

Flystøjs påvirkning af boligpriser - resultater fra et litteraturstudie

INDHOLD

1	Indledning	1
2	Metode	1
2.1	Søgning	1
2.2	Analyse	2
3	Resultater	5
3.1	Bruttoliste af undersøgelser	5
3.2	Vurdering af udvalgte undersøgelser	7
3.3	Resultater	12

1 Indledning

I perioden september til oktober 2018 har COWI A/S udarbejdet et litteraturstudie om flystøjs effekter på boligpriser. Studiet er gennemført på vegne af Forsvarets Ejendomsstyrelse. Notatet består af to afsnit. I afsnit 2 beskrives den anvendte metode. I afsnit 3 præsenteres resultaterne.

2 Metode

Metoden består i gennemsøgning af videnskabelig litteratur og offentligt tilgængelige rapporter med henblik på at finde undersøgelser om flystøjs påvirkning af boligpriser. Undersøgelserne analyseres med henblik på at vurdere, om de er relevante i forbindelse med militære flyvestationer i Danmark. Resultaterne fra de relevante undersøgelser sammenfattes. Der foretages ikke en kobling mellem de fundne påvirkninger i litteraturen og konkrete boligpriser i Danmark.

2.1 Søgning

Litteratursøgningen er gennemført i to skridt. For det første er der søgt i Europakommissionens evaluering af støjdirektivet (Direktiv 2002/49/EC), jf. European Commission (2016). I denne evaluering findes en oversigt over litteratur om effekterne af flystøj. Nærværende undersøgelse har orienteret sig i littera-

turoversigten med to formål. Det første formål er at finde litteratur om effekten af flystøj på boligpriser. Det andet formål var at finde terminologi og litteraturhenvisninger, der kunne understøtte en søgning på internettet.

For det andet blev der foretaget en søgning på Google Scholar efter litteratur om effekten af flystøj på boligpriser. Der blev endvidere søgt i litteraturlisterne på de fundne studier for at identificere flere relevante undersøgelser.

2.2 Analyse

De undersøgelser, der er identificeret i søgningen, er blevet screenet for at sikre, at de virkelig omhandler effekten af flystøj på boligpriser. Hvis det er tilfældet, er de føjet til en bruttoliste. På bruttolisten fremgår oplysninger om f.eks. undersøgelsens metode, resultater, publiceringskanal og publiceringsår.

Der findes en række forskellige metoder til at beregne flystøj og effekten af flystøj på boligpriser. De undersøgelser, vi har fundet, anvender tre forskellige metoder til at beregne effekten: hedonisk regression, metastudie og stated preference. Metoderne er beskrevet i Boks 1 nedenfor.

Boks 1 Metoder til at analysere effekt af flystøj på boligpriser

Hedonisk regression består i, at boligpriserne ved hjælp af statistiske metoder sammenholdes med en række karakteristika ved husene og omgivelserne. Resultatet af sådanne undersøgelser er en vurdering af effekten af flystøj på boligpriserne.

Et metastudie består i, at resultaterne af en række forskellige undersøgelser sammenholdes med karakteristika ved undersøgelseerne. Resultatet af et metastudie er en vurdering af effekten af flystøj på boligpriser, hvor der tages højde for, at analysedesignet kan påvirke det effektskøn, der fremkommer af den enkelte undersøgelse.

Stated preference-undersøgelser består i, at en række personer spørges til, hvor meget de vil betale for at undgå flystøj. Resultatet af en stated preference-undersøgelse er en gennemsnitlig betalingsvillighed for at undgå flystøj.

Undersøgelserne anvender to forskellige metoder til at opgøre flystøjen. Den første består i, at den faktiske flystøj måles ved hjælp af forskellige måleinstrumenter. Dette er f.eks. tilfældet for metoden anvendt i Baranzini og Ramirez (2005). Den anden består i, at flystøjen beregnes ud fra tekniske data om flyene. Det er f.eks. tilfældet for metoden anvendt i Winke (2017).

Flystøjen sammenfattes i en enkelt indikator. Dette kan gøres på mange forskellige måder, afhængigt af hvordan forskellige lydfrekvenser vægtes og hvordan forskellige tidspunkter på døgnet vægtes. I de undersøgelser, vi har fundet, anvendes seks forskellige metoder. Metoderne er beskrevet i Boks 2 nedenfor.

Boks 2 Forskellige indikatorer for støj

I de indsamlede undersøgelser anvendes der en række forskellige indikatorer for flystøj. Støjen opgøres ved decibel (dB).

Den mest anvendte indikator i de undersøgelser, vi har set på, er den såkaldte '**Lden**'. Lden kaldes også for 'Community Noise Equivalent Level'. Denne indikator tillægger støj om aftenen eller natten en større vægt end støj udledt resten af dagen. d betyder 'day', e betyder 'evening' og n betyder 'night'.

Den næstmest anvendte indikator er den såkaldte '**Ldn**', der anvendes i 4 studier. Den tillægger støj udledt om natten større vægt end støj udledt om dagen.

Noise Exposure Forecast (NEF) er også en hyppigt anvendt indikator. Den er specielt udviklet til brug i forbindelse med støjvurderinger ved lufthavne. Indikatoren tager højde for fordelingen af flystøjen, f.eks. om flystøjen er lige stor over hele dagen, eller om der er lange perioder med meget støj og lange perioder med begrænset støj, eller om støjen er begrænset det meste af dagen men meget stor i enkelte perioder. I de senere år er NEF blevet erstattet af Lden.

LAeq er den totale lyd-energi i området 20 Hz til 20 kHz. 'A'-et henviser til, at der er tale om et støjgennemsnit, der er 'A-vægtet', hvilket betyder at der kun måles lyd i det lyd område, der kan opfattes af det menneskelige øre.

Leq er et u-vægtet gennemsnit af lyden.

Leq16 er et u-vægtet gennemsnit af lyden i de 16 dagtimer. Nogle steder bruges tidsrummet 7-23, andre steder bruges tidsrummet 6-22.

Der er i alt fire studier, der anvender Leq, Leq16 eller LAeq.

De forskellige oplysninger opsummeres for hver undersøgelse i en række data

- > En indikator for, om vi vælger at lade undersøgelsen indgå i vores vurdering af betydningen af flystøj på boligpriser. Indikatoren kan tage to værdier (Ja / Nej)
- > En tekst med opmærksomhedspunkter vedrørende den enkelte undersøgelse. Der kan være mange forskellige på tværs af undersøgelserne
- > Undersøgelsens titel
- > Offentliggørelsesår
- > Tidsskriftsnavn

- > Antal observationer, undersøgelsens resultater er baseret på
- > Støjindikator (NEF / Ldn / NNI / Lden / Laeq / Leq16)
- > Undersøgte støjniveauer (mange forskellige)
- > Metode (Hedonisk regression / stated preference / metastudie)
- > Effekt på boligpriser (mange forskellige)
- > Undersøgte lufthavne (mange forskellige)
- > Land (mange forskellige)
- > EU (Ja / Nej)
- > Undersøgelsesår – den periode, undersøgelsen omfatter (mange forskellige)

Dernæst er det analyseret, om hver enkelt undersøgelse er relevant for en vurdering af effekten af flystøj på boligpriser i Danmark. Relevansen er vurderet ud fra en samlet vurdering baseret på fire kriterier

- 1 Undersøgelsen skal være ny, dvs. baseret på boligdata indsamlet efter årtusindskiftet
- 2 Undersøgelsen skal være offentliggjort i et godt tidsskrift, dvs. et tidsskrift med en høj *impact factor*, hvilket betyder, at artikler fra andre tidsskrifter ofte henviser til tidsskriftets artikler
- 3 Undersøgelsen skal se på europæiske lufthavne. Dette kriterium er med, fordi det tyder på, at der er systematisk forskel på de skøn, der opnås i studier af europæiske boligmarkeder og i studier af amerikanske boligmarkeder
- 4 Undersøgelsen skal anvende hedonisk regression, hvorved effekten er vurderet ud fra faktisk adfærd på boligmarkedet. Vi foretrækker undersøgelser, der bygger på hedonisk regression, fordi de analyserer faktisk adfærd på boligmarkedet. *Stated preference* studier afspejler i bedste fald en intenderet adfærd. Ved at tage udgangspunkt i hedoniske regressioner baserer vi vurderingen på det, personer gør, i stedet for det, de siger. Vi anvender i det efterfølgende også metastudier, men disse metastudier bygger i stort omfang på hedoniske regressioner.

Hvis en undersøgelse opfylder et eller flere kriterier, kan det godt blive vurderet som relevant, selv om et ikke får en positiv vurdering på andre kriterier.

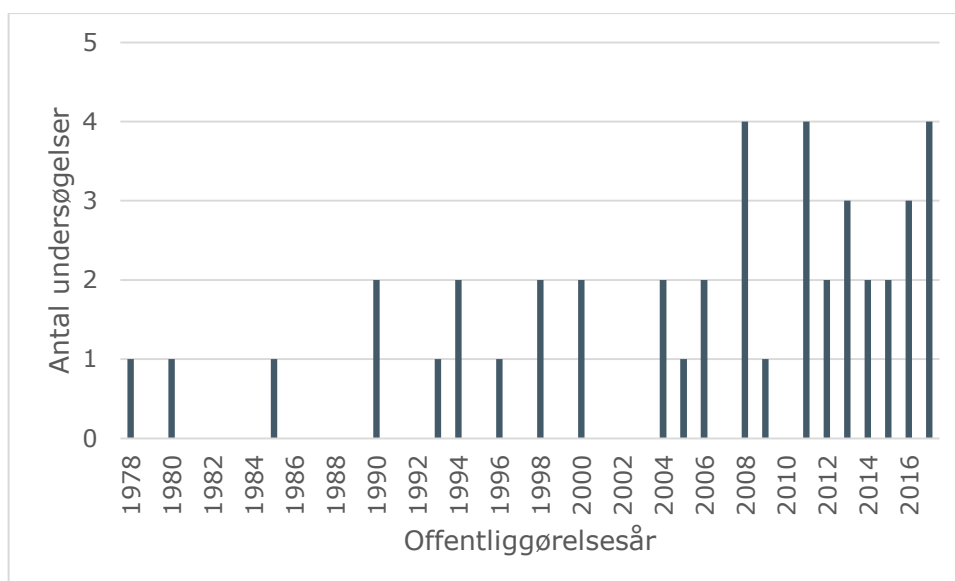
Det har ikke været et kriterium, at de fundne undersøgelser skulle omhandle støj fra militærfly, fordi der har været for få undersøgelser, der ser på militærfly, så et sådant kriterium ville frasortere næsten alle undersøgelser.

3 Resultater

3.1 Bruttoliste af undersøgelser

Der er fundet i alt 44 undersøgelser af flystøjs effekt på boligpriser ved hjælp af den beskrevne tilgang. Alle undersøgelser er videnskabeligt publiceret. Undersøgelserne er offentliggjort i perioden 1978-2017. De fleste undersøgelser er offentliggjort efter årtusindskiftet, og lige under halvdelen er offentliggjort efter 2010.

Figur 3-1 De fundne undersøgelser, opgjort efter offentliggørelsesår



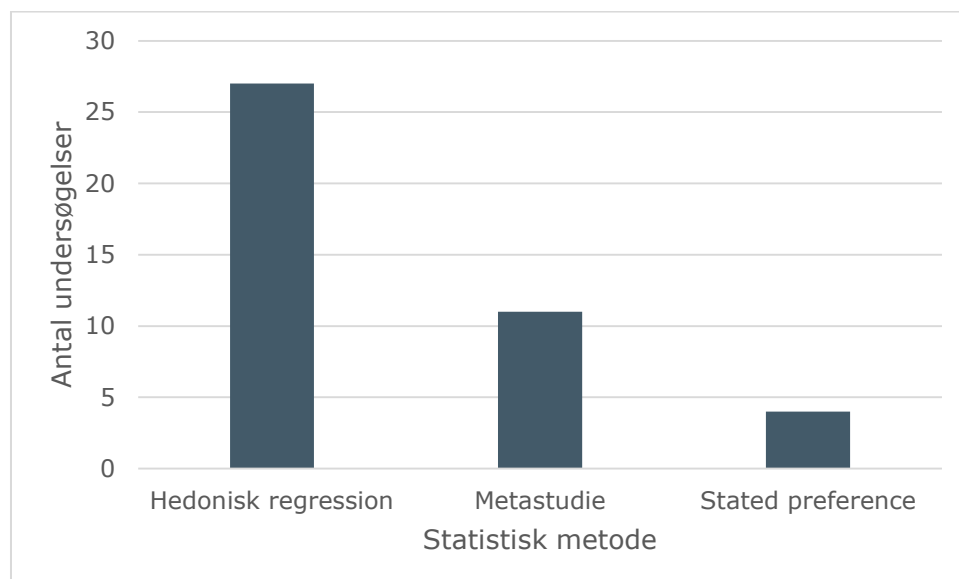
Kilde: COWI.

Der undersøges mange forskellige lufthavne i forskellige lande ved hjælp af forskellige metoder.

Der er fundet undersøgelser, der dækker i alt ca. 30 forskellige lufthavne i over 20 lande. Ca. halvdelen af undersøgelserne omhandler boligmarkeder i EU. Undersøgelserne er typisk baseret på flere tusind boligpriser observeret over en årrække. Undersøgelserne omhandler typisk lufthavne nær storbyer og hovedstæder.

Størstedelen (27 undersøgelser) af de 44 undersøgelser anvender hedonisk regression. 11 af undersøgelserne anvender metastudie og 4 undersøgelser anvender stated preference-metoder. 2 undersøgelser falder uden for de tre kategorier. De forskellige metoder er beskrevet kort i Boks 1.

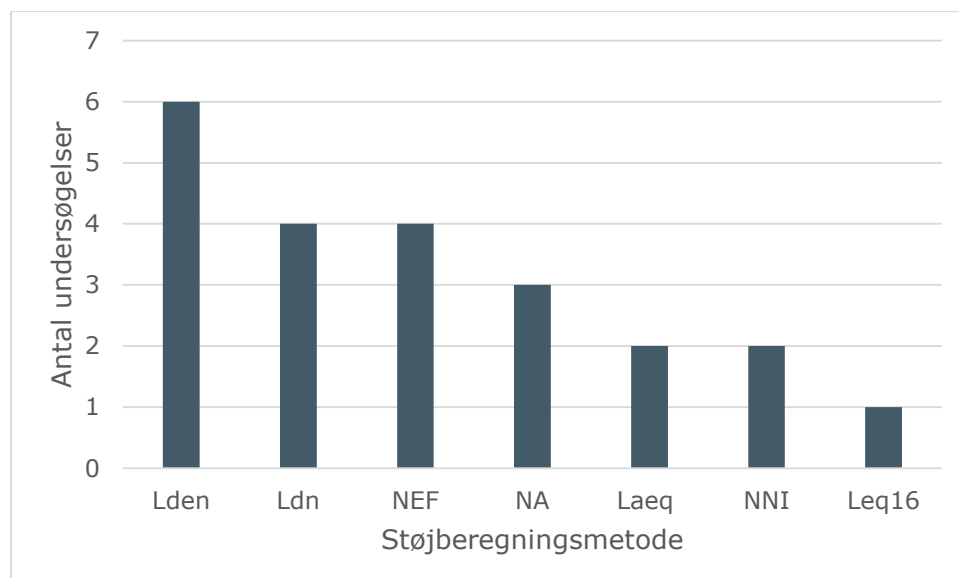
Figur 3-2 De fundne undersøgelser, opgjort efter analysemetode



Kilde: COWI.

Undersøgelserne vurderer på forskellige måder, hvordan flystøj påvirker boligpriserne. Der er forskellige måder at opgøre flystøj på. De er kort beskrevet i Boks 2. Den mest anvendte metode i de undersøgelser, vi har set på, er den såkaldte 'Lden', der anvendes i 6 studier. Den næstmest anvendte metode er den såkaldte 'Ldn', der anvendes i 4 studier. Noise Exposure Forecast (NEF) er også en hyppigt anvendt metode. Den er specielt udviklet til brug i forbindelse med lufthavne. Fire studier anvender NEF.

Figur 3-3 De fundne undersøgelser, opgjort efter støjberegningsmetode



Note: NA betyder, at støjberegningsmetoden ikke er oplyst.

Kilde: COWI.

3.2 Vurdering af udvalgte undersøgelser

Vi har udvalgt 16 undersøgelser, som vi vurderer at være de mest relevante til nærværende opgave. 11 gennemfører egne hedoniske regressioner, mens 5 er metastudier. Undersøgelserne er vist i Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Udvalgte undersøgelser til vurdering af flystøjs betydning for boligpriser

<p>Ahlfeldt, G. and W. Maennig (2011): External productivity and utility effects of city airports, <i>Regional Studies</i>. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Berlin på boligernes udsættelse for flystøj. Godt 31.000 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter perioden 2000-2007 og støjniveauerne, der analyseres, ligger over 45 dB Lden. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligpriserne med 0,5 – 0,6 %.</p>
<p>Baranzini, A. and J.W. Ramirez (2005): Paying for Quietness: The Impact of Noise on Geneva Rents, <i>Urban Studies</i> 4, side 633-646. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Geneve på boligernes udsættelse for flystøj. Godt 13.000 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter året 2003 og støjniveauerne, der analyseres, ligger over 55 dB Ldn. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligpriserne med 1,17 %.</p>
<p>Boes, S. and S. Nüesch (2011): Quasi-experimental evidence on the effect of aircraft noise on apartment rents, <i>Journal of Urban Economics</i>. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Zürich på boligernes udsættelse for flystøj. Næsten 20.000 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter årene 2001-2006 og støjniveau mellem 30 og 50 dB Leq16. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligpriserne med 0,5 %.</p>
<p>J.E.C. Dekkers and J. Willemin van der Straaten (2009): "Monetary valuation of aircraft noise: A hedonic analysis around Amsterdam Airport", <i>Ecological Economics</i> 68, side 2850-2858. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Amsterdam på boligernes udsættelse for flystøj. 66.000 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter årene 1999-2003 og støjniveauer over 45 dB Lden. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligpriserne med 0,77 %.</p>
<p>Huderek-Glupska, S. and R. Trojanek (2013): The impact of aircraft noise on house prices, <i>International Journal of Academic Research Part B</i> 5(3), side 397-408. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Warszawa på boligernes udsættelse for flystøj. Godt 130.000 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter årene 2007-2011 og støjniveauer over 55 dB Laeq. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligprisen med 0,1-4,9 %. Dette er undersøgelsen med størst spænd i effekterne af flystøj på boligpriser.</p>
<p>Kopsch, F. (2016): The cost of aircraft noise – Does it differ from road noise? A meta-analysis, <i>Journal of Air Transport Management</i> 57, side 138-142. Dette meta-studie omfatter 53 undersøgelser gennemført over perioden 1960-2009. De 53 undersøgelser dækker over boliger i USA, Storbritannien, Australien, Sverige, Schweiz, Tyskland, Thailand, Holland, Norge, Japan og Finland. Effekten af støj på boligpriser sammenlignes på tværs af de 53 studier, og det</p>

undersøges, om flystøj har større effekt på boligpriserne end vejstøj. Resultatet er, at 1 dB ekstra flystøj har en større effekt på boligpriserne end 1 dB ekstra vejstøj.
Matos, J.C.B., I. Flindell, P. Le Masurier and C. Pownall (2013): A comparison of hedonic price and stated preference methods to derive monetary values for aircraft noise disturbance and annoyance, <i>Transportation Research Part D</i> 20, side 40-47. Undersøgelsen sammenligner skøn fra hedoniske regressioner med de betalingsvilligheder, personer siger, de har for at undgå flystøj. Undersøgelsen sammenligner resultater fra to forskellige undersøgelser, der omfatter den samme gruppe huse omkring en gruppe engelske lufthavne. Resultaterne giver ikke en klar konklusion på, om metoderne giver forskellige resultater.
Nelson, J.P. (1980): Airports and Property Values: A Survey of Recent Evidence, <i>Journal of Transport Economics and Policy</i> 14, side 37-52. Denne meta-undersøgelse sammenfatter 12 undersøgelser fra perioden 1967-1976. Meta-undersøgelsen indgår i vores materiale, fordi det er en slags klassiker inden for analyser af flystøjs effekt på boligpriser. De omfattede undersøgelser vedrører boligmarkeder i USA, Canada, Storbritannien og Australien. De omfattede støjniveauer er 15-55 dB, målt ved NEF. Resultatet er, at 1 dB ekstra flystøj medfører et fald i boligpriserne på 0,4-1,1 %.
Nelson, J.P.: Hedonic Property Value Studies of Transportation Noise: Aircraft and Road Traffic. Kapitel i A. Baranzini, J. Ramirez, C. Schaefer and P. Thalmann (red.) (2008): <i>Hedonic Methods in Housing Markets – Pricing Environmental Amenities and Segregation</i> . Springer forlag. Denne meta-undersøgelse sammenfatter en række undersøgelser både i og uden for EU. Et simpelt gennemsnit af de undersøgelser, meta-undersøgelsen omfatter, fører til det resultat, at 1 dB stigning i flystøjen medfører et fald i boligpriserne på 0,92 %.
Püschel, R. and C. Evangelinos (2012): Evaluating noise annoyance cost recovery at Düsseldorf International Airport, <i>Transportation Research Part D</i> 17, side 598-604. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Düsseldorf på boligernes udsættelse for flystøj. Godt 1.300 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter kun 2003 og støjniveauer over 55 dB Lden. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligprisen med 1,04 %.
Salvi, M. (2008): Spatial Estimation of the Impact of Airport Noise on Residential Housing Prices, <i>Swiss Journal of Economics</i> 144, side 577-606. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Zürich på boligernes udsættelse for flystøj. Godt 3.700 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter årene 1995-2005 og støjniveauer over 50 dB Leq. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligprisen med 0,97 %.
Schipper, Y., P. Nijkamp and P. Rietveld (1998): Why do aircraft noise value estimates differ? A meta-analysis, <i>Journal of Air Transport Management</i> 4, side 117-124. Denne meta-undersøgelse sammenfatter 19 undersøgelser fra perioden 1967-1996. De omfattede undersøgelser vedrører boligmarkeder i USA, Canada, Storbritannien og Australien. Resultatet er, at 1 dB ekstra fly-

støj medfører et fald i boligpriserne på 0,9 %.
Thanos, S., A.L. Bristow and M.R. Wardman (2012): Theoretically consistent temporal ordering specification in spatial hedonic pricing models applied to the valuation of aircraft noise, <i>Journal of Environmental Economics and Policy</i> 1:2, side 103-126. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Athen på boligernes udsættelse for flystøj. Godt 1.600 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter årene 1995-2001 og støjniveauer over 55 dB Ldn. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligprisen med 0,49 %.
Thanos, S., A.L. Bristow and M.R. Wardman (2014): Residential sorting and environmental externalities: the case of nonlinearities and stigma in aviation noise values, <i>Journal of Regional Science</i> 55(3), side 468-490. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Athen på boligernes udsættelse for flystøj. Næsten 800 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter årene 2001-2003 og støjniveauer over 55 dB Ldn. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligprisen med 0,4 %.
Wadud, Z. (2013): Using meta-regression to determine Noise Depreciation Indices for Asian airports, <i>Asean Geographer – a geographical journal on Asia and the Pacific Rim</i> 30(2), side 127-141. Denne meta-undersøgelse sammenfatter 65 undersøgelser. Der gennemføres en regressionanalyse af betydningen forskellige metodevalg på de fundne effektskøn. Resultatet er, at 1 dB ekstra flystøj medfører et fald i boligpriserne på 0,45-0,54 %.
Winke, T. (2017): The impact of aircraft noise on apartment prices: a differences-in-differences hedonic approach for Frankfurt, Germany, <i>Journal of Economic Geography</i> 17, side 1283-1300. Undersøgelsen gennemfører hedonisk regression af boligpriserne i Frankfurt på boligernes udsættelse for flystøj. Godt 19.000 boliger er omfattet. Undersøgelsen omfatter årene 2007 og 2011 og støjniveauer over 30 dB Ldn. De finder, at 1 dB stigning i flystøjen reducerer boligprisen med 1,7 %.

Kilde: COWI.

De 16 udvalgte studier fokuserer typisk på europæiske lufthavne. De 11 undersøgelser med egne hedoniske regressioner analyserer alle europæiske lufthavne, mens de 5 metaundersøgelser i nogle tilfælde omfatter ikke-europæiske lufthavne. Udvalget af undersøgelser omfatter derfor en række undersøgelser, der er relevante for en dansk kontekst.

De 28 fravalgte undersøgelser er hovedsageligt fravalgt af to grunde:

- > De analyserer ikke boligpriser, men andre indikatorer for betydningen af flystøj
- > De skelner ikke mellem flystøj og andre typer støj

Det har også spillet en rolle i en række af de fravalgte undersøgelser, at enkelte metodevalg ikke har været beskrevet.

De udvalgte undersøgelser analyserer betydningen af flystøj på forskellige måder. Nedenfor giver vi to eksempler i Tabel 3-2-Tabel 3-3.

Tabel 3-2 Metode og resultater i Dekkers og van der Straaten (2009)

J.E.C. Dekkers and J. Willemijn van der Straaten (2009): "Monetary valuation of aircraft noise: A hedonic analysis around Amsterdam Airport", *Ecological Economics* 68, side 2850-2858.

Undersøgelsen følger boligmarkedet omkring Amsterdams lufthavn over en ti-årig periode fra 1993 til 2003.

Det geografiske område, der analyseres, strækker sig ud til 30 km fra lufthavnen. Det store geografiske område betyder, at boligerne er udsat for meget forskellige støjbelastninger. Ved at måle støjbelastningerne og boligpriserne bliver det muligt at sammenholde de to og belyse, hvor meget en ændring i støjbelastningen i gennemsnit betyder for huspriseniveauet.

Området omkring Amsterdams lufthavn er meget tætbebygget. Det indebærer, at der også er meget trafik og støjgener fra andre kilder end luftfart. Desuden afhænger prisen på en bolig af en række andre forhold end blot støjbelastningen. Derfor inddrager undersøgelsen også mængden af støj fra jernbaner og veje og en række forhold ved selve boligen, som f.eks. antal kvadratmeter, alder, have og boligtype. Endelig tages der højde for, hvilket boligområde boligerne ligger i, hvornår de er blevet solgt, og om de er blevet solgt i fri handel. Der indgår også nogle bylivsindikatorer i form af antal detailhandelsbutikker i området. Inddragelsen af disse øvrige indikatorer øger sandsynligheden for, at de beregnede effektskøn er retvisende.

Undersøgelsen gennemføres som en lineær regression af boligpriser på mængden af flystøj og de øvrige forhold ved boligen, boligområdet og bylivsindikatorerne. En lineær regression er en korrelationsanalyse, hvor effektskønnet sammenholdes med et indeks af forklarende variable i stedet for kun en enkelt forklarende variabel.

Undersøgelsen beregner den procentvise ændring i boligpriser, der gennemsnitligt sker, når støjudsættelsen stiger med en dB. Dette kaldes for et *Noise Depreciation Index* (NDI). Resultaterne tyder på, at hver gang, støjudsættelsen af en bolig stiger 1 dB (Lden) ud over 45 dB, falder boligens værdi med 0,7-0,8%.

Vi vurderer, at undersøgelsens resultater er relevante for en nærværende kontekst. For det første er Holland et land, der på mange måder er sammenligneligt med Danmark, f.eks. i forhold til indkomster, uddannelsesniveauer og generelt udviklingsniveau. For det andet er der foretaget korrektioner for at rense resultaterne for betydningen af den øvrige støj i en storby som Amsterdam, så resultaterne afspejler den isolerede effekt af flystøj på boligpriserne.

Kilde: COWI.

Tabel 3-3 Metode og resultater i Kopsch (2016)

F. Kopsch (2016): The cost of aircraft noise – Does it differ from road noise? A meta-analysis, *Journal of Air Transport Management* 57, side 138-142.

Undersøgelsen analyserer litteraturen om effekter af fly- og vejstøj på boligpriserne. Formålet er at vurdere, hvilken type støj der er mest generende og medfører den største reduktion i boligpriser.

Der indsamles 53 undersøgelser af effekten af støj på boligpriser. Undersøgelserne klassificeres efter størrelsen af deres effektskøn, støjmålingsmetode, støjkilde (fly eller vej), land, dataperiode, type af bolighandler analyseret, stikprøvestørrelse, publiceringsår, publiceringskanal (videnskabeligt publiceret eller ej) og statistiske metode.

Derefter gennemføres en statistisk analyse af sammenhængen mellem størrelsen af undersøgelsesernes effektskøn og karakteristika ved undersøgelserne – en såkaldt meta-analyse. Analysen er gennemført som en lineær regression af effektskøn (NDI) på indikatorvariable for, om undersøgelserne ser på flystøj eller vejstøj. En indikatorvariabel er en variabel, der har værdien 1, hvis undersøgelsen analyserer flystøj og 0 ellers.

Resultaterne tyder på, at støj fra fly er mere generende end støj fra veje. Faldet i boligpriser som følge af en ekstra dB flystøj er 40 % større end faldet i boligpriser som følge af en ekstra dB vejstøj.

Undersøgelsen er relevant for nærværende undersøgelse, fordi den gør det klart, at effekten af flystøj ikke kan vurderes på baggrund af undersøgelser, der omfatter andre støjkloder end flystøj, medmindre der eksplicit korrigeres for betydningen af de andre støjkloder.

Kilde: COWI.

Undersøgelserne med egne hedoniske regressioner kan opdeles i to grupper:

- > Undersøgelser, der analyserer, om boligpriserne på et givet tidspunkt er lavere i områder med meget flystøj, f.eks. J.E.C. Dekkers and J. Willemijn van der Straaten (2009)
- > Undersøgelser, der analyserer, om huspriserne falder over tid i forbindelse med at flystøjen tiltager over tid, f.eks. som følge af udvidelser af lufthavne, f.eks. Boes, S. and S. Nüesch (2011)

Vi har indsamlet for få studier til, at det har været muligt at vurdere, om de metodiske valg har betydning for de opnåede effektskøn.

Alle de 11 undersøgelser med egne hedoniske regressioner analyserer europæiske boligmarkeder i forbindelse med lufthavne nær storbyer eller hovedstæder. Det har ikke været muligt at finde undersøgelser, der ser på små boligmarkeder ved mindre provinsbyer. De 11 undersøgelser er offentliggjort efter 2005, men 9 ud af de 11 er offentliggjort efter 2010. Undersøgelsesernes datamateriale ligger

typisk en del år før publikationsdatoen. Vi vurderer dog ikke, at de procentvise effekter, estimeret i undersøgelserne, varierer systematisk med datamaterialets alder, så vi vurderer ikke, at det er et problem, at en del af undersøgelserne er baseret på data før årtusindskiftet.

3.3 Resultater

Resultaterne af de 16 udvalgte undersøgelser er vist i Tabel 3-4 nedenfor. Tabellen opdeler resultaterne på, om de er fundet i en metaundersøgelse eller i en undersøgelse med egne hedoniske regressioner. Resultaterne er også opdelt på, hvilken støjberegning, der er anvendt. Endelig er resultaterne opdelt på, hvilke støjniveauer, der indgår i analyserne. Hvis der f.eks. står '>55', betyder det, at undersøgelserne analyserer boliger, der er udsat for mere end 55 dB flystøj. Effekten, der er vist, er derfor effekten på boligprisen af at øge støjpåvirkningen med 1 dB i en situation, hvor boligerne i forvejen er udsat for mere end 55 dB.

Boks 3 Eksempel på, hvordan tallene skal forstås

Hvis man hypotetisk fandt et sted med en eksisterende støj på 45 dB Lden og valgte at opføre en lufthavn med en samlet støjudsættelse på 47 dB Lden, kan effekten beregnes ved at summere over alle de marginale effekter fra 45 dB til 47 dB. Hvis hver dB stigning i støjen medfører et prisfald på f.eks. 5 %, kan den samlede effekt beregnes således: Fra 45 til 46 dB koster det 5 %, og fra 46 til 47 koster det yderligere 5 %. Dermed bliver den samlede effekt på boligprisen i dette eksempel $1 - 0,95^2 = 9,75 \%$

Resultaterne tyder på, at effekten af flystøj på boligpriser ligger i intervallet 0,5-1,1 % per dB stigning i flystøjen. Intervallet 0,5-1,1 % omfatter 12 ud af de 16 udvalgte undersøgelser. Derfor har vi valgt at vurdere, at den relevante effekt ligger i dette interval.

Tabellen synes at give det indtryk, at effekten er større, jo mere flystøj der er i udgangspunktet. Det skyldes, at den øvre ende af effektintervallerne ser ud til at stige i takt med, at støjniveauerne bliver større. Der foreligger dog ikke nok undersøgelser til, at det er muligt at vurdere, om effekten er signifikant, og de udvalgte meta-undersøgelser tager ikke højde for de støjniveauer, undersøgelserne analyserer.

Tabel 3-4 Resultater af de 16 udvalgte undersøgelser

Støj-niveau	EU hedoniske regressionser								Metastudier (EU og andre)			
	Ldn		Lden		Laeq		Leq		NEF		NA	
	Effekt-skøn, pct. af huspris pr. dB stigning	Antal undersøgelser	Effekt-skøn, pct. af huspris pr. dB stigning	Antal undersøgelser	Effekt-skøn, pct. af huspris pr. dB stigning	Antal undersøgelser	Effekt-skøn, pct. af huspris pr. dB stigning	Antal undersøgelser	Effekt-skøn, pct. af huspris pr. dB stigning	Antal undersøgelser	Effekt-skøn, pct. af huspris pr. dB stigning	Antal undersøgelser
>15									0,4 - 1,10	1		
>30							0,5	1				
>45			0,5 - 0,77	2								
>50							0,97	1				
>55	0,49 - 1,17	2	0,40 - 2,38	3	0,1 - 4,9	1						
>60												
>65					3,3	1						
NA									0,45 - 0,64	1	0,4 - 0,92	3

Kilde: COWI.

Litteratur

Ahlfeldt, G. and W. Maennig (2011): External productivity and utility effects of city airports, *Regional Studies*

Bateman, I., B. Day, I. Lake and A. Lovett (2001): *The Effect of Road Traffic on Residential Property Values: A Literature Review and Hedonic Pricing Study*.

Baranzini, A and J.W. Ramirez (2005): Paying for Quietness: The Impact of Noise on Geneva Rents, *Urban Studies* 4, side 633-646.

Le Boennec, R. and F. Salladarre (2017): The impact of air pollution and noise on the real estate market. The case of the 2013 European Green capital: Nantes, France, *Ecological Economics* 138, side 82-89.

Boes, S. and S. Nüesch (2011): Quasi-experimental evidence on the effect of aircraft noise on apartment rents, *Journal of Urban Economics*

Bristow, A.L. and M. Wardman (2006): Valuation of Aircraft Noise by Time of Day: A Comparison of Two Approaches, *Transport Reviews* 24(4), side 417-433

Collins, A. and A. Evans (1994): Aircraft Noise and Residential Property Values: An Artificial Neural Network Approach, *Journal of Transport Economics and Policy* 28(2), side 175-197

Dekkers, J.E.C. and J. Willemijn van der Straaten (2009): "Monetary valuation of aircraft noise: A hedonic analysis around Amsterdam Airport", *Ecological Economics* 68, side 2850-2858.

European Commission (2016): *Evaluation of Directive 2002/49/EC Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise, Final report*.

Feitelson, E.I and R.E. Hurd (1996): the impact of airport noise on willingness to pay for residences, *Transportation Research Part D* 1(1), side 1-14

Hajnal, I. (2017): An Investigation of Property Value Impairment Caused by Noise, in the Case of the Budapest Ferenc Liszt International Airport, Using a Hedonic Model, *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences* 25(1), side 49-55

He, Q., C. Wollersheim, M. Locke and I. Waitz (2014): Estimation of the global impacts of aviation-related noise using an income-based approach, *Transport Policy*, 34, side 85-101

Huderek-Glapska, S. and R. Trojanek (2013): The impact of aircraft noise on house prices, *International Journal of Academic Research Part B* 5(3), side 397-408.

F. Kopsch (2016): The cost of aircraft noise – Does it differ from road noise? A meta-analysis, *Journal of Air Transport Management* 57, side 138-142.

Leveque, T.J. (1994): Modelling the Effects of Airport Noise on Residential Housing Markets: A Case Study of Winnipeg International Airport, *Journal of Transport Economics and Policy* 28(2), side 199-210

Lu, C. (2006): Determination and applications of environmental costs at different sized airports – aircraft noise and engine emissions, *Transportation* 33(1), side 45-61

Mahashabde, A., P. Wolfe, A. Ashok, C. Dorbian, Q. He, A. Fan, S. Lukacko, A. Mozdzanowska, C. Wollersheim, S.R.H. Barrett, M. Locke and I.A. Waitz (2011): Assessing the environmental impacts of aircraft noise and emissions, *Progress in Aerospace Sciences* 47, side 15-52

Maibach, M., C. Schreyer, D. Sutter, H.P. van Essen, B.H. Boon, R. Smokers, A. Schroten, C. Doll, B. Pawlowska and M. Bak (red.) (2007): *Handbook on estimation of external costs in the transport sector*.

Matos, J.C.B., I. Flindell, P. Le Masurier and C. Pownall (2013): A comparison of hedonic price and stated preference methods to derive monetary values for aircraft noise disturbance and annoyance, *Transportation Research Part D* 20, side 40-47.

McMillen, D.P. (2004): Airport expansions and property values: the case of Chicago O'Hare Airport, *Journal of Urban Economics* 55, side 627-640

Mieszkowski, P. and A.M Saper (1978): An Estimate of the Effects of Airport Noise on Property Values, *Journal of Urban Economics* 5, side 425-44,0

Nelson, J.P. (1980): Airports and Property Values: A Survey of Recent Evidence, *Journal of Transport Economics and Policy* 14, side 37-52.

Nelson, J.P. (2004): Meta-Analysis of Airport Noise and Hedonic property Values – Problems and Prospects, *Journal of Transport Economics and Policy* 38(1), side 1-28

Nelson, J.P. (2008): Hedonic Property Value Studies of Transportation Noise: Aircraft and Road Traffic. Kapitel i A. Baranzini, J. Ramirez, C. Schaerer and P. Thalmann (red.) (2008): *Hedonic Methods in Housing Markets – Pricing Environmental Amenities and Segregation*. Springer forlag.

O'Byrne, P.H. and J.P. Nelson (1985): Housing Values, Census Estimates, Disequilibrium, and the Environmental cost of Airport Noise: A Case Study of Atlanta, *Journal of Environmental Economics and Management* 12, side 169-178

Pennington, G., N. Topham and R. Ward (1990): Aircraft noise and residential property values adjacent to Manchester International Airport, *Journal of Transport Economics and Policy* January 1990, side 49-59

Püschel, R. and C. Evangelinos (2012): Evaluating noise annoyance cost recovery at Düsseldorf International Airport, *Transportation Research Part D* 17, side 598-604.

Salvi, M. (2008): Spatial Estimation of the Impact of Airport Noise on Residential Housing Prices, *Swiss Journal of Economics* 144, side 577-606.

Schipper, Y., P. Nijkamp and P. Rietveld (1998): Why do aircraft noise value estimates differ? A meta-analysis, *Journal of Air Transport Management* 4, side 117-124.

Thanos, S., A.L. Bristow and M.R. Wardman (2012): Theoretically consistent temporal ordering specification in spatial hedonic pricing models applied to the valuation of aircraft noise, *Journal of Environmental Economics and Policy* 1:2, side 103-126.

Thanos, S., A.L. Bristow and M.R. Wardman (2014): Residential sorting and environmental externalities: the case of nonlinearities and stigma in aviation noise values, *Journal of Regional Science* 55(3), side 468-490.

Tomkins, J., N. Topham, J. Twomey and R. Ward (1998): Noise versus Access: The Impact of an Airport in an Urban Property Market, *Urban Studies* 35(2), side 243-258

Trojanek, R., J. Tanas, S. Raslanas and A. Banaitis (2017): The Impact of Aircraft Noise on Housing Prices in Poznan, *Sustainability* 9, side 1-16

Uyeno, D., S. W. Hamilton and A.J.G. Biggs (1993): Density of Residential Land Use and the Impact of Airport Noise, *Journal of Transport Economics and Policy* 27(1), side 3-18

Wadud, Z. (2013): Using meta-regression to determine Noise Depreciation Indices for Asian airports, *Asean Geographer – a geographical journal on Asia and the Pacific Rim* 30(2), side 127-141.

Wardman, M. and A. Bristow (2008): Valuations of aircraft noise: experiments in stated preference, *Environmental and Resource Economics* 39, side 459-480

Wilhelmsson, M. (2000): the Impact of Traffic Noise on the Values of Single-Family Houses, *Journal of Environmental Planning and Management* 43(6), side 799-815

Winke, T. (2017): The impact of aircraft noise on apartment prices: a differences-in-differences hedonic approach for Frankfurt, Germany, *Journal of Economic Geography* 17, side 1283-1300.

Wolfe, P.J., R. Malina, S.R.H. Barrett and I.A. Waitz (2016): costs and benefits of US aviation noise land-use policies, *Transportation Research Part D* 44, side 147-156