

STF90 A06025 – Åpen

# RAPPORT

## **Flystøysonegenser for Østre Aera flyplass beregnet etter retningslinje T-1442.**

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

**SINTEF IKT**

Mars 2006



# SINTEF RAPPORT

## SINTEF IKT

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse: O S Bragstads plass 2C  
7034 Trondheim

Telefon: 73 59 30 00  
Telefaks: 73 59 10 39

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

TITTEL

**Flystøysonegrenser for Østre Æra flyplass beregnet etter retningslinje T-1442.**

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

OPPDRAKSGIVER(E)

Norges Luftsportsforbund / Norsk Aero Klubb

RAPPORTNR. STF90 A06025	GRADERING Åpen	OPPDRAKSGIVERS REF. Jan Erik Wang	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-02849-3	PROSJEKTNR. 90E101.71	ANTALL SIDER OG BILAG 16
ELEKTRONISK ARKIVKODE STF40 A06025.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Herold Olsen
ARKIVKODE	DATO 2006-03-07	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef	

### SAMMENDRAG

Norges Luftsportsforbund / Norsk Aero Klubb søker fornyet konsesjon for drift av flyplassen på Østre Æra. SINTEF har utarbeidet støysonegrenser etter ny retningslinje T-1442 som inngår som grunnlag i konsesjonssøknaden.

Denne rapport oppsummerer grunnlaget for beregning og vurdering av flystøy generelt. Dernest vises det tekniske grunnlaget for beregninger av støysituasjonen på Østre Æra med den omsøkte trafikkmengde, samt resultatene.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Fly Støy	Aircraft Noise
EGENVALGTE	Østre Æra	Zonation

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GENERELT OM FLYSTØY</b> .....	<b>4</b>
	2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger .....	4
	2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy .....	4
	2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy .....	5
<b>3</b>	<b>MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJER</b> .....	<b>5</b>
	3.1 Måleenheter .....	5
	3.2 Støysoner til arealplanlegging .....	6
	3.2.1 Definisjon av støysoner .....	7
	3.2.2 Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer.....	7
	3.3 Beregningsmetode .....	8
	3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnet.....	8
	3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM.....	8
	3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven.....	9
<b>4</b>	<b>DATAGRUNNLAG</b> .....	<b>10</b>
	4.1 Rullebane .....	10
	4.2 Traséer - flymønster.....	10
	4.3 Trafikkmengder .....	11
	4.4 Trafikkfordeling.....	11
	4.5 Flytyper .....	12
<b>5</b>	<b>BEREGNINGER OG RESULTATER</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>LITTERATUR</b> .....	<b>14</b>

## 1 INNLEDNING

Dette prosjekt er gjennomført for Fallskjemseksjonen i Norges Luftsportsforbund / Norsk Aero Klubb med Jan Erik Wang som kontaktperson. I rapporten vil oppdragsgivers navn være forkortet til FNLFF.

SINTEF utarbeidet sjabloner for Norsk Aero Klubb for retningslinje T-1277 som myndighetene godkjente for bruk på klubbflyplasser under forbundet, ref [21]. Etter at en ny retningslinje, T-1442, i januar 2005 erstattet T-1277, har SINTEF på oppdrag fra NAK utarbeidet nye sjabloner, ref [22]. Deler av grunnlaget fra disse rapportene er gjenbrukt i dette prosjektet.

Denne rapport oppsummerer grunnlaget for beregning og vurdering av flystøy generelt. Derne st vises det tekniske grunnlaget for beregning av flystøy på Østre Æra. Resultatene vises for et trafikkgrunnlag basert på bruk av en dominerende flytype i to alternativer.

Prosjektet er gjennomført ved SINTEF IKT avdeling akustikk med forsker Idar Ludvig Nilsen Granøien som prosjektleder.

## 2 GENERELT OM FLYSTØY

Hensikten med dette kapitlet er å gi en forenklet innføring om hvordan flystøy virker på mennesker. Framstillingen baserer seg på anerkjent viten fra det internasjonale forskningsmiljøet.

### 2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger

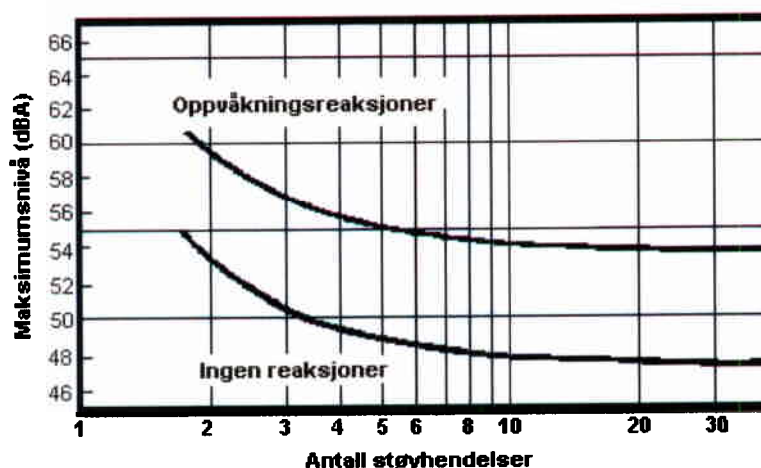
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. Flystøyens frekvensinnhold er slik at de største bidrag ligger i ørets mest følsomme område og det er derfor lett å skille denne lyden ut fra annen bakgrunnsstøy; så lett at man ofte hører flystøy selv om selve støynivået ikke beveger seg over bakgrunnsstøyen.

Folk som utsettes for flystøy rapporterer flere ulemper. De to viktigste typer er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller sjenanse. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader begrenser seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

#### 2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

Det er bred internasjonal enighet om at **vekking** som følge av flystøy kan medføre en risiko for helsevirkninger på lang sikt, se litteraturlisten ref. [1]. Det er **ikke** konsensus på hvorvidt **endring av søvnstadium** (søvndybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking. (Disse betraktninger kan ikke anvendes for andre typer trafikkstøy hvor støynivået varierer mindre og ikke er totalt fraværende i perioder slik som flystøy kan være.)

Risiko for vekking er avhengig av hvor høyt støynivå en utsettes for (maksimumsnivå) og hvor mange støyhendelser en utsettes for i løpet av natten. Det er normalt store individuelle variasjoner på når folk reagerer på støyen. Derfor brukes oftest en gitt sannsynlighet for at en andel av befolkningen vekkes for å illustrere hvilke støynivå og antall hendelser som kan medføre vekking, som illustrert i Figur 2-1.



**Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].**

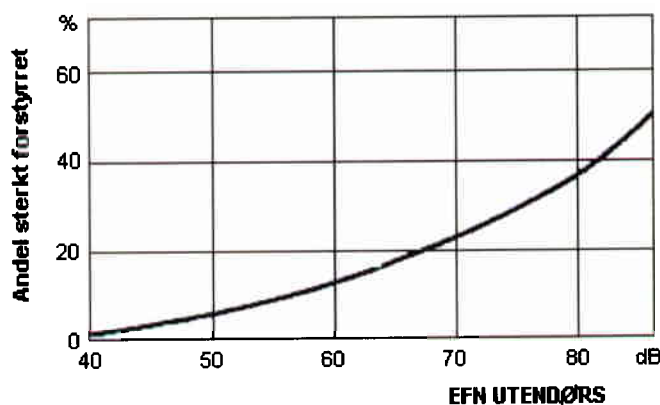
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

### 2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de **ulemper** som en opplever at flystøyen medfører i den perioden man er våken. De mest vanlige beskrivelser er knyttet til **stress og irritasjon**, samt **forstyrrelser ved samtale og lytting** til radio, fjernsyn og musikk (se ref. [2] – [6] for en grundigere beskrivelse). Det er mulig å kartlegge disse faktorene enkeltvis og samlet gjennom spørreundersøkelser i støyutsatte områder.

Det er gjort en rekke undersøkelser hvor flystøy er relatert til ekvivalent støynivå, “gjennomsnittsnivået”. Figur 2-2 fra ref. [3] viser en gjennomsnittlig middelkurve for de som ble ansett som de mest pålitelige av disse undersøkelsene. Antallet som føler seg “sterkt forstyrret” av flystøy er relatert til den norske måleenhet ekvivalent flystøynivå (EFN).

En stor undersøkelse fra Fornebu bekrefter i store trekk både kurveform og rapportert sjenanse for flystøy ved de normalt forekommende belastningsnivåer i boligområder innenfor flystøysonene [4]. Tilsvarende funn er gjort ved Værnes og i Bodø [5].



**Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall sterkt forstyrret av flystøy som funksjon av ekvivalent flystøynivå utendørs [3].**

## 3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJER

Miljøverndepartementet har i januar 2005 samlet retningslinjer for behandling av støy fra forskjellige støykilder i en ny retningslinje, T-1442 [7]. For flystøy erstatter denne T-1277 fra 1999 [8]. Den nye retningslinjen endrer både måleenheter og definisjoner av støysoner. Vi har i dette kapitlet valgt å sette de nye bestemmelsene i noen grad i sammenheng med de gamle som erstattes.

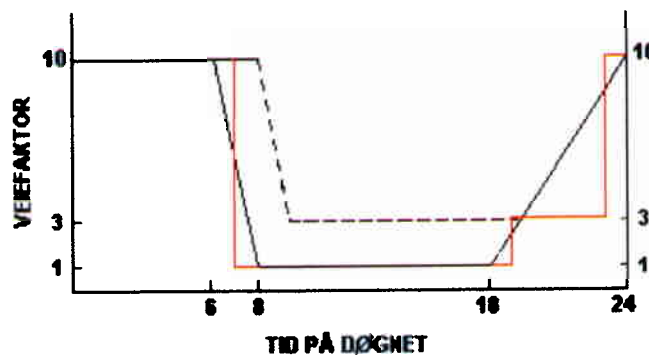
### 3.1 Måleenheter

En sammensatt støyindikator, som på en enkel måte skal karakterisere den totale flystøybelastning, og derved være en indikator for flest mulige virkninger, må ta hensyn til følgende faktorer ved støyen: Nivå (styrke), spektrum (farge), karakter, varighet, samt tid på døgnet. Måleenheten for flystøy må i rimelig grad samsvare med de ulemper som vi vet flystøy medfører. Et høyt flystøynivå må indikere høye ulemper.

På begynnelsen av 1980-tallet ble det i Norge utarbeidet to spesielle enheter for karakterisering av flystøy, nemlig Ekvivalent Flystøynivå (EFN) og Maksimum Flystøynivå (MFN), begge basert på lydnivåmålinger i dBA. Enhetene ble definert i ref. [6] og lagt til grunn i retningslinjen fra 1984

og senere i 1999 [8]. Ved innføringen av ny retningslinje i 2005 [7] ble enhetene erstattet med henholdsvis  $L_{den}$  og  $L_{A55}$ .

$L_{den}$  er det mål som EU har innført som en felles måleenhet for ekvivalentnivå. I likhet med EFN legger måleenheten forskjellig vekt på en støyhendelse i forhold til når på døgnet hendelsene forekommer. På natt er vekt faktoren 10, på dag er den 1. Det gjelder for både EFN og  $L_{den}$ . Mens EFN har en gradvis avtrappende veiekurve på morgen og gradvis økende på kveld, har  $L_{den}$  en trinnvis overgang, se Figur 3-1.  $L_{den}$  adderer 5 dB til støyhendelser mellom kl 19 og 23. I antall operasjoner tilsvarer dette en vektning på 3.16. Dersom trafikken ved flyplassene var jevnt fordelt over døgnet, vil derfor EFN gi høyere (lineære) veiefaktor for trafikken. Ved virkelige situasjoner (og omgjort til dB) viser det seg at støynivået målt i EFN i gjennomsnitt gir ca 1-1.5 dB høyere verdi.



**Figur 3-1. Veiekurve for EFN (sort linje hverdag, stiplet linje søndag) og  $L_{DEN}$  (rød linje) som funksjon av tid på døgnet [6, 7].**

MFN er definert som det høyeste A-veide lydnivå som regelmessig forekommer i et observasjonspunkt, og som klart kan tilskrives flyoperasjoner. "Regelmessig" er definert til en hyppighet på minimum 3 ganger per uke. Det regnes separat maksimumsnivå for natt (22–07) og dag (07–22). MFN er ment å skulle gi utslag dersom maksimumsnivå skulle gi større ulemper enn det som beregnet ekvivalentnivå skulle innebære.

Det nye maksimumsnivået  $L_{5AS}$  er i [7] definert som det lydnivå "som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser". Denne enheten kommer bare til anvendelse for hendelser som forekommer på natt mellom 23 og 07, og var ment å skulle erstatte MFN på natt.  $L_{5AS}$  vil imidlertid ikke identifisere de nivå som kan skape problem for søvnforstyrrelse relatert til Figur 2-1. Antallet "hendelser" vil kunne variere fra flyplass til flyplass og fra område til område ved en og samme flyplass. Når dimensjonerende nivå defineres til å være en prosentsats, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representeres.

Retningslinjen definerer forøvrig ikke begrepet "hendelse". Det betyr at det ikke er gitt hvor mye støy som skal til for at man skal inkludere noe som en hendelse. I veilederen til T-1442 [9] er dette imidlertid rettet på, slik at det er mulig å beregne størrelsen. Avklaringen i veilederen medfører at  $L_{5AS}$  beregnes som MFN på natt, med den forskjell at tidsrommet som betraktes er redusert med en time på kvelden, siden  $L_{5AS}$  beregnes for tidsrommet 23–07.

### 3.2 Støysoner til arealplanlegging

Mens retningslinje T-1277 og dens forgjenger T-22/84 definerte 4 støysoner nummerert fra I–IV, legger den nye retningslinjen opp til at det bare skal etableres 2 støysoner, gul og rød sone. I



tillegg benyttes betegnelsen "hvit sone" om området utenfor støysonene. Kommunene anbefales også å etablere "grønne soner" på sine kart for å markere "stille områder som etter kommunens vurdering er viktige for natur- og friluftsinnteresser". Hvit og grønn sone skal med andre ord ikke betraktes som støysoner.

### 3.2.1 Definisjon av støysoner

Støysonene defineres slik at det i ytterkant av gul sone kan forventes at inntil 10 % av en gjennomsnitts befolkning vil føle seg sterkt plaget av støyen. Det betyr at det vil være folk som er plaget av støy også utenfor støysonene.

De to støysonene er i retningslinjen definert som vist i den følgende tabell. Det fremgår at hver sone defineres med 2 kriterier. Hvis ett av kriteriene er oppfylt på et sted, så faller stedet innenfor den aktuelle sonen – det er med andre ord et "eller" mellom kolonnene.

**Tabell 3-1. Kriterier for soneinndeling. Alle tall i dB, frittfeltverdier.**

	Støysone			
	Gul sone		Rød sone	
<b>Støykilde</b>	Utendørs støy nivå	Utendørs støy nivå i nattperioden kl. 23 – 07	Utendørs støy nivå	Utendørs støy nivå i nattperioden kl. 23 – 07
Flyplass	52 $L_{den}$	80 $L_{5AS}$	62 $L_{den}$	90 $L_{5AS}$

Sammenlignet med de 4 flystøysonene i T-1277 og tatt hensyn til at EFN kan være ca 1 dB høyere enn  $L_{den}$ , går det frem at yttergrensen for gul sone ligger noe innenfor midten av den tidligere støysonen I. Yttergrensen for rød sone vil ligge noe innenfor midten av den gamle støysonen III.

### 3.2.2 Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer

Ansvar for utarbeidelse av kart som viser støysonene legges til tiltakshaver ved nye anlegg, mens anleggseier eller driver har ansvar for eksisterende anlegg. De ansvarlige oversender kartene kommunen og har også et ansvar for å oppdatere kartene dersom det skjer vesentlige endringer i støysituasjonen. Normalt skal kartene vurderes hvert 4.–5. år.

Det skal utarbeides støysonkart for dagens situasjon og aktivitetsnivå og en prognose 10–20 år fram i tid. Kartet som oversendes kommunen skal settes sammen som en verste situasjon av de to beregningsalternativene.

Kommunene skal inkludere og synliggjøre støysonkartene i kommuneplan. Retningslinjen har flere forslag til hvordan dette kan gjøres. For varige støykilder er det foreslått å legge sonene inn på selve kommuneplankartet som støybetinget restriksjonsområde. Det anbefales at kommunene tar inn bestemmelser tilknyttet arealutnyttelse innenfor støysonene og at det stilles krav til reguleringsplan for all utbygging av støyømfintlige bebyggelse innenfor rød og gul sone.

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

- **rød sone**, nærmest støykilden, angir et område som ikke er egnet til støyfølsomme bruksformål, og etablering av ny støyfølsom bebyggelse skal unngås.



- **gul sone** er en vurderingssone, hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold.

### 3.3 Beregningsmetode

Vurdering av flystøy etter Miljøverndepartementets retningslinjer gjøres kun mot støysonegrenser som er beregnet, dvs. at man ikke benytter målinger lokalt for å fastsette hvor grensene skal gå. Den beregningsmodellen som benyttes i Norge (se avsnitt 3.3.2), er imidlertid basert på en database som representerer en sammenfatning av et omfattende antall målinger. Under forutsetning av at beregningsmodellen nyttes innenfor sitt gyldighetsområde, må det derfor gjøres meget lange måleserier for å oppnå samme presisjonsnivå som det beregningsprogrammet gir.

Målinger kan nyttes som korrigerende supplement ved kompliserte utbredelsesforhold, ved spesielle flyprosedyrer, eller når beregningsprogrammet eller dets database er utilstrekkelig.

#### 3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

I retningslinje T-1277 ble det lagt til grunn at den travleste sammenhengende 3-måneders periode på sommerstid (mellom 1. mai og 30. september) skulle benyttes som trafikkgrunnlag. Sommeren har vært valgt siden EFN ble innført som måleenhet basert på en antakelse om at sommeren representerte den tid av året da støyen hadde størst negative utslag i forhold til utendørs aktivitet. Også det faktum at flere sover med åpent vindu om sommeren ble tillagt vekt.

Veilederen til den nye retningslinjen legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC<sup>1</sup> om at det skal benyttes et årsmiddel av trafikken. Det gis imidlertid en liten åpning for fortsatt å bruke 3 måneder på sommeren dersom trafikken er sterkt sesongpreget (turisttrafikk).

Militære øvelser som forekommer minst hvert 2. år, skal inngå i trafikkgrunnlaget.

#### 3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [10, 11] eller spesialutgaver av dette (REGTIM og GMTIM). Programmene er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndigheter og var opprinnelig basert på rutiner fra programmet Integrated Noise Model (INM), utviklet for det amerikanske luftfartsverket, FAA. Programmene har imidlertid gjennomgått en betydelig modernisering og har svært lite igjen av den opprinnelige kildekode.

Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater. NORTIM beregner i en og samme operasjon alle de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjene. Beregning av MFN og EFN er således supplert med  $L_{den}$  og  $L_{5AS}$ . Andre støymål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået,  $L_{EQ}$ , for dag og for natt eller for hele det dimensjonerende middeldøgn.

Grensesnittet mellom operatør og program er betydelig forbedret slik at arbeidsbelastningen er redusert til under det halve. Nødvendige hjelpeprogram foretar statistisk behandling av trafikkdata, forenkler innlesing av beregningsgrunnlaget og uttegning av kart og resultater. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

NORTIM programmene ble i 2002 endret ved at nye algoritmer for beregning av bakkedemping og direktivitet [12] ble tatt i bruk. Disse algoritmer erstatter tidligere algoritmer for beregning av lateral demping. Årsaken var at den moderne flyparken har andre karakteristika enn de som ble

<sup>1</sup> EU Directive 2002/49/EC Assessment and management of environmental noise

benyttet da de grunnleggende rutiner ble utviklet sent på 1970 tallet. De gamle rutiner var utelukkende empirisk utviklet, mens de nye er en blanding. Bakkedemping er basert på en teoretisk modell [13], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [14] og således empiriske. Etter disse opprettingene av programkoden viser sammenligninger av lang tids målinger og beregninger for tilsvarende trafikk et avvik på i gjennomsnitt under 0.5 dBA [12].

Beregningsprogrammet inneholder en database for 243 ulike flytyper. Databasen er i hovedsak en kopi av INM 6.0c databasen [15] og senere oppdateringer av denne, supplert med profiler fra NOISEMAP [16] og med korrigerede støydata for 2 flyfamilier [12]. Ved bruk av en liste over substitutter for flytyper som ikke inngår i databasen, kan det beregnes støy fra omlag 600 forskjellige typer fly. I tillegg er det mulig å legge inn brukerdefinerte data for fly- og helikoptertyper som ikke er definert i databasen. I slike situasjoner hentes data fra andre anerkjente kilder eller egne målinger.

### 3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven og ble oppdatert i 2002 [17].

Forskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak. For støy er kartleggingsgrensen satt til døgnekvivalent nivå ( $L_{EQ,24h}$ ) på 35 dBA innendørs når bare en støytype dominerer. Dersom flere likeverdige kilder er til stede, senkes kartleggingsgrensen for hver støykilde med 3 dB til 32 dBA.

Flystøy beregnes for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Det betyr at forskjellige flytyper har ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på utredning om fasadeisolasjon [18] er det i ref. [19] valgt tre forskjellige tall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på de hustyper som gir minst demping i fasaden. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ( $L_{EQ,24h}$ ):

**Tabell 3-2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.**

Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	18 dBA	53 dBA (35+18)
Stamruteplasser / militære flyplasser	Eldre jetfly / Jagerfly	23 dBA	58 dBA (35+23)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	26 dBA	61 dBA (35+26)

## 4 DATAGRUNNLAG

Datagrunnlaget for beregningen av flystøy på Østre Æra benytter er basert på det som benyttes for sjabloner [22], men med et antall flyginger som tilsvarer det som det søkes konsesjon for.

### 4.1 Rullebane

FNLf har benyttet GPS for å koordinatfeste terskelpunktene på rullebanen på Østre Æra. Den følgende tabell viser koordinatene i NGO1948 akse 3.

**Tabell 4-1 Koordinater for rullebanen på Østre Æra.**

RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
10	51051	362977	494	51123	363470	494	8	498
28	51123	363470	494	51051	362977	494	188	498

I beregningen av lydutbredelse vil denne rullebanen bli betraktet som akustisk hard i en bredde på 10 meter x 600 meter.

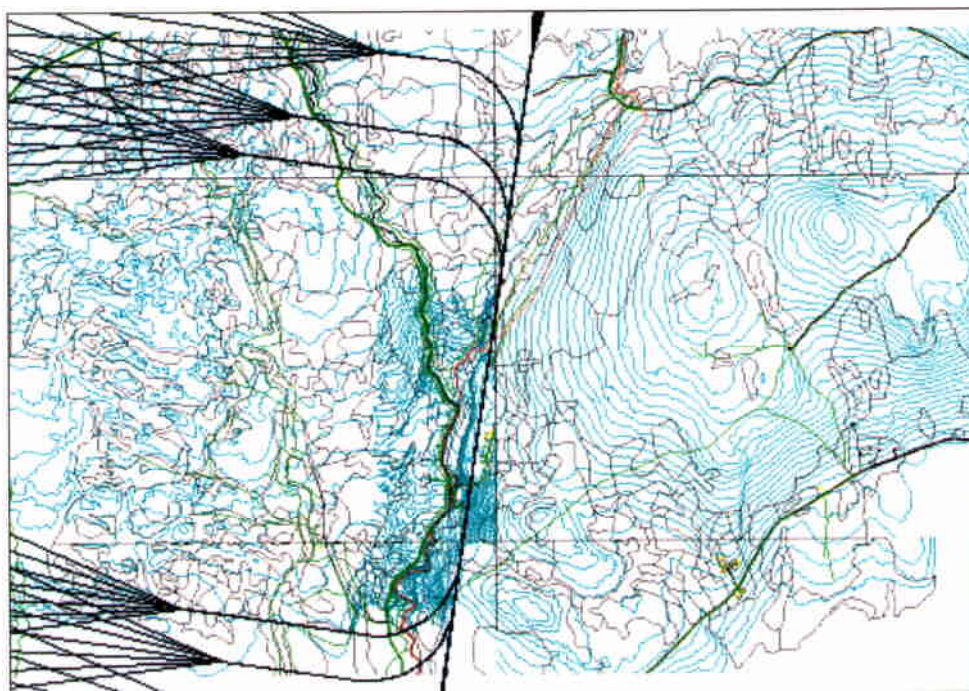
### 4.2 Traséer - flymønster

Flymønster for Østre Æra baserer seg på et standard flymønster som er benyttet for klubbsjabloner [22] med varianten hvor alle svinger foregår mot vest. Det er ikke lagt inn treningsrunder, siden slik flyging bare sporadisk vil forekomme.

Det er laget et generelt utflygingsmønster der utflyging foregår rett frem i gitt lengde før rett høyre eller venstre sving initieres. Det legges inn tre forskjellige svingpunkter. Første sving begynner 1200 meter etter start, neste etter 1500 meter og tredje sving etter 2000 meter. I sving er det benyttet svingradius 555 meter. Innflyging forutsettes rett inn.

For landings- og avgangstraséene er det lagt inn statistisk spredning i henhold til revidert utgave av [20]. Den følgende figur viser trasémønsteret som fremkommer tegnet ut på kartbakgrunn levert av FNLf.

For alle avganger og landing er det lagt inn taxing/back-tracking på rullebanen mellom midten og rullebaneenden.



Figur 4-1 Inn- og utflygingstraséer for Østre Åra. M 1:50 000.

### 4.3 Trafikkmengder

I følge veilederen til den nye retningslinjen [9] skal "Lufthavner med sesongpreget aktivitet, . . . , vurderes kun for den aktuelle tremåneders periode hvor slik trafikk inngår". Det betyr at for Østre Åra hvor trafikken foregår i løpet av 5 måneder i sommerhalvåret, så skal som for T-1277 en 3 måneders sammenhengende periode med høyest trafikk legges inn. Til grunn for konsesjonssøknaden ligger en beregnet aktivitet på 2900 bevegelser i perioden 20. april til 30. september.

Normalt vil aktiviteten foregå mellom kl 0900 og 2100, men det forekommer at oppstart enkelte dager skjer før kl 0800 og at siste løft gjøres etter kl 2100. Det er forutsatt at det ikke forekommer regelmessig trafikk på natten mellom kl 23 og 07. Det er derfor valgt å benytte samme døgnfordeling som for klubbflyplassene [22]. Dette betyr at det legges inn en døgnveiefaktor på 1.58, som tilsvarer at  $L_{DEN}$  blir 2 dB høyere enn flatt  $L_{EQ24h}$ , jfr. kapittel 3.1 og Figur 3-1.

### 4.4 Trafikkfordeling

Det er opplyst at rullebane 01 er mest brukt. Det antas at denne rullebaneretningen benyttes i 70 % av tilfellene. For avganger er det lagt inn en fordeling mellom de forskjellige utflyginger som vist i følgende tabell.

Tabell 4-2 Trafikkfordeling for utflyging, fra [21].

Trasé	Prosentandel
Sving etter 1200 meter	30 %
Sving etter 1500 meter	40 %
Sving etter 2000 meter	20 %
Rett ut	10 %



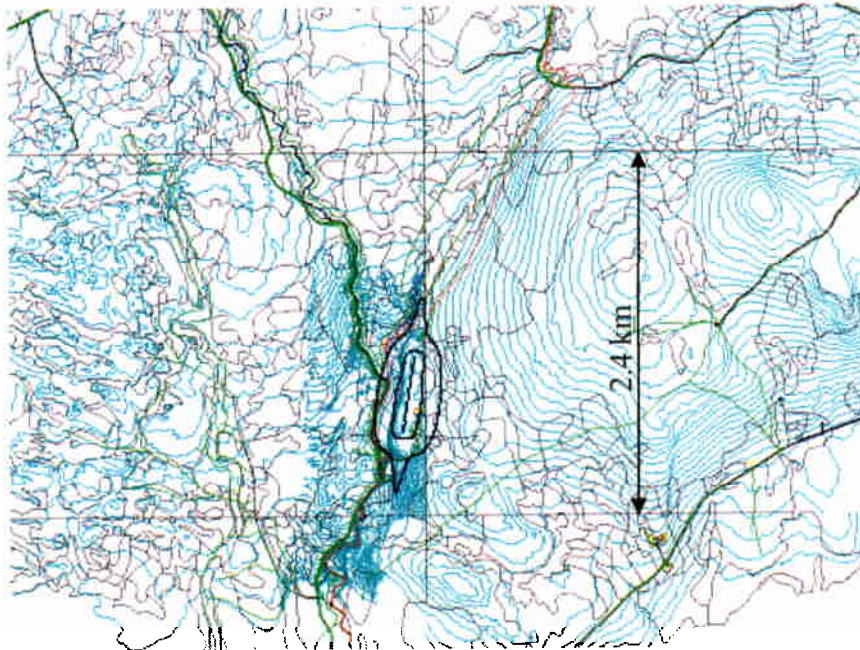
#### 4.5 Flytyper

Det vesentligste av operasjonene med løft av fallskjermhoppere foretas med AN28, et to-motors turbopropfly som har spesielt gode klatreegenskaper. SINTEF gjennomførte en måling av støy fra denne flytypen i forbindelse med beregning av støysoner for Bømoen [23] for å finne hvilke data i støydatabasen som best ville passe flytypen. Samtidig ble også klatreprofiler for flyet konstruert basert på opplysninger fra operativt personell. Disse data er stilt til disposisjon av Forsvarsbygg (som er formell eier av data fra Bømoen) og benyttes til beregning av støy fra operasjonene med AN28 på Østre Æra.

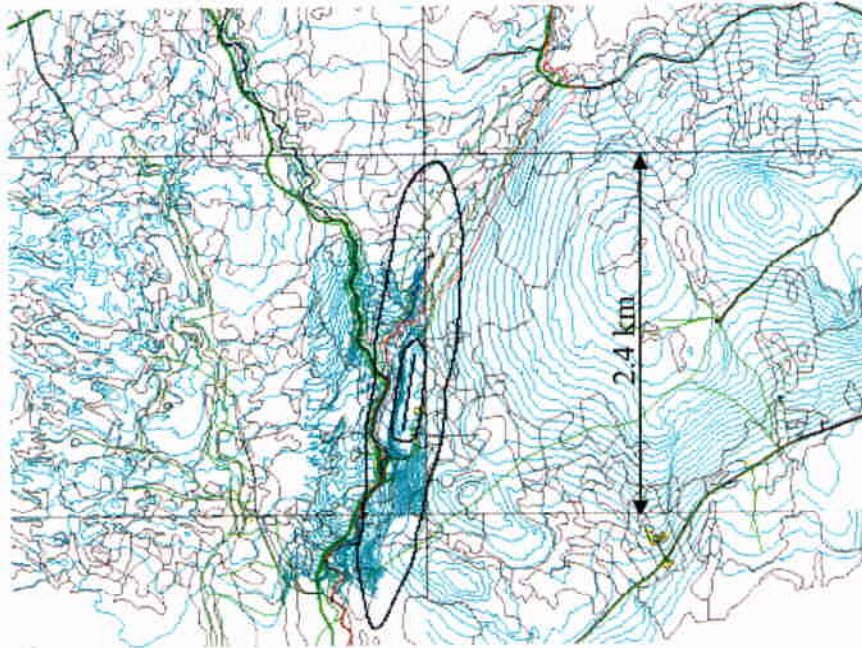
Fremtidige krav for instrumentering av fly kan medføre at operasjon av AN28-maskinene ikke lenger er aktuell. For dette tilfelle vil det kunne bli en miks med flytyper som inkluderer eldre modeller. Den mest sannsynlige erstatter for AN28 er Twin Otter, DHC6. Det lages derfor et scenario hvor DHC6 erstatter operasjonene til AN28.

### 5 BEREGNINGER OG RESULTATER

Med det grunnlag som er beskrevet foran er det foretatt beregninger med NORTIM versjon 3.1.006. Beregningene er foretatt for flatt terreng.



**Figur 5-1 Støysonegrenser for Østre Æra med AN28 som hovedmaskin. Kotene viser yttergrense for rød og gul sone trukket ihht. T-1442. M 1:50 000.**



**Figur 5-2 Støysonegrenser for Østre Åra med DHC6. Kotene viser yttergrense for rød og gul sone trukket ihht. T-1442. M 1:50 000.**

## 6 LITTERATUR

- [1] B. Griefahn:  
MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE.  
Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Congress on Noise as a Public Health Problem, Nice, Frankrike, juli 1993
- [2] T. Gjestland:  
VIRKNINGER AV FLYSTØY PÅ MENNESKER.  
ELAB-rapport STF44 A82032, Trondheim, april 1982
- [3] Flystøykommissjonen:  
STØYBEGRENSNING VED BODØ FLYPLASS.  
Rapportnr. TA-581, Oslo, mars 1983
- [4] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. Granøien, J. M. Fields:  
RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU.  
ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990
- [5] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien:  
RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.  
SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994
- [6] A. Krokstad, O. Kr. Ø. Pettersen, S. Å. Storeheier:  
FLYSTØY; FORSLAG TIL MÅLEENHETER, BEREGNINGSMETODE OG  
SONEINDELING.  
ELAB-rapport STF44 A81046, revidert utgave, Trondheim, mars 1982
- [7] Miljøverndepartementet:  
RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING.  
Retningslinje T-1442. Oslo, 26. januar 2005  
<http://odin.dep.no/md/norsk/dok/regelverk/retningslinjer/022051-200016/dok-bn.html>
- [8] Miljøverndepartementet:  
T-1277 RETNINGSLINJER ETTER PLAN- OG BYGNINGSLOVA OM AREALBRUK I  
FLYSTØYSONER  
<http://odin.dep.no/md/norsk/regelverk/rikspolitiske/022005-990564>  
  
AREALBRUK I FLYSTØYSONER.  
Retningslinjer T-1277. Oslo, april 1999 (Papirutgaven).
- [9] Statens Forurensningstilsyn:  
VEILEDER TIL MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE FOR  
BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (STØYRETNINGSLINJEN).  
Publikasjon TA-2115/2005. Oslo august 2005  
<http://www.sft.no/publikasjoner/luft/2115/ta2115.pdf>
- [10] H. Olsen, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien:  
TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS  
IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM.  
SINTEF DELAB Report STF40 A95038, Trondheim, april 1995



- [11] Rolf Tore Randeberg, Herold Olsen, Idar L N Granøien, Tone Berg:  
NORTIM VERSION 3.0. USER INTERFACE DOCUMENTATION.  
SINTEF Report STF90 A04037, Trondheim, 22. April 2002
- [12] Idar L N Granøien, Rolf Tore Randeberg, Herold Olsen:  
CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND  
GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND  
ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA  
FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES.  
SINTEF Report STF40 A02065, Trondheim, 16 December 2002
- [13] B. Plovsing, J. Kragh:  
Nord2000. COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL.  
DELTA Report, Lyngby, 31 Dec 2000
- [14] S Å Storeheier, R T Randeberg, I L N Granøien, H Olsen, A Ustad:  
AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1:  
SUMMARY OF RESULTS.  
SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, 3 March 2002
- [15] G. G.: Flemming et. al.:  
INTEGRATED NOISE MODEL (INM) VERSION 6.0 TECHNICAL MANUAL.  
U.S. Department of Transportation, Report No.: FAA-AEE-01-04, Washington DC, June  
2001
- [16] W. R. Lundberg:  
BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT.  
AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory,  
Wright-Patterson AFB, Ohio, February 1990
- [17] Miljøverndepartementet:  
FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING  
(FORURENSNINGSFORSKRIFTEN).  
Forskrift FOR-2004-06-01-931, Oslo, juni 2004  
<http://www.lovdata.no/for/sf/md/md-20040601-0931.html>  
(Del 2, kapittel 5)
- [18] Arild Brekke:  
NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE  
STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II.  
Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave, Oslo, juni 1998
- [19] Kåre H. Liasjø:  
MØTE OM KARTLEGGING AV FLYSTØY I HENHOLD TIL FORSKRIFTEN TIL  
FORURENSNINGSLOVEN.  
Referat fra møte i SFT Oslo, 25 juni 1999
- [20] MODELLING OF LATERAL AND VERTICAL DISPERSION OF FLIGHT PATHS.  
Kapittel 10 i European Civil Aviation Conference:  
STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL  
AIRPORTS, ECAC.CEAC Doc.29 Second Edition, Strasbourg, 3/7/97. (Under revisjon)

- [21] Idar Ludvig Nilsen Granøien:  
STØYSONEKART FOR TYPISKE KLUBBFlyPlasser, MED TILLEGG FOR  
HOKKSUND FLYPLASS.  
SINTEF rapport STF40 A99035, Trondheim, juli 1999.
  
- [22] Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg:  
STØYSJABLON FOR KLUBBFlyPlasser TILKNYTTET NORSK AERO KLUBB  
SINTEF rapport STF90 A06005, Trondheim, januar 2006.
  
- [23] Idar Ludvig Nilsen Granøien, Asbjørn Ustad, Rolf Tore Randeberg:  
BEREGNING AV FLYSTØY VED VOSS FLYPLASS, BØMOEN  
SINTEF rapport STF90 F04084, Trondheim, november 2004.