



**TØI rapport
289/1995**

Flystøyavgifter basert på betalingsvillighet

Harald Thune-Larsen

ISSN 0802-0175
ISBN 82-7133-930-3

Oslo, januar 1995

Tittel: *Flystøyavgifter basert på betalingsvillighet*

Forfatter: *Harald Thune-Larsen*

TØI rapport 289/1995
Oslo, januar 1995
86 sider
ISBN 82-7133-930-3
ISSN 0802-0175

Finansieringskilde: Luftfartsverket
Samferdselsdepartementet

Prosjekt: O-1871 Kostnadsrelaterte
luftfartsavgifter

Prosjektleder: Harald Thune-Larsen, cand oecon

Emneord: Samvalganalyse
Metode
Logitmodell
Betalingsvillighet
Miljøkostnad
Flystøy
Luftfartsavgift

Sammendrag:

Samvalganalyse kombinert med direkte spørsmål er blitt brukt til å kartlegge betalingsvilligheten i Oslo-området for å unngå flystøy. 473 beboere i Oslo-området ble i april 1994 intervjuet og deltok i spill der de fikk velge mellom to alternativer der bokostnader, luftforurensing, trafikkstøy og flystøy varierte. Etterpå ble de spurt om hvor meget de er villige til å betale for en 50 % reduksjon av hver miljøfaktor.

Betalingsvilligheten for en halvering av flystøyen ble estimert til kr 8,4 mill/måned i samvalganalysen og til kr 9,2 mill/måned ved direkte spørsmål.

Avgiften pr flybevegelse er utarbeidet ved å sette avgiften for en ekvivalent flybevegelse proporsjonalt med arealet til flytypens støykonturer (footprints) ved landing pluss avgang.

Title: *Charges on Air Traffic Noise by Means of Conjoint Analysis*

Author: *Harald Thune-Larsen*

TØI report 289/1995
Oslo, January 1995
86 pages
ISBN 82-7133-930-3
ISSN 0802-0175

Financed by: Civil Aviation Authority
Ministry of Transport and
Communications

Project: O-1871 Cost Related Airport Charges

Project manager: Harald Thune-Larsen

Key words: Conjoint Analysis
Method
Logit Model
Willingness to pay
Environmental costs
Air Traffic Noise
Airport Charges

Summary:

Conjoint analysis combined with direct questions was used to estimate people's willingness to pay for reduction in the air traffic noise from Oslo Airport Fornebu. 473 inhabitants of the Oslo metropolitan area were interviewed in April 1994 and took part in games which offered choices between alternative combinations of levels of rent, air pollution, road traffic noise and air traffic noise. After the games respondents were asked directly about their willingness to pay for a 50 % reduction of the level of each environmental factor. The total willingness to pay for a 50 % reduction in air traffic noise were estimated at NOK 8.4 million per month by means of conjoint analysis and NOK 9.2 million by means of direct questions. Noise emission charges for different aircrafts were calculated by relating them to the area covered by the aircrafts footprints.

Language of report: Norwegian

*Rapporten kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, biblioteket,
Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - Telefax 22 57 02 90
Pris kr 150,-*

*The report can be ordered from:
Institute of Transport Economics, the Library,
PO Box 6110 Etterstad, N-0602 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 Telefax +47 22 57 02 90
Price NOK 150,-*

Forord

Det er en velkjent sak at folk vurderer sin ressursbruk best når de må betale for den selv. Derfor er det i det i samferdselspolitikken en sentral målsetting at transportbrukere selv skal betale mest mulig av kostnadene ved transporten.

En forutsetning for at dette skal være mulig å få til er at kostnadene er kjent. For å skaffe et faglig grunnlag for implementering av denne politikken innenfor luftfart ble prosjektet "Kostnadsrelaterte luftfartsavgifter" startet opp i 1992. Hittil er tre delprosjekter gjennomført;

- Ekstrakostnader ved nattlandinger
- Topplastprising ved Fornebu
- Kartlegging av kostnadene ved flystøy og forslag til avgifter på flystøy

Den første delen av foreliggende rapport (kapittel 1-6) gjengir beregninger av betalingsvilligheten rundt Fornebu for å unngå flystøy. Kapittel 7 gjengir et forslag til avgifter på flystøy basert på betalingsvillighet. Kapittel 8 inneholder en sammenligning mellom de foreslåtte avgifter, tidligere avgiftsfor-slag og dagens støyavgifter på fly.

Forskerne Anne Madslie, Knut Sandberg Eriksen og Lars Rand har deltatt i prosjektarbeidet i tillegg til Harald Thune-Larsen som har skrevet rapporten og vært prosjektleder. Kjersti Eriksen har beregnet størrelsen på befolkningen i støysonene og Laila Aastorp Andersen har gjort den endelige layout og tekstbehandling.

I tillegg til disse har Lasse Fridstrøm, Harald Minken, Bård Norheim, Ronny Klæboe, Kjartan Sælensminde og Frode Hammer ved TØI samt Kåre H Liasjø ved SINTEF DELAB, Nina Fjelde ved Norsk Gallup og Kåre Eidem i Luftfartsverket bidratt med kommentarer, råd og kritiske spørsmål.

Luftfartsverket og Samferdselsdepartementet har finansiert prosjektet.

Oslo, januar 1995

TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

Knut Østmoe
instituttssjef

Olav Eidhammer
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag	I
Summary	i
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn, problemstilling	1
1.2 Noen sentrale begreper i tilknytning til flystøy	1
1.3 Hva er en halvering av flystøynivået?	2
1.4 Tolkning av resultatene.....	3
1.5 Konservativt design og konservativ tolkning	4
1.6 Betalingsvillighet eller kompensasjonsvillighet ?	4
2 Samvalganalyse og andre metoder for verdsetting av miljøgoder	5
2.1 Samvalganalyse.....	5
2.2 Andre metoder for verdsetting av flystøy	6
2.2.1 Beregning av skadekostnader	6
2.2.2 Tiltakskostnader - bakveismetoden	6
2.2.3 Måling av betalingsvilje	7
3 Design av samvalgundersøkelsen	9
3.1 Utvalget.....	9
3.2 Introduksjon og informasjon til respondenten	9
3.3 Direkte spørsmål	10
3.4 Beskrivelse av spillene.....	11
4 Datamaterialet	13
4.1 Gjennomføring	13
4.2 Revisjon av støysonene etter undersøkelsen.....	13
4.3 Noen sosioøkonomiske trekk ved utvalget	14
4.4 Svar på spørsmål om plagethet	16
4.5 Svar på direkte spørsmål om betalingsvillighet for å redusere miljøproblemer	17
5 Resultater fra samvalgsundersøkelsen	20
5.1 Valg av funksjonsform.....	20
5.2 Verdsetting av faktorene i spillene	21
5.3 Resultater	21
5.4 Gyldighetsområde for resultatene	24
5.5 Sammenligning av resultatene fra direkte spørsmål og samvalganalyse	24
5.6 Betydningen av måten datamaterialet er segmentert på	25
5.7 Leksikografiske svar	25

Sammendrag:

Flystøyavgifter basert på betalingsvillighet

Støyen fra flytrafikken over Fornebu lufthavn har vært et problem for flyplassens naboer i en årrekke. Også rundt enkelte andre norske flyplasser er flystøy et problem.

For å gi flyselskapene incitament til raskere omlegging mot støysvake fly ble det fra 1990 innført støyavgifter ved Fornebu og Bodø. Etter en tid vurderte man å øke avgiften kraftig for å få til raskere omlegging. Samtidig ønsket man å unngå å påføre flyselskapene store ekstrakostnader uten at dette reflekterte kostnadene ved flystøyen. TØI ble derfor engasjert for å kartlegge kostnadene ved flystøyen og utarbeide et forslag til nytt avgiftssystem for flystøy.

Metoden som ble valgt er samvalganalyse kombinert med direkte spørsmål om folks betalingsvillighet for å få redusert flystøyen .

Ved hypotetiske spørsmål om betalingsvillighet må en generelt være forberedt på strategiske svar. For å få frem faktisk betalingsvillighet er det derfor et poeng å utforme spørsmålene på en slik måte at intervjuobjektene i minst mulig grad ser implikasjonene av sine svar. Dette er et hensyn som ivaretas bedre i samvalgsanalyse enn ved direkte spørsmål.

Design og utvalg

Undersøkelsen består av to spill. I hvert spill stilles respondenten overfor ulike valg mellom to alternative situasjoner der nivået for flere faktorer varierer samtidig. Eksempel på et valg er gjengitt i figur 1.

Figur 1. Eksempel på et valg.

Hvilket alternativ foretrekker du?

Alternativ A	Alternativ B
<ul style="list-style-type: none">• Flystøy: 80 % lavere enn nå• Trafikkstøy: som nå• Økte bokostnader: kr 400 pr måned• Luftforurensning: 20 % lavere enn nå	<ul style="list-style-type: none">• Flystøy: som nå• Trafikkstøy: som nå• Økte bokostnader: kr 40 pr måned• Luftforurensning: som nå

Spillene er relatert til respondentens bosituasjon. De blir bedt om å velge mellom to hypotetiske bosituasjoner der faktorene flystøy, trafikkstøy, lokal luftforurensning og bokostnader varierer i forhold til dagens situasjon. For de tre miljøfaktorene oppgis nivåene som prosentvise endringer i forhold til dagens situasjon, mens bokostnaden oppgis som en endring i kroner pr måned i forhold til dagens bokostnader. Den eneste forskjellen mellom spill 1 og 2 er de foreslåtte endringene i bokostnadene.

Området rundt Fornebu er delt opp i støysoner. Sone 3 omfatter områder med et ekvivalent flystøynivå på mere enn 65 dB , sone 2 omfatter områder med mellom 60 og 65 dB mens sone 1 omfatter områder med mellom 55 og 60 dB og sone 0 omfatter resten av områdene med mere enn 50 dB ekvivalent flystøynivå.

Utvalget bestod av 337 respondenter innenfor støysonene rundt Fornebu og 124 respondenter utenfor støysonene.

Betalingsvilligheten for å få redusert flystøyen øker med flystøybelastningen

Resultatene fra samvalgsanalysen viser at både verdien av redusert flystøy og utsagnskraften øker med nivået på flystøybelastningen. Verdsettingen av flystøy i sone 3 (nærmest Fornebu) er nesten dobbelt så høy som i sone 2 og bortimot 4 ganger så høy som i sone 1. Mens verdsettingen av luftforurensning er positiv og utsagnskraftig blir verdsettingen av trafikkstøy svakt negativ men uten utsagnskraft.

Tabell 1. Verdsetting av luftforurensning, trafikkstøy og flystøy i samvalganalysen (modell 3). Analysen gjelder respondenter som er plaget av flystøy. Verdsettingen hos andre respondenter er satt lik 0. Benevninng: kr pr måned pr husholdning pr prosents reduksjon av nivået for vedkommende miljøfaktor. T-verdier i parantes.

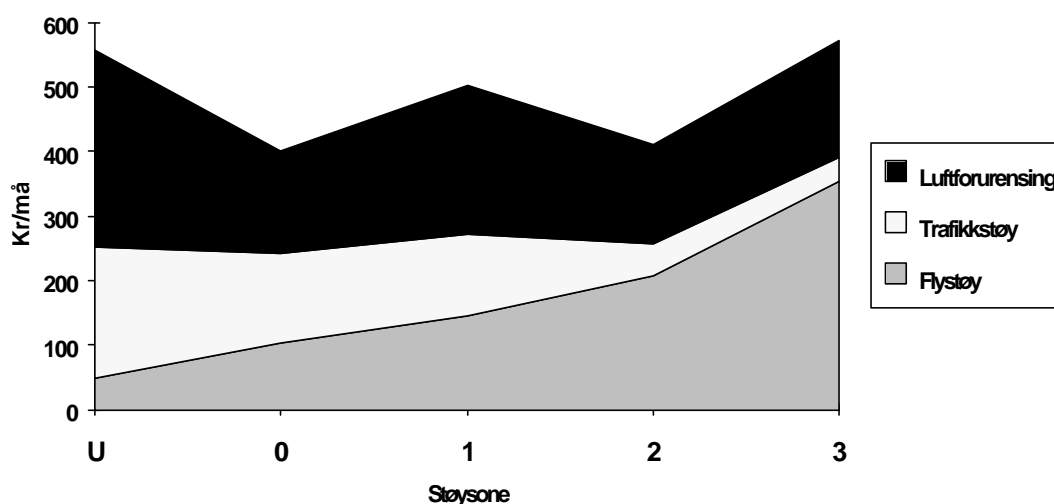
Faktor	Verdsetting for flystøyplagede	Prosent flystøyplagede	Gjennomsnittlig verdsetting
Luftforurensning (alle støysoner)	2,55 (7,58)	78	1,99
Trafikkstøy (alle støysoner)	-0,32 (0,68)	78	-
Flystøy:			
- sone 0	2,62 (3,34)	69	1,81
- sone 1	3,19 (5,01)	79	2,52
- sone 2	5,92 (7,13)	82	4,85
- sone 3	10,81 (12,30)	85	9,19

Svarene på de direkte spørsmålene verdsetter en halvering av nivået for alle de tre miljøfaktorene til kr 400-600 pr husholdning pr måned i alle støysonene.

Interessen for å betale for en halvering av flystøyen tiltar innover i flystøysone mens interessen for å betale for halvert trafikkstøy avtar. Også interessen for å betale for luftforurensning avtar nærmere Fornebu, men ikke så raskt som for trafikkstøyen. Samlet betalingsvillighet for en halvering av alle de tre miljøfaktorene er forholdsvis jevn fra støysone til støysone.

Gjennomsnittlig betalingsvillighet ved svar på direkte spørsmål etter flystøysone er gjengitt i figur 2.

Figur 2. Betalingsvillighet for 50 % reduksjon etter flystøysone.



Sammenligning mellom samvalgsanalyse og resultatene fra direkte spørsmål er vist i tabell 2. Samvalgsanalysen gir høyest verdsetting av flystøy (i forhold til direkte spørsmål) i de to innerste sonene og lavest verdsetting av flystøy i de to ytterste. For luftforurensning og trafikkstøy gir samvalgsanalysen lavere verdier enn direkte spørsmål på grunn av måten materialet er segmentert på.

Tabell 2. Verdsetting med utgangspunkt i hhv. samvalgsanalyse (modell 3) og svar på direkte spørsmål. Benevning: kr pr måned pr husholdning for 50 prosent reduksjon av nivået for vedkommende miljøfaktor.

	Luftforurensning	Trafikkstøy	Flystøy etter sone			
			Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3
Samvalg	99,6	-	90,7	126,1	242,7	459,7
Direkte	175,8	77,9	103,9	144,8	207,6	355,3

Samvalganalysen gir et anslag for total betalingsvillighet på 8,4 millioner kroner pr måned for å halvere flystøyen fra Fornebu i april 1994

Den samlede månedlige betalingsvillighet for halvering av flystøyen er gitt i tabell 3. Selv om verdsetningen pr husholdning er høyest i de to innerste støysonene er total betalingsvillighet langt større i de ytre støysonene på grunn av det store antall husholdninger i disse støysonene. I tabell 3 er usikkerheten i anslaget størst for samvalgsanalysen. Samvalgsanalyse med utgangspunkt i andre funksjonsformer enn den som er lagt til grunn her gir sikrere (og høyere) anslag enn direkte spørsmål.

Tabell 3. Beregnet samlet månedlig betalingsvillighet for 50 prosent reduksjon av flystøyen ved Fornebu i april 1994 etter analysemetode og støysoner. Benevnning: mill kr/måned.

Analyseform	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Sum	Intervall for summen
Hushold (antall)	45 421	22 614	3 375	1 342	72 752	
Samvalg (mod.3)	4,12	2,85	0,82	0,62	8,41	4,28-13,18 *
Direkte	4,72	3,27	0,7	0,48	9,17	6,38-11,97**

* Angir usikkerhet knyttet til betalingsvillighet hos de flystøyplagede i utvalget.

** Angir usikkerhet knyttet til betalingsvilligheten ved direkte spørsmål i hele populasjonen.

Beregning av støyavgifter

Betalingsvilligheten for å få halvert flystøynivået kan anslås til 8,4 millioner kroner pr måned. En halvering av flystøynivået tilsvarer 90 prosent færre flybevegelser. 90 prosent av (de støyende) flybevegelsene i april 1994 tilsvarer 10 814 flybevegelser. Dette gir en "marginal" støykostnad på kr 774 pr flybevegelse.

Totalt proveny ved en slik avgift pr flybevegelse blir 9,3 millioner kroner pr måned ved trafikk som i april 1994.

Denne avgiften er fordelt på de enkelte flybevegelser på grunnlag av flybevegelsenes relative bidrag til støybildet rundt Fornebu uttrykt ved flytypens *footprints* (beregnete konturer for støy fra landing og avgang) og en tidsavhengig veiefaktor.

Støyavgiften A_{fjt} for en flybevegelse med flytype j på tidspunkt t , ukedag i , for flyplass f , foreslås dermed beregnet slik:

$$A_{fjt} = P_f * A_j * k_i(t)$$

der

P_f = flyplassspesifikk variabel (1 for Fornebu)

A_j = avgift for en ekvivalent flybevegelse med flytype j

$k_i(t)$ = tidsavhengig veiefaktor for ukedag i på tidspunkt t

Sammenligning med tidligere beregninger og dagens avgifter

I Hoffmann (1984) medfører avgiftssystemet som foreslås en samlet støyavgift på ca 47 mill kr/år regnet i dagens pengeverdi hvorav 36 mill kr/år kommer av endret boligverdi. Det foreliggende avgiftsforslag gir til sammenligning en total avgift på 112 mill kr/år.

Hoffmanns forslag tar imidlertid bare utgangspunkt i flystøyens utslag på boligverdiene til boligene innenfor 60 dB likelydskurven, noe som gir en avgift på 4050 kr/bolig pr år. Tilsvarende beløp i foreliggende forslag er 4070 kr/husholdning pr år. En viktig forskjell mellom Hoffmanns forslag og det foreliggende er derfor at det foreliggende forslag også tar hensyn til ulempene for de anslagsvis 140 000 personene som bor mellom 50 og 60 dB like-lydskurvene.

I tabell 4 sammenlignes det foreslåtte avgiftssystem med avgiftsatsene i Hoffmann (1984) og dagens støyavgifter.

Tabell 4. Sammenligning mellom foreslått system, Hoffmanns forslag og dagens støyavgifter.

Flytype	Foreslått avgift pr bevegelse dagtid A_j	Gj.snittlig ekvivalensfaktor i april 94 $k_i(t)$	Gj.snittlig avgift pr bevegelse i april '94 $A_j * k_i(t)$	Hoffmann (prisjustert) pr bevegelse	Dagens støyavgift (pr bevegelse)	
					kl 08-20	kl 20-08
DHC7	5	2,68	12		0	0
DHC8	9	2,34	22		0	0
FK50	11	2,02	22		0	0
DHC 6	31	1,58	49	12	0	0
BAE 146	67	3,15	212		0	0
L 188	82	3,29	269		0	0
FK 27	94	1,86	175	126	0	0
757 RR	105	1,22	128		0	0
737 500	136	2,49	338		0	0
F100 65	148	1,34	199		0	0
737 400	163	2,51	409		0	0
A310	172	1,89	325		0	0
A320	223	1,00	223		0	0
MD 82	229	2,51	574	108	0	0
BAC 111	347	2,00	694		731	1097
767 300	392	1,41	550		0	0
F28 MK4	438	2,29	1003	253	731	1097
AN 124	761	3,38	2567			
DC9	804	2,19	1764	826	731	1097
TU34	919	1,00	919		0 / 731	0 / 1097
737 200	1109	2,04	2258	717	731	1097
TU54	2361	2,09	4935		0 / 731	0 / 1097
Gj.snitt	339 *		774*			

* Gjennomsnitt for de flytyper som avgiftsbelegges. Disse stod for 400,45 flybevegelser pr dag i april 1994.

I forhold til Hoffmanns forslag gir det foreslåtte systemet generelt høyere avgifter. Foreliggende forslag gir vesentlig høyere avgifter enn Hoffmanns for flytypene MD82, DC9, FK28 og 737 200 mens forskjellen er mer moderat for DH6 og FK27.

Også i forhold til dagens avgiftsystem gir forslaget generelt høyere avgifter. I tillegg er foreliggende forslag spesifisert for hver enkelt flytype og etter nøyaktig tidspunkt. Forslaget gir omtrent samme gjennomsnittsavgift som nå for DHC-serien, FK50, BAC 111 og F28 mens forslaget gir tildels langt høyere avgifter for andre flytyper.

Summary:

Charges on Air Traffic Noise by Means of Conjoint Analysis

Disturbance from air traffic noise around Oslo Airport Fornebu has been a problem for the neighbouring residential areas for several years.

In order to motivate carriers to choose aircraft's with low noise signature, the Norwegian Government in 1990 introduced surcharges on jet aircrafts not complying with the Convention on Civil Aviation, Annex 16, Chapter 3 at Bodø Airport and Oslo Airport Fornebu.

Some time after the introduction the CAA considered increasing the surcharge significantly in order to increase the traffic by aircrafts with low noise signature at a faster pace. On the other hand it was important to avoid levying surcharges that would impose extra expenses on carriers due to re routing and early removal of aircrafts unless the surcharge reflects the cost of the noise. The institute of Transport Economics (TØI) was therefore engaged to assess the cost to of aircraft noise and to suggest an according charging system for air traffic movements according to time of day and aircraft type.

For this purpose a conjoint analysis (CA) combined with contingent valuation (CV) was used to estimate people's willingness to pay for reductions in the air traffic noise around the airport.

Data collection

In the study respondents were interviewed in two different games. Each game involved a choice between two alternatives (stated choice). An example of a choice is given in Figure 1.

Figure 1. Example of conjoint choice from game 1. Respondents were asked to choose between situation A and situation B.

Alternative A	Alternative B
<ul style="list-style-type: none">• Noise from air traffic reduced by 80 %• Noise from road traffic similar to today• Houserent increased by NOK 400/month• Local air pollution reduced by 20 %	<ul style="list-style-type: none">• Noise from air traffic like today• Noise from road traffic similar to today• Houserent increased by NOK 40/month• Local air pollution similar to today

The games were related to the respondents residential situation. The respondent was asked to choose between to alternative situations where the levels of noise from air traffic, noise from road traffic, local air pollution and houserent varied in relation to the present situation. For the environmental factors levels were given as percentage changes. For the rent levels were given as changes in NOK/month. The only difference between game 1 and game 2 are the suggested changes in houserent. In game 1 the changes vary from 0 to 400 NOK/month. In game 2 the changes vary from 0 to 1500 NOK/month.

After the games the respondents were asked direct questions about willingness to pay for a 50 % reduction in the level of each environmental factor.

The 473 respondents, divided into representative samples of the residents in each of 4 noise zones (the areas between two noise contours) around Oslo Airport Fornebu, were interviewed at home by means of personal computers in April 1994.

Main Results of the Conjoint Analysis

Data from the games was analysed by means of logit modelling and the value of the environmental factors was calculated. Assessments of the different factors are given, calculated as the relation between the estimated parameters, in table 1. Only data from respondents in the noise zones with an expressed disturbance from air traffic noise were analysed. Other respondents willingness to pay were set equal to zero.

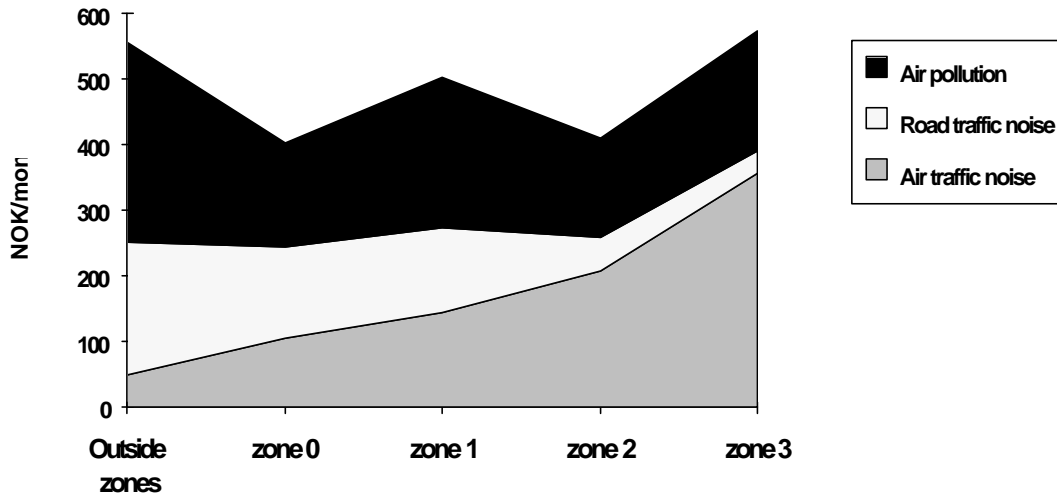
Table 1. Assessments of local air pollution, local road traffic noise and air traffic noise by noise zone, zone 3 being the area most seriously affected by air traffic noise. Results from game 1 and 2. Denomination: NOK per percentage point change of environmental factor per month per household. T-values for assessments in parantheses.

Factor	Assessment for respondents annoyed by air traffic noise	Percentage of respondents that were annoyed by air traffic noise	Average assessment
Air pollution	2,55 (7,58)	78	1,99
Road traffic noise	-0,32 (0,68)	78	-
Air traffic noise			
- zone 0	2,62 (3,34)	0,69	1,81
- zone 1	3,19 (5,01)	0,79	2,52
- zone 2	5,92 (7,13)	0,82	4,85
- zone 3	10,81 (12,30)	0,85	9,19

Comparison of Results from CA and CVM

After the games respondents were asked directly about their willingness to pay for 50 % reductions of the level of each environmental factor. Average CVM assessment by environmental factor and noise zone are given in figure 2.

Figure 2. Willingness to pay for a 50 % reduction by noise zone.



By calculating the willingness to pay for a 50 % reduction in the levels of each environmental factor based on results from CA in table 1 we can make a comparison of results from CA and CVM in table 2.

Table 2. Comparison of assessments of a 50 % reduction in the levels of environmental factors based on CA and CVM. Denomination: NOK per month per household for a 50 percent reduction.

	Air-pollution	Road traffic noise	Air traffic noise by zone			
			Zone 0 50-55dB	Zone 1 55-60dB	Zone 2 60-65dB	Zone 3 65dB-
CA	99,6	-	90,7	126,1	242,7	459,7
CVM	175,8	77,9	103,9	144,8	207,6	355,3

According to table 2 CA gives higher assessments of air traffic noise than CVM in areas seriously affected by air traffic noise but lower assessments in areas less affected. For other environmental factors CVM gives far higher assessments than CA due to the way data was segmented in the CA.

Total Willingness to Pay for Reduced Air Traffic Noise around Oslo Airport Fornebu

The number of households in each zone was calculated and multiplied by the estimated willingness to pay in each zone. The resulting figures are given in table 3.

Table 3. Assessment of total willingness to pay for a 50 % reduction of air traffic noise around Oslo Airport Fornebu in April 1994 by noise zone. Denomination: million NOK/month .

	Zone 0	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Sum	Interval
Number of households	45 421	22 614	3 375	1 342	72 752	
CA	4,12	2,85	0,82	0,62	8,41	4,28-13,18 *
CVM	4,72	3,27	0,7	0,48	9,17	6,38-11,97**

* Regards uncertainty in the sample.

** Regards uncertainty in the population.

Assessed value of a 50 % reduction in the level of air traffic noise around Oslo Airport Fornebu is 8,4 million NOK/month based on CA. Since a 50 % reduction in perceived noise level can be undertaken by removing 90 % of the air traffic movements, the 8,4 millions has to be charged to 90 % of the traffic. To achieve this, one has to charge the entire air traffic 9,3 million NOK/month or 112 million NOK/year as long as the noise conditions are as in April 1994.

Calculation of Noise Charges

The suggested charge per air traffic movement (ATM) is determined by two factors; i.e. the relative noise contribution from the movement measured by the aircrafts footprint and a weighting factor determined by the day in the week and time of the day.

Footprints are calculated noise contours for landing and take off for each type of aircraft. The area of each contour measures the amount of square km's that are affected by a certain minimum of noise. The noise charges are proportional to the area covered by the footprint. The proposed charges are calculated as the average of a number of charges that can be calculated from different contours.

It is suggested that the noise charge A_{fjt} for an ATM undertaken by an aircraft of type j at time t at airport f on weekday i , should be calculated by the following formulae:

$$A_{fjt} = P_f * A_j * k_i(t)$$

where

$P_f = 1$ for Fornebu

A_j = minimum charge for aircraft type j specified in column 1, table 4

$k_i(t)$ = weighting factor determined by the day in the week and time of the day.

Comparison with earlier calculations and present charges

Hoffmann (1984 b) suggests a different charging system than what is suggested above based on analysis of prices on residential housing in the city of Bodø. According to his calculations the revenues in 1994 prices from his system would have been approximately 47 million NOK/year with the aircraft mix at the time. Of this 36 million NOK originated from housing prices. In comparison the charges suggested in this report will give a revenue of 112 million NOK/year with April 1994 air traffic noise.

Table 4 gives a summary of charges by aircraft type for the suggested system, Hoffmann's system and the present system.

Table 4. Noise charges by aircraft type according to suggested system, Hoffmann's system and the present system.

Aircraft type	Suggested minimum noise charge per ATM	Average weighting factor in april 94	Average noise charge per ATM in april '94	Hoffmann (in 1994-prices) pr ATM	Present charge calculated per ATM	
	A_i	$k_i(t)$	$A_i * k_i(t)$		Time 08-20	Time 20-08
DHC7	5	2,68	12		0	0
DHC8	9	2,34	22		0	0
FK50	11	2,02	22		0	0
DHC 6	31	1,58	49	12	0	0
BAE 146	67	3,15	212		0	0
L 188	82	3,29	269		0	0
FK 27	94	1,86	175	126	0	0
757 RR	105	1,22	128		0	0
737 500	136	2,49	338		0	0
F100 65	148	1,34	199		0	0
737 400	163	2,51	409		0	0
A310	172	1,89	325		0	0
A320	223	1,00	223		0	0
MD 82	229	2,51	574	108	0	0
BAC 111	347	2,00	694		731	1097
767 300	392	1,41	550		0	0
F28 MK4	438	2,29	1003	253	731	1097
AN 124	761	3,38	2567			
DC9	804	2,19	1764	826	731	1097
TU34	919	1,00	919		0 / 731	0 / 1097
737 200	1109	2,04	2258	717	731	1097
TU54	2361	2,09	4935		0 / 731	0 / 1097
Average	339 *		774*			

* Average for charged ATM's (400,45 per day in April 1994).

Hoffmann's system only considers the effect on housing prices in zone 2 and 3 (the area inside the 60 EFN noise contour). Per house his charges would therefore amount to 4050 NOK/year.

In this report, the willingness to pay for a 50 % reduction in air traffic noise inside zone 2 and 3 is assessed at 17,3 mill NOK/year or 3667 NOK per household per year. The part of the noise charges that are related to zone 2 and 3 does however amount to 19,2 mill NOK/year or 4070 NOK per household per year.

From this one can draw the conclusion that most of the difference in total charges between Hoffmann's suggested system and the system suggested in this report are due to the fact that the system presented in this report also takes into consideration the disturbance of the approximately 140 000 people who live in zone 0 and zone 1.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn, problemstilling

Støyen fra flytrafikk over Fornebu lufthavn har vært et problem for flyplassens naboer i en årrekke. Også rundt enkelte andre norske flyplasser er støyen et problem.

I de senere år har omlegging i retning av mere støysvake flytyper bidratt til å redusere tallet på støyrammede til tross for økning i flytrafikken.

For å gi flyselskapene incitament til enda raskere omlegging mot støysvake fly ble det fra 1990 innført støyavgifter for jetfly uten kapittel 3-sertifisering ved Fornebu og Bodø. Etter at avgiften i første omgang ikke så ut til å ha noen effekt, vurderte man etter en tid å øke avgiften kraftig for å få til raskere omlegging. Samtidig ønsket man å unngå å påføre flyselskapene store ekstrakostnader i form av utskiftninger og kostbare tilpasninger av ruter uten at dette reflekterte kostnadene ved flystøyen. TØI ble derfor engasjert for å kartlegge kostnadene ved flystøyen og utarbeide et forslag til nytt avgiftssystem for flystøy.

Metoden som ble valgt er samvalganalyse kombinert med direkte spørsmål om folks betalingsvillighet for å få redusert flystøyen .

Kartleggingen av støykostnader er en del av prosjektet "Kostnadsrelaterte luftfartsavgifter" som ble oppstartet som forprosjekt i 1992 og videreført som hovedprosjekt i 1993-94. Formålet med prosjektet er å kartlegge de reelle kostnadene ved luftfart slik at disse kostnadene i høyest mulig grad kan belastes transportbrukerne der hvor kostnadene oppstår. To andre delprosjekter er gjennomført og dokumentert i arbeidsdokumenter. Det ene delprosjektet tar for seg ekstrakostnader ved landing utenom åpningstid ved norske stamflyplasser. Det andre vurderer grunnlaget for og effektene av topplastprising (peakload pricing) på Fornebu.

1.2 Noen sentrale begreper i tilknytning til flystøy

En del begreper knyttet til flystøy er såpass sentrale for forståelsen av rapporten at definisjonen av dem er gjengitt nedenfor.

Ekvivalent flystøynivå, EFN, brukes i Norge som indeks for å angi støybelastningen fra fly og er beskrevet i Krogstad et. al. (1981). EFN beskriver et gjennomsnittlig lydtrykknivå målt i dBA, men legger forskjellig vekt på støyen avhengig av tidspunktet den forekommer på. Denne veiefaktoren er nærmere omtalt i Krogstad et. al. og er gjengitt i tabell 7.5, side 33 og i vedlegg 1. Her fremgår det blant annet at støy midt på natten teller 10 ganger så mye som støy mitt på dagen på hverdager. Lydtrykknivået måles

logaritmisk slik at en økning på 10 dB tilsvarer en 10-dobling av lydtryknivået.

Ekvivalente flybevegelser er reelle flybevegelser multiplisert med en ekvivalensfaktor som korrigerer for tidspunktet for flybevegelsene. Ekvivalensfaktoren tilsvarer veiefaktoren omtalt ovenfor. En (reell) flybevegelse midt på natten tilsvarer f.eks. 10 ekvivalente flybevegelser, mens en flybevegelse midt på dagen på hverdager tilsvarer 1 ekvivalent flybevegelse.

Flystøysoner er betegnelsen på områder rundt en flyplass som avgrenses av bestemte grenseverdier for flystøy. På Fornebu er sonegrensene avgrenset av EFN-konturer. Sone I omfatter områder mellom 55 dB-konturen og 60 dB-konturen, sone II støynivå 60-65 dB, sone III støynivå 65-70 dB og sone IV områder med støynivå over 70 dB. For dette prosjektet er det i tillegg definert en sone 0 som omfatter områder med støynivå 50-55 dB. For dette prosjektet er flystøysoner beregnet med utgangspunkt i trafikken i april 1994.

Footprints er beregnede konturer for støy fra landing og avgang med en bestemt flytype og er omtalt i blant annet Liasjø (1994). Konturene, som er gjengitt i vedlegg 2, er for dette prosjektet beregnet i 5 dB trinn for EFN 35.00-70.00. Konturarealene måler hvor store arealer støyen fra en flytype rammer.

Subjektiv støyopplevelse angir hvordan en gjennomsnittsperson antas å oppfatte et bestemt støynivå. Tilnærmet regner en med at 10 dB høyere støynivå (som tilsvarer en 10-dobling av lydtryknivået) gir en dobling av subjektiv støyopplevelse.

Støysertifisering av sivile fly er omtalt i Liasjø et. al. (1988). Alle fly registrert i Norge må tilfredstille støysertifiseringskravene fra ICAO. ICAO deler opp flyene i tre kapitler avhengig av støynivå.

Kapittel 1- flyene er de mest støyende flyene og omfatter blant annet de opprinnelige versjonene av Caravelle og DC-8. Disse flyene betraktes i dag som usertifiserte fordi de ikke lenger tas inn i lufartøyregistret.

Kapittel 2- flyene omfatter blant annet B737-200 og DC-9 og støyer mindre enn kapittel 1- flyene.

Kapittel 3- flyene er de mest støysvake flyene og omfatter blant annet B737-300, -400 og -500, MD-80-serien og F-100.

1.3 Hva er en halvering av flystøynivået?

Et sentralt problem når en skal kartlegge befolkningens avveining mellom penger og miljøgoder er at miljøgoder ofte er lite "konkrete". Ikke minst gjelder dette flystøy som ofte varierer sterkt både fra tidspunkt til tidspunkt og fra dag til dag. Dette problemet er drøftet nedenfor.

I undersøkelsen presenteres intervjuobjektene for 3 miljøfaktorer. Disse faktorene er boutgifter, lokal luftforurensning, trafikkstøy og flystøy. Intervjuobjektene blir bedt om å forholde seg til bestemte prosentvise reduksjoner av nivået for miljøfaktorene.

Spørsmålet er da hvordan en skal beskrive f.eks. en halvering av flystøynivået for intervjuobjektet utover å forklare at det tilsvarer 10 dB lavere ekvivalent støynivå som igjen tilsvarer 90 prosent lavere gjennomsnittlig lydtrykksnivå.

Det beste vil naturligvis være å la intervjuobjektet oppleve halveringen av flystøyen i praksis, slik den oppleves når man forflytter seg fra intervjuobjektets bolig til et sted med 10 dB lavere ekvivalent støynivå. En slik støypresentasjon vil imidlertid kreve en del tid fordi flystøy preges av et høyst variert lydbilde som inneholder såvel stille perioder som sterk støy i korte perioder.

Siden en dermed neppe generelt kan legge presentasjonen til stille perioder mellom flybevegelsene må presentasjonen i praksis foregå et annet sted enn i intervjuobjektets hjem. P.g.a. de kostnader og det sannsynlige ekstrasrafall en slik fremgangsmåte ville innebære ble det ikke utarbeidet noen lyd-presentasjon av støyalternativene.

I stedet ble flystøyen relatert til antall flybevegelser ved at intervjuobjektet ble informert om at "En halvering av flystøyen kan f.eks. skje ved at antall flybevegelser reduseres til halvparten uten at hvert enkelt fly støyer mindre".

Dette ble gjort for å konkretisere halveringen av flystøynivået mest mulig på en intuitivt forståelig måte. Problemet er naturligvis at en i virkeligheten må fjerne 90 prosent av flybevegelsene for at subjektiv støyopplevelse skal bli tilnærmet halvert når en bruker EFN-målet som utgangspunkt.

Det er i imidlertid vanskelig å fatte intuitivt at et bortfall av annethvert fly medfører noe annet enn en halvering av støynivået mens bortfallet av 9 av 10 fly altså medfører en slik halvering. Likevel er det antagelig bedre å konkretisere miljøfaktorer på en intuitivt forståelig måte enn å ikke konkretisere miljøfaktorene eller konkretisere dem på en intuitivt uforståelig måte.

Informasjonen som ble gitt kan ha betydning for tolkningen av resultatene.

1.4 Tolkning av resultatene

Her diskuterer vi hvordan resultatene fra undersøkelsen kan tolkes på bakgrunn av den definisjonen av halvert flystøynivå som ble gitt.

Hvis intervjuobjektene har uklare oppfatninger om hva de egentlig er blitt bedt om å uttrykke sin betalingsvillighet for så blir også tolkningen av resultatene fra undersøkelsen uklar.

Ved å oppgi at en halvering av støynivået kan oppnås ved en halvering av antall flybevegelser er antagelig uklarheten i tolkningen innsnevret til to ytterpunkter. Det ene ytterpunktet er at betalingsvilligheten gjelder for en halvering av støynivået og dermed blant annet for 90 prosent færre flybevegelser. Det andre ytterpunktet er at betalingsvilligheten gjelder den støyreduksjonen som blant annet kan oppnås ved en halvering av antall flybevegelser. Med den første tolkningen blir samlet betalingsvillighet for en halvering fordelt på 90 prosent av flybevegelsene. Med den andre

tolkningen blir samlet betalingsvillighet for en halvering kun fordelt på 50 prosent av flybevegelsene og gir dermed høyest betalingsvillighet regnet pr flybevegelse.

1.5 Konservativt design og konservativ tolkning

Ved design av og tolkning av resultatene fra undersøkelser med hypotetiske spørsmål må en være klar over at forhold som f.eks. fokuseringseffekter og manglende budsjettrestriksjoner kan gi høyere verdsetting enn den "riktige". Derfor anbefales det generelt at en i slike undersøkelser velger en konservativ design og en konservativ tolkning av resultatene.

Konservativ design vil si at en i en situasjon der det er tvil om hvilken design en skal velge, så bør en velge den design som erfaringsmessig gir lavest verdsetting.

Konservativ tolkning vil si at en i en situasjon der det er tvil om hvilken tolkning som er riktig, velger den tolkningen som gir lavest verdsetting. Ut i fra dette bør en tolke resultatene som betalingsvilligheten for en halvering av støyen, noe som altså kan oppnås blant annet ved 90 prosents reduksjon av flytrafikken.

1.6 Betalingsvillighet eller kompensasjonsvillighet?

Når en spør et individ om å sammenligne penger med miljøendringer vil spørsmålsstillingen gjerne være enten av typen:

- "*Ville du ha betalt kr 100 mot å slippe støyen?*" (betaling) eller
- "*Hva foretrekker du hvis du kan velge mellom å få kr 100 eller å slippe støyen?*" (kompensasjon)

Det kan diskuteres om spørsmålene bør være av betalings- eller kompensasjonstypen. Med utgangspunkt i prinsippet om at forurenser skal betale er det unektelig mest logisk å spørre folk om hvor mye penger en måtte gi dem for at betalingen skulle bli like attraktiv som en bestemt støyreduksjon. På den annen side er budsjettrestriksjonen strammest ved spørsmål om betaling fordi personen (i teorien) faktisk må gi avkall enten på forbruk eller på sparing for å oppnå støyreduksjonen.

En må derfor regne med at spørsmål av betalingstypen gir den laveste verdsettingen av en bestemt endring i støynivået. Et ønske om konservativ design av undersøkelsen (jfr. avsnitt 1.5) tilsier derfor at en baserer en samvalganalyse på spørsmål om betaling fordi dette er det valget av design som en må forvente vil gi lavest verdsetting.

2 Samvalganalyse og andre metoder for verdsetting av miljøgoder

Samvalganalyse som metode er blant annet gjennomgått i Sælensminde og Hammer (1993). Her er også analyseopplegg og beregning av usikkerhet etc. diskutert. Den diskusjonen som er gjennomført der, er også relevant for den foreliggende undersøkelse, derfor henvises det til Sælensminde og Hammer i stedet for at diskusjonen gjentas her. Nedenfor vil vi bare gi en kort oversikt over metode og analyse knyttet til samvalganalyse under henvisning til kapittel 2 hos Sælensminde og Hammer.

Det kan diskuteres om samvalganalyse er den mest egnede metoden for verdsetting av flystøyen fra Fornebu. I forkant av prosjektet ble det lagt vekt på å gå i gjennom forskjellige verdsettingsmetoder med tanke på eventuell bruk i dette prosjektet. Denne gjennomgangen er gjengitt i avsnitt 2.2.

2.1 Samvalganalyse

Samvalganalyse hører hjemme i gruppen av utspørringsteknikker for måling av betalingsvilje. Slike teknikker er omtalt mere generelt i avsnitt 2.2.3.

Den enkleste utspørringsteknikken er å spørre folk direkte om hva de er villige til å betale for å oppnå en konkret bedring av miljøsituasjonen.

I stedet for å spørre folk direkte om deres betalingsvilje for f.eks. å slippe flystøy kan en i stedet gjennomføre en s.k. samvalganalyse ved å presentere alternative hypotetiske situasjoner for intervjuobjektet der alternativene f.eks. kan være beskrevet ved miljøfaktorer som støy- og forurensningsnivå. Ved å variere nivåene fra gang til gang kan en konstruere en rekke forskjellige alternative situasjoner, s.k. "pakker".

Intervjuobjektet skal så rangere pakkene i forhold til hverandre, plassere dem langs en poengskala eller velge mellom pakkene.

Poenget er at intervjuobjektet ved hvert valg avslører en del av sine preferanser. Samlet kan alle observasjonene fra en gruppe personer analyseres f.eks. ved hjelp av logit-modeller for å klarlegge deres prioritering mellom ulike faktorer.

Fordelene med samvalganalyse i motsetning til analyse av faktiske valg er dels at vi kan analysere kombinasjoner av faktorer som aldri ville forekomme i virkeligheten, dels at vi kan sørge for at de uavhengige variablene i analysen er ukorrelerte.

Ulempen med samvalganalyse og andre stated preference teknikker er at individene kun foretar hypotetiske valg. Det er derfor viktig at de hypotetiske situasjonene er enkle og har realistiske faktorer og nivåer.

2.2 Andre metoder for verdsetting av flystøy

Prisen på et miljøgode som fravær av flystøy blir ikke bestemt av tilbud og etterspørsel i et marked. For å finne den samfunnsøkonomiske kostnaden ved flystøy er det derfor nødvendig å bruke en eller flere verdsettingsteknikker. En detaljert gjennomgåelse av de fleste metoder finnes i Strand og Wenstøp (1991) og i Sælensminde (1992). Nedenfor gjennomføres en kortfattet gjennomgang av en del tenkbare metoder for beregning av støykostnader.

2.2.1 Beregning av skadekostnader

Hvis det fantes dokumentasjon av sammenhengen mellom flystøy og helse-skader (eller andre skader) kunne det foretas beregninger av skadekostnader som følge av flystøy. Resultatene fra en spørreundersøkelse som ble gjennomført i Oslo-området i 1989 og dokumentert i Gjestland et. al. (1990 a), Gjestland et. al. (1990 b) og Kolbenstvedt et.al. (1990) indikerer imidlertid ingen signifikant positiv sammenheng mellom flystøy og helseproblemer (derimot ser vegstøy ut til å medføre helseproblemer). Derimot viser undersøkelsen en klar sammenheng mellom flystøynivå og andelen spurte som føler seg plaget eller sterkt plaget av flystøy. Undersøkelsen tyder på at ulempene ved flystøy er et trivsel- og sjananseproblem uten målbare helsemessige konsekvenser, noe som også er nevnt i Liasjø et.al (1988). Det er derfor grunn til å tro at flystøy ikke medfører målbare skadekostnader.

2.2.2 Tiltakskostnader - bakveismetoden

Bakveismetoden tar utgangspunkt i at samfunnet har en betalingsvillighet for å unngå flystøy. Denne betalingsvilligheten er i utgangspunktet ukjent men kan i prinsippet beregnes "bakveien" på grunnlag av de vedtak og målsettinger som samfunnet vedtar. Hvis samfunnet f.eks. en har en oppfatning om hvilket flystøynivå som er akseptabelt kan en prøve å gå "bakveien" og beregne hvilke kostnader som må pålegges for å få realisert dette nivået. Når det gjelder flystøy kunne en tenke seg to vinklinger på dette.

Den ene er å beregne kostnadene ved støyisolering i boliger og andre støyrammede bygninger som må til for å redusere støybelastningen innendørs til et nærmere definert maksimumsnivå for støybelastning og beregne hvilke avgifter en måtte innkreve for å finansiere dette. Dette ville bare fange opp en del av støyproblemet, men når øvrige fordeler ved slik isolering er trukket fra vil denne kostnaden i hvert fall representere en nedre grense for støykostnaden gitt at en aksepterer det definerte maksimumsnivået for støybelastning.

Den andre vinklingen på problemet er å forsøke å beregne hvor høy en støyavgift må være for at det skal bli lønnsomt for flyselskapene å bruke sine mest støysvake fly på flyplassen og kanskje påskynde utskiftingen av flyparken så langt det er nødvendig for å nå et akseptabelt støynivå. Utgangspunktet for beregning av en slik støyavgift ville være de kostnader flyselskapene ville pådra seg på grunn av en ellers ulønnsom omdisponering og utskifting av flyparken.

Metoden forteller mer om kostnadene ved støybegrensning enn om kostnadene ved selve støyen. Det kan også diskuteres om en ikke like gjerne kan forby de mest støyende jetflyene, f.eks. de uten kapittel 3-sertifisering, på Fornebu innen en bestemt dato for å oppnå aktuelle målsettinger.

2.2.3 Måling av betalingsvilje

Metoder for måling av folks betalingsvilje for miljøgoder omfatter bl.a. eiendomsprismetoden, transportkostnadsmetoden og utspørringsteknikker med verdsetting som formål, blant annet samvalganalyse.

Eiendomsprismetoden

Eiendomsprismetoden er benyttet i internasjonale empiriske studier av kostnader ved flystøy og er også brukt til å teste flystøyens innvirkninger på boligpriser i Bodø, se Hoffmann (1984 a). Den er derfor svært aktuell som utgangspunkt for en støyavgift, en slik beregning er dokumentert i Hoffmann (1984 b). Metoden tar utgangspunkt i at en eiendom består av en rekke karakteristika som kapitaliseres i prisen. Betalingsvilligheten for en bolig er dermed en funksjon av en rekke faktorer, blant annet flystøynivået.

Det er flere svakheter forbundet med bruk av metoden. En er at det generelt er vanskelig å isolere en faktors innvirkning fra en annen. Det er også et problem at boligprisene kun fanger opp en av de gruppene som er plaget av flystøy, nemlig beboere. Et tredje problem med metoden er at forventningene om framtidige endringer i flystøyen kan være kapitalisert i dagens prisnivå. Dette er åpenbart et problem ved Fornebu der nedleggelse av flyplassen har vært diskutert i mesteparten av etterkrigstiden og ble vedtatt av Stortinget i 1992. Men også ved en flyplass som Bodø er dette et problem p.g.a. mulige forventninger om trafikkvekst på den ene side og forventninger om mer støysvake fly på den annen side. Et fjerde problem er at potensielle kjøpere av flystøyrammede boliger neppe har full oversikt over ulempene ved flystøyen.

Til tross for svakhetene ved boligprismetoden er det bedre å basere støyavgifter på resultatene fra gjennomførte boligprisundersøkelser enn å ikke ha noen basis i det hele tatt for en støyavgift. Derimot er det antagelig lite å hente på å gjennomføre en ny boligprisundersøkelse i Norge fordi Fornebu later til å være lite egnet for formålet (det er svært vanskelig å få pålitelige data for de prisene som er oppnådd ved boligomsetninger i de aktuelle områdene) mens en ny undersøkelse ved Bodø neppe vil gi ny informasjon av betydning.

Transportkostnadsmetoden

Transportkostnadsmetoden brukes til å beregne betalingsvilligheten for å benytte et område til rekreasjonsformål. Den går ut på å beregne hvor høye transportkostnader folk er villige til å påføre seg for å unngå støyen. Metoden egner seg best som tillegg til andre metoder, f.eks. eiendomsprismetoden. Som tillegg til resultater fra boligprisundersøkelser er det gjennomført et regneeksempel med utgangspunkt i denne metoden i forbindelse med etterbruksvurderingen av Fornebu, se Pedersen og Gjersem (1992). Det som beregnes er verdien av frigjort strandlinje ved Fornebu i forbindelse med nedlegging. Beregningene er dermed lite egnet som utgangspunkt for støyavgifter. Noen analyser av faktisk betalingsvillighet for å unngå flystøy i forbindelse med rekreasjonsformål er derimot ikke kjent. Antagelig er betalingsvilligheten i denne sammenhengen såpass lav at en egen analyse av problemet har lite for seg.

Betinget verdsetting (contingent valuation)

Verdsetting ved direkte utspørring er blitt gjennomført for en rekke miljøgoder. Metoden går i korthet ut på å spørre (et utvalg av) befolkningen om hva de er villige til å betale for en forbedring av miljøet, eventuelt om hvor mye de måtte få utbetalt i kompensasjon for at de skulle foretrekke kompensasjonen fremfor en bestemt forbedring av miljøet. Metoden er blitt brukt på forskjellige forurensningsproblemer. Metoden skulle være relativt velegnet for vurdering av flystøy fordi flystøy har få virkninger utover de som folk selv er kjent med. Strand og Wenstøp (1991) nevner en rekke problemer og feilkilder knyttet til betinget verdsetting. Blant annet nevnes de psykologiske problemene knyttet til fokuseringseffekter og strategiske svar.

Vurdering av samvalganalyse og betinget verdsetting

Sammenligner vi samvalganalyse og betinget verdsetting er det spesielt for de psykologiske faktorene at samvalganalyse antas å komme heldigere ut.

Fokuseringseffekten har sammenheng med at intervjuobjektene vil ha en tendens til å fokusere på de problemer som tas opp og glemme problemer som ikke tas opp. Ved betinget verdsetting kan dette medføre langt høyere verdier for en bestemt miljøfaktor hvis den nevnes alene i forhold til hvis den nevnes sammen med andre faktorer. Ved samvalganalyse er hele poenget å be folk om å prioritere mellom ulike fordeler. Fokuseringsproblemet blir dermed mindre, men vil selvsagt fortsatt være til stede fordi ikke alle tenkelige problemer kan omfattes i en slik undersøkelse.

Strategiske svar kan forekomme ved betinget verdsetting. Noen av de spurte kan ha et ønske om å presse opp (eller ned) den samlede verdsettingen i undersøkelsen og avgi svar som er strategisk riktige i forhold til dette. I samvalganalyse er mulighetene for strategiske svar mindre fordi formålet med hvert enkelt valg er vanskeligere å gjennomskue. Ifølge Strand og Wenstøp indikerer de fleste eksperimentelle studier at folk stort sett ikke forsøker å svare strategisk på direkte spørsmål om verdsetting av miljøendringer .

3 Design av samvalgundersøkelsen

I dette kapitlet vil vi gå igjennom undersøkelsens design, dvs utforming av spørsmål og spill. Først ser vi på utvalget som skal intervjues, deretter på introduksjon og informasjon som ble gitt intervjuobjektene, direkte spørsmål som ble stilt og til slutt på utformingen av spillene. Fullstendig spørreskjema er gjengitt i vedlegg 3.

3.1 Utvalget

For å få best mulig grunnlag for å vurdere hvordan betalingsvilligheten for å unngå flystøy varierer med flystøybelastningen ble det i utgangspunktet bestemt å trekke ut et stratifisert utvalg av befolkningen fra støysonene rundt Fornebu. Av budsjettmessige årsaker måtte totalutvalget begrenses til 400 personer. For å sikre et mest mulig representativt utvalg fra hver støysone ble det bestemt å intervjuer like mange personer i hver sone. Med 4 soner innenfor 55 dB likelydskurven tilsvarer dette 100 intervjuer pr støysone.

Siden støysone 4 knapt har bosetting ble definisjonen av sonene endret slik at sone 3 omfatter tradisjonell sone 3+4 samtidig som det er definert en ny sone 0 som omfatter resten av området innenfor 50 dB likelydskurven, alt basert på støyprognosen for Fornebu sommeren 1993. Det skulle så gjennomføres 100 intervjuer i hver av støysonene 0-3 etter endret definisjon.

Norsk Gallup AS fikk i oppdrag å trekke ut og rekruttere intervjuobjekter og gjennomføre intervjuene hjemme hos den enkelte ved hjelp av bærbar PC. Ved rekrutteringen ble det spurt etter den av husfar eller husmor som hadde fødselsdag sist. Kun personer mellom 18 og 75 år ble rekruttert.

3.2 Introduksjon og informasjon til respondenten

Generell introduksjon

Før spørsmålene fikk intervjuobjektene en introduksjon som gikk ut på at Samferdselsdepartementet og Luftfartsverket trenger mere kunnskap om hvordan folk opplever støy og forurensning i Oslo-området og at resultatene vil bli brukt i planleggingen av tiltak for å begrense miljøproblemene. TØI ble oppgitt som faglig ansvarlig for undersøkelsen.

Informasjon om miljøfaktorer

Intervjuobjektet ble først orientert om at undersøkelsen tar for seg tre miljøproblemer forårsaket av veg- og flytrafikk:

1. Lokal luftforurensning fra vegtrafikk
2. Støy fra vegtrafikk
3. Støy fra flytrafikk

Intervjuobjektene fikk vite at lokal luftforurensning kan skade helse, natur og miljø mens vegstøy kan gi plager, forstyrrelser, vantrivsel og verste fall helseskader. Det ble oppgitt at flystøy kan medføre plage, forstyrrelser og vantrivsel, men neppe helseskader

Introduksjon til spillene

Det ble først gjort oppmersom på at det er mulig å redusere nivået for de tre miljøfaktorene betraktelig enten ved å redusere trafikken eller støy/utslipp fra hvert enkelt transportmiddel eller en kombinasjon. Som eksempel ble det nevnt at en halvering av flystøyen kan oppnås ved halvering av flytrafikken.

Intervjuobjektet ble så bedt om å velge mellom ulike miljøalternativer der nivået på lokal støy, forurensning og bokostnader varierer mens fremkommelighet og transportkostnader ikke påvirkes.

Intervjuobjektet ble bedt om å svare på vegne av seg selv og husholdningen og ta hensyn til hvor pengene til økte bokostnader eventuelt skulle tas fra og at det kanskje finnes viktigere formål å bruke pengene på.

3.3 Direkte spørsmål

For å ha mulighet til å dele opp materialet i undergrupper og sammenligne karakteristika ved befolkningen i de forskjellige støysonene, ble det stilt en rekke spørsmål av sosioøkonomisk karakter. I tillegg ble det spurt om plagetthet og direkte betalingsvillighet i forbindelse med miljøfaktorene som tas opp i spillene.

Bakgrunnsvariablene kan deles i tre typer:

A. Sosioøkonomiske variable:

- boligtype
- eie-/leieforhold til boligen
- innflyttingsår
- boligverdi
- husleie
- boligens utearealer
- avstand til vei med sterk trafikk
- årstall for siste flytur
- flyfrekvens i 1993
- fødselsår
- antall personer i husholdningen etter alder
- hovedbeskjeftigelse
- yrkestilknytning til luftfart
- utdanning i antall år
- antall biler i husholdningen
- inntekt
- postnummer
- kjønn

B. Spørsmål i tilknytning til miljøfaktorer:

- plage fra veitrafikkstøy
- plage fra flystøy
- plage fra luftforurensning

C. Direkte spørsmål etter spillene om betalingsvillighet pr måned for en halvering av:

- luftforurensning
- trafikkstøy
- flystøy

3.4 Beskrivelse av spillene

Undersøkelsen består av to spill. I hvert spill stilles respondenten overfor ulike valg mellom to alternative situasjoner der nivået for flere faktorer varierer samtidig. Eksempel på et valg er gjengitt i figur 3.1.

Figur 3.1. Eksempel på et valg.

Hvilket alternativ foretrekker du?

Alternativ A	Alternativ B
<ul style="list-style-type: none"> • Flystøy: 80 % lavere enn nå • Trafikkstøy: som nå • Økte bokostnader: kr 400 pr måned • Luftforurensning: 20 % lavere enn nå 	<ul style="list-style-type: none"> • Flystøy: som nå • Trafikkstøy: som nå • Økte bokostnader: kr 40 pr måned • Luftforurensning: som nå

Spillene er relatert til respondentens bosituasjon. Respondenten blir spurt om å velge mellom to hypotetiske bosituasjoner der faktorene flystøy, trafikkstøy, lokal luftforurensning og bokostnader varierer i forhold til dagens situasjon. For de tre miljøfaktorene oppgis nivåene som prosentvise endringer i forhold til dagens situasjon mens bokstnaden oppgis som en endring i kroner pr måned i forhold til dagens bokostnader. Den eneste forskjellen mellom spill 1 og 2 er de foreslåtte endringene i bokostnadene.

Faktorenes nivåer i spillene er gjengitt i tabell 3.1 på neste side.

Tabell 3.1. Faktorenes nivåer i spillene

Faktor	Nivåer i spill 1	Nivåer i spill 2
Flystøy Prosentvis reduksjon	1. 0 % 2. -20 % 3. -80 %	1. 0 % 2. -20 % 3. -80 %
Trafikkstøy %-vis reduksjon	1. 0 % 2. -50 %	1. 0 % 2. -50 %
Luftforurensning %-vis reduksjon	1. 0 % 2. -20 % 3. -80 %	1. 0 % 2. -20 % 3. -80 %
Bokostnader Kroner endring pr måned	1. 0 kr 2. 40 kr 3. 100 kr 4. 200 kr 5. 400 kr	1. 0 kr 2. 200 kr 3. 400 kr 4. 800 kr 5. 1500 kr

I vår undersøkelse med valg mellom to situasjoner beskrevet ved fire variable der to av variablene har 3 nivåer, en av dem har 2 nivåer og en variabel har 5 nivåer, blir tallet på mulige kombinasjoner $3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 5 = 90$. Det sier seg selv at intervjuobjektene vil vise symptomer på tretthet lenge før en har gått i gjennom 90 valg. Ved å designe undersøkelsen for PC i dataprogrammet MINT er det imidlertid mulig trekke ut tilstrekkelig informasjon om intervjuobjektene preferanser ved å stille dem langt færre valg enn 90 i hvert spill.

I undersøkelsen stilles respondenten overfor 9 valg i hvert spill.

4 Datamaterialet

4.1 Gjennomføring

Undersøkelsen ble gjennomført i tre faser.

Samvalgsundersøkelsens første utkast til design ble utarbeidet i oktober 1993 og ble dels testet på kolleger samt i 6 dybdeintervjuer hos Norsk Gallup AS.

På grunnlag av kommentarene fra disse intervjuene ble ny design utarbeidet og lagt til grunn for en pilotundersøkelse som omfattet 40 respondenter fordelt over alle støysonene. Pilotundersøkelsen ble gjennomført hjemme hos intervjuobjektene siste uken i november 1993. Erfaringene fra pilotundersøkelsen ble så benyttet i utarbeidelsen av den endelige design av hovedundersøkelsen.

Hovedundersøkelsen ble gjennomført i april 1994. I alt ble 471 personer intervjuet ved hjelp av portabel PC hjemme hos intervjuobjektene. Frafallsrapporten fra Norsk Gallup er gjengitt i vedlegg 4. Støysonene 1-4 i vedlegg 4 tilsvarende sone 0-3 ellers i rapporten.

I alt ble 2920 husholdninger oppringt av Norsk Gallup AS. Av disse ble det oppnådd kontakt med 1983 husholdninger. Av disse var 234 utenfor målgruppen mens 482 nektet å snakke med Norsk Gallup AS. Av de resterende 1267 personene ble 1210 spurt om å delta i intervju. Av disse nektet 337 personer å delta i intervjuet mens 333 ikke kunne stille opp på det aktuelle tidspunkt. Avtale om intervju ble inngått med 540 respondenter hvorav 480 faktisk stilte opp og 473 intervjuer ble gjennomført.

Det var ingen store forskjeller i frafallsprosenten mellom støysonene bortsett fra at sone 1 (benevnt som sone 2 i vedlegg 4) hadde spesielt stor andel husholdninger som ikke svarte på telefonen. Derimot betydde kjønn, alder og husstandstørrelsen noe for om personen ville og kunne delta i intervjuet. Menn var mere villige enn kvinner og respondenter i alderen 45-59 mer villige enn de yngste og de eldste. Frafallet på grunn av tidspunktet var generelt større hos yngre enn hos eldre. Medlemmer av husholdninger med flere personer var mere villige enn enslige.

4.2 Revisjon av støysonene etter undersøkelsen

Støysonene basert på støyprognosene for sommeren 1993, gjengitt i Bøhn et.al. (1990) ble antatt å være gode nok til stratifisering av utvalget. Siden disse støysonene er prognoser og har vist seg å bygge på feilaktige støydata for MD80- flyene, var det ikke tilrådelig å bruke denne soneoppdelingen i det videre arbeide med analyse av datamaterialet og summering av total betalingsvillighet.

For analyse- og beregningsformål beregnet SINTEF DELAB derfor nye støysoner basert på oppgitte prosedyrer og faktisk trafikk i de siste 4 ukene av april. Disse støysonene er gjengitt i vedlegg 5. På grunnlag av de faktiske støysonene ble støysonetilhørigheten for hver enkelt respondent revidert samtidig som respondentens nøyaktige støybelastning ble anslått ved hjelp av lineær interpolasjon innenfor den enkelte støysonen. Utvalgets fordeling på soner etter revisjonen er gjengitt i tabell 4.1.

Tabell 4.1. Utvalgets fordeling på støysoner.

Støysoner	Antall	Populasjon	Utvalgsandel %
3 (dB > 65)	67	1342	5
2 (65 > dB > 60)	61	3375	1,8
1 (60 > dB > 55)	115	22614	0,5
0 (55 > dB > 50)	94	45421	0,2
Sum støysoner	337	72752	0,5
Utenfor (dB < 50)	124		
Forkastet	12		
Sum	473		

4.3 Noen sosioøkonomiske trekk ved utvalget

I dette avsnittet skal vi se litt på de sosioøkonomiske trekk ved utvalget. Siden utvalget er trukket slik at det skal være representativt for befolkningen i den enkelte støysonen er det vanskelig å si om forskjellene mellom støysonene i utvalget skyldes forskjeller i populasjonen eller om det skyldes andre årsaker.

Tabell 4.2. Utvalgets kjønnsfordeling etter flystøysoner.

	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle	Oslo	Akersh.
Menn	46,0	47,9	50,4	55,7	40,3	47,9	48,3	49,8
Kvinner	54,0	52,1	49,6	44,3	59,7	52,1	51,7	50,2
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Utvalgets kjønnsfordeling i sum skiller seg lite fra befolkningens, men varierer en del fra sone til sone uten at det er noen klar tendens i materialet.

Aldersfordelingen i utvalget skiller seg merkbart fra aldersfordelingen i den voksne delen av befolkningen ved at respondentene generelt er eldre. Under-representasjonen for aldersgruppen 18-29 år er som en kunne forvente når det er husfar eller husmor som intervjues.

Tabell 4.3. Utvalgets aldersfordeling etter flystøysone.

	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle	Oslo	Akersh.
18-29	19,4	7,4	16,5	6,6	3,0	12,1	25,2	22,9
20-39	25,0	27,7	16,5	11,5	19,4	20,8	23,3	22,9
40-49	24,2	23,4	27,0	34,4	26,9	26,5	18,5	22,4
50-59	8,9	14,9	20,0	16,4	16,4	15,0	12,1	14,3
60-69	9,7	8,5	7,0	18,0	11,9	10,2	14	12,9
70-	12,9	18,1	13,0	13,1	22,4	15,4	7	4,8
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Det er en klar tendens til at andelen eldre i utvalget øker med flystøybelastningen mens utvalget utenfor støysonene har en relativt "normal" aldersfordeling. I sone 3 er andelen over 69 år dobbelt så stor som utenfor sonene, mens andelen 18-29 åringer er en sjettedel av hva den er utenfor sonene.

I tabell 4.4 er forskjellige gjennomsnittstall fra utvalget innen hver støysone gjengitt.

Tabell 4.4. Sosioøkonomiske gjennomsnittstall fra utvalget etter flystøysone.

Støysone	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle
Gjennomsnittlig innflyttingsår	83	82	84	82	76	82
Anslått boligverdi (1000 kr)*	962	1263	1433	1500	1706	1323
Husleie (kr/måned)**	3549	3245	3336	3754	2818	3393
Andel leiligheter	0,60	0,35	0,59	0,33	0,24	0,46
Andel eneboliger	0,15	0,21	0,24	0,33	0,54	0,27
Andel med egen hage	0,40	0,62	0,43	0,64	0,81	0,54
Andel leieboere	0,20	0,22	0,22	0,20	0,10	0,20
Avstand til hovedvei (m)	195	212	330	914	946	436
Antall biler i husholdn.	0,88	0,88	1,02	1,39	1,39	1,06
Flyfrekvens i 1993 (hver vei)***	6,4	6,9	9,2	12,3	8,3	8,2
Andel som fløy i 1993/94	0,79	0,77	0,81	0,79	0,78	0,79
Andel tilknyttet luftfart	0,02	0,04	0,05	0,07	0,13	0,05
Alder	45,3	49,1	46,2	50,0	53,7	48,1
Husholdningsstørrelse (antall pers)	2,45	2,43	2,31	2,59	2,64	2,46
Personlig inntekt (1000 kr)****	201	216	226	286	306	237
Husholdningsinntekt (1000 kr)****	351	375	386	484	513	405

* Gjelder kun de som eier boligen

** Gjelder kun de som leier boligen

*** Gjelder de som ikke er yrkestilknyttet luftfart

**** Gjelder kun de som svarte på dette spørsmålet (94 %)

Tabellen viser at det er klare tendenser i materialet til at utvalget i sonene med mest flystøybelastning har de dyreste boligene, størst andel eneboliger, størst andel med egen hage, den lengste avstanden til hovedveg, flest biler, høyest andel med yrkestilknytning til luftfart og høyest inntekter. Hovedkonklusjonen av disse tabellene er derfor at det i utvalget er forholdsvis størst innslag av eldre og veletablerte mennesker i de sonene som er mest plaget av flystøy.

En kan spørre seg om de mest støyømfintlige personene velger å forlate (eller å aldri flytte inn i) de områdene som er mest rammet av flystøy. En skulle i så fall tro at de mest flystøyrammede områdene var preget av stor utskifting og husstander med lav sosioøkonomisk status. Tallene i tabell 4.3 gir det motsatte inntrykk.

4.4 Svar på spørsmål om plagethet

Utvalget ble presentert overfor tre miljøfaktorer; flystøy, vegtrafikkstøy og lokal luftforurensning fra vegtrafikk. Etter en kort beskrivelse av problemene knyttet til disse miljøfaktorene ble de spurt om de følte seg mye, noe, litt eller ikke plaget av flystøy, vegtrafikkstøy og luftforurensning der de bor.

Svarene er oppsummert etter støysone og sammenlignet med tilsvarende resultater i Sælensminde og Hammer (1994) i tabell 4.5-4.7. Gruppen av noe og litt plagede i foreliggende undersøkelse er slått sammen for å være mest mulig sammenlignbar med Sælensminde et. al.s gruppe av litt plagede.

Tabell 4.5. Prosentandel som føler seg plaget av flystøy der de bor etter flystøysone.

Plaget	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle	Sælensminde et.al.
Ikke	62,1	30,9	20,9	18,0	14,9	32,8	69,6
Litt/noe	34,7	54,3	50,4	49,2	41,8	45,6	24,5
Mye	3,2	14,9	28,7	32,8	43,3	21,7	5,9
Sum	100,0	100,1	100,0	100,0	100,0	100,1	100,0

For flystøy ser vi omtrent den situasjonen en kunne vente seg, dvs at andelen plagede øker innover i støysonene samtidig som områdene utenfor sonene er mest lik materialet til Sælensminde et.al. Vi ser også at det er tydelig forskjell mellom områdene utenfor sonene og støysone 0. Selv i sone 0 føler 69 prosent av utvalget seg plaget av flystøy.

For vegtrafikkstøy har vi delvis den motsatte situasjon. Andelen som ikke føler seg plaget tiltar innover i støysonene og gjennomsnittet for hele utvalget ligner ganske mye på utvalget hos Sælensminde. Både i foreliggende undersøkelse og hos Sælensminde føler få (rundt 7 prosent) at de er mye plaget av vegtrafikkstøy.

Tabell 4.6. Prosentandel som føler seg plaget av vegtrafikkstøy der de bor etter flystøysone.

Plaget	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle	Sælensminde et.al.
Ikke	57,3	57,4	48,7	90,2	83,6	63,3	70,1
Litt/noe	36,3	30,9	44,3	8,2	13,4	30,2	22,4
Mye	6,5	11,7	7,0	1,6	3,0	6,5	7,5
Sum	100,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabell 4.7. Prosentandel som føler seg plaget av lokal luftforurensning der de bor etter flystøysone.

Plaget	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle	Sælensminde et.al.	
							Lukt*	Støv**
Ikke	36,9	42,4	41,7	54,1	40,9	42,1	78,5	64,0
Litt/noe	45,9	44,6	40,0	34,4	39,4	41,7	16,6	26,0
Mye	17,2	13,0	18,3	11,5	19,7	16,2	5,0	9,9
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,1	99,9

* Plagethet av eksos/lukt fra veitrafikken der de bor

** Plagethet av støv og skitt fra veitrafikken der de bor

For luftforurensning avviker resultatene en god del fra Sælensmindes resultater. Her er imidlertid spørsmålstillingen annerledes slik at det er vanskelig å sammenligne direkte.

4.5 Svar på direkte spørsmål om betalingsvillighet for å redusere miljøproblemer

Etter at spillene var gjennomført ble utvalget spurt om hva de er villige til å betale pr måned for å få halvert hhv luftforurensning, trafikkstøy og flystøy. Etterpå ble respondenten spurt om samlet betalingsvillighet for halvering av disse miljøfaktorene og bedt om å gå tilbake og endre beløp hvis samlet betalingsvillighet ikke stemte med summen av delbeløp. Tabellene 4.8-4.11 gjengir andelen betalingsvillige etter miljøfaktor, betalingsvillighet og flystøysone.

Tabell 4.8. Prosentvis andel som vil betale for halvering av flystøyen etter betalingsvillighet og flystøysone.

Kr/måned	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle
0	64,5	45,7	35,7	36,1	29,9	44,7
1-100	23,4	26,6	33,0	21,3	19,4	25,6
101-400	9,7	22,3	23,5	24,6	23,9	19,7
401-	2,4	5,3	7,8	18,0	26,9	10,0
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabell 4.9. Prosentvis andel som vil betale for halvering av trafikkstøyen etter betalingsvillighet og flystøysone.

Kr/måned	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle
0	41,9	39,4	49,6	70,5	80,6	52,7
1-100	18,5	30,9	23,5	18,0	9,0	20,8
101-400	26,6	19,1	19,1	6,6	9,0	18,0
401-	12,9	10,6	7,8	4,9	1,5	8,5
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabell 4.10. Prosentvis andel som vil betale for halvering av luftforurensningen etter betalingsvillighet og flystøysone.

Kr/måned	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle
0	24,2	39,4	27,0	44,3	35,8	32,3
1-100	14,5	24,5	17,4	18,0	20,9	18,7
101-400	33,1	23,4	37,4	26,2	31,3	31,0
401-	28,2	12,8	18,3	11,5	11,9	18,0
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabell 4.11. Prosentvis andel som vil betale for halvering av flystøy, trafikkstøy eller luftforurensning etter flystøysone.

Kr/måned	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Alle
0	20,2	25,5	19,1	19,7	14,9	20,2
1-100	6,5	10,6	5,2	19,7	6,0	8,7
101-400	25,8	27,7	33,9	24,6	38,8	29,9
401-	47,6	36,2	41,7	36,1	40,3	41,2
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Interessen for å betale for en halvering av flystøyen tiltar innover i flystøysonene mens interessen for å betale for halvert trafikkstøy avtar. Også interessen for å betale for luftforurensning avtar nærmere Fornebu, men ikke så raskt som for trafikkstøyen. Samlet betalingsvillighet for en halvering av alle de tre miljøfaktorene er forholdsvis jevn fra støysonene til støysone.

En femtedel av de spurte er ikke villige til å betale noenting i det hele tatt for en bedring av noen av de tre miljøfaktorene. Disse ble spurt om årsaken til dette. Av 93 respondenter svarte 13 at de ikke følte seg tilstrekkelig plaget, 7 var prinsipielt i mot at den plagede skal betale, 2 oppga at de ikke hadde råd, 11 følte at spørsmålene enten var dårlig stilt eller passet dårlig for deres spesielle situasjon (f.eks. hadde en respondent nettopp brukt kr 100 000 på støyisolerende vinduer) mens 59 respondenter ikke svarte på spørsmålet.

Gjennomsnittlig betalingsvilje for halvering av miljøfaktorene er gjengitt i tabell 4.12.

Tabell 4.12. Gjennomsnittlig betalingsvillighet for 50 prosent reduksjon av miljøfaktorer ut fra direkte spørsmål etter støysoner. Kr/måned. Standardavvik for gjennomsnitt i populasjonen i parentes.

	Utenfor	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3
Luftforurensning	304,8 (30,4)	158,6 (23,3)	229,1 (22,1)	152,5 (33,4)	181,8 (29,6)
Trafikkstøy	202,2 (33,4)	139,0 (22,2)	128,8 (20,7)	50 (19,0)	35,5 (11,3)
Flystøy	49,8 (8,7)	103,9 (15,8)	144,8 (19,1)	207,6 (41,4)	355,3 (81,0)
Sum	556,8 (55,5)	401,5 (45,9)	502,8 (47,0)	410,2 (60,5)	572,7 (100,1)

Når det gjelder flystøyen så ser vi at den direkte betalingsviljen for en halvering øker med 39 prosent fra sone 0 til sone 1, med 43 prosent fra sone 1 til sone 2 og med 71 prosent fra sone 2 til sone 3. Dette stemmer ganske godt med utviklingen i antatt subjektiv støyopplevelse fra sone til sone (beskrevet i avsnitt 5.1).

For trafikkstøyen synker betalingsvilligheten innover i støysonene slik en kunne forvente når antall plagede synker. Total betalingsvillighet ligger på 400-600 kr.

5 Resultater fra samvalgsundersøkelsen

I dette kapitlet presenteres analyseresultatene fra samvalgsundersøkelsen. Det er mulig å utnytte anslagene for flystøybelastningen for hver enkelt husholdning i analysen. Dette er diskutert nedenfor.

5.1 Valg av funksjonsform

Utgangspunktet for funksjonsformen er en lineær nyttefunksjon der forklaringsvariablene inngår utransformert. Nyten for person n av å velge alternativ i kan da beskrives (se Sælensminde og Hammer 1993) ved :

$$(1) V_{ni} = B_0 + B_1 X_{ni1} + \dots + B_k X_{nik} + e_{ni}$$

der B_k , $k=0, \dots, K$ er de ukjente parametrene som skal estimeres mens e_{ni} ivaretar uforklart variasjon.

En mere tilfredstillende funksjonsform kan benyttes ved å bruke den informasjon vi har om intervjuobjektene lokaliserings i flystøysonene. Dette er gjort i (2).

Flystøy måles som nevnt i avsnitt 1.2 i antall dB ekvivalent flystøy. Alle som bor langs f.eks. 50 dB-likelydskurven utsettes for samme mengde flystøy. De som bor langs 60 dB- kurven opplever da 10 dB mere flystøy, noe som subjektivt oppfattes som tilnærmet dobbelt så mye flystøy. Hvis vi setter opplevd flystøy langs 50 dB-kurven til 1 vil altså opplevd flystøy langs 60 dB-kurven tilsvare 2. Overfører vi dette på alle flystøyutsatte så vil opplevd flystøy for en person som er bosatt på et sted med S dB bli $2^{(S-50)/10}$ når 50 dB-likelydskurven er referanse.

Hvis opplevd flystøy er dobbelt så stor så er også 80 % av flystøyen dobbelt så stor. Tar vi hensyn til dette i (1) får vi, i det vi ser bort fra e_{ni} :

$$(2) V_{ni} = B_0 + 2^{(S-50)/10} B_1 X_{ni1} + B_2 X_{ni2} + \dots + B_k X_{nik}$$

der S tilsvare personens flystøybelastning i dB med 50 dB-likelydskurven som referanse og X_{ni1} er variabelen som beskriver individ n 's valg av flystøynivå.

Hadde tilsvarende data vært tilgjengelige for faktorene trafikkstøy og luftforurensning, så kunne en ha omformet også disse variablene på tilsvarende måte.

En variant av (2) får vi ved å estimere en egen flystøyparameter for hver flystøysone:

$$(3) V_{ni} = B_0 + 2^{(S-50)/10} (D_1 B_{11} X_{ni1} + \dots + D_4 B_{14} X_{ni4}) + B_2 X_{ni2} + \dots + B_k X_{nik}$$

der $D_i = 1$ for personer bosatt i sone i ($i=1..4$) og 0 ellers mens B_{1i} er flystøyparameteren for personer bosatt i sone i .

5.2 Verdsetting av faktorene i spillene

Verdsettingen av den enkelte faktor som inngår i spillene finner vi ved å se på forholdet mellom parameterestimaterne. Hvert parameterestimat angir den partielle effekten i den avhengige variabelen av en partiell endring i vedkommende faktor. Å finne verdien av f.eks. flystøy vil si å finne det kronebeløp personen må betale for at hun skal forbli på samme nyttenivå etter en marginal reduksjon av flystøyen. Hvis B_1 i formel (1) er parameteren for flystøy og B_2 er parameteren for bokostnader, får en at

$$B_1 * \text{prosent flystøy} = B_2 * \text{kroner pr måned}$$

som tilsvarer et anslag for verdien av flystøy på

$$B_1/B_2 = \text{kr pr måned/prosent flystøy}$$

Ved estimering ut i fra (2) og (3) får vi i stedet henholdsvis

$$2^{(S-50)/10} B_1/B_2 \text{ og } 2^{(S-50)/10} B_{1i}/B_2$$

som anslått verdi for personer med flystøybelastning S . For å finne anslag på verdsettingen av flystøyen hos befolkningen i en støysone må en da legge til grunn antatt gjennomsnittlig flystøybelastning i sonen.

5.3 Resultater

Her presenteres resultatene fra analysen av resultatene fra de to spillomgangene. Data fra de to spillene er analysert sammen slik at datamaterialet stort sett består av 18 observasjoner pr respondent. Datamaterialet er analysert med programpakken ALOGIT med utgangspunkt i hver av de tre modellformuleringene (1) - (3).

Av 461 respondenter med brukbare svar bor 124 utenfor flystøysonene. Da flystøybelastningen for denne gruppen er ukjent er det umulig å anvende modellformuleringene (2) og (3) for disse respondentene. I tillegg er populasjonen som denne delen av utvalget er trukket ut fra ukjent. Respondenter utenfor flystøysonene er derfor ikke tatt med i analysen.

Av de gjenværende 337 respondentene svarte 74 at de ikke følte seg plaget av flystøy. Også disse er holdt utenfor analysen, slik at en står igjen med 4749 observasjoner fra 263 respondenter.

Begrunnelsen for å holde også gruppen som ikke føler seg plaget utenfor, er for det første hensynet til formålet med undersøkelsen som er å anslå

verdien av ulempen ved flystøy. Denne verdsettingen er bare relevant for personer som føler en ulempe. For det andre vil samvalganalyse gi meningsløse resultater for faktorer som folk ikke har noe forhold til, (som f.eks. for flystøy for personer som ikke føler seg plaget). Dette gjelder også de fleste av respondentene som er bosatt utenfor flystøysonene der bare et mindretall av utvalget føler seg plaget av flystøy).

Hovedresultatene fra analysen med utgangspunkt i modellene (1) - (3) er gjengitt i tabell 5.1- 5.3.

Likelihood er en indikator på føyning. Jo lavere likelihood er (i tallverdi), jo bedre kan en si at modellen stemmer med virkeligheten.

Tabell 5.1. Verdsetting av luftforurensning, trafikkstøy og flystøy med utgangspunkt i modell (1). Analysen gjelder respondenter som er plaget av flystøy. Verdsettingen hos andre respondenter er satt lik 0. Benevning: kr pr måned pr husholdning for én prosents reduksjon av nivået for vedkommende miljøfaktor. T-verdier i parantes. Antall observasjoner: 4749.

Faktor	Verdsetting for flystøyplagede	Prosent flystøyplagede	Gjennomsnittlig verdsetting
Luftforurensning	2,45 (7,10)	78	1,91
Trafikkstøy	-0,45 (-0,93)	78	-
Flystøy:	4,21 (12,61)		
-sone 0		69	2,91
-sone 1		79	3,33
-sone 2		82	3,45
-sone 3		85	3,58

Likelihood: -2823.6921

Tabell 5.2. Verdsetting av luftforurensning, trafikkstøy og flystøy med utgangspunkt i modell (2). Analysen gjelder respondenter som er plaget av flystøy. Verdsettingen hos andre respondenter er satt lik 0. Benevning: kr pr måned pr husholdning for én prosents reduksjon av nivået for vedkommende miljøfaktor. T-verdier i parantes. Antall observasjoner: 4749.

Faktor	Verdsetting for flystøyplagede	Prosent flystøyplagede	Gjennomsnittlig verdsetting
Luftforurensning	2,63 (7,95)	78	2,05
Trafikkstøy	-0,20 (-0,44)	78	-
Flystøy:			
- sone 0	3,20 (15,11)	69	2,21
- sone 1	4,52	79	3,58
- sone 2	6,40	82	5,24
- sone 3	9,05	85	7,70

Likelihood: -2792.1991

Tabell 5.3. Verdsetting av luftforurensning, trafikkstøy og flystøy med utgangspunkt i modell (3). Analysen gjelder respondenter som er plaget av flystøy. Verdsettingen hos andre respondenter er satt lik 0. Benevning: kr pr måned pr husholdning for én prosents reduksjon av nivået for vedkommende miljøfaktor. T-verdier i parentes. Antall observasjoner: 4749.

Faktor	Verdsetting for flystøyplagede	Prosent flystøyplagede	Gjennomsnittlig verdsetting
Luftforurensning	2,55 (7,58)	78	1,99
Trafikkstøy	-0,32 (0,68)	78	-
Flystøy:			
- sone 0	2,62 (3,34)	0,69	1,81
- sone 1	3,19 (5,01)	0,79	2,52
- sone 2	5,92 (7,13)	0,82	4,85
- sone 3	10,81(12,30)	0,85	9,19

Likelihood: -2787.3922

Verdsettingen av redusert luftforurensning er signifikant større enn null og ligger på omlag samme verdi uansett modellformulering.

Redusert trafikkstøy blir verdsatt svakt negativt i alle modellene. Verdsettingen er ikke signifikant forskjellig fra null i noen av modellene.

For flystøy avhenger verdsettingen som ventet av modellformuleringen. Med modellformulering (1), der verdien av flystøy antas å ha lik verdi for alle flystøyplagede, blir verdien av redusert flystøy høyere enn verdien av redusert luftforurensning.

I modell (2) forutsettes det at betalingsvilligheten for flystøyplagede vokser i takt med subjektiv støyopplevelse. Også her blir verdien av redusert flystøy positiv og signifikant forskjellig fra null. Verdsettingen av flystøy for sone 1 og 2 ligger nærmest verdsettingen av flystøy i modell (1).

I modell (3) forutsettes det at betalingsviljen for flystøyplagede vokser i takt med subjektiv støyopplevelse innenfor den enkelte sone mens estimeringen gir svar på i hvilken grad dette gjelder fra sone til sone. Med denne modellformuleringen blir verdien av redusert flystøy positiv og signifikant forskjellig fra null i hver enkelt støysone. Både verdien av redusert flystøy og utsagnskraften øker med flystøybelastningen.

Sammenligning av resultatene fra modellene (2) og (3) viser at det ikke er så store forskjeller mellom resultatene, men det er en tendens til at modell (3) gir lavest verdsetting av flystøyreduksjoner i de tre ytterste støysonene og høyest verdsetting i sone 3. Modell (3) viser usikkerheten i verdianslagene for de forskjellige sonene. Bare i sone 3 har verdianslaget for flystøy samme t-verdi som anslagene fra modell (1) og (2).

Det ble også forsøkt å analysere datamaterialet med utgangspunkt i logaritmiske transformasjoner av modellene. Disse transformasjonene ga langt høyere likelihood (i tallverdi) enn modellene (1)-(3) og stemmer altså dårligere med virkeligheten.

5.4 Gyldighetsområde for resultatene

Tabellene 5.1-5.3 viser betalingsvilligheten pr måned for 1 prosents reduksjon av flystøy. Siden alternativene respondentene ble stilt overfor var 20, 80 og 100 % av dagens nivå for flystøy innebærer dette at gyldighetsområdet for flystøyestimaterne ligger mellom 20 og 80 prosents reduksjon av flystøyen i forhold til dagens nivå.

Overført på flybevegelser blir imidlertid et slikt gyldighetsområde vanskelig å håndtere fordi støynivået avhenger logaritmisk av antallet bevegelser. En reduksjon av subjektivt flystøynivå på 20 prosent krever derfor 52,35 prosent færre flybevegelser (eller mere støysvake fly) mens en reduksjon av subjektivt flystøynivå på 80 prosent krever hele 99,5235 prosent færre flybevegelser.

Ønsker en derfor å diskutere verdien av flystøyen pr flybevegelse må en ta utgangspunkt i et bestemt punkt i gyldighetsområdet. Det mest sentrale punktet i gyldighetsområdet er 50 prosent reduksjon av dagens støynivå. Som nevnt i innledningskapitlet krever dette 90 prosent færre flybevegelser (eller mere støysvake fly). Hvis en i estimeringen kommer frem til at betalingsviljen for 1 prosent reduksjon av flystøynivået er kr 1 pr person så blir betalingsviljen for 50 prosents reduksjon på kr 50 pr person. Dermed er også betalingsviljen for 90 prosents reduksjon av antallet flybevegelser kr 50 pr person.

5.5 Sammenligning av resultatene fra direkte spørsmål og samvalganalyse

Når vi omregner resultatene fra samvalganalysen til betalingsvillighet for 50 prosent reduksjon av miljøfaktorene kan vi sammenligne resultatene fra samvalganalysen med resultatene fra direkte spørsmål om betalingsvillighet. En slik sammenligning er gjengitt i tabell 5.4.

Tabell 5.4. Utvalgets verdsetting av luftforurensning, trafikkstøy og flystøy etter støysone med utgangspunkt i de tre modellformuleringene i samvalganalysen samt svar på direkte spørsmål. Benevnning: kr pr måned pr husholdning for 50 prosents reduksjon av nivået for vedkommende miljøfaktor.

	Luftforurensning	Trafikkstøy	Flystøy etter sone			
			Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3
Modell 1	95,5	-	145,5	166,5	172,4	179,0
Modell 2	102,6	-	110,6	179,0	262,2	384,9
Modell 3	99,6	-	90,7	126,1	242,7	459,7
Direkte	175,8	77,9	103,9	144,8	207,6	355,3

Sammenligningen mellom resultatene fra modell (1)-(3) er presentert ovenfor. Ser vi på forholdet mellom resultatene fra modell (3) og resultatene fra

direkte spørsmål finner vi at modell (3) gir lavest verdi for flystøy i de to ytterste sonene og høyest verdi i de to innerste sonene.

5.6 Betydningen av måten datamaterialet er segmentert på

For luftforurensning (og trafikkstøy) gir samvalganalysen langt lavere verdsetting enn de direkte spørsmålene. Dette skyldes i hovedsak segmenteringen av observasjonsmaterialet i samvalganalysen som innebærer at kun personer som plages av flystøy påvirker verdsettingen mens betalingsvilligheten for alle andre settes lik null.

Segmentering av materialet etter om respondenten er plaget eller ikke av luftforurensning gir med modell (1) en månedlig betalingsvillighet på kr 127,- for en halvering av luftforurensningen mens verdsettingen av flystøy blir lavere enn resultatene i tabell 5.4. Med tilsvarende segmentering og analyse for trafikkstøy blir betalingsvilligheten kr 83,- for halvering av trafikkstøynivået. Betalingsvilligheten for redusert flystøy blir lavere også i dette tilfellet.

Det kan naturligvis diskuteres om det er riktig å sette betalingsvilligheten for de som ikke er plaget av flystøy til null og utelukkende analysere resten av materialet. For å vurdere effekten av å ikke gjøre noen slik segmentering ble datamaterialet fra flystøysonene analysert med utgangspunkt i modell 1 bare for de som ikke var plaget av flystøy. Analysen ga en signifikant negativ betalingsvillighet på kr -159/måned for halvert flystøy. Tilsvarende analyse av hele datamaterialet fra støysonene ga en signifikant positiv betalingsvillighet på kr 112/måned for halvert flystøy. Disse resultatene indikerer at spillene ikke har funksjonert hva flystøyen angår for de respondentene som ikke "bryr seg om" flystøy. En ville dermed benytte datamateriale som en vet inneholder svakheter ved å benytte hele datamaterialet fra flystøysonene i analysen. Også for respondenter utenfor flystøysonene får en signifikant negativ betalingsvillighet.

5.7 Leksikografiske svar

At en respondent har svart leksikografisk vil si at hun konsekvent har valgt høyeste eller laveste alternativ for minst én faktor.

Leksikografiske svar oppstår fordi respondenten med eller uten hensikt bruker en forenklet beslutningsprosedyre eller fordi en faktor dominerer. En stor andel leksikografiske svar kan påvirke parameterestimatene.

Vi skal kort se på innslaget av leksikografiske svar i den delen av observasjonsmaterialet som ble brukt i analysen. En oversikt over andelen leksikografiske svar er gitt i tabell 5.5. Noen få respondenter svarte leksikografisk med hensyn på to faktorer. Tabellen viser "samlet" leksikografi for de to spillene tilsammen. Dette betyr at tabell 5.5 viser andelen leksikografiske svar fra 17-18 spill der variabelen boutgift kan ha variert over opp til 7 nivåer. Det er derfor lite trolig at andelen leksikografiske svar ville ha sunket særlig mye med flere spill og flere nivåer for faktoren boutgifter.

Tabell 5.5. Andel av respondentene* som svarte leksikografisk etter faktor og støysone.

Sone	Boutgift	Luft- forurensning	Trafikkstøy	Flystøy	Alle faktorer
0	18%	3%	2%	0%	20%
1	5%	3%	4%	0%	12%
2	12%	0%	6%	0%	18%
3	5%	0%	0%	4%	9%
0-3	10%	2%	3%	1%	14%

* Gjelder den delen av observasjonsmaterialet som ble brukt i analysen.

Leksikografiske svar forekommer praktisk talt utelukkende for faktoren boutgifter mens de andre faktorene har helt neglige andeler av leksikografiske svar. Nærmere undersøkelser av datamaterialet viser at de som har svart leksikografisk på faktoren boutgifter praktisk talt utelukkende har valgt det laveste alternativet for boutgifter og tilhører den gruppen av respondenter som på direkte spørsmål ikke var villige til å betale noe i det hele tatt for bedring av de aktuelle miljøfaktorene.

Blant de som bodde i flystøysonene men som ikke følte seg plaget av flystøy svarte 42 prosent leksikografisk.

6 Samlet betalingsvillighet for å redusere flystøyen rundt Fornebu

I dette kapitlet skal vi se på hvordan resultatene fra kapittel 5 kan overføres til hele populasjonen.

6.1 Kartlegging av befolkningen i støysonene

Utgangspunktet for beregning av folketallet i støysonene er folke- og bolig-tellingen 1990.

I folke- og bolig tellingen er antall personer og husholdninger for den enkelte grunnkrets oppgitt for tellingstidspunktet i 1990. Grunnkretsenes utstrekning fremgår av kart over den enkelte kommune (bydel i Oslo).

Sammenligning av støysonekartet med kart over grunnkretsene i kommunene (bydelene) viser om den enkelte grunnkrets ligger i en bestemt støysoner eller fordeler seg over flere støysoner.

Husholdninger som ligger i grunnkretser der bebyggelsen tilhører en bestemt sone er tilordnet denne sonen. For grunnkretser der bebyggelsen fordeler seg over flere støysoner er andelen av husholdningene som tilhører den enkelte støysoner anslått skjønnsmessig. Tabell 6.1 viser husholdningenes fordeling på støysoner.

Tabell 6.1. Privathusholdninger* i 6 kommuner etter støysoner og kommune beregnet på grunnlag av Folke- og bolig tellingen 1990 og støysoner fra april 1994.

Kommune	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Sum støysoner	Utenfor støysonene
Oslo	32 083	17 627	1 249	540	51 500	192 934
Bærum	2 967	2 950	1 751	662	8 331	29 688
Asker	7 692	2 037	375	141	10 245	6 078
Oppegård	238	0	0	0	238	7 786
Nesodden	1 101	0	0	0	1 101	3 993
Røyken	1 340	0	0	0	1 340	4 020
Sum	45 421	22 615	3 375	1 343	72 754	244 500

* Alle husholdninger unntatt felleleshusholdninger (sykehjem, aldershjem etc).

I alt omfattet støysonene fra april 1994 områder der det i 1990 bodde anslagsvis 72 754 privathusholdninger som omfattet om lag 148 296 personer. Det er ikke gjort korreksjoner for befolkningsendringer i støysonene etter 1990.

6.2 Samlet betalingsvillighet i støysonene

Den samlede månedlige betalingsvillighet for halvering av flystøyen fremkommer ved å multiplisere beløpene i tabell 5.4 med antallet hushold i tabell 6.1. Resultatene er gjengitt i tabell 6.2.

Tabell 6.2. Samlet månedlig betalingsvillighet for 50 prosent reduksjon av flystøyen ved Fornebu i april 1994 etter modell og støysoner. Benevnelse: mill kr/måned.

	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3	Sum	Intervall for summen
Hushold (antall)	45421	22614	3375	1342	72752	
Modell (1)	6,61	3,76	0,58	0,24	11,19	9,42-12,97 *
Modell (2)	5,02	4,05	0,89	0,52	10,47	9,09-11,86 *
Modell (3)	4,12	2,85	0,82	0,62	8,41	4,28-13,18 *
Direkte	4,72	3,27	0,7	0,48	9,17	6,38-11,97**

* Angir usikkerhet knyttet til betalingsvillighet hos de flystøyplagede i utvalget.

** Angir usikkerhet knyttet til betalingsvilligheten i hele populasjonen.

Oppfatter en alle funksjonsformene som like plausible så ligger det beste anslaget for betalingsvilligheten for en halvering av flystøynivået på mellom 8,4 og 11,2 millioner kr/måned. Sammenligner vi modell (1) og (2) på den ene side og modell (3) og direkte spørsmål på den annen side så ser vi at det er i støysonene 0 og 1 at de store forskjellene ligger. Det er grunn til å tro at de relativt sterke bindingene som er lagt inn i modell (1) og (2) trekker verdsettingen i støysoner 0 og 1 opp, noe som får konsekvenser for samlet verdsetting. Siden modell (3) har færrest bindinger og gir lavest verdsetting totalt (jevnfør ønsket om konservativ design og tolkning) ligger resultatene fra denne til grunn for forslaget til flystøyavgifter i kapittel 7.

Det kan diskuteres om en i stedet bør legge til grunn resultatene fra de direkte spørsmålene om betalingsvillighet. Ønsket om et konservativt design og konservativ tolkning tilsier imidlertid også her at en legger til grunn den laveste verdien og at en dermed konkluderer med at betalingsvilligheten for en halvering av flystøynivået rundt Fornebu er på 8,4 millioner kroner pr måned.

7 Beregning av støyavgifter

I dette kapitlet legges det frem et forslag til avgiftssystem for flystøy.

Beregningene i avsnitt 6.2 konkluderer med at betalingsvilligheten for en halvering av flystøynivået rundt Fornebu er på 8,4 millioner kroner pr måned ved trafikk som i april 1994. En halvering av flystøynivået tilsvarer 90 prosent færre flybevegelser (jfr. drøftingen i innledningskapitlet).

I april 1994 var det ca 12 015 flybevegelser som det er aktuelt å innkreve avgift fra på Fornebu, se Liasjø (1994). 90 prosent av disse tilsvarer ca 10814 flybevegelser. Dette gir (litt avrundet) en "marginal" støykostnad på kr 774 pr flybevegelse. Totalt proveny ved en slik avgift pr flybevegelse blir 9,3 millioner kroner pr måned eller kr 310 000 pr dag i april 1994.

Flyenes bidrag til støybildet er imidlertid høyst forskjellig og spørsmålet er derfor hvordan en skal beregne avgifter for det enkelte fly som står i forhold til flytypens bidrag til støybildet ved Fornebu.

7.1 Beregning av avgift etter flytype

Ideelt sett bør avgiften for en flybevegelse gjenspeile flybevegelsens marginale bidrag til støybildet og dermed til betalingsvilligheten for reduksjon av flystøyen rundt flyplassen.

I prinsippet kan dette gjøres ved at en beregner reduksjonen av flystøyen for husholdningene i støysonene ved at en bestemt flybevegelse bortfaller og så anslå redusert betalingsvillighet som følge av reduksjonen ved hjelp av estimatene i kapittel 5 og 6.

I praksis vil enhver metode som går ut på kartlegge den enkelte flybevegelses eller flytypes marginale bidrag til flystøyen noenlunde i detalj være vanskelig å gjennomføre og kreve langt større ressurser enn de som har stått til disposisjon i dette prosjektet.

I stedet for å beregne en flytypes marginale bidrag til støyen kan vi forsøke å beregne flytypens relative bidrag til støybildet som grunnlag for en relativ avgift etter flytype og så justere avgiftsnivået slik at gjennomsnittsavgiften pr flybevegelse blir riktig.

Et uttrykk for en flytypes relative bidrag til støybildet rundt Fornebu er flytypens footprints. Footprints er beregnede konturer for støy fra landing og avgang med flytypen. Konturarealene måler hvor store arealer støyen fra en flytype rammer. Hvis konturarealet til flytype A dekker et dobbelt så stort areale som konturarealet til flytype B, så er flytype A's relative bidrag til støybildet dobbelt så stort. Tar vi utgangspunkt i en bestemt kontur, f.eks. 60 dB som foreslått i Hoffmann (1984), blir relativ avgift for en flytype

proporsjonal med arealet innenfor 60 dB konturen (Hoffmann bruker betegnelsen støymatte).

SINTEF DELAB har i forbindelse med dette prosjektet beregnet konturarealene for 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 og 70 dB konturene. Arealene er gjengitt i tabell 7.1 nedenfor.

Tabell 7.1. Beregnede arealer (km²) under Leq footprints for noen flytyper.

Flytype	35 dB	40 dB	45 dB	50 dB	55 dB	60 dB	65 dB	70 dB
737 200	66,49	31,57	14,53	7,28	3,94	1,71	0,60	0,26
737 400	10,41	4,20	1,45	0,57	0,26	0,21	0,13	0,10
737 500	8,50	3,08	1,01	0,39	0,23	0,18	0,13	0,08
BAC 111	28,75	11,97	5,39	2,25	0,85	0,39	0,18	0,10
BAE 146	9,43	3,39	1,06	0,39	0,16	0,08	0,03	
DC9	66,90	29,63	12,54	5,75	2,46	0,85	0,36	0,18
MD 82	21,63	8,47	3,63	1,37	0,49	0,23	0,10	0,08
F28 MK4	41,31	17,48	6,50	2,95	1,11	0,47	0,21	0,10
F100 65	7,93	3,70	1,53	0,60	0,28	0,18	0,13	0,08
L188	9,19	3,13	0,96	0,36	0,16	0,08	0,05	0,03
A310	16,14	6,79	2,59	0,93	0,36	0,18	0,10	0,05
A320	10,75	5,26	2,41	1,01	0,44	0,26	0,18	0,13
757RR	8,18	3,21	1,27	0,44	0,21	0,1	0,08	0,05
767300	28,10	12,54	5,28	2,18	0,78	0,36	0,26	0,18
TU34	77,52	34,47	14,45	6,45	2,93	1,01	0,41	0,18
TU54	151,59	70,76	32,25	14,35	7,67	3,55	1,30	0,60
AN 124	60,58	26,52	11,34	5,26	1,94	0,83	0,41	0,21
DHC6	5,46	1,42	0,34	0,08	0,05	0,03	0,03	
DHC7	0,85	0,18	0,08	0,03	0,03			
DHC8	1,06	0,34	0,10	0,05	0,03	0,03		
FK27	10,34	4,27	1,40	0,47	0,16	0,08	0,05	0,03
FK50	0,96	0,31	0,10	0,08	0,05	0,03		

Ved å multiplisere arealet innenfor f.eks. 35 dB likelydskurve med gjennomsnittlig antall ekvivalente flybevegelser pr dag i april 1994 for hver flytype får en et relativt mål for den samlede daglige støybelastning flytypen medførte i april 1994. Det legges da til grunn at landing og avgang står for hver sin halvpart av støybelastningen for omgivelsene. Dermed kan en beregne hvilken andel av støybelastningen som skyldes en bestemt flytype med utgangspunkt i 35 dB likelydskurven. Beregningene er gjengitt i 35 dB-eksemplet i tabell 7.2.

Av siste kolonne i tabell 7.2 fremgår det f.eks. at DC9 står for 60,28 prosent av den daglige støybelastningen på Fornebu når en måler støybelastningen på denne måten. Resonnementet er da at DC9-maskinene til sammen skal

belastes med 60,28 prosent av total støyavgift ved trafikk som i april 1994 hvis en tar utgangspunkt i flytypenes 35 dB-konturer.

Tabell 7.2. Eksempel på beregning av flytypenes andel av støybelastningen rundt Fornebu. Her med utgangspunkt i 35 dB konturen.

Flytype	A	B	C	A*B*C	Flytypens andel av støybelastningen i april 1994
	Areal dekket av 35 dB Km ²	Flybevegelser pr dag Antall	Ekvivalens-faktor	Mål for samlet støybelastning	Prosent
737200	66,49	13,57	2,04	1836,99	7,43
737400	10,41	35,65	2,51	929,68	3,76
737500	8,50	90,58	2,49	1916,96	7,76
BAC111	28,75	0,14	2,00	8,05	0,03
BAE146	9,43	3,65	3,15	108,42	0,44
DC9	66,90	101,43	2,19	14894,05	60,28
MD82	21,63	71,14	2,51	3862,28	15,63
F28MK4	41,31	0,72	2,29	68,11	0,28
F10065	7,93	1,65	1,34	17,59	0,07
L188	9,19	1,86	3,29	56,24	0,23
A310	16,14	2,28	1,89	69,37	0,28
A320	10,75	0,28	1,00	3,01	0,01
757RR	8,18	5,21	1,22	51,99	0,21
767300	28,10	5,58	1,41	220,30	0,89
TU34	77,52	0,42	1,00	32,56	0,13
TU54	151,59	0,86	2,09	272,47	1,10
AN123	60,58	0,14	3,38	28,62	0,12
DHC6	5,46	20,21	1,58	174,37	0,71
DHC7	0,85	6,00	2,68	13,67	0,06
DHC8	1,06	5,79	2,34	14,37	0,06
FK27	10,34	3,72	1,86	71,54	0,29
FK50	0,96	29,57	2,02	57,48	0,23
Sum		400,45		24708,14	100,00

Hvis en i stedet utfører beregningene som er gjengitt i tabell 7.2 med utgangspunkt i den støykonturen som avgrenses av 40 dB likelydskurven så blir resultatet i stedet at DC9-maskinene skal belastes med 62,5 prosent av total støyavgift ved trafikk som i april 1994.

Det er vanskelig å begrunne at en bestemt kontur er et bedre mål for relativ støybelastning enn en annen kontur. Det er derfor nærliggende å benytte et gjennomsnitt av andelene beregnet ut i fra flere konturer som utgangspunkt for beregningen av relative avgifter. Gjennomsnittet av de avgiftsandelene som en kan beregne på grunnlag av konturene i tabell 7.1 er gjengitt i tabell 7.3. I tabell 7.3 er også andelen for hver flytype dividert med tallet på daglige ekvivalente flybevegelser i april slik at andelen av støyen som

skyldes en enkelt ekvivalent flybevegelse fremkommer. Total støyavgift pr dag er så fordelt på den enkelte ekvivalente flybevegelse.

Tabell 7.3. Støyandel og forslag til støyavgift etter flytype.

Flytype	A	B	A/B	A/B*310 000
	Flytypens andel av støyen i april 1994	Ekvivalente flybevegelser pr dag i april 1994	En ekvivalent flybevegelses andel av daglig støy i april 1994	En ekvivalent flybevegelses del av en avgift på 310 000 i april 1994
	Prosent	Antall	Prosent	Kroner
737200	9,89	27,63	0,358	1109
737400	4,70	89,31	0,053	163
737500	9,87	225,52	0,044	136
BAC111	0,03	0,28	0,112	347
BAE146	0,25	11,50	0,022	67
DC9	57,71	222,63	0,259	804
MD82	13,18	178,56	0,074	229
F28MK4	0,23	1,65	0,141	438
F10065	0,11	2,22	0,048	148
L188	0,16	6,12	0,026	82
A310	0,24	4,30	0,056	172
A320	0,02	0,28	0,072	223
757RR	0,22	6,36	0,034	105
767300	0,99	7,84	0,126	392
TU34	0,12	0,42	0,297	919
TU54	1,37	1,80	0,762	2361
AN123	0,12	0,47	0,245	761
DHC6	0,32	31,94	0,010	31
DHC7	0,02	16,08	0,002	5
DHC8	0,04	13,56	0,003	9
FK27	0,21	6,92	0,030	94
FK50	0,21	59,88	0,003	11
Sum	100,00			

7.2 Beregning av støyavgift ved Fornebu

Støyavgiften A_{fjit} for en flybevegelse med flytype j på tidspunkt t, ukedag i, for flyplass f, foreslås dermed beregnet slik:

$$A_{fjit} = P_f * A_j * k_i(t)$$

der

P_f = flyplassspesifikk variabel (1 for Fornebu)

A_j = avgift for en ekvivalent flybevegelse med flytype j, spesifisert i tabell

7.4

$k_i(t)$ = tidsavhengig veiefaktor for ukedag i på tidspunkt t, spesifisert i tabell 7.5.

Tabell 7.4. Foreslått avgift pr ekvivalent flybevegelse, A_j .

Flytype	Foreslått avgift pr bevegelse dagtid A_j	Flytype	Foreslått avgift pr bevegelse dagtid A_j
DHC7	5	A310	172
DHC8	9	A320	223
FK50	11	MD 82	229
DHC 6	31	BAC 111	347
BAE 146	67	767 300	392
L 188	82	F28 MK4	438
FK 27	94	AN 124	761
757 RR	105	DC9	804
737 500	136	TU34	919
F100 65	148	737 200	1109
737 400	163	TU54	2361

Ved beregning av ekvivalent flystøy bruker man en veiefaktor $k_i(t)$ som er en kontinuerlig funksjon av tid på døgnet (t) og ukedag (i). Veiefaktoren er gjengitt i tabell 7.5 og vedlegg 1.

Tabell 7.5. Veiefaktoren for flystøy som funksjon av tid på døgnet og av ukedag.

<p>For hverdag (i=1-6) er $k_i(t)$= 10 for $t < 6$ $10 - 4,5 * (t - 6)$ for $6 < t < 8$ 1 for $8 < t < 18$ $1 + 1,5 * (t - 18)$ for $18 < t$</p> <p>For søndag (i=7) er $k_i(t)$= 10 for $t < 8$ $10 - 4,5 * (t - 6)$ for $8 < t < 9,56$ 3 for $9,56 < t < 19,33$ $1 + 1,5 * (t - 18)$ for $19,33 < t$</p>
--

Det foreslås at en bruker den kontinuerlige veiefaktoren som er gjengitt i tabell 7.5. Hvis dette blir for upraktisk foreslås det at en i stedet bruker en timebasert veiefaktor som i tabell 7.6.

Tabell 7.6. Timebasert veiefaktor.

Klokketide	Hverdag	Søndag
0-5		10
6	7,75	10
7	3,25	10
8	1	7,75
9	1	3,75
10-17	1	3
18	1,75	3
19		3,25
20		4,75
21		6,25
22		7,75
23		9,25

8 Sammenligning med tidligere beregninger og dagens avgifter

Tidligere beregninger av kostnadene ved flystøy baserer seg i hovedsak på eiendomsprismetoden. Resultatene fra disse analysene oppgis gjerne som prosentvis reduksjon av eiendomsprisene pr dB økt flystøy. Nelson (1979) kommer frem til en endring i eiendomsprisene på 0,5 prosent pr dB og oppgir det typiske intervallet for slike analyser til 0,4 - 1,1 prosent pr dB. Hoffmann (1984 a) konkluderer med 1 prosent pr dB ut i fra egen analyse av boligprisene i Bodø og internasjonale erfaringer.

På dette grunnlaget kan vi sette tidligere beregninger av virkningene på boligprisene for områder med mere enn 60 EFN til mellom 0,4 - 1 % endring i boligpris pr dB med Hoffmanns resultat som øvre grense.

For å kunne sammenligne Hoffmanns resultat med foreliggende beregninger må en beregne effekten på boligprisene av en halvering av flystøyen, dvs en reduksjon på 10 dB. Siden Hoffmanns resultater kun gjelder for reduksjoner ned til 60 dB er det bare reduksjonen ned til 60 dB som kan sies å ha noen effekt i henhold til Hoffmanns resultater. Gjennomsnittsboligen i vårt utvalg innenfor 60 dB konturen har en støybelastning på ca 64,3 dB. I den grad utvalget er representativt vil en halvering av flystøyen derfor øke boligprisene med 4,3 prosent.

Foreliggende beregninger gir til sammenligning en betalingsvillighet på 17,3 mill kr pr år for 10 dB reduksjon (halvering). Regner vi med en forrentning på 7 % som hos Hoffmann tilsvarer dette en boligverdi på kr 247 mill kr. Total boligverdi i dette området kan i følge tallene i tabell 4.4 og 6.2 anslås til ca 7350 mill kr hvis utvalget er representativt for populasjonen i området. Verdsettingen av 10 dB i prosent av boligprisen blir dermed 3,3 prosent, altså omlag 3/4 av Hoffmanns anslag og omtrent midt inne i intervallet av tidligere beregninger.

Likevel medfører foreliggende forslag betydelig høyere avgifter enn Hoffmanns avgiftsforslag.

I Hoffmann (1984) medførte avgiftssystemet som ble foreslått en samlet støyavgift på ca 30 mill kr/år. Omregnet til dagens pengeverdi skulle dette tilsvare ca 47 mill kr/år. Foreliggende avgiftsforslag gir en total avgift på 112 mill kr/år.

Hoffmanns forslag tar utgangspunkt i flystøyens utslag på boligverdiene til de som bor innenfor 60 dB likelydskurven. I Hoffmann's avgiftsforslag er det gjort et skjønnsmessig påslag på 30 prosent for å ta hensyn til ulempene for andre enn beboere. Den delen av Hoffmann's avgift som kommer av antatt endret boligverdi ligger på ca 36 mill kr/år regnet i dagens

pengeverdi. Innenfor denne likelydskurven var det da 8928 boliger, noe som skulle tilsvare en avgift på 4050 kr/bolig pr år.

Det foreliggende forslag tar utgangspunkt i ulempene til i alt 72752 husholdninger hvorav 4717 innenfor 60 dB likelydskurven. Ulempene for husholdninger innenfor 60 dB likelydskurven er i det foreliggende forslag satt til ca 17,3 mill kr/år, noe som tilsvarer 3667 kr/husholdning pr år. Den delen av total støyavgift som kan relateres til husholdningene innenfor 60 dB likelydskurven tilsvarer 19,2 mill kr/år. Dette tilsvarer 4070 kr/husholdning pr år.

Det foreliggende forslag gir altså avgifter som er forbløffende like Hoffmanns pr bolig (husholdning) innenfor 60 dB likelydskurven, men høyere avgift totalt. Grunnen til dette er at foreliggende forslag også tar hensyn til ulempene for de anslagsvis 140 000 personene som bor mellom 50 og 60 dB likelydskurvene.

Fordelingen av avgiftene på flytyper bygger i hovedsak på anbefalinger i Hoffmanns rapport men er forskjellig fra det systemet som faktisk er foreslått hos Hoffmann.

Tabell 8.1. Sammenligning mellom foreslått system, Hoffmanns forslag og dagens støyavgifter.

Flytype	Foreslått avgift pr bevegelse dagtid A_i	Gjennomsnittlig ekvivalensfaktor i april 94 $k_i(t)$	Gj.snittlig avgift pr bevegelse i april '94 $A_j * k_i(t)$	Hoffmann (prisjustert) pr bevegelse	Dagens støyavgift (pr bevegelse)	
					kl 08-20	kl 20-08
DHC7	5	2,68	12		0	0
DHC8	9	2,34	22		0	0
FK50	11	2,02	22		0	0
DHC 6	31	1,58	49	12	0	0
BAE 146	67	3,15	212		0	0
L 188	82	3,29	269		0	0
FK 27	94	1,86	175	126	0	0
757 RR	105	1,22	128		0	0
737 500	136	2,49	338		0	0
F100 65	148	1,34	199		0	0
737 400	163	2,51	409		0	0
A310	172	1,89	325		0	0
A320	223	1,00	223		0	0
MD 82	229	2,51	574	108	0	0
BAC 111	347	2,00	694		731	1097
767 300	392	1,41	550		0	0
F28 MK4	438	2,29	1003	253	731	1097
AN 124	761	3,38	2567			
DC9	804	2,19	1764	826	731	1097
TU34	919	1,00	919		0 / 731	0 / 1097
737 200	1109	2,04	2258	717	731	1097
TU54	2361	2,09	4935		0 / 731	0 / 1097
Gj.snitt	339 *		774*			

* Gjennomsnitt for de flytyper som avgiftsbelegges. Disse flytypene stod for 400,45 flybevegelser pr dag i april 1994.

I tabell 8.1 sammenlignes det foreslåtte avgiftssystem med avgiftsatsene hos Hoffmann og dagens støyavgifter. Her er gjennomsnittlig forslått avgift pr flybevegelse i april beregnet, slik at det er mulig å sammenligne direkte med Hoffmanns avgiftsforslag og dagens avgifter. Foreliggende forslag gir vesentlig høyere avgifter enn Hoffmanns for flytypene MD82, DC9, FK28 og 737 200 mens forskjellen er mere moderat for DH6 og FK27.

I forhold til dagens avgiftssystem gir forslaget omlag samme gjennomsnittsgift for DHC-serien, FK50, BAC 111 og F28 og tildels langt høyere avgift for de andre flytypene.

Ved innføring av foreslått system vil andelen av total avgift som belastes den enkelte flytype ved trafikk som i april 1994 tilsvare kolonne 1 i tabell 7.3.

Litteratur

- Bøhn, Hans Einar et. al.
"Revidert støybegrensningsplan for Fornebu". Oslo, Luftfartsverket, november 1990.
- Hoffmann, Jan U. (1984 a)
"Flystøy og boligpriser-1984. Undersøkelse av flystøybelastningens innvirkning på boligpriser i Bodø". Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1984. TØI-notat.
- Hoffmann, Jan U. (1984 b)
"Flystøyrelaterte avgifter". Oslo, Transportøkonomisk institutt, november 1984. Prosjektrapport. ISBN 82-7133-478-6.
- Gjestland, T, Liasjø, K H og Granøien I. (1990 a)
"Noise Around Oslo Airport Fornebu. A Sociological Survey-Preliminary Report". Trondheim, ELAB-RUNIT, June 1990. Report no. STF40 A90120. ISBN no. 82-595-6113-1.
- Gjestland, T, Liasjø, K H og Granøien I. (1990b)
"Støyforhold rundt Oslo Lufthavn Fornebu. En sosiologisk undersøkelse". Foreløpig rapport. Trondheim, ELAB-RUNIT, september 1990. Rapport nr. STF40 A90164. ISBN 82-595-6220-0.
- Kolbenstvedt, M, Klæbo R og Kjørstad, K N.
"Flytrafikk, bomiljø og helse. Resultater fra en intervjuundersøkelse rundt Fornebu 1989". Oslo, Transportøkonomisk institutt, september 1990. Rapp 0065/1990. ISBN 82-7133-671-1.
- Krokstad, A, Pettersen, O.K.Ø og Storeheier, S.Å.
"Flystøy; Forslag til måleenheter, beregningsmetode og soneinndeling". Trondheim, ELAB, mai 1981. Rapport nr. SFT44 A81046. ISBN 82-595-2530-5.
- Liasjø, Kåre H.
"Beregning av flystøybelastning Oslo Lufthavn Fornebu, april 1994". Trondheim, SINTEF DELAB, oktober 1994. Rapport nr. STF40 A94105. ISBN 82-595-8703-3.
- Liasjø, K.H, Granøien, I og Gjestland T.
"Flystøy. Problem og behandling". Trondheim, SINTEF DELAB, august 1988. Rapport nr. STF44 A88108. ISBN 82-595-5194-2.

Nelson, Jon P

"Airport Noise, Location Rent, and the Market for Residential Amenities". *Journal of Environmental Economics and Management* 6, s 320-331 (1979).

Pedersen, U og Gjersem, C.E

"Etterbruk Fornebu- Verdibetraktninger knyttet til flystøy, rekreasjon, utbygging og transport". Bergen, SNF, januar 1992. Arbeidsnotat nr. 4/1992. ISSN 0803-4028.

Strand, J. og Wenstøp, F.

"Kvantifisering av miljøulemper ved ulike energiteknologier. Delprosjekt 7: Miljøkostnader og samfunnsøkonomi". Oslo, Sosialøkonomisk institutt og Bedriftsøkonomisk institutt, juni 1991.

Sælensminde, Kjartan

"Miljøkostnader av vegtrafikk i byområder". Oslo, Transportøkonomisk institutt, mars 1992. Prosjektrapport 115/1992. ISBN 82-7133-728-9.

Sælensminde, K. og Hammer, F. (1993)

"Samvalganalyse som metode for verdsetting av miljøgoder Pilotundersøkelse!". Oslo, Transportøkonomisk institutt, mai 1993. TØI rapport 184/1992. ISBN 82-7133-807-2.

Sælensminde, K. og Hammer, F. (1994)

"Verdsetting av miljøgoder ved bruk av samvalganalyse. Hovedundersøkelse". Oslo, Transportøkonomisk institutt, mai 1994. TØI rapport 251/1994. ISBN 82-7122-887-0.

6 Samlet betalingsvillighet for å redusere flystøyen rundt Fornebu	27
6.1 Kartlegging av befolkningen i støysonene	27
6.2 Samlet betalingsvillighet i støysonene	28
7 Beregning av støyavgifter	29
7.1 Beregning av avgift etter flytype.....	29
7.2 Beregning av støyavgift ved Fornebu.....	32
8 Sammenligning med tidligere beregninger og dagens avgifter	35
Litteratur.....	38
Vedlegg	41