

## Hvad koster støj ?

- værdisætning af vejstøj ved brug af husprismetoden

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>9</b>
<b>1 TEORI</b>	<b>11</b>
1.1 VÆRDISÆTNING	11
1.2 HUSPRISMETODEN	11
1.3 ANTAGELSER	12
1.4 DEN FUNKTIONELLE FORM	13
1.5 VARIABLER	13
1.6 DATA	14
<b>2 LITTERATUR</b>	<b>15</b>
<b>3 METODE</b>	<b>17</b>
3.1 UDVÆLGELSE AF OMRÅDER	17
3.2 DEFINITION AF MILJØVARIABLEN	17
3.3 MODELLERING	18
3.4 DEFLATERING	19
<b>4 DATABEHANDLING</b>	<b>21</b>
4.1 BESKRIVELSE AF OMRÅDER	21
4.2 SORTERING	22
4.3 DESKRIPTIV STATISTIK	24
4.4 TIDSPROBLEMATIK	27
<b>5 MODELLERING OG ESTIMATIONER</b>	<b>29</b>
5.1 LINEÆR MODEL	29
5.2 DOBBELTLOGARITMISK MODEL	32
5.3 VEJSTØJ SOM MILJØVARIABLE	35
<b>6 PERSPEKTIVERING</b>	<b>39</b>
6.1 HVAD VÆRDISÆTTES?	39
6.2 BENEFIT TRANSFER	39
6.3 VÆRDI AF STØJ VED ANLÆGGELSE AF NYE VEJE	40
6.4 ANDRE METODER TIL OPGØRELSE AF VÆRDIEN AF STØJ	40
<b>7 LITTERATURLISTE</b>	<b>41</b>
<b>BILAG A: BOX-COX FUNKTIONEN</b>	<b>43</b>
FORTOLKNING AF MODELLER OG PARAMETERESTIMATER	44
<b>BILAG B: VARIABLELOVERSIGT</b>	<b>45</b>
<b>BILAG C: RESTLED AFBILDET MOD FORVENTET KØBESUM, LINEÆR MODEL</b>	<b>47</b>
<b>BILAG D: BOX-COX-ESTIMATION</b>	<b>48</b>
<b>BILAG E : RESTLED AFBILDET MOD KØBESUM, DOBBELTLOGARITMISK MODEL</b>	<b>50</b>



# Forord

Hvad koster støj?, - værdisætning af vejstøj ved brug af husprismetoden, er udført af Camilla Damgaard, Miljøstyrelsens Økonomikontor med bistand fra Miljøstyrelsens Transport- og Luftkvalitetskontor. Endvidere har Lisbeth Strandmark, Økonomikontoret bistået ved besigtigelsen af de undersøgte områder.

Rapporten er gennemlæst og kvalitetssikret af Emil Erichsen, AKF, Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut.

Analysen er afsluttet marts 2002.



# Sammenfatning og konklusioner

Regeringen har nedsat en Vejstøjgruppe, som har til formål at udarbejde et forslag til en strategi for begrænsning af vejstøj<sup>1</sup>. I forbindelse med arbejdet skal mulighederne for at nå målet i Trafik 2005 om begrænsning af vejtrafikstøj belyses. Dette gøres bl.a. ved at foretage en vurdering af forskellige tekniske virkemidler til begrænsning af vejstøj. Virkemidlerne skal vurderes både mht. de omkostninger og de fordele, der er forbundet med dem.

Generelt kan det siges, at det typisk er nemmere at opgøre de direkte økonomiske omkostninger end værdien af miljøeffekterne. Vejstøj giver anledning til en række konsekvenser for menneskers sundhed og velfærd. For at kunne opgøre fordelene ved at begrænse vejstøjen er det nødvendigt ikke blot at kunne kvantificere disse konsekvenser, men også at kunne sætte pris på dem.

En del af den gene som vejstøj giver anledning til kan værdisættes ved brug af *husprismetoden*. Husprismetoden udnytter, at prisen på et hus afspejler en lang række karakteristika ved huset, hvoraf nogle er strukturelle såsom boligareal, grundareal og antal toiletter, og andre knytter sig til beliggenheden. Ved at opstille en model, hvor de enkelte karakteristika indgår, kan man isolere effekten af en enkelt parameter, her vejstøj, og få en værdi for denne parameter.

Formålet med dette projekt er således at forsøge at værdisætte vejtrafikstøj ved brug af husprismetoden. Det er målet, at fremkomme med et estimat for den gene, vejstøj har for husejere, der bor nær stærkt befærdede veje.

Det er vigtigt at pointere, at resultaterne fra denne undersøgelse ikke angår værdien af vejstøj ved anlæggelsen af nye veje, hvilket vil kræve en anden type undersøgelse.

På baggrund af den udførte husprisanalyse, kan der konstateres signifikant lavere priser på støjbelastede huse end på tilsvarende huse, der ikke er støjbelastede. Priserne på huse belastet med vejstøj over 55 decibel (dB), som er beliggende ud til "almindelige" veje, falder med 1,2% pr. dB, hvorimod der på huse beliggende ud til motorveje er beregnet et husprislefald på 1,6% pr. dB. Dette svarer til, at et hus på 2 mio. kr. falder med 24.000 kr. pr. dB over 55 dB, hvis det ligger ud til en "almindelig" vej og 32.000 kr. pr. dB, hvis det ligger ud til en motorvej.

Årsagen til at støjen har større effekt på husprisen for huse beliggende ud til en motorvej kan skyldes, at motorvejsstøj er mere konstant og dermed mere generende end vejstøj fra almindelige veje. Det kan dog også skyldes, at motorveje udgør en større barriere i landskabet og generelt er mere generende at kigge på. I så fald er det altså ikke vejstøjen, der giver anledning til den

---

<sup>1</sup> Denne undersøgelse er igangsat sideløbende med vejstøjgruppens arbejde, men resultaterne fra undersøgelsen vil kunne indgå i arbejdet med Vejstøjsstrategien.

øgede effekt på husprisen. Det har dog ikke været muligt at udlede hvilke af disse årsager, der har størst betydning for den øgede effekt fra motorveje.

Medtages der i modellen også huse der er belastet med vejstøj under 55dB fås en gennemsnitlig lavere effekt af vejstøj, hhv. 0,9% for huse beliggende ud til "almindelige" veje og 1,5% for huse beliggende ud til motorveje.

Der indgår i alt 8 parcelhusområder i Storkøbenhavn i undersøgelsen. Analyseres disse områder enkeltvis varierer effekten på husprisen fra 0,75% til 1,01% for huse beliggende ud til "almindelige" veje og fra 1,06% til 2,29% for huse beliggende ud til motorveje.<sup>2</sup> Dette er baseret på hushandler i hele støjintervallet, dvs. også huse belastet med støj under 55 dB.

Resultaterne fra enkeltområderne beliggende ud til "almindelige" veje er relativt ens, hvilket er positivt i forhold til at kunne overføre disse resultater til andre områder, også kaldet benefit transfer. Resultaterne fra områderne beliggende ud til motorveje viser en større variation, hvilket indikerer at det kan være forbundet med større vanskeligheder at bruge resultaterne herfra i en generel sammenhæng.

Det er ikke givet, at det er dB-niveauet husejere reagerer på, når de vurderer købsprisen på et hus, men måske snarere afstanden til den støjende vej. Derfor er det forsøgt at medtage afstanden til den støjende vej i stedet for dB-niveauet i kombination med om huset ligger i første række eller ej.

Selve effekten af at ligge i første række ud til en støjende vej betyder i en samlet model, der omfatter alle huse i de undersøgte områder, et husprispald på ca. 6% , svarende til 120.000 kr. ved en huspris på 2 mio. kr.

Desuden er der en effekt af øget afstand til vejen. Husprisen øges med 0,05%, når afstanden øges med 1%. Dette svarer ved en huspris på 2 mio. kr. til en husprisstigning på ca. 900 kr. pr. yderligere meters afstand ved en beliggenhed 100 meter fra vejen. Ved en beliggenhed på 20 meter fra vejen er effekten ca. 4.600 kr. i stigende huspris pr. yderligere meters afstand. Jo tættere huset ligger på vejen jo større er effekten på husprisen af at komme længere væk. Tilsvarende er effekten større, jo dyrere huset er.

---

<sup>2</sup> I parcelhusområdet beliggende i Hvidovre var der ikke signifikant effekt af støj på huspriserne.



# Summary and conclusions

The Danish Government is working on a strategy to reduce the noise from roads. A lot of different initiatives are being evaluated, taking the cost and benefits into consideration.

In general it is easier to estimate the direct cost associated with an initiative than the value of the environmental effects which are more indirect. Road noise affects people's health and welfare. To be able to estimate the benefits associated with reducing the noise from roads, it is necessary not only to quantify these effects, but also to put a price on them.

Part of the welfare effects from road noise can be evaluated by using the *hedonic pricing method*. This method makes use of the fact that the price of a house reflects several parameters such as housing area, age and numbers of toilets and even the position of the house. By estimating a model including these elements, it is possible to isolate the effect of one single parameter, in this case: road noise.

It is important to point out that the results from this study only concern existing roads and not the effect of road noise from the construction of new roads.

The study shows a significantly lower price of houses affected by road noise compared to other houses. The prices of houses affected by road noise above 55 decibel (dB) situated near "ordinary" roads decline by 1,2% pr. dB. The prices of houses placed by motorways decline by 1,6% pr. dB.

The reason for the greater effect near motorways can be due to the fact that noise from motorways is more constant, and thereby more annoying, than noise from "ordinary" roads. Another reason could be that a motorway is a bigger barrier in the landscape and is more annoying to look at. In that case it isn't the noise that causes the increased effect on the prices of the houses near motorways. It is not possible from this study to conclude which of these possibilities is the most feasible.

If houses exposed to road noise below 55 dB are also included in the model, the average effects on the house prices are smaller: 0,9% for houses placed by "ordinary" roads and 1,5% for houses placed by motorways.

The model is based on data from 8 areas in Greater Copenhagen. If these areas are analysed separately, the effects on the house prices vary from 0,75% to 1,01% for houses situated near "ordinary" roads and 1,06% to 2,29% for houses situated near motorways. In this model, houses exposed to road noise below 55 dB are also included.

The effects on house prices in these separate areas are quite similar to houses situated near ordinary roads. That is positive in relation to transference of the results to other areas, also called benefit transfer. The larger variation in the results from houses placed by motorways indicates that it is more difficult to use these results in benefit transfer.

It is not certain that it is the exact level of noise a potential house owner considers when he is buying a house, but rather the distance from the noisy road. In one of the models this parameter is included together with a parameter that describes if a certain house is placed in the first row to the noisy road or not.

A house placed in the first row to the noisy road is worth 6% less than a house not placed in the first row. This is equal to 120.000 dkr for a house worth 2 mio. dkr.

In addition there is an effect of increased distance from the noisy road. The house price is increased with 0,05% if the distance increases by 1%. If a house worth 2 mio. kr. is situated 100 meters from the noisy road, then the price of the house would increase by 900 kr. if it was placed one metre further away from the road. If the house was placed 20 meters from the road the house price would increase with 4.600 dkr. if it was placed one metre further away from the road. The closer the house is situated to the road, the greater is the effect of being placed further away. Corresponding to this the more expensive the house the greater the effect.

# 1 Teori

## 1.1 Værdisætning

Når det er nødvendigt at værdisætte et (negativt) gode som fx vejstøj, er det fordi, det ikke er en vare, der handles på et marked. Det har derfor ikke en markedsmæssig pris, som er udtryk for den (negative) værdi, det har for mennesker. I forbindelse med udarbejdelse af fx samfundsøkonomiske analyser er det ikke muligt at inddrage værdien af ikke-markedsomsatte goder, med mindre værdien kan udledes på anden måde end ved at aflæse prisen på markedet. Til dette formål kan værdisætningsmetoder bruges.

Værdisætningsmetoder kan overordnet opdeles i to grupper:

- Direkte metoder baseret på hypotetisk (påstået) adfærd
- Indirekte metoder baseret på observeret adfærd.

Blandt de direkte metoder er den betingede værdisætningsmetode den mest anvendte. Denne metode tager udgangspunkt i interview, hvor personer spørges om deres betalingsvilje for fx en mindre støjbelastning. Den største ulempe ved de direkte metoder er, at de baserer sig på en hypotetisk situation, hvor personer af forskellige grunde ikke nødvendigvis afslører deres sande betalingsvilje.

Ved de indirekte metoder tages der udgangspunkt i, at det gode der skal værdisættes har en tilknytning til et markedsomt gode. Her igennem kan prisen på miljøgodet udledes. De to mest brugte metoder er rejseomkostningsmetoden og husprismetoden.

Rejseomkostningsmetoden bygger på, at folk er villige til at afholde omkostninger for at rejse hen til fx et rekreativt område. Disse omkostninger kan tages som et udtryk for hvad området (mindst) er værd.

Husprismetoden tager udgangspunkt i, at nærhed til fx et rekreativt område eller en støjende vej indgår som en del af prisen på et hus på linie med fx antal kvadratmeter, toiletter og grundstørrelse. Ved at opstille en funktion for husprisen kan fx effekten af at bo nær en støjende vej isoleres, og værdien af vejstøj udledes. Husprismetoden gennemgås mere detaljeret nedenfor.

## 1.2 Husprismetoden

Husprismetoden er en såkaldt hedonisk værdisætningsmetode. Dette er en metode, som bruges til at analysere goder, som er sammensat af flere karakteristika. Foruden huse er også løn brugt som udgangspunkt for værdisætninger. Rosen (1974) beskrev den teoretiske ramme bag husprismetoden og den er senere blevet udviklet og beskrevet af Palmquist(1991) og Freeman(1993).

Husprisen kan beskrives som en vektor af strukturelle karakteristika (boligareal, grundareal, alder, antal toiletter, bygningsmaterialer mm), her

kaldet **S**; en vektor af områdekarakteristika (afstand til skole, offentlig transport mm) her kaldet **N**; samt en vektor af miljøkarakteristika (luftkvalitet, nærhed til skov, nærhed og udsigt til støjende vej), her kaldet **Q**.

Formelt kan husprisen  $P$  for det  $i$ 'te hus således beskrives som:

$$P = P_i(\mathbf{S}; \mathbf{N}; \mathbf{Q})$$

Freeman(1993)

Den hedoniske husprismetrisfunktion beskriver altså prisen på huset som en funktion af dets karakteristika. Prisfunktionen bestemmes på markedet som et resultat af samspillet mellem efterspørgsel og udbud eller køber og sælger.

Efter opstilling og estimation af husprismetrisfunktionen kan man isolere effekten af et miljøkarakteristika ( $Q$ ) og udlede den tilhørende implicite pris. I dette tilfælde fås den implicite pris for at bo tæt på en støjende vej.<sup>3</sup>

### 1.3 Antagelser

Denne beskrivelse af husmarkedet bygger på en række antagelser, herunder at der skal være mange købere og sælgere, fuld information om valgmuligheder og priser, husprismetrismarkedet skal kunne beskrives som ét marked og der skal være tale om et reelt marked (fri prisdannelse).

Denne sidste antagelse er grunden til, at man ikke kan bruge lejemarkedet som udgangspunkt for en husprisundersøgelse i Danmark, da huslejen i vidt omfang er reguleret.

Antagelserne virker generelt set rimelige ifht. det danske husmarked. Mht. til antagelsen om fuld information om valgmuligheder og priser kan der dog være tale om en vis træghed i markedet, i form af en forsinket tilpasning til en ændret situation (Freeman 1993). I sådanne situationer er de implicite priser, der udledes af husprismetrisfunktionen ikke fuldstændig korreleret med miljøkvaliteten. Dette er dog især et problem ved hastige ændringer i markedet eller miljøkvaliteten, og anses ikke for at være et problem i denne undersøgelse. De områder der er udvalgt i denne undersøgelse har været støjplagede i hele den undersøgte periode, og priserne bør derfor afspejle den givne miljøkvalitet.

Antagelsen om at det er ét marked, der undersøges, gælder ikke kun geografisk, men også tidsmæssigt. Det er altså vigtigt at være opmærksom på, om husmarkedet har undergået strukturelle ændringer i den undersøgte periode. Dette kan være i form af en ændret vægtning af de forskellige parametre i modellen, fx at huskøbere i en periode lægger mere vægt på, at der er to toiletter end størrelsen af huset. Er dette tilfældet kan man ikke bruge

---

<sup>3</sup> Den implicite pris på miljøgodet er et eksakt mål for velfærdsændringen, hvis der er tale om en lokal eksternalitet (Palmquist, 1992, Freeman 1993). Hvis den eksternalitet, der ønskes værdisat giver anledning til en større ændring i husprismetrismarkedet, skal der i princippet en efterspørgselsfunktion for det pågældende miljøkarakteristika. I langt de fleste undersøgelser, hvilket også er tilfældet i denne undersøgelse, værdisættes dog kun lokale eksternaliteter.

den samme husprisfunktion på tværs af den undersøgte periode. Det er derfor vigtigt at undersøge om husmarkedet med rimelighed kan antages at være stabilt over den undersøgte periode.

#### 1.4 Den funktionelle form

Den funktionelle form af husprisfunktionen er ikke eksplicit givet af teorien, men må bestemmes empirisk på baggrund af data. Data kan indgå både i kontinuert form (dvs. en variabel der kan variere frit, fx husets alder eller boligarealet) eller som en såkaldt dummy-variabel (en variabel, der kun kan have to værdier, fx udsigt eller ej, fladt tag eller ej). Typisk vil sammenhængen mellem en variabel (fx boligareal) og husprisen enten være lineær eller logaritmisk. En lineær sammenhæng betyder, at en kvadratmeter ekstra på et hus der er  $100\text{m}^2$ , er lige så meget værd som på et hus, der er  $200\text{m}^2$ , hvorimod en logaritmisk sammenhæng medfører en aftagende effekt af den ekstra kvadratmeter.

Den funktionelle form kan have stor betydning for resultatet. Dette understreger, hvor vigtigt det er, at man finder den, der passer bedst til data. En såkaldt Box-Cox funktion<sup>4</sup> kan bruges hertil, da den rummer de relevante funktionelle former (fx lineær, logaritmisk, kvadratisk mm). Ved hjælp af et (log-likelihoodratio-)test kan man afgøre, hvilken funktionel form der passer bedst til data.<sup>5</sup>

#### 1.5 Variabler

Det er i sagens natur vigtigt at identificere de variabler, der har betydning for husprisen. Dette gælder især miljøvariablen, hvor det er vigtigt at få den beskrevet på den måde, som huskøberne reagerer på den. Man kunne fx forestille sig mht. luftkvalitet, at det ikke nødvendigvis var luftens indhold af forurenende stof målt i ppm (parts per million) folk reagerer på, men derimod luftens gennemsigtighed eller lugt. Mht. til vejstøjens betydning for husprisen er det ikke sikkert, at det er det nøjagtige dB-niveau køberne reagerer på, men måske afstanden til vejen.

På den ene side er det væsentligt at få inddraget alle de variabler, der kan have betydning for husprisen i husprisfunktionen, så den bliver beskrevet bedst muligt. På den anden side kan for mange variabler også give risiko for multikollinearitet (variabler der er indbyrdes afhængige), som kan give slør i modellen. Det har især vist sig at områdevariabler såsom afstand til skole, indkøb osv. ofte er korrelerede (Palmquist, 1991).

Ved værdisætning af goder, der kun påvirker et mindre område<sup>6</sup>, vil det være muligt at nøjes med små undersøgelsesområder, som vil kunne være relativt homogene. Herved vil man kunne undgå at introducere mange områdevariabler i husprisfunktionen, hvilket gør den lettere at opstille og mindsker risikoen for multikollinearitet.

---

<sup>4</sup> Box, G.E.P. & Cox, D.R.(1964)

<sup>5</sup> Se bilag A for en nærmere beskrivelse af Box-Cox funktionen.

<sup>6</sup> Lokale eksternaliteter

## 1.6 Data

Danmark er særdeles velegnet til at udføre husprisundersøgelser i, da der findes gode og relativt opdaterede registre med de væsentligste oplysninger om huse, herunder bl.a. salgsprisen (i form af købesum). Salgsprisen er klart at foretrække frem for den offentlige ejendomsvurdering<sup>7</sup>, da salgsprisen er et udtryk for den reelle betalingsvilje for huset. De væsentligste registre i denne sammenhæng er BBR (Bygge-bolig-registeret) samt ERS (ejendomsstamregisteret). Disse registre er samlet hos Kommunedata, hvorfra man kan købe data. I de seneste år er der ligeledes koblet geografiske data til de enkelte huse i form af en x- og y-koordinat, hvilket betyder at man kan udregne afstanden fra det enkelte hus til vejen. Vejstøjsdata i hovedstadsområdet findes dels i en støjkortlægning fra 1995, hvor vejstøjen ved første række huse mod vejen er beregnet. I en opdatering af den nationale støjkortlægning er en række af hovedstadskommunerne kortlagt<sup>8</sup>. Her er vejstøjen beregnet for alle huse og ikke kun for den første række huse mod vejen.

Brug af registerdata betyder, at der kan estimeres på et meget større antal data, end hvis man fx skulle indhente data ved interview. Dette giver mulighed for en langt højere statistisk sikkerhed i resultaterne.

---

<sup>7</sup> Ejendomsvurderingen tager netop ikke i særlig udstrækning højde for beliggenhed nær positive eller negative attraktioner, fx skov eller støjende vej.

<sup>8</sup> København, Ballerup og Glostrup.

## 2 Litteratur

Der er indtil nu kun udarbejdet få værdisætningsstudier i Danmark, heraf kun en enkelt af støj. Værdisætningsundersøgelsen af vejstøj (som også er den første husprisundersøgelse i Danmark) er udført af Hjort-Andersen i 1978. Der analyseres for vejstøjens effekt på parcelhuspriser langs motorringvejen i Gladsaxe. Undersøgelsen bygger dog på et relativt lille datagrundlag (49 huse). Der er ikke opstillet en hedonisk husprisfunktion, i stedet tages der udgangspunkt i forskelle i husprisen før og efter etablering af en større vej. Vejstøjen antages at have en effekt svarende til 5% af husprisen

AKF, Amternes og Kommunernes Forskningsinstitution, har i 2002 udarbejdet en husprisundersøgelse af søudsigt og nærhed til skov<sup>9</sup>. Denne undersøgelse bygger på et væsentligt større datamateriale end de tidligere undersøgelser i Danmark med ca. 1500 hushandler i skovundersøgelsen. Metoden i denne undersøgelse følger anbefalingerne fra nyere udenlandsk husprislitteratur, og erfaringer og metode fra dette studie er brugt i nærværende studie.

Der er publiceret en del udenlandsk litteratur vedr. værdisætningsstudier af støj, især baseret på husprisstudier. Resultaterne af disse studier fremgår af tabel 1. Disse studier er brugt som inspirationskilde i nærværende studie.

---

<sup>9</sup>Hasler, B, Damgaard, C, Erichsen, E, Jørgensen J, Kristoffersen, H.E(2002): De rekreative værdier af skov, sø og naturgenopretning – værdisætning af naturgoder med husprismetoden. Undersøgelse er endvidere beskrevet i en artikel i Nationaløkonomisk tidsskrift årgang 2002 nr. 140.

Tabel 1 Oversigt over relevante udenlandske værdisætningsstudier af støj

Forfattere	Titel	Årstal	Miljø-gode	Miljø-variabel	Resultat
Wilhelmson	The impact of traffic noise on the value of single family housing	2000	Vejstøj	dB	0,6% huspriskfald pr. dB (0,3 – 3%)
Sougel	Contigent valuation of Traffic Noise Reduction benefits	1994	Vejstøj	dB	0,91% huspriskfald pr. dB
Hurges & Sirmans	Adjusting house prices for intra-neighborhood traffic differences	1993	Vejstøj	Antal biler omregnet til støj	0,8% huspriskfald pr. dB
Palmquist	Valueing localized externalities	1992	Vejstøj	DB	0,3- 0,5% huspriskfald pr. dB
Iten	Die mikroökonomische Bewertung von Veränderung der Umweltqualität	1990	Vejstøj	DB	0,9 % huspriskfald pr. dB
Pommerehne	Measuring Environmental Benefits: A comparison of hedonic Technique and contingent valuation	1988	Vejstøj	DB	1,29% huspriskfald pr. dB
Strand og Vågenes	The reallionship between property values and railroad proximity: a study based on hedonic prices and real estate brokers' appriasals	2001	Banestøj	Afstand	Ca. 0,01% ændring i huspris ved 1% ændring i afstand

Resultaterne af de udenlandske studier er et huspriskfald på mellem 0,3 % og 1,3% pr. dB, med hovedvægten af resultaterne lige under 1 % pr. dB. Vejdirektoratet (1998) anfører at ” Både danske og udenlandske undersøgelser viser, at ændringen i huspriserne som følge af vejstøj ligger på ca. 1% pr. dB over 55dB”, uden dog at anføre kilder.



## 3 Metode

### 3.1 Udvalgelse af områder

I denne undersøgelse er der udvalgt mindre, ensartede parcelhusområder, hvor husene ligger i rækker langs en støjende vej. Ved at vælge små sammenhængende områder med relativt ensartede huse, kan antal variabler i husprismetrisfunktionen begrænses, jf. afsnit 1.5. Ved at vælge parcelhusområder får man ikke nødvendigvis fat i de mest støjbelastede områder, men det har dog været muligt at finde egnede parcelhusområder langs støjende veje.

Områderne er ikke udvalgt efter, hvor der er særlig interesse for at få et udtryk for værdien af vejstøj, men hovedsageligt efter, hvor det metodisk har været vurderet muligt at bruge området i undersøgelsen. De konkrete områder fremgår af afsnit 4.1.

Et alternativ kunne være at udvælge ejerlejligheder, som der er langt flere af ved de stærkt støjbelastede indfaldsveje til København. Husprismetrisfunktionerne for parcelhuse og ejerlejligheder må formodes at være forskellige, hvilket vil betyde, at man formentlig ikke vil kunne behandle et parcelhusområde og et ejerlejlighedsområde i samme model.

For at udnytte erfaringen fra tidligere husprismetrisanalyser<sup>10</sup> er det valgt at afgrænse denne undersøgelse til kun at omfatte parcelhuse. Det vil dog være oplagt i en efterfølgende undersøgelse at undersøge ejerlejligheder.

### 3.2 Definition af miljøvariablen

Miljøvariablen, som i denne undersøgelse er vejstøj, kan inddrages på flere måder i modellen. Det er som nævnt vigtigt at inddrage den parameter, som køberen reagerer på, da det er den, der kan aflæses i modellen. Følgende variabler er mulige:

- Beregnede støjdata (dB)<sup>11</sup> (kontinuert variabel)

Umiddelbart vil inddragelse af vejstøj i form af beregnede støjdata virke logisk. Det er dog ikke givet, at det er vejstøj i form af et dB-niveau, som huskøbere reagerer på. Dels kan vejstøjen variere meget i forhold til fx vejr og vindretning, dels kender køberne sjældent det nøjagtige støjniveau, og dels kan de sjældent forholde sig til hvad et givet støjniveau betyder (Vejdirektoratet, 1998).

- Beliggenhed i første række (dummyvariabel)

Formentlig vil købere interesse sig for, om huset ligger i første række ud til vejen, men her er det ikke nødvendigvis kun vejstøjen, der har betydning, men også vejens effekt som barriere i landskabet, øget luftforurening og udsyn til

---

<sup>10</sup> Hasler m. fl (2002)

<sup>11</sup> Typisk  $L_{Aeq, 24h}$  som er det A-vægtede lydtrykniveau over et døgn (Vejdirektoratet, 1998)

vejen. Denne parameter vil kunne inddrages som en dummyvariabel, dvs. første række eller ikke første række. Estimatet for parameteren vil ikke kunne tolkes udelukkende som effekten af vejstøj, men en kombination af de førnævnte faktorer.

- Afstand (kontinuert variabel)

Det kunne tænkes, at købere i stedet for en direkte støjvariabel, i højere grad er i stand til at reagere på afstanden til vejen.

Både inddragelse af vejstøj i form af beregnede støjdata samt indirekte inddragelse af vejstøj via en første række-variabel kombineret med en afstandsvariabel, vil blive afprøvet i modellen. For at resultatet skal være brugbart i fx en samfundsøkonomisk analyse, er dog mest hensigtsmæssigt at have et direkte estimat for vejstøj i form af en pris pr. dB.

Ved besigtigelse af områderne er der noteret ned hvilke huse, der ligger i første række ud til vejen, således at en dummyvariabel (første række / ikke-første række) kan inddrages i modellen. Det er efterfølgende kontrolleret i et GIS-program (Arc Info), om de noterede første række huse også reelt lå i første række.

Afstandsparameteren kan beregnes som fugleflugtsafstanden fra vejmidten til det enkelte hus via adressekoordinater og koordinater for vejmidter i GIS.

Støjdata inddrages fra støjkortlægningen af hovedstadsområdet i 1995. Her er beregnet støjniveauer for huse beliggende i første række ud til vejen. Vejstøj ved øvrige huse end første række er beregnet via en simpel funktion for udbredelse af vejstøj:  $-10 \cdot \log(\text{afstand}/10)$ , kombineret med en støjdemper på 3dB for huse der ligger bag første række. Denne simple funktion tager ikke højde for terrænforhold mm. Det er endvidere værd at være opmærksom på, at støjkortlægningen er foretaget i 1995, hvilket bruges i en model, der inddrager huspriser opgjort til 2001-niveau. Da de veje, der indgår i undersøgelsen, alle er meget støjbelastede og eventuel yderligere trafik ifht. 1995-niveauet ved høje støjniveauer ikke har stor betydning for den samlede vejstøj, antages det ikke at have en væsentlig indflydelse på resultaterne. Det var oprindeligt hensigten af udvælge områder, som indgik i den nyeste nationale kortlægning. I to af kommunerne (Ballerup og Glostrup) var det dog ikke muligt at finde egnede parcelhusområder, i en kommune (København) var BBR-data fra kommunen mangelfulde (se afsnit 4.2) og i Vangede viste de nyeste støjdata sig fejlbehæftede<sup>12</sup>.

### 3.3 Modellering

Når man opstiller modellen, kan man vælge at inddrage alle de valgte områder i en fælles model, hvor man tillader de forskellige områder et separat prisniveau ved at definere en dummyvariabel for hvert område. En sådan dummyvariabel kan dog kun fastlægge et niveau, og ikke tage højde for at husprisen evt. kan variere med området, fx ved at der lægges mere vægt på to toiletter i forhold til boligareal i et område fremfor et andet.

---

<sup>12</sup> Støj fra motorveje indgik ikke i kortlægningen, hvilket gjorde data uanvendelige, da området i Vangede ligger ud til Helsingør Motorvejen.

Som alternativ kan man estimere en model for områderne hver for sig. Dette kræver dog et rimeligt stort datamateriale for det enkelte område, og er kun i begrænset omfang muligt med det foreliggende datasæt. Fordelen ved fællesmodellen er, at man har et større datamateriale til at bestemme estimaterne til de enkelte variabler. Ulempen er, at det ikke er givet at forskellige områder blot kan beskrives ved en niveauvariabel. Muligvis er selve husprismet funktionen forskellig i forskellige områder (fx kan størrelsen af grunden betyde mere i et område end et andet). Samtidig har fordelingen af data på de enkelte områder selvsagt betydning for det samlede resultat. Ved estimering af en samlet model, er det således nødvendigt at være opmærksom på om ét område kan have stor betydning for det samlede resultat.

### 3.4 Deflatering

I BBR- og ESR-registeret er der oplysninger om hussalg fra ca. 1975 og frem til i dag. Da man ikke umiddelbart kan sammenligne huspriser solgt på forskellige tidspunkter pga. af den generelle stigning i huspriser over tid, er det nødvendigt at deflatere huspriserne, så de fremstår, som om de alle var solgt på samme tidspunkt. Derved kan de indgå i en fælles model.

Der er en række metodiske problemer med at deflatere huspriser over længere tidsperioder.

- Det antages, at husmarkedet over perioden (her ca. 25 år) udgør ét marked.
- Det antages, at husprisindekset afspejler den generelle husprisudvikling i den beskrevne periode i de undersøgte områder. Hvis støjplagede områder generelt har en anden prisudvikling end øvrige områder kan det give anledning til skævheder. Man kunne fx forestille sig at støjplagede huse havde større afmatning i nedgangsperioder.
- Det antages, at det er rimelig at bruge et kontantprisindeks på købesummer, idet det er købesummer der findes i BBR. Kontantprisen afhænger dels af købesummen og dels af låneforhold.

Rimeligheden af deflateringen bør testes vha. en række statistiske tests. Evt. kan der blive tale om at begrænse modellen til at omfatte huspriser for en kortere periode.



# 4 Databehandling

## 4.1 Beskrivelse af områder

Vha. kortmateriale (det levende Danmarkskort samt Kraks kort) er der udvalgt parcelhusområder op til større, støjende veje i København og omegnskommuner. Områderne er udvalgt ud fra følgende kriterier om at:

- Der ligger parcelhuse helt ud til vejen. Ofte ligger der etagebyggeri ud til vejen og parcelhuse på veje bag ved. Disse områder blev valgt fra.
- Der ikke ligger "forstyrrende" elementer i umiddelbar nærhed af parcelhusområdet, såsom søer, skove eller andre rekreative områder der kan skærvride resultatet.
- Området breder sig over en vejstrækning på min. 500 m.
- Parcelhuse udgør langt hovedparten af beboelsen.

På baggrund af disse kriterier er der identificeret 20 egnede områder via kortmaterialet. Disse områder er herefter besigtiget "on site", med henblik på at undersøge, om der er forhold, der ikke kan ses på et kort, og som gør områderne uegnede. På baggrund af denne besigtigelse er 9 områder valgt. Grunden til at de 11 øvrige områder blev valgt fra er:

- Ringe vejstøj pga. støjskærme
- Mange erhvervsjendomme ud til vejen
- Jernbanestøj i den ene ende af området
- Mange flerfamilies villaer i området

For de 9 valgte områder blev der indhentet data fra Ejendomsstamregisteret (ESR) samt Bygge-bolig registeret via Kommunedata. Data med adressekoordinater for de enkelte huse blev indhentet fra Kort- og Matrikelstyrelsen (KMS). Til databehandling af data fra BBR samt ESR er statistikprogrammet SAS brugt. Adressekoordinater fra KMS er vha. af GIS-programmer Arc Info, og kortmaterialet Top10DK er brugt til at udregne afstande fra de enkelte huse til vejmidterne på de støjende veje. Disse er efterfølgende indlæst i SAS og flettet med de øvrige data. Der er i alt hentet data for 1715 ejendomme.

Figur 1 De 9 valgte områder i Storkøbenhavn



Af tabel 2 fremgår hvilke områder, der indgår i undersøgelsen, hvilken kommune de er beliggende i, og hvilken støjende vej de ligger ud til, samt hvor mange ejendomsdata der er hentet for de enkelte områder.

Tabel 2: Oversigt over valgte områder

Kommune	Område	Vej	Antal hushandler
Gladsaxe	Hareskov	Ring 4	95
København	Brønshøj	Slotsherrensvej	91
Gladsaxe	Gladsaxe	Motorring 3	236
Gentofte	Vangede	Helsingørmotorvej	265
Gladsaxe	Mørkhøj	Motorring 3	149
Hvidovre	Avedøre	Avedøre Havnevej	276
Brøndby	Brøndby	Søndre Ringvej	240
Hvidovre	Hvidovre	Holbækmotorvejen	166
Rødovre	Rødovre	Jyllingevej	197
<b>I alt</b>			1715

## 4.2 Sortering

De data, der er modtaget fra Kommunedata, er blevet sorteret, så det er sikret, at kun fritliggende énfamilies huse inddrages i analysen. Samtidig sorteres en række huse fra af forskellige årsager, som fremgår af tabel 3. Det skal bemærkes, at antallet af huse der sorteres fra under de forskellige kategorier, afhænger af hvilken rækkefølge sorteringen sker i.

Tabel 3 Sorteringsoversigt

	Antal huse frasorteret	Herefter i alt
Startdatasæt		1715
Ikke beboelse (dvs. erhverv, sommerhus eller lign.)	104	1611
Ikke fritliggende étfamilies hus	78	1533
Ikke ejet af privatpersoner	10	1523
Ingen købesum	394	1129
Ikke frit salg	54	1075*
Købeår manglende eller før 1975	121	954
Købt som byggegrund eller ufærdigt hus**	18	936
Købt til under 50% af vurderingen (formentligt også ufærdigt hus)	5	931
Renoveret efter køb	57	874
Huse med samme ejendomsnummer	3	871
Huse frasorteret via GIS	10	861
København	6	855

\*Yderligere 135 har ikke registeret en overdragelsesform. Da det drejer sig om så mange beholdes disse i datasættet indtil videre, og det undersøges om det er rimeligt at antage at de er solgt i frit salg.

\*\* Hvis købedatoen er før opførelsesdatoen

Opdeling på frasorterede huse på områder viser, at frasorteringsprocenten ligger jævnt omkring 50% i alle områder, undtagen i Hareskov, hvor den er ret lav og København, hvor stort set alle huse er sorteret fra jf. tabel 4. Grunden til at disse områder skiller sig ud er registreringen af købesummen. I København mangler den oplysning af uvisse grunde på næsten alle huse, hvorimod kun ét hus ikke har registreret købesum i Hareskov.

Da der er så få huse tilbage i København trækkes disse også ud af datasættet. Det resterende datasæt er på 855 huse.

I tabel 4 ses hvor mange huse der er frasorteret i de enkelte områder. Her er området i København også vist.

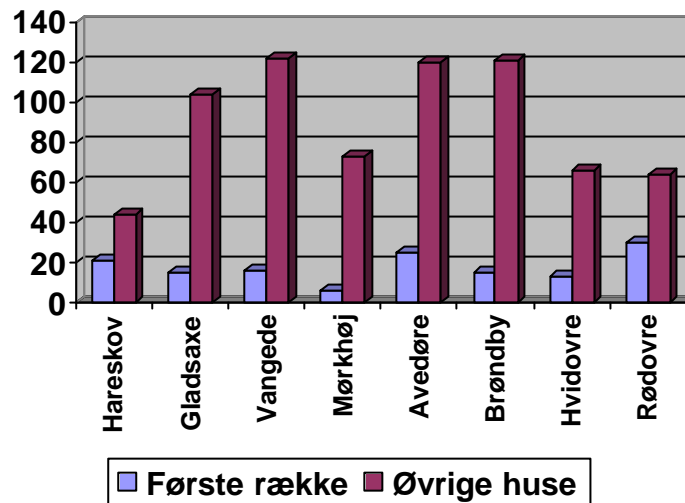
Tabel 4 Antal huse fordelt på områder efter frasortering

Kommune	Område	Vej	Antal huse		% frasorteret
			Før sortering	Efter sortering	
Gladsaxe	Hareskov	Ring 4	95	65	32%
København	Brønshøj	Slotsherrensvej	91	6	93%
Gladsaxe	Gladsaxe	Motoring 3	236	119	50%
Vangede	Vangede	Helsingørmotorvej	265	138	48%
Gladsaxe	Mørkhøj	Motoring 3	149	79	47%
Hvidovre	Avedøre	Avedøre Havnevej	276	145	47%
Brøndby	Brøndby	Søndre Ringvej	240	136	43%
Høje Tåstrup	Taastrup	Holbækmotorvejen	414	201	51%
Hvidovre	Hvidovre	Holbækmotorvejen	166	79	52%
Rødovre	Rødovre	Jyllingevej	197	94	52%
I alt			1715	861	50%

### 4.3 Deskriptiv statistik

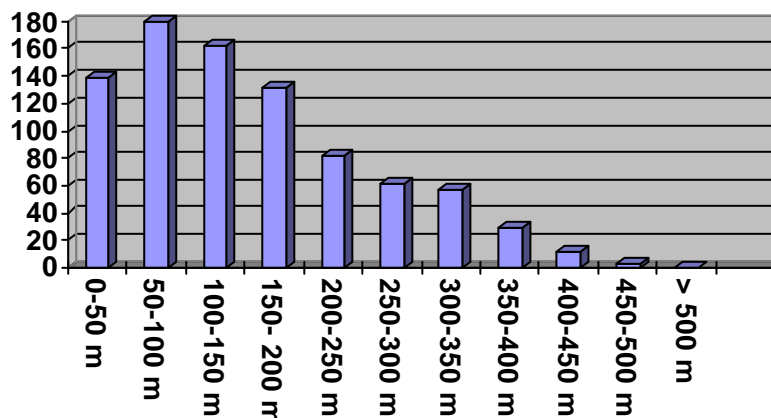
For at få et overblik over datasættet, herunder om der er markant forskel på de forskellige områder eller på husenes størrelse, alder mm. i forhold til om huset ligger i første række eller ej og afstanden til den støjende vej, præsenteres i dette kapitel en række statistiske oplysninger i grafisk form.

Figur 2 Antal huse i første række og øvrige huse fordelt på områderne



Der er 8 områder varierende i størrelse fra 65 huse til 145 huse, med et gennemsnit på 107 huse, jf. figur 2. Andelen af første række huse varierer fra 7% til 32% med et gennemsnit på 15%.

Figur 3 Antal huse fordelt på afstand til støjende vej

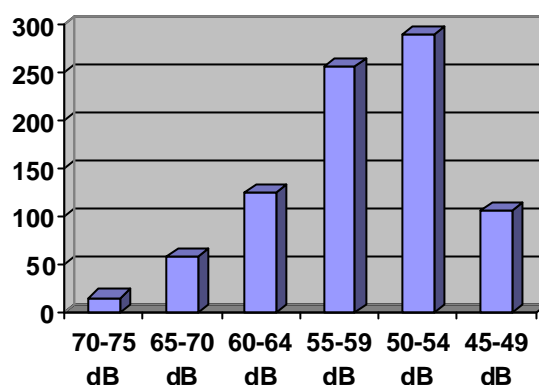


Afstanden til den støjende vej er beregnet, og der ses at være en rimelig spredning af huse med et aftagende antal huse med afstanden, jf. figur 3. Derved bliver variabelen lettere at estimere. Hvis enkeltområderne undersøges separat er variationen dog ikke tilstede i alle de undersøgte enkeltområder, idet



nogle af områderne samlet set liggere tættere på vejen, hvor andre områder ligger længere væk fra vejen.

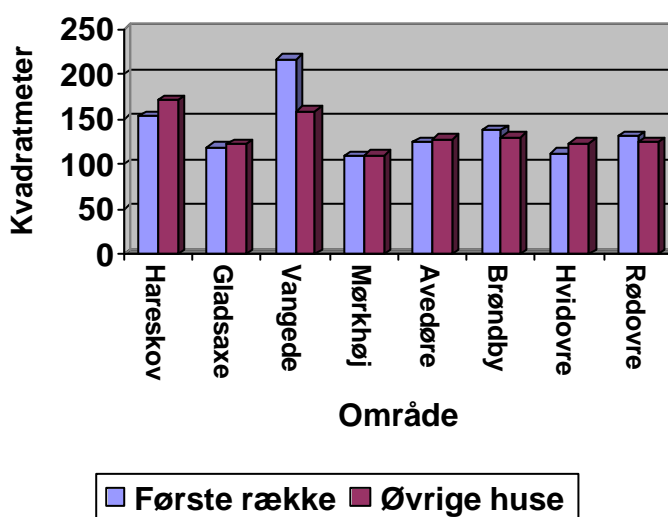
Figur 4 Antal huse fordelt i forhold til støjbelastning



Støjberegningen er delvist baseret på afstanden til vejen. Da vejstøjen er udregnet i forhold til logaritmen på afstanden giver det dog et lidt andet billede end afbildningen af afstanden i figur 3.

Når vejstøjen beregnes ud fra en formel<sup>13</sup> kan den teoretisk beregnes til at komme under 45 dB ved lang afstand til den støjende vej. Det er dog næppe realistisk at forestille sig, at vejstøjen i praksis falder til under 45 dB, da selv små villaveje kan medføre en sådan vejstøj. Der er dog jf. figur 4 ikke beregnet vejstøj under 45 dB i dette datasæt.

Figur 5 Boligareal fordelt på boligområder

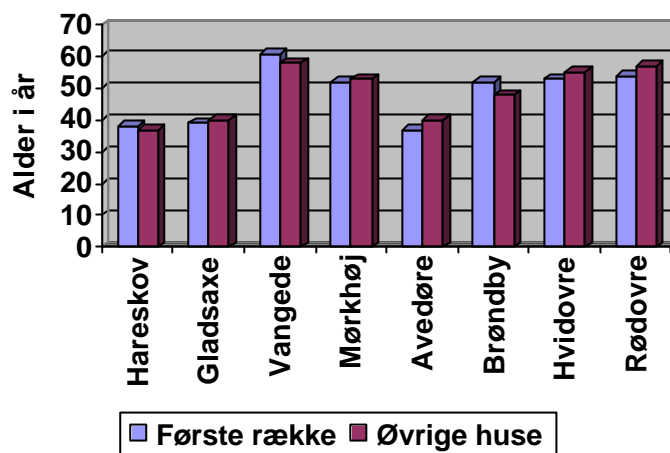


Bortset fra område 3 (Vangede) er der ikke den store forskel på størrelsen af husene, i forhold til om de ligger i første række eller længere væk fra vejen, jf. figur 5. Dette er hensigtsmæssigt i forhold til estimering af modellen, idet

<sup>13</sup> jf. afsnit 3.2

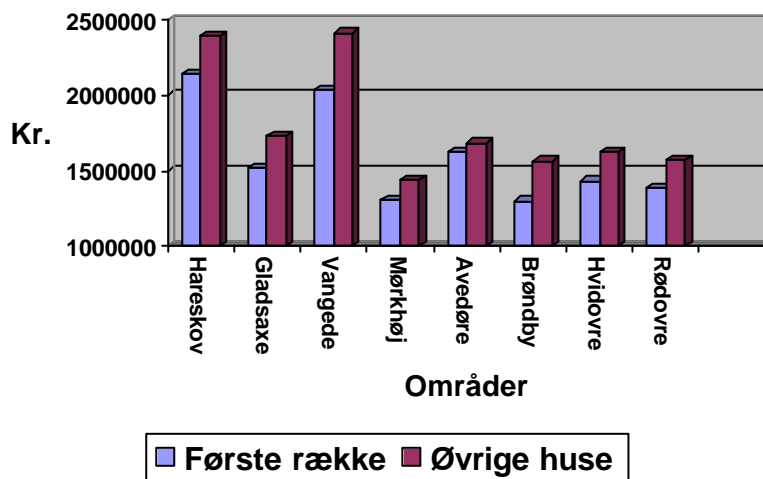
forskelle i husenes karakteristika, der er korreleret med miljøvariablen, kan give anledning til skævheder i resultaterne.

Figur 6 Alder på huse i første række og øvrige huse



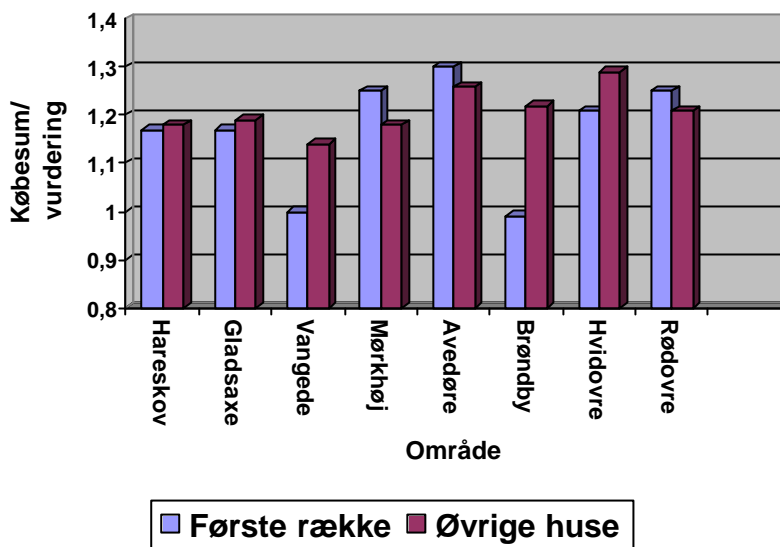
Der er heller ikke nævneværdig forskel på husenes alder jf. figur 6.

Figur 7 Købesum på huse i første række og øvrige huse



Til gengæld er der en tydelig forskel på købesummen alt efter husets beliggenhed, jf. figur 7. Forskellen mellem købesummen for huse i første række og øvrige huse spænder fra ca. 58.000 kr. i Avedøre til ca. 376.000 kr. i Vangede, med et gennemsnit på ca. 177.000 kr. Hvis der ikke var andre forskelle på husene, kunne denne forskel tolkes som en mindreværdi for at ligge tættest på vejen i forhold til at ligge længere væk. Men for at tage højde for andre forskelle, bliver man nødt til at estimere en model, som tager de øvrige forhold, der har indflydelse på husprisen, i betragtning.

Figur 8 Vurderingens korrekthed



Vurderingens korrekthed er udregnet som forholdet mellem den offentlige ejendomsvurdering og den deflaterede købesum. Variablen afspejler hvor tæt vurderingen rammer de faktiske (deflaterede) handelspriser. Generelt er købesummen 15% - 30% højere end vurderingen, undtagen i to tilfælde hvor første række husene er vurderet til købesummen.

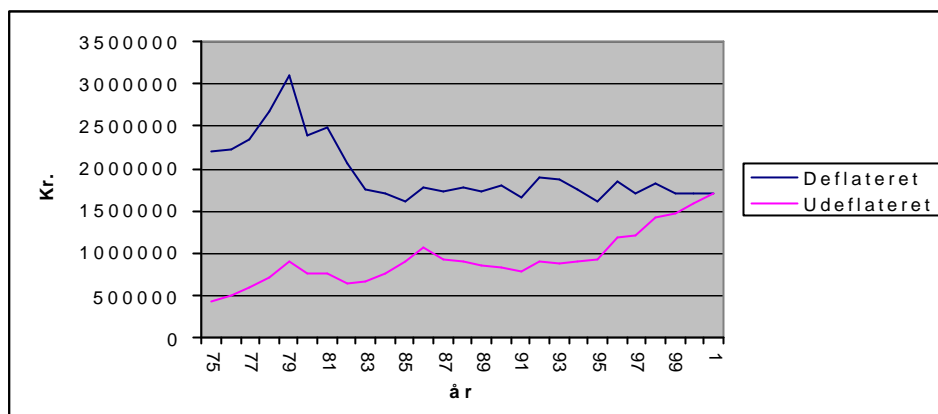
Der er ikke noget entydigt mønster i, at vurderingen generelt er for høj ifht. til købesummen, når husene ligger i første række jf. figur 8. Dette kunne forventes, hvis en evt. mindreværdi som følge af vejbeliggenhed ikke var inddraget i vurderingen. I det tidligere nævnte husprisstudie af værdien af skovnærhed og søudsigt (Hasler m.fl. 2002) var udsigtshusene generelt vurderet "for lavt", da ekstraværdien af udsigten til skov og sø ikke var inddraget i vurderingen. En husejer har imidlertid ikke noget incitament til at rette vurderingen i opadgående retning, hvis huset er vurderet for lavt, da ejendomsskatten afhænger af den offentlige vurdering. Er en evt. mindreværdi som følge af beliggenhed op til en vej ikke medtaget, har husejeren derimod et incitament til få sat vurderingen ned.

#### 4.4 Tidsproblematik

Grunddatasættet består af hushandler fra 1975 til 2001. Der er imidlertid stor usikkerhed forbundet med at deflatere købesummer over så lang en tidsperiode, fordi en evt. fejl vil blive større jo længere tilbage i tiden, man går. De udeflaterede huspriser stiger støt, som man også kunne forvente pga. den generelle husprisstigning jf. figur 9. De deflaterede huspriser derimod skulle gerne ligge nogenlunde stabilt, med mindre der er især er solgt meget dyre huse i en periode. Huspriserne ligger meget højt i slutningen af 70'erne og starten af 80'erne, hvilket kunne tyde på at deflateringen er noget upræcis i denne periode<sup>14</sup>. Dette forhold er undersøgt nærmere i modelfasen.

<sup>14</sup> Det samme gjorde sig gældende i det tidligere husprisstudie af skovnærhed (Hasler m.fl., 2002)

Figur 9. Deflaterede og udeflaterede huspriser i forhold til købeåret



# 5 Modellering og estimationer

## 5.1 Lineær model

Som en første model præsenteres en simpel lineær multipel regression. En sådan model har en simpel og letforståelig fortolkning, og er derfor velegnet til at give et første overblik af variablerne. De variabler, der indgår i modellen, er udvalgt gennem afprøvning af en række forskellige modeller<sup>15</sup>. De er således ikke alle signifikante i denne model, men har gennem arbejdet med data vist sig at have en betydning for husprisfunktionen<sup>16</sup>. Der er afprøvet en række andre variabler, ligesom variablerne er indgået på forskellig vis i modellen. Fx er boligarealet i den valgte model beskrevet som et vægtet boligareal<sup>17</sup>, fremfor det samlede boligareal. De enkelte områder indgår som dummyvariable i modellen, dvs. estimatet kan tolkes som et niveau i forhold til et "basisområde", som i modellen er Brøndby. Estimerne for de øvrige byer er således en generel husprisforskel i forhold til området i Brøndby<sup>18</sup>.

Vejstøj indgår ikke direkte i denne model, men er inddraget ved dels en dummyvariabel for, om huset ligger i første række til vejen, og dels en kontinuerlig afstandsvariabel. Estimatet for dummyvariabelen kan tolkes direkte som en "rabat" for at ligge i første række i forhold til at ligge længere væk fra vejen<sup>19</sup>, og den kontinuerle afstandsvariabel tolkes som kr./m for at komme længere væk fra vejen.

---

<sup>15</sup> Se variabeloversigt i bilag B.

<sup>16</sup> Valg af model og variabler der skal indgå i modellen er i høj grad en iterativ proces, som kun vanskeligt lader sig beskrive "lineært".

<sup>17</sup> Det vægtede boligareal er defineret som 100% af stueetagen, 60% af udnyttet tagetage, 25% af kælder og 20% af garage og udhuse. Dette vægtede boligareal bruges også i den offentlige ejendomsvurdering.

<sup>18</sup> De øvrige variabler i denne model antages altså at være ens i alle områder

<sup>19</sup> De udvalgte områder ligger jf. figur 2 op til 500 m fra vejen.

Tabel 5 Indledende lineær model

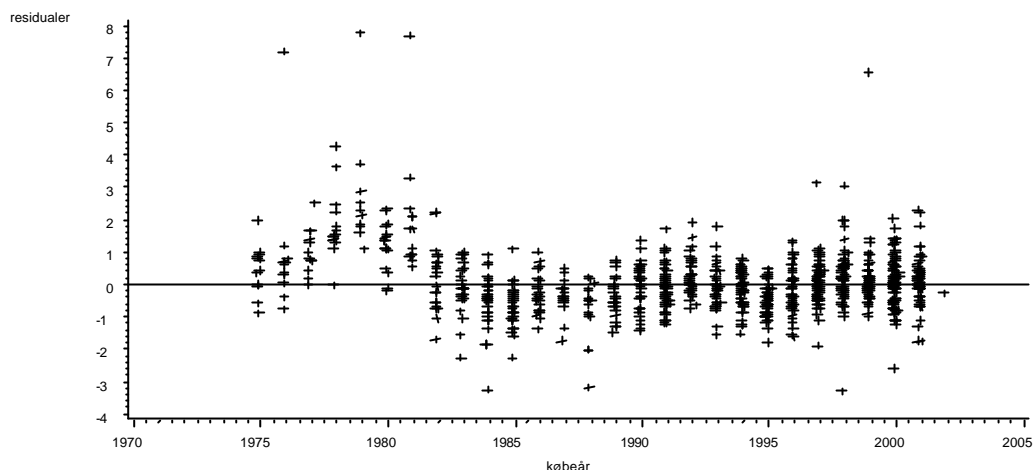
Variabel	Estimat i kr./enhed	Signifikansniveau
INTERCEPT	1101756	<0,001
HARESKOV	340419	<0,001
GLADSAXE	172253	0,0077
VANGEDE	728966	<0,001
MØRKHØJ	71523	0,2617
AVEDØRE	102033	0,0524
HVIDOVRE	219404	0,0005
RØDOVRE	164277	0,0049
VÆGTET BOLIGAREAL	4551	<0,001
GRUNDAREAL	297	0,0151
ALDER FRA KØB	-13282	<0,001
> 2 TOILETTER	109617	0,1680
2 TOILETTER	42227	0,2212
TEGLTAG	104139	0,0025
MUSTENSMUR	97672	0,0148
<b>1. RÆKKE</b>	<b>-219788</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>AFSTAND TIL VEJ</b>	<b>97</b>	<b>0,5841</b>
N (antal hushandler)	855	
R <sup>2</sup> , justeret (forklaringsgrad)	0,5278	

For de enkelte variabler i modellen kan effekten på husprisen aflæses i tabel 5. Det fremgår bl.a. at huse i Vangede-området generelt er ca. 700.000 kr. dyrere end husene i Brøndby-området. En ekstra kvadratmeter boligareal koster ca. 4.600 kr. Et hus med tegltag er lidt over 100.000 kr. dyrere end et hus med andet tag, ligesom et murstenshus er ca. 100.000 kr. dyrere end et hus, der er bygget af et andet materiale fx træ eller gasbeton.

Signifikansniveauet i højre kolonne i tabel 5 udtrykker, hvorvidt en parameters indflydelse på husprisen kan anses for at være rimelig sikker, eller om effekten kunne være tilfældig. Ofte kræver man et signifikansniveau på under 5% (0,05) for at kunne vurdere effekten af en parameter som "sikker". Det ses, at hverken parameteren for om huset har to toiletter (TO TOILETTER) eller mere end to toiletter (> 2 TOILETTER) er signifikante på 5%-niveau i denne model. Huse der ligger i første række ud til en støjende vej er over 200.000 kr. billigere end huse, der ligger længere væk. Til gengæld er den kontinuerte afstandsvariabel ikke signifikant i denne model (men har det forventede fortegn).

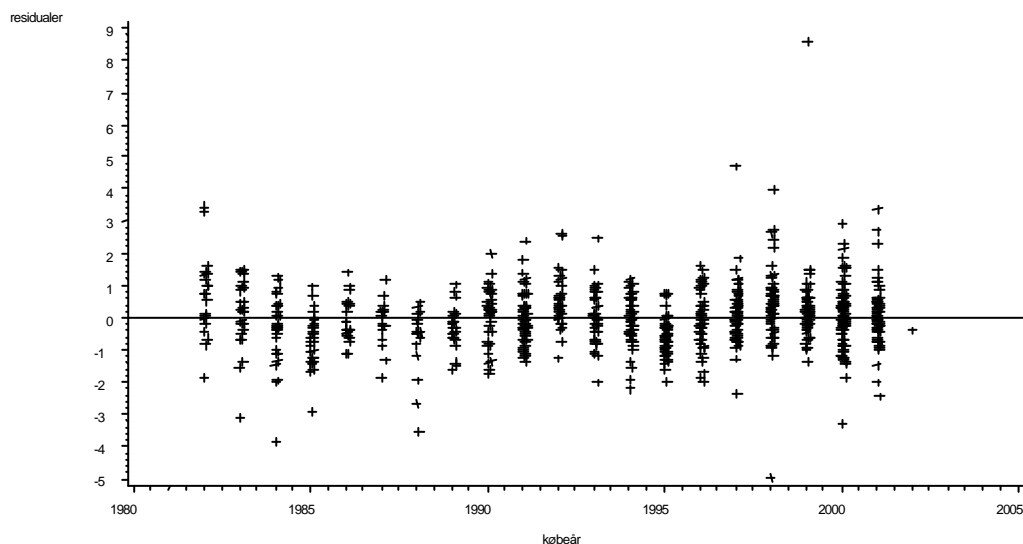
For at undersøge om det er rimeligt at medtage (deflaterede) hushandler over 25 år i modellen jf. afsnit 3.4 og 4.4, kan modellens restled afbildes i en graf mod købeåret. Restleddet (residualet) er den del af husprisen, der ikke kan forklares af modellen, og denne bør ikke afhænge af hvornår huset er købt.

Figur 10 Restled afbildet mod købeår 1975-2001



Restleddene (residualerne) er, som det fremgår af figur 10, ikke tilfældigt fordelt i forhold til købeår. Der er store positive residualer især i starten af perioden, hvilket kunne tyde på at deflateringen fra starten af perioden ikke er særlig præcis<sup>20</sup>. Der ser ud til at være et skifte i husprisfunktionen i starten af 1980'erne.<sup>21</sup>

Antagelsen om et skift i husprisfunktionen er testet vha. et såkaldt chow-test, som kan bruges til at teste for strukturelle ændringer over tid. Der testes en hypotese om at husprisfunktionen **ikke** har undergået et strukturelt skift. Denne hypotese kan forkastes. Det er altså ikke rimeligt at behandle de to perioder i samme model. Testet er foretaget med forskellige "skilleår" og sammenholdt med residualplottet i figur 10, er det valgt at udelade data fra før 1982.



<sup>20</sup> Alt andet lige vil usikkerheder bliver forstørret jo længere tidsperioden er. Samtidig er deflateringen mellem 1975 og 1980, pga. manglende data antaget lineær, hvilket den formentlig ikke har været. Dette kan også give anledning til slør.

<sup>21</sup> Her er restleddene afbildet i den lineære model, som ikke nødvendigvis giver den rette beskrivelse af data. Foretages den øvelse efter at den rette model er fundet vha. boxcox-estimation fås dog samme konklusion.

Der er en mere stabil og tilfældig fordeling af residualerne efter udeladelsen af hushandler fra før 1982, jf. figur 11.

For at vurdere om den lineære model generelt er hensigtsmæssig til at beskrive data, kan der bl.a. laves forskellige residualplot, der viser hvordan restledene i modellen opfører sig.

Når restledene i modellen afbildes mod den forventede købesum ses en tendens til, at restledene bliver større ved en større forventet købesum jf. bilag C. Dette er et tegn på, at den lineære model ikke er hensigtsmæssig til at beskrive data. Derfor er der estimeret en bedre model vha. en fleksibel lineær Box-Cox-funktion.

## 5.2 Dobbeltlogaritmisk model

Følgende Box-Cox-funktion<sup>22</sup> er fittet til data:

$$P^{(1)} = \mathbf{a}_0 + \sum_{i=1}^3 \mathbf{a}_i Z_i^{(d)} + \mathbf{a}_4 Z^{(q)} + \sum_{j=1}^{13} \mathbf{b}_j D_j + e$$

Det statistiske test viser, at en dobbeltlogaritmisk model, hvor alle kontinuerte variabler er logaritmisk transformeret giver den bedste beskrivelse af data jf. bilag D.

Restledene i denne model afbildet mod den forventede købesum viser, jf. bilag E, at residualerne er tilfældigt fordelt omkring 0, hvilket indikerer at modellen er rigtig specificeret. Der er imidlertid enkelte store residualer, som må betegnes som outliers i forhold til modellen. Weisberg(1985) anbefaler at udelade observationer med standardiserede residualer større end 4. I tabel 6 ses resultatet af modellen efter denne øvelse.

---

<sup>22</sup> P er den deflaterede huspris.  $Z_i$  er de 3 kontinuerte variabler (VÆGTET BOLIGAREAL, GRUNDAREAL og ALDER FRA KØB) samt variabelen AFSTAND, som gives mulighed for en anden transformationsparamter.  $D_j$  er de 13 dummyvariabler (HARESKOV, GLADSAXE, VANGEDE, MØRKHØI, AVEDØRE, TÅSTRUP, HVIDOVRE, RØDOVRE, 2 TOILETTER, >2 TOILETTER, TEGLTAG, MURSTENSMUR, 1.RÆKKE).  $P^{(1)}$ ,  $Z_i^{(d)}$  ( $i=1,2,3$ ) og  $Z_4^{(q)}$  er modellens Box-Cox transformationer med Box-Cox-parametrene  $\lambda$ ,  $\delta$  og  $\theta$ ,  $\alpha$  og  $\beta$  er modellens koefficienter og  $e$  er modellens restled. Transformationsparametrene begrænses til værdierne 0 og 1 således at der kan fås fire funktionelle former; en lineær, semilogaritmisk, invers semilogaritmisk og dobbeltlogaritmisk<sup>22</sup> funktion jf. bilag A Herudover gives afstandsvariablen dog mulighed for en separat transformation.



Tabel 6 Dobbel tlogaritmisk model

Variabel	Estimat	Signifikansniveau
INTERCEPT	11,9031	<0,001
HARESKOV	0,2295	<0,001
GLADSAXE	0,1182	<0,001
VANGEDE	0,3012	<0,001
MØRKHØJ	-0,0012	0,9637
AVEDØRE	0,1067	<0,001
HVIDOVRE	0,0228	0,3858
RØDOVRE	0,0444	0,0606
LN(VÆGTET BOLIGAREAL)	0,5331	<0,001
LN(GRUNDAREAL)	-0,0283	0,5054
LN(ALDER FRA KØB)	-0,1090	<0,001
> 2 TOILETTER	0,0678	0,0294
2 TOILETTER	0,0243	0,0897
TEGLTAG	0,0429	0,0019
MUSTENSMUR	0,0442	0,0071
<b>1. RÆKKE</b>	<b>-0,0607</b>	<b>0,0125</b>
<b>LN (AFSTAND TIL VEJ)</b>	<b>0,0458</b>	<b>0,0002</b>
N (antal hushandler)		760
R <sup>2</sup> justeret (forklaringsgrad)		0,6997

I en dobbeltlogaritmisk model får store værdier mindre vægt. Dvs. en ekstra kvadratmeter boligareal på et stort hus har ikke den samme effekt på husprisen som en ekstra kvadratmeter på et lille hus. I en dobbeltlogaritmisk model tolkes parameterestimerne som elasticiteter. Dette betyder, at de kontinuerte variabler tolkes som en procentvis ændring i husprisen ved 1% ændring i variabelen. Dette betyder fx, at hvis AFSTAND TIL VEJ, som er signifikant i denne model, øges med 1%, stiger husprisen med ca. 0,046 %, jf. tabel 6.

Værdien af at komme længere væk fra vejen afhænger altså både af niveauet for husprisen og af den aktuelle afstand. Da dette kan være lidt svært at forholde sig til, kan parameterestimatet omregnes til implicitte priser ved en bestemt huspris og en bestemt afstand. Ved en afstand til vejen på 100 meter og en huspris på 2 mio kr. kan den implicitte pris udregnes til 916 kr./m<sup>23</sup>. Ved denne afstand ville huset altså have været 916 kr. mere værd, hvis det lå en meter længere væk fra vejen. Jo tættere på vejen huset ligger, jo mere betyder en yderligere afstand for husprisen. Ved 20 meter fra vejen er den implicitte pris således 4578 kr./m og ved 50 meter er den 1831 kr./m. Den absolutte værdi er ligeledes større jo dyrere huset er. Ved en huspris på 1,5 mio. kr. og hhv. 20 meter, 50 meter og 100 meters afstand fra vejen fås således en implicit pris på 3434 kr./m, 1373 kr./m og 687 kr./m.

Dummyvariablerne tolkes også procentvis, dog skal estimatet jf. Halvorsen og Palmquist(1980) omregnes til en relativ effekt, når den afhængige variabel, her husprisen, er logaritmisk transformeret.

Estimatet til 1. RÆKKE er (jf. tabel 6) -0,0607, hvilket svarer til at et hus der ligger i første række er 5,9%<sup>24</sup> billigere end de øvrige huse i området, svarende til ca. 120.000 kr. for et hus på 2 mio. kr.

<sup>23</sup> Implicit pris = (parameterestimat/afstand) \* huspris  
= (0,0458/100)\*2.000.000  
= 916 kr./meter

<sup>24</sup> I følge Halvorsen og Palmquist(1980) omregnes dummyvariabler således at den relative effekt af en dummyvariabel= $e^{(estimat)}-1$ .

De implicitte priser og relative effekter af dummyvariablerne er udregnet i tabel 7.

Tabel 7 Implacitte priser

Variabel	Estimat	Relativ effekt af dummyvariabel	Parameter-gennemsnit	Implicit pris i kr./enhed
INTERCEPT	11,9031			
HARESKOV	0,2295	0,257971		434915
GLADSAXE	0,1182	0,125469		211529
VANGEDE	0,3012	0,35148		592562
MØRKHØJ	-0,0012	-0,0012		-2022
AVEDØRE	0,1067	0,1126		189834
HVIDOVRE	0,0228	0,023062		38880
RØDOVRE	0,0444	0,0454		76541
LN (VÆGTET BOLIGAREAL)	0,5331		134 m <sup>2</sup>	6707
LN (GRUNDAREAL)	(-0,0283)		797 m <sup>2</sup>	
LN(ALDER FRA KØB)	-0,1090		41 år	-4482
> 2 TOILETTER	0,0678	0,070151		118268
2 TOILETTER	0,0243	0,024598		41469
TEGLTAG	0,0429	0,043834		73899
MUSTENSMUR	0,0442	0,045191		76188
<b>1. RÆKKE</b>	<b>-0,0607</b>	<b>-0,05889</b>		<b>-99291</b>
LN (AFSTAND TIL VEJ)	0,0458		154 meter	501

Estimatet for GRUNDAREAL er ikke signifikant i modellen, ligesom 2 TOILETTER kun er signifikant på 10%-niveau. Udeladelsen af disse variabler har dog ingen nævneværdig betydning for modellen. På et gennemsnitligt hus er "rabatten" ved at bo i første række på ca. 100.000 kr. Ved den gennemsnitlige afstand til vejen (154 m) er effekten af yderligere 1 meters afstand til vejen ca. 500 kr./m. Det ses, at der er en anden vægtning af parameterne i denne model sammenlignet med den lineære model, bl.a. er betydningen af en ekstra kvadratmeter boligareal større i denne model, hvorimod husets alder ikke har så stor en betydning som i den lineære model.

Da der både indgår områder beliggende ud til motorveje og "almindelige" større veje, er det forsøgt at opsplitte datasættet for at se, om der er en grundlæggende forskel på disse områder.

Tabel 8 Områder med motorvej og "almindelige" veje

Områder ud til motorveje	Områder ud til "almindelige" veje
Gladsaxe	Hareskov
Vangede	Avedøre
Mørkhøj	Rødovre
Hvidovre	Brøndby

Dvs. for 1.RÆKKE er den relative effekt=  $e^{(-0,0607)} - 1 = 0,059$

Tabel 9 Dobbel tlogaritmsk model opdelt på "almindelige" veje og motorveje

Variabel	Alm. Vej*		Motorvej*	
	Estimat	Sig. Niveau	Estimat	Sig. niveau
INTERCEPT	11,5419	<0,001	12,4134	<0,001
HARESKOV	0,1544	<0,001		
GLADSAXE			0,1141	<0,001
VANGEDE			0,3118	<0,001
AVEDØRE	0,1002	<0,001		
HVIDOVRE			0,0171	0,5358
RØDOVRE	0,0253	0,2985		
LN(VÆGTET BOLIGAREAL)	0,4854	<0,001	0,5882	<0,001
LN(GRUNDAREAL)	0,0880	0,1148	-0,1615	0,0128
LN(ALDER FRA KØB)	-0,1190	<0,001	-0,0971	<0,001
> 2 TOILETTER	0,1557	0,0013	0,0266	0,5204
2 TOILETTER	0,0243	0,2161	0,0237	0,2465
TEGLTAG	0,0656	0,0017	0,0228	0,2176
MUSTENSMUR	0,0483	0,0250	0,0343	0,1712
<b>1.RÆKKE</b>	<b>-0,0789</b>	<b>0,0226</b>	<b>-0,0941</b>	<b>0,0083</b>
<b>LN(AFSTAND TIL VEJ)</b>	<b>0,0138</b>	<b>0,4417</b>	<b>0,0608</b>	<b>0,0003</b>
N	385		375	
R	0,6404		0,7419	

\* Områderne er i gruppen "almindelige veje" målt ifht. Bøndby, og i gruppen motorvej målt i fht. Mørkhøj.

"Rabatten" for at bo i første række op til vejen er signifikant i begge grupper og lidt større for huse op til motorveje, jf. tabel 9. Den relative effekt på husprisen i form af en "rabat" for at bo i første række er hhv. 7,6% for "almindelige" veje og 9,0% for motorveje<sup>25</sup>. Til gengæld er AFSTAND TIL VEJ kun signifikant i motorvejsgruppen. Dette kan skyldes, at motorvejen har et højere støjniveau, som derfor påvirker husene længere væk fra vejen end første række.

Estimatet for GRUNDAREAL er negativt og signifikant i motorvejsgruppen. En mulig forklaring kunne være, at grundene på de huse, der ligger tæt på motorvejen, er større end dem, der ligger længere væk. Derved "stjæler" estimatet for grundareal noget af "rabatten" ved at ligge tæt på vejen. Generelt ser det ud til, at estimerne adskiller sig en del fra hinanden i de to grupper, hvilket indikerer, at det ikke er hensigtsmæssigt at behandle dem i samme model<sup>26</sup>. Begge grupper kan dog stadig beskrives med samme funktionelle form.

### 5.3 Vejstøj som miljøvariabel

Vejstøj er forsøgt inddraget i modellen som beskrevet i afsnit 3.2, dog stadig med datasættet opdelt i motorvej og "almindelige" veje.

<sup>25</sup> Den relative effekt for "almindelige" veje =  $e^{(-0,0789)} - 1 = 0,076$

Den relative effekt for motorveje er =  $e^{(-0,0941)} - 1 = 0,09$

<sup>26</sup> Det er via Box-Cox undersøgt hvorvidt den valgte funktionelle form (dobbellogaritmsk) er mest hensigtsmæssig til beskrivelse af begge grupper og dette er tilfældet

Støjparameteren er ikke logaritmisk transformeret, da opgørelsen af støj sker på en logaritmisk skala<sup>27</sup>. Estimatet skal derfor tolkes som en mindreværdi på huse i procent ved en ændring i støj på 1 db. Det er også forsøgt at inddrage første-række parameteren sammen med støjparameteren, da man kunne forestille sig, at der var en første-rækkes effekt udover selve vejstøjen. Denne er dog ikke signifikant i modellen.

I tabel 10 ses resultaterne af modellen, hvor beregnede støjdata er medtaget som miljøvariabel. Modellen er estimeret for områder beliggende op til hhv. "almindelige" veje og motorveje.

Tabel 10 Dobbel tlogaritmisk model med vejstøj som miljøvariabel opdelt på "almindelige" veje og motorveje

Variabel	Alm. Vej*		Motorvej*	
	Estimat	Sig. niveau	Estimat	Sig. niveau
INTERCEPT	12,0240	<0,001	13,5908	<0,001
HARESKOV	0,1530	<0,001		
GLADSAXE			0,1424	<0,001
VANGEDE			0,3072	<0,001
ÅVEDØRE	0,0932	<0,001		
HVIDOVRE			-0,0819	0,0067
RØDOVRE	0,0695	0,0084		
LN(VÆGTET BOLIGAREAL)	0,4887	<0,001	0,5803	<0,001
LN(GRUNDAREAL)	0,0881	0,1134	-0,1566	0,0155
LN(ALDER FRA KØB)	-0,1140	<0,001	-0,0974	<0,001
> 2 TOILETTER	0,1487	0,0020	0,0323	0,4299
2 TOILETTER	0,0249	0,2063	0,0243	0,2356
TEGLTAG	0,0643	0,0021	0,0239	0,1959
MURSTENSMUR	0,0447	0,0373	0,0370	0,1376
<b>STØJ</b>	<b>-0,0086</b>	<0,001	<b>-0,0148</b>	<0,001
N	385		375	
R	0,6402		0,7422	

Estimatet for støj er ca. 70% højere ved motorveje end ved "almindelige" veje. Ved "almindelige" veje er der en huspriseeffekt på ca. 0,9 % pr. db, og ved motorveje på ca. 1,5%.

Årsagen til at vejstøjen har større effekt på husprisen for huse beliggende ud til en motorvej kan skyldes, at motorvejsstøj er mere konstant og dermed mere generende end støj fra almindelige veje. Det kan dog også skyldes, at motorveje udgør en større barriere i landskabet og generelt er mere generende at kigge på. I så fald er det altså ikke vejstøjen, der giver anledning til den øgede effekt på husprisen. Det har dog ikke været muligt at udlede, hvilke af disse årsager, der har størst betydning for den øgede effekt fra motorveje.

Det er endvidere forsøgt at estimere "minimodeller" for hver enkelt område. Da datagrundlaget er relativt småt i de enkelte områder er denne estimation forbundet med en vis usikkerhed. Endvidere er langt fra alle parametrene signifikante i "minimodellerne". De insignifikante parametre er udeladt af modellerne<sup>28</sup>.

<sup>27</sup> Dette er efterprøvet vha-. Box-Cox estimation, hvor støjparameteren utransformeret gav den bedste beskrivelse af data.

<sup>28</sup> Udvalgelsen er foretaget via en procedure i SAS, der udvælger de mest signifikante parametre trinvist (15%-niveau). (selection stepwise)

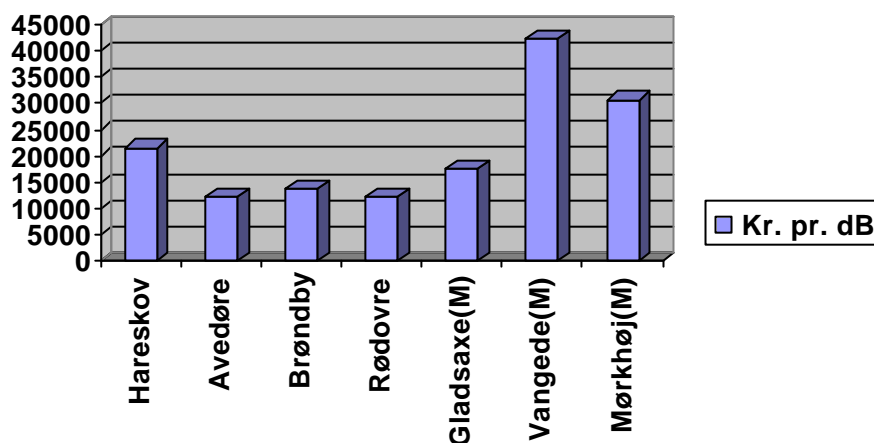
Tabel 11 "Minimodel ler" for enkel tområder

Område	Støj-estimat	Antal signifikante variable i modellen	Modellens forklaringsgrad	Antal observationer
Hareskov	-0,0101	5	0,6177	55
Avedøre	<b>-0,0075</b>	3	0,5449	130
Brøndby	<b>-0,0094</b>	6	0,5162	115
Rødovre	<b>-0,0085</b>	4	0,4989	85
Gladsaxe (M)	<b>-0,0106</b>	3	0,5691	108
Vangede (M)	<b>-0,0186</b>	2	0,2873	129
Mørkhøj (M)	<b>-0,0229</b>	4	0,5926	70
Hvidovre (M)	<b>I.S.</b>			68

(M) angiver at området ligger ud til en motorvej

Det fremgår af tabel 11, at støjestimaterne for "almindelige" veje ikke varierer meget mellem områderne, hvorimod støjestimatet for motorveje varierer mere og er endog insignifikant i et område.

Figur 12 Implícitte priser i de enkelte områder



De implícitte priser i de enkelte områder afhænger både af støjens effekt på husprisen og af den gennemsnitlige huspris i området. En ændring i støjniveauet betyder mest i absolutte priser i Vangede og mindst i Rødovre, jf. figur 12.

I prioriteringssammenhænge vil man ofte interessere sig for, hvad effekten er specifikt i støjintervallet over 55 dB, idet dette er Miljøstyrelsens vejledende grænseværdi for vejstøj. Denne model er gengivet i tabel 13.

Tabel 13 Dobbel tlogaritmisk model med vejstøj som miljøvariabel udelukkende inkluderet huse påvirket med mere end 55 dB

Variabel	Alm. Vej*		Motorvej*	
	Estimat	Sig. niveau	Estimat	Sig. niveau
INTERCEPT	12,2460	<0,001	14,1446	<0,001
HARESKOV	0,1708	0,0154		
GLADSAXE			0,1570	<0,001
VANGEDE			0,2622	<0,001
AVEDØRE	0,1066	0,0349		
HVIDOVRE			-0,0200	0,6607
RØDOVRE	0,0688	0,1031		
LN(VÆGTET BOLIGAREAL)	0,5063	<0,001	0,5473	<0,001
LN(GRUNDAREAL)	0,0677	0,4791	-0,2061	0,0108
LN(ALDER FRA KØB)	-0,1083	<0,001	-0,0923	<0,001
> 2 TOILETTER	0,1275	0,1763	0,0410	0,4712
2 TOILETTER	0,0070	0,8469	0,0361	0,1761
TEGLTAG	0,0684	0,0386	0,0416	0,0908
MURSTENSMUR	0,0537	0,1438	0,0159	0,6005
STØJ	<b>-0,0118</b>	<b>0,0002</b>	<b>-0,0164</b>	<0,001
N		165		241
R		0,546		0,672

**Ved "almindelige" veje er der en huspriseeffekt på ca. 1,2 % pr. db, og ved motorveje på ca. 1,6%, jf. tabel 13.** Estimaterne er således ikke overraskende større, end hvis der kigges på det samlede støjinterval. Kigges der udelukkende på intervallet under 55 dB, kan der ikke identificeres en signifikant effekt af vejstøj.

Behandles alle hushandler i en samlet model fås en effekt af vejstøj på 1,45% pr.dB for støjintervallet over 55 dB.

Der er ligeledes forsøgt at estimere "minimodeller" udelukkende for huse belastet med støj over 55 dB. Her slår det imidlertid igennem, at ikke alle de udvalgte områder er lige støjbelastede<sup>29</sup>, og derfor bliver datagrundlaget i visse af områderne meget små, og estimaterne derfor meget usikre. Resultaterne for disse modeller er derfor ikke medtaget.

<sup>29</sup> Herunder at alle huse ikke ligger lige langt fra den støjende vej jf. afsnit 6.3

# 6 Perspektivering

## 6.1 Hvad værdisættes?

Vejstøj giver anledning til en række konsekvenser for menneskers velfærd og sundhed. I denne undersøgelse ses en klar sammenhæng mellem stigende støj og faldende huspriser. Køber man et hus ud til en støjende vej får man altså en "rabat" i form af en lavere huspris. Spørgsmålet er hvad denne "rabat" dækker over. Dækker den udelukkende de geneffekter, der er forbundet med at bo ud til en støjende vej, eller dækker den også over en række sundhedseffekter ved støj. Dette er interessant, når der udarbejdes samfundsøkonomiske analyser, idet det her er vigtigt at være opmærksom på at få hele den negative værdi af støj inkluderet.

Det er ikke muligt af denne type undersøgelse at udlede hvad "rabatten" dækker over. Dette vil kræve en opfølgning i form af en interviewundersøgelse. Typisk går man dog ud fra at "rabatten" udelukkende dækker over geneffekten, da en kommende husejer formentlig ikke vil købe et hus ud til en støjende vej, hvis personen tror det får indflydelse på vedkommendes sundhed. Hvis dette er tilfældet skal der altså tillægges en yderligere værdi af de sundhedseffekter støj medfører.

## 6.2 Benefit transfer

I forbindelse med udarbejdelse af værdisætningsundersøgelser interesserer man sig ofte for om de fremkomne resultater kan bruges i andre sammenhænge, i dette tilfælde til at fastsætte en pris på støj andre steder end de 8 undersøgte områder i Storkøbenhavn. En sådan overførsel af resultater kaldes for benefit transfer. Benefit transfer er interessant, fordi det kan spare mange ressourcer i forbindelse med udarbejdelse af primære værdisætningsstudier.

Denne undersøgelse bygger på 8 områder i Storkøbenhavn, og resultaterne er som udgangspunkt kun knyttet til disse områder. I forbindelse med værdisætningen af støj for huse beliggende ud til "almindelige" veje ligger de fremkomne resultater for analysen af enkeltområder indenfor et relativt snævert interval. Dette indikerer, at overførsel af resultater til andre områder kan være mulig. I hvert fald så længe der er tale om nogenlunde samme type områder, dvs. byområder. Det er dog ikke muligt at sige noget om, hvorvidt resultaterne direkte kan overføres til fx større byer i Jylland, før man har foretaget lignende undersøgelser der. Ligeledes er det ikke utænkeligt, at støj ved fx landeveje værdisættes anderledes end støj ved indfaldsveje i byområder. For områderne beliggende ud til motorveje viser resultaterne fra enkeltområderne en større variation områderne imellem. Dette indikerer, at det kan være mere tvivlsomt at anvende benefit transfer for vejstøj fra motorveje.

Det er dog formentlig endnu vigtigere at være opmærksom på, at denne undersøgelse bygger på en analyse af fritliggende énfamiliehuse, hvor den

udendørs støj formentlig er af stor betydning. Det kan derfor være vanskeligt, at overføre resultaterne fra denne undersøgelse til lejligheder, hvor den udendørs støj typisk ikke har samme store betydning<sup>30</sup>.

Generelt må det dog antages at vejstøj er et af de (negative) miljøgoder som egner sig bedst til benefit transfer, da vejstøj må betegnes som et relativt sammenligneligt og let målbart miljøgode. At overføre værdier for fx rekreative områder, må antages at være forbundet med større vanskeligheder, da rekreative områder er sværere at sammenligne og "måle" på én skala.

### 6.3 Værdi af støj ved anlæggelse af nye veje

I denne undersøgelse sammenlignes huse der er meget støjbelastede med huse der er mindre støjbelastede. Hvordan anlæggelsen af en helt ny vej vil påvirke huspriserne kan således ikke udledes af denne undersøgelse, - ikke mindst fordi det typisk vil medføre en lang række andre ændringer. Dette vil kræve en undersøgelse, hvor man sammenligner huspriserne i et område før og efter anlæggelsen af en større vej. Der er imidlertid en række metodiske problemer med at gennemføre en husprisanalyse af denne type, fordi man gå derved går på kompromis med en række af de antagelser, der ligger bag husprismetoden. Dette gælder bl.a. antagelsen om at hushandlerne i den undersøgte tidsperiode kan behandles som ét marked, hvilket typisk ikke vil være tilfældet før og efter anlæggelsen af en større vej.

### 6.4 Andre metoder til opgørelse af værdien af støj

Resultaterne i denne undersøgelse baserer sig på statistiske analyser af faktiske handelspriser på huse. I en af de omtalte udenlandske undersøgelser<sup>31</sup>, jf. kap.2, som undersøger værdien af banestøj, er den statistiske undersøgelse kombineret med en række ejendomsmægleres vurderinger af vejstøjens effekt på huspriserne. Resultaterne af de to typer analyser ligger i samme størrelsesorden. Det kunne være interessant ligeledes at kombinere disse to typer analyser i en dansk kontekst.

---

<sup>30</sup> Om end det her er vigtigt at kunne åbne vinduerne uden at være generet af vejstøj.

<sup>31</sup> Strand og Vågnes(2001)



## 7 Litteraturliste

- Box, G.E.P. & Cox D.R.(1964).:An Analysis of Transformation. *Journal of Royal Statistical Society, Series B*, Vol. 26(2), pp.211-252.
- Cropper, L., Deck, L.B., McConnell, K.E.(1988): Om the choice of Functional Form for Hedonic Price Equations. *The Review of Economics and Statistics*, Vol 70, pp. 668-675.
- Freeman, A. Myrick(1993): *The Measurement of Enviromental and Ressource Values, Theory and Methods*. Ressorces for Future, 1616 P Street, NW, Washington DC 20036-1400
- Halvorson, R. & Palmquist, R.B.(1980): The Interpretation of Dummy Variables in Semilogarithmic Equations. *American Economic Review*, Vol.70(3), pp.474-475.
- Hasler, B., Damgaard, C.K., Erichsen, E.H., Jørgensen, J.J., Kristoffersen, H.E.(2002).: *De rekreative værdier af skov, sø og naturgenopretning – værdisætning af naturgoder med husprismetoden*. AKF forlaget, København.
- Hasler, B., Erichsen, E.H., Damgaard, C.K.: Værdisætning af udvalgte danske skove. *Nationaløkonomisk Tidsskrift*, Vol. 140(2002), pp. 152-166.
- Hjort-Andersen, C. (1978); Prisen for stilhed. *Nationaløkonomisk Tidsskrift*, Vol.1, pp.23-42.
- Hurges, W.T. & Sirmans, C.F.(1993): Adjusting house prices for intra-neighborhood traffic differences. *Appraisal Journal*, Vol. 61, pp. 533-538.
- Iten, R.(1990): *Die mikröökonomische Bewertung von Veränderung der Umweltqualität*, Schellenberg, Winterthur in : Sougel, N.(1996): Contingent Valuation of Traffic Niose Reduction Benefits. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, Vol.132(1), pp. 109-123.
- Palmquist, R.B.og Danielson, L.E.(1989): A Hedonic Study o fthe Effect of Erosion Control on Drainage Farmland Values. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 71(1), pp. 55-62.
- Palmquist, R.B.(1991): *Hedonic Models in: Measuring the Demand for Environmentally Quality*. Kapitel 4, pp. 77-120, North-Holland
- Palmquist, R.B.(1992): Valuing Localizes Externalities. *Journal of Urban Economics*, Vol.31, pp.59-68.
- Pommerehne, W.W.: Measuring Environmental Benefits: A Comparison of Hedonic Techenique and Contingent Valuation, in Welfare and Efficiency in Public Economics, D.Bös, M.Rose and C.Seidl (eds), Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg

Rosen, S.(1974): Hedonic pricing and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, Vol.82, pp.34-35

Sougel, N(1994): *Evaluation monetaire des atteintes á l'environnement: une étude hédoniste et contingente sur l'impact des transports*, EDES, Neuchâtel in: Sougel, N. (1996): Contingent Valuation of Traffic Noise Reduction Benefits. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, Vol.132(1), pp. 109-123.

Strand, J. og Vågnes, M(2001) The relationship between property values and railroad proximity: a study based on hedonic pricing and real estate brokers' appraisals. *Transportation*, Vol. 28, pp. 137-156

Tyrvainen, L. og Miettinen, A.(2000): Property Prices and Urban Forest Amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 39, pp. 205-223.

Vejdirektoratet(1998): *Vejtrafik og støj – en grundbog*. Rapport nr. 146. Vejdirektoratet.

Weisberg, S.(1985): *Applied Linear regression*. John Wiley & Sons, Inc.

Wilhelmson, M(2000).: The impact of Traffic Noise on the Values of Single-family Housing. *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 43(6), pp.799-815.

# Bilag A: Box-Cox funktionen

En meget fleksibel funktionel form er den kvadratiske Box-Cox funktion. Cropper et al. (1988) har dog vist, at relativt simple funktionelle former (lineær, semi-logaritmisk, dobbelt-logaritmisk samt invers semi-logaritmisk) samt den lineære Box-Cox funktion har vist sig at være mest robuste over for fejlspecifikationer i modellen. Man kan vælge at transformere de enkelte variabler med forskellige transformationsparametre eller bruge den samme transformationsparameter for alle. Det anbefales ofte at bruge en separat estimator for miljøparameteren (Palmquist, 1991, Tyrväinen og Miettinen (2000)

Den optimale værdi af transformationsparameteren  $\lambda$  kan findes, hvor  $-2 \cdot \log$ -likelihoodværdien plottet mod  $\lambda$  har minimum. Det vil derefter ofte være relevant at teste om den  $\lambda$ -værdi, der fremkommer, ligeså vel kunne have været 0 eller 1, da disse  $\lambda$ -værdier giver let tolkelige modeller<sup>32</sup>. Det er problematisk at tolke en model med en  $\lambda$ -værdi på eksempelvis 0,14.

I denne undersøgelse bruges Box-Cox funktionen som et redskab til at finde den mest hensigtsmæssige simple funktionelle form. Hovedformålet er ikke at finde den mest optimale funktionelle form, men at bruge Box-Cox funktionen til at vælge mellem de funktionelle former, der giver en fornuftig tolkning af parameterestimererne.

Palmquist og Danielson (1989) viser brugen af en anden lidt simplere metode, der er ækvivalent med brug af Box-Cox funktionen, når man på forhånd har lagt sig fast på at vælge en simpel funktionel form. Først transformeres den afhængige variabel med transformationsparameteren. Når transformationen for denne variabel er valgt estimeres der modeller, hvor de forklarende variabler holdes utransformeret hhv. transformeres logaritmisk. Holdes afstandsparameteren separat resulterer dette i fire 4 modeller, hvor det at minimere residualernes kvadratsum (RSS) svarer til at maksimere Log-likelihood funktionen.

Denne metode har den fordel, at den på en enkel måde giver mulighed for at transformere den afhængige og de forklarende variabler forskelligt. Mulighedsfeltet er som udgangspunkt fire funktionelle former (lineær, dobbelt-logaritmisk, semi-logaritmisk, invers semi-logaritmisk) og med afstandsparameteren separat transformeret giver det fire gange to, dvs. otte forskellige funktionelle former. Denne fremgangsmåde bruges i denne undersøgelse.

---

<sup>32</sup> I dette test sammenlignes likelihoodratioværdien med  $\chi^2$ -fordelingen med 2 frihedsgrader.  
Likelihoodratio =  $2 \cdot (\text{Log}L1 - \text{Log}L2)$

## Fortolkning af modeller og parameterestimer

Ved kun at tillade at variablerne kan transformeres logaritmisk eller holdes utransformeret, er der grundlæggende fire mulige sammenhænge mellem den afhængige variabel og de forklarende variabler. Da miljøparameteren tillades en separat transformation kan sammenhængen mellem den afhængige variabel og de enkelte forklarende variabler være forskellige.

- Lineær sammenhæng.

Her er både den afhængige og den forklarende variabel utransformeret. Dette betyder, at sammenhængen mellem f.eks. huspris og boligareal kan udtrykkes som en fast kvadratmeterpris uanset husets størrelse og pris.

- Semi-logaritmisk sammenhæng.

Her er den afhængige variabel transformeret logaritmisk, mens den forklarende variabel er utransformeret. Dette betyder, at en absolut ændring i f.eks. boligareal resulterer i en procentvis ændring i husprisen.

- Invers semi-logaritmisk sammenhæng.

Her er den forklarende variabel transformeret logaritmisk, hvorimod den afhængige variabel er utransformeret. Dette betyder, at en procentvis ændring i boligareal giver en absolut ændring i husprisen. Det betyder altså, at f.eks. kvadratmeterprisen er marginalt aftagende.

- Dobbelt-logaritmisk sammenhæng.

Her er både den afhængige og de forklarende variabler transformeret logaritmisk. Dette betyder, at parameterestimerne kan tolkes som elasticiteter, f.eks. medfører en procentvis ændring i boligareal en procentvis ændring i husprisen.

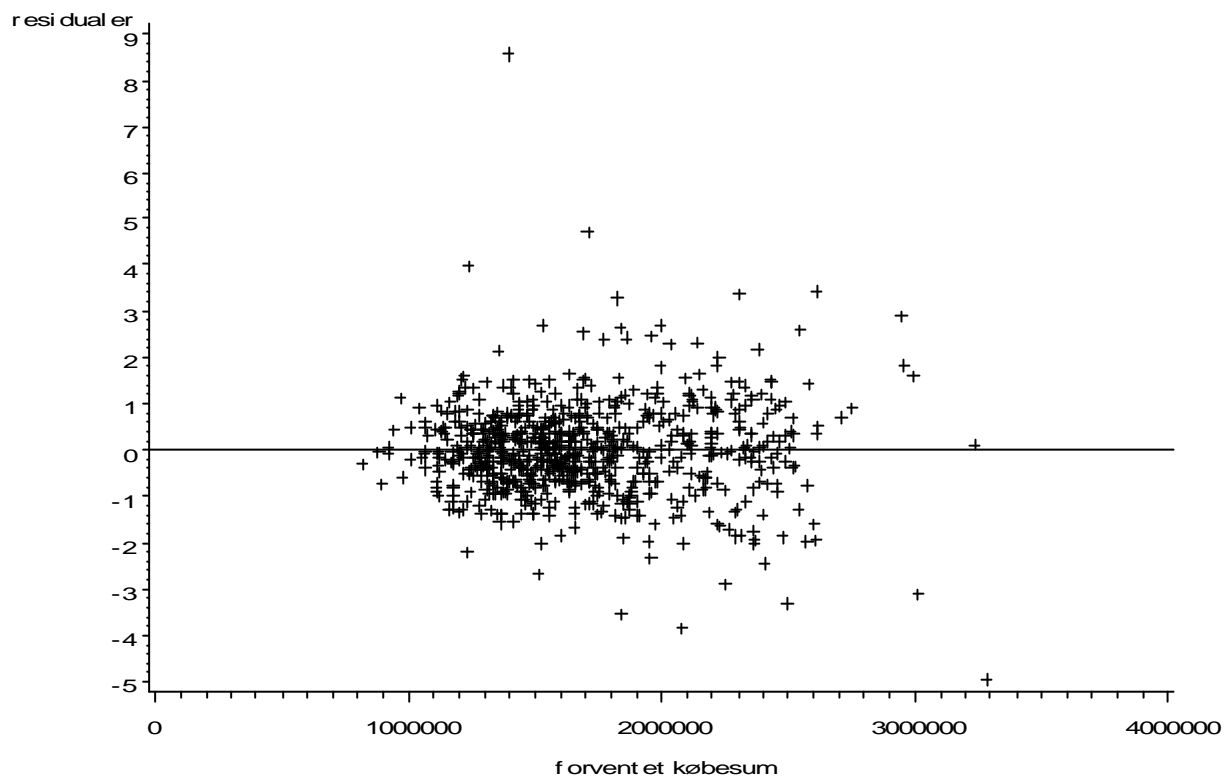
De fire sammenhænge/modeller danner planer i hhv. lineære; log/lineære; lineær/log og log/log koordinatsystemer.

## Bilag B: Variabeloversigt

Variabel	Betydning	Enhed	Middelværdi		
			Samlet data-sæt, 855 obs. (kap.5)	Ende-ligt data-sæt, 760 obs.	Data-sæt med huse belastet over 55 dB, 406 obs.
HUSPRIS	Deflateret købesum	Kr.			
LN (HUSPRIS)	Den naturlige logaritme til huspris		1766838	1658907	1584037
VURDERINGENS KORREKTHED	Forholdet mellem den deflaterede huspris og den off. ejendomsvurdering		1,20	1,14	1,12
VÆGTET BOLIGAREAL	Det vægtede boligareal, som bruges i den off. ejendomsvurdering. Stueetagen medtages med 100%, udnyttet tagetage med 60%, kælder med 25%, og garage, carport og udhuse med 20%.	M <sup>2</sup>	134	134	129
LN (VÆGTET BOLIGAREAL)	Den naturlige logaritme til vægtet boligareal		4,87	4,87	4,83
GRUNDAREAL	Grundstørrelse	M <sup>2</sup>	799	797	766
LN (GUND-STØRRELSE)	Den naturlige logaritme til grundstørrelse		6,66	6,66	6,62
ALDER FRA KØB	Alder fra opførselsår til købeår	År	40	41	42
LN (ALDER FRA KØB)	Den naturlige logaritme til alder fra køb		3,51	3,62	3,64
AFSTAND TIL VEJ	Afstanden fra huset til den støjende vej	Meter	153	154	114
LN(AFSTAND TIL VEJ)	Den naturlige logaritme til afstand til vej		4,76	4,77	4,40
STØJ	Beregnet støj via formel afsnit 3.2	DB	56	56	61
1. RÆKKE	1: Hvis huset ligger i første række til den støjende vej 0: Hvis huset ikke ligger i første række til den støjende vej		141 714	126 634	126 280
> 2 TOILETTER	1: Hvis huset har 3 eller flere toiletter 0: hvis huset har under 3 toiletter		38 817	36 724	17 389
2 TOILETTER	1: Hvis huset har 2 toiletter 0: hvis huset har 1 toilet eller over 3 toiletter		317 538	287 473	137 269
TEGLTAG	1: Hvis huset har tegltag 0: hvis huset ikke har tegltag		270 585	243 517	135 271
MURSTENSMUR	1: Hvis huset har murstensmur 0: hvis huset ikke har murstensmur		724 131	647 113	339 67
HARESKOV	1: Hvis huset ligger i Hareskov 0: hvis huset ikke ligger i Hareskov		65 790	55 705	19 187

GLADSAXE	1: Hvis huset ligger i Gladsaxe 0: hvis huset ikke ligger i Gladsaxe		119 736	108 652	108 298
VANGEDE	1: Hvis huset ligger i Vangede 0: hvis huset ikke ligger i Vangede		138 717	129 631	47 359
MØRKHØJ	1: Hvis huset ligger i Mørkhøj 0: hvis huset ikke ligger i Mørkhøj		79 776	70 690	70 336
AVEDØRE	1: Hvis huset ligger i Avedøre 0: hvis huset ikke ligger i Avedøre		145 710	130 630	38 368
HVIDOVRE	1: Hvis huset ligger i Hvidovre 0: hvis huset ikke ligger i Hvidovre		79 776	68 692	16 390
RØDOVRE	1: Hvis huset ligger i Rødovre 0: hvis huset ikke ligger i Rødovre		94 761	85 675	85 321
BRØNDBY	1: Hvis huset ligger i Brøndby 0: hvis huset ikke ligger i Brøndby		136 719	115 645	23 383

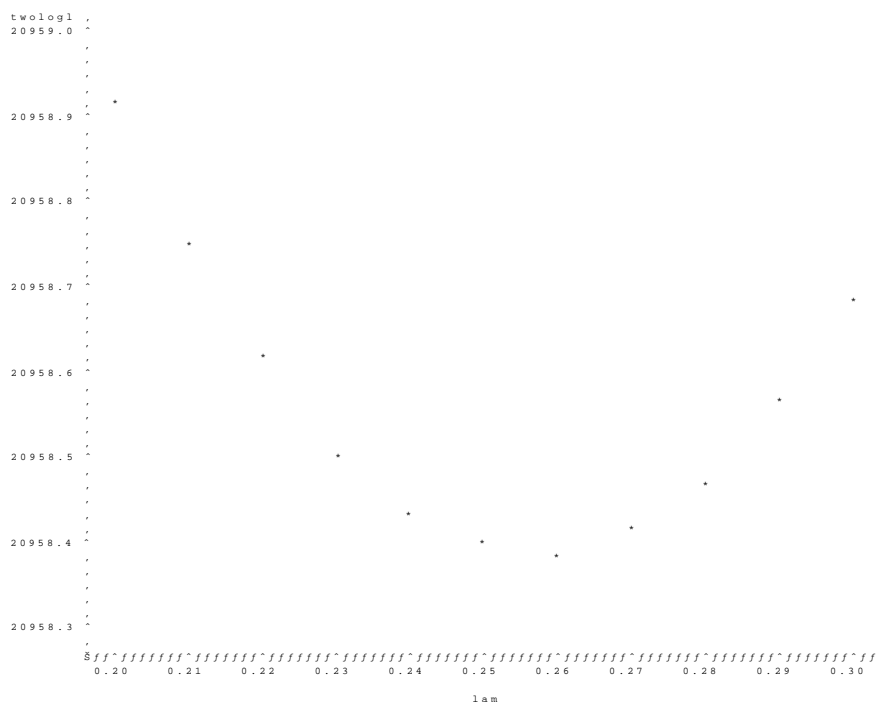
# Bilag C: Restled afbildet mod forventet købesum, lineær model



# Bilag D: Box-Cox-estimation

Box-Cox estimation for den afhængige variabel, købesummen

$\lambda$	-2*loglikelihood
0	20969,14
0,20	20958,92
0,21	20958,75
0,22	20958,61
0,23	20958,50
0,24	20958,43
0,25	20958,39*
0,26	20958,39
0,27	20958,41
1	21048,62



Ved  $\lambda=0,25$  har funktionen  $-2*\log$ likelihood minimum, hvilket svarer til at Loglikelihood funktionen har maksimum.

Hypotesen  $H_0$   $\lambda=0$  (købesummen skal transformeres logaritmisk) testes.

$LR=-2(-10484,57-(-10479,20))=10,74$ , hvilket sammenlignes med en  $\chi^2$ -fordeling på 5% med 2 frihedsgrader, som er på 5,99<sup>33</sup>. Det kan altså forkastes at  $\lambda=0$ .

Testes for  $\lambda=1$  (købesummen skal ikke transformeres) kan dette også forkastes:  $LR=-2(-10524,31-(-10479,20))=90,22$ .

<sup>33</sup> Jf. Tyrvainen, L og Miettinen, A. (2000)



Da  $\lambda=0$  giver den numerisk mindste loglikelihoodværdi er dette den bedste model. Dvs. købesummen transformeres logaritmisk.

Derefter undersøges, om de forklarende parametre skal transformeres logaritmisk (miljøparamateren: afstand tillades en separat parameter) Dette kan gøre ved at sammenligne de enkelte modellers residualkvadratsum. Holdes afstandsparmeteren separat resulterer dette i 4 modeller, hvor det at minimere residualernes kvadratsum svarer til at maksimere loglikelihood-funktionen jf. Palmquist og Danielsen(1989)

Afstandsparameter	Øvrige forklarende parametre	Residualernes kvadratsum
Logaritmisk transformeret	Logaritmisk transformeret	24,065*
Logaritmisk transformeret	Ikke transformeret	24,152
Ikke transformeret	Logaritmisk transformeret	24,136
Ikke transformeret	Ikke transformeret	24,215

Det ses, at modellen med alle forklarende variabler logaritmisk transformeret giver den mindste residualkvadratsum og dermed den bedste beskrivelse af data.

# Bilag E : restled afbildet mod købesum, dobbeltlogaritmisk model

