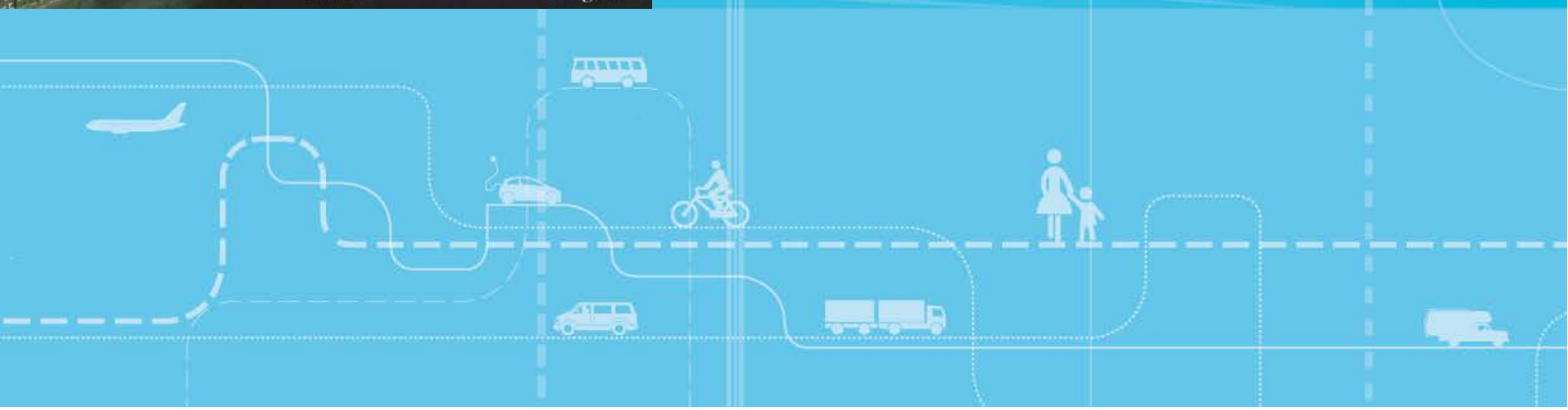
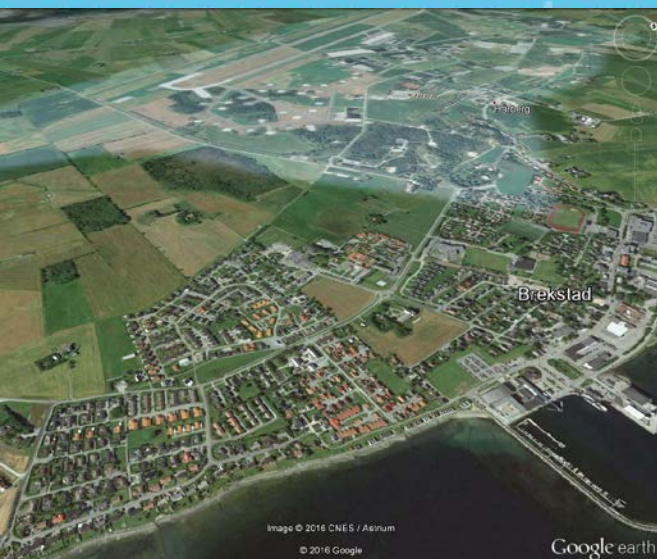


Kampflybase Ørland - støyisolering av bolig

Prinsipper for nyttekostnadsanalyser og
verdsetting av støyreduksjoner



Kampflybase Ørland – støyisolering av bolig

Prinsipper for nyttekostnadsanalyser og verdsetting av
støyreduksjoner

Ronny Klæboe

Knut Veisten

Astrid Amundsen

Forsidebilde: **Google Earth kartutsnitt/rk**

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel Kampflybase Ørland – støyisolering av bolig:
Prinsipper for nyttekostnadsanalyser og
verdsetting av støyreduksjoner

Forfatter(e): Ronny Klæboe, Knut Veisten og
Astrid Amundsen

Dato: 06.2016

TØI rapport 1486/2016

Sider: 38

ISBN elektronisk: 978-82-480-1712-7

ISSN: 0808-1190

Finansieringskilde(r): Forsvarsbygg

Prosjekt: 4351 - Kampflybase Ørlandet

Prosjektleder: Ronny Klæboe

Kvalitetsansvarlig: Rune Elvik

Fagfelt: Miljø og klima

Emneord: Isoleringstiltak
Støy
Verdsetting
Innendørs støyplager

Sammendrag:

I hht til reguleringsplanene for Ørland skal det gjennomføres støytiltak som sikrer boligene et støynivå som ikke overstiger 30 dBA med mindre dette er bygningsteknisk vanskelig, eller ikke gir et forsvarlig nyttekostnadsforhold. Vi beskriver prinsipper for nyttekostnads-analyser og finner at støygevinsten for to personer av en støyreduksjon fra 35 til 30 dBA er på ca. 70 000 2016-kroner. Lavere fyringskostnader vil komme i tillegg. Etersom mer omfattende tiltak kreves for å isolere mot flystøy enn mot vegtrafikkstøy betyr dette i praksis at mange av tiltakene ikke vil være samfunnsøkonomisk forsvarlige.

Title Military Air-base Ørland – noise insulation.
Principles for cost-benefit analyses and
monetary valuation of indoor noise
reductions

Author(s) Ronny Klæboe, Knut Veisten and /
Amundsen

Date: 06.2016

TØI Report: 1486/2016

Pages: 38

ISBN Electronic: 978-82-480-1712-7

ISSN: 0808-1190

Financed by: The Norwegian Defense
Estates Agency

Project: 4351 - Kampflybase Ørlandet

Project Manager: Ronny Klæboe

Quality Manager: Rune Elvik

Research Area: Environment and climate

Keyword(s) Noise insulation
Noise
Noise valuation
Indoor noise annoyance
F-35

Summary:

As part of the land use planning regulations for Ørland military air base, future home for Norwegian F-35 military air crafts, the Norwegian Defence Estates Agency are required to at least reduce indoor noise levels below 35 dBA. Indoor sound levels below 30 dBA should be attained unless contra indicated by benefit-cost ratio and/or technical considerations. We estimate that the value of an indoor noise reduction from 35 dBA to 30 dBA is worth NOK2016 1 450 or ca. €2016 155 per person per year. Since insulation against aircraft costs more than insulating against road traffic noise, many measures will not be cost efficient.

Language of report: Norwegian

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Rapporten legger til rette for å gjøre økonomiske vurderinger av isolasjonstiltak i bolig for å verne mot militær flystøy. Bakgrunnen for prosjektet er reguleringsplanen for Ørland hvor økt aktivitet med nye F-35 kampfly erstatter tidligere flyvninger med F-16.

I reguleringsplanen er det åpnet opp for å gjøre nyttekostnadsvurderinger av ekstra isoleringstiltak for å oppnå såkalt lydklasse C:

«Eksisterende bebyggelse med støvfølsomt bruksformål skal sikres innendørs lydforhold tilsvarende lydklasse C angitt i NS 8175:2012. Der dette ikke er mulig ut fra bygningstekniske forhold eller et forsvarlig kost nytteforhold, skal lydklasse D angitt i NS 8175:2012 overholdes.»

Norsk Standard NS8175 angir hvilke krav til lydisolasjon en skal stille. Ved oppgradering av eksisterende bygninger stilles normalt krav til at lydklasse D skal tilfredsstilles. For nye bygninger eller ved bygging av ny infrastruktur stilles det vanligvis krav til lydklasse C, for å unngå fremtidige støyproblemer.

Utgangspunktet for analysene er at lydklasse D uansett må tilfredsstilles, og om tiltak videre ned for å tilfredsstille lydklasse C er økonomisk forsvarlig. Fokus er skadefunksjonene, og den samfunnsøkonomiske gevinsten ved redusert støy i bolig i forhold til kostnadene med å oppnå dette.

Forsvarsbygg har vært oppdragsgiver, og oppdragsgivers kontaktperson har vært Sturla Johnsen.

Prosjektleder ved TØI har vært forskningsleder Ronny Klæboe. Forsker I Knut Veisten har bidratt med prinsipper for nyttekostnadsanalysene, og forsker II Astrid Amundsen med litteraturgjennomgang. Kvalitetssikrer er forsker I Rune Elvik.

Oslo, mai 2016
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Michael W. J. Sørensen
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Bakgrunn	1
1.1	Hovedutfordringer	1
1.2	Kontekstuelle forhold.....	2
1.3	Vi tar utgangspunkt i skadekostnader	3
1.4	Vi bruker informasjon fra ulike datakilder.....	3
1.5	Organisering av rapporten	3
2	Litteraturgjennomgang	4
2.1	Miljøundersøkelser	4
2.2	Tiltak for å redusere støy fra fly	8
2.3	Verdsetting av støyreduksjoner	10
2.4	Verdsetting i hht norsk samvalgsundersøkelse	13
3	Prinsipper for nyttekostnadsvurderinger	17
3.1	Innledning.....	17
3.2	Hva er nytte-kostnadsanalyse (NKA)?	18
3.3	Hvor brukes Nytte-kostnadsanalyser?.....	19
3.4	De grunnleggende prinsippene for nytte-kostnadsanalyse (NKA)	20
3.5	Beslutningsregler i nytte-kostnadsanalyse (NKA)	21
3.6	Realverdistingning for miljø og helsegoder.....	23
3.7	Håndtering av merverdiavgift.....	24
4	Skadefunksjoner og forslag til kostnadsfunksjoner	25
4.1	Verdsettingene spiker.....	25
4.2	Andelen sterkt plaget i bolig (Fornebu 1989/90)	25
4.3	Statens vegvesen - verdsetting av støy og støyplage.....	26
4.4	Svenske Trafikverket - verdsetting av plage og helseeffekter	26
4.5	Danske vegmyndigheter - verdsetting av plager i bolig og helseeffekter	27
4.6	Heatco 2002	28
4.7	Anbefalt verdsetting av flystøyreduksjon i bolig.....	29
4.8	Enkelt eksempel på bruk	31
4.9	Rimelighetsvurdering mhp nyttekostnadsforholdene	31
4.10	Usikkerheten i estimatene	32
5	Referanser	33

Sammendrag

Kampflybase Ørland – støyisolering av bolig

Prinsipper for nyttekostnadsanalyser og verdsetting av støyreduksjoner

TØI rapport 1486/2016

Forfattere: Ronny Kløboe, Knut Veisten, Astrid Amundsen
Oslo 2016 38 sider

I hht til reguleringsplanene for Ørland skal det gjennomføres støytiltak som sikrer boligene et støynivå som ikke overstiger 30dBA med mindre dette er bygningsteknisk vanskelig, eller ikke gir et forsvarlig nyttekostnadsforhold. TØI er gitt i oppdrag å beskrive prinsippene bak enkle nyttekostnadsanalyser, og gi innspill til hvilken verdi en reduksjon av flystøy i bolig fra 35 til 30 dBA har. Vi finner at støygevinsten for en 5 dBA støyreduksjon over en 40-års periode kan estimeres til ca. 70 000 2016-kroner for en leilighet med to personer. En evt. gevinst i form av lavere fyringskostnader vil komme i tillegg.

TØI har fått i oppdrag å foreslå prinsipper for nyttekostnadsanalyser, og gi innspill til verdsetting av støygevinsten fra å bedre støyeksponering i bolig fra kampflyene. Det er anført at det vil være begrenset med nattflyging. Arbeidet er gjennomført i april/mai 2016, og bygger på tidligere undersøkelser og analyser.

Nyere undersøkelser av virkninger av flystøy, samt verdsettinger av støyplage utenfor og i bolig er gjennomgått. De fleste verdsettingene gjelder gevinster både utenfor og i bolig, og vi må derfor anslå hvor stor del av gevinsten oppnås fra støyreduksjonene utenfor og i bolig.

Det er redegjort for prinsippene bak enkle nyttekostnadsanalyser, som også gjelder for lydisolasjonstiltak.

Vi har på basis av en samvalgsundersøkelse rundt Fornebu i 1994, betraktninger knyttet til fordeling mellom plager utenfor og i bolig, samt egne undersøkelser funnet fram til at verdien av en støyreduksjon i bolig fra 35 til 30 dBA er på ca 1 450 2016-kroner per person per år, jfr. Tabell S.1. Vi har da lagt til et 10 % påslag for helseeffekter og justert opp verdiene for å ta hensyn til velferdsøkningen siden 1994.

Tabell S.1 Lønnsindeksjustert verdi (2016-kroner) i bolig av en flystøyreduksjon i bolig per år. Vertikal akse angir dBA fra, horisontal akse dBA til.

	35	34	33	32	31	30	29
36	398	755	1 075	1 361	1 618	1 848	2 054
35		357	677	963	1 220	1 450	1 656
45			320	606	863	1 093	1 299
33				286	543	773	979
32					257	487	693
31						230	436
30							206

Med en prosjekthorisont på 40 år vil verdien av en støyreduksjon fra 35 til 30 dBA være $40 \text{ år} \times 1 \text{ 450 kr} \times \text{forventet antall personer i bolig/bygning}$, før vi diskonterer de framtidige støygevinster.

Dersom vi for regneksempelet skyld antar at Forsvarsbygg velger å bruke en diskonteringsrente på 4 % og en beregnet årlig velferdsøkning målt via reallønnsvekst på ca. 1,3 % vil netto diskonteringsrente bli på ca. 2,7 % per år. Vi får da en multiplikator på 24,60 i stedet for 40.

Det tilsier at et isolasjonstiltak som skal gi 5 dBA støyreduksjon for to personer må koste mindre enn 71 340 i 2016-kroner (etter effektivitetstapspåslag på 20 %) for å være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Forventes fire personer å bo i boligen i stedet for to, kan tiltaket koste dobbelt så mye før det blir ulønnsomt. En gevinst i form av lavere fyringsutgifter kan også bidra.

Støyverdsettingene som brukes i ulike land spriker en god del. Enkelte verdsettinger (Sverige) ligger 9 ganger så høyt, mens mange ligger betydelig lavere. Spennet er fra ca. 30 % til 900 % av verdsettingene vi har landet på. Verdsettingen på 900 % er for vegtrafikkstøy og ikke flystøy, men forskjellen indikerer likevel store ulikheter i hvordan støy verdsettes.

Ofte tenker man seg at tiltak som skal motta offentlig støtte bør være robust kostnadseffektive, dvs. ha nyttekostnadsbrøk på godt over 1 for å kunne hevde seg i konkurransen mot andre prosjekter som er avhengig av offentlig finansiering.

Det er i planvedtakets 4.9.2 brukt formulering «*der dette ikke er mulig ut fra ... et forsvarlig kost-nytt forhold.*» Dette tolkes her som at nytte-kostnadsforholdet må være bedre enn 1, eller med andre ord at nytten må overstige kostnadene.

Å isolere bygninger mot flystøy er ofte dyrere enn å isolere mot vegtrafikkstøy ettersom lyden kommer fra flere kanter, og kan trenge igjennom takkonstruksjoner. I praksis vil mange av støyisolasjonstiltakene på Ørlandet derfor ikke være samfunnsøkonomisk lønnsomme.

Summary

Military Air-base Ørland – noise insulation

Principles for cost-benefit analyses and monetary valuation of indoor noise reductions

TOI Report 1486/2016

Authors: Ronny Klaboe, Knut Veisten, Astrid Amundsen

Oslo 2016 38 pages Norwegian language

As part of the land use planning regulations for Ørland military air base, future home for Norwegian F-35 military air crafts, the Norwegian Defence Estates Agency are required to at least reduce indoor noise levels below 35 dBA. Indoor sound levels below 30 dBA should be attained unless contra indicated by benefit-cost ratio and/ or technical considerations.

The Institute of Transport Economics was given a task to describe the principles behind simple cost benefit analyses of noise insulation measures, and suggest a monetary valuation of the benefit of indoor noise reduction from 35 to 30 dBA. An important premise is that night time traffic will be limited. The project period was less than a month due to the urgency of implementing the noise measures as quickly as possible.

The monetary valuations of air craft noise vary a lot. This is not only due to differences in the population, the context, and other exposures, but also because of differences in methodology. Most monetary valuations focus on noise reductions that improve both outdoor and indoor noise levels, where as we are interested in the indoor part.

We describe the principles of simple cost benefit analyses.

From a stated preference study around Fornebu airport in 1994, and own studies, we estimate that the value of a noise reduction from 35 dBA to 30 dBA is worth NOK₂₀₁₆ 1 450 or ca. €₂₀₁₆ 157 taking into account the increase in purchasing power since 1994 and a health benefit equal 10 % of the valuation of the noise annoyance reduction.

Tabell S.1 Monetary valuation of the indoor noise benefit of reduced indoor noise level from a given sound exposure level (L_{Aeq24h} in dB). NOK 2016. The vertical axis denotes the noise exposure level before and the horizontal axis the noise exposure level after the measure has been implemented.

	35	34	33	32	31	30	29
36	398	755	1 075	1 361	1 618	1 848	2 054
35		357	677	963	1 220	1 450	1 656
45			320	606	863	1 093	1 299
33				286	543	773	979
32					257	487	693
31						230	436
30							206

With a project horizon of 40 years, the value of a noise reduction indoors from 35 to 30 dBA will be 40 years \times NOK 1 450 \times expected number of residents when disregarding that we usually discount future benefits.

As an example: With a discount factor of 4 % and a calculated yearly wage increase of 1.3 %, the net discount factor will be ca. 2.7 and the yearly value of a noise reduction from 35 to 30 dBA is consequently multiplied by 24.60 instead of 40.

To be cost efficient a noise insulation measure providing an indoor noise reduction from 35 to 30 dBA benefiting an expected average number of residents of two persons will have to cost less than NOK₂₀₁₆ 71 340 or €₂₀₁₆ 7 614 after adding 20 % to account for loss of efficiency. Lower heating expenses due to improved thermal insulation may add to the noise reduction benefits.

Noise insulation against aircraft noise affecting all facades and penetrating roof constructions is more expensive than insulating against road traffic where one of the facades often is significantly more exposed than others. In practice, most noise insulation measures to reduce noise between 35 and 30 dBA near the military air base will not be cost efficient.

1 Bakgrunn

Forsvarsbygg skal tilby støytiltak på et stort antall bygninger med støyfølsomt bruksformål på Ørland. I håndhevingen av bestemmelsen er Forsvarsbygg gitt anledning til å gjennomføre kostnyttevurderinger i forbindelse med valg av tiltak. Slike vurderinger må imidlertid utøves forsvarlig i skjæringsfeltet mellom juridiske, tekniske og økonomiske betraktninger.

Reguleringsbestemmelsen som må imøtekommes er:

«Eksisterende bebyggelse med støyfølsomt bruksformål skal sikres innendørs lydforhold tilsvarende lydklasse C angitt i NS 8175:2012. Der dette ikke er mulig ut fra bygningstekniske forhold eller et forsvarlig kost nytte-forhold, skal lydklasse D angitt i NS 8175:2012 overholdes.»

1.1 Hovedutfordringer

De generelle prinsippene for økonomiske nyttekostnadsanalyser er velkjente og det foreligger en offentlig Norsk Utredning (NOU) fra 2012 samt retningslinjer fra Finansdepartementet – se også rapporter som omhandler prinsippene (Minken 2005a; Minken 2005b; Wangsness 2015).

Vi vil spesielt redegjøre for prinsippene bak enkle nyttekostnadsanalyser jfr. kapittel 3, og henvise til og tilpasse de generelle retningslinjene til den aktuelle problemstillingen jfr. kapittel 4. Konsulentselskaper vil deretter enkelt kunne gjennomføre nødvendige beregninger etter at prinsippene for nyttekostnadsvurderingene og verdsettingene er fastlagt.

Det er imidlertid en del utfordringer knyttet til beregningene av nytteeffektene og valg av beslutningskriterier:

- a. Økonomisk verdsetting av årlig gjennomsnittlig støyreduksjon ved lave støynivåer i området mellom 35 dBA og 30 dBA etter fasadeisolasjon foreligger i dag ikke.
- b. Internasjonale verdsettingsundersøkelser setter ofte en nedre grense på 50- 55 dBA for hvor langt ned en kan/skal verdsette støyreduksjoner (for både utendørs og innendørs støy. Verdien av støyreduksjoner under dette nivået er følgelig satt til 0.
- c. Vanligvis verdsettes støyreduksjoner, som gir bedring av lydmiljøet både i og utenfor bolig. Fasadeisolasjonstiltak gir kun reduksjon av støysituasjonen i bolig. Nyttvirkningen av tiltak som kun reduserer støy inne vil følgelig være lavere.
- d. Verdsettinger av sivil flystøy er ikke direkte anvendbare da de støyende hendelsene fra militær flystøy og ved Ørland med F-35 og episodisk flyaktivitet har en annen karakteristikk og fordeling enn fra sivil luftfart.
- e. Ulike aktiviteter forstyrres på ulik måte. Dersom en tenker samtaler, lekselesing og mediebruk kan det være andelen av tiden som forstyrres som er viktig og at antall forstyrrelser og varigheten av disse teller mer enn hvor forstyrrende hver enkelt hendelse er. Dersom en tenker søvn og hvileforstyrrelser kan det motsatt være

- styrken i de enkelte hendelsene som har størst betydning for antall oppvåkninger og endringer i søvnfase.
- f. Naboene rundt Gardermoen argumenterte med at kontinuerlig lavere belastning er verre enn færre men kraftigere hendelser (ved samme støynivå). Internasjonale undersøkelser tyder imidlertid på at balansen mellom lydenergien i hver enkelt hendelse og antall hendelser synes rimelig godt ivaretatt i ekvivalentmålene som benyttes (Miedema et al 2000).
 - g. Støyisolasjonens virkninger mot relativt få men mere støyende hendelser kan ha annen effekt enn støyisolasjon mot mange støyhendelser hvor hver enkelthendelse har lavere støynivå. Ved kontinuerlig, lavere belastning fra eksempelvis vegtrafikkstøy kan ekstraisolering bety at mange begivenheter ikke lenger er merkbare. Det vil ikke være tilfelle for flystøy Hver enkelt avgang og landing blir fortsatt merkbar. Det er derfor en stor fordel at det normalt ikke skal flys på natten.
 - h. I samfunnsøkonomiske analyser inngår alle nyttekomponenter. Det skal derfor regnes med gevinster i form av lavere fyringsutgifter. Dette er mer aktuelt i forbindelse med fly- enn vegtrafikkstøy ettersom det ikke bare er en flate som isoleres.
 - i. Å supplere en i hovedsak teknisk ingeniørmessig håndtering av støyisolasjon¹ med samfunnsøkonomiske analyser av nyttekostnadsforhold. Dette innebærer også valg av diskontering av trivselseffektene, usikkerhet knyttet til framtidig nytteverdi, samt framtidige flybevegelser i prosjektperioden, funksjonell levealder samt evt. framtidige vedlikeholdskostnader knyttet til tiltakene.

1.2 Kontekstuelle forhold

Brekstad er et tettsted med villabebyggelse. Støybelastningen vil variere over døgnet og året:

- a. Bakgrunnsnivået kan være lavere enn i storbyområder. Ettersom jagerflybasen har ligget der siden midten på 50-tallet, vil det i mindre grad være forventninger om at områdene skal være stille.
- b. Ofte vil beboere ønske å ha åpne vinduer/vinduer på gløtt. Slike tilpasninger medfører at isolasjonstiltak har lavere nytteverdi. På den andre siden vil støyen være knyttet til avgangene og være predikerbar², noe som kan gi rom for tilpasninger.
- c. Villabebyggelse på Ørland medfører at eksternt støy får noe større betydning enn om det er blokkbebyggelse og at bedre isolering mot eksterne støykilder får noe høyere nytte.
- d. Beboere som direkte eller indirekte har økonomisk fordel av den militære aktiviteten i området kan være mindre plaget av støyen, enn de som ikke har slik tilknytning.
- e. Endringer i støyeksponering kan oppleves sterkere enn en stabil påkjenning.

¹ Isolasjon mot støy som omfatter flere flater, vil også gi en termisk isolasjon og lavere fyringskostnader. Bedre isolasjon mot flystøy vil gi reduksjon av støy fra andre utendørs støykilder.

² Utenom øvingsperioder.

1.3 Vi tar utgangspunkt i skadekostnader

Støybelastning i bolig gir opphav til plage og ulemper – disse har en kostnad. Vi vil følgelig verdsette støyreduksjoner innenfor området 30-35 dBA ut fra kunnskap om hvilken reduksjon i plager og ulemper en får ved ekstra-innsatsen.

Vi vil syntetisere kunnskap om verdien av støyreduksjoner fra ulike transportkilder, betydningen av ulike modifierende faktorer og undersøkelser av effekten av støyisolasjonstiltak til å anslå en verdi for enhver støyreduksjon fra 35 dBA og nedover til 30 dBA.

Ingen av undersøkelsene kan brukes direkte. Militær og sivil flystøy oppfattes av befolkningen som verre enn vegtrafikkstøy, og gir høyere plagegrad ved samme støynivå. Det er endringen i plagenivå etter tiltak som verdsettes og dermed helningskoeffisientene for virkningskurvene som har betydning.

Støybelastningen i området 35 til 30 dBA er så vidt lav at helsevirkninger i snevrere medisinsk forstand vil være svært begrenset. Ettersom det vil være lite trafikk om natten, er det først og fremst hvileforstyrrelser som er aktuelt.

Dersom flyaktivitetene starter tidligere enn beboerne normalt våkner, vil søvnperioden forkortes.

1.4 Vi bruker informasjon fra ulike datakilder

Det er ikke mulig å gjennomføre troverdige nye betalingsvillighetsstudier av støyreduksjoner mhp flystøy fra F-35 for sammenlignbare områder i Norge eller internasjonalt. Verdsettinger må derfor bygge på tidligere undersøkelser, og flere datakilder som hver for seg kan kaste lys over de ulike faktorene som kan trekke støyplagen opp eller nedover.

Vi vil ta utgangspunkt i både verdsettingsstudier i kunnskap om eksponering effektsammenhenger jfr. kapittel 2.

Ettersom det er et begrenset antall flystøyverdsettinger vil vi vurdere verdsettinger av vegtrafikk- og togstøy. Selv om disse støytypene er forskjellig kan resultater fra situasjoner med lave bakgrunnsnivå mv. gi nyttig informasjon om hvilken retning ulike faktorer trekker.

Vi tar sikte på å syntetisere kunnskapen slik at det kan anslås en gevinst for enhver støyreduksjon i området mellom 35 og 30 dBA, og angis en usikkerhet knyttet til dette anslaget.

1.5 Organisering av rapporten

Kapittel 2 gir en enkel oversikt over litteraturen som er hentet inn. Innsamlingen er gjort over en kort periode mens det erfaringsmessig kan ta noe tid å få oversikt over særlig de siste års rapporter og vitenskapelige artikler. Kapittel 3 redegjør for prinsippene i enkle nyttekostnadsanalyser av den typen vi har bruk for når vi skal evaluere støytiltak. Kapittel 4 bruker ulike datakilder for å anslå en verdi av støyreduksjoner inne i bolig etter ekstra støyisolering.

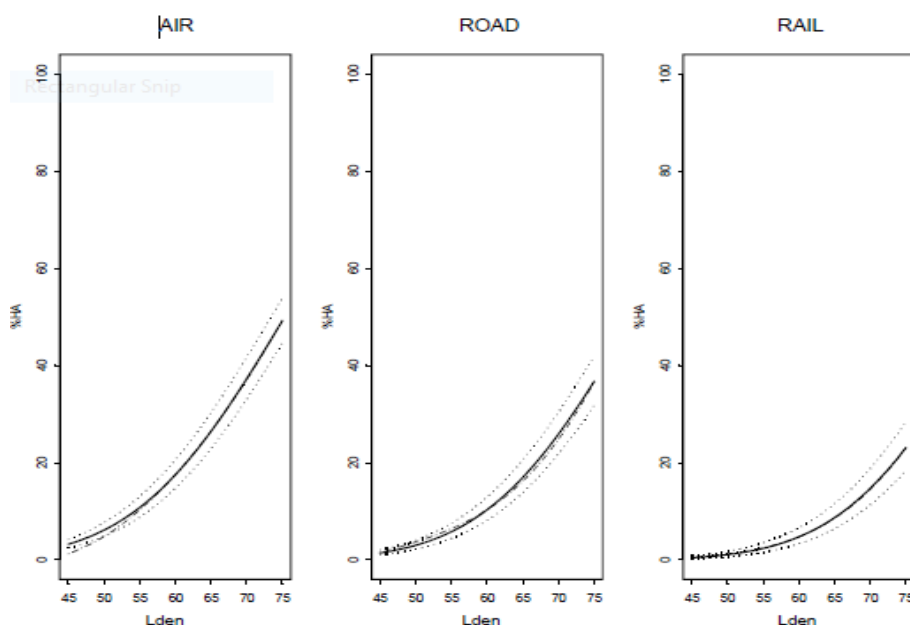
2 Litteraturgjennomgang

Det foreligger en omfattende litteratur om flystøy og en rekke sosio-akustiske studier av virkningene av flystøy. Vi har lagt vekk på å få med en del av de nyere undersøkelsene. Det har vært naturlig å gjengi hovedresultatene selv når det kan være deler som ikke er relevant for situasjonen rundt kampflyplassen.

2.1 Miljøundersøkelser

2.1.1 Støyplage

Generelt sett plages folk noe mer av støy fra fly, enn fra vegtrafikk og tog, gitt samme eksponeringsgrad (Miedema 2002).



Figur 2.1: Andelen meget plaget (Highly annoyed) sett i forhold til eksponeringsnivå, for hhv fly, vegtrafikk og tog. Kilde: Miedema 2002.

I de fleste befolkningsstudier som omhandler støyplager, har en kun tilgang til utendørs støynivå. Støynivået inne i boligen kan beregnes basert på utendørs støynivå, og boligens antatte støyreducerende egenskaper. Gitt at en ikke har tilgang til nøyaktig informasjon om bygningsmateriale, romfordeling mm i boligen, eller har mulighet til å utføre egne målinger av støynivået i forskjellige rom, vil det beregnede innendørs støynivået kunne inneholde stor usikkerhet.

I en belgisk studie (Pirrera et al 2014) fant de at selv om utendørs støynivå (L_{Aeq}) var signifikant forskjellig i forsøksgruppen og kontrollgruppen, var det ikke signifikante forskjeller i støynivået inne i boligene (L_{Aeq}). Når en i tillegg så på antallet støyhendelser og

maksimalt støynivåer (L_{Amax}), fant en at forsøksgruppen hadde flere støyhendelser inne i boligen enn kontrollgruppen. Det er også mulig at flere i kontrollgruppen hadde vinduet åpent. Forsøksgruppen var utsatt for et høyere nivå av bakgrunnsstøy inne i boligen sett i forhold til kontrollgruppen, mens kontrollgruppen hadde begrenset med bakgrunnsstøy med enkelte topper.

Naboklager på grunn av lavfrekvent støy utgjør rundt 35 % av det totale antallet klager (Bengtsson & Wayne 2003).

I en norsk befolkningsstudie (Gjestland et al 1995) i forbindelse med militære flyøvelser ble det ikke registrert noen endringer i den generelle støyplagen for flystøy, på tross av at støynivået utenfor bolig økte med 6 dBA i de 2-3 ukene øvelsen pågikk. Det ble heller ikke registrert statistisk signifikante sesongvariasjoner i støyplagen, selv om en skulle forventet at folk var mer plaget om sommeren da en i større grad oppholder seg utendørs og har vinduene åpne.

Bartels et al (2015) registrerte befolkningens støyplage i timesintervaller. NB: Her er det fokus på temporale endringer over korte tidsperioder, mens sosio-akustiske studier fokuserer på spatiale forskjeller i eksponering. Resultatene er derfor ikke direkte sammenlignbare med resultatene fra andre undersøkelser.

Bartels fant at kun en begrenset andel av støyplagen ble forklart av akustiske faktorer. Antall flybevegelser forklarte plagegraden mer enn ekvivalentnivået og maksnivået. Bartels et al (2013) fant blant annet at støyplagen var påvirket av:

- Ekvivalentnivået for de seks månedene av året med høyest trafikkvolum
- Beboerens oppfatning om at flyplassen burde sette i verk tiltak for å bedre forholdene for beboerne i nærområdet
- Vurderingen av de ulike negative virkningene av fly- og vegtrafikk i området
- Den generelle holdningen til flyplassen
- Graden av fornøydhet med bomiljøet
- Respondentens miljøbevissthet
- Sensitivitet til støy
- Urbaniseringsgraden i området rundt flyplassen
- Standarden på boligens eksisterende støyisolering.

I en vietnamesisk studie om flystøy (Nguyen et al 2011) fant man at de ikke-akustiske faktorene: nivået på luftbårne vibrasjoner, hvor ofte en selv reiser med fly, og når på døgnet en legger seg for å sove påvirker graden av plage. Bakgrunnsstøy kan være med på å maskere lyden av flystøy, og gjøre den mindre plagsom.

Støyplagen fra fly (og andre støykilder) oppleves som mer plagsomt tidlig om morgenen, på ettermiddagen og om kvelden (Hoeger 2004). Når en har kommet hjem fra jobben ønsker de fleste å kunne tilbringe noe tid med venner og familie uten å forstyrres av støy, mange blir også ekstra plaget om nattesøvn blir forstyrret.

Tabell 2.1 gir et anslag på plagegrad avhengig av støynivå og tid på døgnet. Ved lave støynivåer i boligområder, er det hovedsakelig når støyen foregår på ettermiddagen eller om natten at beboerne plages av støyen (Prats et al 2010).

Tabell 2.1: Tommelfingerregler for støyplage ved ulike tidspunkt på døgnet. Kilde: Prats et al 2010.

	Residential zone			School			Hospital			Industrial zone		
	Mor.	Aft.	Night	Mor.	Aft.	Night	Mor.	Aft.	Night	Mor.	Aft.	Night
No noise	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Very low noise	NA	NA	SA	SA	SA	NA	SA	SA	MA	NA	NA	NA
Low noise	NA	SA	MA	MA	MA	NA	MA	MA	HA	NA	NA	NA
Medium noise	SA	MA	HA	HA	HA	NA	HA	HA	EA	NA	SA	SA
High noise	MA	HA	EA	HA	HA	NA	EA	EA	EA	SA	MA	MA
Very high noise	HA	EA	EA	EA	EA	NA	EA	EA	EA	MA	HA	HA

NA- not annoyed, SA- Slightly/little annoyed, MA- moderately annoyed, HA- highly annoyed, EA- extremely annoyed.

Det vil være begrenset med nattflyving ved Kampflybasen utenom øvingsperiodene. For fullstendighetens skyld gjengir vi likevel hovedtrekk fra noen internasjonale undersøkelser som omhandler støy om natten og søvnforstyrrelser.

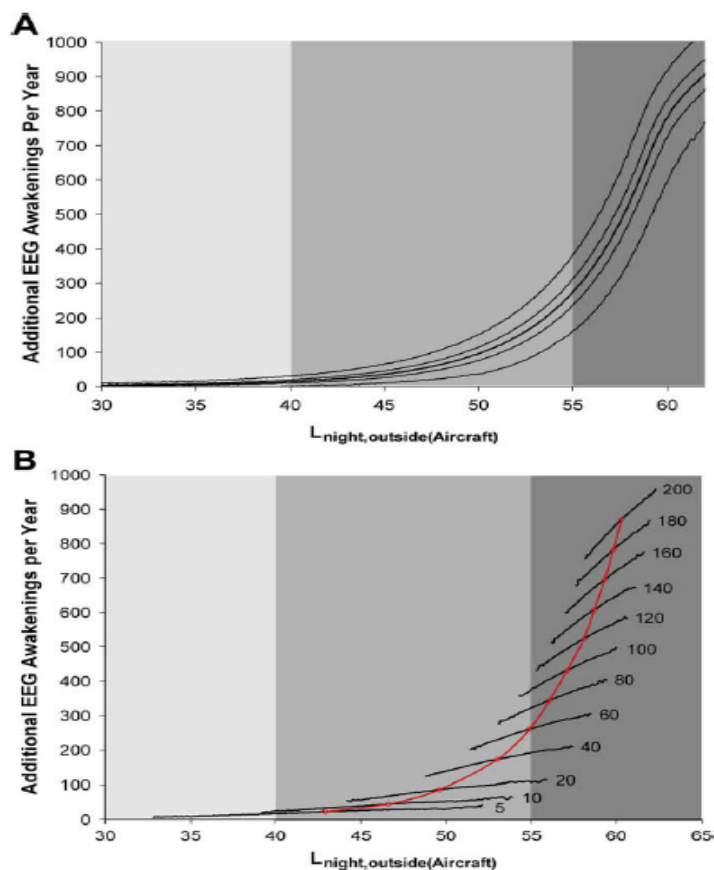
Når L_{night} øker med 5 dBA, øker prosenten søvnforstyrrelser med opp mot 1,5 ganger (EU 2012). Rundt 5 % opplever søvnforstyrrelser ved $L_{\text{night}} = 45$ dBA (ved fasade), mens rundt 12 % forstyrres ved $L_{\text{night}} = 55$ dBA.

De fleste helseeffekter og søvnforstyrrelser om natten oppstår ved L_{night} på 30 dBA og over (WHO 2009), se tabell 2.2.

Tabell 2.2: Retningslinjer for støyvirkninger nattetid. For hver dBA kategori er det angitt det ekstra antallet oppvåkninger per natt pga flystøy. Kilde: WHO 2009, Basner et al 2010.

$L_{\text{night, outside}}$ range	Health effects
<30 dB	Although individual sensitivities and circumstances differ, it appears that up to this level no substantial biological effects are observed Less than 3 [0; 11] additional EEG awakenings per year
30–40 dB	A number of effects on sleep are observed from this range: body movements, awakening, self-reported sleep disturbance, arousals. The intensity of the effect depends on the nature of the source and the number of events. Vulnerable groups (for example children, the chronically ill and the elderly) are more susceptible. However, even in the worst cases the effects seem modest 3 [0; 11]–14 [1; 31] additional EEG awakenings per year
40–55 dB	Adverse health effects are observed among the exposed population. Many people have to adapt their lives to cope with the noise at night. Vulnerable groups are more severely affected 14 [1; 31]–275 [160; 381] additional EEG awakenings per year
>55 dB	The situation is considered increasingly dangerous for public health. Adverse health effects occur frequently, a sizeable proportion of the population is highly annoyed and sleep disturbed. There is evidence that the risk of cardiovascular disease increases More than 275 [160; 381] additional EEG awakenings per year

Plage og antall søvnforstyrrelser nattetid påvirkes blant annet av antallet flybevegelser (se figur 2.2), når de skjer, og støynivået på enkelthendelsene. For eksempel vil antallet oppvåkninger ved $L_{\text{night}} = 55$ dBA stige fra 106 oppvåkninger (ved 20 flybevegelser) til 192 oppvåkninger (ved 40 flybevegelser) (Basner et al 2010).



Figur 2.2: Eksponeringskurver for antall oppvåkninger pga flystøy. Figur b angir tilleggsoppvåkninger som følge av økt antall nattlige flybevegelser med hhv 5, 10, 20, 40 osv flyvninger. Kilde: Basner et al 2010.

I nærmiljøet til flyplasser med lav intensitet i antallet (rundt fem flyvninger i timen eller mindre) er det maksimale støynivået mer sensitivt enn ekvivalentnivåene (Jagniatinskis et al 2016). Plagegraden kan reduseres mye ved hjelp av variasjoner i antall flyvninger (skape «stille» perioder) og ved å kun tillate bruk av de minst støyende flyene i perioder på døgnet da folk generelt er mer plaget.

2.1.2 Forholdet mellom ulike kilder

Et jagerfly støyer normalt mer enn et sivilt fly, og det antydes også at de nye jagerflyene (F-35) støyer en del mer enn de (F-16) en allerede har (NRK 2016). I følge Forsvaret vil støynivået fra et F-35 være på rundt 10 dBA mer enn fra et F-16 fly. Det vil si at støyen vil oppleves som mer enn dobbelt så høyt.

Militære fly og sivile fly har noe forskjellig bruksmønster i Norge. Militære fly brukes hovedsakelig på dagtid på hverdager, men sivil flytrafikk er mer spredd ut over døgnet og ukedagene (Krog et al 2011). Krog et al (2011) nevner også tiltak ved sivile flyplasser som vekslende bruk av rullebaner for avgang og landing. Slike tiltak kan gi predikerbare roligere perioder og som sprer belastningen. I følge Krog et al (2011) er det foreløpig ingen klare forskjeller i eksponeringsrespons-sammenhenger og plagegrad når en sammenligner støy fra sivile fly og fra jagerfly.

Holdninger til kilden kan påvirke i hvilken grad en plages av støy fra den aktuelle kilden (Krog et al 2011, Amundsen & Klæboe 2015, Sundfør & Klæboe 2015). Det vil si at holdninger til Forsvaret kan påvirke i hvilken grad vi påvirkes av støy fra militære fly kontra

andre støykilder. De med positive holdninger til kilden, oppgir generelt å være noe mindre plaget av den aktuelle kilden enn de med negative holdninger til kilden.

2.1.3 Termisk isolasjon – fyringskostnader

Avhengig av hvor omfattende støyisolerende tiltak som iverksettes, kan den økte isoleringen føre til reduserte strømknudener for oppvarming vinterstid.

Om støyisoleringen av boligen krever at det blir lagt inn et ventilasjonssystem i boligen, vil dette kunne gi en noe økning i strømknudener.

2.1.4 Innendørs luftkvalitet

Rundt 60 % av de som fikk fasadeisolerende tiltak for å redusere støy fra vegtrafikk i Norge, oppgav at inneklimate ble endret som følge av tiltaket (Amundsen og Aasvang 2006). De fleste av disse opplevde endringene som positive.

Ved omfattende fasadeisoleringer kan det bli aktuelt å samtidig legge inn nytt ventilasjon i boligen. For å oppnå maksimal effekt av støyisolasjon (og til dels også av ventilasjonssystemet) vil det i ofte være nødvendig å ha vinduet mer lukket enn det en skulle ønsket.

Flytrafikk gir ikke store utslipp av lokal forurensning slik vegtrafikken gjør, og det er ikke like påkrevet med mekanisk ventilasjon som alternativ til lyddempende ventiler.

2.2 Tiltak for å redusere støy fra fly

2.2.1 Tiltak som kan redusere opplevelsen av flystøy

ICAO (International Civil Aviation Organization) fremmet i 2001 resolusjon A33-7 om «Balansert tilnærming» til behandling av støy fra fly. I forbindelse med reduksjon av støy fra flytrafikken, skal fire tilnærminger vurderes (ICAO 2001, 2008). Dette er:

- Støyreduksjon fra kilden
- Støyreduksjon gjennom arealbruksplanlegging
- Avbøtende operasjonelle tiltak
- Restriksjoner på flytrafikken (hvor mange fly, rutevalg, natte/kveldsrestriksjoner, type fly mm)

Ofte vil en kombinasjon av disse tilnærmingene være aktuelt.

I internasjonal litteratur refereres det til en rekke ulike tiltak for å redusere støynivået fra flytrafikken, dette omfatter blant annet tiltak som (Ganic et al 2015, Netjasov 2012, Boeing 2014):

- Støy begrensings prosedyrer (prosedyrer for hvilke baner som brukes til landing og avgang, prosedyrer for valg av flyteknikk)
- Restriksjoner på motortesting
- Restriksjoner på tidsintervaller mellom landinger/avganger (for eksempel sesongvariasjoner, strengere krav om kveld/natt)
- Støyavgifter/bøter (må for eksempel betale mer for å bruke gamle fly som støyer mer, eller typer fly som støyer mye)
- Begrensninger/kvoter på antall flyvninger

- Støyisolering av bygninger
- Utløsning av eiendommer/boliger i støyutsatte områder
- Kjøp av arealer for relokalisering av boligeiere i støyutsatte områder
- Tillatelser/avtaler med eiere av eiendommer som blir berørt av flybevegelser (avganger, landinger, sideflyvninger) ut over generelle krav.
- Støysonebegrensninger – soner omfattet av ulike typer begrensninger.

2.2.2 Fasadeisolering for å redusere flystøy

Den vanligste måten å støyisolere en bolig er å sette inn støyisolerende vinduer. Ulempen ved dette tiltaket er at virkningen svekkes når vinduet er åpent.

I Spania brukte flymyndighetene 250 millioner euro på isoleringstiltak på boliger i perioden 2000-2011 (Asensio et al 2014), og over 17 000 boliger er støyisolert. Beboerne ble i etterkant bedt om å oppgi om de var fornøyd med tiltaket eller ikke. Rundt 15 % av beboerne var ikke fornøyd med effekten av de isolerende tiltakene, mens de resterende var fornøyd. Graden av fornøydhet varierte noe, blant annet avhengig av:

- Om det var enkelte av rommene i boligen som ikke hadde blitt tilfredsstillende isolert.
- Den estetiske utformingen av blant annet vinduene.
- Hvor fornøyd en var med de som utførte isoleringsjobben.

Etter tiltak var støynivået i soverommet på i gjennomsnitt 23 dBA, dvs at tiltakene gav en støyreduksjon på rundt 10 dBA. Den generelle støyplagen ble redusert med rundt 40 % som følge av isoleringstiltakene (Asensio et al 2014). Plagereduksjonen varierte en del mellom de ulike flyplassene. Også støyplagen fra andre kilder enn fly ble redusert med mer enn 40 % som følge av tiltakene. Det var en tendens til at om den aktuelle boenheten var en feriebolig, var eierne generelt mer fornøyd med tiltaket enn hva de fastboende var. Barnefamilieene var generelt mindre fornøyd enn andre med tiltakene.

Asensio et al (2014) fant ikke en statistisk sammenheng mellom faktisk støyreduksjon og reduksjonen i støyplagen. Dette kan skyldes at ved så lave støynivåer (som de beregnet for soverommet) er det andre støykilder el som påvirker støyplagen. Kanskje dels også påvirket av om beboeren ofte har åpne vinduer.

I og med at støykravene i Spania er avhengig av rommets bruksområde, vil støyisoleringen i soverom og stue, være mye bedre enn i for eksempel kjøkken og badrom. Flere av beboerne var misfornøyd med denne forskjellen i støyisolering (Asensio et al 2014).

Type støytiltak kan ha betydning for reduksjonen i plagegrad. Folk kan reagere forskjellig på støyreduksjoner som følge av redusert trafikkmengde enn ved støyreduksjon som følge av fasadeisolering (Brown & van Kemp 2009). Forskjellene kan dels skyldes samspillseffekter. Om støyreduksjonen kun skjer ved kilden, som ved fasadeisolasjon vil plagereduksjonen i større grad kunne predikeres ut fra eksponeringskurver (Amundsen et al 2011).

I fremtiden kan det tenkes andre type tiltak for å dempe støyen. For eksempel testes det ut bruk av motlyd, som kan maskere støy fra fly gjennom det åpne vinduet. I testversjoner har en klart å redusere støynivået som følge av åpne vinduer med opp mot 4 dBA i frekvensområdet under 300 Hz (Pàmies et al 2014). Systemet er per i dag mest effektivt i frekvensområdet rundt 100-125 Hz.

2.3 Verdsetting av støyreduksjoner

2.3.1 Støyverdsettingsmetoder – avslørte preferanser (RP) og uttalte preferanser (SP)

Der er to hovedtilnærminger til økonomisk verdsetting av støyendringer og endringer i tilgangen/kvaliteten til andre ikke-markedsgoder eller fellesgoder: avslørte preferansemetoder (eng.: *revealed preferences*, RP, også kalt «indirekte metoder»), primært basert på hedonisk prising, og uttalte preferansemetoder (eng.: *stated preferences*, SP, også kalt «direkte metoder»), dvs. survey-baserte metoder for hypotetisk verdsetting (Hanley et al 1997, Freeman 2003, NOU 2012).³

Den hedoniske prismetoden er en metode for å anslå hvor mye et produktattributt virker inn på produktprisen (Rosen 1974). I en hedonisk regresjonsmodell er produktprisen avhengig (endogen) variabel, som forklares med et sett av (eksogene) produktattributter. For verdsetting av støy, spesielt transportstøy, er det (som for luft-/ vannkvalitet og arealbruk) boligprisene og boligenes attributter som er benyttet som datagrunnlag (Nelson 2008).

I velferdsøkonomisk vurdering av markedspriser som målegrunnlag for marginal betalingsvillighet, ligger det til grunn forutsetninger om at det er fri konkurranse og «full informasjon» i markedet (Hanley et al 1997). For boligmarkedet skal det da være slik at (både selgere og) potensielle kjøpere kjenner størrelsen/nivået til de ulike boligattributtene (som det finnes betalingsvillighet for), inkludert bomiljøattributter, som støy, og nærmiljøattributter (som f.eks. nærhet til servicesentre og kollektivtransport). Det er opplagt at disse markedsverdiforutsetningene bare er delvis oppfylt.

(Dekkers & van der Straaten 2009) viser til omfattende husleiereguleringer som et argument mot å bruke boligprismetoden direkte, og anbefaler å supplere denne med undersøkelser som anslår betydningen av støyforholdene på personens velbefinnende. I Norge vil undersøkelser måtte ta hensyn til at mange leiligheter er deler av borettslag der det kan være både bedre kunnskap og om bedre tilgang til leiligheter innenfor enn utenfor borettslaget.

Men, når man analyserer et stort sett med boligpriser i regresjonsmodeller der et relativt stort antall relevante boligattributter er inkludert, så vil man generelt finne en negativ sammenheng mellom døgnvektet transportstøy og boligprisen. Imidlertid kan det være vanskelig å isolere, i regresjonsanalysen, transportstøyen fra andre miljøattributter (Navrud & Strand 2011). Baranzini et al (2010) fant at subjektive (verbale) støy mål ga omtrent samme implisitte verdsetting som dBA-mål, for moderate til høye støy nivåer, i en hedonisk regresjonsmodell for boligprisdata fra Genève.

For avslørte-preferansestudier er det altså antatt implisitt at de relevante attributtene, f.eks. de ulike egenskapene ved en bolig og boområdet, er kjent av kjøpere/forbrukere, og at disse attributtene kan måles i form av kvantifiserbare nivåer. For den som skal gjennomføre en hedonisk prisstudie er det imidlertid ikke opplagt hvilke attributter som er relevante for de potensielle kjøperne, både fordi kjøperne kan bry seg om attributter som

³ «Det er videre mulig å beregne hva det ville koste samfunnet å erstatte tapet av et miljøgode. For eksempel kan en i prinsippet beregne kostnaden ved ... å motvirke ulempen, for eksempel gjennom tiltak for å støyisolere boliger. En fordel med slike erstatnings- og kompensasjonsberegninger er at kalkulasjonsprisene bygger på beløp knyttet til faktiske eller mulige prosjekter. På den andre siden vil de gi kalkulasjonspriser som bare delvis gjenspeiler miljøskadene. Støyisolering av en bolig avhjelper problemer inne, men ikke utenfor ...» NOU (2012, s. 49).

forskeren ikke inkluderer og fordi attributter kan være relevante men ikke så enkelt for kjøperne å vurdere nivået for. Men, forutsatt et velfungerende boligmarked, så skal betalingsvilligheten (eng.: *willingness to pay*, WTP) for en marginal støyendring kunne estimeres fra en slik hedonisk boligprisregresjon der bl.a. støynivåer inngår blant de målte boligattributtene (Hanley et al 1997, Andersson et al 2010).

2.3.2 Marginal betalingsvillighet

Estimering av marginal WTP fra den hedoniske prisfunksjonen utgjør det første steget (trinnet) i en hedonisk prisanalyse. Gitt tilfredsstillende datakvalitet, så kan man gå videre til andre trinn, som omfatter estimering av preferanseparametere fra den hedoniske etterspørselsfunksjonen, ved å bruke resultatene fra første trinn og husholdningenes kjennetegn, primært inntekten. Den hedoniske etterspørselsfunksjonen (som egentlig er en invers etterspørselsfunksjon), knytter attributtnivåer til prisen, dvs. estimerer individenes/husholdningenes respons på endringer i den hedoniske prisfunksjonen. Det er dette andre trinnet som muliggjør estimering av teoretisk korrekte ikke-marginale verdsettinger av attributtendringer, hvorvidt det er støynivået eller noe annet (Day et al 2007, Andersson et al 2010).

Med bruk av betinget verdsetting eller andre uttalte-preferansemetoder, så kan man oppnå marginale, og også ikke-marginale (inkrementelle), verdsettinger av støy(endring) mer eller mindre direkte fra den berørte befolkningen. Uttalte-preferansemetoder er basert på bruk av spørreundersøkelser, som gjerne, etter noen innledningsspørsmål, har følgende struktur: i) beskrivelse av et valg-/verdsettingsscenario, med alternativer litt à la alternativer i enhver prosjektvurdering/konsekvensanalyse; ii) spesifisering av betalingsmekanisme for å beholde eller forbedre/innføre fellesgoder/miljøattributter, f.eks. støyreducerende tiltak (som enkeltstående tiltak eller som del av et større prosjekt); og iii) spørsmål om betalingsvillighet for å oppnå/bevare fellesgode/miljøattributt (f.eks. "ja" eller "nei" til gitte kostnadsbeløp), eller valg mellom alternativer som gir ulike (bevarings- eller oppnåelses)nivåer for fellesgoder/miljøattributter (Bateman et al 1999, Carson & Louviere 2011). Kvaliteten på en studie basert på uttalte-preferanser vil i stor grad avhenge av survey-kvaliteten, dvs. av spørsmålskvaliteten generelt, av et forståelig og realistisk/troverdig scenario, av en realistisk/troverdig (og helst tvungen) betalingsmekanisme, og, gitt valg mellom flere (enn to) alternativer, et valgdesign som ikke i seg selv drar estimatene i én bestemt retning. Man må alltid vurdere spørreskjemaet, om respondentene har forstått scenarioet og hva de er blitt spurt om å betale for, og om det evt. lå noe i spørsmålene/scenarioet som «inviterte til» å oppgi (akseptere foreslåtte) betalingsvillighetsbeløp som de egentlig i realiteten ikke ville (kunne) betale (Carson & Groves 2007).

2.3.3 Metodiske utfordringer knyttet til betalingsvillighet

Et problem vedrørende verdsetting av støyendringer, er at man ikke kan spørre om betalingsvillighet for desibelreduksjoner, men heller spørre om kategoriske endringer i støy, som f.eks. halvinger (Thune-Larsen 1995), Navrud 2002). Også slike kvantifiseringer av støyendringer er problematiske – respondentene vil mest sannsynlig oppfatte slike beskrevne endringer/scenarioelementer ganske så forskjellige. Det er nok derfor en klar fordel om den enkelte respondents støyverdsetting kan knyttes til den faktiske støysituasjonen som han/hun står overfor, i tillegg til oppgitt støysensitivitet og støyplage (Fosgerau & Bjørner 2006) Dette bør omfatte støyen fra alle relevante kilder, ikke kun den evt. ene kilden som støyreduksjonstiltaket knyttes til, med mindre én støykilde kan antas å være fullstendig dominerende (Navrud 2002).

2.3.4 Noen hovedresultater fra internasjonale verdsettinger av flystøyendringer

Det finnes, så langt vi kjenner til, ikke egne verdsettingsstudier av militær flystøy, men det finnes mange verdsettingsstudier av flystøy – støy fra avgang og landinger ved sivile flyplasser. Med avslørt-preferansemetode (RP) vil man gjerne bruke koeffisienten for flystøynivå i boligprisregresjonsmodellen (eller «den deriverte av priskefunksjonen mhp støynivå») som estimat for en støydepresieringsindeks (eng.: *noise depreciation index*, NDI), også kalt støyfølsomhetsdepresieringsindeks (eng.: *noise sensitivity depreciation index*, NSDI). NDI, eller NSDI, vil være et prosentestimat på boligverdireduksjonen pga 1 dBA økning i flystøy. Med uttalt-preferansemetode (SP) vil man estimere monetære verdier for en spesifikk støyendring, normalt for endringer større enn 1 dBA. Med SP kan en også spørre om annet enn støyendring *per se* – man kan spørre om andre endringer som i sin tur vil kunne medføre endringer i flystøyen (f.eks. flytting av støybelastningen mellom områder, eller flytting av aktiviteten over døgnet eller mellom ukedager).

Estimatene fra SP vil avhenge av om scenarioet la opp til betalingsvillighet for å oppnå redusert støy, eller kompensasjon for støyøkning, der sistnevnte gir betydelig høyere verdsettingsestimater (Bristow et al 2015). Videre vil SP-estimatene ofte differensieres mht støyen i utgangspunktet – at den befolkninga som verdsettingsstudien gjelder for, inndeles i støysoner/støyintervaller, og da med økende betalingsvillighet per dBA-endring jo høyere støyen er i utgangspunktet (Thune-Larsen 1995, Bristow et al 2015).

Når det gjelder RP-studier av flystøy, har flere sammenholdt estimater fra disse, og flere har også gjennomført meta-analyser av estimater fra hedoniske boligprisundersøkelser.

Et eksempel på RP-verdsetting av flystøy er Dekkers & van der Straaten (2009). De estimerte NDI pga flystøy fra Schiphol til ca. 0,8 %. Basert på gjennomsnittlig boligpris i utvalget (234 883 EUR), ville dette gi en «NDI i euro» (boligprisendring) lik ca. 1872, men for sitt hovedestimat, 1 459 EUR (antatt 2008-Euro) for 1 dBA flystøyreduksjon fra Schiphol, legger de til grunn gjennomsnittlig boligpris i boligområdet rundt Schiphol (implisitt litt over 183 000 euro). De beregner den årlige betalingsvilligheten, fra boligverdiendringa på 1459 EUR, ved å bruke en diskonteringsrate (kalkulasjonsrente) lik 7 % (4 % med 3 % risikotillegg – og de må også legge til grunn en boliglevetid, som implisitt nok må være 100 år): 102 EUR per dBA per bolig per år.

Schipper et al (1998, se også Schipper 1999) fant NDI fra 30 verdsettinger av flystøy, i Nord-Amerika, Storbritannia og Australia, til å ligge i intervallet fra ca. 0,1 % til ca. 3,6 %. Det estimerte meta-analyseintervallet for NDI, basert på disse studiene, kunne snevres inn til mellom 0,9 og 1,3 % (Schipper et al 1998). Bateman et al (2001) inkluderte også 30 verdsettingsstudier fra de samme landene og oppga et NDI-intervall (pga 1 dBA endring i flystøy) fra ca. 0,3 til ca. 2,3 %. Udo (2005) viste til sju verdsettingsstudier fra de samme landene (unntatt Australia) og presenterte et NDI-intervall fra ca. 0,4 til 2,3 %. Nelson (2004) gjennomførte en meta-analyse av 33 verdsettingsstudier, og basert på denne snevret han inn NDI-intervallet til mellom ca. 0,5 og ca. 0,9 %. Wadud (2013) oppsummerte 65 NDI-estimater fra ulike verdsettingsstudier av flystøy i intervallet fra 0 til 2,3 %. Med bruk av 53 av disse i meta-analyse, estimerte han et intervall mellom 0,45 og 0,64 %.

Et eksempel på SP-studie med spørsmål om kompensasjon for økt flystøy er Van Praag & Baarsma (2005). De gjennomførte en verdsettingsstudie av luftfartstøy ved Schiphol. De fant at for de med husholdningsinntekt lik ca 1500 EUR per måned, så måtte en

støyøkning fra ca 53 L_{den} til ca 55 L_{den} (fra 20 Ke⁴ til 30 Ke) bli kompensert med 2,24 % av inntekt, dvs. 33,60 EUR per måned (ca 400 EUR per år). Videre måtte en støyøkning fra ca 55 L_{den} til ca 58 L_{den} (fra 30 Ke til 40 Ke) bli kompensert med 1,58 % av inntekt, dvs. 23,70 EUR per måned (ca 285 EUR per år). De Wit et al (2006) bygger på disse resultatene og beregner en årlig kompensasjon per dBA per hushold til ca 33 EUR. Carlsson et al (2004) verdsatte endring av flystøy over døgnet og mellom ukedager, med bruk av SP. Flyplassen var Bromma, Stockholm. De fant at betalingsvilligheten var størst for flytrafikkreduksjon på kveldstid (og det var ikke flytrafikk etter kl 22), og videre var det betalingsvillighet for trafikkreduksjon om morgenen. Men, en stor andel av utvalget ønsket ingen endringer.

Bristow et al (2015) gjennomførte en meta-analyse av 258 verdsettingsestimater fra 49 uttalte-preferansestudier (SP) fra 23 land over en 40 års periode. Denne studien omfattet transportstøy fra veg, jernbane og luftfart. Den avhengige variabelen i meta-regresjonsanalysen var verdien i USD-2009 for 1 dBA endring per husstand per år. De modell-estimerte verdier for luftfartsstøyendring var betydelig høyere enn tilsvarende for veg/jernbane, men det var ingen statistisk signifikant forskjell på verdsetting av støyendring fra hhv veg og jernbane. De oppgir følgende meta-regresjonsestimerte verdier for flystøy for hhv Danmark, Storbritannia og Ungarn, der verdsettingsforskjellene primært er styrt av forskjeller i BNP per capita.

Tabell 2.3: Estimerte støyverdsettinger per husholdning per år per dBA - 2009 USD (BNP per innbygger i parentes). Kilde: Bristow et al (2015). Vekslingskursen NOK/USD i 2009 var 6,282. Om vi oppdaterer fra 2009- til 2013-kr med lønnsindeksen, 1,1541, så ville WTP for støyreduksjon i Danmark bli estimert til ca 500 kr for nivåer under 55 dBA, ca 1000 kr for nivåer mellom 55 og 65 dBA, og ca 1900 kr for nivåer over 65 dBA.

Støynivåreferanse	<55 dBA	55-64 dBA	>65 dBA
Danmark (USD 55.992)			
WTP for støyreduksjon	69,19	137,81	262,40
Kompensasjonsaksept for støyøkning	425,33	847,13	1613,01
Storbritannia (USD 35.164)			
WTP for støyreduksjon	43,74	87,11	165,87
Kompensasjonsaksept for støyøkning	268,86	535,49	1019,62
Ungarn (USD 12.867)			
WTP for støyreduksjon	16,23	32,33	61,55
Kompensasjonsaksept for støyøkning	99,77	198,72	378,38

2.4 Verdsetting i hht norsk samvalgsundersøkelse

En kjent norsk verdsettingsstudie av flystøy er Thune-Larsen (1995). Han brukte uttalte-preferansemetoder (SP), både samvalg/valgekspesimenter og betinget verdsetting, for verdsetting av flystøyreduksjon fra Fornebu, våren 1994. Følgende tabeller viser estimatene, både de originale månedsbeløpene i 1994-kr og årlige beløp i 2013-kr basert på bruk av lønnsindeks (2,2552).

⁴ Kosten unit forkortet Ke er en nederlandsk indikator for årlig gjennomsnittlig støynivå

Tabell 2.4: Verdsetting av flystøyendring med utgangspunkt i hhv. samvalganalyse og betinget verdsetting – 1994-kr pr måned pr husholdning for 50 % reduksjon av støynivået. Kilde: Thune-Larsen et al (1995). Med bruk av lønnsindeks fra 1994 til 2013 på 2,2552, ville en altså få f.eks. 205 kr fra samvalg-estimatene med støyreferanse i sone 0.

Støynivåreferanse	sone 0 (50-55 dBA)	sone 1 (55-60 dBA)	sone 2 (60-65 dBA)	sone 3 (>65 dBA)
Samvalg	90,7	126,1	242,7	459,7
Betinget verdsetting	103,9	144,8	207,6	355,3

Tabell 2.5: Verdsetting av flystøyendring med utgangspunkt i hhv. samvalganalyse og betinget verdsetting – 2013-kr pr år pr husholdning for 50 % reduksjon av støynivået. Kilde: Thune-Larsen et al (1995). Estimatene fra tabellen over er multiplisert med 12, og det er brukt lønnsindeks fra 1994 til 2013 på 2,2552.

Støynivåreferanse	sone 0 (50-55 dBA)	sone 1 (55-60 dBA)	sone 2 (60-65 dBA)	sone 3 (>65 dBA)
Samvalg	2455	3413	6568	12441
Betinget verdsetting	2812	3919	5618	9615

Magnussen et al (2010) antok at 50 % reduksjon i flystøy ville tilsvare ca 8 dBA. Det ville gi et samvalg-estimat per dBA lik ca 307 kr i sone 0 og ca 1 555 kr i sone 3.

2.4.1 Veileder for flystøyverdsetting i Norge

I Norge har veg- og jernbaneetatene hatt egne håndbøker for konsekvensanalyser / nyttekostnadsanalyser. Luftfartsverket og senere Avinor har operert med «veiledere» i samfunnsøkonomiske analyser / nytte-kostnadsanalyser (Bråthen et al 1999, 2006). Bråthen et al (2006) gjennomgår det som er veiledende støyverdsetting i luftfart, basert på støyplage i forbindelse med start og landing. De anbefaler verdsettingsmetodikk basert på uttalte-preferansemetoder, framfor avslørte-preferansemetoder av typen eiendomsprismetode (hedonisk prismetode). Videre anbefaler de at verdsettingen knyttes til endringer i ekvivalent støynivå (ekvivalent flystøynivå, EFN, eller L_{den}). For sin anbefalte støyverdsetting tok de utgangspunkt i en verdsettingsstudie av støyplage(endring) ved Fornebu, utført i 1994 (Thune-Larsen et al 1995). I denne uttalte-preferansestudien ble det målt betalingsvillighet for en halvering av flystøynivået, for de som var plaget.⁵

For å kunne knytte verdsettinger til berørt befolkning/boområde, påpekte Bråthen et al (2006) at det måtte utarbeides støybelastningskart for området rundt flyplassen, for situasjonen før og etter evt. tiltak som kunne påvirke støyen. De foreslo en nedre grenseverdi for støybelastningskartet til 50 dBA EFN (eller L_{den}), og bruk av følgende intervaller (s. 102): «Intervall 0 omfatter støynivå 50 til 55 dBA, intervall 1 omfatter støynivå 55 til 60 dBA, intervall 2 omfatter 60 til 65 dBA, og intervall 3 omfatter 65 dBA og over.» Når et tiltak skal iverksettes, enten et spesifikt støyreduksjonstiltak eller et annet tiltak som gir støyendring, så kan en med utgangspunkt i støybelastningskartet, samt befolkningsregister og evt. utviklingsplaner (f.eks. pga boligbygging), beregne netto endring

⁵ Bråthen et al. (2006) påpekte at: «Det planlegges overgang til støyplageindeks (SPI) som standardisert mål for støyplage. Det målet er ennå ikke utviklet godt nok, og vi velger å legge de eksisterende betalingsvillighetsstudier til grunn.»

i totalt antall personer i hver støysone/støyintervall som følge av tiltaket. Følgende tabell viser sammenhengen mellom støyintervall og betalingsvillighet (blant støyplagede).

Tabell 2.6: Prosent sterkt plagede og beregnet månedlig betalingsvillighet (i 2005-kr) per beboer for halvering av opplevd flystøy etter støyintervall. Kilder: Bråthen et al (2006), Thune-Larsen (1995).

Intervall	dBA	Andel sterkt plagede	Bet.villighet i 2005-kr
0	50 – 55	5 %	45
1	55 – 60	10 %	63
2	60 – 65	17 %	122
3	65 +	31 %	231

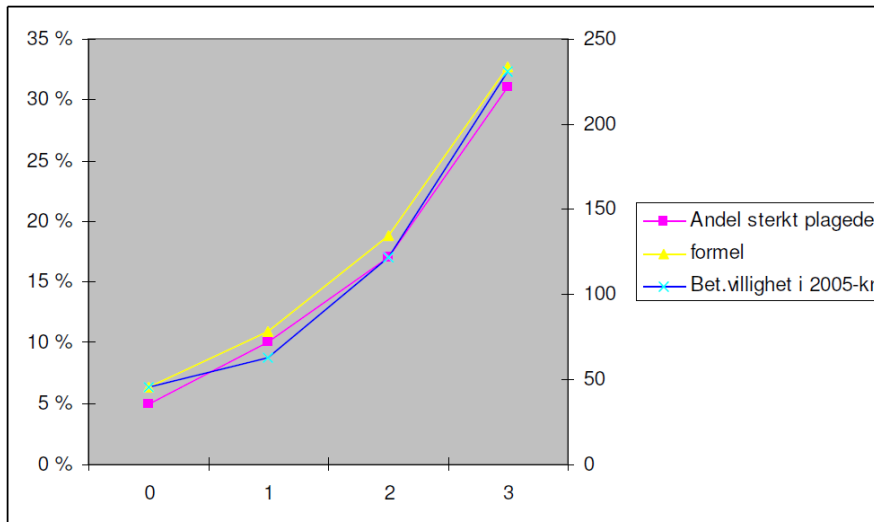
De årlige betalingsvillighetsverdiene blir hhv 540, 756, 1464, og 2772, for støyintervallene 0, 1, 2 og 3. Andelen sterkt plagede øker mhp støyintervall. For en dobling av støyen (10 dBA-økning), indikerer tabellen tilnærmet tredobling av betalingsvilligheten for halvering (fra 45 til 122, og fra 63 til 231). Bråthen et al (2006, s. 103) foreslår følgende betalingsvillighetsformel, med støysone 0 som referanse:

$$\text{Betalingsvillighet} = \text{Kr } 45 \cdot 12 \cdot 3^{((X-52,5)/10)}$$

der X=EFN (eller L_{den}) som for enkelt hets skyld blir satt til midtpunktverdien i støyintervallet, 12 står for antallet måneder, og 52,5 er midtpunktet i støyintervall 0. Denne formelen beregner altså årlig betalingsvillighet for halvering av flystøy for en støyutsatt beboer. For en beboer i støysone 0 er betalingsvilligheten for å halvere flystøyen i følge formelen: $\text{Kr } 45 \cdot 12 \cdot 3^0 = 540$. Tilsvarende, for en beboer i støysone 1, er betalingsvilligheten for å halvere flystøyen i følge formelen: $\text{Kr } 45 \cdot 12 \cdot 3^{((57,5-52,5)/10)} = 45 \cdot 12 \cdot 3^{0,5} \approx 935$. Og, for en beboer i støysone 2, er betalingsvilligheten for å halvere flystøyen i følge formelen: $\text{Kr } 45 \cdot 12 \cdot 3^{((62,5-52,5)/10)} = 45 \cdot 12 \cdot 3^1 = 1620$. Bråthen et al (2006, s. 104) bruker formelen som følger for å estimere andre flystøyreduksjoner enn halveringer, f.eks. for en beboer i støysone 0:

«kr 540 + kr 540/3 = kr 720 for å redusere støyen med 75 % og kr 540/(1-1/3) = kr 810 for å eliminere all flystøy. Tilsvarende regnestykke for sone 1 blir $12 \cdot 45 \cdot 3^{((57,5-52,5)/10)} = \text{kr } 540 \cdot 3^{0,5}$ for å halvere støyen og $\text{kr } 810 \cdot 3^{0,5} = \text{kr } 1403$ for å eliminere den. Forskjellen i betalingsvillighet (for å slippe flystøy) mellom sone 0 og sone 1 blir $\text{kr } 1403 - \text{kr } 810 = \text{kr } 593,-$ ».

Figur 2.3 viser formelberegningens føyning til hhv betalingsvillighetsestimatene og andelen sterkt plagede fra tabellen over:



Figur 2.3: Andel sterkt støyplagede, månedlig betalingsvillighet for halvering og formel for beregning av månedlig betalingsvillighet som funksjon av EFN-nivå. Kilde: Bråthen et al 2006, s. 104.

Bråthen et al (2006, s. 104) gir også en oppskrift på hvordan formelestimatene kan brukes i beregning av støyverdsetting av tiltak:

«Siden formelen innebærer en 3-dobling av betalingsvilligheten ved 10 dBA økning i EFN, blir betalingsvilligheten ganget med $3^{0,5}$ ved 5 dBA endring. Dermed får vi følgende skala ved overgang mellom 2 støysoner med når en legger 5 dBA intervaller til grunn. ”Flyttes” personen over flere støysoner kan beløpene adderes.»

3 Prinsipper for nyttekostnadsvurderinger

3.1 Innledning

I dette avsnittet skisserer vi prinsipper for bruk av nytte-kostnadsanalyse (kost-nytteanalyse) for å vurdere konsekvensene av støytiltak, primært tilknyttet transport / ulike motorkjøretøy, som også kan inkludere militære kjøretøy, fartøy og kampfly.⁶

Mer spesifikt vil vi drøfte:

- Hva er en nytte-kostnadsanalyse (NKA)? Hva er de grunnleggende trinnene i en slik analyse?
- Hvorfor gjennomføre NKA? Er det aktuelt i tilknytning til støy fra transport og/eller militær aktivitet?
- Hva er de grunnleggende reglene for NKA? Hvordan skal NKA gjennomføres og hva bør den inneholde?
- Hva er sammenhengen mellom NKA og andre normative idealer for stillhet/støy i boliger og i samfunnet som sådan, samt idealer for annen samfunnsaktivitet? Er disse idealene kompatible eller ikke?
- Hva er beslutningsreglene basert på NKA? Hvordan bør valg gjøres mellom ulike støyreducerende tiltak som NKA er blitt gjennomført for?
- Hvordan skal støyreducerende virkninger vurderes monetært – per desibel, per vektete/ekvivalente desibel, eller basert på støyplageindeks? Hva finnes av offisielle verdsettinger for støy(plage)endring og hva bygger disse på mht. metodikk og forutsetninger?
- Hva trenger vi å vite for å gjennomføre en NKA av støyreducerende tiltak? Er enkelte tiltakstyper for støyreduksjon «mindre tilgjengelige» for NKA?
- Hva er de viktigste problemene som kan oppstå i en NKA og som kan hindre resultatene blir brukt for tiltaksvalg/policyvalg?
- Kan resultatene av NKA generaliseres på tvers av case og på tvers av landegrenser? Hva kan evt. hentes inn fra verdsettingsstudier og NKA i andre land i Europa eller resten av verden?
- Kan resultatene av en NKA alltid brukes direkte inn i tiltaksvurderinger for støyreduksjon, eller er det andre relevante hensyn å vurdere ved prioritering av støyreducerende tiltak?

⁶ Dette avsnittet bygger delvis på Elvik (2011).

3.2 Hva er nytte-kostnadsanalyse (NKA)?

Ambisjonen med dette avsnittet er ikke å gi en fullstendig innføring i gjennomføring av NKA, men skissere hovedlinjene og diskutere bruken av NKA i mer generelle termer. For en detaljert beskrivelse av NKA vil det bli gitt referanser til relevante lærebøker.

NKA er en formell analyse av de økonomiske virkningene av et tiltak. NKA brukes privatøkonomisk/bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk, og det er den samfunnsøkonomiske NKA som vi fokuserer på her. I samfunnsøkonomisk NKA (som i internasjonal litteratur også betegnes som «sosial NKA»), så vil en i prinsippet ta hensyn til alle samfunnsmedlemmer, og en vil inkludere effekter på det som ikke nødvendigvis har noen kjent pris, eller monetær verdi, som støyendring i et boområde. Generelt er NKA designet for å vurdere om fordelene av tiltakseffektene (primært målt i kroner) er større enn ulempene (tiltakskostnadene). Tiltakseffektene kan i prinsippet være både positive og negative, men negative tiltakseffekter («negativ nytte», som ofte blir betegnet som «kostnad») bør likevel holdes på nyttesiden i NKA, slik at kostnadene avgrenses til tiltakskostnadene – hva det koster å få tiltaket gjennomført.

For tiltak som skal redusere effekter av kampflystøy, så ville kostnaden kunne være knyttet til det å gjennomføre en fasadeisolering; den positive nytteeffekten ville være redusert støy innendørs ved overflyging av kampfly,⁷ mens en kunne tenke seg kortsiktige negative nytteeffekter pga arbeidene i boligen (midlertidig utilgjengelig og/eller begrenset operativ) og evt. langsiktige negative nytteeffekter pga dårligere ventilasjon. I NKA ville en da summere støyendringseffekten i kroner, ventilasjonseffekten i kroner og «boligoppussingsbesværseffekten» i kroner på nyttesiden, og så vurdere denne nyttesummen opp mot den totale tiltakskostnaden. NKA er en type effektivitetsvurdering – der et grunnleggende formål er å identifisere hvordan en skal bruke samfunnets knappe ressurser (arbeidskraft, materialer, osv.) for å oppnå størst mulige fordeler av disse.

NKA innen samfunnsøkonomisk analyse er basert på det som kalles «velferdsøkonomi», der alle samfunnsmedlemmer teller og der «velferden» er basert på et felles monetært mål – kroner. Det er mange lærebøker om NKA, og vi kan her vise til følgende: Boardman et al 2011, Pearce et al 2006, Hanley & Spash 1993, Layard & Glaister 1994, Mishan 1988, Adler & Posner 2001, Sen 2000.

⁷ Når støy medfører en plage som folk er villige til å betale for å få redusert, så vil støyreducerende tiltak ha positiv nytteeffekt i kroner. Betalingsvillighet for redusert plage tilknyttet støy kan spores i boligmarkedet, om en sammenholder salgspriser for et stort antall boliger i en hedonisk prisregresjonsmodell. Støyplage kan også lede til sykdom, både kortvarig og (i alvorlige tilfeller) langvarig, og evt. for tidlig død. Med dette kan plagekostnadene «spores» i tapt arbeidstid og i helseutgifter til støyrelaterte sykdommer. Men også plage som ikke leder til sykdom utgjør et velferdstap i økonomiske termer (se f.eks. Bendtsen et al. 2015, s. 9-10).

De viktigste trinnene i en NKA er som følger

1. Skissere/spesifisere tiltak som skal bidra til å redusere et visst sosialt problem (for eksempel støy pga transport, pga industri-/energiproduksjon, pga arenaer for idrett eller annen sosial aktivitet, eller pga militær aktivitet).
2. Evt. skissere/spesifisere alternative politikvalg for bruk av ulike tiltakstyper.
3. Spesifisere et referansescenario (nullalternativ).
4. Beregne kostnadene for gjennomføring av hvert alternative tiltak (tiltakskostnadene for hvert alternativ). Dette utgjør kostnadssiden i NKA.
5. Identifisere relevante virkninger (effekter) av hvert tiltak. Det vil vanligvis være flere effekter (positive og/eller negative) i tillegg til de effektene man spesielt søker å oppnå med tiltaket.
6. Kvantifisere virkningene (effektene) av hvert alternative tiltak i "naturlige" enheter (fysiske termer).
7. Konvertere de fysiske målene på effektene til kroner, med bruk av tilgjengelige («offisielle») enhetskostnader (i den grad disse finnes). Om verdsetting i kroner ikke er direkte tilgjengelig, så må en vurdere verdioverføring fra evt. gjennomførte verdsettingsstudier av tilsvarende effekter/endringer. Tiltakseffektene (positive og/eller negative) målt i kroner utgjør nyttesiden i NKA.
8. Sammenlikne nytte og kostnader for hvert tiltaksalternativ. Identifisere alternativer der den samlede nytten (i kroner) er større enn tiltakskostnadene.
9. Gjennomføre en sensitivitetsanalyse (eller annen formell vurdering av usikkerheten) av estimert nytte og kostnader.
10. Anbefale (de mest robuste) kostnadseffektive tiltak (dvs. de som har positiv nettonytte og som er robuste mht. endrede forutsetninger / sensitivitetsanalyse).

NKA blir vanligvis brukt til å finne (samfunns)økonomisk effektive løsninger på spesifikke utbygginger, «skjerminger» eller andre samfunnstiltak som ikke (så lett) løses av markedsmekanismen.

3.3 Hvor brukes Nytte-kostnadsanalyser?

Typiske kjennetegn ved slike samfunnstiltak som NKA benyttes for inkluderer (Elvik 2001):

1. Det er gjerne snakk om offentlige investeringer. Prosjekter er ofte finansiert gjennom skattemidler, men kan også være helt eller delvis brukerfinansiert (eks. bompenger).
2. Det er ofte flere (underliggende) politiske målsettinger knyttet til investeringen (som f.eks. framkommelighet/øvelsesområde, sikkerhet, stillhet, andre miljøforhold), og ofte er målsettingene delvis motstridende mht. tiltakene (f.eks. at et nytt øvelsesområde gir redusert stillhet og evt. andre miljøeffekter). Når en har flere alternative tiltak, inkludert et «nullalternativ», så vil evt. motstridende målsettinger bli avveid i en NKA.
3. I slike offentlige investeringer vil gjerne ett eller flere målsettinger være knyttet til et ikke-markedsgode / fellesgode, som lavere støy, bedre framkommelighet, militært øvelsesområde, renere miljø, eller annet.
4. Det forutsettes implisitt at en (samfunnsøkonomisk) effektiv bruk av offentlige midler er ønskelig, også pga at ressurser er knappe og at en kan tenke seg mange alternative anvendelser av disse ressursene.

3.4 De grunnleggende prinsippene for nyttekostnadsanalyse (NKA)

Hovedprinsipper for NKA er:

1. Forbrukersuverenitet
2. Verdsetting av goder/tjenester skal baseres på betalingsvillighet
3. Pareto-optimalitet er kriterium for velferdsmaksimering i samfunnet
4. Nøytralitet i forhold til inntektsfordelingen

3.4.1 Forbrukersuverenitet

Forbrukersuverenitet er prinsippet om at de valgene folk foretar med hensyn til hvordan de bruker sine inntekter i utgangspunktet er akseptert som uttrykk for «de, for dem, beste valg». Folks valg blir behandlet som «data», uten videre moralisering eller vurderinger om «god eller dårlig smak».

Flere offentlige prosjekter og investeringer vil likevel tilsynelatende bygge på at folk ikke foretar «de, for dem, beste valg», f.eks. offentlige kampanjer mot alkohol/tobakk, osv. I noen grad kan offentlige prosjekter/politikker bli gjennomført med utgangspunkt i at noen individuelle valg kan påføre andre kostnader – kostnader som disse individene gjennom sine valg bidrar til å dekke fullt ut. Men innføring av avgifter på alkohol/tobakk eller på bruk av fossilt brensel, osv., bryter ikke med forbrukersuverenitetsprinsippet – det er altså snakk om kostnadsdekning – at vi som individer skal dekke alle kostnader ved vårt forbruk. Når vi likevel kjøper avgiftsbelagt alkohol eller avgiftsbelagt bensin, så forblir det regnet som «de, for oss, beste valg». De nevnte avgifter er en type «tolerante institusjoner», som bygger på at forbruket/aktiviteten har en grunnleggende positiv side (verdsatt av forbrukerne) selv om avgifter pålegges slik at forbrukeren betaler de kostnadene han/hun påfører andre.

Men, samfunn har også «absolutte institusjoner» som setter forbrukersuverenitetsprinsippet til side – visse forbruk/aktiviteter er regnet som lovbrudd og (gitt at dette oppdages) kan medføre straff, f.eks. brudd på fartsgrenser eller forbruk av visse typer droger (Roberts 1973, Trumbull 1990). Når det gjelder støy, så finnes det en rekke med lover og forskrifter som skal regulere støy (se oversikt her: <http://www.stoyforeningen.no/Fakta/Lover-og-forskrifter>). Offentlige og private institusjoner kan bli stilt ovenfor absolutte institusjoner – at det er innebygde støykrav i diverse utbygginger og aktiviteter.

I reguleringsplanen er det lagt opp til at bygningene som ligger i rød sone tilbys innløsning – og er ikke underlagt en nyttekostnadsvurdering.

3.4.2 Verdsetting basert på betalingsvillighet

Verdsetting basert på betalingsvillighet er et uttrykk for hvordan folk vurderer viktigheten av et gode opp mot et annet. I velfungerende markeder vil den marginale betalingsvilligheten kunne måles gjennom prisene, men for et gode som «stillhet» («lav støy») så finnes naturlig nok ikke slike markeder. Likevel kan en anslå faktisk verdsetting av støy indirekte via boligmarkedet, ved å sammenlikne salgsprisene til et stort antall boliger som også er ulike mht støynivåer. En begrensning ved boligprismetoden er at boligkjøper ikke kan være fullt ut informert om støysituasjonen (alle støykildene) for boligen, men likevel er det funnet relativt klare sammenhenger mellom flystøynivå og boligverdi (Nelson 2004). En annen metode for verdsetting av støyendring er å basere seg på

spørreundersøkelser med hypotetiske støyendringsscenario, hvorvidt det gjelder opphold i bolig eller andre steder/situasjoner (Bristow et al 2015).

3.4.3 Paretokriteriet

Potensiell Pareto-forbedring er et tredje prinsipp, eller kriterium, for NKA. Et tiltak er Pareto-forbedrende hvis det bedrer velferden til minst én person uten å redusere velferden til en annen person. For mange (kanskje de fleste) tiltak (prosjekter/investeringer) vil det være både personer som får økt sin velferd (har høyere betalingsvillighet for tiltaket enn den andelen av tiltakskostnaden de blir belastet med) og personer som får redusert sin velferd (har lavere betalingsvillighet for tiltaket enn den andelen av tiltakskostnaden de blir belastet med). En potensiell Pareto-forbedring vil bety at «vinnerne» (potensielt) ville kunne kompensere «taperne», at skilnaden mellom «vinnernes» betalingsvillighet og tiltakskostnad i sum er større enn skilnaden mellom «tapernes» betalingsvillighet og tiltakskostnad. Dette er oppfylt hvis den samlede nytten (alle positive og negative nytteeffekter) er større enn den samlede tiltakskostnaden.

3.4.4 Nøytralitet mhp inntektsfordeling

Et fjerde prinsipp for NKA er nøytralitet med hensyn til fordelingen av nytte og (tiltaks)kostnader blant grupper av befolkningen, når tiltak med høyere nytte enn (tiltaks)kostnader gjennomføres. Normalt vil NKA-beregningsresultater altså ikke influeres av hvordan tiltaket påvirker ressursfordelingen (inntektsfordelingen) i samfunnet.

3.5 Beslutningsregler i nytte-kostnadsanalyse (NKA)

Vi kan med det som er nevnt så langt oppsummere beslutningsreglene for NKA. Hovedresultatet fra NKA er monetære estimater av nytte og (tiltaks)kostnader, som gir nettonytteestimat (nytte minus kostnad) og nytte-kostnadsbrøk (nytte dividert med kostnad). Et tiltak er kostnadseffektivt hvis nytten er større enn kostnaden, som impliserer positiv nettonytte og nytte-kostnadsbrøk større enn 1. (Vi benytter altså termen «kostnad» til kostnadene for å gjennomføre prosjektet, tiltakskostnaden, mens evt. negative effekter av tiltaket benevnes som «negativ nytte», så det er teoretisk mulig å oppnå en samlet nytte som er negativ). Hovedbeslutningsregelen er å prioritere tiltak som gir høyest nettonytte. Siden nytteeffekter og tiltakskostnader kan komme til ulike tidspunkter, så brukes det en diskonteringsfaktor (kalkulasjonsrente) på framtidig nytte og framtidig kostnad. Med tiltak som har kostnader og/eller nytteeffekter over flere år vil en dermed beregne (den diskonterte) nåverdien av nytten og kostnadene (og nytten minus kostnadene).

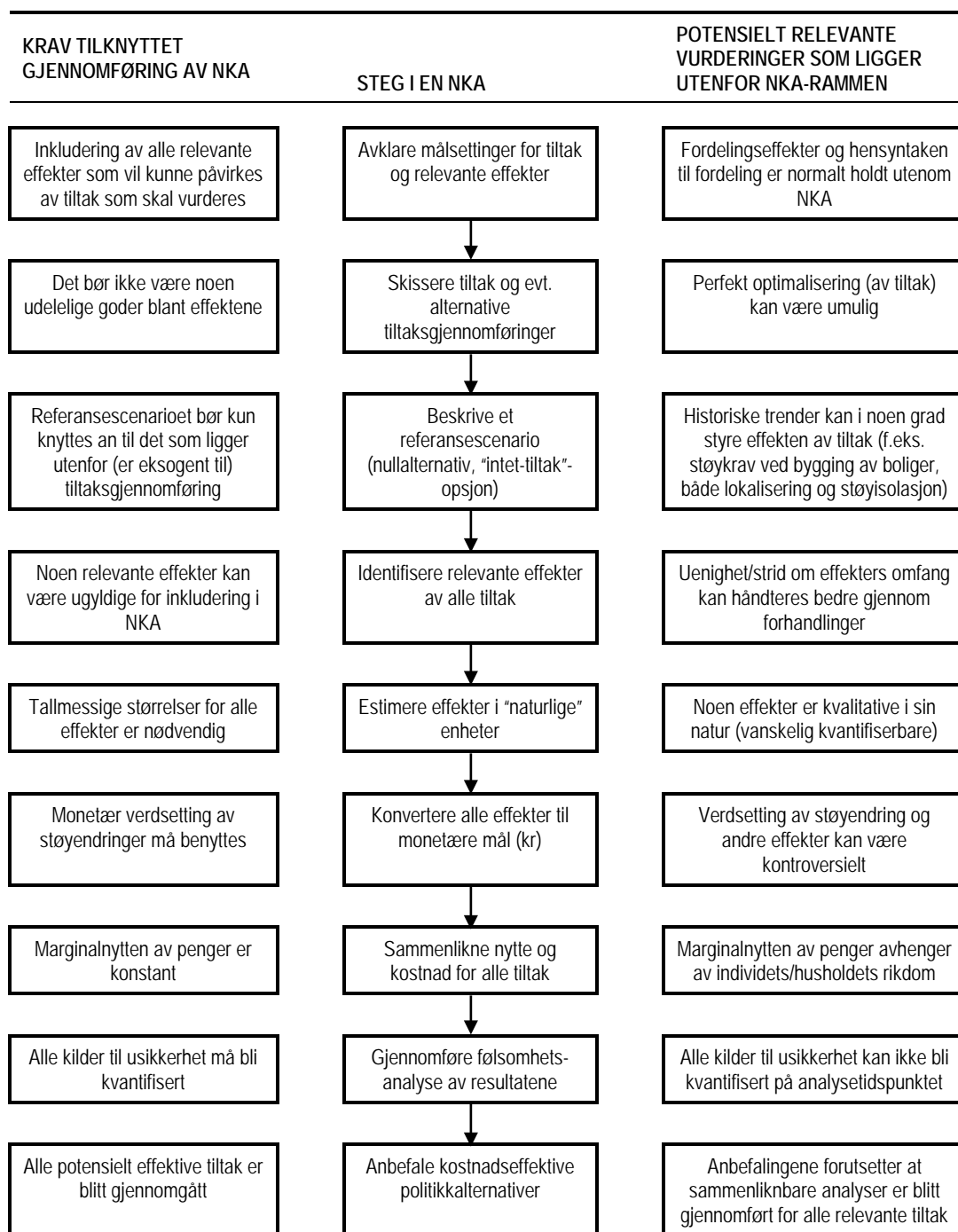
For at tiltak (prosjekter/investeringer) skal være relevante for å bli vurdert med NKA, så bør følgende kriterier være oppfylt:

1. En bør kunne estimere de (relevante) fysiske effektene av tiltaket, f.eks. hvor mye det døgnequivivalente støymålet endres og/eller hvordan støytoppene endres, osv. (der «relevante» sikter til effekter som påvirker velferden, dvs. det som folk har betalingsvillighet for å få endret.)
2. Monetær verdivurdering bør være tilgjengelig for alle effekter/konsekvenser av tiltaket. (Om noen effekter forblir ikke-prissatte, så kan de likevel tas hensyn til i en konsekvensanalyse som omfatter NKA av prissatte effekter, se f.eks. Statens vegvesen 2014).

3. Det bør være mulig å beskrive gjennomføringen av tiltaket i numerisk form, f.eks. antall boliger som skal støyisoleres, og hvor mange arbeidstimer som trengs per bolig (og evt. materialbruk per bolig).
4. Kostnadene for de ulike elementene av tiltaket bør være kjent – og om en har numerisk informasjon og kronebeløp for de elementene som inngår i gjennomføringen av tiltaket, så kan man estimere både totale tiltakskostnader og marginalkostnader (her f.eks. tiltakskostnaden per bolig). Det bør også være kjent hvilken betalingsmekanisme for tiltaksgjennomføring det legges opp til, og hvem som vil ta del i betalingen for tiltaksgjennomføringen. En viktig grunn til dette er at private – og offentlige betalingsmekanismer (i sistnevnte tilfelle, direkte skatteinnkreving eller innføring/økning av avgifter) ikke håndteres likt i NKA (og for finansiering via skatteinnkreving legges det på en ekstrakostnad i tiltakskostnaden i NKA som skal reflektere effektivitetstap, per i dag satt til 20 %, se f.eks. NOU 2012).

Det er ikke alltid de ovenfor nevnte kriteriene for å gjennomføre NKA er oppfylt. Man har ikke alltid full oversikt over effektene (hvorvidt en mangler kunnskap om framtidig utvikling av referansebanen/nullalternativet, eller at en ikke kan estimere tiltakseffektene uten betydelig usikkerhet. Videre kan det være vanskelig å verdsette alle effektene i kroner. For noen tiltak kan det også eksistere lovreguleringer som f.eks. gir en gruppe individer en slags rettighet til å få spesifikke tiltak gjennomført.

Figur 3.1 oppsummerer trinnene i NKA og de viktigste forutsetningene som må være oppfylt for å kunne utføre slike analyser. Forholdet mellom NKA og andre normative prinsipper for støypolitikk berøres også.



Figur 3.1. Trinnene i NKA og spesifikke krav som stilles.

3.6 Realverdistigning for miljø og helsegoder

NOU (2012) om samfunnsøkonomiske analyser anbefalte realprisjustering med BNP-vekst: «Avledede kalkulasjonspriser slik som de etablerte kalkulasjonsprisene på støy og en del typer lokal luftforurensning, bygger på verdsetting av helse- og dødelighetsendringer, kombinert med kunnskap om dose-responsammenhenger mellom utslipp, konsentrasjonsnivåer og helseeffekter. På grunnlag av drøftingen om verdien av statistiske liv, anbefales det at også slike kalkulasjonspriser realprisindekteres med veksten i BNP per

innbygger. Dersom forholdet mellom miljøtilstand og helsevirkning (dose-respons sammenhenger) er ventet å endre seg over tid, bør det også justeres for en slik utvikling.» NOU (2012, s. 53-54). Når man lager en NKA for et framtidig prosjekthorisont, vil BNP-veksten være én av flere usikre input, og det vil neppe ligge til grunn noen allment kjent og allment akseptert framtidig vekstprosentestimat. Når man leter i framtidsanalyser fra diverse internasjonale organisasjoner (f.eks. IMF og OECD), så kan det se ut som om anslaget for Norge ligger på mellom ca 1 % og ca 2 % i de neste 20-40 år fram i tid.

3.7 Håndtering av merverdiavgift

Vanligvis håndteres moms som en overføring. Staten gir med den ene hånden og tar med den andre. Følgelig skal en se bort fra momsen når det gjelder tiltakskostnadene.

Imidlertid gjelder spesielt at nyttesiden her er beregnet ut fra en betalingsvillighetsstudie hvor betalingsvilligheten er oppgitt som det en person kunne tenke seg å betale i stedet for alternativt å bruke pengene på et markedsgode – og hvor det ville ha blitt påregnet moms. Dette tilsier at en også regner tiltakskostnadene med moms. Se diskusjon i Olsen (2009). At merverdiavgiften bør håndteres symmetrisk framgår også av en redegjørelse av nyttekostnadsmetodikken utviklet av det engelske transportdepartementet (DoT 2014):

When a person says that she would be willing to pay up to (say) £1 to save one extra hour of travelling time, she is saying that, in order to save that hour, she would be willing to forgo consumption goods which are worth £1 at market prices. The same information could equally well be expressed by saying that she would be willing to forgo consumption goods which are worth £1/(1 + t) at factor cost. It is simply an accounting convention of stated-preference surveys (when addressed to private individuals or households) that answers are expressed in the market price unit of account.

Det kan argumenteres for å bruke markedsprisene også ut fra andre resonnement (Bech et al 2006). Uansett bør det redegjøres for hvilket prinsipp en ønsker å følge.

4 Skadefunksjoner og forslag til kostnadsfunksjoner

4.1 Verdsettingene spriker

Når en vurderer eksponeringeffekt sammenhenger har det betydning om en observerer en statisk situasjon der det har skjedd en tilpasning til støykilden over tide, eller om plageendringer i bolig skjer som en funksjon av støyendringer (Brown & van Kamp 2009). Vi må også skille mellom tiltak som endrer både ute og innesituasjon, eller om endringen kommer etter isolasjonstiltak som kun endrer situasjonen inne

Ettersom flystøyen brer seg utover et helt område vil nærmeste nabolag også være berørt. Flystøyen er mindre «lokal» enn vegtrafikkstøy. Ved belastning fra vegtrafikken kan det ofte være bakgårder, stille sider, og områder i nabolaget som er stillere enn ved bolig (Klaeboe 2007).

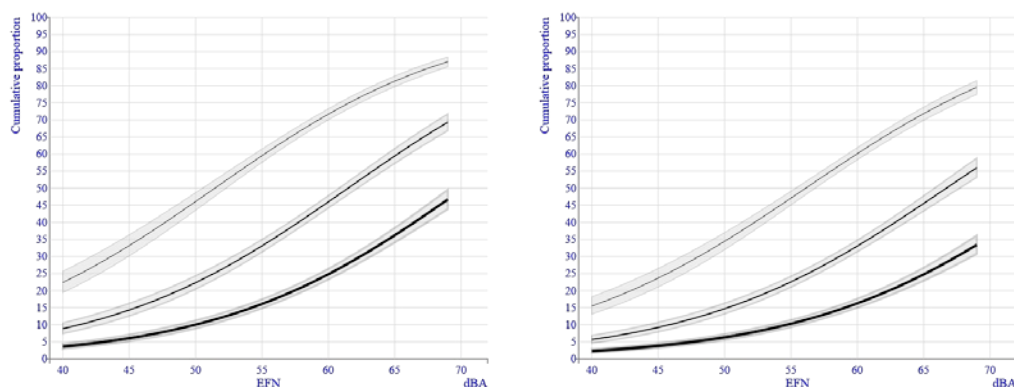
Som det framgår av litteraturgjennomgangen spriker verdsettingene av flystøyreduksjoner relativt mye. Dette skyldes ikke bare forskjeller i faktisk flystøybelastning, kontekstuelle forhold og egenskaper ved befolkningene som blir berørt, men også metodiske svakheter som hefter ved både studier av boligpriser og samvalgsundersøkelser. Vi kommer ikke utenom å måtte foreta valg.

Vi velger her å legge til grunn støykostnadsanslagene i en samfunnsøkonomisk analyse av Bodø Lufthavn (Thune-Larsen 2016). Der er støykostnadene estimert med utgangspunkt i en betalingsvillighetsstudie foretatt i 1994 ved Fornebu lufthavn (Thune-Larsen 1995) og hvor man fant en stigende betalingsvillighet med flystøynivå.

Her er det imidlertid ikke regnet inne helseeffekter og betalingsvilligheten gjelder støy generelt og ikke en reduksjon av innestøynivået. Vi ser derfor spesielt på nordiske studier som kan gi innspill til et anslag på helsekostnader og hvor stor del av støygevinstene kommer på grunn av reduserte støynivåer i bolig.

4.2 Andelen sterkt plaget i bolig (Fornebu 1989/90)

Flystøyundersøkelsen ved Fornebu ble gjennomført i 1989/90, med noe mer støyende flytyper enn de som benyttes i dag. Det var nattrestriksjoner og det kan derfor være interessant å vurdere forholdet mellom støyplagen utenfor og i bolig, samt hvilke ulemper som ble rapportert.



Figur 4.1 Personer som er sterkt, en del, litt og ikke plaget av flystøy hhv utenfor (venstre panel) og i bolig / høyre panel. Reanalyser Fornebu 1989/90.

Dersom vi regner at en omtrentlig forskjell på utendørs- og innendørsnivåer er 25 dBA vil et utendørs nivå på EFN 60 dBA tilsvare et nivå på ca. 35 dBA. Vi er følgelig interessert i både plagenivået ved 60 dBA og endringen vi får fra EFN 60 til 55 dBA. Personer som er sterkt plaget reduseres fra 25 % til 17 % poeng. Det gir en prosentvis reduksjon på 30%, se figur 4.1.

Støyplagen i bolig er angitt til ca. 17 % ved 60 dBA og reduseres til 10 % ved 55 dBA eller ca. 40 % reduksjon når flystøyen reduseres med 5 dBA.

4.3 Statens vegvesen - verdsetting av støy og støyplage.

Statens vegvesen angir en verdi per sterkt støyplaget person i hht beregninger i VSTØY eller alternativt, en årlig verdi per person per dBA. Denne er i 2013 NOK 338 eller i 2016 kroner: NOK 364 per person per dBA og år. Flystøy oppfattes ofte som mer plagsomt enn vegtrafikkstøy og gis ofte en malus på 3 dBA (dvs at et flystøynivå på 60 dBA høres som vegtrafikkstøy som ligger 3 dBA høyere (63 dBA) – Vi fokuserer imidlertid her på endringer hvor det er stigningskoeffisientene som har betydning. Verdien utenfor og i bolig av en reduksjon fra 60 til 55 dBA er da ca. NOK 1820 per person per år.

4.4 Svenske Trafikverket - verdsetting av plage og helseeffekter

Trafikverket angir verdier for bullerstørninger (støyplager/forstyrrelser) og for helseeffekter, og skiller også mellom verdsettingen i og utenfor bolig (ASEK 2016). Svenske vegmyndigheter legger således til grunn at gevinsten av en støyendring fordeler seg 50%/50%. Beregningene legger til grunn en noe høyere forskjell mellom ute- og inneverdier med en gjennomsnittlig støyisolasjon på 27 dBA og ikke 25 dBA. Helseeffektene ved 60 dBA utgjør ca. 5 % av den støyverdsettingen. Vi finner fra tabell 4.1 at en verdsetting av en støyreduksjon fra 60 dBA til 55dBA på ca. NOK 7 600 og en helsegevinst på NOK 700 (SEK 2014 verdier).

Tabell 4.1 Verdsetting av støy per person og år 2014 verdier.

Bullernivå utomhus	Kostnad for størnings-effekter, 2014	Kostnad for helseeffekter, 2014	Total kostnad., kr per person och år, 2014	Total kostnad, kr per person och år, prognos för 2040
50	155	0	155	228
51	483	0	483	710
52	985	0	985	1 448
53	1 660	0	1 660	2 440
54	2 508	0	2 508	3 687
55	3 529	0	3 529	5 188
56	4 723	0	4 723	6 943
57	6 091	0	6 091	8 954
58	7 632	68	7 700	11 319
59	9 346	123	9 469	13 919
60	11 233	205	11 439	16 815
61	13 294	301	13 595	19 985
62	15 528	424	15 952	23 449
63	17 935	574	18 509	27 208
64	20 515	739	21 254	31 243
65	23 268	916	24 185	35 552
66	26 195	1122	27 317	40 156
67	29 295	1354	30 649	45 054
68	32 568	1 614	34 182	50 248
69	36 014	1 891	37 905	55 720
70	39 634	2 211	41 845	61 512
71	43 427	2 546	45 972	67 579
72	47 393	2 907	50 300	73 941
73	51 532	3 296	54 828	80 597
74	55 844	3 713	59 557	87 549
75	60 330	4 170	64 500	94 815

Svenske og norske kroner har omtrent samme verdi i mai 2016. Verdiene må oppdateres med ca. 6 % for å få 2016 verdier.

4.5 Danske vegmyndigheter - verdsetting av plager i bolig og helseeffekter

Danske vegmyndigheter vedsetter både støyplager (støy) og helsekonsekvenser per sterkt støyplaget person (Larsen & Bendtsen 2005). Helseplagene er summarisk satt til 50 % av verdien av støyplagene, og ligger således betydelig over verdsettingene fra svenske og engelske myndigheter. Det regnes med en gjennomsnittlig forskjell mellom ute og innenivåer på 25 dBA.

Innesituasjonen teller 60%. Formelen for støyplage er som følger:

$$\text{Annoyance factor} = .01 * 4.22^{.1(L_{\text{Aeq}} - K)}$$

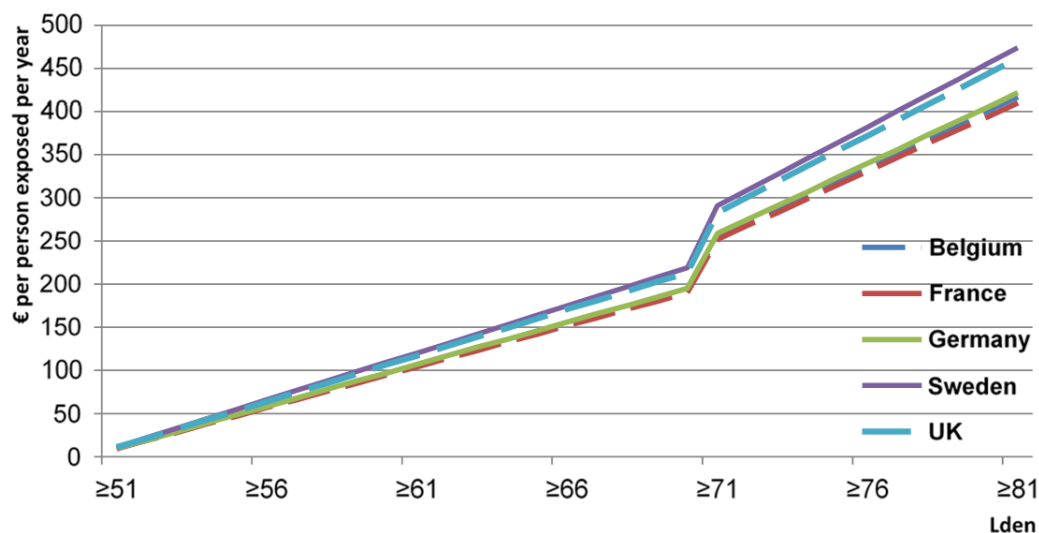
Hvor L er L_{Aeq} -verdier over 30 dBA og $K=21$.

Tabell 4.2 Verdsetting av veitrafikkstøyendring i bolig. Danske vegmyndigheter NOK 2016 verdier.

	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
	990	1 143	1 320	1 525	1 761	2 033	2 348	2 712	3 132	3 617	4 177	4 824	5 571	6 434	7 430	8 580	
30	792	198	351	528	733	969	1 241	1 556	1 920	2 340	2 825	3 385	4 032	4 779	5 642	6 638	7 789
31	914	75	229	406	610	846	1 119	1 434	1 797	2 217	2 702	3 262	3 909	4 656	5 519	6 515	7 666
32	1 056	-66	87	264	468	705	977	1 292	1 656	2 076	2 561	3 121	3 768	4 515	5 377	6 374	7 524
33	1 220	-230	-77	100	305	541	814	1 129	1 492	1 912	2 397	2 957	3 604	4 351	5 214	6 210	7 361
34	1 409	-419	-265	-88	116	352	625	940	1 303	1 723	2 208	2 768	3 415	4 162	5 025	6 021	7 172
35	1 627	-637	-484	-307	-102	134	407	722	1 085	1 505	1 990	2 550	3 197	3 944	4 807	5 803	6 954
36	1 879	-889	-735	-558	-354	-118	155	470	833	1 253	1 738	2 298	2 945	3 692	4 555	5 551	6 702
37	2 169	-1 180	-1 026	-849	-645	-409	-136	179	542	962	1 447	2 007	2 654	3 401	4 264	5 260	6 411
38	2 505	-1 516	-1 362	-1 185	-981	-745	-472	-157	206	626	1 111	1 671	2 318	3 065	3 928	4 924	6 075
39	2 893	-1 904	-1 750	-1 573	-1 369	-1 133	-860	-545	-182	238	723	1 283	1 930	2 677	3 540	4 536	5 687
40	3 342	-2 352	-2 198	-2 021	-1 817	-1 581	-1 308	-993	-630	-210	275	835	1 482	2 229	3 092	4 088	5 239
41	3 859	-2 869	-2 716	-2 539	-2 334	-2 098	-1 826	-1 511	-1 147	-727	-242	318	965	1 712	2 575	3 571	4 721
42	4 457	-3 467	-3 314	-3 137	-2 932	-2 696	-2 423	-2 108	-1 745	-1 325	-840	-280	367	1 114	1 977	2 973	4 124
43	5 147	-4 157	-4 004	-3 827	-3 622	-3 386	-3 114	-2 799	-2 435	-2 015	-1 530	-970	-323	424	1 287	2 283	3 434
44	5 944	-4 954	-4 801	-4 624	-4 419	-4 183	-3 911	-3 596	-3 232	-2 812	-2 327	-1 767	-1 120	-373	490	1 486	2 637
45	6 864	-5 875	-5 721	-5 544	-5 340	-5 104	-4 831	-4 516	-4 153	-3 733	-3 248	-2 687	-2 041	-1 294	-431	565	1 716

4.6 Heatco 2002

Det ble i forbindelse med et forskningsprogram på samfunnsøkonomiske analyser innenfor EU gjennomført en verdsetting av skaden forårsaket av vegtrafikkstøy mhp sterkt støyplagede og helse. En forenklet lineærfunksjon angir verdien av en reduksjon i antall sterkt støyplagede for en vegtrafikkstøyreduksjon på 1 dBA. For å ta hensyn til helseeffektene har lineærfunksjonen et tillegg ved 70 dBA og sammenhengen er også gitt en skarpere helningskoeffisient over 70 dBA.

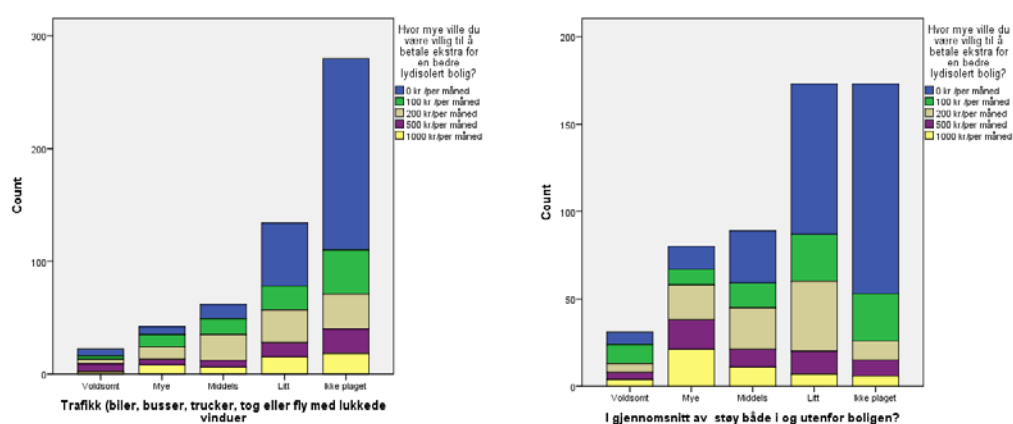


Figur 4.2 Skadefunksjonen som ble bruket i HEATCO prosjektet.

Verdsettingen av støyreduksjoner er relativt lav ca. €20 per husholdning. Per person ca. €10,10 i 2002. Dersom vi regner ca. €14 i 2016 samt en konvertering Euro til NOK på 9,25 tilser dette en verdi på NOK 130 per person per dBA.

I dokumentasjonen fra HEATCO forutsettes det at personer som ikke selv er plaget har en verdsetting av støyreduksjoner på NOK 0 og at verdsettingene i hht figur 4.2 skal ganges med andelen personer som er plaget. Dette vil gi en ytterligere reduksjon i den allerede lave verdsettingen spesielt ved lav støyeksposering.

Det er heller ikke uten videre sikkert at personer som selv ikke er støyplaget har en verdsetting på 0. I en nylig gjennomført undersøkelse av hvor fornøyd beboere var med lydisolasjonen ble det også stilt et enkelt spørsmål om betalingsvillighet (Høsøien et al 2016). Vi har satt opp en enkel tabell som viser betalingsvilligheten som en funksjon av om personen selv er plaget av støy, se figur 4.3. I motsetning til antakelsen om at verdsettingen er 0, finner vi at også personer som ikke selv er plaget verdsetter en støyreduksjon. Det kan være flere forklaringer til dette, ikke minst at respondenter ikke bare tar hensyn til seg selv, men også tar hensyn til andre familiemedlemmer, mulige problemer framtidig trafikkvekst kan medføre eller endring mhp egen sårbarhet, besøkende, salgsverdi mv.



Figur 4.3 Beboeres betalingsvillighet for bedre lydisolert bolig etter grad av plage i bolig fra hhv trafikk-kilder (venstre panel) og fra alle støykilder (høyre panel).

4.7 Anbefalt verdsetting av flystøyreduksjon i bolig

Vi tar utgangspunkt i (Bråthen 2006) som igjen bygger på Thune-Larsen (Thune-Larsen 1995). Med utgangspunkt i at betalingsvilligheten øker med tre ganger når støynivået øker med 10 dBA beregner Bråthen et. al (2006) betalingsvilligheten for en halvering av flystøyen som en funksjon av $3^{(L_{den} - 47,5)/10}$.

Det er imidlertid mulig å finne verdien av en ytterligere 50 % reduksjon av flystøyen og bruke at

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_i \frac{1}{2^i} \right) = 1$$

For å finne verdien av en flystøyreduksjon må en trekke verdsettingen ved det lavere nivået fra verdsettingen gitt utgangsnivået. Se gjennomgangen i kapittel 3 og (Bråthen 2006) for en nærmere beskrivelse av metodikken.

Fra betalingsvillighetsstudier kjenner man til at betalingsvilligheten stiger med hvor god økonomi respondentene har. Fra Fornebu-undersøkelsen vet vi at spesielt husholdningsinntekten økte med flystøynivået (Kolbenstvedt 1990; Thune-Larsen 1995). Det forelå ikke opplysninger om formue, men en kan anta at også denne økte med nærhet til Fornebu.

Ettersom husholdningsinntekten økte med flystøynivået vil noe av den økende betalingsvilligheten med flystøynivået reflektere lokale sosioøkonomiske forhold. Vi har ikke korrigert for dette.

Det er ikke regnet med helsekostnader i den samfunnsøkonomiske analysen. Vi har derfor lagt inn et påslag på 10 %. Det kan være noe for høyt anslått ettersom de viktigste helsekonsekvensene er knyttet til søvnforstyrrelser som med begrenset nattrafikk ikke skulle være et like stort problem som mhp veg og bane der det går trailere og gods på natt. Avhengig av når flytrafikken starter opp kan det være noe forkorting av søvnperioden i form av tidligere oppvåkning. Det kan også oppstå hvileforstyrrelser.

Vi har prisjustert fra 2005-verdier (Bråthen 2006) til 2016-verdier og satt verdien av endringen i tabell 4.1.

Tabell 4.3 Prisindeksjustertverdi i bolig av en flystøyendring utenfor bolig per år 2016 kroner. Aktuelt område skravert med grønt.

TIL	FRA->	40.0	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0	49.0	50.0	51.0	52.0	53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0
40.0	244	-	-28	-60	-95	-135	-179	-228	-283	-344	-412	-489	-574	-669	-775	-893	-1025	-1173	-1337	-1521	-1726	-1954	-2210	-2495	-2813	-3168	-3564
41.0	272	28	-	-32	-67	-106	-150	-200	-254	-316	-384	-460	-545	-640	-746	-865	-997	-1144	-1309	-1492	-1697	-1926	-2181	-2466	-2784	-3139	-3536
42.0	304	60	32	-	-35	-75	-119	-168	-223	-284	-352	-429	-514	-609	-715	-833	-965	-1112	-1277	-1461	-1666	-1894	-2150	-2435	-2753	-3108	-3504
43.0	340	95	67	35	-	-39	-83	-133	-187	-249	-317	-393	-478	-573	-679	-798	-930	-1077	-1242	-1425	-1630	-1859	-2114	-2399	-2717	-3072	-3469
44.0	376	135	106	75	39	-	-44	-93	-148	-209	-278	-354	-439	-534	-640	-758	-890	-1038	-1202	-1386	-1591	-1820	-2075	-2360	-2678	-3033	-3429
45.0	425	179	150	119	83	44	-	-49	-104	-165	-234	-310	-395	-490	-596	-714	-846	-994	-1158	-1342	-1547	-1776	-2031	-2316	-2634	-2989	-3385
46.0	472	228	200	168	133	93	49	-	-55	-116	-184	-261	-346	-441	-547	-665	-797	-945	-1109	-1293	-1498	-1726	-1982	-2267	-2585	-2940	-3336
47.0	527	283	254	223	187	148	104	55	-	-61	-130	-206	-291	-386	-492	-610	-742	-890	-1054	-1238	-1443	-1672	-1927	-2212	-2530	-2885	-3281
48.0	588	344	316	284	249	209	165	116	61	-	-68	-145	-230	-325	-431	-549	-681	-828	-993	-1177	-1382	-1610	-1866	-2151	-2469	-2824	-3220
49.0	657	412	384	352	317	278	234	184	130	68	-	-76	-161	-256	-362	-481	-613	-760	-925	-1108	-1313	-1542	-1797	-2082	-2400	-2755	-3152
50.0	733	489	460	429	393	354	310	261	206	145	76	-	-85	-180	-286	-404	-537	-684	-848	-1032	-1237	-1466	-1721	-2006	-2324	-2679	-3075
51.0	818	574	545	514	478	439	395	346	291	230	161	85	-	-95	-201	-319	-451	-599	-763	-947	-1152	-1381	-1636	-1921	-2239	-2594	-2990
52.0	913	669	640	609	573	534	490	441	386	325	256	180	95	-	-106	-224	-356	-504	-668	-852	-1057	-1286	-1541	-1826	-2144	-2499	-2895
53.0	1018	775	746	715	679	640	596	547	492	431	362	286	201	106	-	-118	-250	-398	-562	-746	-951	-1180	-1435	-1720	-2038	-2393	-2789
54.0	1137	893	865	833	798	758	714	665	610	549	481	404	319	224	118	-	-132	-279	-444	-628	-833	-1061	-1317	-1602	-1920	-2275	-2671
55.0	1269	1025	997	965	930	890	846	797	742	681	613	537	451	356	250	132	-	-147	-312	-496	-701	-929	-1185	-1470	-1788	-2143	-2539
56.0	1417	1173	1144	1112	1077	1038	994	945	890	828	760	684	599	504	398	279	147	-	-165	-348	-553	-782	-1037	-1322	-1640	-1995	-2391
57.0	1581	1337	1309	1277	1242	1202	1158	1109	1054	993	925	848	763	668	562	444	312	165	-	-184	-389	-617	-873	-1158	-1476	-1831	-2227
58.0	1765	1521	1492	1461	1425	1386	1342	1293	1238	1177	1108	1032	947	852	746	628	496	348	194	-	-205	-434	-689	-974	-1292	-1647	-2043
59.0	1970	1726	1697	1666	1630	1591	1547	1498	1443	1382	1313	1237	1152	1057	951	833	701	553	389	205	-	-229	-484	-769	-1087	-1442	-1838
60.0	2198	1954	1926	1894	1859	1820	1776	1726	1672	1610	1542	1466	1381	1286	1180	1061	929	782	617	434	229	-	-255	-540	-858	-1213	-1610
61.0	2454	2210	2181	2150	2114	2075	2031	1982	1927	1866	1797	1721	1636	1541	1435	1317	1185	1037	873	689	484	255	-	-285	-603	-958	-1354
62.0	2738	2495	2466	2435	2399	2360	2316	2267	2212	2151	2082	2006	1921	1826	1720	1602	1470	1322	1158	974	769	540	285	-	-318	-673	-1069
63.0	3057	2813	2784	2753	2717	2678	2634	2585	2530	2469	2400	2324	2239	2144	2038	1920	1788	1640	1476	1292	1087	858	603	318	-	-355	-751
64.0	3412	3168	3139	3108	3072	3033	2989	2940	2885	2824	2755	2679	2594	2499	2393	2275	2143	1995	1831	1647	1442	1213	958	673	355	-	-396
65.0	3808	3564	3536	3504	3469	3429	3385	3336	3281	3220	3152	3075	2990	2895	2789	2671	2539	2391	2227	2043	1838	1610	1354	1069	751	396	

Vi vil imidlertid ta hensyn til at verdsettingen i dag sannsynligvis ville vært høyere enn det en ren justering for prisstigningen gir. Befolkningen har hatt en levestandardsøkning, og har evne og vilje til å betale mer for en støyreduksjon jfr avsnitt 3.6.

Når vi kun bruker konsumprisindeksen finner vi ut hva betalingsvilligheten var i 1994 med dagens pengeverdier. Når vi justerer med en lønnsvekstindikator⁸ finner vi ut hva betalingsvilligheten ville ha blitt i 2016 hensyntatt til velferdsøkningen fra 1994 til 2016. Det har gått 22 år, slik at forskjellen ikke er ubetydelig.

Vi finner at velferdsøkningen målt gjennom økningen i lønnsindeksen fra 1994 til 2016 er på ca. 2,45 mens økningen i konsumprisindeksen beregnes til ca. 1,57. Vi kan følgelig multiplisere tallene i tabell 4.3 med $2,45/1,47=1,56$.

Dersom vi antar at lydisolasjonen er på 25 dBA kan vi da sette opp følgende tabell:

⁸ Prosy for velferdsøkning.

Tabell 4.4 Lønnsindeksjustert verdi (2016-kroner) i bolig av en flystøyreduksjon i bolig per år. Vertikal akse angir dBA for tiltaket, horisontal akse dBA til etter tiltaket.

	35	34	33	32	31	30	29
36	398	755	1 075	1 361	1 618	1 848	2 054
35		357	677	963	1 220	1 450	1 656
45			320	606	863	1 093	1 299
33				286	543	773	979
32					257	487	693
31						230	436
30							206

Verdsettingen er basert på et spørsmål om betalingsvillighet for en flystøyreduksjon. Litteraturgjennomgang viser at det kan være høyere verdsetting for å unngå en støyøkning. Vi har imidlertid ikke egnede norske undersøkelser å ta utgangspunkt i, og det er ikke ubetydelige metodiske utfordringer ved at en spør om hva andre skal betale i motsetning til hvor mye man selv er villig å spandere.

4.8 Enkelt eksempel på bruk

Dersom en gjennomfører tiltak på en bolig med forventet antall beboere lik to personer⁹, vil verdien av en støyreduksjon på 5 dBA fra 60 til 55 dBA være ca. 1 450 kroner x 2 per år eller kroner 2 900 totalt.

Dersom vi så bort fra at vi normalt diskonterer fremtidige gevinster og tap (diskonteringsrente = 0) vil verdien over prosjekthorisonten på 40 år være 40 ganger så stor og ha en multiplikator på 40. Dette gir en nåverdi på ca. kr 115 970.

Ofte regner man en diskonteringsrente på 4 % noe som gir en multiplikator¹⁰ på ca. 20,18 og nåverdien på støyreduksjonen blir da NOK 58 508.

Dersom en regner med en diskontering på 4%, men at økonomien til den enkelte beboer øker reelt med 1,3 % per år, vil netto diskontering per år være ca. 2,7 % og multiplikatoren ca. 24,60 eller at støyreduksjonsgevinsten settes til NOK 71 323 for to personer.

4.9 Rimelighetsvurdering mhp nyttekostnadsforholdene

Ofte tenker man seg at tiltak som skal motta offentlig støtte bør være robust kostnadseffektive, dvs. ha nyttekostnadsbrøk på 2 eller bedre for å kunne hevde seg i konkurransen mot andre gode prosjekter som også er avhengig av offentlig finansiering (Klæboe & Veisten 2014).

Det vil i så fall tilsi at kostnaden ved tiltaket (etter et effektivitetstapsplagslag på 20 % jfr. Avsnitt 3.5) ikke må overstige ca. NOK 35 660 per person som nyter godt av tiltaket.

⁹ Er det en større bolig med fire personer, blir årlig gevinst dobbelt så stor NOK 5 800.

¹⁰ Dersom en tenker seg at støygevinsten oppnås hver dag over et år.

Det er i planvedtakets §4.9.2 brukt formulering «*der dette ikke er mulig ut fra ... et forsvarlig kost-nytt forhold*». Et minimumskrav er at tiltaket ikke koster mer enn det er verdt, noe som vil tilsi at kostnaden ved tiltaket i vårt eksempel ikke må ha en nåverdi som overstiger NOK₂₀₁₆ 71 323. Vi tolker følgelig formuleringen som at nytte-kostnadsforholdet må være bedre enn 1, eller med andre ord at nytten må overstige kostnadene.

Det er vanskelig å isolere mot flystøy i og med at støyen kan trenge gjennom tak og alle veggene. I praksis innebærer dette at de færreste tiltak i form av ekstra isolering av støy rundt kampflybasen vil være samfunnsøkonomiske lønnsomme.

4.10 Usikkerheten i estimatene

Det framgår av oversikten at spesielt de svenske verdsettingene ligger betydelig over våre foreslåtte verdier. Det foreligger også verdsettinger som ligger under vårt forslag (Bickel et al 2006). Spennet i verdsettingene er fra ca. ni ganger så høye verdier, og ned til en tredjedel av verdiene vi har anslått, jfr også gjennomgang av verdsettinger i Bendtsen et al (2015). Bakgrunnen for det store spriket er at det er få undersøkelser som er gjennomført, og betydelige metodologiske utfordringer uansett hvilken metode en anvender for å komme fram til verdsettingene. Den store variasjonsbredden burde kunne gi grunnlag for framtidig nordisk samarbeid med sikte på å harmonisere verdiene.

5 Referanser

- Adler, M.D. & Posner, E.A. (eds). 2001. *Cost-Benefit Analysis. Legal, Economic and Philosophical Perspectives*. University of Chicago Press, Chicago.
- Andersson, H., Jonsson, L. & Ögren, M. 2010. "Property prices and exposure to multiple noise sources: hedonic regression with road and railway noise." *Environmental and Resource Economics*, 45: pp 73-89.
- Amundsen, A. H. og Aasvang, G. M. 2006. Trafikkstøy i boliger. Virkninger av fasadeisoleringstiltak etter grenseverdiforskriften. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 836/2006.
- Amundsen, A. H., Klæboe, R. and Aasvang, G. M. 2011. The Norwegian facade insulation study: the efficacy of facade insulation in reducing noise annoyance due to road traffic. *Journal of Acoustical Society of America*, 129 (3): pp 1381-1389.
- Amundsen, A. H. og Klæboe, R. 2015. Beboeres reaksjoner på skytestøy fra Forsvarets øvingsfelt. Oslo, Transportøkonomisk institutt, TØI arbeidsdokument 50766/2015.
- ASEK. 2016. Analysemotod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0: Trafikverket.
- Asensio, C., Recuero, M. and Pavòn, I. 2014. Citizens perception of the efficacy of airport noise insulation programmes in Spain. *Applied Acoustics*, 84: pp 107-115.
- Basner, M., Müller, U. and Griefahn, B. 2010. Practical guidance for risk assessment of traffic noise effects on sleep. *Applied Acoustics*, 71: pp 518-522.
- Bartels, S. Müller, U. and Vogt, J. 2013. Predictors of aircraft noise annoyance: results of telephone study. *Proceedings of the 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering. Internoise 2013. Vienna, Austria*, pp 1062-1071.
- Bartels, S., Marki, F. and Müller, U. 2015. The influence of acoustical and non-acoustical factors on short-term annoyance due to aircraft noise in the field – The COSMA study. *Science of the Total Environment*, 538: pp 834-843.
- Baranzini, A., Schaerer, C. & Thalmann, P. 2010. "Using measured instead of perceived noise in hedonic models." *Transportation Research Part D*, 15: pp 473-482.
- Bateman, I.J., Carson, R.T., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemirioğlu, E., Pearce, D.W., Sugden, R. & Swanson, J. 2002. *Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A Manual*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Bateman, I.J., Day, B., Lake, I. & Lovett, A.A. 2001. The effect of road traffic on residential property values: a literature review and hedonic pricing study. Technical report, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich / University College London.
- Bech, M., Christiansen, T. & Gyrd-Hansen, D. 2006. Handling value added tax (VAT) in economic evaluations: should prices include VAT? *Appl Health Econ Health Policy*, 5 (4): 209-13
- Bendtsen, H., Fryd, J., Popp, C., Eggers, S., Dilas, J., Tønnesen, A. & Klæboe, R. (2015). *Guidance Book on the Integration of Noise in Road Planning Copenhagen: Danish Road Directorate, Institute of Transport Economics, Lärmkontor*.

- Bickel, P., Friedrich, R., Burgess, A., Fagiani, P., Hunt, A., de Jong, G., Laird, J., Lieb, C., Lindberg, G. & Mackie, P. (2006). Proposal for Harmonised Guidelines. Deliverable 5, Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO). Stuttgart: Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER).
- Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R. & Weimer, D.L. 2011. Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice. 4th ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Boeing 2014. Airports with noise and emission restrictions.
- Bristow, A.L., Wardman, M. & Chintakayala, V.P.K. 2015. "International meta-analysis of stated preference studies of transportation noise nuisance." *Transportation*, 42(1): pp 71-100.
- Brown, A. L. & van Kamp, I. 2009. Response to a change in transport noise exposure: A review of evidence of a change effect. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125 (5): pp 3018-3029.
- Bråthen, S., Eriksen, K.S., Hjelle, H.M. & Killi, M. 1999. Samfunnsøkonomiske analyser innen luftfart. Veileder for Luftfartsverkets prosjektvurderinger. Rapport 9903, Møreforskning Molde, Molde.
- Bråthen, S. 2006. Samfunnsmessige analyser innen luftfart: Samfunnsøkonomi og ringvirkninger. Del 1: Veileder. Molde: Møreforskning. 180 s. s.
- Bråthen, S., Eriksen, K.S., Johansen, S., Killi, M., Lillebakk, L.M., Lyche, L., Sandvik, E.T., Strand, S. & Thune-Larsen, H. 2009. Samfunnsmessige analyser innen luftfart. Samfunnsøkonomi og ringvirkninger. Del 1: Veileder. Møreforskning Molde AS, Molde.
- Carlsson, F., Lampi, E. & Martinsson, P. 2004. The marginal values of noise disturbance from air traffic: does the time of the day matter?. *Transportation Research Part D*, 9 (5): pp 373-385.
- Carson, R.T. & Groves, T. 2007. Incentive and informational properties of preference questions. *Environmental and Resource Economics*, 37 (1): 181-210.
- Carson, R.T. & Louviere, J.L. 2011. A common nomenclature for stated preference elicitation approaches. *Environmental and Resource Economics*, 49 (4): 539-559.
- Day, B., Bateman, I. & Lake, I. 2007. Beyond implicit prices: recovering theoretically consistent and transferable values for noise avoidance from a hedonic property price model. *Environmental and Resource Economics*, 37 (1): 211-232.
- Dekkers, J. E. C. & van der Straaten, J. W. 2009. Monetary valuation of aircraft noise: A hedonic analysis around Amsterdam airport. *Ecological Economics*, 68 (11): 2850-2858.
- De Wit, J.G., Baarsma, B.E. & Koopmans, C.C. 2006. Onderzoek mainportontwikkeling in het kader van de evaluatie Schipholbeleid: de externe effecten. SEO-rapport nr. 876, SEO Economisch Onderzoek, Amsterdam.
- DoT. 2014: Cost Benefit Analysis. A1.1, T. U. London: Department of Transport.
- Elvik, R. 2011. Cost-benefit analysis. ERSO webtext (tekst hentet fra en av EUs webbaserte kunnskapsdatabaser).
- European commission 2012. The Environmental Noise Directive – the way forward. Directive 113/08.
- Fosgerau, M. & Bjørner, T.B. 2006. Joint models for noise annoyance and willingness to pay for road noise reduction. *Transportation Research Part B: Methodological*, 40 (2): pp 164-178.
- Freeman, A.M. 2003. The Measurement of Environmental and Resource Values. 2nd ed., Resources for the Future (RFF), Washington, DC.

- Ganic, E. M., Netjasov, F. and Babic, O. 2015. Analysis of noise abatement measures on European airports. *Applied Acoustics*, 9: pp 115-123.
- Gjestland, T., Liasjø, K. H. and Granøien, I. L. N. 1995. Community response to noise from short-term military aircraft exercise. *Journal of Sound and Vibration*, 182 (2): pp 221-228.
- Hanley, N. & Spash, C.L. 1993. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Hanley, N., Shogren, J.F. & White, B. 1997. *Environmental Economics in Theory and Practice*. MacMillan, New York, NY.
- Hoeger, R. 2004. Aircraft noise and times of day: possibilities of redistributing and influencing noise exposure. *Noise Health*, 4 (15): pp 19-25.
- Høsoien, C. O., Rindel, J. H., Løvstad, A., Øygard, S. H., Homb, A., Hveem, S., Milford, I., Klæboe, R. & Sundfør, H. B. 2016. Lydforhold i boliger. Evaluering av byggtekniske krav til lydforhold. I: Høsoien, C. O. & Milford, I. (red.). Samlerapport, 127762-RIA-RAP-001. Oslo: Multikonsult, Sintef, TØI.
- ICAO 2001. Resolution adapted at the 33rd session of the Assembly. Montreal, Canada. International Civil Aviation Organization.
- ICAO 2008. Guidance on the balanced approach to aircraft noise management. 2nd ed. Montreal, Canada. International Civil Aviation Organization.
- Jagniatinskis, A., Fiks, B., Zaporozhets, O. and Oosten, N. van. 2016. Annual noise assessment in the vicinity of airports with different flights intensity. *Applied Acoustics*, 101: pp 168-178.
- Klæboe, R. 2007. Are adverse impacts of neighbourhood noisy areas the flip side of quiet area benefits? *Applied Acoustics*, 68: 557-575.
- Klæboe, R. & Veisten, K. 2014. Economic analyses of surface treatments, tree belts, green façades, barriers and roofs. I: Nilsson, M., Bengtsson, J. & Klæboe, R. (red.) *Environmental Methods for Transport Noise Reduction*. CRC Press.
- Kolbenstvedt, M. 1990. Flytrafikk, bomiljø og helse : resultater fra en intervjuundersøkelse rundt Fornebu 1989. Oslo: Transportøkonomisk institutt. 124 s. s.
- Krog, N. H., Schwarze, P., Engdahl, B. og Aasvang, G. M. 2011. Virkninger av støy fra jagerfly på befolkningen nær militære flyplasser. Oslo, Folkehelseinstituttet.
- Larsen, L. E. & Bendtsen, H. 2005. Economic assessment of traffic noise in planning - Danish experiences. Hedehusene, Denmark: Danish Road Directorate.
- Layard, R. & Glaister, S. (eds.) 1994. *Cost-Benefit Analysis*. 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge.
- Magnussen, K., Navrud, S. & San Martín, O. 2010. Den norske verdsettingsstudien: støy. Sweco-rapport 141711-2, Sweco, Oslo.
- Miedema, H. M. E., Vos, H. & De Jong, R. G. 2000. Community reaction to aircraft noise: Time-of-day penalty and tradeoff between levels of overflights. *Journal of the Acoustical Society of America*, 107 (6): 3245-3253.
- Miedema, H. 2002. Position paper on dose-response relationships between transportation noise and annoyance. European commission.
- Minken, H. 2005a. Nyttetekostnadsanalyse i samferdselssektoren: Risikotillegget i kalkulasjonsrenta. Oslo: Transportøkonomisk institutt. ii, ii, 37 s. s.
- Minken, H. 2005b. Nyttetekostnadsanalyser i transportsektoren: Rammeverk for beregningene. Oslo: Transportøkonomisk institutt. ii, ii, 60 s. s.
- Mishan, E.J. 1988. *Cost-Benefit Analysis. An Informal Introduction*. Unwin Hyman, London.

- Navrud, S. 2002. The state-of-the-art on economic valuation of noise. Final Report to European Commission DG Environment, 14 April 2002, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway, Ås.
- Navrud, S. & Strand, J. 2011. Using hedonic pricing for estimating compensation payments for noise and other externalities from new roads. In: Bennett, J. (ed.): *International Handbook on Non-Market Environmental Valuation*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Nelson, J.P. 2004. Meta-analysis of airport noise and hedonic property values: problems and prospects. *Journal of Transport Economics and Policy*, 38(1): pp 1-28.
- Nelson, J.P. 2008. "Hedonic property value studies of transportation noise: aircraft and road traffic." Ch. 3 in Baranzini, A., Ramírez, J., Schaerer, C. & Thalmann, P. (eds.) *Hedonic Methods in Housing Markets: Pricing Environmental Amenities and Segregation*. Springer, Berlin/Heidelberg.
- Netjasov, F. 2012. Contemporary measures for noise reduction in airport surroundings. *Applied Acoustics*, 73 (10): pp 1076-1085.
- Nguyen, T. L., Yano, T., Nguyen, H. Q., Nishimura, T., Fukushima, H., Sato, T., Morihara, T. and Hashimoto, Y. 2011. Community response to aircraft noise in Ho Chi Minh City and Hanoi. *Applied Acoustics*, 72: pp 814-822.
- NOU. 2012. Samfunnsøkonomiske analyser. NOU 2012-16, Norges offentlige utredninger (NOU), Finansdepartementet, Oslo.
- NRK 2016. Støy på landet. Publisert 19.04.2016.
- Olsen, J. A. 2009. *Principles in Health Economics and Policy*. Osford: Osford University Press.
- Pàmies, T., Romeu, J., Genescà, M. and Arcos, R. 2014. Active control of aircraft fly-over sound transmission through an open window. *Applied Acoustics*, 84: pp 116-121.
- Pearce, D., Atkinson, G. & Mourato, S. 2006. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Recent Developments. OECD Publishing, Paris.
- Pirrerera, S., De Valck, E. and Cluydts, R. 2014. Field study on the impact of nocturnal road traffic noise on sleep: The importance on in- and outdoor noise assessment, the bedroom location and nighttime disturbances. *Science of the Total Environment*, 500-501: pp 84-90.
- Prats, X., Puig, V., Quevedo, J. and Nejjari, F. 2010. Multi-objective optimization for aircraft departure trajectories minimizing noise annoyance. *Transportation Research Part C*, 18: pp 975-989.
- Rosen, S. 1974. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82: 34-55.
- Schipper, Y., Nijkamp, P., Rietveld, P. 1998. Why do aircraft noise value estimates differ? A meta-analysis. *Journal of Air Transport Management*, 4(2): pp 117-124.
- Schipper, Y. 1999. Market structure and environmental costs in aviation: a welfare analysis of european air transport reform. Doctorate Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, Tinbergen Institute Research Series no. 217, Tinbergen Institute, Amsterdam/Rotterdam.
- Sen, A.K. 2000. The discipline of cost-benefit analysis. *Journal of Legal Studies*, 29(4): pp 931-952.
- Sundfør, H. B. og Klæboe, R. 2015. Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy. *Vindmølleparken på Lista 2015*. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 1452/2015.
- Thune-Larsen, H. 1995. Flystøyavgifter basert på betalingsvillighet. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI-rapport 289/1995, 86 s. s.
- Udo, J. 2005. Valuing the amenity of quiet: a hedonic analysis. MSc Thesis, Universiteit van Tilburg, Tilburg.

- Van Praag, B.M.S. & Baarsma, B.E. 2005. "Using happiness surveys to value intangibles: the case of airport noise." *Economic Journal*, 115(500): pp 224-246.
- Wadud, Z. 2013. Using meta-regression to determine noise depreciation indices for Asian airports. *Asian Geographer*, 30(2): pp 127-141.
- Wangsness, P. B. 2015. Håndtering og sammenstilling av usikkerhet i nyttekostnadsanalyser. Oslo: Transportøkonomisk institutt. 93 s. s.
- WHO 2009. *Night noise guidelines (NNGL) for Europe*. Bonn, World Health Organization.

Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no