

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP





## Forord

Denne masteroppgaven er skrevet i forbindelse med masterstudiet innen økonomi og administrasjon ved Handelshøgskolen UMB. Da jeg anser tverrfaglighet som en av universitetets fordeler, ønsket jeg å skrive en oppgave i skjæringspunktet mellom finans og eiendomsfag.

Jeg ønsker å rette en takk til min veileder Atle Guttormsen for god veiledning og konstruktive tilbakemeldinger, samt forslag til litteratur for det teoretiske fundamentet. Jeg ønsker også å takke William Rode ved NVE, som har vært til uvurderlig hjelp med å informere om selve energimerkeordningen, i tillegg til å foreslå en mengde litteratur om energibruk og energiøkonomi i det norske boligmarkedet. I tillegg vil jeg takke Sølve Bærug fra Eiendomsverdi, som generøst ga meg tilgang til deres rikholdige database. Denne oppgaven hadde ikke latt seg gjøre uten det.

En takk går også til Astri Irene Fotland, Lise Granberg og Andreas Jebsen, som alle har gitt sine bidrag.

## Sammendrag

Denne masterutredningen tar sikte på å finne ut hvorvidt man kan forvente forskjellig markedsverdi for to ellers «like» eneboliger med forskjellig energibehov. Studien ser på boligmarkedet i Oslo. I et perfekt marked vil det være rimelig å anta at fremtidige kostnader til drift og vedlikehold er priset inn i dagens markedspris. Ved å bruke en boligs energimerke som indikator på boligens energibehov finner jeg verdien av et gitt energimerke ved hjelp av regresjonsanalyse. Verdien av koeffisienten for energimerke i regresjonsanalysen anser jeg som attributtprisen for et energimerke i henhold til hedonisk prisingsteori.

Jeg finner ingen sammenheng mellom et gitt energimerke og boligprisen, men ved å dele utvalget i to grupper i stedet for seks finner jeg en svak indikasjon på at man kan forvente noe tillegg i pris for et godt energimerke. Dette tillegget er imidlertid ikke så stort som potensialet for besparelser, og jeg konkluderer derfor med at boligmarkedet underpriser energieffektive eneboliger i Oslo.

## Abstract

This master thesis aims to investigate whether you can expect a different market price for two «equal» houses with the only difference being their energy needs. The study only considers the housing market in Oslo. In a perfect market, it would be a reasonable assumption that all future costs connected to heating and maintenance would be reflected in the market price today. By using the Energy Efficiency Rating (energimerket) of a house as an indicator for its energy requirements I calculate the value of a given energy grade through a regression analysis. I regard the coefficient of a specific energy grade as its marginal attribute price by using hedonic pricing theory.

Based on my sample and subsequent data analysis I discover no significant correlation between the market price of houses and their energy grade. I find a weak correlation by dividing the energy grades in two groups for good and bad energy grade instead of six individual grades. However, the attribute price for a good energy grade is not as high as the potential for savings. I thereby conclude that houses that are energy efficient are underpriced in Oslo's housing market.



## Innholdsfortegnelse

1.0 Introduksjon.....	10
1.1 Bakgrunn.....	10
1.2 Innledning.....	11
1.2.1 Livssyklus kostnader(LCC) .....	12
1.2.2 Energiforbruk som komponent i LCC .....	12
1.2.3 Eksempel: Forskjeller i energikostnader for to eneboliger.....	13
1.2.4 Særtrekk ved boligmarkedet.....	14
1.2.5 Struktur i oppgaven .....	14
2.0 Forsknings spørsmål og hypoteser .....	16
2.1 Forsknings spørsmål .....	16
2.2 Hypoteser.....	16
3.0 Indikatorer på en boligs energiforbruk.....	17
3.1 Energimerkeordningen .....	17
3.2 Enkel vs. Detaljert registrering.....	18
3.3 Alternative indikatorer for strømforbruk .....	18
3.4 Energimerkeordningen og dens status i dag.....	19
3.5 Forutsetninger for beregning av energikarakteren .....	20
3.6 Forskjellige varmekilder .....	21
4.0 Teori .....	22
4.1 Hedoniske prisingsmodeller .....	22
4.2 Hedoniske prisingsmodeller ved analyse av eiendom.....	23
4.3 Boligprisens sammenheng med beliggenhet .....	23
4.4 Valg av forklaringsvariabler .....	24
4.5 Funksjonell form .....	25
4.6 Sammenhengen mellom energimerke og boligpris.....	26
4.7 Oppsummering teori .....	27
5.0 Energimarkedet i Norge med fokus på boliger.....	28
5.1 Fordeling av energibærere i norske boliger.....	28
5.3 Andelen av energiforbruket som går til oppvarming .....	30
5.4 Utviklingen i strømprisen i sluttbrukermarkedet .....	31
5.5 Strømprisutvikling sammenlignet med annet konsum .....	32
6.0 Data.....	34

6.1	Forklaringsvariabler .....	34
6.2	Datainnsamling.....	35
6.3	Eiendomsverdi- Datakilde.....	35
6.4	Energikarakter i datasettet.....	36
7.0	Utvalg.....	37
7.1	Begrensninger for boligtype.....	37
7.2	Begrensninger i geografisk utvalgsområde.....	38
7.3	Omsetning i markedet for eneboliger .....	40
8.0	Metode.....	42
8.1	Minste kvadraters metode (MKM).....	42
8.2	Modellspesifikasjon .....	42
8.3	Modellens forklaringsevne.....	43
8.4	Testing av variabler .....	43
8.5	Forutsetninger MKM .....	44
8.6	Verdien av en annuitet.....	46
9.0	Resultater .....	48
9.1	Deskriptiv statistikk.....	48
9.2	Regresjonsmodellen forklaringsevne .....	49
9.3	Funksjonell form .....	49
9.4	Tolkning av koeffisientene .....	50
9.4.1	Avhengig variabel .....	50
9.4.2	Kontinuerlige uavhengige variabler.....	50
9.4.3	Kategoriske uavhengige variabler.....	51
9.5	Alternativ modell .....	51
9.6	Tolkning av koeffisientene i alternativ modell.....	52
10.0	Analyse .....	53
10.1	Forutsetninger for T-tester.....	53
10.2	Variablenes signifikans .....	54
10.3	Analyse av de enkelte koeffisienter .....	55
10.3.1	Skjæringspunkt ( $\alpha$ ) .....	55
10.3.2	Alder .....	55
10.3.3	Boa .....	57
10.3.4	Tomt .....	57



10.3.5	Boa-BTA .....	58
10.3.6	Bydel.....	58
10.3.7	Koeffisientene for energikarakter .....	59
10.4	Analyse av alternativ modell .....	61
11.0	Forklaringer til funn .....	62
11.1	Hyperbolsk diskontering.....	62
11.1.1	Usikkerhetsmomenter .....	62
11.1.2	Betydning for denne studien .....	63
11.1.3	Tidspreferanser .....	64
11.2	Energimerke henger ikke sammen med faktisk forbruk.....	65
11.3	Svakheter ved indikator for energiforbruk.....	67
11.4	Manglende tillit til energimerkeordningen.....	67
12.0	Energieffektivitet og lønnsomhet for nybygg.....	68
12.1	Passivhus .....	68
12.2	Byggetekniske forskrifter .....	68
12.3	Vil passivhus lønne seg? .....	69
12.4	Økning i byggekostnader.....	70
12.5	Dagens energistandard .....	70
12.5	Dagens byggekostnad.....	70
12.6	Byggemerkost for passivhus .....	71
12.6	Potensialet for besparelser .....	71
12.7	Oppsummering passivhus .....	73
13.0	Oppsummering.....	74
13.1	Sammendrag av resultater/ Konklusjon.....	74
13.2	Kritikk.....	75
13.3	Videre forskning .....	76
	Referanser .....	77



## Tabelloversikt

Tabell 1 Årlig strømkostnad for to boliger .....	13
Tabell 2 Registrerte boligens fordeling på energimerkene. Energikrav(kWh) i parentes	19
Tabell 3 Forskjeller i energikrav for leiligheter og eneboliger. (Energimerking.no).....	37
Tabell 4 Fordeling av boligtyper i Norge(SSB a) .....	38
Tabell 5 Gjennomsnittsdata for bydelene i utvalget (Eiendomsverdi) .....	39
Tabell 6 Omsetning for boligtyper i utvalgsperioden(Eiendomsverdi) .....	40
Tabell 7 Deskriptiv statistikk for utvalget .....	48
Tabell 8 Fordeling for kategoriske variabler .....	48
Tabell 9 Verdier for modellen.....	49
Tabell 10 Resultat regresjonsanalyse. Signifikante verdier på 5-prosentsnivå uthevet..	50
Tabell 11 Resultater alternativ modell. Signifikante verdier på 5-prosentsnivå uthevet..	52
Tabell 12 Tilpassning til normalfordelingen .....	54
Tabell 13 Gjennomsnittlige boligstørrelser for bydelene i utvalget (Eiendomsverdi) .....	59
Tabell 14 Hyperbolsk diskonteringsfaktor for energikostnad .....	64
Tabell 15 Potensiale for besparelser med C som dagens standard .....	72
Tabell 16 Potensiale for besparelser med D som dagens standard.....	72

## Figuroversikt

Figur 1 Gjennomsnittlig energiforbruk, fordelt på energibærere. kWh per m <sup>2</sup> (SSB 1)..	28
Figur 2 Gjennomsnittlig energiforbruk for boligtyper kWh (SSB 1) .....	29
Figur 3 Gjennomsnittlig energiforbruk for boligtyper, kWh per m <sup>2</sup> (SSB 1).....	30
Figur 4 Formålsfordeling av energiforbruket i norske husholdninger(NVE 2011) .....	31
Figur 5 Strømprisutvikling i sluttbrukermarkedet, inkl. nettleie og avgifter(SSB 2) .....	32
Figur 6 Indeksert strømprisutvikling mot KPI(SSB 2 & 3).....	33
Figur 7 Kart over Oslo. Valgte bydeler markert med grønt .....	39
Figur 8 Plott av residualene for modellen .....	53
Figur 9 Plott Boa mot Pris .....	57
Figur 10 Forventet verdi av energimerke mot observert verdi av energimerke .....	60
Figur 11 Alder for boligs sammenheng med energikarakter .....	65
Figur 12 Stipulert forbruk etter energimerke, mot faktisk forbruk (SSB 4) .....	66

# 1.0 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunn

Det norske boligmarkedet er ofte gjenstand for debatt i det offentlige rom. Enkelte analytikere hevder vi er midt i en boligboble og påpeker at den veksten vi har sett i den senere tid ikke kan fortsette inn i himmelen. Andre hevder på sin side at den store tilflyttingen til byene, og den lave utbyggingstakten gjør sitt for å holde veksten i boligprisene oppe i sentrale strøk.

Nordmenn eier bolig. Vi leier ikke. I Statistisk Sentralbyrå sin levekårsundersøkelse for 2006, oppga hele 80 prosent, at husholdningen eide boligen de bodde i (SSB a). Av dette følger at nordmenn er meget opptatt av boligmarkedet og er interessert i avkastningen på sin investering. Investering i bolig har også vært en lukrativ investering. Ikke bare har avkastningen i boligmarkedet vært god de siste 20 årene, men Norges skattesystem vil også gjøre bolig til et godt investeringsobjekt i form av lav ligningsverdi og rentefradrag.

Boligmarkedet er ikke noe kun økonomiavisene vier spalteplass. I og med at de aller fleste eier bolig, vil boligmarkedet også være av almen interesse. Min oppfatning er at man veldig ofte snakker om avkastning, eller utsikter for avkastning på bolig generelt. Et aspekt jeg mener har blitt til dels ignorert av mange norske boligkjøpere og den offentlige debatten, er kostnadene til vedlikehold og drift av boligen de anskaffer seg. Rett nok kan bolig A og B ha hatt den samme avkastningen over en gitt periode, men det er ikke sikkert bolig A og B, har hatt de samme utgiftene til drift og vedlikehold. Den boligen med de laveste driftskostnadene vil følgelig også være den beste investeringen, alt annet konstant. Jeg er ikke av den oppfatning at dette perspektivet vurderes i særlig grad.

Under arbeidet med denne oppgaven, har jeg kommet over enkelte artikler som tar for seg dette. Aftenposten publiserer den 18. oktober 2011 (Sjøberg 2011) en artikkel som påpeker at avviket mellom gamle og nye boliger er oppsiktsvekkende lavt. En rimelig

antagelse vil her være at gamle boliger som oftest har større kostnader til vedlikehold enn nye. Boligmarkedet ser altså ikke ut til å prise inn denne forskjellen.

Videre har «Dine penger» skrevet om at to hus med forskjellig energiforbruk ikke burde koste det samme, med det argument at det huset som bruker mest energi også vil ha en høyere fremtidig kontantstrøm på utgiftssiden (Ormseth; Aamodt-Hansen, 2012).

Jeg ble nysgjerrig på disse påstandene og bestemte meg for å se nærmere på dette. Hvorfor er det slik at den delen av boliginvesteringen som boligeieren faktisk kan påvirke, både gjennom forvaltning og planlegging, vies så lite oppmerksomhet?

Jeg vil i denne utredningen primært forsøke å undersøke hvorvidt det finnes en signifikant forskjell i pris mellom to boliger som har et forskjellig energiforbruk. Hvis boligmarkedet er fullstendig rasjonelt, mener jeg at denne forskjellen burde prises inn i omsetningsprisene på boligmarkedet.

Helt innledningsvis ønsker jeg å presisere for leseren at denne utredningen kun vil se på forhold knyttet til frittstående eneboliger.

## 1.2 Innledning

For de aller fleste nordmenn vil investering i bolig være deres livs største investering. I tillegg er det knyttet stor risiko til denne investeringen. Selv om veksten i boligprisene i Norge har vært stort sett uavbrutt i de siste 20 årene så skal vi ikke lenger enn til vårt naboland Danmark for å se et helt annet bilde. Huseiernes landsforbunds markedsrapport fra januar i år (Huseiernes landsforbund, 2012), viser at Danmark har opplev et betydelig fall i boligprisene siden 2008. Bolig anses av mange i dag som en trygg investering, men det er viktig og ikke å bli historieløse i en slik sammenheng. Større fall i boligprisene har forekommet i Norge før og vil komme igjen. Det er bare et spørsmål om når. Derfor er jeg av den oppfatning at boligkjøp for de fleste norske husholdninger ikke bare er den største investeringen de gjør, men også den mest risikable. Ikke bare er investeringen risikabel, men selve transaksjonen, foregår over et

meget kort tidsrom. Visninger foregår ofte i helgene, med bindende budrunde påfølgende uke.

### 1.2.1 Livssyklus-kostnader(LCC)

Begrepet risiko, defineres ofte som usikkerhet. Denne usikkerheten vil ha en potensiell oppside og en nedside. Man kan med andre ord ikke være sikker på om utviklingen i boligmarkedet går opp eller ned. Det som derimot er helt sikkert, er at en ved kjøp av bolig, forplikter seg til en rekke fremtidige kostnader både til drift og vedlikehold, eller «livssyklus-kostnader»(LCC, Life Cycle Costs), for å opprettholde verdien. Definisjonen av LCC er å tolke som byggets total-kostnad i dens levetid (Byggforsk, 2004). Under dette inkluderes blant annet oppvarmings-utgifter. Jeg vil videre i oppgaven, da jeg ser på brukte boliger, bruke dette begrepet som terminologi for driftskostnader alene. En rimelig antagelse vil være, at hvis man har to ellers «like» boliger, så vil den boligen med de laveste livsløps-kostnadene være den investeringen med den høyeste netto nåverdien, alt annet konstant. Med andre ord skal to «like» hus hvor den eneste forskjellen er fremtidige avsetninger til drift og vedlikehold, ha forskjellig netto nåverdi.

En enkelt boligkjøper kan ikke påvirke prisutviklingen i boligmarkedet. I så måte har ikke denne boligkjøperen noen kontroll over utviklingen på sin investering. Det boligkjøperen derimot i stor grad kan forsikre seg mot og ha kontroll over når vedkommende kjøper bolig er livssyklus-kostnadene. Nye/rehabiliterede hus, vil trolig kreve mindre vedlikehold enn gamle hus spesielt på kort sikt. Hvis en kan utsette kostnader i tid, vil dette slå positivt inn på netto nåverdien. Det kan derfor være rimelig å forvente at markedet priser nye boliger, eller boliger som av annen grunn har lavt vedlikeholdsbehov, høyere enn gamle boliger.

### 1.2.2 Energiforbruk som komponent i LCC

Norge er et land med kalde vintre. De fleste husholdninger vil bruke betydelige ressurser på oppvarming av boligen. Hvor stor denne andel av energiforbruket som faktisk går til oppvarming vil bli diskutert i kapittel 5. Hvis en forutsetter den samme

innetemperaturen, vil dette forbruket bestemmes av en rekke byggetekniske faktorer, som jeg ikke vil gå inn på i særlig grad. Det antas allikevel at faktorer som tykkelse på isolasjon, kvalitet på vinduer og klimaskjerm, vil ha en effekt på energiforbruket. Byggteknologien har i dag kommet så langt at man kan bygge hus som i praksis ikke bruker energi til oppvarming, eller såkalte «passivhus»(kapittel 12). Med andre ord er teknologien for å eliminere kostnader knyttet til oppvarming tilstede. Hvorvidt det er økonomisk lønnsomt, krever en nærmere vurdering.

### 1.2.3 Eksempel: Forskjeller i energikostnader for to eneboliger

For å tidlig vise hvilken innfallsvinkel jeg har valgt for denne oppgaven vil jeg gjerne vise, ved hjelp av et eksempel, hvor store forskjeller det kan bli for to ellers «like» boliger med forskjellig energiforbruk. Tallene som brukes vil begrunnes senere i oppgaven. Jeg vil også informere mer om «energimerkeordningen» som legges til grunn i dette eksempelet i kapittel 3.

Jeg legger til grunn to eneboliger på 200 m<sup>2</sup>. Den ene har energimerke **B** og den andre har energimerke **F**. Jeg forutsetter at alt annet er likt. I praksis betyr dette at den ene boligen(**B**) har et årlig energibehov på 123 kilo Wattimer (kWh) per år per kvadratmeter. Den andre boligen (**F**) har et årlig energibehov på 466 kWh per kvadratmeter. I 2011 kostet en kWh i snitt cirka NOK 1 i sluttbrukermarkedet.

	Forbruk kWh	antall kvadrat	Strømpris NOK	Årlig kostnad
Energimerke F	466	200	1	93100
Energimerke B	123	200	1	24580
Differanse strømkostnad				<b>68520</b>

**Tabell 1** Årlig strømkostnad for to boliger

Som vi ser av tabell 1, så kan altså den årlige kontantstrømmen knyttet til oppvarming by på store forskjeller. Hvis man videre ser på denne kontantstrømmen som en perpetuitet, eller evigvarende kontantstrøm, og benytter 5 prosent som diskonteringsrente finner vi at:

$$\frac{68\,520\text{ NOK}}{5\%} = 1\,370\,400\text{ NOK}$$

Under de gitte forutsetninger skal altså to ellers like hus med ulikt energiforbruk ha en forskjell i nettonåverdi på hele NOK 1 370 400. Hvorvidt forutsetningene i dette regnestykket er gode, er kjernen i denne utredningen.

#### 1.2.4 Særtrekk ved boligmarkedet

Byggforsk utarbeidet i 2004 en rapport om livssyklus kostnader i tilknytning til boliger (Byggforsk 2004). I denne rapporten ble det diskutert at boligmarkedet er preget av asymmetrisk informasjon mellom kjøper og selger. Det er vanskelig for en kjøper å beregne forventede livsløpskostnader, når vedkommende skal kjøpe bolig.

Det ble i samme rapport diskutert problematikk rundt boligutbyggernes konkurransesituasjon.

*«Ved bygging for salg skal boligene selges i konkurranse med andre utbyggere og da fokuseres det ofte på salgsprisen. De profesjonelle byggherrene skal på en måte gjøre vurderingen mellom investeringskostnader og senere driftskostnader på vegne av fremtidige eiere. Byggherrene må derfor ta mer hensyn til hva sluttbrukerne oppfatter som et lønnsomt regnestykke enn hva de selv legger inn av forutsetninger» (Byggforsk, 2004 s.5),*

Jeg tolker dette utsagnet dithen at utbyggere tvinges til å foreta enkle løsninger, som gir lavere salgspris, men kan gi boligen høyere total kostnad gjennom dens levetid. Med andre ord kan det se ut til at dagens boligkjøpere gladelig kjøper billig og lite energieffektive hus, i dag, i bytte mot økte utgifter i fremtiden. Man kan si at boligkjøpere vil ha nytte i form av økt kjøpekraft i dag, og reduserer nytten i fremtiden.

#### 1.2.5 Struktur i oppgaven

Sett i lys av de innledende momenter, vil jeg først i kapittel 2, presentere mine forskningsspørsmål. Deretter vil jeg forklare hva energimerkeordningen er, før jeg i kapittel 4 presenterer teori og tidligere forskning på området. I kapittel 5 skal jeg se på



det norske strømmarkedet og energiforbruk i norske husholdninger, før jeg i kapittel 6 og 7 redegjør for mine datakilder og mitt utvalg. Videre vil jeg i kapittel 8, redegjøre for hvilken metode jeg vil bruke for å besvare forskningsspørsmålet, før jeg i kapittel 9 og 10 presenterer resultater og analyserer disse. I kapittel 11 presenterer jeg det jeg anser som mulige forklaringer for mine funn.

Kapittel 12, står litt på siden av problemstillingen, da jeg her regner på lønnsomhet for å bygge mer energieffektivt i nybygg. Jeg mener dette er av interesse, da det sier noe om hvorvidt det lønner seg å investere ytterligere i energibesparende tiltak, enn hva vi allerede gjør i dag. Tilslutt vil jeg konkludere med min tolkning av de funnene som er gjort.

## 2.0 Forskningsspørsmål og hypoteser

### 2.1 Forskningsspørsmål

Sett i lys av de innledende momenter ønsker jeg å se nærmere på hvorvidt fremtidige kostnader til oppvarming prises inn i boligprisen i dag. Jeg formulerer dette i følgende forskningsspørsmål:

- Kan man forvente forskjeller i pris for to eneboliger med forskjellig energiforbruk i det norske boligmarkedet?

### 2.2 Hypoteser

Dette leder meg til følgende hypoteser:

**H<sub>0</sub>:** Det er ingen forskjell i pris for boliger med forskjellig energiforbruk

**H<sub>1</sub>:** Det er forskjell i pris for boliger med forskjellig energiforbruk

Jeg vil videre i oppgaven drøfte hvordan jeg kan finne en god indikator på en boligs energiforbruk. Jeg vil også se på hvilke metoder som er brukt tidligere i tilsvarende studier, når en skal se på enkelte attributter ved en bolig.

## 3.0 Indikatorer på en boligs energiforbruk

Hvis jeg skal undersøke hvorvidt boligmarkedet priser inn en forskjell for to «like» boliger med forskjellig energiforbruk, så er jeg avhengig av en forklaringsvariabel, som kan si noe om energiforbruket til en gitt bolig. Forskjellig indikatorer har blitt vurdert, men jeg endte opp på energimerkeordningen, av grunner som jeg nå skal forklare.

### 3.1 Energimerkeordningen

Energimerkeordningen ble innført i 2010. Det som er intensjonen er at alle boliger i Norge skal være merket med en energikarakter som strekker seg fra **A** til **G**. **A** er den beste karakteren og indikerer et meget lavt strømforbruk på 85 kWh per kvadratmeter bolig per år (for en enebolig på 200 kvadratmeter). **G** er den dårligste karakteren og indikerer et høyt strømforbruk, eller ingen grense. Karakteren **F** stipulerer et forbruk på hele 466 kWh per kvadratmeter per år.

Det er i følge energilovens § 8.1 pålagt å energimerke alle boliger over 50 kvadratmeter, som ligger for salg eller utleie. Videre skal det komme frem av salgsdokumentene og/eller prospektet hvilken energikarakter boligen har. Boligen skal registreres og får etter endt registrering en såkalt energiattest. Denne inneholder blant annet boligens energikarakter, eller energimerke.

Det er ikke krav om å oppgi strømforbruk ved en enkel registrering. Det er derimot mulighet for å legge inn dette i en detaljert registrering. Forskjellen på enkel og detaljert registrering blir diskutert i neste avsnitt. Energimerkingen baserer seg derfor i stor grad på byggetekniske forhold som materialvalg, byggeår, antall etasjer, hvorvidt boligen har kjeller eller ikke og bygningskroppens fasong. Ut i fra dette stipuleres det et årlig forventet forbruk av strøm målt i kWh per kvadratmeter bolig per år. Det er dette som gir boligen dens energikarakter. Norges Vassdrags og Energidirektorat (NVE) hevder at modellen de bruker gir en god prediksjon på en boligs energiforbruk. Jeg kommer ikke til å diskutere den matematiske modellen som beregner energikarakteren i denne oppgaven. Beregningen reguleres i Norsk Standard (NS 3031)

## 3.2 Enkel vs. Detaljert registrering

Det har vært en del debatt rundt ordningen. På den ene side kan det hevdes at ordningen er for enkel, og umulig kan fange opp alle faktorene som bidrar til å styre strømforbruket. NVE som på sin side administrerer ordningen, peker på at de var opptatt av at ordningen skulle være så enkel som mulig, slik at terskelen for og faktisk registrere boligen for energimerking ble lavest mulig (NVE, William Rode, 2012). NVE presiserer samtidig at de oppfordrer boligeiere til å benytte den detaljerte registreringsmetoden, hvis det er gjort endringer med boligen som påvirker dens energieffektivitet.

Det er anledning for å registrere boligen på to måter. Den ene måten er såkalt enkel registrering, som er beskrevet i foregående avsnitt. Skulle en derimot mene at energikarakteren en får ikke er rettferdig, og ikke fanger opp oppgraderinger som er gjort, kan man gjennomføre en mer tidkrevende og omfattende registrering, eller en såkalt detaljert registrering. Her kan man legge inne eventuelle oppgraderinger som er gjort med boligen siden den var ny. Dette kan dreie seg om etterisolering av tak, eller bytte av vinduer. Jeg vil i denne oppgaven ikke skille mellom enkel og detaljert registrering. Dette begrunnes i at det ikke kommer frem av prospektet hvorvidt det er en enkel eller detaljert registrering. Markedet har altså ingen måte å vurdere kvaliteten på energiattesten, men det forutsettes at de som kommer veldig dårlig ut av en enkel registrering, har incentiver til å gjennomføre en detaljert registrering.

Det sentrale ved å nevne muligheten for detaljert registrering, er at også gamle hus, kan oppnå en god energikarakter, hvis det har blitt utført betydelige oppgraderinger for å øke energieffektiviteten. Energikarakteren vil til en viss grad henge sammen med byggeåret, fordi dette bestemmer hvilken byggetekniske forskrift boligen ble bygget under. Byggetekniske forskrifter sin betydning for energikarakteren vil blir forklart i kapittel 12, men generelt har kravene til energieffektivitet blitt skjerpet med årene.

## 3.3 Alternative indikatorer for strømforbruk

Enkelte selgere oppgir stipulert strømforbruk i prospektet, men etter å ha gjennomgått 450 prospekt i forbindelse med denne oppgaven er det min oppfatning at dette er langt fra vanlig praksis. En har i tillegg ingen garantier for at selger snakker sant, og en kan

ikke vite hvilken innetemperatur som er lagt til grunn for strømforbruket. Følgelig er ikke dette egnet som en forklaringsvariabel etter mitt skjønn.

Det kan være fristende å tro at boligens faktiske strømforbruk ville ha vært den beste indikatoren. Imidlertid er det vanskelig å få tak i en boligs energiforbruk for en slik analyse, uten fullmakt fra boligeier. I følge William Rode (NVE, 2012) stiller datatilsynet seg kritiske til å gjøre denne typen data tilgjengelig for analyser. Prinsippet om eierskap til egen informasjon veier tungt. Dette fordi man kan lese mye av en boligeiers vaner ut i fra strømforbruket. Det kan dreie seg om når man står opp, legger seg, er på ferie, eller lignende. I tillegg til å være vanskelig tilgjengelig, vil boligens faktiske strømforbruk som forklaringsvariabel, ha en rekke svakheter, som jeg skal komme tilbake til.

Derfor har jeg valgt å legge energikarakteren til grunn for mine analyser. Selv om det sikkert kan argumenteres for at energikarakteren ikke gir et korrekt bilde av strømforbruket, så er det allikevel slik at dette er det eneste markedet har å gå etter. Med mindre man sitter på byggeteknisk kompetanse, så finnes det ingen bedre målestokk for strømforbruk for kjøpere i boligmarkedet per i dag.

### 3.4 Energimerkeordningen og dens status i dag

I følge tall jeg har fått fra NVE var det per 31.12.2011, registrert 135 988 attester for boliger siden starten i 2010. Vi ser hvordan disse boligene fordeler seg på de forskjellige energikarakterene i tabell 2.

Energikarakter(Energikrav)	A (85)	B (123)	C (161)	D (237)	E (313)	F (466)	G (Ingen grense)	Sum
Antall registreringer	162	2 327	11 908	36 772	30 661	35 902	18 256	135 988

Tabell 2 Registrerte boligers fordeling på energimerkene. Energikrav(kWh) i parentes

Som vi ser av tabell 2 er den store majoriteten av boligene som er registrert, hus med dårlig energimerking(heretter defineres god energimerking som karakterene **A-D** og dårlig som karakterene **E-G**). Dette gjør at jeg forventer et skjevt utvalg. I følge SSB er det i Norge i dag cirka 2,34 millioner boliger (SSB b). 135 988 attester utgjør kun 5,8 % av dette. Jeg har valgt å se på boliger som nylig er omsatt for å få et riktigere bilde av

markedsprisen. For nylig omsatte boliger, er dette tallet for registrerte boliger i mitt utvalg på cirka 50 %. Det vil derfor være mulig å finne tilstrekkelig antall boliger som er energimerket.

### 3.5 Forutsetninger for beregning av energikarakteren

Jeg har tidligere hevdet at det å bruke boligens faktiske strømforbruk som forklaringsvariabel ikke bare er umulig, men også har en rekke svakheter knyttet til seg. Jeg vil nå argumentere for denne påstanden.

Energimerket stipulerer et forventet energiforbruk for en gitt husholdning basert på et gjennomsnittlig antall beboere og en lik innetemperatur, altså lik bruk. En kan tenke seg at en som har et lite energieffektivt hus vil redusere på innetemperaturen i løpet av vinteren, for å redusere strømforbruket. Dermed kan forskjellene i energiforbruk bli mindre enn hva den byggetekniske forskjellen på de to hus med henholdsvis god og dårlig merking skulle tilsi. Ved å bruke energimerket som indikator, vil man dermed kunne fjerne effektene av personlige preferanser i forhold til innetemperaturer, forbruk av varmt vann osv.

En viktig forutsetning er derfor:

- Energimerket gir ingen indikasjon på hva energiforbruket er per i dag.
- Energimerket er en indikator på den byggetekniske kvaliteten, ikke bruken.

Med andre ord, kan det meget gjerne tenkes at to hus som er like godt isolert og er like energieffektive kan ha et vidt forskjellig strømforbruk, basert på beboernes vaner og preferanser.

Hvis en bare skulle bruke strømforbruket som indikator, ville vi ha måttet korrigere for flere forhold. La oss tenke oss to grupper beboere, hvor den ene er en «kjernefamilie» med tre tenåringsbarn, og den andre er en enslig eldre enkemann. Det vil være en rimelig antagelse at «kjernefamilien», vil ha et høyere forbruk av varmt vann og dermed høyere energiforbruk, enn hva en enslig eldre enkemann måtte ha. Videre kan det tenkes at de to gruppene som her ble skissert har forskjellige referanser for hva som er en akseptabel innetemperatur.

Det er altså meget viktig å skille mellom faktisk levert energi og det stipulerte energiforbruket som energimerkeordningen oppgir. En kan heller anse regneeksempelet som ble presentert innledningsvis i kapittel 1 for et anslag for hva en bolig merket med energimerke **F** må bruke av energi, for å oppnå tilsvarende inneklime som en bolig med energimerke **B**. Hvorvidt eieren av boligen merket **F** er villig til å bruke så mye penger på energi, er et annet spørsmål.

### 3.6 Forskjellige varmekilder

Varmebehovet til en bolig, vil kunne dekkes på flere måter. I eldre boliger er det ikke uvanlig med olje, eller vedfyring. En bolig med oljefyring vil trolig bruke mindre elektrisitet enn en bolig uten oljefyring. Dermed vil store deler av variasjonen i strømforbruk kunne være en konsekvens av hvorvidt boligen har andre kilder til oppvarming enn elektrisitet. Fordelen med energikarakteren er igjen at den kun ser på antatt energiforbruk, og ikke tar hensyn til hvor det kommer fra. Med andre ord er en kWh en kWh, uavhengig om den kommer i fra olje eller elektrisitet, og jeg vil konkludere med at en boligs energikarakter, gitt de ressurser jeg har til rådighet, er den beste indikator jeg kan få på hvor energieffektiv en bolig er.

## 4.0 Teori

### 4.1 Hedoniske prisingsmodeller

Hedoniske prisingsmodeller kan blant annet brukes til å vurdere betalingsvilje for ulike attributter ved et sammensatt heterogent gode. Selve ordet hedone, stammer fra gresk og betyr lyst, nytelse eller glede. Altså gir ulike attributter ved et gode individuell nytte og man kan identifisere betalingsvilje for hvert enkelt attributt. Sherwin Rosen, definerer den hedoniske metode på følgende måte.

*«A class of differentiated products is completely described by a vector of objectively measured characteristics. Observed product prices and the specific amounts of characteristics associated with each good define a set of implicit or "hedonic" prices»*  
(Rosen, 1974 s.34)

Vi kan altså tolke dette som at enkelte goder er sammensatte, og ulike attributter vil gi forskjellige former for nytte. Tenk bare på hvor mange forskjellige fasonger biler blir laget i. For en barnefamilie, vil kanskje plass være en avgjørende faktor for et bilkjøp, og barnefamilien vil ha høy betalingsvilje for attributtet *plass*. Attributter som *design* og *kjøreegenskaper* vil typisk være mindre viktig. Dette er attributter som kanskje unge enslige personer verdsetter mer og har en høyere betalingsvilje for.

Rosen (1974) beskriver den hedoniske modellen ved hjelp av et flerdimensjonalt plan for både tilbydere og etterspørrere. Hvert attributt til en «pakke» av attributter kan beskrives som en vektor i dette planet. Denne vektoren er gitt ved koordinater som beskrives ved:

$$z = (z_1, z_2, \dots, z_n),$$

$z_i$  måler mengden av hvert enkelt attributt i selve godet. Det forutsettes at attributtene i «pakken» fullt ut kan beskrives numeriske verdier av  $z$ . Det forutsettes også en stor mengde «pakker» av attributter med forskjellig sammensetning. Med dette forstår vi at hvis en boligkjøper skal kunne sette sammen sin idealbolig, bestående av  $x$  antall kvadratmeter bolig,  $x$  antall kvadratmeter tomt osv., kreves det et stort antall



forskjellige boliger på markedet slik at kjøperen kan velge ønsket sammensetning av attributter. Følgelig vil prisen bli bestemt av:

$$p(z) = p(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

Dette kan tolkes som mengden av hvert enkelt attributt og den enkelte attributtprisen.

Rosen(1974) viser til at man kan finne den enkelte attributtpris ved hjelp av regresjonsanalyse. Jeg vil belyse denne metoden i kapittel 8.

## 4.2 Hedoniske prisingsmodeller ved analyse av eiendom.

Det eksisterer en tradisjon for å benytte seg av hedoniske prisingsmodeller når en ønsker å se på ulike attributter ved en eiendom. Jeg har satt meg inn i en rekke norske publikasjoner som tar for seg den hedoniske metode anvendt på boligmarkedet. Alle studier som refereres til i de kommende avsnitt har brukt denne metoden i en eller annen form, deriblant Medby(2009) og Transportøkonomisk institutt (TØI).(1997).

## 4.3 Boligprisens sammenheng med beliggenhet

Liv Osland (2008) Benytter hedonisk regresjon i sin doktorgradsavhandling, hvor hun ser på effekten av boligens plassering på boligens pris. Osland viser til at bolig er et immobilt gode som ikke kan flyttes på. Følgelig vil boligens beliggenhet være av stor betydning for boligprisen.

Osland viser til to sentrale aspekter ved beliggenhet som er avgjørende for boligpris. Det ene er avstand til sentrum. Dette er konsistent med et fagområde innen eiendomsteori som kalles «urban economics». Innen dette fagområdet har man blant annet en teori om den «monosentriske bymodellen»(Geltner et al, 2007). Denne teorien baserer seg på en forenklet virkelighet om at det som styrer boligprisene er avstanden til sentrum. En forutsetter at alle må til sentrum for å arbeide, handle og utføre andre nødvendige gjøremål. Boligprisen blir derfor en funksjon av reisekostnadene. Boligprisene avtar mot periferien etter som avstanden til sentrum øker. Dette som følge av økte transportkostnader.

Videre finner Osland(2008) at tilgang på arbeidsplasser er av sentral betydning for et områdes attraktivitet. Dette også mulig å støtte opp om innen rammene av «urban economics». «Economic base teori»(Geltner et al. 2007), baserer seg på at boligprisene i et område/region til dels drives av den næringsaktivitet som drives der. Et eksempel på dette i Norge kan være Stavanger-regionen. Oljevirksomheten i Stavanger skaper arbeidsplasser, og tilflyttingen er høy, hvilket resulterer i høye boligpriser.

Boligens beliggenhet som et attributt, blir også diskutert i en rapport fra TØI.(1997), hvor de fant statistisk signifikans for beliggenhet også innad i Oslo. Rapporten tok sikte på å etablere en sammenheng mellom boligpriser og trafikkstøy. For å øke modellens forklaringsgrad, valgte de å dele Oslo i henholdsvis Oslo vest, Oslo nord/sør og Oslo øst. Alle variabler som korrigerer for beliggenhet oppnådde statistisk signifikans. Det er altså ikke bare byen, og regionen som er av betydning, men også plasseringen innad i denne. For øvrig kunne Osland(2008) vise til at «subsentrum», kunne ha en positiv effekt på boligprisen. Subsentre kan tolkes som at større byer ikke bare har et distinkt sentrum, men flere attraktive områder med tett bebyggelse og høy aktivitet.

Det gir med andre ord lite mening å snakke om boligmarkedet på et nasjonalt nivå. Forskjellige områder vil ha forskjellige karakteristikk på tross av at de er underlagt de samme makroøkonomiske betingelser. Imidlertid viser Osland(2008) til en interessant sammenligning i sitt datamateriale. Det vises til at selv om koeffisientene for to forskjellige attributter kan være forskjellig for to forskjellige områder, så kan elastisiteten være lik. I dette tilfellet fant Osland at elastisiteten for boareal var på 0,42 for både Bodø og Haugesund. Av dette kan vi slutte at viktige og lett målbare attributter, som boareal og byggeår, kan ha en viss overføringsverdi for andre områder.

Jeg konkluderer derfor med at bevissthet rundt beliggenhet er av stor betydning når jeg gjør mitt utvalg senere i oppgaven.

#### 4.4 Valg av forklaringsvariabler

Vi har sett at boligens plassering kan bidra til å forklare prisen, men plassering alene tegner ikke hele bildet. Valg av forklaringsvariabler vil variere i forhold til hvilke man har tilgjengelig, og hva man ønsker å forklare, men etter å ha satt meg inn i teorien og

tidligere studier på området, kommer det frem en rekke variabler, som ser ut til å være mer viktige enn andre.

Tidligere nevnte rapport fra TØI. (1997), viser til fire variabler som de mener er av stor betydning for boligprisen.

- Boligens størrelse
- Tomtens størrelse
- Boligens alder
- Avstand til sentrum

Det at disse variablene er av stor betydning, støttes opp av Medby (2009), og Fiddan (2010). De har sett på effektene av henholdsvis verdsetting av heis, og prisutvikling for leiligheter i Kristiansand. Imidlertid vil ikke nødvendigvis alle disse karakteristikkene ved boligen bli vurdert i alle tilfeller. Ser man for eksempel på leiligheter, som Fiddan (2010) og Medby (2009) gjør, så vil tomtestørrelse være av mindre betydning. Fiddan (2010) ser i tillegg på omsetninger over en lengre periode, og ettersom boligprisen er i utvikling, blir det også viktig å korrigere for salgstidspunkt.

I tillegg nevnes flere andre forklaringsvariabler i litteraturen, men disse er gjerne knyttet opp mot hvert enkelt tilfelle, og vurderes skjønnsmessig. For eksempel ser Medby(2009) på sammenhengen mellom en boligs pris og nærvær eller fravær av heis. Av den grunn blir antallet etasjer en viktig forklaringsvariabel, da fravær av heis, kan oppleves som et større problem for de som bor i 10. etasje, enn for de som bor på bakkeplan.

Hvilke variabler man har tilgang på vil også i stor grad styre dette valget.

#### 4.5 Funksjonell form

Litteraturen gir ikke noe entydig svar på valget av funksjonell form. Jeg har funnet eksempler på bruk av både lineære og log-lineære tilnærminger. Medby(2009) mener at valg av form også bør kunne sees med en pragmatisk tilnærming, altså hva som passer den enkelte modell. Hvis de fleste variablene i modellen er kontinuerlige, vil det ikke være noe problem å tolke en logaritmisk modell, men ved innførsel av flere dummyvariabler, eller kategoriske variabler, kan de bli unødvendig vanskelig å tolke

resultatene. «Det virker imidlertid ikke rimelig at en økning i boareal fra 1000 til 1001 kvadratmeter, skal ha samme effekt som en økning fra 10 til 11 kvadratmeter (Medby 2009 s.26)». Av denne grunn bør forskjellige funksjonelle former forsøkes, og en bør se hvilke tilnærminger som gir best resultat.

Det ble heller ikke funnet nevneverdige forskjeller ved forskjellig bruk av funksjonell form i Fiddans studie (2010), men det er også her forsøkt forskjellige tilnærminger.

Litteraturen gir altså, etter mitt skjønn, noe entydig svar på bruk av funksjonell form for forskjellige forklaringsvariabler i en hedonisk regresjon for eiendomsmarkedet. Derfor bør forskjellige tilpasninger prøves. Den funksjonelle form som passer datamaterialet best bør brukes. For min del, har jeg kommet til at en lin-lin modell er mest hensiktsmessig.

#### 4.6 Sammenhengen mellom energimerke og boligpris

Jeg ikke funnet noe norske publikasjoner som ser på sammenhengen mellom en boligs energimerke og boligens pris. Dette kan skyldes at ordningen er relativt ny. Jeg har derfor søkt kilder fra utlandet for å få en indikasjon på hva jeg kan forvente å finne.

Jeg har valgt å støtte meg på en rapport utarbeidet for den Australske regjeringen (Australia, 2008). I denne rapporten finner de en positiv sammenheng mellom en boligs «energy efficiency rating» (EER) og boligprisen. Jeg tolker EER å være relativt lik den norske energimerkeordningen, men baserer seg på en karakterskala fra 1-10. Den finner også, i likhet med tidligere nevnte norske studier signifikant sammenheng mellom boareal og avstand til sentrum.

I en større undersøkelse fra Nederland kommer også prof. Dirk Brounen (2011) frem til en positiv sammenheng mellom boligens pris og energimerke. Den nederlandske energimerkeordningen fremstår som den norske i formen i og med at den bruker karakterene **A-G**. Brounen kommer til at det eksisterer en sammenheng mellom karakterene i form av at karakter **A** gir mest tillegg i prisen, **B** gir litt mindre osv.

Jeg har ikke inngående studert energimerkeordningen for Nederland og Australia. Det vil kunne være forskjeller i de andre landenes utforming av ordningen og Norges utgave. Allikevel kan det se ut til at energieffektivitet blir priset inn i boligprisen i Australia og

Nederland. Jeg vil gjøre oppmerksom på at energieffektivitet like gjerne kan dreie seg om kjølebehov i varme land, som varmebehov i kalde land.

#### 4.7 Oppsummering teori

Det finnes en tradisjon for å benytte den hedoniske metode, når en søker å se på effekten, eller betalingsviljen for et enkelt attributt for bolig. På bakgrunn av det teoretiske fundamentet vil også jeg bruke denne metoden i mitt arbeid. Det ser også ut til at det er noen kvaliteter ved en bolig som er med som forklaringsvariabler, uavhengig av hva man ønsker å undersøke. Disse er boligens areal, tomtestørrelse, byggeår og avstand til sentrum. Disse variablene er medregnet i nær sagt alle studier jeg har sett på. Jeg vil derfor bruke også bruke disse variablene i min modell. I tillegg vil det kunne være aktuelt å ta inn andre variabler i modellen, avhengig av hvilke data man har tilgjengelig, og hva man søker å undersøke. I mitt tilfelle vil dette bli boligens energimerke.

Selv om jeg ikke har funnet noen større norske studier på temaet, viser erfaringer fra utlandet at man får bedre betalt for en bolig med godt energimerke.

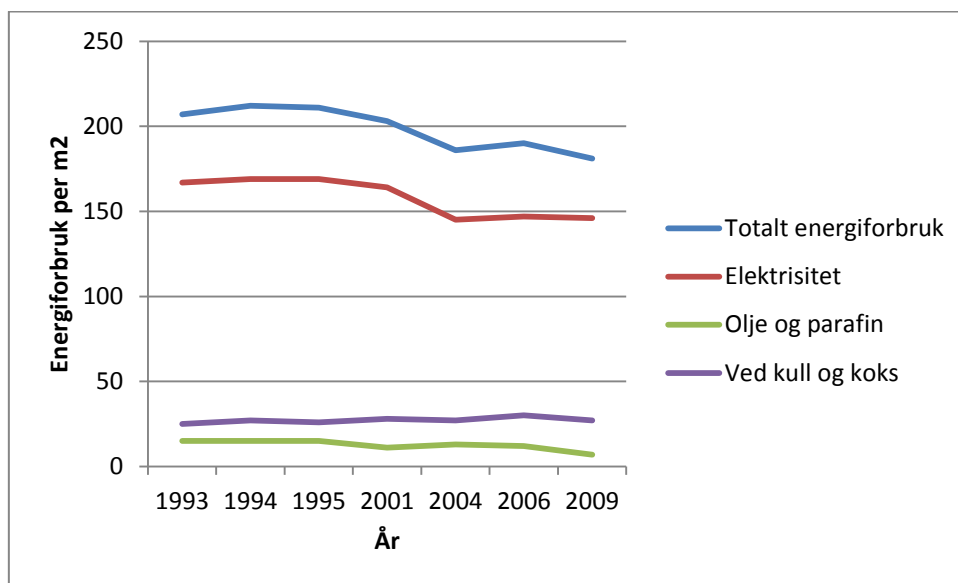
## 5.0 Energimarkedet i Norge med fokus på boliger

Jeg skal i dette kapittelet ta for meg energimarkedet i Norge. Dette for å kartlegge hva man kan forvente å måtte betale for en enhet energi, og hvor mye energi vi bruker per i dag. Dette er viktig for å vurdere hvor stor merverdi en skal kunne forvente for en energieffektiv bolig i et velfungerende marked.

Jeg har tidligere nevnt at det finnes flere energikilder, som kan dekke oppvarmingsbehovet i boliger. For enkelhets skyld ser jeg bort i fra dette, og ser kun på priser i markedet for elektrisitet, da dette er desidert størst.

### 5.1 Fordeling av energibærere i norske boliger

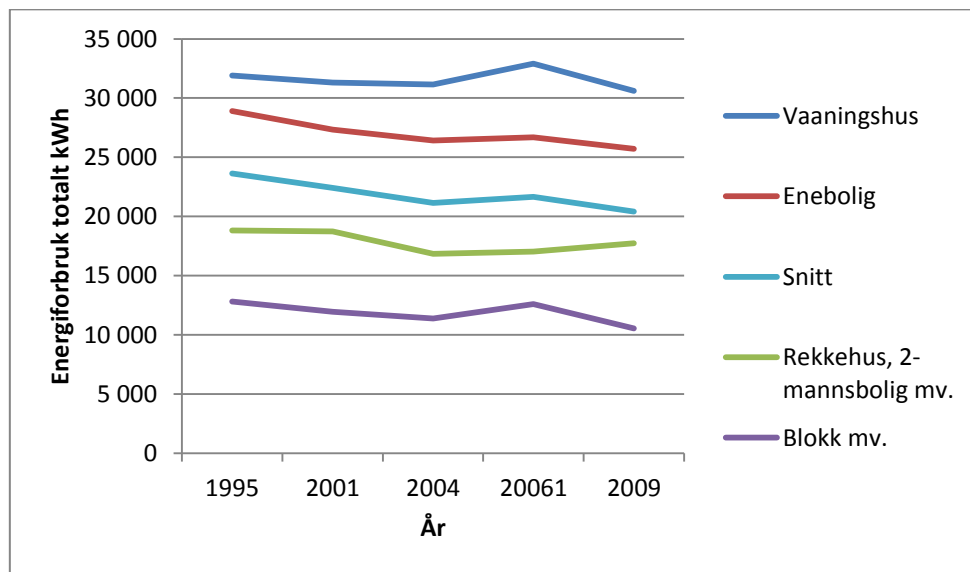
Norge har tradisjonelt hatt tilgang på rimelig elektrisitet fra vannkraft. Dette ser vi konsekvensen av i figur 1 som illustrerer at hele 80 prosent av energiforbruket i norske boliger dekkes av elektrisk kraft. Jeg vil derfor, som tidligere nevnt, kun se på kostnaden knyttet til elektrisitet videre i denne oppgaven. Dette vil si at jeg gjør en forenkling av virkeligheten og forutsetter at strøm er den eneste kilden til energi i norske boliger. Det er verdt å merke seg at måleenheten for alle typer energibærere, i dette tilfellet er levert kWh. Tallene er følgelig justert for sin virkningsgrad, i form av at en kilo olje inneholder mer energi enn en kilo ved.



Figur 1 Gjennomsnittlig energiforbruk, fordelt på energibærere. kWh per m2 (SSB 1)

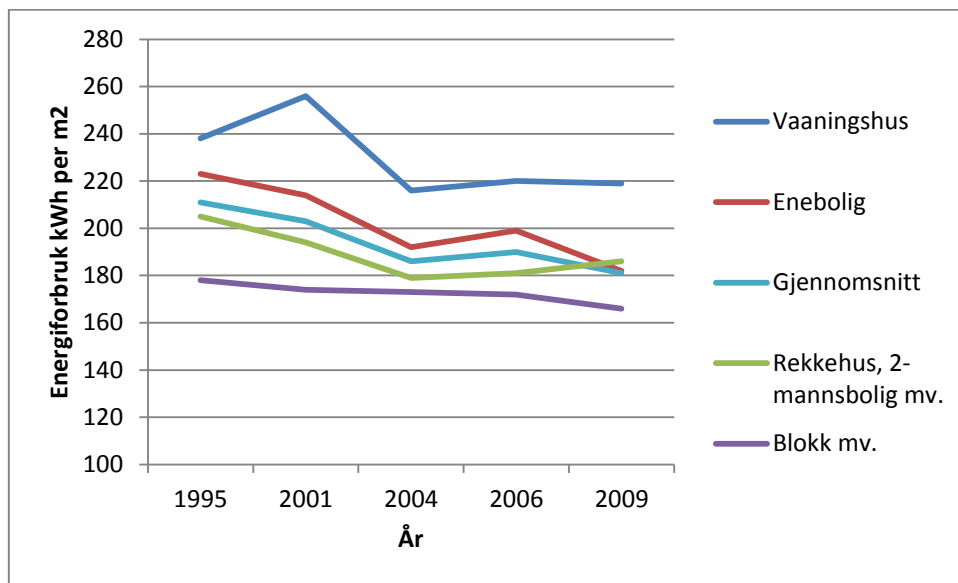
## 5.2 Forskjeller i energiforbruk for boligtyper

Figur 2 viser at det gjennomsnittlige energiforbruket for en enebolig ligger ved om lag 25 000 kWh per år. Dette er tall for gjennomsnittlige boligstørrelser og bør tolkes deretter. Trolig vil en stor enebolig ha et høyere forbruk enn dette, og mindre eneboliger vil ha et lavere forbruk. Det vil derfor også være fornuftig å se på strømforbruket per kvadratmeter for de forskjellige boligtypene



Figur 2 Gjennomsnittlig energiforbruk for boligtyper kWh (SSB 1)

Figur 3 viser at eneboliger og våningshus har et høyere energibehov enn hva blokkleiligheter har, også per kvadratmeter og ikke bare i totalt forbruk. Dette er av grunner jeg senere skal komme tilbake til. Med tanke på at eneboliger typisk er større enn blokkleiligheter og i så måte har mer areal å varme opp, vil bygningens energieffektivitet gjøre desto større utslag på kontantstrømmen knyttet til drift av boligen.

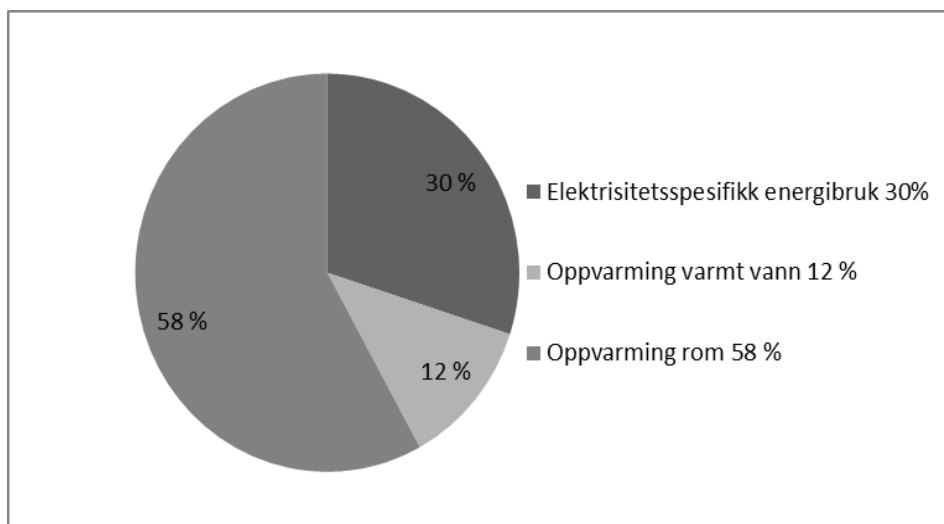


Figur 3 Gjennomsnittlig energiforbruk for boligtyper, kWh per m<sup>2</sup> (SSB 1)

### 5.3 Andelen av energiforbruket som går til oppvarming

Denne utredningen skal ta for seg hvorvidt boligens energieffektivitet har noen effekt på boligprisen. Boligens energieffektivitet vil derimot ikke ha noe annet enn marginal betydning for hvor mye strøm tekniske installasjoner som kjøleskap og vaskemaskiner og TV-apparater bruker. Det er altså kun den andelen av energiforbruket som går til oppvarming, som er av interesse. Dette er en størrelse det er vanskelig å finne noe helt klart svar på, men jeg har valgt å støtte meg på en rapport fra NVE (2011). Den tar for seg strømforbruket i fastlands Norge, og i rapporten kommer de frem til følgende fordeling, vist i figur 4.





**Figur 4 Formålsfordeling av energiforbruket i norske husholdninger (NVE 2011)**

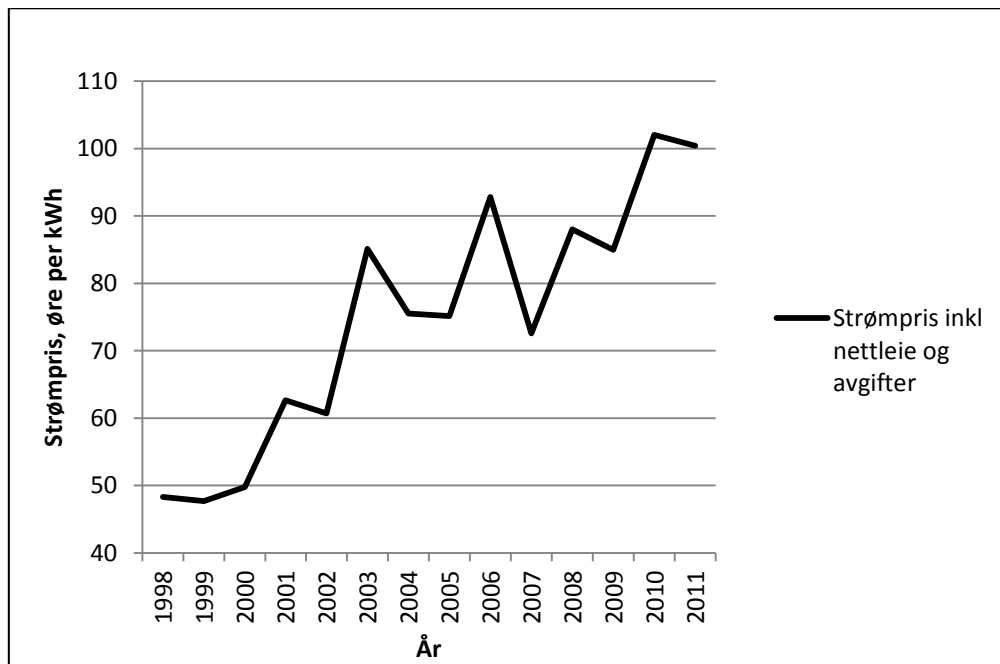
Med elektrisitetsspesifikk energibruk menes tekniske apparater som drives av elektrisitet. Dette kan være installasjoner som kjøleskap, kaffetrakter, TV og så videre. Vi ser altså at en meget stor andel av forbruket av energi i husholdningene går til oppvarming av rom. Jeg har ikke lyktes i å finne ut hvorvidt disse tallene er basert på en gitt boligtype, eller et gjennomsnitt for alle boligtyper. Hvis en forutsetter at de er basert på et gjennomsnitt for alle boligtyper, så vil eneboliger ha en høyere andel av sitt forbruk knyttet til oppvarming av rom. Dette vil jeg komme tilbake til senere. Selv om jeg anser det som sannsynlig at tallene er basert på et gjennomsnitt, kan jeg ikke være sikker. Jeg vil derfor se på de 58 prosent som er angitt i rapporten, som et relativt moderat anslag for hvor stor andel en enebolig bruker på oppvarming av rom.

Det er også verdt å merke seg at andelen som går til oppvarming av vann og rom, altså til sammen 70 prosent, kan dekkes av andre energibærere enn elektrisitet, men som jeg har vist tidligere, så er elektrisitet den vanligste energibæreren i norske husholdninger.

#### 5.4 Utviklingen i strømprisen i sluttbrukermarkedet

Den primære energibæreren i norske husholdninger er altså elektrisitet. Det vil derfor være av størst relevans å se på prisutviklingen i strømmarkedet den senere tiden. For den vanlige private forbruker, så vil det være strømprisen i sluttbrukermarkedet som er

av interesse, og mine tall er derfor basert på dette. Tallene i figur 5 er også medregnet nettavgift, øvrige avgifter og merverdiavgift.

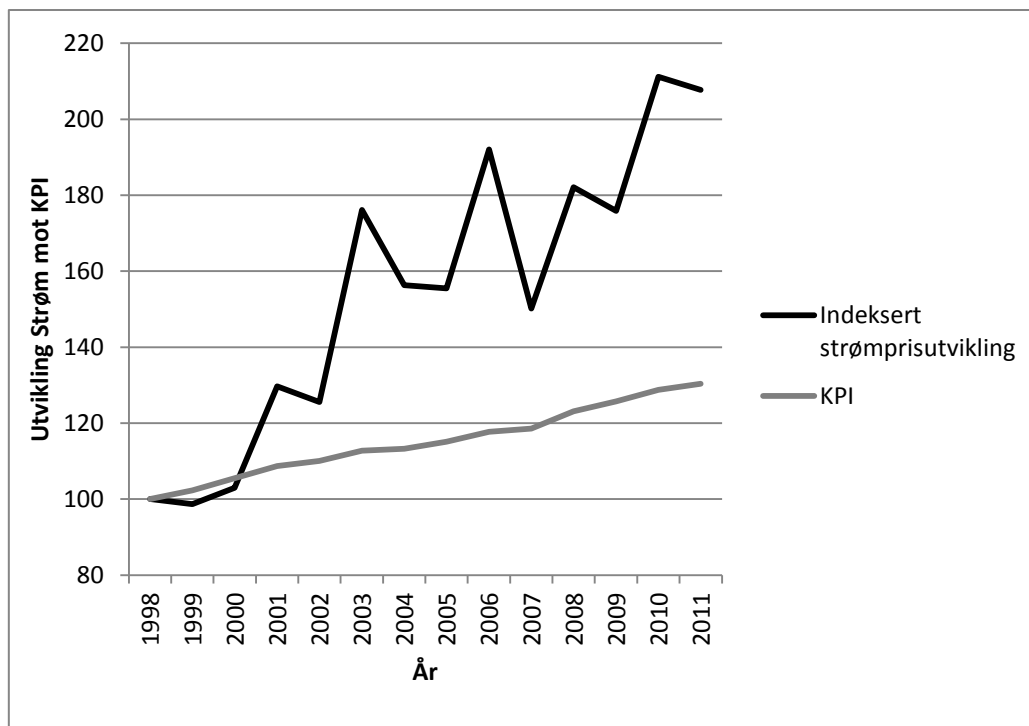


Figur 5 Strømprisutvikling i sluttbrukermarkedet, inkl. nettleie og avgifter (SSB 2)

Som vi kan lese av figur 5, så har strømprisen i årene 2010 og 2011 ligget rundt 100 øre per kWh. Vi ser også at variasjonen i strømpris varierer relativt mye fra år til år. Strømprisen i Norge vil være relativt volatil, da den avhenger av fyllingsgraden i magasinene, som er prisgitt nedbør og snøsmelting på tilbudssiden. Etterspørselssiden styres blant annet av klima, og kalde vintre gir gjerne økt etterspørsel. Som jeg har vist, så går en betydelig andel av energiforbruket i norske husholdninger til romoppvarming, så kalde vintre vil gi økt etterspørsel. Uavhengig av variasjonen fra år til år, ser vi en tydelig trend mot stigende strømpriser.

## 5.5 Strømprisutvikling sammenlignet med annet konsum

Det at strømprisen stiger er et aspekt, men jeg mener det er sentralt å sammenligne denne med Konsum Pris Indeksen (KPI), som vist i figur 6. Ved å indeksere strømprisutviklingen og sammenligne denne mot utviklingen i KPI, ser vi at veksten i strømprisene har vært betydelig større enn KPI for den aktuelle perioden. Av dette kan vi trekke slutningen at elektrisitet trolig utgjør en stadig økende andel av husholdningenes utgiftsside, og fokus rundt dette, vil følgelig være av økende interesse.



**Figur 6 Indeksert strømprisutvikling mot KPI(SSB 2 & 3)**

Denne oppgaven skal ikke ta på seg å prognostisere utviklingen i strømprisen, men det kan være verdt å merke seg at prisen på elektrisk kraft har steget vesentlig hurtigere enn KPI de siste årene. Hvis veksten fortsetter, vil energieffektivitet i boliger, bli av stadig økende betydning i fremtiden.

## 6.0 Data

Jeg vil i dette kapitlet forklare hvordan jeg har gått frem for å anskaffe datagrunnlaget for oppgaven. Dette har vært en meget tidkrevende, men lærerik prosess. I en ideell verden skulle en selvfølgelig ønske at man har all informasjon tilgjengelig, men virkeligheten er ofte en annen. Jeg vil videre gå inn i hvilke variabler jeg har tilgjengelig, og i tillegg si noe om min kilde til disse.

### 6.1 Forklaringsvariabler

Tidligere studier fra blant annet TØI.(1997) har vist at boligens størrelse, tomtens størrelse, boligens alder og avstand til sentrum er sentrale forklaringsvariabler i en hedonisk prisingsmodell for eiendomsmarkedet. Jeg har lyktes å få tak i alle disse variablene, med unntak av avstand til sentrum. Hvordan jeg har tenkt til å håndtere problematikken rundt dette, vil jeg drøfte i neste kapittel. Jeg har i tillegg skaffet til veie data om boligens energimerke. Jeg har altså følgende variabler tilgjengelig:

- Salgspris (Avhengig variabel)
- BOA(oppvarmet areal)
- BTA (Bruttoareal)
- Tomtestørrelse
- Byggeår
- Bydel
- Energikarakter

Jeg vil kort forklare forskjellen på BOA og BTA. BOA er boligens bo-areal. Det vil si boligens beboelige arealer, eller oppvarmet areal. Typiske rom som ikke inkluderes i BOA er boder, loft og trapperom. Betegnelsen primærrom(p-rom) kan også brukes om denne arealtypen. BTA, eller bruttoareal, vil være boligens totale areal. Jeg vil ikke bruke BTA som en forklaringsvariabel, da denne antas å være sterkt korrelert med BOA, og vil trolig skape multikollinearitet(kapittel 8.5). Jeg vil derimot subtrahere BOA fra BTA, slik at vi får resterende arealer, eller verdien av boder, loft trapperom.

Ytterligere forklaringsvariabler som for eksempel utsiktsforhold, solforhold og støy ville nok ha bidratt til å øke forklaringsgraden og skape en bedre modell. Mange av disse

variablene er imidlertid vanskelig å kvantifisere, og er i tillegg lite tilgjengelig. Jeg tror allikevel disse variablene vil gi meg tilstrekkelige svar.

## 6.2 Datainnsamling

Jeg har gjort en rekke fremstøt for å få tak i data til denne studien. Jeg kom tidlig på sporet av et selskap ved navn «Eiendomsverdi». Dette er et privat selskap som driver med registreringer av boligdata og samler disse i en database, ut i fra informasjon funnet i prospekter og tinglyste salgspriser. Dette er imidlertid et privat foretak og de var nødt til å gjøre en rekke prinsipielle drøftinger før jeg eventuelt kunne få tilgang til deres database.

Jeg forsøkte derfor å kontakte Plan og bygningsetaten i Oslo kommune. De stilte seg positive til å gjøre et uttrekk på mine vegne, men vedkommende som var ansvarlig for dette hadde for tiden meget å gjøre. I tillegg var de pålagt fra sentral myndighet å ta betalt for denne typen tjenester, hvilket ikke var aktuelt.

Jeg søkte derfor videre hos Statens Kartverk, og fikk tilgang til deres matrikkel. Imidlertid viste det seg at matrikkelen ikke ble hyppig oppdatert og i tillegg var basert på egenmelding. I følge Staten Kartverk selv, var derfor matrikkelen full av feil, og ville trolig ikke være egnet til denne typen formål. De viste meg videre til Eiendomsverdi, i likhet med de fleste andre jeg hadde vært i kontakt med. Det ble stadig klarere at det er kun Eiendomsverdi som sitter på denne typen data. Jeg gjorde derfor et nytt fremstøt og fikk til slutt tilgang.

## 6.3 Eiendomsverdi- Datakilde

Eiendomsverdi har en database som har informasjon om så godt som alle eiendommer i Norge. I tillegg til å bruke matrikkelen, korrigerer de sine opplysninger når en eiendom ligger for salg. Dette gjøres ved og manuelt å gå inn i hvert enkelt prospekt og korrigere data fra matrikkelen. Det antas at informasjonen som står oppført i prospektet angående arealer, byggeår osv. er korrekte. Dette grunnet det rettslige etterspillet feilopplysninger i prospekt ofte kan få. Det er derfor grunn til å tro at opplysningene til Eiendomsverdi er

bedre egnet til å lage en god modell enn hva offentlige kilder kunne tilby. Gjennom Eiendomsverdi sin database kan en gjøre utvalg avgrenset i sted og omsetningstidspunkt. En kan derfor ta ut datasett fra de områdene en ønsker å se på, og kun se på boliger omsatt det siste året. I denne omsetningsrapporten ligger det opplysninger om boligens Bo-areal/Primær-rom, bruttoareal, tomtestørrelse, byggeår, salgsdato og naturlig nok implisitt den bydelen man har gjort utvalget fra. Derimot står det ingenting om energimerkingen i omsetningsrapportene.

Jeg har sett andre studier, som har klart å hente ut mer informasjon og flere forklaringsvariabler fra Eiendomsverdi enn hva jeg har gjort. Hvorfor det er slik, vet jeg ikke, men det kan tenkes at jeg har fått en begrenset tilgang til databasen.

#### 6.4 Energikarakter i datasettet

I og med at energimerkeordningen er relativt ny, har NVE fortsatt ikke noe søkbart register over en gitt addresses tilknyttede energimerke. Som tidligere nevnt er selger pliktig til å opplyse om energikarakteren i prospektet når vedkommende selger sin bolig. Eiendomsverdi har lagret prospektene fra de siste omsetninger av bolig i sin database. Det var derfor mulig å se på prospektet knyttet til hver enkelt observasjon, og lese av energimerket i hvert enkelt prospekt. Cirka 50 prosent av disse prospektene hadde energimerket registrert i prospektet, og jeg kunne da føre dette inn i mitt datasett og satt igjen med de forklaringsvariablene nevnt innledningsvis i avsnitt 6.1.

## 7.0 Utvalg

Utvalget er gjort i perioden 4.5.2011-4.5.2011. Jeg vil i dette kapitlet redegjøre for hvilke vurderinger jeg har gjort i forhold til utvalget i denne studien.

Byggets tekniske tilstand og byggemåte vil avgjøre energibehovet til romoppvarming. En bør merke seg at også boligtype vil spille inn på energiforbruket. Et bevis for dette kan vi se i tabell 3, som viser forskjellige energikrav for eneboliger og leiligheter. En Leilighet må altså bruke mindre energi enn en enebolig for å oppnå samme energikarakter. En forklaring på dette er at en enebolig alltid vil ha minst fire vegger og tak, som er eksponert for varmetap, mens leiligheter kan ha andre leiligheter både over, under og ved siden av seg, som fungerer som ekstra isolasjon.

Boligtype	Boligstørrelse	Energimerke						
		A	B	C	D	E	F	G
Leilighet	200	66	98	129	184	238	356	Ingen grense
Enebolig	200	85	123	161	237	313	466	Ingen grense

Tabell 3 Forskjeller i energikrav for leiligheter og eneboliger. (Energimerking.no)

### 7.1 Begrensninger for boligtype

Vi ser altså at eneboliger i snitt vil ha et høyere energiforbruk enn hva leiligheter har (både i følge energimerkeordningen, og de faktiske forbrukstallene presentert i kapittel 5). Følgelig vil også eneboligens strømforbruk gi større utslag i livssykluskostnadene av den enkle grunn at den bruker mer energi. Jeg vil altså i denne oppgaven kun se på eneboliger. Dette er også fordi dette forenkler forholdet rundt hvem som betaler energien. Enkelte leiligheter kan ha oppvarming inkludert i husleien og enkelte har det ikke. Dette kompliserer analysen unødvendig og jeg har ikke kapasitet eller tilgjengelig informasjon for å korrigere for dette.

Boliger (beboede og ubebodde)	2011	
	Antall	Andel
<b>Enebolig</b>	<b>1 223 485</b>	<b>52 %</b>
Tomannsbolig	213 937	9 %
Rekkehus, kjedehus og andre småhus	271 304	12 %
Boligblokk	529 453	23 %
Bygning for bofellesskap	43 136	2 %
Andre bygningstyper	61 695	3 %
<b>I alt</b>	<b>2 343 010</b>	<b>100 %</b>

Tabell 4 Fordeling av boligtyper i Norge(SSB a)

Som vi ser av tabell 4, er også eneboliger den mest vanlige boligtypen i Norge. Det vil derfor også være av størst relevans å undersøke markedet for nettopp eneboliger.

## 7.2 Begrensninger i geografisk utvalgsområde

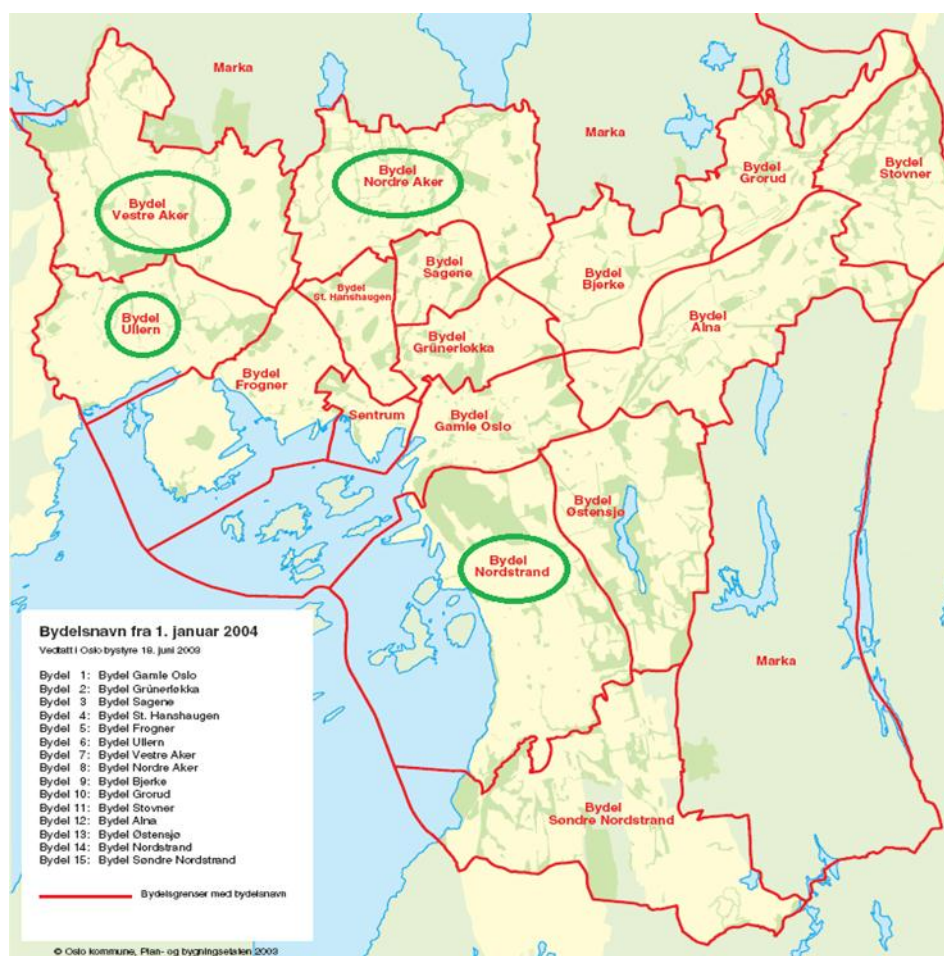
Tidligere studier fra både Osland (2008), og TØI. (1997), har vist at en boligs manglende evne til å flytte på seg vil gjøre plassering til et viktig attributt for boligens verdi. Jeg har derfor argumentert for at det gir lite mening å studere eiendomsmarkedet på et nasjonalt nivå. Av den grunn har jeg valgt å begrense mitt utvalg til Oslo. Selv om dette er et begrenset område, finner jeg det nødvendig å korrigere ytterligere for beliggenhet innad i Oslo ved hjelp av bydeler. Ved å gjøre et utvalg basert på hele Oslo uten å korrigere for beliggenhet innad i byen vil vi kunne få uønsket høy variasjon. Med mine tilgjengelige forklaringsvariabler har jeg ikke funnet noen mulighet for å korrigere for boligens avstand til sentrum, som jeg tidligere har trukket frem som en sentral forklaringsvariabel. Jeg har derfor gjort mitt utvalg fra bydeler som grovt sett har samme avstand til sentrum. Figur 7 viser dette i form av et kart over Oslo

Utvalget er også rimelig homogent utover avstand til sentrum. Tabell 5 viser en relativt lik kvadratmeterpris og andel av eneboliger for de fire bydelene i utvalget som er Nordstrand, Ullern, Nordre Aker og Vestre Aker.



	Andel eneboliger	Pris per m2 for eneboliger	Gjennomsnittspris enebolig
<b>Bydel</b>			
Nordstrand	44 %	42 000	7 700 000
Ullern	26 %	44 000	9 300 000
Nordre aker	29 %	48 000	8 600 000
Vestre aker	41 %	45 000	9 300 000
<b>Snitt</b>	<b>35 %</b>	<b>44 750</b>	<b>8 725 000</b>

Tabell 5 Gjennomsnittsdata for bydelene i utvalget (Eiendomsverdi)



Figur 7 Kart over Oslo. Valgte bydeler markert med grønt

Som vi ser av figur 7, så kunne det sett fra et geografisk ståsted også vært aktuelt å ta med andre bydeler som Østernsjø, Alna, eller Bjerke. Imidlertid har disse bydelene vesentlig lavere snittpris for eneboligene, og eller en lavere andel enebolig. Eksempelvis har Alna en snittpris på 29 000 per m<sup>2</sup> enebolig, og 4,7 millioner i snittpris for en

enebolig(Eiendomsverdi). Følgelig vil det være rimelig å anta at faktorer som lavere områdeattraktivitet og lavere standard er med på å trekke gjennomsnittsprisen ned. Dette vil tilføre større variasjon i utvalget, hvilket ikke er ønskelig, når jeg ikke har variabler som kan fange opp denne variasjonen. Derfor mener jeg at de fire bydelene som er valgt, er et fornuftig utvalg, og innenfor de rammene som er gitt det beste valget.

### 7.3 Omsetning i markedet for eneboliger

Et problem fra mitt datautvalg er at omsetningstakten for eneboliger er lavere enn for leiligheter. Dette bidrar i seg selv til å redusere utvalget. Tall fra eiendomsverdi viser dette i tabell 6.

Boligtype	Salg		Boliger	
	Antall	%	Antall	%
<b>Enebolig</b>	<b>855</b>	<b>17 %</b>	<b>14 965</b>	<b>36 %</b>
Rekkehus	368	7 %	3 903	9 %
Leilighet	3 380	66 %	14 639	35 %
Tomannsbol	529	10 %	8 350	20 %
Totalt	5 132	100 %	41 857	100 %

**Tabell 6 Omsetning for boligtyper i utvalgsperioden(Eiendomsverdi)**

Tabellen viser fordelingen av de forskjellige boligtypene i de fire bydelene og hvor mange omsetninger som er gjort for boligtypen i løpet av utvalgsperioden. Vi ser at selv om andelen eneboliger i bydelene er på hele 36 prosent, så er andelen salg for eneboliger på kun 17 prosent.

Den eneste måten å finne en pris på en bolig på er å finne ut hva markedet er villig til å betale for den. Følgelig er det kun nylig omsatte boliger som kan brukes i mitt datagrunnlag. Jeg har valgt å basere mitt utvalg på observasjoner fra det siste året, for at markedsprisen skal være mest mulig riktig. Med andre ord er det her kun snakk om 855 observasjoner, som vi kan lese ut av tabell 6.

I mitt endelige utvalg, er det lagt til ytterligere restriksjoner om at det skal være en selveierbolig og boligen skal stå på eiet tomt. Videre mangler en god del av observasjonene kritiske data. Dette gjelder spesielt i tilfeller hvor det ikke er snakk om reelle markedssalg. Dette kan eksempelvis knyttes til arveoppgjør, eller at boliger skifter eier uten og ha vært på markedet. Har den ikke vært på markedet foreligger det heller

ikke noe prospekt og eiendomsverdi kan derfor ikke knytte mine forklaringsvariabler opp til adressen. Jeg kan ikke ta med en observasjon som mangler kritiske data i utvalget. Dette reduserer utvalget ytterligere. I tillegg er det som tidligere nevnt kun rundt halvparten av prospektene som oppgir energikarakteren i prospektet. Mitt endelige antall observasjoner blir derfor lavt med  $n=243$ .

Det kan argumenteres for å utvide perioden, og indeksregulere de eldre observasjonene med avkastningen i perioden. I og med at energimerkeordningen er såpass ny, så er det en veldig liten andel som er energimerket når jeg ser lenger tilbake i tid, enn det jeg har gjort. Utvalget forblir derfor lite.

## 8.0 Metode

### 8.1 Minste kvadraters metode (MKM)

Rosen (1974) skriver i sin artikkel at man finner verdien av de enkelte attributtene i en hedonisk prisingsmodell ved hjelp av regresjonsanalyse, eller minste kvadraters metode. Denne metoden tar sikte på å kunne predikere en verdi for hele populasjonen ved å se på variasjonene i et gitt utvalg.

I mitt tilfelle har jeg en avhengig Y-variabel boligpris, som jeg ønsker å forklare ved hjelp av uavhengige forklaringsvariabler, eller X-variabler. Som tidligere nevnt er disse BOA, BTA, tomtestørrelse, alder, og bydel. I tillegg har jeg tatt med observasjonens energimerke. Målet regresjonsanalysen i forhold til den hedoniske prisingsmodellen, er at jeg søker å finne markedets betalingsvillighet for en enhet av hver enkelt forklaringsvariabel, eller attributt.

Spesifikasjon av modellen må denne være basert på teori. En må med andre ord kunne forklare kausalitet i analyseresultatene ved hjelp av økonomisk teori, eller i dette tilfellet eiendomsteori. Signifikante sammenhenger uten teoretisk forklaring, er i så måte ugyldige. Jeg vil sammenligne mine funn, med tilsvarende tidligere studier, for å sannsynliggjøre at eventuelle sammenhenger ikke er tilfeldige.

### 8.2 Modellspesifikasjon

Jeg har utarbeidet følgende modell:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i + D_1 X_1 + D_2 X_2 + \dots + D_i X_i + \mu_i$$

Min modell inneholder flere uavhengige variabler, og er i så måte en multipl regressjonsanalyse (Gujarati 2010). Koeffisienten  $\beta_i$  er å tolke som en av de uavhengige variablenes påvirkning på Y med en enhets økning i X, mens de andre parameterne i modellen holdes konstant. Jeg ønsker med min modell å predikere verdien av

eksempelvis en enhet  $X_i$  Bo-areal for en tilfeldig bolig.  $\beta$  er i så måte stigningstallet for koeffisienten.  $\alpha$  er å tolke som skjæringspunktet til modellen, eller i mitt tilfelle verdien av et hus med verdien  $X=0$  for alle koeffisienter.  $D$  er en dummyvariabel, og indikerer enten nærvær eller fravær av en egenskap, slik at man kan korrigere for dette.

Dummyvariabler kan blant annet brukes til å korrigere for kategorier, eksempelvis mann, eller *ikke* mann. Energimerke **B**, eller *ikke* energimerke **B**. De inntar verdien 0 eller 1. Feilleddet  $\mu$  er restleddet, som fanger opp den variasjonen som modellen ikke kan forklare, som en konsekvens av utelatte variabler. Ytterligere gode forklaringsvariabler som støy, solforhold og utsikt, vil kunne redusere verdien til restleddet. Regresjonslinjen plasserer seg slik at den vil minimere de kvadrerte avvikene, altså minste kvadraters metode.

### 8.3 Modellens forklaringssevne

Hvor stor andel av variasjonen i utvalget som fanges opp av forklaringsvariablene i modellen, bestemmes av modellens  $r^2$ , eller forklaringsgrad. Modellens forklaringsgrad vil alltid øke som følge av at flere variabler legges til, så i en multippel regresjonsanalyse som den som brukes her, er det vanlig å bruke *justert*  $r^2$  som korrigerer for antallet variabler i modellen.  $r^2$ , kan innta størrelser mellom 0-1. En forklaringsgrad på 1 vil bety at all variasjon i  $Y$ , beskrives av modellen, altså at vi har med alle variabler som påvirker boligprisen. En forklaringsgrad på 0 vil bety at ingen av variablene bidrar til å forklare variasjonen i boligprisen.

Hva som er en god  $r^2$ , vil oftest bestemmes av en skjønnsmessig vurdering, og kommer an på hva man skal måle, og hvilke variabler man har tilgjengelig. Den bør også sees i sammenheng med modellens  $F$ -verdi, som er en test på flere variabler samtidig, eller modellens kvalitet som helhet.

### 8.4 Testing av variabler

Hvor gode koeffisientene er, kan vi lese ut i fra deres  $t$ -verdier og tilhørende  $p$ -verdier. Hvorvidt koeffisienten er statistisk signifikant avhenger av  $t$ -verdien. Enkelt forklart kan en få signifikante  $t$ -verdier enten ved hjelp av svake sammenhenger, som vi klarer å påvise grunnet store datamengder, eller sterke sammenhenger som man følgelig ikke

trenger store mengder data for å påvise. For å teste mot kritisk t-verdi må vi forutsette at feilledet  $\mu$  er normalfordelt, noe jeg kommer tilbake til. Dette fordi t-tester baserer seg på Gauss/normalfordelingen. P-verdien indikerer hvilket signifikansnivå som gjør koeffisienten statistisk signifikant. Det er vanlig å operere med et signifikansnivå på 5 prosent, eller p-verdi  $< 0,05$ . En p-verdi på 0,05 betyr at sannsynligheten for å observere at  $H_0$  er sann når den faktisk ikke er det, er mindre enn 5 prosent. Resultatene av en regresjonsanalyse vil alltid gi koeffisienten for et gitt attributt en verdi, men p-verdien indikerer hvor sikre vi kan være på at den estimerte verdien gjelder for populasjonen som helhet.

## 8.5 Forutsetninger MKM

Minste kvadraters metode baserer seg på **6 + 1** forutsetninger(Gujarati 2010):

***1 Regresjonen er lineær i parameterne og riktig spesifisert***

***2 Uavhengige variabler og feilledet er ukorrelerte***

***3 Feilledet har forventet verdi lik 0***

***4 Variansen til feilledet er lik for alle observasjoner (Homoskedastisk)***

Hvis en har problemer med heteroskedastisitet (i motsetning til homoskedastisitet), vil dette si at residualene til observasjonen øker med verdier av X eller Y. Dette forekommer typisk hvis en økning i parameteren øker mulighetsområdet. La oss si at en antar en lineær sammenheng mellom sparing og inntekt. En vil da typisk se at de med lavest inntekt har en sparerate tilnærmet lik null, fordi de ikke har mulighet til å spare. Deres mulighetsområde er meget begrenset På den andre side kan personer med meget høy inntekt kan ha en høy sparerate, eller ingen sparerate. Deres mulighetsområde er større, og det er derfor vanskeligere å predikere noe om deres handlingsmønster. Problemet baserer seg på at vi ilegger alle observasjoner lik vekt, selv om noen av observasjonene i seg selv, har en større usikkerhet enn andre. For denne studien kan det tenkes at veldig høyt prisede eneboliger, kan ha stor variasjon i innhold. Høy pris kan for eksempel enten skyldes særskilt god beliggenhet, eller veldig stor bolig.

### ***5 Korrelasjonen mellom feilledet til to observasjoner er lik 0 (ingen autokorrelasjon)***

Dette er først og fremst et problem i tidsseriedata og med tanke på at vi her på sett og vis ser på tverrsnittsdata, forutsetter jeg at jeg ikke har problemer med dette. Utvalget er gjort over noe tid, og det har vært en avkastning på boligene i perioden. Jeg har forsøkt å beregne realverdier med å multiplisere antall dager siden boligen ble solgt med de daglige avkastningene i boligmarkedet i perioden, men dette ga neglisjerbar effekt på forklaringsverdien, og vil ikke bli vurdert videre.

### ***6 Ingen perfekt kollinearitet mellom de avhengige variablene (multikollinearitet)***

Hvis en får en lineær sammenheng mellom to eller flere forklaringsvariabler vil man kunne få et problem med multikollinearitet. Et mye brukt eksempel i så måte er at familiens forbruk er en funksjon av mors inntekt, fars inntekt, og familiens inntekt. Vi vil da kunne få en perfekt lineær sammenheng mellom mor og fars inntekt, og familiens inntekt. Vi har altså forskjellige parametere som måler nøyaktig det samme, hvilket skaper perfekt multikollinearitet. Perfekt multikollinearitet er mindre vanlig, men en kan allikevel få problemer med ikke-perfekt multikollinearitet. Hvis sammenhengen mellom noen av de uavhengige variablene blir for sterk, kan dette resultere i unøyaktige parameterestimer. Av denne grunn vil det ikke være fornuftig å bruke bo-areal og bruttoareal i samme modell, fordi de måler nesten det samme.

### **Blue estimatorer**

Hvis forutsetningene 1-6 er oppfylt har vi **Best Unbiased Linear Estimators**. Brudd på forutsetningene kan gjøre at kvaliteten på estimatorene blir dårligere.

I tillegg har vi en syvende forutsetning for å kunne benytte oss av t-tester for koeffisientene

### ***7 Feilledet er normalfordelt.***

Det forutsettes at residualene følger en fordeling lik normalfordelingen. Dette fordi t-tester baserer seg på normalfordelingen. Hvis residualene skulle vise seg og ikke være normalfordelte, vil dette redusere egenskapene til t-testene og gjøre disse mindre sikre.

Man kan teste denne forutsetningen på flere måter, men en vanlig måte er Jarques Bera test for normalitet gitt ved:

$$JB = \frac{n}{6} \left( S^2 + \frac{1}{4} (K - 3)^2 \right)$$

Her er  $S$ , eller skewness et uttrykk for hvorvidt fordelingen er tung mot den ene eller andre siden.  $K$  eller kurtosis, er et uttrykk for hvorvidt fordelingen er spiss eller flat. Spisse fordelinger med høye topper har mange observasjoner langt ute i halene av fordelingen, kalt fete haler. Dette gjør at sannsynligheten for å observere store avvik på flere standardavvik er større en hva den ville ha vært, hvis fordelingen var normalfordelt. JB-verdien testes mot kritisk verdi i kjikvadrat-fordelingen.

En vil også kunne få en god indikasjon på fordelings form ved å plote residualene i et histogram.

## 8.6 Verdien av en annuitet

Som tidligere nevnt, vil to ellers «like» boliger, kunne generere forskjellige kontantstrømmer til drift og vedlikehold, eller livssyklus kostnader. For å finne verdien av denne kontantstrømmen i dagens penger, må vi regne fremtidige utgifter tilbake til i dag. Dette for å kunne beregne hva forskjellen mellom to «like» boliger med forskjellig energiforbruk bør være i dagens marked

En annuitet er en kontinuerlig kontantstrøm over en gitt periode, i dette tilfelle strømutgifter i boligens levetid. Hvis man har riktig diskonteringsfaktor, vil man kunne beregne verdien av et beløp i fremtiden. Hva som er riktig diskonteringsfaktor avhenger av hva som er gjeldende risikofrie rente, samt usikkerheten knyttet til kontantstrømmen. Hvis usikkerheten for at en vil kunne innkassere et beløp i fremtiden er stor, øker man diskonteringsfaktoren, og reduserer i så måte nåverdien i dag.

Formelen for beregning av en annuitet er gitt ved

$$PV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}$$



Hvor PV er nåverdien av alle fremtidige kontantstrømmer(CF) diskontert med avkastningskrav (i) opphøyd i tid(t)

## 9.0 Resultater

### 9.1 Deskriptiv statistikk

Jeg har innledningsvis skrevet ut deskriptiv statistikk for de kontinuerlige variablene i modellen.

Deskriptiv statistikk kontinuerlige variabler		
	Gjennomsnitt	Standardavvik
Salgspris (Y)	9 200 576	3 229 747
<b>Forklaringsvariabler (X)</b>		
Alder	48	27
Boa	208	65
Tomt	1 062	540
Boa-BTA	56	41

Tabell 7 Deskriptiv statistikk for utvalget

Som vi ser av tabell 7 har gjennomsnittshuset i utvalget har en pris på 9,2 millioner. Videre er snittalderen på hele 48 år. Vi ser også at boligene i utvalget er av en betydelig størrelse med et gjennomsnittlig bo-areal på hele 208 kvadratmeter. I tillegg har boligene et gjennomsnittlig tilleggsareal (Boa-BTA, Resterende areal, etter at boarealet er trukket fra bruttoarealet) på 56 kvadratmeter.

Jeg har også valgt å vise hvordan observasjonene fordeler seg på de forskjellige kategoriske variablene eller dummyene, i tabell 8.

Fordeling av kategorier/dummyvariabler			
Bydel	Antall	Energimerke	Antall
		B	4
		C	9
Nordre Aker	36	D	34
Vestre Aker	87	E	40
Ullern	35	F	63
Nordstrand	85	G	93
Sum	243	Sum	243

Tabell 8 Fordeling for kategoriske variabler

Det er spesielt verdt å merke seg den lave andelen av gode energimerker i tabell 8. Dette var også ventet ut i fra fordelingen av energiattester hos NVE vist i kapittel 3.4. Det kan

være nyttig å være klar over disse skjevhetene i utvalget når man senere skal analysere dataene. Det er også verdt å merke seg at jeg ikke har funnet noen eksempler på boliger med energimerke **A** i mitt utvalg. Følgelig er energimerke **B** å anse som best for min modell. Med tanke på det begrensede utvalget av gode energimerker må det være en kraftig sammenheng for å kunne påvise signifikante forskjeller i pris for de beste energimerkene.

## 9.2 Regresjonsmodellen forklaringssevne

Videre har jeg ved hjelp av statistisk programvare gjort beregninger for modellen og kommet til følgende resultater, vist i tabell 9.

Justert R-kvadrat	64 %
<i>F- verdi</i>	36,880
<i>Signifikans-F</i>	0,000
Observasjoner	243

**Tabell 9 Verdier for modellen**

Som vi ser av disse resultatene har modellen oppnådd en meget høy F-verdi, hvilket tyder på at vi har en god modell hvor de uavhengige variablene(X) er signifikante samtidig. Vi ser også at justert r-kvadrat( $r^2$ ), er på hele 64 prosent. Som jeg tidligere har vært inne på vil alltid  $r^2$  øke som følge av flere forklaringsvariabler. Derfor ser jeg på justert  $r^2$ . Jeg er av den oppfatning at dette er en relativt god forklaringsgrad med tanke på utvalgsstørrelsen og de forklaringsvariablene jeg har tilgjengelig. «Observasjoner» viser hvor mange observasjoner jeg har i datasettet mitt. Dette skulle ideelt sett ha vært høyere.

## 9.3 Funksjonell form

Det ble forsøkt å gjøre beregninger også på en lin-log form, altså ved å se på den naturlige logaritmen til de kontinuerlige forklaringsvariabler. Modellen må da tolkes som den prosentvise endringen i Y, som følge av en enhets endring i X. Dette ga imidlertid for de fleste variabler en dårligere forklaringsgrad en på en lineær form. Jeg finner det også av pragmatiske hensyn, lettere å tolke modellen på lin-lin form, med

tanke på at jeg har flere kategoriske variabler med i modellen. Tidligere studier kan også vise til små forskjeller i modellen forklaringssevne ved valg av funksjonell form (Fiddan, 2010; Medby, 2009). Derfor føler jeg meg trygg på at dette er et godt valg.

## 9.4 Tolkning av koeffisientene

Videre skal jeg vise resultatene for forklaringsvariablene og tolkningen av disse. Signifikante verdier er uthevet.

	<i>Koeffisienter</i>	<i>t-Stat</i>	<i>P-verdi</i>
<b>Skjæringspunkt</b>	-182 343	-0,31	75 %
<b>Alder</b>	<b>16 708</b>	<b>2,46</b>	<b>1 %</b>
<b>Boa</b>	<b>28 149</b>	<b>11,90</b>	<b>0 %</b>
<b>Tomt</b>	<b>1 136</b>	<b>4,23</b>	<b>0 %</b>
<b>Boa-BTA</b>	<b>9 228</b>	<b>2,37</b>	<b>2 %</b>
<b>Nordre aker</b>	<b>1 206 800</b>	<b>3,07</b>	<b>0 %</b>
<b>Ullern</b>	<b>1 211 879</b>	<b>3,02</b>	<b>0 %</b>
<b>Vestre aker</b>	<b>1 218 645</b>	<b>3,89</b>	<b>0 %</b>
<b>B</b>	461 009	0,42	67 %
<b>C</b>	359 801	0,51	61 %
<b>D</b>	907 767	1,86	6 %
<b>E</b>	431 077	1,02	31 %
<b>F</b>	-7 239	-0,02	98 %

Tabell 10 Resultat regresjonsanalyse. Signifikante verdier på 5-prosentsnivå uthevet

Koeffisientene i modellen tolkes på følgende måte:

### 9.4.1 Avhengig variabel

Den avhengige variabelen i denne hedoniske modellen presentert i kapittel 8.2, er Salgspris. Salgsprisen vil være en funksjon av de uavhengige variablene

### 9.4.2 Kontinuerlige uavhengige variabler

**Skjæringspunktet** er å anse som prisen for et hus uten noen av attributtene i modellen.

**Alder** er hvor gammelt huset er målt i år, og finnes ved:

$$2012 - \text{byggeår} = \text{alder}$$

**Boa** måler verdien, eller attributtprisen for en enkelt kvadratmeter bo-areal

**Tomt** er størrelsen på tomten som eneboligen står på målt i kvadratmeter. Koeffisienten er verdien av en kvadratmeter tomt.

**Boa-BTA** er boligens bruttoareal fratrukket boligens bo-areal. Med andre ord verdien av en kvadratmeter bolig som ikke regnes som Bo-areal.

### 9.4.3 Kategoriske uavhengige variabler

Disse variablene må tolkes for gjennomsnittshuset beskrevet i tabell 10 deskriptiv statistikk.

**Nordre Aker, Ullern, Vestre Aker** er dummyvariabler som korrigerer for bydel. Her er ikke Nordstrand medregnet for å unngå dummyvariabelfellen som oppstår, hvis man introduserer like mange dummyer, som kategorier. Med tanke på at Nordstrand ikke er med som dummy, betyr det at Nordstrand er utgangspunktet. Ønsker man å predikere verdien av et hus på eksempelvis Vestre Aker, så må man legge til verdien av koeffisienten av Vestre Aker. Koeffisienten tolkes som attributtprisen for å ligge i en gitt bydel

**B, C, D, E, F** er observasjonens energimerke. Energikarakter **G** er ikke med i regresjonen, og **G** er derfor utgangspunktet. Koeffisienten av energimerkene er å tolke som attributtprisen for et gitt energimerke.

### 9.5 Alternativ modell

Som jeg viste innledningsvis i kapittelet, så er fordelingen for energimerkene meget tung mot de dårligere merkene. Jeg har derfor valgt å dele opp utvalget i to grupper. Ved å gjøre dette kan jeg lettere påvise hvorvidt det er en forskjell mellom hus med god og dårlig energimerking. God merking definerer jeg fortsatt som hus i kategorien **B-D**.

Dette fordi man kan, som tidligere diskutert, oppnå signifikante resultater som følge av

sterke sammenhenger og få observasjoner, eller svake sammenhenger, som kan påvises ved hjelp av mange observasjoner. Ved å dele datasettet i to på denne måten, øker jeg i prinsippet antallet observasjoner, men jeg mister presisjon i estimatene.

	<i>Koeffisienter</i>	<i>t-Stat</i>	<i>P-verdi</i>
<b>Skjæringspunkt</b>	92 543	0,191	85 %
<b>Alder</b>	<b>14 921</b>	<b>2,334</b>	<b>2 %</b>
<b>Boa</b>	<b>28 320</b>	<b>12,142</b>	<b>0 %</b>
<b>Tomt</b>	<b>1 033</b>	<b>4,075</b>	<b>0 %</b>
<b>Boa-BRA</b>	<b>8 783</b>	<b>2,374</b>	<b>2 %</b>
<b>Nordre aker</b>	<b>1 184 865</b>	<b>3,043</b>	<b>0 %</b>
<b>Ullern</b>	<b>1 205 119</b>	<b>3,025</b>	<b>0 %</b>
<b>Vestre aker</b>	<b>1 264 926</b>	<b>4,111</b>	<b>0 %</b>
<b>Energimerke B-D</b>	589 711	1,568	12 %

Tabell 11 Resultater alternativ modell. Signifikante verdier på 5-prosentnivå uthevet

## 9.6 Tolkning av koeffisientene i alternativ modell

Resultatene for den alternative modellen kan leses i tabell 11.

**Energimerke B-D**, er de observasjoner i datasettet som har oppnådd energikarakter **B**, **C**, eller **D**. Utgangspunktet er karakterene **E**, **F** og **G**, og variabelen **Energimerke B-D**, blir derfor å tolke som et predikert tillegg i prisen, hvis boligen har et godt energimerke.

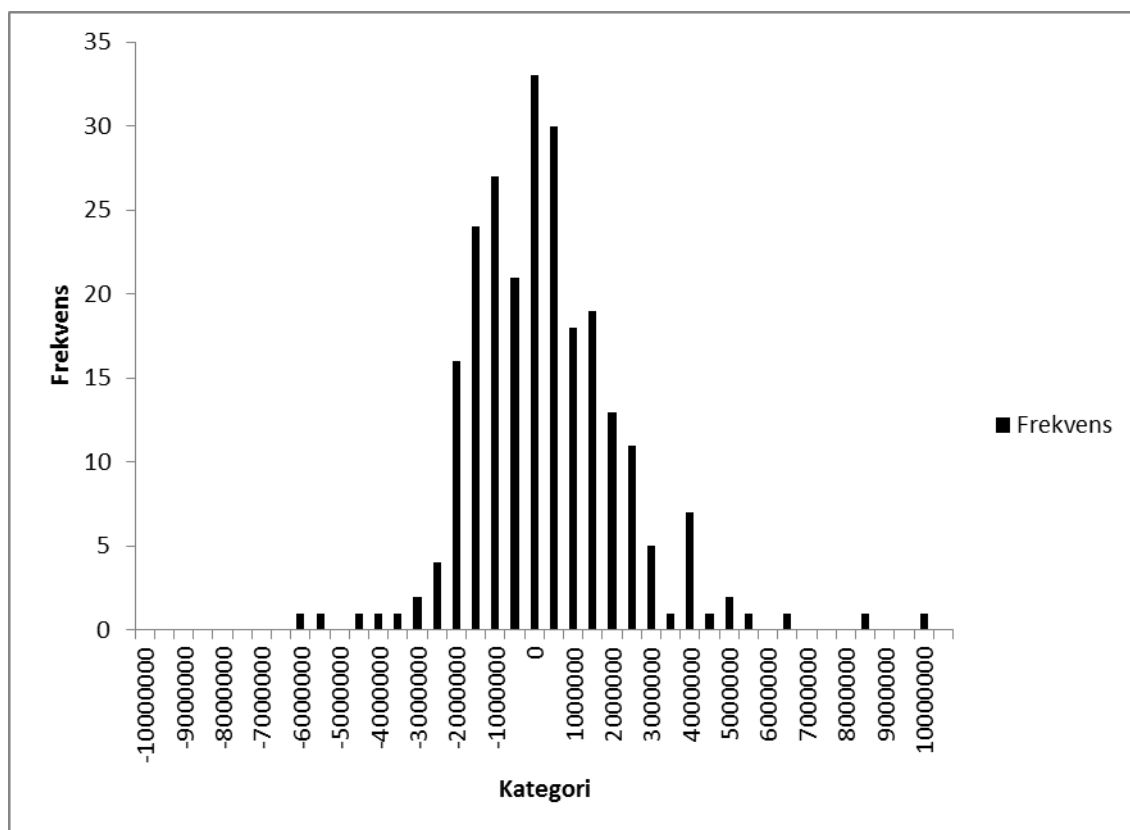
Øvrige variabler er tilsvarende som i den opprinnelige modellen.

## 10.0 Analyse

Jeg vil i denne delen gå igjennom de forskjellige koeffisientene, og hvordan jeg analyserer resultatene. Jeg kommer til å kommentere alle koeffisientene, men jeg kommer til å ha et spesielt fokus på koeffisienten for alder, og energimerke. Dette fordi disse koeffisientene er best skikket til å belyse min problemstilling. Det antas en viss grad av samvariasjon mellom energimerke og byggeår, men det er ingen automatikk i dette. Jeg har i mitt datamateriale eksempler på gamle boliger, med godt energimerke. Disse boligene har trolig gjennomgått betydelige oppgraderinger for å oppnå dette.

### 10.1 Forutsetninger for T-tester.

Før jeg analyserer dataene vil jeg presentere hvordan residualene i min modell tilpasser seg normalfordelingen. Dette er sentralt for å vite hvor stor tillit vi kan ilegge t-testene.



Figur 8 Plott av residualene for modellen

Som vi ser av figur 8 får vi en tilsynelatende god tilpasning til Gauss-fordelingen. Imidlertid viser verdiene av Skewness og Kurtosis for residualene vist i tabell 12, et annet resultat.

Residualer		
Skewness		0,91
Kurtosis		3,57
JB-verdi		162

**Tabell 12 Tilpasning til normalfordelingen**

Normalt ville en kurtosis på 3 (tabell 12), indikere normalfordeling. De fleste statistiske programmer oppgir imidlertid *excess kurtosis* som vil si at de har subtrahert 3 fra tallet som blir presentert. Tallet som blir presentert her, kan også sees som 6,57. Vi kan altså si at fordelingen her er *leptokurtosisk*. Dette vil si at vi har en fordeling med spiss topp og «fete haler». Implikasjonene av dette betyr at det finnes mer informasjon langt ute i halene, enn hva normalfordelingen skulle tilsi. I følge normalfordelingen, er sannsynligheten for å observere noe som ligger to standardavvik fra forventningen på bare 2,1 prosent. Sannsynligheten for å observere noe som ligger utenfor 3 standardavvik er på bare 0,1 prosent.

Hvis vi sammenligner resultatene mellom den deskriptive statistikken for boligprisen vist i tabell 7, ser vi at denne har et standardavvik på ca 3,2 millioner. Hvis vi ser på den faktiske fordelingen har vi flere observasjoner som går utover 2 standardavvik og sågar et tilfelle av 3 standardavvik. Å observere det vi faktisk gjør, er i følge normalfordelingen meget usannsynlig.

På den andre side er frekvensen av observasjoner rundt forventningen høyere enn hva normalfordelingen skulle tilsi. I og med at vi har den leptokurtosisk fordeling, som i tillegg er litt høyreskjev, bør vi tolke signifikansen av t-testene med noe større forsiktighet enn ellers.

Vi ser også at vi får en meget høy Jarque-Bera-verdi, som er høyere enn det kritiske nivået i kji kvadrat-fordelingen. Denne verdien er 5,99 ved to frihetsgrader og 5 % signifikansnivå. Følgelig kan vi ikke anta at fordelingen er normalfordelt i forhold til JB-verdien.

## 10.2 Variablenes signifikans

Som vi ser av tabell 10 i kapittel 9, er flere av variablene statistisk signifikante på minimum 5-prosentnivå. Disse står med uthevet skrift



Som ventet var alle de sentrale forklaringsvariablene for og predikere boligprisen signifikante. Disse er alder, Boa, Tomt, Boa-BRA, Nordre Aker, Vestre Aker og Ullern. Videre ser vi at ingen av energikarakteren har oppnådd statistisk signifikans. Dette kan tyde på at en boligs salgspris ikke har noen sammenheng med hvilke energimerke boligen har. Jeg skal nå analysere de forskjellige variablene, og forsøke å finne en forklaring på det vi observerer for å bedre forstå modellen.

### 10.3 Analyse av de enkelte koeffisienter

For analyse av alle koeffisienter i kapittel 10.3, viser jeg til tabell 10 i kapittel 9.

#### 10.3.1 Skjæringspunkt ( $\alpha$ )

Som vi ser, er ikke verdien for skjæringspunktet i modellen signifikant. Dette gjør at vi ikke vil kunne presist predikere prisen på en gitt bolig. Det at vi ikke har et signifikant skjæringspunkt, gjør at vi ikke kan predikere boligprisen for en gitt bolig, med særlig stor nøyaktighet. Dette er ikke av så stor betydning for denne utredningen, da vi her er interessert i å se på attributtprisen for energimerket alene.

#### 10.3.2 Alder

Det kan tilsynelatende se overaskende ut at koeffisienten for en boligs alder er positiv. Dette betyr at jo eldre boligen er, jo høyere pris vil den oppnå. Som nevnt er ikke residualene normalfordelt og vi må tolke t-testene med forsiktighet, men med en p-verdi på 0,01, mener jeg allikevel å kunne være trygg på at dette er en signifikant variabel. Det at denne koeffisienten er positiv er veldig lite intuitivt. Man skulle tro at jo eldre et hus blir, jo større er slitasjen, og jo lavere blir verdien.

En mulig forklaring til dette kan være beliggenhet. Oslo er tett bebygget, og det finnes lite ledige arealer innenfor markagrensen. Det er grunn til å tro, at de boligene som ble bygget i Oslo på et tidlig tidspunkt av byens utvikling, ble bygget på de beste tomtene. Dermed kan enkelte eiendommer ha en særskilt god beliggenhet som er en konsekvens av deres alder. Koeffisienten for alder kan altså fange opp en del av variasjonen for beliggenhet, som er en variabel jeg ikke har med i modellen.

En positiv koeffisient for boligens alder kan også ha sammenheng med at boligkjøpere undervurderer kostnadene ved å pusse opp og rehabilitere boliger. I en artikkel i Aftenposten fra september i fjor (Sjøberg 2011), presenteres resultatene fra en undersøkelse utført av Opinion på vegne av Finn Eiendom og Eiendomsmeglerforetakenes Forening (EFF). I undersøkelsen kommer det frem at hele 85 % av boligkjøpere aksepterer å pusse opp ved bytte av bolig. Det kommer også frem at boligens alder kommer veldig lavt på listen over forskjellige kjøpskriterier for boligkjøpere. 82 % av respondentene i undersøkelsen svarte at boligens alder har liten, eller ingen betydning når de kjøper bolig. Terje Buraas, styreleder i EFF, mener også at mange boligkjøpere tar lett på boligens alder, og peker i artikkelen på et overraskende lite sprik i pris mellom nye og gamle boliger.

Dette kan altså være en indikasjon på at forbrukere ikke er rasjonelle, eller godt nok informert i forbindelse med boligkjøp og støtter opp om Byggforsk sin rapport (Byggforsk, 2004), som viser til asymmetrisk informasjon mellom kjøper og selger i boligmarkedet. Jeg finner det interessant å sammenligne resultatene fra denne spørreundersøkelsen med en som ble utført av NVE tidligere i år. Der kom det frem at 6 av 10 boligkjøpere legger mer vekt på boligens energiforbruk, enn nytt bad og kjøkken, når man ser på boligkjøp (NVE 2012). Jeg vil senere vise i kapittel 10.3 at det vil det være en viss grad av samvariasjon mellom en boligs byggeår og energimerke. Det at boligkjøpere på den ene side hevder å være lite opptatt av alder, mens de på den andre side er veldig opptatt av energikarakter, blir derfor en selvmotsigelse, men kan ha sammenheng med spørsmålsstillingen i undersøkelsen. Jeg har ikke studert den metodiske tilnærmingen i de to undersøkelsene.

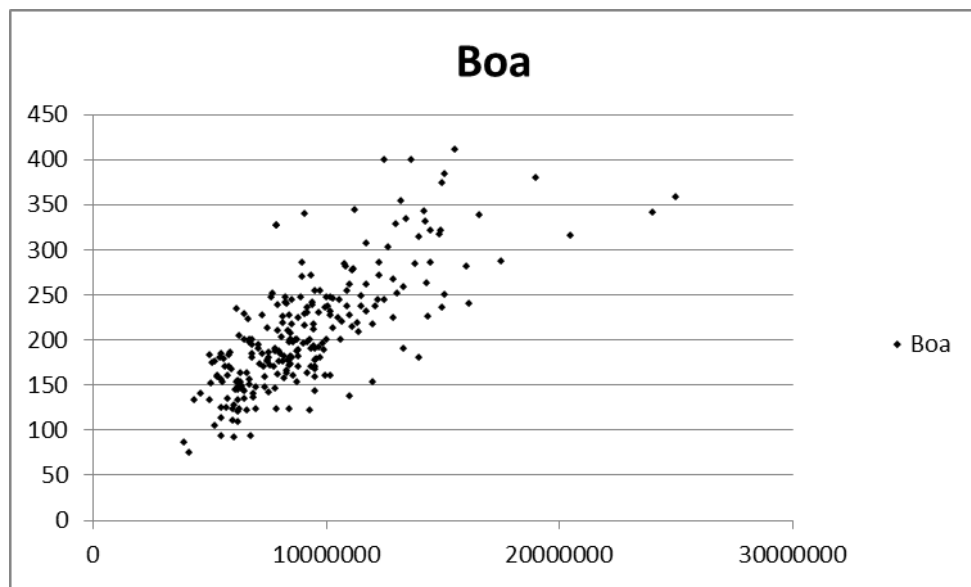
Det at jeg fant en positiv sammenheng mellom boligens alder og pris, skiller seg noe fra hva andre tilsvarende studier har kommet frem til. Fiddan (2010) og TØI. (2007), finner en negativ sammenheng mellom boligens alder og pris. Fiddans (2010) studie tar for seg boligmarkedet i Kristiansand. En del av forklaringen til at jeg får en positiv koeffisient for alder, kan være at Oslos vekst blir begrenset av markagrensene. Derfor vil kanskje gamle boliger i Oslo kunne ha en så attraktiv beliggenhet at det i seg selv blir mer verdt en hva den tekniske tilstanden på bygget skulle indikere. Fiddan (2010) sin studie ser på leiligheter, og en betydelig andel av utvalget til TØI.(2007) er også leiligheter. En del av

forskjellen kan derfor ligge i at det er forskjellige mekanismer som styrer prisen for eneboliger og leiligheter.

### 10.3.3 Boa

Som ventet er denne variabelen meget signifikant, og verdien av koeffisienten er også høy. Det er den arealtypen i modellen som prises høyest. Tidligere studier (Medby 2009) har pekt på at grensenytten av en kvadratmeter bolig er avtagende. Jeg forsøkte derfor å kjøre modellen på en annen funksjonell form, nemlig med den naturlige logaritmen til Boa, som viser en avtagende funksjon for en ekstra kvadratmeter bo-areal.

Sammenhengen var imidlertid bedre når man så på den lineære modellen, som jeg til slutt bestemte meg for å bruke. Plottet i figur 9 viser også en god lineær tilpasning.



Figur 9 Plott Boa mot Pris

Vi ser også fra tabell 10 at koeffisienten er meget signifikant, med en t-verdi på 11,9. En regresjon utført med Boa som eneste forklaringsvariabel, vil faktisk kunne forklare hele 55 prosent av variasjonen i boligprisen.

### 10.3.4 Tomt

Koeffisienten eller attributtprisen for verdien av en kvadratmeter tomt er tilsynelatende lav. 1136 betyr at verdien av et mål tomt, ikke er mer enn NOK 1 136 000. Dette kan

virke overraskende lavt for tomtearealer i disse attraktive bydelene som er med i utvalget (viser til høye boligpriser i tabell 5, kapittel 7). Forklaringen på denne verdien ligger nok i at verdien av en tomt, gjenspeiler den aktivitet som kan drives der. Reguleringsplanen for det aktuelle området regulerer dette. Hvis man skulle ha undersøkt verdien av et mål råtomt med byggetillatelse, ville trolig verdien av denne vært vesentlig høyere enn hva modellen skulle tilsi.

Koeffisienten må derfor tolkes som forskjellen mellom to etablerte tomter med allerede etablerte eneboliger på. La oss si at man har to «like» hus, hvor det ene står på 1 mål tomt og det andre på 1,2 mål, så vil det sistnevnte huset oppnå en merverdi på NOK 227 200 ( $200 * 1136$ ).

### 10.3.5 Boa-BTA

Koeffisienten for denne variabelen er vesentlig lavere enn for Boa. Dette er trolig som følge av at kvaliteten på de arealene som faller inn under denne kategorien er av en lavere kvalitet, enn for Boa. Betalingsviljen for lagringsplass og kjellerboder, er altså relativt lav. Også denne koeffisienten er statistisk signifikant, men ikke like kraftig signifikant som for Boa og tomt.

### 10.3.6 Bydel

Dummyvariablene for bydel, korrigerer for hvilken bydel boligene ligger i. Som vi ser er områdene Nordre Aker, Vestre Aker, og Ullern relativt like i attraktivitet, og de ligger en del over Nordstrand i pris. En del av denne variasjonen kan skyldes gjennomsnittstørrelser for boliger i en gitt bydel i utvalget. Ved å dele gjennomsnittlig boligpris på gjennomsnittlig kvadratmeterpris, har jeg kommet frem til gjennomsnittlig boligstørrelse for de fire bydelene for mitt utvalg.

Bydel	Antall kvadratmeter
Nordstrand	183
Ullern	211
Vestre Aker	179
Nordre Aker	206

Tabell 13 Gjennomsnittlige boligstørrelser for bydelene i utvalget (Eiendomsverdi)

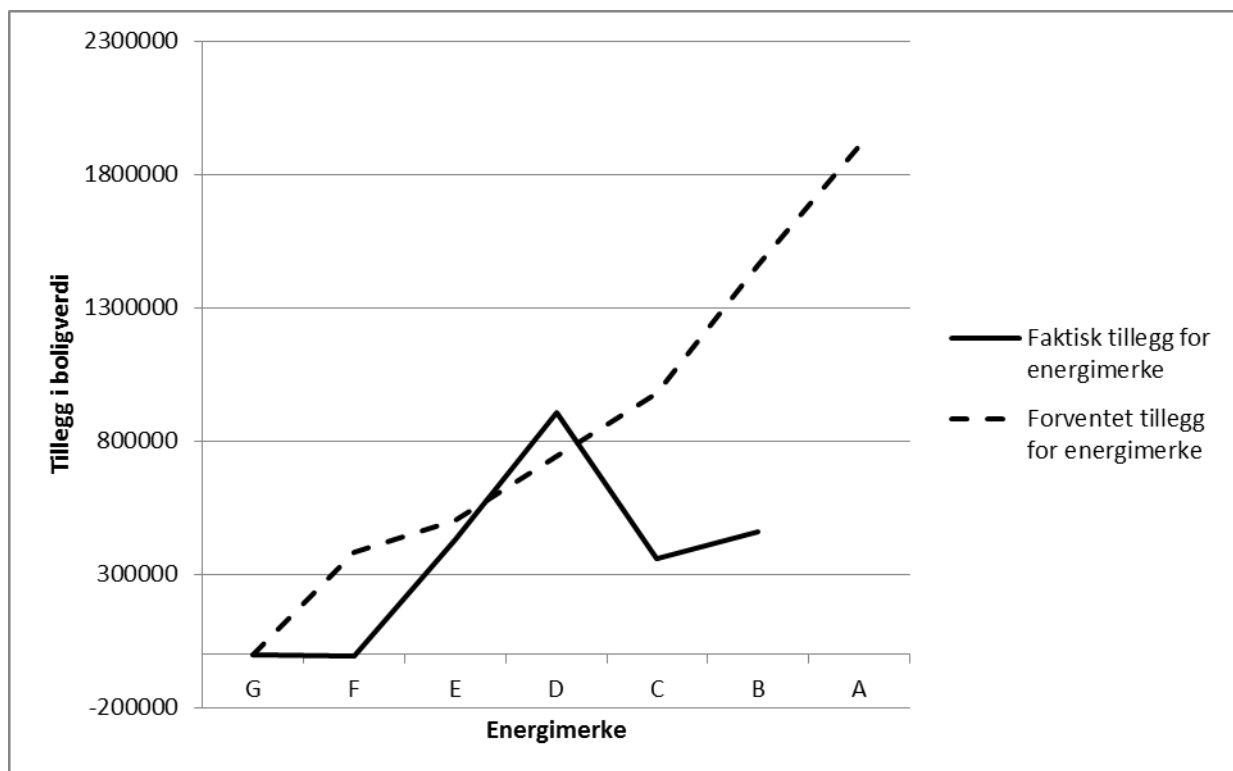
Vi ser altså i tabell 13 at denne variasjonen i bydeler ikke bare er en konsekvens av bydelens attraktivitet, men også en konsekvens av bydelens gjennomsnittlige boligstørrelse. En annen studie som har sett på boligmarkedet i Oslo (TØI. 1997), viser at man kan forvente forskjeller i pris også innad i Oslo, og er i så måte konsistent med mine resultater.

### 10.3.7 Koeffisientene for energikarakter

Hvis det hadde vært slik at energiforbruket som ligger til grunn for energimerkene er riktig, og boligmarkedet er rasjonelt i den forstand at de priser inn alle fremtidige kostnader til drift og vedlikehold i dagens verdi, så skulle vi ha sett en tydelig trend mot at vi får et tillegg i pris som øker jo bedre energikarakter boligen har. Dette har vi sett i tidligere studier fra både Australia (Australia 2008) og Nederland (Brounen 2011) Modellen er satt opp slik at energimerke **G** er utgangspunktet. Følgelig skulle vi ha sett at man fikk en høyere pris, og en positiv koeffisient for energimerke **F**. Videre skulle vi ha sett et enda større tillegg i pris for energimerke **E** og så videre. Jeg har valgt å vise det forventede tillegget i pris i forhold til energimerkeordningens anslag, mot den faktiske i figur 10.

Forutsetningene for den forventede verdien av tillegget i pris er følgende:

- Energimerkeordningens stipulerte forbruk for en bolig på 208 kvadratmeter  $Bo_a$
- 5 prosent diskonteringsrente
- 25 års løpetid
- NOK 1 per kWh



Figur 10 Forventet verdi av energimerke mot observert verdi av energimerke

Som vist i figur 10, så ser vi at det faktiske tillegget i prisen for et bedre energimerke ikke er så stort som det burde ha vært, hvis vi bruker det forutsatte forbruket til energimerkeordningen. Vi ser i tillegg at man faktisk får et fratrekk i prisen fra å gå fra energimerke **G** til **F**, hvilket er oppsiktsvekkende. Videre ser vi en økende verdi for energikarakter fram til **D**, før tillegget i pris faktisk faller. Dette kan skyldes at det begrensede utvalget for energimerke **B** og **C**, og kan i så måte være tilfeldig.

Det vi imidlertid ser er at ingen av energikarakterene oppnår signifikante resultater (tabell 10, kapittel 9). Energikarakter **D** er nær ved å være signifikant med en p-verdi på 0,06. Med tanke på at restleddet ikke er normalfordelt, og t-testene dermed ikke er helt til å stole på, er jeg usikker på om dette er riktig. Med delvis unntak av energimerke **D**, er altså ingen av energimerkene signifikante. Vi kan altså ikke forkaste  $H_0$ , om at energimerket ikke har noe å si for boligens pris med denne modellen.

Som jeg tidligere har vært inne på kan man oppnå signifikans ved hjelp av kraftige sammenhenger og små utvalg, eller svake sammenhenger, som man kan påvise ved hjelp av store utvalg. Jeg kan derfor ikke utelukke at jeg ville ha fått et annet resultat ved et større utvalg.

## 10.4 Analyse av alternativ modell

Som nevnt er det en liten representasjon av de gode energimerkene i utvalget. Det ble derfor gjort et forsøk på å dele dataene i to kategorier fremfor de opprinnelige seks. Jeg definerte derfor energimerke **B**, **C** og **D** som gode energimerker, og satte disse i en gruppe. Ved å gruppere utvalgsstørrelsen på denne måten, vil man få flere observasjoner knyttet til hver kategori enn tidligere. Vi vil derimot ikke kunne se forskjellen mellom hvert enkelt energimerke, og mister presisjon.

Som det kommer frem av den alternative modellen, så forblir de samme koeffisientene som tidligere signifikante, som vi så i tabell 11 i foregående kapittel. Med andre ord, har vi fortsatt en god modell med høy F-verdi. Vi ser at koeffisienten for de gode energimerkene er positiv, hvilket er hva vi skulle forvente i et velfungerende marked. Med andre ord får man et tillegg i pris hvis boligen har et godt energimerke. Koeffisienten er fortsatt ikke signifikant. Med en p-verdi på 0,11, betyr det at vi har en 11 prosent sannsynlighet for at det vi observerer faktisk ikke er tilfelle.

Med de begrensninger som ligger i mitt datamateriale, finner jeg det vanskelig å konkludere i en gitt retning. En p-verdi for koeffisienten for gode energimerker på 0,11 gir en i det minste en indikasjon på at energimerket kan ha en effekt på prisen, hvis vi er villige til å redusere på signifikansnivået. 11 prosents sannsynlighet for å ta feil i denne sammenhengen, er mindre farlig en eksempelvis innen forskning på medisin. Jeg vil derfor si at det for meg kan se ut som om energimerket har en effekt. Om denne effekten er stor nok i forhold til hva energimerket forutsetter, vil jeg se på i neste kapittel.

## 11.0 Forklaringer til funn

Jeg skal i dette kapittelet drøfte det jeg mener kan være forklaringer på de funnene jeg har gjort i min analyse. Som nevnt finner jeg det vanskelig å konkludere i en gitt retning, men mener å kunne påvise en indikasjon på at gode energimerker har en signifikant positiv attributtpris.

### 11.1 Hyperbolsk diskontering

Frem til nå i denne oppgaven, har jeg brukt eksponentiell diskontering ved nåverdiberegning av fremtidige kontantstrømmer. Det finnes belegg for at vi mennesker ikke tenker «rasjonelt» på denne måten(Forbes, 2009).

Hyperbolsk diskontering betyr at vi behandler fremtidige kontantstrømmer med en diskonteringsfaktor som varierer med tiden(Forbes, 2009). Med dette følger at vi, i mange tilfeller, foretrekker den belønning som kommer før den andre i tid. Implisitt vil vi da bruke en høyere diskonteringsfaktor for inntekter/belønninger som ligger langt frem i tid, enn inntekter/belønninger som ligger nærmere i tid. Denne adferden har blitt observert både hos mennesker og dyr. Vi klarer altså ikke å forestille oss konsekvensen av et valg som gir sine konsekvenser i fremtiden med samme kraft og realisme som i dag, det være seg positive eller negative utfall.

#### 11.1.1 Usikkerhetsmomenter

Det har tidligere blitt diskutert(kapittel 8.6) hvordan diskonteringsfaktoren øker ettersom usikkerheten øker. En antatt sikker investering vil tåle et lavere avkastningskrav enn en risikabel investering. Sett i lys av problemstillingen i denne oppgaven vil en rekke usikkerhetsmomenter øke med tiden. Det kan være usikkerhet knyttet til blant annet:

- Strømprisen i fremtiden
- Politiske reguleringer
- Teknologiske fremskritt



Hvis man skal regne på besparelser ved å kjøpe et energieffektivt hus, eller investere i energieffektiviseringsiltak, så er strømprisen et nøkkeltall i så måte. Det er usikkerhet knyttet til hva strømprisen vil bli i fremtiden, og følgelig vil det kanskje være naturlig å benytte et avkastningskrav som øker med tiden. Kanskje kan man investere i energieffektiviserende teknologi som i dag ansees som god, men vi vet ikke hvorvidt det vil komme et vesentlig bedre alternativ i morgen. Det kan også gjøres endringer fra politisk hold i form av nye reguleringer og myndighetskrav.

Kanskje ville det av de nevnte grunner være fornuftig å benytte seg av et avkastningskrav som øker med tiden. Allikevel kan det på den andre side argumenteres for at forventningsverdien for disse usikkerhetsmomentene er null, men mindre man har noen formening om hvilken vei utviklingen vil gå. Siden alle usikkerhetsmomentene i fremtiden kan slå begge veier, er beste «gjetning» i dag null.

### 11.1.2 Betydning for denne studien

La oss nå forutsette at alle fremtidige utgifter til oppvarming er kjent for boligkjøperen. Vi forutsetter også at det faktiske energiforbruket i en bolig henger sammen med energikarakteren. Videre aksepterer vi at forventningen til de fremtidig nevnte usikkerhetsmomenter er lik null.

Hvis vi går tilbake til analysene fra den alternative modellen i kapittel 10.4, så fikk vi en ikke signifikant positiv koeffisient for gode energimerker. Denne var på cirka 590 000. Jeg har tidligere kommentert at jeg ikke kunne forkaste  $H_0$ , på grunnlag av denne koeffisienten. Med en p-verdi på 11 prosent, mener jeg allikevel at den gir et visst grunnlag, og jeg vil bruke attributtprisen på 590 000 videre, for å se om boligmarkedet i tilstrekkelig grad priser inn fremtidige kostnader. Med andre ord, ønsker jeg å se om attributtprisen er høy nok, i forhold til hva man kan forvente å spare på en bolig med et godt energimerke.

I den alternative modellen grupperte jeg gode og dårlige energimerker.. For å finne ut hvor stor forskjellen mellom de to gruppene burde ha vært, -i følge energimerkeordningen- har jeg regnet gjennomsnittlig verdi av kontantstrømmene for gruppen gode energimerker og gjennomsnittlig verdi av kontantstrømmen for gruppen

dårlige energimerker. Dette er gjort med samme forutsetninger som i kapittel 10.3.7, altså 5 prosent diskonteringsfaktor, 25 års løpetid, og en NOK per kWh.

Vi finner altså at verdien av kontantstrømmen for de to gruppene er lik:

Gjennomsnittlig teoretisk verdi av CF for dårlige energimerker	1 450 548
Gjennomsnittlig teoretisk verdi av CF for gode energimerker	544 268
Differanse	906 281
Faktisk verdi av koeffisienten for gode energimerker	590 000
Diskonteringsfaktor	65 %

**Tabell 14 Hyperbolsk diskonteringsfaktor for energikostnad**

Tabell 14 viser hva den teoretiske forskjellen i kostnader for et godt og dårlig energimerke for gjennomsnittshuset i utvalget burde ha vært, hvis vi aksepterer forutsetningene for løpetid, diskonteringsrente og strømpris. Vi ser at selv om den teoretiske besparelsen skulle ha vært NOK 906 281, så oppnår gruppen *gode energimerker* en attributtpris på bare NOK 590 000. Boligmarkedet priser altså inn fremtidige kostnader med en faktor på bare 65 prosent, og det kan derfor være grunn til å tro at fremtidige kostnader blir behandlet med en økende diskonteringsfaktor.

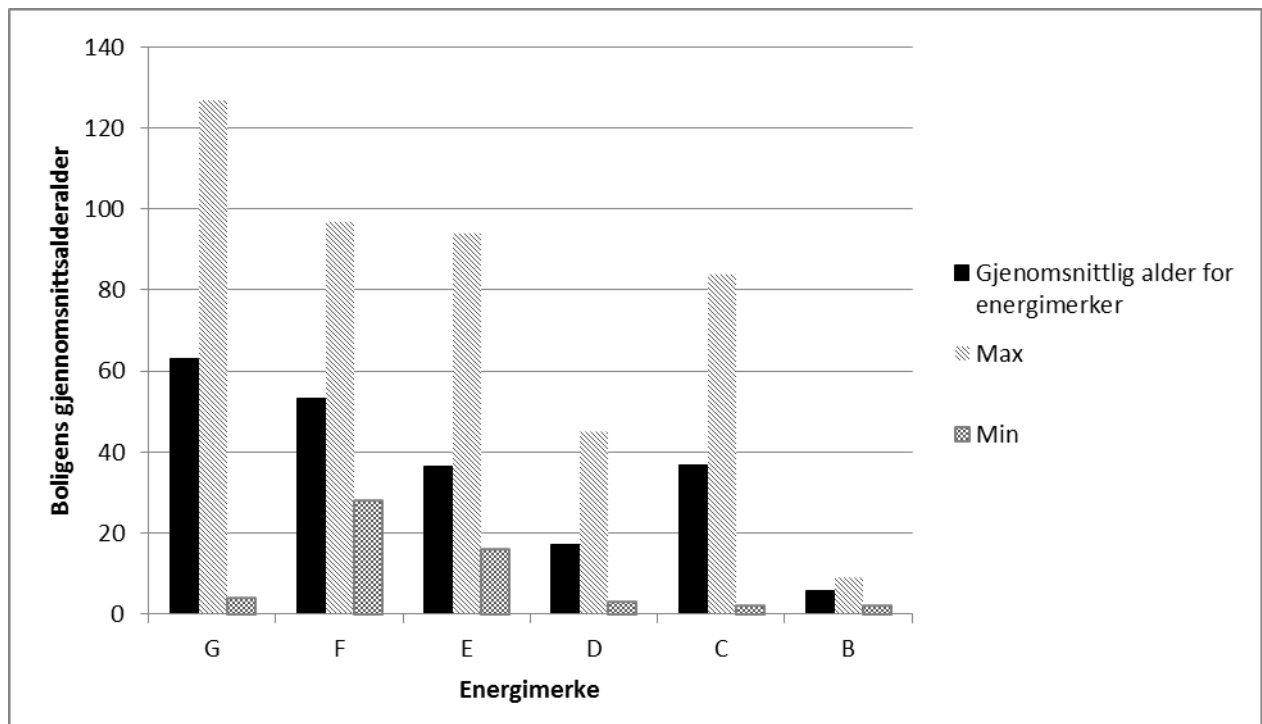
### 11.1.3 Tidspreferanser

Det at mennesker foretrekker en belønning som kommer før den andre i tid er konsistent med utsagnet i Byggforsk sin rapport (Byggforsk 2004), om at profesjonelle boligbyggere fokuserer på salgspris fremfor livssyklus-kostnader ved utbygging av boliger, for å føye seg etter det kundene anser som en god investering. Reduksjon i fremtidige driftskostnader, vil som oftest bare oppnås ved hjelp av en økte investeringer i byggefasen. Dette er altså ikke markedet villig til å betale for. Vi kan altså her se et uttrykk for at boligkjøpere betaler en lavere pris for en bolig i dag, og får økt sin nytte i form av kjøpekraft i dag, men på lang sikt vil de få en høyere kostnad, og den totale nytten i form av kjøpekraft reduseres.

Momentene diskutert i kapittel 11.1 forutsetter at boligkjøper er kjent med de fremtidige kostnadene og deres verdi i dag.

## 11.2 Energimerke henger ikke sammen med faktisk forbruk

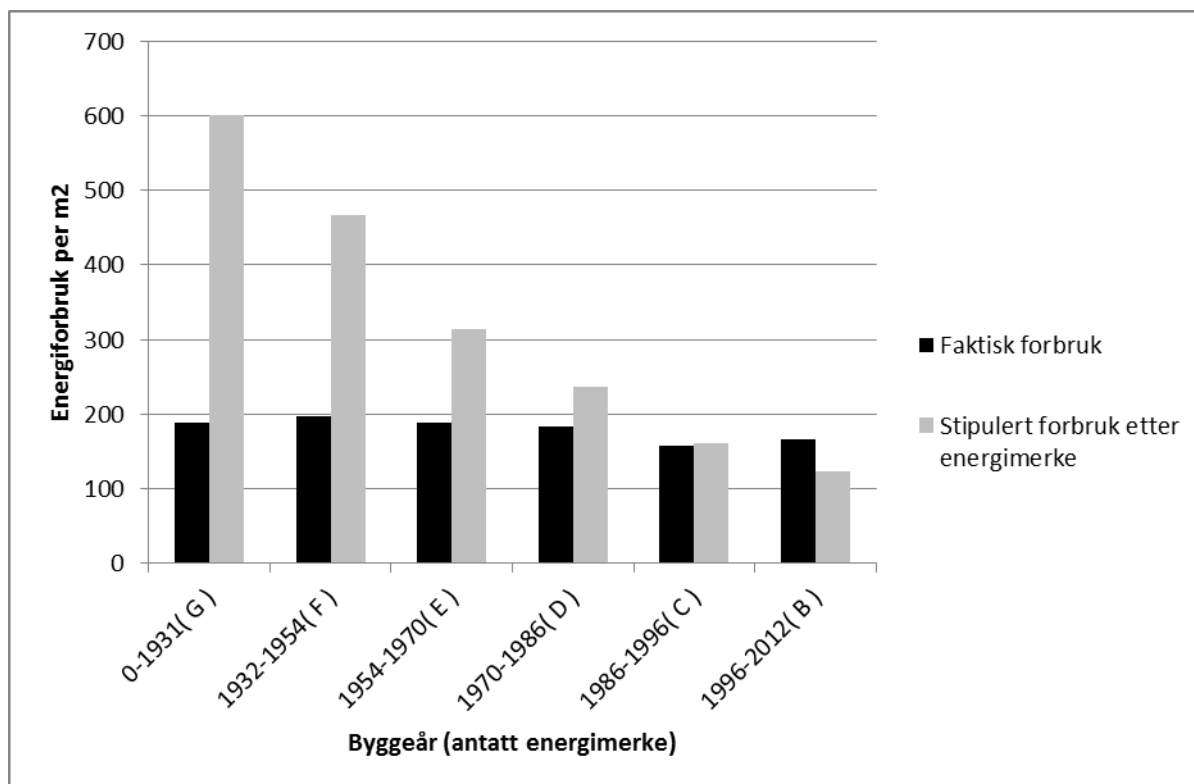
For å vise sammenhengen mellom byggeår og energimerke, har jeg regnet gjennomsnittsalder for hvert enkelt energimerke i utvalget som vist i figur 11. Jeg har i tillegg valgt å vise maksimums og minimumsobservasjonene i utvalget, for å vise at det ikke er noen automatikk i at gamle hus får dårlige energimerker og motsatt.



Figur 11 Alder for boligs sammenheng med energikarakter

Vi ser altså av figur 11 at det grovt sett er en sammenheng mellom boligens byggeår og energimerke. En skulle da tro at det vil være en sammenheng mellom boligens byggeår og faktiske forbruk av energi. Jeg har funnet tall fra SSB, som tyder på det motsatte vist i figur 12.

Tallene for faktisk forbruk er beregnet ved et gjennomsnitt for alle boligtyper og er ikke direkte sammenlignbare med energimerkekravene for eneboliger, som er brukt i denne utredningen. Det interessante ved å se på disse tallene, er at vi ikke finner det samme relative fallet i forbruk av energi, ettersom boligene blir nyere, som energimerkeordningen skulle tilsi. Dette har jeg illustrert i figur 12, hvor jeg har gjort en forutsetning om at de eldste boligene har det dårligste energimerket.



Figur 12 Stipulert forbruk etter energimerke, mot faktisk forbruk (SSB 4)

Vi ser av figur 12 at det faktiske energiforbruket for boliger bygget før 1931 ikke er betydelig høyere enn for de andre kategoriene. Hvis vi aksepterer en sammenheng mellom energimerke og byggeår, så ser vi at det er store sprik mellom hva energimerkeordningen mener en bolig skal bruke per kvadratmeter og hva den faktisk bruker. Energimerke **G** har ingen grense for energiforbruk per kvadratmeter per år, så jeg har lagt inn en verdi på 600 kWh.

Jeg kan ikke se noen vektige argumenter for at det skal være store forskjeller i totalt elektrisitetsspesifikk energibruk i nye og gamle hus. Med det mener jeg at jeg ikke tror at et nytt hus har flere kaffetraktere, kjøleskap og strykejern, enn et gammelt hus. Den manglende forskjellen må derfor skyldes manglende tilbøyelighet til å bruke ressurser på romoppvarming. Konsumenter verdsetter altså ikke innetemperatur så høyt som energimerkeordningen antar.

Med andre ord kan dette tyde på at gamle hus i gjennomsnitt vil ha en lavere innetemperatur enn nye hus.

### 11.3 Svakheter ved indikator for energiforbruk

Det kan også finnes enklere forklaringer på at markedet ikke ser ut til å prise inn fremtidige energikostnader i tilstrekkelig grad. Energimerkeordningen er som sagt en relativt ny ordning (2010). Det vil ikke være usannsynlig at aktørene i boligmarkedet trenger noe tid til å venne seg til denne nye muligheten for å vurdere flere aspekter ved et boligkjøp. Ved friksjonsløse markeder ville denne endringen ha skjedd øyeblikkelig, men mye kan tyde på at dette ikke er tilfelle i virkeligheten. Byggforsks rapport om «status for livssyklus-kostnader i tilknytning til boliger» anbefaler et økt fokus på å:

*«Informere om betydning av livssyklus-kostnader i boligsektoren, for alle berørte parter».*(Byggforsk, 2004 s.28)

Energimerkeordningen er et ledd i dette, men ordningen er ny, og tankegangen rundt livssyklus-kostnader må kanskje modnes.

### 11.4 Manglende tillit til energimerkeordningen

Det har versert noe debatt rundt energimerkeordningen i media. En artikkel fra nettmagasinet «Energi og Klima»(Korsvold 2011), er bare en av mange som drøfter energimerkeordningen. Hun peker på en rekke svakheter i forbindelse med energikarakteren, hvilket fører til at befolkningen ikke har tillit til den. Hvis ikke befolkningen har tillit til energimerkeordningen, vil de heller ikke betale mer for boliger med gode energimerker.

## 12.0 Energieffektivitet og lønnsomhet for nybygg

Denne utredningen ser i utgangspunktet på markedet for brukte boliger. Jeg mener det vil være av interesse og i tillegg se hvorvidt det lønner seg å bygge nye boliger mer energieffektivt enn det vi gjør i dag, sett fra et økonomisk ståsted. Jeg vil derfor presentere noen anslag for hvor store besparelser man kan forvente, ved å investere i energieffektivitet ved nye boliger.

### 12.1 Passivhus

Passivhus er en type hus som ved hjelp av passive tiltak reduserer behovet for oppvarming. Med passive tiltak menes forhold som plassering i terrenget, plassering av vinduer, isolasjon, bygningskroppens utforming, solavskjerming osv. Arnstad-utvalgets rapport fra 2010 (regjeringen 2010) definerer passivhus som boliger med et energibehov på 70-80 kWh per år. Dette betyr at så godt som ingen energi brukes til oppvarming. For å oppnå dette lave energiforbruket, bruker også passivhus en rekke tekniske installasjoner for å redusere energibehovet. Dette kan være tiltak som behovsstyring av varme og lys, i tillegg til varmegjenvinning i ventilasjonsanlegg.

I stortingets klimamelding som ble lagt frem i april 2012, kommer det frem at *«regjeringen vil skjerpe kravene i byggeteknisk forskrift til passivhusnivå i 2015»* (Stortingsmelding 2012). Med andre ord vil det bli påbudt å bygge etter passivhusstandard etter 2015.

### 12.2 Byggetekniske forskrifter

Byggetekniske forskrifter utarbeides av statens byggetekniske etat (SBE), og er forskrifter til plan og bygningsloven. Gjeldende forskrift per i dag er forskriftene av 2010, ofte omtalt som TEK 10 (Lovdata 2012). Denne definerer en rekke forhold rundt byggeprosessen av boliger, og herunder krav til energieffektivitet. I TEK 10, heter det at det ikke skal bygges boliger som bruker mer enn 128 kWh per kvadratmeter. Den forrige byggetekniske forskriftene av 2007, eller TEK 07, hadde omtrent det samme kravet, men presenterte i tillegg et forslag til fordeling av energibruken. Som jeg

tidligere har vært inne på, så er det potensialet for besparelser i oppvarming av rom som er mest sentralt for denne utredningen. TEK 07 foreslo i sin tid at 42 % av energiforbruket var «avsatt» til oppvarming av rom. Øvrig forbruk går med til tekniske installasjoner som kjøleskap og komfyr. Hvis vi benytter samme fordelingsnøkkel for TEK 10, og trekker 42 % fra 128 kWh, sitter vi igjen med 74 kWh til drift av tekniske installasjoner. Hvis vi sammenligner dette med kravene til passivhus på nevnte 70-80 kWh per kvadratmeter, betyr dette at passivhus ikke trenger ekstra varmekilder. Dette vil allikevel ikke bli helt korrekt, da de aller fleste elektroniske apparater i stor eller liten grad avgir varme. Man trenger altså ikke å benytte energi på rene varmeinstallasjoner, som panelovner.

### 12.3 Vil passivhus lønne seg?

Boliger som i dag bygges etter TEK 10, skal på papiret bruke relativt lite energi. Selv om det trolig finnes mange gode argumenter i forhold til miljøet for å bygge passivhus mener jeg det vil være av interesse å se dette også fra et rent økonomisk perspektiv.

Når man skal se på den potensielle besparelsen som ligger i passivhus, så vil ikke disse bli like store, som det som ble skissert i kapittel 1.2.3, hvor jeg viste at forskjellene i nettonåverdi mellom to boliger med henholdsvis energimerke **B** og **F**, kan beløpe seg til hele 1,37 millioner. Dette eksempelet illustrerer forskjellen for to brukte boliger i bruktmarkedet. Skal vi se på besparelsene ved nybygg er vi nødt til å sammenligne det med dagens standard for nybygg. Dagens standard styres av TEK 10. TEK 10 er relativt ny, så erfaringene med denne er liten. Jeg forhørte meg med William Rode i NVE (2012) og han mente at et hus oppsatt etter TEK 07, typisk oppnådde en energikarakter tilsvarende C eller D. TEK 07 skisserer et energibehov tilsvarende energikarakter C, i det nevnte forslaget til energibruk i avsnittet om byggetekniske forskrifter. Det antas at denne forskjellen kan skyldes forskjellige måter å regne på energiforbruk hos NVE og SBE. Det kan også tenkes at det er rom for dispensasjoner fra føringene i TEK 07, noe jeg ikke har utforsket. Potensialet for besparelser vil uansett ikke kunne bli så stort som tidligere skissert av den grunn at vi må legge *dagens* byggestandard og dens energieffektivitet til grunn i beregningene.

## 12.4 Økning i byggekostnader

Passivhus vil etter all sannsynlighet bli fremtidens byggestandard, og dette vil trolig redusere energiutgiftene for huseier. Dette er utvilsomt positivt, men kritikere peker på at byggekostnadene vil øke ytterligere. Hvorvidt det lønner seg økonomisk er et spørsmål som er meget vanskelig å gi noe generelt svar på, og en bør nok her se på hvert enkelte tilfelle.

Det er en rekke usikre størrelser involvert. Blant annet vil byggekostnader per kvadratmeter variere kraftig. Det er vidt forskjellig hva en kvadratmeter inneholder, eller hva slags standard denne vil ha. Jeg skal allikevel forsøke å sette opp et generelt anslag, basert på noen forutsetninger.

## 12.5 Dagens energistandard

Som nevnt er det de byggetekniske forskriftene som i stor grad er rådende når en bygger nye boliger. I følge William Rode i NVE (2012), så vil et hus som i dag er bygget etter TEK 07 typisk oppnå energikarakter **C**, eller **D**. Vi kan altså forvente at et nybygg i dagen marked, vil oppnå en av disse karakterene. Det er selvsagt anledning for å bygge bedre enn hva forskriftene tilsier, men ikke dårligere. Jeg vil gjøre mine beregninger med henholdsvis energimerke **C** og **D** som utgangspunkt

## 12.5 Dagens byggekostnad

Som jeg tidligere har vært inne på kan en ikke sette noen eksakt pris på hva det koster å bygge en kvadratmeter bolig, fordi dette varierer med materialvalg, ønsket standard etc. Allikevel hevdet OBOS-direktør Martin Mæland i Dagens Næringsliv 26. april, at entreprisekostnadene nå for deres del nærmet seg NOK 30 000 per kvadratmeter(DN 2012). Dette er ren byggekostnad, eksklusive tomt og øvrige kostnader. Jeg velger å bruke Mælands anslag i mine videre analyser, da OBOS er en av landets største aktører for boligutvikling. Selv om OBOS sine byggekostnader ikke nødvendigvis er representative for alle landets eiendomsutviklere, finner jeg det bedre å bruke dette anslaget, fremfor ren gjetning.



## 12.6 Byggemerkost for passivhus

Passivhusets byggemerkost er igjen en størrelse det er problematisk å kvantifisere. Mye av grunnen til dette ligger i at det finnes relativt få passivhus i Norge i dag. Selv om en kan bruke referanser fra andre land, så vil disse måtte korrigeres for klimatiske forhold. Jeg har kommet over to rapporter som ser på byggemerkostnader ved passivhus. Den tidligere nevnte rapporten fra Arnstad-utvalget (regjeringen 2010) peker på en byggemerkost på mellom NOK 1000 og 2000 per kvadratmeter. Denne rapporten peker også på store muligheter for at disse kostnadene blir ytterligere redusert etter hvert som de tekniske installasjonene som kreves i passivhus blir rimeligere som følge av volumøkninger

Videre har Enova presentert erfaringstall for ti byggeprosjekter for bolig i Norge (Enova, 2009). Her viser de til en gjennomsnittlig byggemerkost på NOK 1540 per kvadratmeter for disse 10 prosjektene. Jeg vil forutsette NOK 1500 i byggemerkost for videre arbeid. Enova har per i dag tilskuddsordninger for energieffektiviseringstiltak, men jeg ser bort i fra dette.

## 12.6 Potensialet for besparelser

Jeg vil forutsette en enebolig på 200 kvadratmeter i mine anslag. Potensialet for besparelser vil avhenge av hva som er dagens energistandard. Det forutsettes en kostnad per kWh i sluttbrukermarkedet på NOK 1. Jeg vil vise besparelsene ved et utgangspunkt i energimerke henholdsvis **C** og **D**. jeg vil bruke 80 kWh som referanse for forbruk for passivhus. Investeringen har en løpetid på 25 år, og internrente brukes som mål på lønnsomhet.

<b>Energimerke C som utgangspunkt</b>				
<b>Investeringskostnader</b>				
		Byggekost	Kvadratmeter	total byggekost
Byggekost TEK 10		30 000	200	6 000 000
Byggekost passivhus		31 500	200	6 300 000
<b>Differanse TEK 10- Passivhus</b>				<b>300 000</b>
<b>Energibesparelser pr år med karakter</b>				
<b>C som utgangspunkt</b>	Energiforbruk per m2	Pris per kWh	Antall m2	Årlig strømkostnad
Passivhus	80	1	200	16 000
Enebolig etter TEK 10	161	1	200	32 200
<b>Differanse TEK 10-Passivhus</b>				<b>16 200</b>
<b>Internrente</b>				<b>2,46 %</b>

Tabell 15 Potensiale for besparelser med C som dagens standard

Som vi ser av tabell 15, så vil vi ved en økt investeringskostnad på NOK 300 000, vil gi en årlig besparelse i strømkostnader på NOK 16 200, hvis vi forutsetter at dagen standard tilsvarer energimerke C. Med 25 års løpetid gir dette en internrente på 2,46 prosent. Rett nok er vi inne i en periode med lave renter, men en internrente som er så lav vil trolig ikke gi incentiver til å investere i økt energieffektivitet når det skal bygges nye boliger.

Hvis vi derimot forutsetter at dagens gjennomsnittlige byggstandard tilsvarer energimerke D, vil vi få et annet resultat vist i tabell 16.

<b>Energimerke D som utgangspunkt</b>				
<b>Investeringskostnader</b>				
		Byggekost	Kvadratmeter	total byggekost
Byggekost TEK 10		30 000	200	6 000 000
Byggekost passivhus		31 500	200	6 300 000
<b>Differanse TEK 10- Passivhus</b>				<b>300 000</b>
<b>Energibesparelser pr år med karakter</b>				
<b>D som utgangspunkt</b>	Energiforbruk per m2	Pris per kWh	Antall m2	Årlig strømkostnad
Passivhus	80	1	200	16 000
Enebolig etter TEK 10	237	1	200	47 400
<b>Differanse TEK 10-Passivhus</b>				<b>31 400</b>
<b>Internrente</b>				<b>9,35 %</b>

Tabell 16 Potensiale for besparelser med D som dagens standard

Vi ser da at vi vil spare hele NOK 31 400 per år. Dette gir en vesentlig bedre internrente, og vil trolig lønne seg, også med et høyere avkastningskrav en det ville være naturlig å bruke i dag.

## 12.7 Oppsummering passivhus

Hvorvidt man skal bygge etter passivhusstandard eller ikke, avhenger ikke bare av økonomi. En rekke miljømessige hensyn vil nok også vurderes i denne sammenheng, men jeg har her valgt å fokusere på den privatøkonomiske siden.

Det har veldig mye å si hva som er dagens standard, slik at en kan få etablert hvor stort potensialet for besparelser er i fremtiden. Hvis utgangspunktet i dag er dårlig, vil potensialet for besparelser være betydelig i fremtiden.

Videre avhenger det i stor grad av hvor stor den økte investeringen må bli for å oppnå passivhusstandard. I kalkylen har jeg benyttet erfaringstall fra Enova(2009). Grunnet tidligere nevnte skalafordeler (regjeringen 2010) ved de tekniske installasjonene som kreves, er det ikke utenkelig at investeringskostnadene vil bli lavere i fremtiden. Videre er det i en overgangsperiode etablert en rekke støtteordninger for å gi incentiver til å bygge passivhus. Hvis dette blir med i betraktningen, vil regnestykket se bedre ut.

Som Byggforsk (2004) påpeker i sin rapport om livssyklus kostnader i boliger, så vil lønnsomheten for energieffektiviserende tiltak for boliger i stor grad avgjøres av gjeldende kalkulasjonsrenter på beregningstidspunktet. Per i dag har vi lave renter, hvilket i denne sammenheng, gir store besparelser for reduserte kostnader langt inn i fremtiden. Under en periode med høye renter, vil besparelsene i fremtiden bli mindre. Denne typen anslag kommer altså i stor grad an på hvilket tidspunkt man regner på.

## 13.0 Oppsummering

### 13.1 Sammendrag av resultater/ Konklusjon

Jeg har ikke klart å påvise en signifikant sammenheng mellom en boligs energibruk (målt ved energimerke) og salgspris. Dette betyr at jeg ikke kan være sikker på at man kan forvente en høyere verdi for en bolig som bruker lite energi. Jeg har ved den alternative modellen funnet svake indikasjoner på at man kan forvente en positiv sammenheng mellom et godt energimerke og boligens pris, men attributtprisen for gode energimerker blir ikke estimert like høyt som potensialet i besparelser (gitt forutsetningene for beregning av nåverdien av kontantstrøm kapittel 10.3.7). Vi kan altså trekke den konklusjon at det kan se ut som om at energieffektive boliger er underpriset i dagens marked. Dette stemmer med påstanden fra Byggforsk (2004), som pekte på at utbyggere ble tvunget til å bygge med billigere løsninger, fordi markedet var opptatt av en lavest mulig salgspris. Markedet legger altså mindre vekt på kostnader i fremtiden, selv om lave investeringskostnader kan gi høyere livssyklus-kostnader totalt.

Jeg har vist at økte investeringskostnader for å bygge passivhus vil kunne gi lavere livssyklus-kostnader for en bolig gjennom sin levetid totalt sett (hvis dagens standard tilsvarende energikarakter **D** og med dagens lave renter). Imidlertid observerer vi samtidig et marked som ikke ser ut til å gjøre tilsvarende vurderinger. Følgelig vil ikke boligutbyggere kunne forvente å oppnå økt salgspris som følge av investeringer i energieffektivitet. De bør derfor bygge billigst mulig innenfor rammene av TEK 10 for å oppnå lavest mulig salgspris, som er det markedet vil ha.

Vi har også sett indikasjoner på at energikarakteren overvurderer forbrukeres tilbøyelighet til å bruke energi på oppvarming. Vi husker fra figur 12 at energimerket så ut til å overvurdere boligeieres tilbøyelighet til å bruke energi på romoppvarming. Jeg skisserte at en forklaring på dette var at andelen av strømforbruket som går til tekniske installasjoner vil være lik i to boliger med forskjellig energieffektivitet. I praksis ser det derfor ut til at en bolig med dårlig energieffektivitet bruker like mye ressurser på oppvarming sammenlignet med en bolig med god energieffektivitet. Trolig vil disse to boligene ha en forskjellig innetemperatur. Jeg tror altså ikke denne forskjellen kommer av at energikarakteren systematisk bommer, men at boligeiere har en smerteterskel for

hva de ønsker å bruke av ressurser til romoppvarming. Dette kan på en måte sies å være rasjonelt. La oss si at du må spare strøm og må velge mellom følgende alternativer:

1. Ikke å bruke komfyren (eksempel på en teknisk installasjon) fra oktober til april
2. Redusere innetemperaturen med en grad og ta på en ekstra genser

Jeg tror det vil være en rimelig antagelse at de fleste vil gå for alternativ 2. I dette ligger det en indikasjon på en høyere betalingsvilje for drift av tekniske installasjoner enn for romoppvarming.

Det som på den andre siden ikke kan sies å være tegn på rasjonelle aktører er eksemplifisert ved det følgende. La oss si at du er på utkikk etter bolig, og du har NOK 20 000 per år til å bruke på strøm. Hvilken av disse to like boligene ville du ha valgt?

1. En bolig til 5 millioner som lar deg holde en innetemperatur på 16 grader gjennom vinteren for strømbudsjettet ditt
2. En bolig til 5 millioner som lar deg holde en innetemperatur på 20 grader gjennom vinteren for strømbudsjettet ditt.

Jeg tror også her at de fleste ville ha gått for alternativ 2. Dette skulle ha økt etterspørselen etter bolig 2 og gitt den en høyere markedsverdi. Imidlertid ser vi tegn i markedet i dag, som tyder på at en bolig som har dårlig energieffektivitet, koster nesten det samme som en bolig som har god energieffektivitet.

## 13.2 Kritikk

Selv om jeg føler at jeg til en viss grad kan konkludere med at energieffektive boliger er underpriset i markedet så har denne utredningen enkelte svakheter, det kan være naturlig å ta opp.

Alle beregningene er gjort i Oslo. Jeg kan derfor ikke si hvor stor overføringsverdien er for resten av landet. Det kan være andre drivere som påvirker prisene andre steder. I tillegg har Oslo sitt klima, mens andre byer kan ha andre klimatyper. Det er ikke utenkelig at man vil kunne se kraftigere sammenheng mellom energieffektivitet og boligpris i andre deler av landet med et kaldere klima.

I tillegg er utvalget mitt mindre enn det som er ønskelig. Jeg kan derfor ikke utelukke at et større utvalg, ville ha gitt andre resultater. Plott av residualene for modellen har også gitt indiksjoner på heteroskedastisitet. Jeg har ikke gjort noen transformasjoner for og hankses med dette problemet, hvilket reduserer kvaliteten på koeffisientene, de er trolig ikke B.L.U.E.

### 13.3 Videre forskning

Jeg tror det ville være av interesse å gjennomføre en tilsvarende studie med et større utvalg. Dette vil kunne gjøre oss mer trygge på at det jeg ser i utvalget, er generaliserbart for den øvrige populasjonen. Jeg er også av den oppfatning at det vil kunne være nyttig å gå mer komparativt til verks, ved å sammenligne energieffektivitetens betydning for forskjellige landsdeler. Det vil være grunn til å tro at særskilt kalde områder, vil være villig til å betale mer for energieffektive boliger enn man gjør i varmere områder.

# Referanser

## Artikler

Brounen, D. & Kok, N. (2011) *On the economics of energy labels in the housing market*, Journal of Environmental Economics and Management, Vol 62, No 2, September 2011, s. 166–179

Fiddan, B. (2010) *Prisutvikling på leiligheter I Kristiansands sentrum og periferi*, Masteroppgave fra Universitetet i Agder, Fakultet for Økonomi og samfunnsvitenskap, Institutt for Økonomi, s. 7-94

Osland, L. (2008) *Spatial variation in housing prices: econometric analyses of regional housing markets*, Department of Economics, University of Bergen, s. 1-17

Rosen S (1974) *Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure markets*, Journal of political economy, vol 82, No. 1 (Jan-feb 1974) s. 34-55

## Rapporter

Byggforsk (2004) Oppdragsrapport: *Status for livssykluskostnader i tilknytning til boliger*, s. 4-27

Commonwealth of **Australia**, Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts(2008) *Energy efficiency rating, and house price in the act. Modelling the relationship of energy efficiency attributes to house price: the case of detached houses sold in the Australian Capital Territory in 2005 and 2006* s. 1-47

Medby P (2009a) *Husholdningenes verdsetting av heis I boligblokker*, Norsk institutt for By- og regionforskning, s 6-50

NVE (2011) *Energibruk i fastlands Norge*, Rapport nr 9/2011, Norges Vassdrags og Energidirektorat, Energibruksseksjonen, s. 20

Transportøkonomisk institutt, rapportnummer 351 (1997) *Boligpriser, Effekter av veitrafikkbelastning og lokalisering*, s. 1-43

## Bøker

Forbes W (2009) *Behavioural finance* John Wiley and Sons, Ltd, Publication, Kap 3

Geltner D, Miller N, Clayton J, Eichholtz P (2007) *Commercial real estate, analysis & investments*, Thomson South-Western Kap 3-6

Gujarati D, Porter D (2010) *Essentials of econometrics*; McGraw Hill-forlag, Kap 3-10

## Personer

NVE, William Rode (2012)(Samtale med William Rode Seniorrådgiver, Seksjon for energibruk, Energiavdelingen ved NVE) Samtale per telefon Mai 2012. Spørsmål og uklarheter kan rettes til: wro@nve.no

## Linker

**DN 2012** (artikkelen siterer finansavisen og oppgir ikke forfatter) lest 26.4.2012

<http://www.dn.no/privatokonomi/article2382681.ece>

**Enova 2009** lest mai 2012

[http://www.regjeringen.no/upload/subnettsteder/framtidens\\_byer/Energi%20i%20bygg/presentasjoner/Anne%20G%20Lien%20Enova\\_Framtidens%20byer\\_K%C3%B8benhavn\\_091209.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/subnettsteder/framtidens_byer/Energi%20i%20bygg/presentasjoner/Anne%20G%20Lien%20Enova_Framtidens%20byer_K%C3%B8benhavn_091209.pdf)

**Energimerking.no** lest 25.6.2012

<http://www.energimerking.no/no/Energimerking-Bygg/Om-energimerkesystemet-og-regelverket/Energimerkeskalaen/>

**Eiendomsverdi** (Databasen krever tilgang, men data er hentet herfra)

[www.eiendomsverdi.no](http://www.eiendomsverdi.no)



**Huseiernes landsforbund 2012:** lest 15.6.2012

[http://www.nyanalyse.no/filer/Huseiernes\\_Landsforbund\\_Rapport\\_1\\_2012\\_web.pdf](http://www.nyanalyse.no/filer/Huseiernes_Landsforbund_Rapport_1_2012_web.pdf)

**Korsvold 2011** lest 20.6.2012

<http://energiogklima.no/kommentar-analyse/energimerkeordningen-mangler-troverdighet/>

**Lovdata 2012** lest 25.6.2012

<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20100326-0489.html>

**NS 3031** lest 14.6.2012

<http://www.standard.no/>

**NVE 2012** lest mai 2012

<http://www.energimerking.no/no/Nyheter-om-Energimerking/Boligens-energibrukteller-mer-enn-kjokken-og-bad/>

**Ormseth, Geir. & Aamodt-Hansen, Ida. 2012** lest 10.06.2012

<http://www.dinepenger.no/bruke/mye-aa-spare-med-riktig-energimerke/10026881>

**Regjeringen 2010** lest mai 2012

[http://www.regjeringen.no/upload/KRD/Vedlegg/BOBY/rapporter/energieffektivisering\\_av\\_bygg\\_rapport\\_2010.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/KRD/Vedlegg/BOBY/rapporter/energieffektivisering_av_bygg_rapport_2010.pdf)

**Sjøberg 2011** lest november 2011

<http://www.aftenposten.no/bolig/boligokonomi/article4233819.ece>

**SSB a**

<http://www.ssb.no/samfunnsspeilet/utg/200705/11/index.html>

**SSB b**

<http://www.ssb.no/boligstat/>

## **SSB 1**

Tabell 6 Gjennomsnittlig energiforbruk, etter hustype, byggeår og region. kWh nyttiggjort energi per husholdning.

<http://www.ssb.no/husenergi/tab-2011-04-19-06.html>

## **SSB 2**

Tabellnummer: 08925: Kraftpriser i sluttbrukermarkedet, etter kontraktstype (øre/kWh) (1998 - 2011), ssb.no

Tabellnummer 04522: Nettleie for husholdninger (øre/kWh) (avslutta serie) (1998K1 - 2011K4), ssb.no

## **SSB 3**

Tabellnummer: 03013: Konsumprisindeks, ssb.no

## **SSB 4**

Tabell 5: Gjennomsnittlig energiforbruk, etter byggeår, region og boligareal. kWh tilført energi per husholdning, <http://www.ssb.no/husenergi/tab-2011-04-19-05.html>

**Stortingsmelding 2012** lest mai 2012

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/regpubl/stmeld/2011-2012/meld-st-21-2011-2012/7.html?id=682962>