å være lik 0. Matematisk gir dette $E(u|x_1, x_2, \dots, x_k) = 0$. Brudd på denne forutsetningen kan oppstå som følge av at modellen benytter feil funksjonsform eller målefeil. Testing av ulike funksjonsformer og et tilstrekkelig utvalg vil kunne bidra til å unngå slikt brudd.

MLR.5) Homoskedastisitet

Under denne forutsetningen skal variansen til feilleddet u være lik for alle kombinasjoner av de ulike uavhengige variablene. Variansen til u skal dermed ikke avhenge av verdien til de uavhengige variablene, ellers vil datasettet lide av heteroskedastisitet. For å avdekke slikt brudd kan man blant annet kjøre Breusch-Pagan (BP) test.

MLR. 1-5 refereres til som Gauss-Markov forutsetningene. Overholdes disse vil MKM være BLUE.

MLR.6) Normalitet

Feilleddet u skal være uavhengig av x_j og normalfordelt med gjennomsnitt 0 og varians σ^2 . Med andre ord $u \sim N(0, \sigma^2)$. Normalfordeling er fundamentalt nødvendig for å kunne gjennomføre hypotesetester.

MLR 1-6 refereres som de klassiske modellforutsetningene. Under de samtlige forutsetningene vil modellen kunne normalfordeles på følgende måte: $y|x \sim N(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k, \sigma^2)$. Den virkelige fordelingen med MKM er at estimeringen i samsvar med forutsetningene gir minst varians relativt til andre forventningsrette estimatorer.

Modellens forklaringskraft

R^2 indikerer andelen av variansen i den avhengige variabelen forklart med de uavhengige variablene. Dermed er R^2 et kvalitetsmål på hvor godt modellen kan forklares med de inkluderte uavhengige variablene. R^2 beregnes etter følgende måte:

$$R^2 = \frac{SSE}{SST}, \text{ hvor :}$$
$$SSE = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2, \quad SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

Fra uttrykket ovenfor kan vi se at R-kvadrat er et forhold mellom forklart varians (SSE) og den totale variansen (SST). Høyere verdi indikerer at estimert modell har bedre forklaringskraft. Derimot vil det ikke være mulig å sammenligne R-kvadrat med ulik avhengig variabel. Et sentralt problem med R-kvadrat er at beregnet forklaringskraft ikke faller hvis irrelevant variabel inkluderes i modellen. Ut fra dette er R-kvadrat lite representativ for MLR. I en modell med flere variabler er justert R-kvadrat mer representativt som indikator, ettersom den tar hensyn til hvorvidt variablene er signifikante. Beregning av justert R-kvadrat følger formelen presentert under.

$$\text{Justert } R^2 = \bar{R}^2 = 1 - \frac{SSR/(n-k-1)}{SST/(n-1)}$$

4.6.3 Hypotesetesting

Ovenfor ble det avklart at signifikante variabler øker modellens kvalitet. For å avgjøre hvorvidt en variabel er signifikant benyttes hypotesetest. En slik prosess innebærer å undersøke om nullhypotesen (H_0) kan med sikkerhet forkastes. Den

alternative hypotesen (H_1) er et forventet utsagn formulert til å være motsatt av nullhypotesen. Dermed kan en forkastelse av nullhypotesen bevise det alternative utsagnet. Signifikansnivå avgjør nødvendig sannsynlighet for å kunne med sikkerhet forkaste nullhypotesen. 0,1%, 1% og 5% er standard signifikansnivå for slike tester, hvor 0,1% tolkes som at nullhypotesen kan med 99,9% sikkerhet forkastes. Alternativt kan p-verdi brukes for å heller oppgi eksakt lavest mulig signifikansnivå for å forkaste nullhypotesen.

Hvilken type test som utføres avhenger helt av formålet. For å teste et utsagn med flere restriksjoner ($< / = / >$) benyttes F-test. Hvis utsagnet ikke behøver flere begrensninger er det mer praktisk å bruke t-test.

4.6.4 Multikollinearitet

I henhold til MLR. 3 skal det ikke være perfekt korrelasjon mellom uavhengige variabler. Under denne forutsetningen vil et brudd kun gjelde korrelasjon lik 1 eller -1. Dog svarer ikke dette for at korrelasjon på 0,9 mellom variabler bør ekskluderes fra modellen. Til tross for å ikke være et brudd kan høy korrelasjon være problematisk for modellen, ettersom det gjør nullhypotesen vanskeligere å forkaste. Dette kommer av at høyere korrelasjon kan medføre økt usikkerhet i estimatene. I lys av dette oppstår et bytteforhold mellom å beholde korrelerende variabler på bakgrunn av deres relevans eller ekskludere for å kunne forkaste nullhypotesen til gjenværende variabler. Estimats usikkerhet kan forklares med dens varians, beregnet etter følgende uttrykk:

$$\text{Var}(\hat{\beta}_j) = \frac{\sigma^2}{SST_j(1 - R_j^2)} = \frac{\sigma^2}{SST_j} \times VIF$$

hvor: $SST_j = \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$ og $j = 1, 2, \dots, k$

KAPITTEL 4. METODE

En tommelregel for å håndtere multikorrelasjon er å ekskludere variabler med VIF^4 over 10, tilsvarende R_j^2 over 0,9. Hvor R_j^2 er R-kvadrat fra regresjon x_j utover alle andre uavhengige variabler. VIF kan derimot ikke brukes som et absolutt mål, ettersom den ikke tar høyde for alle komponentene i variansen.

⁴Variance inflation factor (VIF) er en determinasjonskoeffisient som forklarer grad av multikollinearitet imellom uavhengige variabler.

Kapittel 5

Spesifisering av den hedonistiske prisfunksjonen

Innhentet informasjon fra sist kapittel er omformulert for å kunne brukes i den hedonistiske prisfunksjonen. I dette kapitlet gjennomgås funksjonens generelle utforming, koding og deskriptiv statistikk. Deretter testes funksjonen for ulike matematiske former, slik at endelige modeller kan utarbeides.

5.1 Generell modell

Ut fra tilgjengelig informasjon har vi konstruert følgende prisfunksjon:

$$P_j = P(E_j, T_j, S_j)$$

hvor boligpris P antas å kunne forklares med dens egenskaper E , tilgjengelighet T og eksponert støy S . Gruppen egenskaper er her definert som boligattributter innenfor boligens eiendom, sammen med dens eierform. Tilgjengelighet er boligattributter som avgjør hvor sentralt boligen er plassert i forhold til nødvendige tjenester og jobbmarked. Gruppen støy inneholder variabler som beskriver det systematiske lydnivået på boligens eiendom. Tilgjengelighet og støy er antatt sammen

KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN

å utgjøre boligens beliggenhetsverdi.

For å avgjøre hvilke variabler som skal inkluderes i denne generelle modellen har vi valgt dem som øker justert R^2 . For å bedre forklaringskraften prioriteres derfor signifikante variabler. I utarbeidelsen av modellen har VIF blitt benyttet for å redusere koeffisientenes standardfeil ved å sortere ut potensielle problematiske variabler. Annen løsning for å redusere residualene var å transformere enkelte variabler til naturlig logaritmisk. Slike variabler er beskrevet som \ln_navn i regresjonsresultatene. Videre har det også vært viktig at variablene ikke er ustabile; i den forstand at fortegnet og p-verdien endres drastisk når andre variabler inkluderes i modellen. I tillegg har vi også tatt hensyn til hvorvidt fortegnet har logisk, økonomisk forklaring.

5.2 Deskriptiv statistikk

Av den generelle modellen er det videre utarbeidet to modeller. Modell 1 - navngitt homogen støymodell - er hovedmodellen og vil fokusere på summen av lydintensiteten til kildene. Modellen følger en antakelse om at markedet vurderer støy som et homogent produkt, hvor dB angir mengden. Denne antakelsen gjør at modellen har en generell utforming, noe vi tror vil best beskrive populasjonen. Eksempelvis vil denne modellen inneha flere utsatte boliger per støyintervall. Som følge av summeringen vil også modellen ha flere observasjoner for de høyeste støyintervallene.

Modell 2 - navngitt heterogen støymodell - er forskningens støttemodell og følger antakelse om at markedet vurderer støy fra kildene ulikt. Dermed inkluderer denne modellen egne variabler for støy fra veg, jernbane og luftfart.

I tabell 5.1 beskrives variablenes koding og forventet fortegn. Tabellen er et utdrag av tabell 8.1 vedlagt i appendiks B.

KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN

Tabell 5.1: Tabellen beskriver et utvalg av inkluderte variabler og forventet fortegn.

Navn	Beskrivelse	Forventet effekt
Totalpris	Salgspris inkludert fellesgjeld	
Egenskaper		
Enebolig	Bolig er enebolig	+
Smaahus	Bolig er småhus	+
Tilgjengelighet		
D_busstopp	Distanse til nærmeste busstopp (m)	–
D_tog	Distanse til nærmeste togstasjon (m)	–
Støy		
Stoy_60_s	Sum støy er mellom 60–65 dB	–
Stoy_65_s	Sum støy er mellom 65–70 dB	–
Stoy_70_s	Sum støy er mellom 70–75 dB	–
Stoy_75_s	Sum støy er over 75 dB	–
Stoy_nivaa_V_ut50	Veibanestøy med verdi 0–5 [†]	–
Stoy_nivaa_T_ut50	Jernbanestøy med verdi 0–4 [†]	–
Stoy_nivaa_F_ut50	Flystøy med verdi 0–3 [†]	–
SE_60	Enebolig og støy ^{††}	–
SS_60	Småhus og støy [‡]	–
Salder_60	Alder og støy ^{‡‡}	–

†: 1 = 55–60 dB, 2 = 60–65 dB, 3 = 65–70 dB, 4 = 70–75 dB og 5 = dB > 75

††: Koding av SE_60: $Enebolig \times (stoy_{60} + stoy_{65} + stoy_{70} + stoy_{75})$

‡: Koding av SS_60: $Smaahus \times (stoy_{60} + stoy_{65} + stoy_{70} + stoy_{75})$

‡‡: Koding av salder_60: $Alder \times (stoy_{60} + stoy_{65} + stoy_{70} + stoy_{75})$

Referansemodellen er borettslag, leilighet, ingen støy, solgt i 2008, kvartal 1 og i Sandnes.

KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN

Generelt er de fleste variablene intuitive, men også beskrevet under kapittel 2 og 4. Videre gjennomgås derfor kun nevneverdig informasjon.

5.2.1 Totalpris

Den avhengige variabelen er naturligvis boligpris. Vi har antatt at boligprisen er en sammensetning av endelig bud på boligen, pluss fellesgjeld. Her forenkles undersøkelsen til at både kjøper og selger er indifferent i forhold til om prisen er sammensatt av fellesgjeld eller ikke, krone for krone. Derimot burde en rasjonell markedspris behandle fellesgjeld ulikt og heller følge samme teori som for verdsettelse av en obligasjon. Altså burde fellesgjeld vært verdsatt etter dens rente og bundet tidsperiode. Slik informasjon er dessverre ikke tilgjengelig og må derfor ses bort fra.

5.2.2 Koding av støyvariabler

I den homogene støymodellen summeres støy og måles ved bruk av dummy variabel for hvert intervall. For å summere støyet må estimert dB fra de ulike kildene omgjøres til lydintensitet, summeres og deretter regnes om til et samlet støynivå i dB. Dette gjøres ved å omformulere formel 3.1 presentert i kapittel 3 slik at lydintensitet er en funksjon av dB.

$$L = 10^{\frac{\text{dB}-120}{10}} \quad (5.1)$$

Utfordringen her er at støyestimer er oppgitt i intervaller. Hvert intervall inneholder fem verdier, hvor vi har valgt å ta utgangspunkt i intervallets midtpunkt. Eksempelvis vil en bolig utsatt for støy mellom 60-65 fra både vei og tog behandles på følgende måte: $62,5 + 62,5 = 65,5 \text{ dB}^1$, som betyr at samlet støynivå inngår i

¹ $62,5 \text{ dB} + 62,5 \text{ dB} = 10 \lg \left(\frac{10^{-5,75}}{10^{-12}} + \frac{10^{-5,75}}{10^{-12}} \right) = 65,5 \text{ dB}$

KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN

intervallet 65-70 dB.

Når vi skal spesifisere støy under den heterogene støymodellen har vi valgt å bruke nivå ovenfor dummy variabler for støyintervallene. Nivåene er kodet slik at hvert nivå representerer et støyintervall. Vi har testet flere måter for å beskrive støyet, hvor blant annet dummy variabler førte til at enkelte ikke ble signifikante. Beste løsning var å samle intervallene under en skala med 0 lik 0–55 dB.

5.2.3 Forventet effekt

Det er antatt at alle støyvariablene har negativ effekt på boligprisen. Hvis boligen er enebolig eller småhus er det antatt at støyets negative effekt øker relativt til leilighet. Dette begrunnes med at leilighet er antatt å være den mest urbane løsning blant boligtypene. Herav tror vi at kjøper åpenbart regner med støy i en blokk, ettersom husholdningene bor vegg i vegg. Dette segmentet har derfor muligens høyere aksept for støy, relativt til andre segmenter. En annen begrunnelse kan være at småhus og eneboliger som oftest har hage, hvor støy reduserer dens nytte for husholdningen.

Sett bort fra støy er det forventet at boligtypen leilighet øker verdien i forhold til småhus. Muligens er det høyere etterspørsel for leilighet enn småhus som presser opp prisen.

5.2.4 Statistikk

Tabell 5.2 presenterer deskriptiv statistikk av utvalgte variabler. Tabellen er et utdrag av figur 8.3 vedlagt i appendiks B.

KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN

Tabell 5.2: Deskriptiv statistikk av utvalgte variabler. Herav gjennomsnitt, standardavvik, minste og høyeste observerte verdi.

Variabel	Obs	Gj.snitt	SD	Min	Maks
Totalpris	22244	3360847	1383842	650000	1.95e -07
$\sqrt{\text{Totalpris}}$	22244	1799,536	350,0302	806,2258	4415,88
ln(totalpris)	22244	14,95478	0,3749095	13,38473	16,78593
Egenskaper					
Enebolig	22244	0,2635317	0,4405582	0	1
Smaahus	22244	0,2800755	0,449046	0	1
Tilgjengelighet					
D_busstopp	22244	587,5265	941,9721	1	15669
ln_D_togstopp	22244	7,923689	0,9312545	1,791759	10,11828
Støy					
Stoy_60_S	22244	0,0852365	0,2792395	0	1
Stoy_65_S	22244	0,0472487	0,2121751	0	1
Stoy_70_S	22244	0,0133519	0,1147791	0	1
Stoy_75_S	22244	0,0014835	0,0384891	0	1
Stoy_V_ut50	22244	0,4742852	0,9167155	0	5
Stoy_T_ut50	22244	0,0279626	0,2444002	0	4
Stoy_F_ut50	22244	0,03057	0,2070133	0	3
SE_60	22244	0,0302104	0,1711696	0	1
SS_60	22244	0,0360547	0,1864304	0	1
Salder_60	22244	6,15339	20,98357	0	258
Sted					
Sola	22244	0,0814152	0,2734779	0	1
Stavanger	22244	0,6252473	0,4840699	0	1

KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN

Statistikken kan tolkes som modellenes nedre og øvre grense. For eksempel er det ikke observert høyere enn 65–70 dB veibanestøy. Dette tilsvarer støynivå 3 og bør derfor være øvre grense for denne koeffisienten.

I tabell 5.2 kan gjennomsnittet for dummy variabler tolkes som prosent av utvalget. Ut fra dette kan det ses at cirka 15% av boligene i datasettet er utsatt for 60 dB eller høyere. Ved å studere dummy variablene under sted kan det ses at Stavanger er høyest representert i modellen med omtrent 62,5% av utvalgets boligtransaksjoner. Sola står for færrest andel med cirka 8% av utvalget.

5.2.5 Multikollinearitet

I tabellen 5.3 presenteres inkluderte variabler med deres kalkulerede VIF. Tabellen er et utdrag av figur 8.4 vedlagt i appendiks B.

Tabell 5.3: Presenterer kalkulert VIF til utvalgte variabler.

Homogen støymodell		Heterogen støymodell	
Variabler	VIF	Variabler	VIF
Stavanger	4,36	Stavanger	4,33
D_Stvg_sentrum	3,97	D_Stvg_sentrum	3,97
D_Sandnes_sentrum	3,28	D_Sandnes_sentrum	3,25
Enebolig	3,04	Enebolig	3,22
ln_p_rom	2,63	Salder_60	2,89
...
Stoy_T_ut50	1,04	Stoy_75_S	1,02
Gj. snitt VIF	1,90	Gj. snitt VIF	1,95

Ingen av de inkluderte variablene har VIF over 4,5. I utarbeidelse av modellene har vi ekskludert variabler med VIF over 10. Eksempler på fjernet variabler er avstand til UiS og Sola sentrum. UiS hadde høy korrelasjon med avstand til Stavanger

KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN

sentrum, og avstand til Sola sentrum hadde høy korrelasjon med avstand til andre sentrumssoner. Variablene skiftet også fortegnet drastisk når andre variabler ble inkludert, noe som kan være et resultat av multikollinearitet. Korrelasjon mellom hver enkelt variabel kan studeres i figur 8.5 vedlagt i appendiks B.

5.3 Valg av funksjonsform

I forbindelse med valg av funksjonsform til den endelige modellen har vi kjørt tre regresjoner. I denne undersøkelsen tester vi om den naturlige logaritmen eller kvadrattot av totalpris er et bedre alternativ for å beskrive dens forhold til de uavhengige variablene. Regresjonene er gjennomført for homogen støymodell, der utdrag av resultatene presenteres i tabell 5.4.

Resultatene fra F-testene viser at alle modellene er signifikante til 0,1%. Blant modellene har $\ln(\text{totalpris})$ høyest F-verdi som kan forklares med at denne modellen har flest signifikante variabler, men også til lavest p-verdi. Eksempelvis er alle støyvariablene signifikante under en logaritmisk transformasjon av totalpris. Justert R^2 kan ikke anvendes som et argument i denne vurderingen, ettersom alle modellene har ulik avhengig variabel. Selv om $\ln(\text{totalpris})$ har høyest justert R^2 velger vi heller å basere videre vurdering på hvordan residualene er distribuert.

KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN

Tabell 5.4: Test av funksjonsform. Tabellen presenterer resultater fra regresjon av totalpris, $\sqrt{\text{totalpris}}$ og $\ln(\text{totalpris})$, sammen med test for heteroskedastisitet.

Variabler	Totalpris	$\sqrt{\text{totalpris}}$	$\ln(\text{totalpris})$
Kontrollvariabler	Ja	Ja	Ja
Støy			
Stoy_60_S	-13 541,62 (22 596,08)	-8,876067 (5,005345)	-0,0169915** (0,0049812)
Stoy_65_S	-92 924,83** (28 802,78)	-3,50641*** (6,380213)	-0,0425042*** (0,0063494)
Stoy_70_S	-170 953,3*** (44 106,72)	-57,22082*** (9,770249)	-0,0786318*** (0,0097231)
Stoy_75_S	-303 752,8* (120 088,1)	-98,39587*** (26,60117)	-0,1267192*** (0,0264727)
SE_60	-293 227,8*** (34 445,64)	-59,90468*** (7,630184)	-0,0448432*** (0,0075933)
SS_60	-175 611*** (33 189,31)	-38,98647*** (7,35189)	-0,0328385*** (0,0073164)
Salder_60	1339,099*** (370,5604)	0,3285813*** (0,0820842)	0,0003437*** (0,0000817)
Obs	22 244	22 244	22 244
Justert R^2	0,7567	0,8134	0,8389
F-verdi	2232,47***	3128,60***	3737,54***
Breusch-pagan test (Khi)	11 248,04***	4827,37***	808,43***
White-test (Khi)	3027,94***	3457,62***	3269,34***
Signifikansnivå:	*** p< 0,001	** p< 0,01	* p< 0,05
Standardfeil er oppgitt i parentes			
Resultatene er utdrag fra figur 8.6, 8.7 og 8.8 vedlagt i appendiks B			

5.3.1 Heteroskedastisitet

Hvordan residualene er distribuert er svært avgjørende for om MLR.5 forutsetning om homoskedastisitet innfris. Hvis residualene ikke følger et tilfeldig mønster, kan det indikere at variansen til feilleddet ikke er konstant. For å vurdere hvorvidt dette er et tilfelle benytter vi oss av Breusch-pagan test, White-test og visuell vurdering av plotdiagram.

Breusch-Pagan test

Breusch-Pagan test gjennomføres ved å kjøre egen regresjon med residualene i kvadrat som avhengig variabel utover samme uavhengige variabler benyttet i modellene. Dette gir følgende funksjon:

$$\hat{u}^2 = \delta_0 + \delta_1 x_1 + \delta_2 x_2 + \dots + \delta_k x_k$$

Hvis regresjonen for \hat{u}^2 er helhetlig signifikant, forkastes null hypotesen om homoskedastisitet (Wooldridge, 2014, side 221). Ettersom modellene i tabell 5.4 anvender ulik avhengig variabel, beregnes \hat{u}^2 for hver respektiv modell, og testes deretter. Resultatene i tabell 5.4 viser til signifikante resultater fra Breusch-Pagan testene. Dette bekrefter dermed at modellene innehar heteroskedastisitet.

White-test

White-test kan ses som en utvidelse av Breusch-Pagan testen ved å inkludere kvadrat av de uavhengige variablene (x_j^2) og kryssprodukter ($x_j x_h$). Regresjonen kan dermed formuleres på følgende måte (Wooldridge, 2014, side 223):

$$\hat{u}^2 = \delta_0 + \delta_1 x_1 + \delta_2 x_2 + \delta_3 x_3 + \delta_4 x_1^2 + \delta_5 x_2^2 + \delta_6 x_3^2 + \delta_7 x_1 x_2 + \delta_8 x_1 x_3 + \delta_9 x_2 x_3$$

Hensikten med kvadrat og kryssprodukter er at ikke-lineære forhold mellom

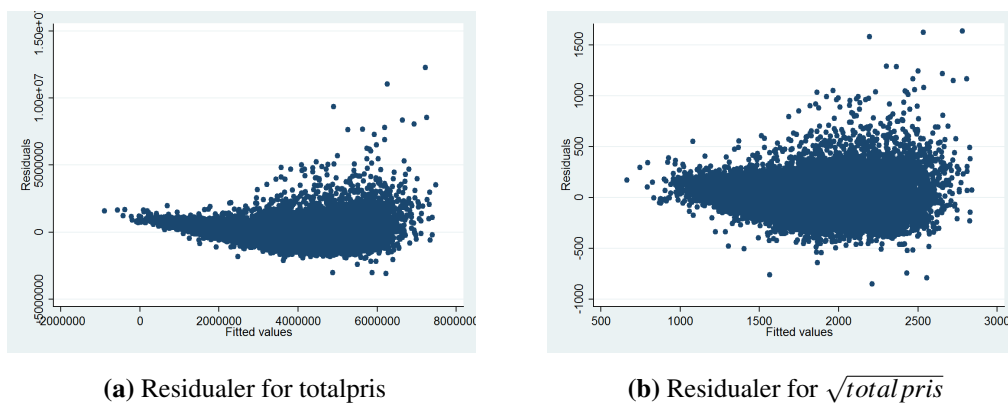
KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN

u^2 og de uavhengige variablene kan testes. Er regresjonen helhetlig signifikant, forkastes hypotesen om homoskedastisitet.

Resultatene fra White-testene er signifikante, som presentert i tabell 5.4. Modellene er dermed både testet for lineære og ikke-lineære forhold og kan bekrefte heteroskedastisitet. Ettersom alle testene er signifikante til 0,01%, er det utfordrende å vurdere modellene relativt.

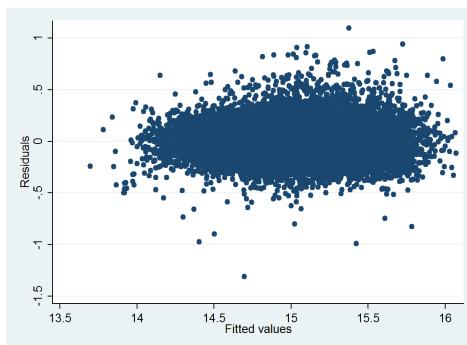
Visuell vurdering

Videre vurdering av funksjonsform baseres på visuell vurdering av plotdiagram av residualene. Diagrammene er presentert i figur 5.1 og 5.2.



Figur 5.1: Diagrammene presenterer distribusjonen av residualer for regresjon av totalpris og $\sqrt{\text{totalpris}}$.

KAPITTEL 5. SPESIFISERING AV DEN HEDONISTISKE PRISFUNKSJONEN



Figur 5.2: Diagrammet presenterer distribusjonen av residualer for regresjonen av $\ln(\text{totalpris})$.

Plotdiagrammene viser at både totalpris og kvadrattot av totalpris ikke har en tilfeldig fordeling av residualene. Begge modellene følger et klart vifte-mønster som viser en økende spredning mellom residualene. Dette kan bekrefte at feilleddet ikke har konstant varians.

Figur 5.2 viser plotdiagram av residualene for $\ln(\text{totalpris})$. Ut fra plotdiagrammet er det ikke like åpenbart om modellen innehar heteroskedastisitet eller ikke. Basert på visuell vurdering anses residualene ved bruk av logaritmisk funksjonsform mest tilfeldig distribuert.

5.3.2 Konklusjon

Logaritmisk transformasjon av den avhengige variabelen er ikke uvanlig i estimering av boligattributter. Dette er hyppig anvendt og tolkes som en standard for regresjon av boligpriser. Slik funksjonsform er blant annet anvendt av Li og Brown (1980). I denne konteksten kan det ses at variablene er best beskrevet under en logaritmisk funksjonsform med hensyn på deres p-verdi. Basert på plotdiagrammene antas også at denne løsningen gir mer representative estimater. På bakgrunn av dette anses derfor logaritmisk funksjonsform som riktig metode. Endelige modeller kan først nå ferdigstilles og presenteres i neste kapittel.

Kapittel 6

Resultater

I dette kapitlet presenteres den endelige, hedonistiske prisfunksjonen og hvordan informasjonen kan tolkes. Herav gjennomgås blant annet hvordan resultatet kan omgjøres fra logaritmiske til monetære enheter. Avslutningsvis sammenlignes resultatet med tidligere funn.

6.1 Estimeringsresultater

Prisfunksjonen følger den generelle utformingen definert under kapittel 5. Sammensetning av variabler vil derimot variere ut fra hvorvidt støyet antas å være homogent eller heterogent. Prisfunksjonen er presentert i tabell 6.1 og er et utdrag fra figur 8.9 og 8.10 vedlagt i appendiks C. Robust standardfeil er oppgitt slik at resultatene er korrigert for heteroskedastisitet.

KAPITTEL 6. RESULTATER

Tabell 6.1: Den hedonistiske prisfunksjonen. Tabellen presenterer utvalgte estimeringsresultater. Tabellen er et utdrag fra figur 8.9 og 8.10 vedlagt i appendiks C.

Variabler	Homogen støymodell		Heterogen støymodell	
	Koef.	Robust SE	Koef.	Robust SE
ln(totalpris)				
Egenskaper				
Enebolig	0,0643692***	0,0047468	0,0574346***	0,0046226
Smaahus	-0,0340359***	0,0031931	-0,0397173***	0,0030983
Alder	-0,0020073***	0,000049	-0,0019509***	0,0000446
Tilgjengelighet				
D_busstopp	-0,00000432**	1,46e-06	-4,40e-06**	1,46e-06
Ln_D_tog	-0,0127042***	0,001693	-0,0117369***	0,0016958
Støy				
Stoy_60_S	-0,0169915***	0,0047912		
Stoy_65_S	-0,0425042***	0,0063584		
Stoy_70_S	-0,0786318***	0,0099922		
Stoy_75_S	-0,1267192***	0,0137337		
SE_60	-0,0448432***	0,0082657		
SS_60	-0,0328385***	0,0073147		
Salder_60	0,0003437***	0,0000981		
Stoy_nivaa_V_ut50			-0,0146237***	0,0011551
Stoy_nivaa_T_ut50			-0,0094569*	0,0042879
Stoy_nivaa_F_ut50			-0,0241443***	0,005605
Konstant	12,28548***	0,023531	12,28396***	0,0235311
Obs	22 244		22 244	
R ²	0,8391		0,8387	
F-verdi	3324,22***		3800,03***	

Signifikansnivå: *** p< 0,001 ** p< 0,01 * p< 0,05

For beskrivelse av variabler se tabell 8.1 i appendiks B.

KAPITTEL 6. RESULTATER

Fra utdrag i tabell 6.1 ser man at samtlige støyvariabler er signifikante, men til ulike nivå. Herav er alle støyvariablene med unntak for *Stoy_nivaa_T_ut50* signifikant til 0,01%. Resterende variabler er også signifikante til 0,01% med unntak for *D_busstopp*.

Under egenskaper og tilgjengelighet i tabell 6.1 ser man at fortegnene er i samsvar med forventet effekt presentert i tabell 8.1 vedlagt i appendiks B. Dette indikerer at boligtypen enebolig påvirke boligprisen positivt og småhus negativt, i forhold til leilighet. Alder har et negativt fortegn, som dermed antyder at eldre bolig omsettes for lavere pris enn nyere bolig. Variablene under tilgjengelighet viser at økt avstand fra nærmeste buss- og togstopp påvirker boligprisen negativt. Støyvariablene har generelt negativ påvirkning med unntak for *Salder_60*, som ikke samsvarer med våre forventninger. Enebolig med støy (*SE_60*) har et negativt fortegn som kan antyde at denne boligtypen vil påvirkes i større grad enn leilighet ved samme støynivå. Dette gjelder også for småhus med støy (*SS_60*).

6.1.1 Implisitt pris

Tolkning av koeffisientenes verdi er derimot ikke like intuitivt, ettersom modellene inneholder både log-lineær og log-log; hvor log-lineær modell er en matematisk funksjon for $\ln(y)$ forklart med lineære parametre, mens log-log modell er $\ln(y)$ forklart med logaritmiske parametre. Videre gjennomgås hvordan en koeffisient fra de ulike typene skal tolkes.

Koeffisientene til lineære parametre (log-lineær) i tabell 6.1 kan tolkes som semi-elastisitet til totalpris med hensyn til boligattributtene. Med andre ord hvordan totalpris påvirkes i prosent hvis boligattributt_{*j*} endres med en enhet. For nøyaktig utregning av prosentvis effekt brukes følgende funksjon (Wooldridge, 2014, side 156): $\% \Delta \hat{y} = 100[\exp(\hat{\beta}_j \Delta x_j) - 1]$.

Distanse til nærmeste togstasjon utgjør et fåtall av de uavhengige variablene

KAPITTEL 6. RESULTATER

som er angitt logaritmisk (log-log). Et logaritmisk koeffisientestimat skal tolkes som prosentvis endring i y per 1% endring i x , med andre ord elastisitet.

I begge tilfellene ovenfor tolkes effekten som prosentvis endring i totalpris. For å omgjøre estimatet til monetære enheter kan det virke logisk ved første øyekast å benytte følgende funksjon: $\hat{y} = \exp[\ln(\hat{y})]$. Et slikt forsøk på å transformere $\ln(\hat{y})$ vil faktisk systematisk underestimere dens forventede verdi. For å unngå underestimering introduseres Duan's (1983) «Smearing estimator» $\hat{\alpha}_0$ i uttrykket ovenfor, slik at (Wooldridge, 2014, sider 176–177):

$$\hat{y} = \hat{\alpha}_0 \exp[\ln(\hat{y})],$$

hvor $\hat{\alpha}_0 = n^{-1} \sum_{i=1}^n \exp(\hat{u}_i)$.

I tabell 6.1 presenteres den hedonistiske prisfunksjonen med to forhåndsbestemte sammensetninger av variabler. Residualene vil avhenge av hvilket oppsett som anvendes for å estimere. Dermed må $\hat{\alpha}_0$ beregnes for hver av dem. For homogen støymodell er $\hat{\alpha}_0$ kalkulert til 1,01167. For heterogen støymodell er $\hat{\alpha}_0$ kalkulert til 1,01171.

Videre må standardbolig defineres for å kunne beregne gjennomsnittlige, implisitte priser. I bunn og grunn er referansemodellen borettslagsleilighet med ingen støy, solgt i Sandnes i 2008. Dette er gitt ved å sette alle dummyvariabler lik 0. Utfordringen her er at gjennomsnittsverdiene representerer ikke nødvendigvis hva som er standard for leilighet, men heller generelt. For å kunne presentere anvendelige resultater velger vi heller å definere standarden for hver respektiv boligtype. Dette begrunnes med at modellen kalkulerer prosentvis effekt, som dermed vil variere i kroner for ulike boligtyper. Standard sammensetning av boligattributter for de ulike boligtypene settes ut fra deres deskriptive statistikk vedlagt i appendiks C figur 8.11, 8.12 og 8.13. Matematisk utføres dette ved å sette alle parametre lik deres

KAPITTEL 6. RESULTATER

respektive gjennomsnittsverdier. Dummy variabel settes lik 1 hvis den beskriver majoriteten. Støyvariabler holdes lik 0 for å kunne måle partiell økning.

De ulike standardene estimeres ved bruk av resultatene i tabell 6.1 og deretter omgjøres fra $\ln(\widehat{totalpris})$ til $\widehat{totalpris}$. Ut fra dette beregnes gjennomsnittlig, implisitt pris som endring i totalpris ved en partiell økning i et boligattributt. For dummyvariabler innebærer dette økning fra 0 til 1. Andre parametre økes med en -enhet utover deres respektive gjennomsnittsverdi.

6.1.2 Homogent støy

Ved å benytte ovennevnte metode, er det kalkulert prosentvis effekt og i monetære enheter for homogen støymodell. Funnene er presentert i tabell 6.2, hvor effekt i kroner er avrundet.

Tabell 6.2: Resultater fra homogen støymodell presentert i prosent og kroner for de ulike boligtypene.

Støykoeffisienter	Generelt	Leilighet	Småhus	Enebolig
60–65 dB	–1,68%	–53 500 kr	–68 000 kr	–93 000 kr
65–70 dB	–4,16%	–132 000 kr	–167 500 kr	–230 000 kr
70–75 dB	–7,56%	–240 000 kr	–304 000 kr	–417 000 kr
dB >75	–11,90%	–377 500 kr	–478 500 kr	–656 500 kr
Støy & småhus	–3,23%	N/A	–130 000 kr	N/A
Støy & enebolig	–4,39%	N/A	N/A	–242 000 kr
Støy & alder	0,03%	1100 kr	1400 kr	1925 kr

Funnene viser til at støy reduserer prisen til leilighet med 1,68% for laveste støyintervall og 11,90% for høyeste. For den gjennomsnittlige leiligheten i datasettet tilsvarer dette en reduksjon på omtrent 53 500 kr for laveste og 377 500 kr for høyeste. Støyintervallene er testet mot hverandre for å kunne bevise at høyere

KAPITTEL 6. RESULTATER

intervall gir signifikant høyere verdifall ($p < 0,05$). P-verdi for hypotesetestene er vedlagt i appendiks C, tabell 8.2.

Småhus og enebolig følger samme prosentvise effekt for støyintervallene. Gjennomsnittlig småhus utsatt for støy er estimert til å omsettes for mellom 68 000 og 478 500 kr lavere, avhengig av hvor høyt støyet er. Funnene viser at støyintervallenes prisseffekt alene er høyere i kroner for et gjennomsnittlig småhus enn for en leilighet. Regresjonsresultatet i tabell 6.1 påpeker derimot at boligtypen småhus reduserer verdien, slik at den implisitte prisen i kroner burde vært lavere for støyintervallene. Denne differansen kan forklares med at gjennomsnittlig småhus i datasettet blant annet har større areal enn gjennomsnittlig leilighet, noe som øker prisgrunnlaget. Derimot er det estimert en tilleggs-reduksjon på 3,23% for småhus, som tilsvarer en reduksjon på omtrent 130 000 kr for gjennomsnittlig småhus. Hvis samme egenskaper for leilighet og småhus testes, vil fremdeles småhus ha høyest verdifall, som følge av den høye tilleggs-prosenten.

Enebolig utsatt for støy er estimert til å omsettes for 93 000–656 500 kr lavere, avhengig av hvor høyt støyet er. For enebolig er det også estimert en tilleggs-prosent på $-4,66\%$, som tilsvarer kr 242 000 i prisreduksjon for den gjennomsnittlige eneboligen. I tillegg viser variabelen enebolig fra regresjonsresultatene i tabell 6.1 at denne boligtypen signifikant øker boligprisen. Dette medfører til en økning i beregningsgrunnlag som øker støyetts prisseffekt i kroner, ettersom støyeffekten er estimert til å ha prosentvis effekt på boligpris. Ut fra resultatene er enebolig høyest støysensitiv med hensyn på prisreduksjon. Derimot er det utfordrende å bevise at støy og enebolig (SE_{60}) signifikant leder til høyere prisreduksjon enn støy og småhus (SS_{60}). Dette er kun signifikant til 10%, p-verdi er vedlagt i appendiks C, tabell 8.2.

Fra regresjonsresultatene kan det også ses at økt alder generelt reduserer boligverdien, og da også støyeffekten i kroner. I tillegg er det estimert at økning i

KAPITTEL 6. RESULTATER

alder for støyutsatte boliger øker boligprisen med 0,03%. Gjennomsnittlig tilsva-
rer det 1100 kr/år for leilighet, 1400 kr/år for småhus og 1925 kr/år for enebolig.
Dette funnet gir en antydning om at eldre boliger er mindre støy sensitive, enn nye
boliger.

Funnene ovenfor illustrerer de ulike effektene separat, men bør opprinnelig ses
i sammenheng med hverandre. For eksempel *SE_60*, *SS_60* og *salder_60* som kun
inntreffer sammen med støyintervallene. Hvis variablene ses i sammenheng, vil den
individuelle effekten endres, ettersom modellene benytter logaritmisk funksjons-
form. Matematisk forklares dette med at $e^{(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2)} \neq e^{\beta_1 x_1} + e^{\beta_2 x_2}$. I lys av denne
utfordringen er det kalkulert total støyeffekt for de ulike boligtypene. Når støy
inntreffer føres *salder_60* lik *alder* og *SE/SS* lik 1. Deretter estimeres endring i
totalpris som følge av partiell økning i de respektive støyintervallene. Resultatet er
presentert i tabell 6.3, hvor effekt i kroner er avrundet.

Tabell 6.3: Homogen støymodell, total støyeffekt presentert prosentvis og i kroner.

Type bolig	60–65 dB	65–70 dB	70–75 dB	dB >75
Leilighet	–22 500 kr –0,71%	–102 000 kr –3,21%	–211 000 kr –6,64%	–350 000 kr –11,03%
Småhus	–135 500 kr –3,37%	–233 500 kr –5,81%	–367 500 kr –9,15%	–539 000 kr –13,41%
Enebolig	–257 000 kr –4,66%	–389 500 kr –7,06%	–571 500 kr –10,36%	–803 500 kr –14,57%

For å kunne sammenligne resultatene i tabell 6.3 med 6.2 er det benyttet samme
standard boligegenskaper. Sammenlignet med tidligere resultat er priseffekten
for støy, relativt lavere for leilighet. Differansen kan blant annet forklares med
at økt alder demper støyets påvirkning. For enebolig og småhus vil derimot den
totale støyeffekten være høyere, som følge av at *SE/SS* har større betydning for

boligverdien enn *salder_60*.

6.1.3 Heterogent støy

Under heterogen støymodell, formuleres støyeffekten til å være en funksjon av både kilde og mengde, se sammensetning av variabler under heterogen støymodell i tabell 6.1. Regresjonsresultatet viser at alle kilder påvirker negativt, men tilgjengelig påvirker nærhet til buss- og togstopp positivt. De respektive kildene bør vurderes både ut fra deres negative og positive eksternalitet, hvor tilgang demper støyets negative prisseffekt. Totalt sett betyr dette at boliger som ligger nær toglinjen vil ha ulik negativ støyeffekt avhengig av distanse til nærmeste togstopp. For enklere å kunne sammenligne funnene omgjøres disse fra nivå til intervall. For å beregne effekten i kroner benyttes samme standard boligegenskaper som tidligere. Resultatet er presentert i tabell 6.4, hvor effekt i kroner er avrundet.

KAPITTEL 6. RESULTATER

Tabell 6.4: Resultater fra heterogen støymodell, presentert prosentvis og i kroner for de ulike boligtypene.

Variabler	Generelt	Leilighet	Småhus	Enebolig
Veibanestøy				
55–60 dB	–1,45%	–46 500 kr	–58 500 kr	–80 000 kr
60–65 dB	–2,88%	–92 000 kr	–116 000 kr	–159 000 kr
65–70 dB	–4,29%	–137 000 kr	–172 500 kr	–236 500 kr
70–75 dB	–5,68%	–181 500 kr	–228 500 kr	–313 500 kr
dB >75	–7,05%	–225 000 kr	–283 500 kr	–389 000 kr
Jernbanestøy				
55–60 dB	–0,94%	–30 000 kr	–38 000 kr	–52 000
60–65 dB	–1,87%	–60 000	–75 500 kr	–103 500 kr
65–70 dB	–2,80%	–89 500 kr	–112 500 kr	–154 500 kr
70–75 dB	–3,71%	–118 500 kr	–149 500 kr	–204 500 kr
dB >75	N/A	N/A	N/A	N/A
Flystøy				
55–60 dB	–2,39%	–76 000 kr	–96 000 kr	–131 500 kr
60–65 dB	–4,71%	–150 500 kr	–189 500 kr	–260 000 kr
65–70 dB	–6,99%	–223 000 kr	–281 000 kr	–385 500 kr
70–75 dB	N/A	N/A	N/A	N/A
dB >75	N/A	N/A	N/A	N/A
Distanse til togstasjon [†]	–0,012%	–375 kr	–475 kr	–650 kr
Distanse til busstopp [‡]	–0,044%	–1400 kr	–1770 kr	–2425 kr

†: Per 1% endring i parameteren

‡: Per 100 meter endring i parameteren

KAPITTEL 6. RESULTATER

Resultatene i tabell 6.4 viser at støy fra veibane reduserer prisen fra 1,45% til 7,05%. Jernbanestøy reduserer prisen fra 0,94% til 3,71% og flystøy fra 2,39% til 6,99%. Prisreduksjonen avhenger av støynivået. De øvre støyintervallene kan ikke sammenlignes mellom kildene grunnet ingen observasjoner (N/A). For resterende intervall kan det ses at flystøy gir høyest verdifall og togstøy lavest. Hypotesetest i tabell 8.3 vedlagt i appendiks C viser derimot at togstøy ikke er signifikant høyere enn vei. Derimot medfører flystøy til signifikant høyere prisreduksjon enn støy fra tog og veibane ($p < 0,05$).

De ulike kildene har også ulik positiv eksternalitet. Eksempelvis tilgang til kollektivt tilbud. Funnene ovenfor viser at nærhet til togstasjon og busstopp er positivt. Per 1% økning i distanse til nærmeste togstasjon reduseres prisen med 0,012%. Dette tilsvarer en prisreduksjon mellom 375–650 kr, avhengig av boligtype. Per 100 meter økning i distanse til nærmeste busstopp reduseres prisen med 0,044%. Dette tilsvarer en reduksjon på mellom 1400–2425 kr, avhengig av boligtype.

Under antakelse om heterogenitet ble det også testet i hvilken grad de ulike boligtypene er sensitive overfor de respektive støykildene. Dette ga ikke signifikante resultater og ble dermed fjernet fra modellen. For å kunne undersøke dette forskningsspørsmålet ble det utført separate regresjonsanalyser for hver av boligtypene. Resultatet er presentert i tabell 6.5.

KAPITTEL 6. RESULTATER

Tabell 6.5: Resultater fra regresjon av ulike boligtyper, utdrag av figur 8.14, 8.15 og 8.16, vedlagt i appendiks C.

ln(totalpris)	Enebolig	Småhus	Leilighet
Kontrollvariabler	Ja	Ja	Ja
Stoy_nivaa_V_ut50	−0,0233997*** (0,0029658)	−0,0148596*** (0,0021114)	−0,0093297*** (0,001524)
Stoy_nivaa_T_ut50	−0,0235337* (0,0100687)	−0,0066152 (0,0085997)	−0,0121655* (0,0048275)
Stoy_nivaa_F_ut50	−0,0257414* (0,0117806)	−0,058458*** (0,0128025)	−0,0119496 (0,0065598)
Konstant	12,43701*** (0,0618149)	12,54131*** (0,0525185)	12,1116*** (0,0325994)
Obs	5862	6230	10 152
F-verdi	481,09***	631,97***	1050,32***
R ²	0,7120	0,7449	0,7883
Signifikansnivå:	*** p < 0,001	** p < 0,01	* p < 0,05
Robust standardfeil er oppgitt i parentes			

Støy fra veibane er signifikant til 0,01% for alle boligtyper, hvor enebolig påvirkes høyest og leilighet lavest. Dette følger samme funn som tidligere.

6.1.4 Nullfunn

Funnene som er gjennomgått ovenfor er signifikante resultater. Modellen har utelatt variabler som hadde ustabil fortegn og p-verdi, som endret drastisk når andre variabler ble inkludert. Generelt var slike variabler ikke signifikante og kan derfor verken påvise negativ eller positiv effekt på boligprisen. Derimot er ikke-signifikante resultater på samme måte et funn som signifikante resultater. Under gjennomgås kort

KAPITTEL 6. RESULTATER

nullfunn som er relevant for denne oppgaven.

Akseptert støy

I homogen støymodell ble støyintervall 50–55 dB og 55–60 dB ikke signifikant. I heterogen støymodell inngår intervallet 55–60 dB i de signifikante støyvariablene, lavere intervall ble ikke signifikant. Hvorfor 55-60 dB ble signifikant i heterogen støymodell og ikke i homogen støymodell kan muligens forklares med hvordan de er kodet ulikt. Summen av 55–60 dB fra to til tre kilder tilsvarer 60–65 dB¹. Dette betyr at når man forholder seg til summen av støy vil lavere enn 60 dB ikke ha betydning for boligprisen. For støykildene separat har støy under 55 dB ingen betydning for boligprisen. Dette nullfunnet kan dermed være en antydning på hva markedet ikke definerer som støy.

Markedssituasjon

Det ble også undersøkt hvorvidt omsetningshastighet sammen med støy hadde betydning for boligprisen. Tanken var at støy i et oppadgående boligmarked ville ha mindre betydning. Dette begrunnes med at boliger selges kjapt, som gir kjøper mindre tid til å vurdere attributter som støy. I et tregt marked kan man derimot være mer konsekvent og bruke lengre tid til å vurdere boligen nøye. Derimot var resultatet ikke signifikant og kan derfor ikke bekrefte denne hypotesen. Dette kan for eksempel indikere at støy er uavhengig av markedssituasjonen, eller at større tidsintervall trengs for å undersøke denne hypotesen.

¹For eksempel vil 2 kilder med 57,5 dB tilsvare summert $10 \lg \left(\frac{10^{-6,25}}{10^{-12}} + \frac{10^{-6,25}}{10^{-12}} \right) = 60,5 \text{ dB}$, som inngår i intervallet 60–65 dB

6.2 Tidligere forskning

Tidligere forskning har estimert at støyet påvirker ulikt, avhengig av boligtyper. Funnene var 0,48% per dB for leiligheter og 0,54% per dB for småhus i Oslo. Regresjonsanalysen for OBOS-boliger som inneholder ulike boligtyper, estimerte støyeffekten til 0,24% i prisreduksjon per dB (Berit Grue med flere, 1997).

Sammenlignet med funnene i denne forskningen er leilighet også mindre støy-sensitiv i forhold til småhus. I tillegg er enebolig estimert som høyest støysensitiv blant boligtypene. For å kunne sammenligne funnene videre må estimatene omgjøres til per dB. Først og fremst benyttes den totale støyeffekten presentert i tabell 6.3. Den totale støyeffekten for de respektive intervallene divideres med midten av intervallet minus 45 dB. Dette er nødvendig ettersom funnene fra tidligere forskning har estimert effekt per dB for 45 og høyere. Funnene sammenlignes med estimatet fra regresjonsanalyse av OBOS-boliger, ettersom dette datasettet inneholder alle boligtyper.

Tabell 6.6: Homogent støy per dB for de ulike boligtypene.

Støy	Leilighet	Småhus	Enebolig	Gj.snitt
60–65 dB	–0,040%	–0,193%	–0,266%	–0,166%
65–70 dB	–0,143%	–0,258%	–0,314%	–0,238%
70–75 dB	–0,236%	–0,323%	–0,365%	–0,308%
Gj.snitt	–0,140%	–0,258%	–0,315%	–0,238%

Tabell 6.6 viser at støyeffekten er estimert lik $-0,238\%$ per dB gjennomsnittlig uavhengig av boligtype. Dette er tilnærmet samme resultat presentert av Berit Grue med flere (1997). Derimot stemmer kun funnene overens hvis støy antas å være homogent.

Antas støy å være heterogent, bør tidligere funn kun sammenlignes med esti-

KAPITTEL 6. RESULTATER

mater for veibanestøy. På bakgrunn av dette er estimatene i tabell 6.4 beregnet til effekt per dB og presenteres videre i tabell 6.7.

Tabell 6.7: Heterogent støy per dB for de ulike støykildene.

Intervall	Vei	Tog	Fly
55–60 dB	–0,12%	–0,08%	–0,19%
60–65 dB	–0,16%	–0,11%	–0,27%
65–70 dB	–0,19%	–0,12%	–0,31%
70–75 dB	–0,21%	–0,13%	N/A
Gj. snitt	–0,17%	–0,11%	–0,26%

Resultatene stemmer ikke lenger overens, ettersom funnene i denne undersøkelsen er noe lavere. Dette er ikke nødvendigvis en indikasjon på at estimatene er mindre forventningsrette, men heller at boligmarkedet i Oslo kan være ulikt markedet på Nord-Jæren. Dette begrunnes med at boligmarkedet generelt er særlig geografisk segmentert.

Kapittel 7

Drøfting

Resultatene presentert i forrige kapittel drøftes videre under for å kunne besvare problemstillingen: hvordan påvirker støy fra infrastruktur boligpriser på Nord-Jæren?

7.1 Homogen støymodell

Resultatene for homogent støy er tidligere presentert i kapittel 6 tabell 6.2, 6.3 og 6.6. Resultatene viser til klar økning i verdifall for høyere støynivå, noe som også vedrører prisseffekt per dB. Dette funnet kan påpeke at støy generelt påvirker boligprisen negativt utover dB, men også at økningen ikke er lineær. Støyeffekten ser heller ut til å være svakt, marginalt økende utover dB. Dette er i så fall logisk, ettersom desibelskalaen er logaritmisk. På bakgrunn av dette foreslår funnet også at støyeffekten ikke bør uttrykkes per dB. Dette kan også forsvares med at mennesket kun oppfatter endringer på 3 dB eller høyere.

7.1.1 Boligtype

Annet viktig funn er tilleggseffekten for enebolig og småhus. Herav påvirkes enebolig høyest, som kan forklares med tilleggseffekten på $-4,39\%$. For småhus er det estimert en noe lavere tilleggseffekt på $-3,23\%$, noe som øker den negative støyeffekten i forhold til leilighet.

Derimot er det utfordrende å bevise at støy og enebolig (*SE_60*) fører til høyere verdifall enn støy og småhus (*SS_60*). Dette er derimot kun signifikant til 10%, som kan indikere at småhus og enebolig har felles støysensitive boligegenskaper. Både småhus og enebolig har som regel eget uteareal som sannsynligvis er en svært støysensitiv egenskap. I tillegg viser prognosesenteret at majoriteten av unge par bor i leilighet. Etter hvert som de blir eldre og har etablert familie flytter flere inn i enebolig og småhus (Marschhäuser, 2016). Dette tolkes som at småbarnsfamilier er et viktig segment for småhus og enebolig, men også muligens et særlig støysensitivt segment. Dette begrunnes med at områder med høyt støy ofte har stor trafikk, noe som kan oppleves utrygt for barn. I tillegg er gjerne oppholdstiden i småhus og enebolig lengre enn leilighet. Dermed kan muligens støyutsatte småhus og eneboliger innebære en lengre forpliktelse til støy, noe som kan begrunne høyere verdifall. Enebolig og småhus har dermed flere fellestrekk som kan forklare at begge boligtypene er like sensitive. Derimot kan det også være at enebolig innebærer lengre oppholdstid og større uteareal, slik at denne boligtypen burde være høyest støysensitiv.

Uavhengig av hvorvidt tilleggseffektene er signifikant ulik, viser resultatet at leilighet er minst støysensitiv. Dette begrunnes med at leilighet ikke har like mange av de støysensitive boligegenskapene som diskutert ovenfor. I tillegg antas leilighet å være den mest urbane boligtypen. Leilighet er naturligvis konstruert for høyere boligtetthet, ettersom at husholdningene bor vegg i vegg. Vi mener derfor at markedssegmentet som foretrekker leilighet har høyere støytoleranse, relativt til

andre segmenter. Dette kan forklares med at kjøperen er forhåndsinnstilt på at støy vil forekomme, som fører til mindre støyeffekt.

7.1.2 Alder

Opprinnelig var det antatt at støy og alder påvirket boligprisen negativt. Med andre ord at økt alder for støyutsatte boliger medfører til høyere prisreduksjon, relativt til andre boliger. Dette begrunnes med at alder reflekterer boligens TEK standard og da også i hvilken grad boligen er støyisolerert. Resultatet var derimot at økning i boligalder for støyutsatte boliger ga lavere prisreduksjon, sammenlignet med boliger uten støy. Funnet kan gjerne tolkes som høyere forventning til nyere bolig enn eldre. Eksempelvis kan en skrape i ny bil være mer negativt enn for en eldre bil. Dette kan begrunnes med at skrape i ny bil skaper større kontrast, samt at konsumentene gjerne har høyere forventninger til en ny gjenstand. Dermed kan det tolkes som at støy ved nyere bolig skaper stor kontrast mellom boligattributtene og er i strid med forventningene til kjøperen. Herav vil muligens kontrasten gjøre det enklere for kjøperen å oppdage støyen på visningen, noe som kan medføre et mer sannsynlig verdifall.

Derimot kan det være at alder faktisk ikke representerer boligens isolasjon godt nok. Oppussing og vedlikehold gjennomføres muligens i syklus, slik at enkelte aldersgrupper gjerne er mer sensitive enn andre. Dette ble testet og ga mindre signifikante og intuitive funn. Resultatet kunne se ut til å svinge utover alder, men i bunn og grunn var ny bolig høyest sensitiv. Dette samsvarer med hva som er diskutert ovenfor. Oppsummert gir funnet en antydning om at nyere bolig er mer støysensitiv enn eldre.

7.1.3 Oppsummering

Drøftingen ovenfor viser til at støyeffekten generelt følger en logisk oppførsel. Det er blant annet forventet at høyere dB medfører høyere prisfall. Dessuten vil det være enkelt for støy å ødelegge nytten av uteareal. Derfor vil det være logisk at småhus og enebolig er mer støysensitive enn leilighet. Alder og støy var derimot ikke som forventet, men resultatet kan argumenteres for. Videre drøfting vil baseres på antakelse om heterogenitet og drøfting av de ulike støykildene hver for seg.

7.2 Heterogen støymodell

Resultatet i kapittel 6 og tabell 6.4 presenterer priseffekten til støy fra de ulike kildene. Blant kildene er det estimert høyest verdifall for flystøy og lavest for togstøy. Denne rangeringen drøftes videre i lys av de ulike kildenes plagegrad, timestrafikk, lydmonster og positive eksternalitet. Avslutningsvis drøftes i hvilken grad de respektive boligtypene er sensitive overfor de ulike kildene.

7.2.1 Plagegrad

Plagegrad i prosent for de ulike kildene er tidligere presentert i figur 2.2 under kapittel 2. Det vil være logisk at ulike støykilder fører til ulik prisreduksjon, etter som at oppleves ulikt. Den mest irriterende støytypen bør føre til størst verdifall. Generelt bør verdifallet følge deres respektive plagegrad. Blant kildene er flystøy ansett som den mest plagsomme støytypen, mens togstøy anses minst plagsom. Plagegraden samstemmer dermed med støyestimatene, noe som kan tyde på at det foreligger en felles enighet i markedet om at støykildens priseffekt bør reflektere dens plagsomhet. I tillegg viser figur 2.2 i kapittel 2 at plagsomheten øker for høyere støynivå for alle kilder. Dette vil argumentere for at verdifallet generelt bør øke med dB.

7.2.2 Timestrafikk

Timestrafikken for de ulike kildene er tidligere presentert i figur 2.9, 2.10 og 2.11 under kapittel 2. Hver kilde har et særpreget mønster som sannsynligvis avgjør hvor plagsom den er. Flytrafikk tolkes som ustabil i forhold til andre kilder, noe som muligens gjør den uforutsigbar for husholdningen. Vi tror at dette kan begrunne hvorfor denne kilden er ansett som høyest plagsom. Dette er motsatt i forhold til togtrafikk, som er mer forutsigbar og består av få enheter i timen. Dette kan muligens forklare hvorfor togstøy anses som minst plagsom. Veitrafikk innehar elementer som ligner både fly- og togtrafikk, ettersom intensiteten i stor grad varierer i løpet av døgnet, slik som flytrafikk. Men samtidig er trafikken på et vis forutsigbar, ettersom høyest intensitet er i morgen- og ettermiddagsrushet. Dette begrunner muligens hvorfor støy fra veibane verken er minst eller mest plagsom.

7.2.3 Lydmønster

I denne undersøkelsen har vi tatt opp lyd med profesjonelt utstyr for å kunne kartlegge lydmønsteret. Illustrasjon av kildenes lydmønster er tidligere presentert i figur 2.12 under kapittel 2. Fly- og togstøy har til felles at støyet ikke er konstant og vedvarende over lang tid, men heller avbrytes med stille perioder innimellom støyet. Støy fra motorvei er derimot unikt i den forstand at lyden er konstant og vedvarende, noe som kan forklare hvorfor husholdningene opplever mindre grad av stillhet langs en motorvei, sammenlignet med andre støykilder. Ved å lytte til lydklippet kan vi høre at både fly- og togstøy har høyere frekvens enn støy fra motorvei. Analyse av lydfilen viser at fly-støyets frekvens er mellom 3000–4000 Hz ved avgang. Dette kan være et viktig argument for hvorfor flystøy anses mest plagsomt, ettersom hørselen er mest følsom for lyd med 2000–5000 Hz (Gelfand, 2011, side 87).

7.2.4 Positiv eksternalitet

Et annet viktig funn var at støykildene ikke bare påvirker boligprisen negativt, men også positivt for tilgang. Dette vedrører jernbane og veibane, hvor estimatene foreslår økt boligpris ved nærhet til buss- og togstopp. Totalt sett kan den positive eksternaliteten tolkes som å dempe støyets negative effekt. Med andre ord vil støyeffekten totalt sett gi høyest prisreduksjon for husholdninger som ikke bærer nytte av den positive tilgangen. Hvis husholdningen bevisst velger nærhet til buss- og togstopp, vil støyet naturligvis være forventet. Det vil derfor være rimelig å anta at slike husholdninger har høyere aksept for støy. Dermed blir det også naturlig å anta at støyet anses mindre plagsomt, og derfor demper støyeffekten.

Det var også antatt at tilgang til motorvei kunne ha positiv betydning for boligpris. Denne variabelen ble derimot fjernet, ettersom flere kalkulasjoner ga ulogiske svar. Tilgang til flyplass ble ikke inkludert, noe som begrunnes med at denne aktiviteten ikke er like hyppig benyttet av husholdningen.

7.2.5 Boligtype

Det er ikke like enkelt å undersøke hvorvidt de ulike boligtypene er spesielt sensitive overfor ulike støykilder. På bakgrunn av dette ble det kjørt egne regresjoner for hver boligtype. Felles for alle boligtypene var at støy fra veibane var signifikant til 0,01%. Derimot varierer priseffekten for de ulike boligtypene, hvor prisreduksjonen er høyest for enebolig og lavest for leilighet. Dette samsvarer dermed med tidligere funn, noe som kan forklares med at veibanestøy har flest observerte støyutsatte boliger, både generelt og blant alle boligtypene. Dette gjør også at resultatene fra homogen støymodell er mest basert på støy fra veibane, som også forklarer hvorfor funnene samsvarer.

7.2.6 Oppsummering

Drøftingen ovenfor argumenterer for at støy er et heterogent produkt og dermed avhenger av kilde. Dette kan begrunnes med at kilde har ulik plagegrad som muligens kan forklares med ulik timestrafikk, frekvens og varighet. F-testene kan derimot kun fastslå at flystøy medfører høyest verdifall, men ikke at vei- og togstøy påvirker ulikt. Dermed er det mulig at støy er kun heterogent hvis flystøy sammenlignes med annet type støy fra infrastruktur. Med andre ord bør muligens vei- og togstøy tolkes som samme type støy. Sett bort fra hypotesetesten vil både plagsomhet og støykoeffisientene foreslå at støy fra veibane fører til høyere prisreduksjon enn togstøy.

7.3 Teoretiske tilnærminger

7.3.1 Psykoakustisk tilnærming

Enhver økning på 10 dB tilsvarer en fordobling av den subjektivt, oppfattede lydstyrken. Muligens kan den menneskelige oppfattelsen av lyd forklare økningen i verdifallet utover dB. Hvis psykoakustikk alene kan forklare endringen mellom intervallene, burde enhver økning på to intervaller medføre til en fordobling i verdifallet. Dette er derimot ikke tilfelle for noen av resultatene presentert tidligere. Dette kan muligens forklares med underliggende forhold som korrelerer med dB. For eksempel kan boliger utsatt for 70 dB eller høyere utestøy være bedre isolert enn ved lavere. Under en slik antakelse svarer nødvendigvis ikke en fordobling i utestøy til en fordobling i innestøy. Dermed kan det fremdeles være at enhver fordobling i innestøyet medfører en dobling i verdifallet. En slik påstand kan derimot ikke konkluderes, grunnet manglende data for innestøy og isolasjon.

7.3.2 Økonomisk tilnærming

For å kunne forklare estimatene økonomisk tolkes de videre i lys av den hedonistiske prisfunksjonen. Teorien baseres på at alle deltakere i markedet besitter full informasjon om attributter og priser (Osland, 2001, side 3). Dermed antas det at deltakerne er bevisste overfor støy og dens negative effekt. Hvor det antas at negative effekt utover irritasjon er økt sannsynlighet for død. Økonomisk konsekvens for husholdningen kan dermed beregnes til å være økningen i sannsynligheten multiplisert med forventet fremtidig inntekt neddiskontert. Den økonomiske konsekvensen er dermed en funksjon av husholdningens tapte inntekt og neddiskonteringsrente.

Hvis det videre antas at dyrere bolig stiller høyere krav til inntekt, vil den økonomiske konsekvensen øke med boligpris; noe som kan forklare hvorfor støyeffekten bør uttrykkes i prosent. I tillegg viser deskriptiv statistikk for de ulike boligtypene at gjennomsnittlig pris for enebolig er høyest og leilighet lavest. Dette kan også begrunne hvorfor enebolig bør være mest støysensitiv og leilighet minst. Overfladisk kan støyeffekten dermed ses som en finansieringsmetode, hvor husholdningene betaler med fremtidig inntekt ved å påta seg støy i dag.

Tolkningen ovenfor er særlig teoretisk og vil i praksis ikke forventes av deltakere i markedet. Det er gjerne ikke like abstrakt å tenke at en bolig med et defekt bad bør i likevekt medføre et verdifall lik oppussingskostnaden + egeninnsats som kreves for å reparere det. Analogisk bør derfor estimatene kunne forklares med byggekostnader + egeninnsats for isolasjon som fjerner støyet. For å estimere byggekostnadene benyttes normkostnaden¹ for å oppfylle T-1442² beregnet av Statens vegvesen (2008). Normkostnaden beregnes etter følgende funksjon:

¹Normkostnaden er basert på erfaringstall fra veirelaterte prosjekter og Statistisk sentralbyrå sin middelkostnadsindeks (Statens vegvesen, 2008).

²T-1442 er retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (Statens vegvesen, 2008).

$$N_0 = 30\,000 \text{ kr} \times (L_{den} - 55),$$

hvor N_0 er kostnad per bolig.

Normkostnaden er beregnet for støyintervallene innenfor 60-75 dB. Resultatet er presentert i tabell 7.1.

Tabell 7.1: Tabellen viser normkostnad for ulike støyintervallene.

Intervall	60-65 dB	65-70 dB	70-75 dB
Nedre	75 000 kr	150 000 kr	225 000 kr
Gj. snitt	112 500 kr	187 500 kr	262 500 kr
Øvre	150 000 kr	225 000 kr	300 000 kr

Gjennomsnittlig normkostnad for de ulike støyintervallene trender svakt med støyets totaleffekt presentert i tabell 6.3 kapittel 6. Gjennomsnitt av prisreduksjonen til de ulike boligtypene samsvarer enda sterkere med normkostnaden. Hvis dette alene skulle kunne forklare støykoeffisientene, burde prisreduksjonen for leilighet være høyere og lavere for enebolig. Derimot som motargument vil støyvegger muligens redusere områdets visuelle kvalitet, som betyr at normkostnaden ikke kan forklare estimatene alene. Dessuten anser sannsynligvis deltakere i markedet støy som upåvirkelig.

7.3.3 Oppsummering

Argumentene presentert under dette delkapittelet kan gjerne virke logiske, men vil kun fungere i en teoretisk verden. I praksis vil gjerne argumentene ha betydning for støykoeffisientene hvis de forenkles til mer intuitive. Psykoakustisk tilnærming vil forenklet kunne forsvare at høyere dB bør medføre høyere verdifall. Helseskade

kan forenkles til stress og irritasjon, som enklere vil kunne forklare støyets negative nytte. Salg av støyutsatte boliger kan begrunnes med at husholdningen velger å påta seg støy for en redusert pris. Dermed kan husholdningen heller allokere midlene mot andre goder, slik at nytten maksimeres. I likevekt vil dette svare til den implisitte prisen for støy i boligmarkedet.

7.4 Usikkerhet

Det tas forbehold for at feil kan forekomme i denne undersøkelsen, særlig med tanke på at datasettet er basert på informasjon fra flere parter. Det påpekes at estimatene er kun antydninger, og ikke absolutte tall. I tillegg finnes det også mulighet for menneskelige feil, men forhåpentligvis er disse eliminert under rengjøring av datasettet. For å redusere feilmarginer er det også innhentet et stort nok datasett, slik at eventuelle feil ikke kan gi store utslag.

7.4.1 Kausalitet

Et annet usikkerhetsmoment er at estimatene ikke nødvendigvis beskriver kausale forhold. Støyestimatene er i bunn og grunn basert på en gjennomsnittlig sammenheng/korrelasjon mellom støy og relativt lave boligpriser. Beskrivelse av sammenheng innebærer usikkerhet for hvorvidt støy er en direkte årsak til prisreduksjon. For eksempel inneholder ikke datasettet endring i støy utover tid, noe som kan gjøre det mulig å undersøke om støy er kontinuerlig priset i markedet til enhver tid. Dermed er det også vanskelig å omtale hvorvidt støyutsatte boligområder er generelt priset lavt helt siden boligene ble lansert for første gang. Dette vil være enklere å undersøke når Miljødirektoratet foretar en ny estimering av støy. Bakgrunnen for hvorfor estimatene ikke nødvendigvis svarer for kausalitet kan også begrunnes med at det sannsynligvis foreligger andre faktorer som oppstår sammen

med støy. Med andre ord er støyestimatene sannsynligvis ikke alene basert på støy. For eksempel kan høyt trafikkerte veier oppleves som farlige, men også redusere områdets visuelle kvalitet hvor høy trafikk også leder til høyt støynivå.

Drøftingen i dette kapitlet tar helhetlig for seg argumenter som muligens kan forklare støykoeffisientenes fortegn, størrelse og relativt til hverandre. Ikke minst er formålet med dette kapitlet å drøfte hvorvidt støy er en direkte årsak til prisreduksjon. Gjennomsnittlig plagegrad vil eksempelvis forsvare hvorfor støykilder bør føre til ulik prisreduksjon. Felles for alle støykilder øker plagsomheten logisk nok utover dB, noe som forsvarer økt verdifall for høyere dB. I tillegg er støykoeffisientene basert på estimert, systematisk støy ved boligens fasade, og dermed ikke enkelte tilfeller. Dermed vil både drøftingen og støykoeffisientene argumentere for at et kausalt forhold foreligger. På bakgrunn av dette kan resultatene også tolkes som antydning på kausalitet.

7.4.2 Andre begrensninger

Det er også usikkerhet med hensyn til hvorvidt utarbeidet modell er kompatibel utenfor dens tidsintervall. Usikkerheten kan begrunnes med at kjøretøy endres med tiden. Nyere teknologi kan for eksempel redusere støyets frekvens og plagsomhet. Muligens vil også økt boligtetthet og trafikk etter hvert føre til høyere toleranse for støy. Vi foreslår derfor at støyeffekten muligens også er en funksjon av tid, noe som ikke er tatt hensyn til i denne forskningen.

Konklusjon

8.1 Hvordan påvirker støy fra infrastruktur boligpriser på Nord-Jæren?

Resultatet viser at støy er allment akseptert i markedet som et negativt boligattributt. Med andre ord kan det bekreftes at støy generelt fra infrastruktur har en negativ effekt for boligpriser på Nord-Jæren. Hvordan støy påvirker boligpriser besvares ved å studere hva som avgjør støyets priseffekt. Basert på funnene i denne undersøkelsen kan støyets priseffekt uttrykkes som følgende funksjon:

Støyets priseffekt = Boligpris, støynivå, boligtype, støykilde, tilgang og alder

Boligpris: ettersom priseffekten er uttrykket i prosent, vil boligprisen avgjøre størrelsen i kroner.

Støynivået: støyets negative priseffekt er antatt å øke eksponentielt utover dB.

Boligtype: hvis boligen er enebolig eller småhus, økes den negative priseffekten ytterligere, sammenlignet med leilighet.

Støykilde: støyeffekten varierer for ulike støykilder, hvor flystøy fører til høyest

prisreduksjon og togstøy lavest.

Tilgang: nærhet til buss- og togstopp påvirker boligprisen positivt og kompenserer dermed for støyet.

Alder: økning i alder reduserer støyet negative priseffekt.

Hvordan støy påvirker boligprisene avhenger dermed av variablene beskrevet ovenfor. Variablene er ikke bare forventet å påvirke støyet direkte, men også indirekte ved å endre boligprisen. Funksjonen er også illustrert grafisk i figur 8.1.



Figur 8.1: Faktorer som avgjør støyetts priseffekt, egen illustrasjon.

Funnene i denne undersøkelsen har blitt avdekket ved bruk av den hedonistiske prisfunksjonen. For anvendelse ble den statistiske metoden MKM (eng.: OLS) benyttet til å estimere boligattributtene. Denne fremgangsmåten innebærer at konklusjonen i denne undersøkelsen er basert på sammenheng og er derfor kun en antydning på kausalitet.

8.2 Videre forskning

For videre forskning foreslår vi å utvide modellen ved å benytte støyestimer for L_{day} , $L_{evening}$ og L_{night} ovenfor L_{den} . Dette begrunnes med at vektingen av støy i L_{den} ikke nødvendigvis er anerkjent i boligmarkedet. Bruk av ikke forhåndsvektet støyestimer kan derfor være en løsning for å oppnå mer treffsikre koeffisienter. I tillegg kan forholdet mellom koeffisientene kunne utfordre eksisterende vekting av støy i L_{den} . Ut ifra boligmarkedet bør muligens vekting av støy gjøres etter følgende forhold:

$$\frac{\beta_{L_{evening}}}{\beta_{L_{day}}} = W_{evening} \quad \frac{\beta_{L_{night}}}{\beta_{L_{day}}} = W_{night}$$

Annet forslag er å innhente støyestimer kalkulert for ulike årstall. Dette vil gjøre det mulig å undersøke hvorvidt støyets prisseffekt endres over tid, som kan begrunnes med endring i teknologi og toleranse. I tillegg kan slik data benyttes til å studere hvorvidt støy prises kontinuerlig i markedet.

Bibliografi

- Andersson, H., Jonsson, L. & Ögren, M. (2008). Property Prices and Exposure to Multiple Noise Sources: Hedonic Regression with Road and Railway Noise. Hentet fra <http://idei.fr/sites/default/files/medias/doc/by/andersson/property.pdf>
- AVINOR. (2014). *Handlingsplan mot fly- og helikopterstøy Stavanger lufthavn Sola 2011 - 2020*. (E02). Hentet fra <https://avinor.no/globalassets/stavanger-lufthavn/miljo-og-lokalsamfunn/helikopterstoy---enzv-2011-2020.pdf>
- Bartholdsen, T. (2013, 15. januar). Beliggenhet, beliggenhet! Hentet fra <http://www.forbrukerradet.no/vi-mener/beliggenhet-beliggenhet-beliggenhet/>
- Berit Grue, Jomar L Langeland & Odd I Larsen. (1997). *Boligpriser (1997): Effekter av veitrafikkbelastning og lokalisering*. (TØI rapport 351/1997). Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=5046>
- Bjørn-Egil Mikalsen. (2016, 10. mai). Ny landsomfattende rapport: Sterke boligpriser i september. *Dagens Næringsliv*. Hentet fra <http://www.dn.no/privat/eiendom/2016/10/05/1101/Boligkjop/ny-landsomfattende-rapport-sterke-boligpriser-i-september>
- Brønnøysundregistrene. (2017, 29. desember). Næringskoder. Hentet fra <https://www.brreg.no/bedrift/naeringskoder/>

BIBLIOGRAFI

- Direktoratet for byggkvalitet. (2017, 13. februar). Byggteknisk forskrift (TEK 10). Hentet fra <https://dibk.no/byggeregler/tek/>
- DNB Eiendom. (2013, 3. juni). Ulike eierformer - hva betyr det for deg som kjøper? Hentet fra <http://www.dnbeiendom.no/altombolig/jus/kjop-og-salg/ulike-eierformer/>
- Engelien, E., Steinnes, M. & Haagensen, T. (2013). Flere støyutsatte. *Statistisk sentralbyrå*. Hentet fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/flere-stoyutsatte>
- Øksenholt, K. V., Tønnesen, A. & Tennøy, A. (2016). *Hvordan utforme selvforsynte boligsatellitter med lav bilavhengighet?* (TØI rapport 1530/2016). Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=44339>
- Aasvang, G. M. (2012). *Helsebelastning som skyldes veitrafikkstøy i Norge*. Hentet fra <https://www.fhi.no/globalassets/migrering/dokumenter/pdf/helsebelastning-som-skyldes-veitrafikkstoy-i-norge-pdf.pdf>
- Finn.no. (2017, 21. februar). FINN kart - en ledende norsk karttjeneste. Hentet fra <https://kart.finn.no/>
- Forurensningsloven. (1983). *Lov om vern mot forurensninger og om avfall*. Hentet fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6#KAPITTEL_2
- Forus. (2017, 2. juli). Om Forus. Hentet fra <http://www.forus.no/om-forus/>
- Forusvisjonen. (2017, 2. juli). Forusvisjonen. Hentet fra <http://forusvisjonen.no/forusvisjonen/>
- Gelfand, S. A. (2011). *Essentials of Audiology*. New York: Thieme.
- HamsterMap. (2017, 21. februar). All-in-one Mapping: Turn your addresses to coordinates and map! Hentet fra <http://hamstermap.com/geocoder.html>
- Haab, T. C. & Whitehead, J. C. (2014). *Environmental and natural resource economics: an encyclopedia*. USA: Greenwood.

BIBLIOGRAFI

- Holz, K. & Engeliën, E. (2016). Flere nordmenn utsatt for støy. *Statistisk sentralbyrå*. Hentet fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/flere-nordmenn-utsatt-for-stoy>
- Husbanken, (2013, 18. januar). Begreper og definisjoner. Hentet fra <https://husbanken.no/byggeskikk/vertoy/den-gode-bebyggelsesplanen/bebyggelse-og-tetthet/typologier-og-boligtyper/begreper-og-definisjoner/>
- Hveem, D. J. (2013). *Personlig økonomi 2013/2014*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Jacobsen, D. I. (2016). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Jørgensen, T. (2013, 24. september). *Støyberegning etter Nordisk beregningsmetode*. Hentet fra <http://www.ir.hiof.no/~tj/Vegplanlegging10/Modul-8/8-1St%C3%B8y.pdf>
- Levy, F. & Moen, B. (2017). Støy. *Store norske leksikon*. Hentet fra <http://sml.snl.no/st%C3%B8y>
- Li, J. & Brown, M. (1980). Micro-Neighborhood Externalities and Hedonic Housing Prices. *University of Wisconsin Press*, 56(2), 125–141. doi:10.2307/3145857
- Ling, D. & Archer, W. (2012). *Real Estate Principles: A Value Approach: Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Marschhäuser, S. H. (2016, 6. februar). Hvordan bor nordmenn, egentlig? *Aftenposten*. Hentet 14. mai 2017, fra <http://www.aftenposten.no/article/riks-8534b.html>
- Mead, M. N. (2007). Noise Pollution: The Sound Behind Heart Effects. *Environmental Health Perspectives*, 115(11). Hentet fra <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2072857/>

BIBLIOGRAFI

- Miljødirektoratet. (2014, 22. oktober). Beregning av ekvivalent støynivå i Lden. Hentet fra <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tjenester-og-verktoy/Beregningsverktoy/Beregning-av-ekvivalent-stoyniva-i-Lden/>
- Miljødirektoratet. (2016a, 6. mars). Støy fra flytrafikk. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/stoy-fra-flytrafikk/>
- Miljødirektoratet. (2016b, 6. februar). Støy fra jernbane. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/stoy-fra-jernbane/>
- Miljødirektoratet. (2016c, 6. februar). Støy fra veitrafikk. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/stoy-fra-veitrafikk/>
- Miljødirektoratet. (2016d, 6. mars). Støy i Stavanger og nabokommuner. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/stoy-i-store-byomrader/stoy-i-stavanger-og-nabokommuner/>
- Miljødirektoratet. (2016e, 6. januar). Støyplageindeks. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/lyd-og-stoy/stoyplageindeks/>
- Miljødirektoratet. (2017a, 5. november). Desibelskalaen. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/lyd-og-stoy/desibelskalaen>
- Miljødirektoratet. (2017b, 24. februar). Kartlegging av støy. Hentet fra <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/Stoy/Kartlegging-av-stoy/>
- Miljødirektoratet. (2017c, 26. januar). Støy. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/>
- Nelson, J. P. (1982). Highway Noise and Property Values. *University of Bath*, 16(2), 117–138. Hentet fra <http://www.jstor.org/stable/20052641>
- Nelson, J. P. (2007). Hedonic Property Value Studies of Transportation Noise: Aircraft and Road Traffic. *University of Bath and The London School of Economics and Political Science*. Hentet fra http://eares.ulb.ac.be/earesdocuments/ws/airport/nelson_HEDONIC.pdf

BIBLIOGRAFI

- Norsk forening mot støy. (2017, 1. juni). Hva betyr dBA, SPI, GP osv.? Hentet fra <http://www.stoyforeningen.no/Fakta/Hva-betyr-dBA-SPI-GP-osv>.
- NSB. (2017, 3. mars). Rutetider. Hentet fra <https://www.nsb.no/rutetider>
- OpenStreetMap. (2017). *Wikipedia*. Hentet fra <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=OpenStreetMap&oldid=767045498>
- Osland, L. (2001). Den hedonistiske metoden og estimering av attributtpriser. *Norsk økonomisk tidsskrift*, 115(1), 1–22. Hentet fra <http://samfunnsokonomene.no/wp-content/uploads/2010/01/01.-Osland-s.-1-22.pdf>
- Overpass Turbo. (2017, 3. februar). Overpass turbo. Hentet fra <http://overpass-turbo.eu/>
- Proff forvalt. (2017, 22. februar). Kilder - Statistisk sentralbyrå. Hentet fra <https://www.forvalt.no/om/kilde/>
- QGIS. (2016). *Wikipedia*. Hentet fra <https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=QGIS&oldid=16901309>
- Smartepenger. (2016, 6. desember). Boligareal - definisjoner. Hentet fra <http://www.smartepenger.no/boligokonomi/446-hvor-stor-er-boligen>
- Standard Norge. (2012). *Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper*. Oslo: Standard Norge.
- Standard Norge. (2016, 2. september). Lydklasser. Hentet 13. februar 2017, fra <https://www.standard.no/fagomrader/bygg-anlegg-og-eiendom/akustikk-og-stoy/lydklasser/>
- Statens vegvesen. (2008). *Ambisjonsnivåmetoden*. (UTB rapport 2007/17). Hentet fra http://www.vegvesen.no/_attachment/60659/binary/377553
- Statistisk sentralbyrå. (2008, 7. januar). Næringsstandard og næringskoder. Hentet fra <http://stabas.ssb.no/virksomheter-foretak-og-regnskap/naeringsstandard-og-naeringskoder>

BIBLIOGRAFI

- Statistisk sentralbyrå. (2011). Jernbanetransport. Hentet fra <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/Define.asp?subjectcode=&ProductId=&MainTable=JernbPersFraTil&nvl=&PLanguage=0&nyTmpVar=true&CMSSubjectArea=transport-og-reiseliv&KortNavnWeb=jernbane&StatVariant=&checked=true>
- Statistisk sentralbyrå. (2015, 18. juni). Kart og geodata fra SSB. Hentet fra <http://www.ssb.no/natur-og-miljo/geodata>
- Statistisk sentralbyrå. (2016a). Antall personer eksponert for ulike støynivåer for den enkelte kilde . Hele landet. 1999, 2005, 2011 og 2014. Hentet fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/flere-nordmenn-utsatt-for-stoy?tabell=286354>
- Statistisk sentralbyrå. (2016b). Familier og husholdninger, 1. januar 2016. Hentet fra <http://www.ssb.no/befolkning/statistikker/familie/aar/2016-10-28>
- Statistisk sentralbyrå. (2016c). Lufttransport. Hentet fra <https://www.ssb.no/statistikkbanken/SelectVarVal/Define.asp?MainTable=LufttranspoFlybeveg2&KortNavnWeb=flytrafikk&PLanguage=0&checked=true>
- Statistisk sentralbyrå. (2016d). Registrerte kjøretøy. Hentet fra <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/Define.asp?subjectcode=&ProductId=&MainTable=Bilbestand&nvl=&PLanguage=0&nyTmpVar=true&CMSSubjectArea=transport-og-reiseliv&KortNavnWeb=bilreg&StatVariant=&checked=true>
- Statistisk sentralbyrå. (2017a). Folkemengde og befolkningsendringer, 1. januar 2016. Hentet fra <http://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkemengde/aar-per-1-januar/2016-02-19?fane=tabell&sort=nummer&tabell=256001>
- Statistisk sentralbyrå. (2017b). Prisindeks for brukte boliger. Hentet fra <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/Define.asp?subjectcode=&ProductId=&MainTable=NyBoligindeks3&nvl=&PLanguage=0&nyTmpVar=true&>

BIBLIOGRAFI

CMSSubjectArea=priser-og-prisindekser&KortNavnWeb=bpi&StatVariant=&checked=true

Thorsnæs, G. (2017a). Forus. *Store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/Forus>

Thorsnæs, G. (2017b). Jæren. *Store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/J%C3%A6ren>

Weinhold, D. (2013). The happiness-reducing costs of noise pollution. *Journal of Regional Science*, 53(2), 292–303. Hentet fra <http://EconPapers.repec.org/RePEc:bla:jregsc:v:53:y:2013:i:2:p:292-303>

Wooldridge, J. M. (2014). *Introduction to Econometrics*. Canada: CENGAGE Learning.

World Geodetic System. (2016). *Wikipedia*. Hentet fra https://no.wikipedia.org/w/index.php?title=World_Geodetic_System&oldid=16688379

Errata

Ved publikasjon er følgende kilder dessverre ikke lengre tilgjengelig under angitt nettside:

Miljødirektoratet. (2016a, 6. mars). Støy fra flytrafikk. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/stoy-fra-flytrafikk/>

Miljødirektoratet. (2016b, 6. februar). Støy fra jernbane. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/stoy-fra-jernbane/>

Miljødirektoratet. (2016d, 6. mars). Støy i Stavanger og nabokommuner. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/stoy/stoy-i-store-byomrader/stoy-i-stavanger-og-nabokommuner/>

Appendiks

Appendiks A

Motorvei	Kystlinje
<pre>Overpass turbo: /* This has been generated by the overpass-turbo wizard. The original search was: "highway= trunk_link" */ [out:json][timeout:25]; // gather results area [name="Stavanger"]; (// query part for: "highway=trunk_link" node(area)["highway"="trunk_link"]{{{bbox}}}; way["highway"="trunk_link"]{{{bbox}}}; relation["highway"="trunk_link"]{{{bbox}}}; node(area)["highway"="motorway_link"]{{{bbox}}}; way["highway"="motorway_link"]{{{bbox}}}; relation["highway"="motorway_link"]{{{bbox}}};); // print results out body; >; out skel qt;</pre>	<pre>Overpass turbo: /* This has been generated by the overpass-turbo wizard. The original search was: "natural=coastline" */ [out:json][timeout:25]; // gather results (// query part for: "natural=coastline" node["natural"="coastline"]{{{bbox}}}; way["natural"="coastline"]{{{bbox}}}; relation["natural"="coastline"]{{{bbox}}};); // print results out body; >; out skel qt;</pre>

Figur 8.2: Koding brukt for å innhente motorvei og kystlinje i Overpass Turbo. For motorvei endres Stavanger til ønsket område.

Appendiks B

Tabell 8.1: Beskrivelse av alle variabler

Navn	Beskrivelse	Forventet effekt
Salgspris	Salgspris inkludert fellesgjeld	
Egenskaper mm.		
P_rom	Primær rom (m ²)	+
Annet_inneareal	BTA fratrukket p-rom (m ²)	+
Eierform	Bolig er selveier	+
Enebolig	Bolig er enebolig	+
Smaahus	Bolig er småhus	–
Alder	Alder til bolig (registrert dato - byggeår)	–
Tilgjengelighet		
D_Sandnes_sentrum	Distanse til Sandnes sentrum (m)	–
D_Stvg_sentrum	Distanse til Stavanger sentrum (m)	–
D_butikk	Distanse til nærmeste dagligvarebutikk (m)	–
D_busstopp	Distanse til nærmeste busstopp (m)	–
D_tog	Distanse til nærmeste togstasjon (m)	–
D_barnehage	Distanse til nærmeste barnehage (m)	–
D_skole	Distanse til nærmeste grunnskole (m)	–
D_kystlinje	Distanse til nærmeste kystlinje (m)	–
Støy		
Stoy_60_s	Sum støy er mellom 60–65 dB	–
Stoy_65_s	Sum støy er mellom 65–70 dB	–
Stoy_70_s	Sum støy er mellom 70–75 dB	–
Stoy_75_s	Sum støy er lik eller over 75 dB	–

Fortsetter på neste side

Tabell 8.1 - Fortsettelse fra forrige side

Navn	Beskrivelse	Forventet effekt
Stoy_nivaa_V_ut50	Veibanestøy med verdi 0–5 [†]	–
Stoy_nivaa_T_ut50	Jernbanestøy med verdi 0–4 [†]	–
Stoy_nivaa_F_ut50	Flystøy med verdi 0–3 [†]	–
SE_60	Enebolig og støy ^{††}	–
SS_60	Småhus og støy [‡]	–
Salder_60	Alder og støy ^{‡‡}	–
Trend og sesongjustering		
2009	Solgt i 2009	+
2010	Solgt i 2010	+
2011	Solgt i 2011	+
2012	Solgt i 2012	–
2013	Solgt i 2013	+
K2	Solgt i kvartal 2	+
K3	Solgt i kvartal 3	–
K4	Solgt i kvartal 4	+
Geografi		
Sola	Boligen er på Sola	–
Stavanger	Boligen er i Stavanger	+
[†] : 1 = 55–60 dB, 2 = 60–65 dB, 3 = 65–70 dB, 4 = 70–75 dB og 5 = dB > 75 ^{††} : Koding av SE_60: $Enebolig \times (stoy_{60} + stoy_{65} + stoy_{70} + stoy_{75})$ [‡] : Koding av SS_60: $Smaahus \times (stoy_{60} + stoy_{65} + stoy_{70} + stoy_{75})$ ^{‡‡} : Koding av salder_60: $Alder \times (stoy_{60} + stoy_{65} + stoy_{70} + stoy_{75})$		
Referansemodellen er borettslag, leilighet, ingen støy, solgt i 2008, kvartal 1 og i Sandnes.		

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Totalpris	22244	3360847	1383842	650000	1.95e+07
Kvadratrot~s	22244	1799.536	350.0302	806.2258	4415.88
Ln_totalpris	22244	14.95478	.3749095	13.38473	16.78593
Ln_p_rom	22244	4.571889	.519729	2.890372	6.126869
Annet_inne~l	22244	23.61369	24.74808	0	438
Eierfor	22244	.7880327	.408711	0	1
Enebolig	22244	.2635317	.4405582	0	1
Smaahus	22244	.2800755	.449046	0	1
Alder	22244	36.61671	33.51377	0	258
D_Sandnes_~m	22244	11559.41	6117.01	1	23379
D_Stvg_sen~m	22244	8366.84	7423.174	1	41272
Ln_D_butikk	22244	6.246742	.9519084	0	9.418573
D_busstopp	22244	587.5265	941.9721	1	15669
Ln_D_tog	22244	7.923689	.9312545	1.791759	10.11828
Ln_D_barne~e	22244	6.225975	.8553103	0	9.392495
Ln_D_skole	22244	6.51355	.7720321	.6931472	10.24206
Ln_D_kystl~e	22244	6.392893	1.148258	1.386294	9.140883
Stoy_60_S	22244	.0852365	.2792395	0	1
Stoy_65_S	22244	.0472487	.2121751	0	1
Stoy_70_S	22244	.0133519	.1147791	0	1
Stoy_75_S	22244	.0014835	.0384891	0	1
SE_60	22244	.0302104	.1711696	0	1
SS_60	22244	.0360547	.1864304	0	1
Salder_60	22244	6.15339	20.98357	0	258
Y_2009	22244	.1608524	.367403	0	1
Y_2010	22244	.1700683	.3757013	0	1
Y_2011	22244	.1704729	.3760562	0	1
Y_2012	22244	.1825211	.3862821	0	1
Y_2013	22244	.1723161	.3776635	0	1
K2	22244	.3017443	.4590252	0	1
K3	22244	.2335012	.4230679	0	1
K4	22244	.2194749	.4139002	0	1
Sola	22244	.0814152	.2734779	0	1
Stavanger	22244	.6252473	.4840699	0	1

Figur 8.3: Deskriptiv statistikk av alle inkluderte variabler.

Variable	VIF	1/VIF	Variable	VIF	1/VIF
Stavanger	4.33	0.230746	Stavanger	4.36	0.229604
D_Stvg_sen~m	3.97	0.252027	D_Stvg_sen~m	3.97	0.251817
D_Sandnes_~m	3.25	0.307480	D_Sandnes_~m	3.28	0.304429
Enebolig	3.22	0.310860	Enebolig	3.04	0.329418
Salder_60	2.89	0.346467	Ln_p_rom	2.63	0.380219
Ln_p_rom	2.63	0.380020	Ln_D_tog	2.28	0.438019
Ln_D_tog	2.26	0.441526	Sola	1.88	0.531672
Smaahus	2.04	0.490786	Y_2012	1.87	0.535607
Stoy_60_S	1.90	0.526160	Smaahus	1.84	0.542863
Y_2012	1.87	0.535499	Y_2013	1.83	0.546273
Y_2013	1.83	0.546195	Y_2011	1.82	0.548034
SS_60	1.83	0.547152	Y_2010	1.82	0.548487
Y_2011	1.83	0.547932	Y_2009	1.79	0.559204
Y_2010	1.82	0.548238	Annet_inne~l	1.66	0.604226
Y_2009	1.79	0.559196	K2	1.56	0.640880
Stoy_65_S	1.78	0.560894	K3	1.50	0.667211
Alder	1.72	0.580763	K4	1.48	0.673403
SE_60	1.66	0.602582	Alder	1.44	0.696638
Annet_inne~l	1.66	0.603949	Ln_D_butikk	1.43	0.698461
Sola	1.62	0.619127	Ln_D_skole	1.41	0.707922
K2	1.56	0.640620	Ln_D_kystl~e	1.30	0.770203
K3	1.50	0.667083	Stoy_~F_ut50	1.28	0.782111
K4	1.49	0.673130	Eierfor	1.24	0.805318
Ln_D_butikk	1.43	0.700809	Ln_D_barne~e	1.21	0.827443
Ln_D_skole	1.41	0.707558	D_busstopp	1.14	0.879582
Ln_D_kystl~e	1.30	0.768510	Stoy_~V_ut50	1.08	0.926891
Eierfor	1.25	0.799649	Stoy_~T_ut50	1.04	0.965607
Stoy_70_S	1.22	0.817341			
Ln_D_barne~e	1.20	0.832070	Mean VIF	1.90	
D_busstopp	1.14	0.879600			
Stoy_75_S	1.02	0.980534			
Mean VIF	1.95				

Figur 8.4: Fullstendig oversikt over variablenes kalkulerede VIF. Høyre tabell er for homogen støymodell, venstre tabell for heterogen støymodell.

	Totalp-s	Ln_p_rom	Annet_-l	Eierfor	Enebolig	Smaahus	Alder	D_Sand-m	D_Stvg-m	Ln_D_b-k	D_buss-p	Ln_D_tog
Totalpris	1.0000											
Ln_p_rom	0.7512	1.0000										
Annet_inne-l	0.5022	0.5857	1.0000									
Eierfor	0.2659	0.2560	0.2247	1.0000								
Enebolig	0.5542	0.6231	0.4866	0.2668	1.0000							
Smaahus	-0.0271	0.1456	0.0613	0.1091	-0.3731	1.0000						
Alder	-0.0268	0.0580	0.1862	0.1186	0.0805	0.1596	1.0000					
D_Sandnes_m	0.0485	-0.0075	0.0044	-0.0099	-0.0305	0.0871	0.2442	1.0000				
D_Stvg_sen-m	-0.0145	0.1610	0.0484	0.0216	0.1838	-0.0730	-0.3764	-0.6183	1.0000			
Ln_D_butikk	0.2057	0.2517	0.1320	0.0083	0.2079	0.0084	-0.2406	-0.1058	0.2993	1.0000		
D_busstopp	0.0925	0.1196	0.0576	0.0065	0.1200	-0.0226	-0.0845	0.0166	0.0946	0.1716	1.0000	
Ln_D_tog	0.0757	0.1700	0.0593	-0.0685	0.1596	0.0198	-0.2627	0.2317	0.3135	0.3466	0.0198	1.0000
Ln_D_barne-e	0.0666	0.0402	0.0409	0.0941	0.0676	-0.0587	-0.1071	-0.1004	0.1210	0.1910	0.1163	-0.0123
Ln_D_skole	0.0808	0.0759	0.0209	0.0059	0.1139	-0.0587	-0.2190	-0.2355	0.3078	0.3169	0.2443	0.0910
Ln_D_kystl-e	0.0288	0.1732	0.0874	-0.0485	0.0856	0.0888	-0.1138	-0.3179	0.3175	0.1919	0.0480	0.1304
Stoy_60_S	-0.0558	-0.0749	-0.0295	0.0275	-0.0357	-0.0380	-0.0024	-0.0442	-0.0147	-0.0660	-0.0409	-0.0495
Stoy_65_S	-0.0590	-0.0670	-0.0051	0.0600	-0.0240	0.0008	0.0862	-0.0061	-0.0593	-0.0782	-0.0561	-0.0533
Stoy_70_S	-0.0541	-0.0623	-0.0125	0.0488	-0.0314	-0.0045	0.0471	0.0072	-0.0494	-0.0458	-0.0174	-0.0796
Stoy_75_S	-0.0344	-0.0477	-0.0220	0.0057	-0.0231	-0.0162	-0.0102	0.0185	-0.0396	-0.0109	-0.0139	-0.0478
Stoy_V_ut50	-0.1266	-0.1622	-0.0535	0.0657	-0.0867	-0.0367	0.0863	-0.0123	-0.1161	-0.1593	-0.0892	-0.1399
Stoy_T_ut50	-0.0089	-0.0068	-0.0065	0.0256	-0.0021	-0.0095	-0.0440	-0.1074	0.0734	0.0277	0.0190	-0.1000
Stoy_F_ut50	0.0123	0.0025	0.0231	0.0686	0.0369	-0.0539	-0.0420	-0.0753	0.0762	0.0155	-0.0113	0.1662
SE_60	0.1160	0.1612	0.1592	0.0883	0.2951	-0.1101	0.0923	-0.0408	0.0191	0.0124	-0.0069	-0.0071
SS_60	-0.0398	0.0233	0.0437	0.0384	-0.1157	0.3101	0.1313	0.0286	-0.0814	-0.0521	-0.0245	-0.0566
Salder_60	-0.0665	-0.0443	0.0469	0.0789	0.0015	0.0442	0.3595	0.0498	-0.1384	-0.1175	-0.0584	-0.1256
Y_2009	-0.1710	0.0094	0.0209	0.0217	0.0145	0.0019	-0.0141	-0.0036	0.0034	0.0030	-0.0007	0.0043
Y_2010	-0.0513	0.0036	0.0129	-0.0100	0.0030	-0.0143	-0.0014	-0.0085	-0.0022	-0.0080	0.0009	-0.0120
Y_2011	0.0426	-0.0152	-0.0118	-0.0173	-0.0080	-0.0029	0.0059	0.0129	-0.0068	-0.0000	-0.0033	-0.0021
Y_2012	0.1338	-0.0165	-0.0149	-0.0141	-0.0087	-0.0197	0.0101	-0.0121	0.0122	-0.0047	0.0057	-0.0026
Y_2013	0.1735	0.0047	-0.0093	-0.0188	-0.0057	0.0131	0.0115	-0.0003	0.0093	0.0084	0.0094	0.0138
K2	0.0202	0.0260	0.0111	0.0064	0.0183	0.0138	0.0060	0.0068	-0.0020	0.0117	0.0067	-0.0026
K3	-0.0064	-0.0166	0.0022	-0.0042	-0.0026	-0.0106	0.0096	-0.0008	0.0002	-0.0011	0.0078	-0.0002
K4	0.0101	-0.0034	0.0073	-0.0006	-0.0001	-0.0102	-0.0006	-0.0015	0.0005	-0.0014	-0.0058	0.0056
Sola	0.0815	0.0830	0.0539	0.1009	0.1141	-0.0711	-0.1448	-0.0546	0.1539	0.0969	0.0655	0.3539
Stavanger	0.0319	-0.1261	-0.0585	-0.0798	-0.1716	0.0992	0.2889	0.6924	-0.7752	-0.1828	-0.1088	-0.1441
	Ln_D_b-e	Ln_D_s-e	Ln_D_k-e	Sto-60_S	Sto-65_S	Sto-70_S	Sto-75_S	S-V_ut50	S-T_ut50	S-F_ut50	SE_60	SS_60
Ln_D_barne-e	1.0000											
Ln_D_skole	0.3471	1.0000										
Ln_D_kystl-e	-0.0213	-0.0081	1.0000									
Stoy_60_S	0.0159	0.0063	0.0043	1.0000								
Stoy_65_S	0.0433	0.0037	-0.0670	-0.0680	1.0000							
Stoy_70_S	0.0050	-0.0191	-0.0238	-0.0355	-0.0259	1.0000						
Stoy_75_S	0.0145	-0.0370	0.0164	-0.0118	-0.0086	-0.0045	1.0000					
Stoy_V_ut50	0.0222	-0.0215	-0.0645	0.4252	0.5683	0.4414	0.1903	1.0000				
Stoy_T_ut50	0.1056	0.0600	-0.0135	0.1232	0.1835	0.0171	-0.0044	-0.0068	1.0000			
Stoy_F_ut50	0.0497	0.0189	0.0643	0.2194	0.0029	0.0017	-0.0057	0.0053	-0.0169	1.0000		
SE_60	0.0300	0.0250	0.0058	0.3242	0.2417	0.0779	-0.0068	0.3316	0.1195	0.0970	1.0000	
SS_60	0.0314	-0.0139	0.0176	0.3080	0.2934	0.1414	0.0113	0.4069	0.1071	-0.0018	-0.0341	1.0000
Salder_60	0.0050	-0.0275	-0.0631	0.4394	0.4610	0.2441	0.0397	0.6503	0.0790	0.0522	0.4036	0.4904
Y_2009	0.0004	0.0049	-0.0028	-0.0083	-0.0018	0.0045	0.0022	-0.0083	-0.0010	0.0187	0.0057	-0.0020
Y_2010	0.0070	-0.0026	-0.0021	0.0097	0.0052	0.0068	0.0074	0.0164	0.0045	-0.0033	-0.0009	0.0164
Y_2011	-0.0022	-0.0019	-0.0027	0.0042	-0.0091	-0.0048	0.0043	-0.0015	0.0044	-0.0075	-0.0067	0.0027
Y_2012	-0.0023	0.0005	0.0054	-0.0021	-0.0032	0.0120	-0.0061	0.0050	-0.0026	-0.0102	-0.0100	-0.0133
Y_2013	0.0025	0.0047	0.0128	-0.0041	0.0039	-0.0209	-0.0052	-0.0156	-0.0015	0.0045	0.0001	-0.0059
K2	-0.0039	0.0008	0.0002	-0.0099	-0.0245	0.0029	-0.0075	-0.0198	-0.0019	-0.0067	0.0001	-0.0079
K3	-0.0043	-0.0006	-0.0010	0.0077	0.0073	0.0043	-0.0047	0.0026	0.0012	0.0037	0.0075	0.0027
K4	0.0168	0.0004	-0.0029	0.0007	0.0119	0.0008	-0.0035	0.0059	0.0024	0.0077	-0.0003	-0.0012
Sola	0.0252	0.1173	0.1552	0.0604	-0.0415	-0.0089	-0.0115	-0.0581	-0.0341	0.4420	0.0445	-0.0399
Stavanger	-0.1679	-0.2846	-0.3581	-0.0234	0.0485	0.0318	0.0298	0.0709	-0.0855	-0.1607	-0.0538	0.0635
	Salde~60	Y_2009	Y_2010	Y_2011	Y_2012	Y_2013	K2	K3	K4	Sola	Stavan-r	
Salder_60	1.0000											
Y_2009	-0.0042	1.0000										
Y_2010	0.0026	-0.1982	1.0000									
Y_2011	-0.0025	-0.1985	-0.2052	1.0000								
Y_2012	0.0016	-0.2069	-0.2139	-0.2142	1.0000							
Y_2013	0.0009	-0.1998	-0.2065	-0.2068	-0.2156	1.0000						
K2	-0.0133	-0.0303	-0.0035	-0.0144	-0.0036	0.0110	1.0000					
K3	0.0070	0.0114	0.0033	0.0002	-0.0074	-0.0020	-0.3628	1.0000				
K4	0.0135	0.0271	0.0204	0.0144	-0.0048	0.0005	-0.3486	-0.2927	1.0000			
Sola	-0.0270	0.0079	-0.0127	0.0054	-0.0032	0.0130	-0.0106	0.0067	0.0074	1.0000		
Stavanger	0.0895	-0.0038	0.0039	0.0032	-0.0112	-0.0115	0.0090	-0.0023	-0.0068	-0.3845	1.0000	

Figur 8.5: Korrelasjonsmatrise. Kalkulert korrelasjon imellom variablene.

Source	SS	df	MS			
Model	3.2246e+16	31	1.0402e+15	Number of obs = 22244		
Residual	1.0349e+16	22212	4.6594e+11	F(31, 22212) = 2232.47		
Total	4.2596e+16	22243	1.9150e+12	Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.7570		
				Adj R-squared = 0.7567		
				Root MSE = 6.8e+05		

Totalpris	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Intervall]
Ln_p_rom	1835143	14285.28	128.46	0.000	1807143 1863143
Annet_inneareal	5430.861	237.9729	22.82	0.000	4964.417 5897.305
Eierfor	314644.1	12522.85	25.13	0.000	290098.4 339189.8
Enebolig	305952.6	18633.03	16.42	0.000	269430.5 342474.7
Smaahus	-251963.3	14548.96	-17.32	0.000	-280480.3 -223446.3
Alder	-7086.805	179.2035	-39.55	0.000	-7438.056 -6735.553
D_Sandnes_sentrum	-25.51022	1.34934	-18.91	0.000	-28.15502 -22.86541
D_Stvg_sentrum	-27.53839	1.228162	-22.42	0.000	-29.94568 -25.13111
Ln_D_butikk	39907.74	5743.465	6.95	0.000	28650.14 51165.33
D_busstopp	-10.77272	5.180699	-2.08	0.038	-20.92725 -.6181806
Ln_D_tog	-48462.01	7396.434	-6.55	0.000	-62959.54 -33964.48
Ln_D_barnehage	33752.29	5866.315	5.75	0.000	22253.9 45250.68
Ln_D_skole	47857.85	7047.787	6.79	0.000	34043.69 61672.01
Ln_D_kystlinje	-59086.42	4546.789	-13.00	0.000	-67998.45 -50174.39
Stoy_60_S	-13541.62	22596.08	-0.60	0.549	-57831.54 30748.31
Stoy_65_S	-92924.83	28802.78	-3.23	0.001	-149380.3 -36469.35
Stoy_70_S	-170953.3	44106.72	-3.88	0.000	-257405.6 -84501
Stoy_75_S	-303752.8	120088.1	-2.53	0.011	-539133.9 -68371.65
SE_60	-293227.8	34445.64	-8.51	0.000	-360743.7 -225711.9
SS_60	-175611	33189.31	-5.29	0.000	-240664.4 -110557.6
Salder_60	1339.099	370.5604	3.61	0.000	612.7749 2065.424
Y_2009	-26613	16658.82	-1.60	0.110	-59265.47 6039.462
Y_2010	384006	16452.88	23.34	0.000	351757.2 416254.8
Y_2011	730884.3	16441.94	44.45	0.000	698656.9 763111.6
Y_2012	1002946	16191.43	61.94	0.000	971209.6 1034682
Y_2013	1102620	16397.97	67.24	0.000	1070479 1134761
K2	41677.82	12457.54	3.35	0.001	17260.17 66095.48
K3	62953.78	13245.53	4.75	0.000	36991.61 88915.95
K4	59986.43	13477.95	4.45	0.000	33568.69 86404.17
Sola	355951.1	21269.49	16.74	0.000	314261.3 397640.8
Stavanger	556413.7	19683.12	28.27	0.000	517833.4 594994
_cons	-5594555	97930.88	-57.13	0.000	-5786506 -5402603

Figur 8.6: Resultater fra regresjon av totalpris.

Source	SS	df	MS	
Model	2.2174e+09	31	71529192.9	Number of obs = 22244
Residual	507832808	22212	22862.9934	F(31, 22212) = 3128.60
Total	2.7252e+09	22243	122521.143	Prob > F = 0.0000
				R-squared = 0.8137
				Adj R-squared = 0.8134
				Root MSE = 151.21

Kvadratrot_pris	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Intervall]
Ln_p_rom	491.2556	3.164386	155.25	0.000	485.0531 497.458
Annet_inneareal	1.137912	.0527143	21.59	0.000	1.034588 1.241236
Eierfor	83.11613	2.773983	29.96	0.000	77.67892 88.55333
Enebolig	72.20785	4.127474	17.49	0.000	64.11771 80.29799
Smaahus	-47.45766	3.222795	-14.73	0.000	-53.77457 -41.14075
Alder	-1.858038	.039696	-46.81	0.000	-1.935845 -1.780231
D_Sandnes_sentrum	-.0064658	.0002989	-21.63	0.000	-.0070516 -.0058799
D_Stvg_sentrum	-.0067251	.0002721	-24.72	0.000	-.0072584 -.0061919
Ln_D_butikk	9.279813	1.272257	7.29	0.000	6.7861 11.77353
D_busstopp	-.003318	.0011476	-2.89	0.004	-.0055674 -.0010687
Ln_D_tog	-12.09021	1.638412	-7.38	0.000	-15.30161 -8.878804
Ln_D_barnehage	8.639506	1.29947	6.65	0.000	6.092453 11.18656
Ln_D_skole	10.58519	1.561182	6.78	0.000	7.525159 13.64521
Ln_D_kystlinje	-13.8651	1.007177	-13.77	0.000	-15.83924 -11.89096
Stoy_60_S	-8.876067	5.005345	-1.77	0.076	-18.6869 .9347635
Stoy_65_S	-31.50641	6.380213	-4.94	0.000	-44.01208 -19.00074
Stoy_70_S	-57.22082	9.770249	-5.86	0.000	-76.37119 -38.07044
Stoy_75_S	-98.39587	26.60117	-3.70	0.000	-150.536 -46.25569
SE_60	-59.90468	7.630184	-7.85	0.000	-74.86039 -44.94898
SS_60	-38.98647	7.35189	-5.30	0.000	-53.3967 -24.57625
Salder_60	.3285813	.0820842	4.00	0.000	.1676904 .4894723
Y_2009	-5.260309	3.690159	-1.43	0.154	-12.49328 1.972663
Y_2010	110.4969	3.64454	30.32	0.000	103.3533 117.6405
Y_2011	203.604	3.642117	55.90	0.000	196.4651 210.7428
Y_2012	275.0333	3.586625	76.68	0.000	268.0032 282.0633
Y_2013	299.8168	3.632377	82.54	0.000	292.6971 306.9365
K2	10.00436	2.759517	3.63	0.000	4.595512 15.41321
K3	17.35945	2.934067	5.92	0.000	11.60847 23.11043
K4	16.29344	2.985553	5.46	0.000	10.44155 22.14534
Sola	94.02616	4.711486	19.96	0.000	84.79131 103.261
Stavanger	144.651	4.360083	33.18	0.000	136.1049 153.1971
_cons	-598.7246	21.69304	-27.60	0.000	-641.2445 -556.2047

Figur 8.7: Resultater fra regresjon av $\sqrt{\text{totalpris}}$.

Source	SS	df	MS	
Model	2623.47266	31	84.6281505	Number of obs = 22244
Residual	502.940343	22212	.022642731	F(31, 22212) = 3737.54
				Prob > F = 0.0000
				R-squared = 0.8391
				Adj R-squared = 0.8389
Total	3126.41301	22243	.140557164	Root MSE = .15048

Ln_totalpris	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Ln_p_rom	.5467849	.0031491	173.63	0.000	.5406124 .5529573
Annet_inneareal	.0009379	.0000525	17.88	0.000	.0008351 .0010407
Eierfor	.0897028	.0027606	32.49	0.000	.0842918 .0951137
Enebolig	.0643692	.0041075	15.67	0.000	.0563181 .0724203
Smaahus	-.0340359	.0032072	-10.61	0.000	-.0403223 -.0277495
Alder	-.0020073	.0000395	-50.81	0.000	-.0020848 -.0019299
D_Sandnes_sentrum	-6.78e-06	2.97e-07	-22.79	0.000	-7.36e-06 -6.20e-06
D_Stvg_sentrum	-6.77e-06	2.71e-07	-25.01	0.000	-7.30e-06 -6.24e-06
Ln_D_butikk	.0089987	.0012661	7.11	0.000	.006517 .0114803
D_busstopp	-4.32e-06	1.14e-06	-3.79	0.000	-6.56e-06 -2.09e-06
Ln_D_tog	-.0127042	.0016305	-7.79	0.000	-.0159001 -.0095083
Ln_D_barnehage	.0092965	.0012932	7.19	0.000	.0067617 .0118312
Ln_D_skole	.009392	.0015536	6.05	0.000	.0063468 .0124373
Ln_D_kystlinje	-.0131694	.0010023	-13.14	0.000	-.015134 -.0112048
Stoy_60_S	-.0169915	.0049812	-3.41	0.001	-.0267549 -.007228
Stoy_65_S	-.0425042	.0063494	-6.69	0.000	-.0549495 -.030059
Stoy_70_S	-.0786318	.0097231	-8.09	0.000	-.0976897 -.0595739
Stoy_75_S	-.1267192	.0264727	-4.79	0.000	-.1786076 -.0748308
SE_60	-.0448432	.0075933	-5.91	0.000	-.0597267 -.0299597
SS_60	-.0328385	.0073164	-4.49	0.000	-.0471791 -.0184978
Salder_60	.0003437	.0000817	4.21	0.000	.0001836 .0005039
Y_2009	-.0039461	.0036723	-1.07	0.283	-.0111442 .0032519
Y_2010	.1311243	.0036269	36.15	0.000	.1240152 .1382333
Y_2011	.2348651	.0036245	64.80	0.000	.2277607 .2419694
Y_2012	.312564	.0035693	87.57	0.000	.3055679 .3195601
Y_2013	.3380622	.0036148	93.52	0.000	.3309769 .3451476
K2	.0102509	.0027462	3.73	0.000	.0048681 .0156336
K3	.0198202	.0029199	6.79	0.000	.014097 .0255434
K4	.0185676	.0029711	6.25	0.000	.0127439 .0243912
Sola	.1020713	.0046887	21.77	0.000	.0928811 .1112616
Stavanger	.1564558	.004339	36.06	0.000	.147951 .1649606
_cons	12.28548	.0215883	569.08	0.000	12.24317 12.3278

Figur 8.8: Resultater fra regresjon av ln(totalpris).

Appendiks C

Linear regression

Number of obs = 22244
 F(31, 22212) = 3324.22
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.8391
 Root MSE = .15048

Ln_totalpris	Robust			P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.	t			
Ln_p_rom	.5467849	.0037678	145.12	0.000	.5393997	.55417
Annet_inneareal	.0009379	.0000715	13.12	0.000	.0007977	.001078
Eierfor	.0897028	.0024156	37.14	0.000	.0849681	.0944374
Enebolig	.0643692	.0047468	13.56	0.000	.0550652	.0736732
Smaahus	-.0340359	.0031931	-10.66	0.000	-.0402946	-.0277772
Alder	-.0020073	.000049	-40.97	0.000	-.0021034	-.0019113
D_Sandnes_sentrum	-6.78e-06	3.16e-07	-21.46	0.000	-7.40e-06	-6.16e-06
D_Stvg_sentrum	-6.77e-06	2.88e-07	-23.53	0.000	-7.33e-06	-6.21e-06
Ln_D_butikk	.0089987	.0012555	7.17	0.000	.0065377	.0114596
D_busstopp	-4.32e-06	1.46e-06	-2.97	0.003	-7.18e-06	-1.47e-06
Ln_D_tog	-.0127042	.001693	-7.50	0.000	-.0160225	-.0093858
Ln_D_barnehage	.0092965	.0013335	6.97	0.000	.0066827	.0119103
Ln_D_skole	.009392	.0016355	5.74	0.000	.0061864	.0125977
Ln_D_kystlinje	-.0131694	.0011571	-11.38	0.000	-.0154374	-.0109014
Stoy_60_S	-.0169915	.0047912	-3.55	0.000	-.0263825	-.0076004
Stoy_65_S	-.0425042	.0063584	-6.68	0.000	-.0549672	-.0300413
Stoy_70_S	-.0786318	.0099922	-7.87	0.000	-.0982173	-.0590463
Stoy_75_S	-.1267192	.0137337	-9.23	0.000	-.1536383	-.0998001
SE_60	-.0448432	.0082657	-5.43	0.000	-.0610446	-.0286418
SS_60	-.0328385	.0073147	-4.49	0.000	-.0471758	-.0185011
Salder_60	.0003437	.0000981	3.50	0.000	.0001515	.000536
Y_2009	-.0039461	.0039351	-1.00	0.316	-.0116591	.0037669
Y_2010	.1311243	.003824	34.29	0.000	.123629	.1386195
Y_2011	.2348651	.0037605	62.46	0.000	.2274942	.2422359
Y_2012	.312564	.0037725	82.85	0.000	.3051698	.3199583
Y_2013	.3380622	.003778	89.48	0.000	.3306571	.3454674
K2	.0102509	.0027367	3.75	0.000	.0048867	.0156151
K3	.0198202	.0029182	6.79	0.000	.0141004	.02554
K4	.0185676	.0030114	6.17	0.000	.0126651	.0244701
Sola	.1020713	.0044309	23.04	0.000	.0933864	.1107562
Stavanger	.1564558	.0043474	35.99	0.000	.1479345	.1649771
_cons	12.28548	.023531	522.10	0.000	12.23936	12.3316

Figur 8.9: Regresjonsresultat: homogen støymodell.

Linear regression

Number of obs = 22244
 F(27, 22216) = 3800.03
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.8387
 Root MSE = .15066

Ln_totalpris	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
Ln_p_rom	.5465208	.0037683	145.03	0.000	.5391346	.5539069
Annet_inneareal	.0009309	.0000711	13.10	0.000	.0007916	.0010702
Eierfor	.0913619	.0024097	37.91	0.000	.0866388	.0960851
Enebolig	.0574346	.0046226	12.42	0.000	.048374	.0664952
Smaahus	-.0397173	.0030983	-12.82	0.000	-.0457903	-.0336444
Alder	-.0019509	.0000446	-43.73	0.000	-.0020383	-.0018634
D_Sandnes_sentrum	-6.92e-06	3.16e-07	-21.87	0.000	-7.54e-06	-6.30e-06
D_Stvg_sentrum	-6.78e-06	2.88e-07	-23.52	0.000	-7.34e-06	-6.21e-06
Ln_D_butikk	.0084354	.001256	6.72	0.000	.0059736	.0108972
D_busstopp	-4.40e-06	1.46e-06	-3.02	0.003	-7.25e-06	-1.54e-06
Ln_D_tog	-.0117369	.0016958	-6.92	0.000	-.0150607	-.0084131
Ln_D_barnehage	.0092265	.0013397	6.89	0.000	.0066006	.0118523
Ln_D_skole	.0099077	.001634	6.06	0.000	.0067048	.0131105
Ln_D_kystlinje	-.0132383	.0011537	-11.47	0.000	-.0154997	-.0109769
Stoy_nivaa_V_ut50	-.0146237	.0011551	-12.66	0.000	-.0168877	-.0123597
Stoy_nivaa_T_ut50	-.0094569	.0042879	-2.21	0.027	-.0178615	-.0010523
Stoy_nivaa_F_ut50	-.0241443	.005605	-4.31	0.000	-.0351305	-.0131581
Y_2009	-.0039436	.003939	-1.00	0.317	-.0116643	.003777
Y_2010	.1310851	.00383	34.23	0.000	.123578	.1385922
Y_2011	.2349837	.0037647	62.42	0.000	.2276046	.2423628
Y_2012	.3127318	.0037775	82.79	0.000	.3053276	.320136
Y_2013	.3382026	.0037818	89.43	0.000	.3307899	.3456152
K2	.0102652	.0027362	3.75	0.000	.004902	.0156283
K3	.0195162	.0029188	6.69	0.000	.0137951	.0252373
K4	.0186981	.0030146	6.20	0.000	.0127892	.024607
Sola	.1073831	.0047655	22.53	0.000	.0980424	.1167238
Stavanger	.157055	.0043568	36.05	0.000	.1485153	.1655946
_cons	12.28396	.0235311	522.03	0.000	12.23784	12.33009

Figur 8.10: Regresjonsresultat: heterogen støymodell.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Ln_totalpris	5862	15.29817	.3253548	13.38473	16.78593
Ln_p_rom	5862	5.113238	.3468061	3.912023	6.126869
Annet_inne~l	5862	43.74446	29.68299	0	438
Eierfor	5862	.9703173	.1697249	0	1
Enebolig	5862	1	0	1	1
Smaahus	5862	0	0	0	0
Alder	5862	41.1288	32.45832	0	258
D_Sandnes_~m	5862	11247.47	6497.272	1	23379
D_Stvg_sen~m	5862	10647.9	8060.164	1	41272
Ln_D_butikk	5862	6.577646	.8519601	1.098612	9.418573
D_busstopp	5862	776.5459	1458.987	1	15669
Ln_D_tog	5862	8.17209	.9235256	4.795791	10.11828
Ln_D_barne~e	5862	6.322668	.8695749	1.098612	9.392495
Ln_D_skole	5862	6.660528	.8072545	1.386294	10.24206
Ln_D_kystl~e	5862	6.557177	1.075988	2.197225	9.140883
Stoy_60_S	5862	.0685773	.2527555	0	1
Stoy_65_S	5862	.038724	.1929528	0	1
Stoy_70_S	5862	.0073354	.0853394	0	1
Stoy_75_S	5862	0	0	0	0
SE_60	5862	.1146366	.3186101	0	1
SS_60	5862	0	0	0	0
Salder_60	5862	6.205732	21.63072	0	258
Y_2009	5862	.1697373	.3754339	0	1
Y_2010	5862	.171955	.3773735	0	1
Y_2011	5862	.1654725	.3716382	0	1
Y_2012	5862	.1769021	.3816184	0	1
Y_2013	5862	.1687137	.3745308	0	1
K2	5862	.3157625	.4648585	0	1
K3	5862	.2316615	.4219299	0	1
K4	5862	.2193791	.4138612	0	1
Sola	5862	.1335722	.3402211	0	1
Stavanger	5862	.4863528	.4998564	0	1

Figur 8.11: Deskriptiv statistikk: eneboliger.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Ln_totalpris	6230	14.97286	.2683077	13.95527	16.34124
Ln_p_rom	6230	4.693241	.32032	3.871201	5.863631
Annet_inne~l	6230	26.04655	23.43315	0	305
Eierfor	6230	.8595506	.3474806	0	1
Enebolig	6230	0	0	0	0
Smaahus	6230	1	0	1	1
Alder	6230	45.19294	34.29907	0	202
D_Sandnes_~m	6230	12413.51	5722.197	1	22697
D_Stvg_sen~m	6230	7497.614	7416.533	1	40927
Ln_D_butikk	6230	6.25951	.8462696	1.609438	9.408863
D_busstopp	6230	553.364	747.1703	1	15464
Ln_D_tog	6230	7.953214	.8521552	2.197225	10.10422
Ln_D_barne~e	6230	6.145536	.810586	.6931472	8.411166
Ln_D_skole	6230	6.44085	.7776717	.6931472	10.23473
Ln_D_kystl~e	6230	6.55643	.9219688	2.302585	9.109083
Stoy_60_S	6230	.0682183	.2521404	0	1
Stoy_65_S	6230	.047512	.2127485	0	1
Stoy_70_S	6230	.0125201	.1111994	0	1
Stoy_75_S	6230	.0004815	.0219405	0	1
SE_60	6230	0	0	0	0
SS_60	6230	.1287319	.3349299	0	1
Salder_60	6230	7.641734	23.66865	0	202
Y_2009	6230	.1619583	.3684421	0	1
Y_2010	6230	.1614767	.3679996	0	1
Y_2011	6230	.1686998	.3745166	0	1
Y_2012	6230	.170305	.3759307	0	1
Y_2013	6230	.1802568	.3844321	0	1
K2	6230	.311878	.4632975	0	1
K3	6230	.2263242	.418485	0	1
K4	6230	.2126806	.4092364	0	1
Sola	6230	.0502408	.2184589	0	1
Stavanger	6230	.7022472	.4573069	0	1

Figur 8.12: Deskriptiv statistikk: småhus.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Ln_totalpris	10152	14.7454	.3009293	13.41503	16.37274
Ln_p_rom	10152	4.18483	.3624603	2.890372	5.932245
Annet_inne~l	10152	10.49675	9.308417	0	149
Eierfor	10152	.6388889	.4803463	0	1
Enebolig	10152	0	0	0	0
Smaahus	10152	0	0	0	0
Alder	10152	28.74833	31.81358	0	241
D_Sandnes~m	10152	11215.39	6074.675	1	22052
D_Stvg_sen~m	10152	7583.126	6737.77	1	32827
Ln_D_butikk	10152	6.047834	1.011963	0	8.547916
D_busstopp	10152	499.3468	586.1343	1	4507
Ln_D_tog	10152	7.762139	.9486716	1.791759	9.701983
Ln_D_barne~e	10152	6.219506	.868217	0	8.519191
Ln_D_skole	10152	6.473296	.735752	2.197225	9.737905
Ln_D_kystl~e	10152	6.197673	1.276293	1.386294	9.103646
Stoy_60_S	10152	.1052994	.306954	0	1
Stoy_65_S	10152	.0520095	.222057	0	1
Stoy_70_S	10152	.0173365	.1305282	0	1
Stoy_75_S	10152	.0029551	.054283	0	1
SE_60	10152	0	0	0	0
SS_60	10152	0	0	0	0
Salder_60	10152	5.209811	18.67218	0	172
Y_2009	10152	.1550433	.3619638	0	1
Y_2010	10152	.1742514	.3793442	0	1
Y_2011	10152	.1744484	.3795133	0	1
Y_2012	10152	.1932624	.3948765	0	1
Y_2013	10152	.1695232	.3752319	0	1
K2	10152	.287431	.4525866	0	1
K3	10152	.2389677	.426474	0	1
K4	10152	.2236998	.4167437	0	1
Sola	10152	.0704295	.255882	0	1
Stavanger	10152	.6581954	.4743378	0	1

Figur 8.13: Deskriptiv statistikk: leiligheter.

Linear regression

Number of obs = 5862
 F(25, 5836) = 481.09
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.7120
 Root MSE = .17497

Ln_totalpris	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Ln_p_rom	.5133156	.0083795	61.26	0.000	.4968888	.5297425
Annet_inneareal	.0009256	.0001044	8.87	0.000	.0007209	.0011303
Eierfor	.134783	.0113494	11.88	0.000	.112534	.157032
Alder	-.0016898	.0001116	-15.15	0.000	-.0019085	-.0014711
D_Sandnes_sentrum	-6.78e-06	6.79e-07	-9.99	0.000	-8.11e-06	-5.45e-06
D_Stvg_sentrum	-7.39e-06	5.36e-07	-13.79	0.000	-8.44e-06	-6.34e-06
Ln_D_butikk	.0284409	.0032036	8.88	0.000	.0221607	.034721
D_busstopp	-6.01e-06	2.06e-06	-2.91	0.004	-.0000101	-1.96e-06
Ln_D_tog	-.0194756	.0041952	-4.64	0.000	-.0276997	-.0112515
Ln_D_barnehage	-.0001879	.0030202	-0.06	0.950	-.0061086	.0057328
Ln_D_skole	.0074708	.0032972	2.27	0.023	.0010071	.0139346
Ln_D_kystlinje	-.0077371	.0028649	-2.70	0.007	-.0133534	-.0021207
Stoy_nivaa_V_ut50	-.0233997	.0029658	-7.89	0.000	-.0292137	-.0175857
Stoy_nivaa_T_ut50	-.0235337	.0100687	-2.34	0.019	-.0432721	-.0037954
Stoy_nivaa_F_ut50	-.0257414	.0117806	-2.19	0.029	-.0488358	-.002647
Y_2009	-.019221	.0085437	-2.25	0.025	-.0359698	-.0024722
Y_2010	.1110467	.0083463	13.30	0.000	.0946849	.1274086
Y_2011	.2115412	.0085623	24.71	0.000	.1947559	.2283266
Y_2012	.2825678	.0085731	32.96	0.000	.2657614	.2993742
Y_2013	.3133623	.0086989	36.02	0.000	.2963094	.3304153
K2	.0195656	.0061708	3.17	0.002	.0074685	.0316627
K3	.0206855	.0066339	3.12	0.002	.0076806	.0336903
K4	.0238694	.006759	3.53	0.000	.0106192	.0371196
Sola	.1160406	.0092536	12.54	0.000	.0979002	.134181
Stavanger	.1910863	.010057	19.00	0.000	.1713709	.2108016
_cons	12.43701	.0618149	201.20	0.000	12.31583	12.55819

Figur 8.14: Regresjonsresultat: enebolig.

Linear regression

Number of obs = 6230
 F(25, 6204) = 631.97
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.7449
 Root MSE = .13579

Ln_totalpris	Robust					[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.	t	P> t			
Ln_p_rom	.4938976	.0070564	69.99	0.000	.4800647	.5077305	
Annet_inneareal	.0011607	.0001006	11.54	0.000	.0009636	.0013578	
Eierfor	.0651864	.0040788	15.98	0.000	.0571906	.0731822	
Alder	-.0020287	.0000864	-23.47	0.000	-.0021982	-.0018592	
D_Sandnes_sentrum	-5.24e-06	5.45e-07	-9.63	0.000	-6.31e-06	-4.18e-06	
D_Stvg_sentrum	-5.26e-06	4.74e-07	-11.10	0.000	-6.19e-06	-4.33e-06	
Ln_D_butikk	.0071042	.0025819	2.75	0.006	.0020428	.0121656	
D_busstopp	1.66e-06	2.20e-06	0.75	0.452	-2.66e-06	5.97e-06	
Ln_D_tog	-.0166102	.0032463	-5.12	0.000	-.0229741	-.0102463	
Ln_D_barnehage	.0036728	.0024201	1.52	0.129	-.0010715	.0084171	
Ln_D_skole	.0072077	.0025182	2.86	0.004	.0022711	.0121443	
Ln_D_kystlinje	-.0043424	.002671	-1.63	0.104	-.0095785	.0008938	
Stoy_nivaa_V_ut50	-.0148596	.0021114	-7.04	0.000	-.0189987	-.0107204	
Stoy_nivaa_T_ut50	-.0066152	.0085997	-0.77	0.442	-.0234735	.0102432	
Stoy_nivaa_F_ut50	-.058458	.0128025	-4.57	0.000	-.0835553	-.0333607	
Y_2009	-.0031769	.0064326	-0.49	0.621	-.0157871	.0094333	
Y_2010	.1423412	.0062884	22.64	0.000	.1300139	.1546686	
Y_2011	.2477584	.0061279	40.43	0.000	.2357455	.2597713	
Y_2012	.3136821	.0060551	51.80	0.000	.301812	.3255522	
Y_2013	.3363386	.006047	55.62	0.000	.3244845	.3481928	
K2	.0063725	.0046936	1.36	0.175	-.0028286	.0155736	
K3	.0176805	.0051891	3.41	0.001	.0075081	.0278529	
K4	.0075238	.005234	1.44	0.151	-.0027367	.0177842	
Sola	.1137875	.0095607	11.90	0.000	.0950452	.1325297	
Stavanger	.1213627	.0078615	15.44	0.000	.1059515	.1367739	
_cons	12.54131	.0525185	238.80	0.000	12.43836	12.64427	

Figur 8.15: Regresjonsresultat: småhus.

Linear regression

Number of obs = 10152
 F(25, 10126) = 1050.32
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.7883
 Root MSE = .13862

Ln_totalpris	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Ln_p_rom	.588241	.005629	104.50	0.000	.5772071	.5992749
Annet_inneareal	.0012952	.000237	5.47	0.000	.0008307	.0017598
Eierfor	.0923816	.0030501	30.29	0.000	.0864028	.0983603
Alder	-.0020137	.0000606	-33.22	0.000	-.0021325	-.0018949
D_Sandnes_sentrum	-7.19e-06	4.94e-07	-14.56	0.000	-8.16e-06	-6.22e-06
D_Stvg_sentrum	-7.30e-06	4.59e-07	-15.90	0.000	-8.20e-06	-6.40e-06
Ln_D_butikk	.0006828	.0015519	0.44	0.660	-.0023592	.0037248
D_busstopp	-4.03e-06	2.85e-06	-1.41	0.158	-9.62e-06	1.57e-06
Ln_D_tog	-.0069054	.0022089	-3.13	0.002	-.0112354	-.0025755
Ln_D_barnehage	.0165657	.001798	9.21	0.000	.0130413	.0200902
Ln_D_skole	.0087585	.0026413	3.32	0.001	.003581	.013936
Ln_D_kystlinje	-.0190457	.0014144	-13.47	0.000	-.0218181	-.0162733
Stoy_nivaa_V_ut50	-.0093297	.001524	-6.12	0.000	-.0123169	-.0063424
Stoy_nivaa_T_ut50	-.0121655	.0048275	-2.52	0.012	-.0216283	-.0027026
Stoy_nivaa_F_ut50	-.0119496	.0065598	-1.82	0.069	-.0248081	.0009089
Y_2009	.0057378	.0056557	1.01	0.310	-.0053484	.0168241
Y_2010	.1372514	.0054664	25.11	0.000	.1265361	.1479666
Y_2011	.2439121	.0052419	46.53	0.000	.2336368	.2541874
Y_2012	.330525	.0052705	62.71	0.000	.3201937	.3408562
Y_2013	.3557462	.005259	67.64	0.000	.3454374	.366055
K2	.0061934	.0037479	1.65	0.098	-.0011533	.01354
K3	.018971	.0039162	4.84	0.000	.0112945	.0266475
K4	.020169	.0041365	4.88	0.000	.0120606	.0282774
Sola	.1088675	.0068289	15.94	0.000	.0954816	.1222535
Stavanger	.150992	.0058868	25.65	0.000	.1394526	.1625314
_cons	12.1116	.0325994	371.53	0.000	12.0477	12.1755

Figur 8.16: Regresjonsresultat: leilighet.

Tabell 8.2: F-test for hypoteser om homogent støy.

Hypotese	P-verdi
$\beta(60-65 \text{ dB}) > \beta(65-70 \text{ dB})$	8,223E-06
$\beta(65-70 \text{ dB}) > \beta(70-75 \text{ dB})$	0,00023236
$\beta(70-75 \text{ dB}) > \beta(\text{dB} > 75)$	0,00151674
$\beta(\text{SS}_{60}) > \beta(\text{SE}_{60})$	0,09500381

Tabell 8.3: F-test for hypoteser om heterogent støy.

Hypotese	P-verdi
β (Støynivå tog) $>$ β (Støynivå vei)	0,12023527
β (Støynivå tog) $>$ β (Støynivå fly)	0,01889314
β (Støynivå vei) $>$ β (Støynivå fly)	0,04942133