

SINTEF A316 – ÅPEN

# RAPPORT

## **Støysonegrenser etter retningslinje T-1442 for Arendal helikopterplass, Sørlandet sykehus**

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

**SINTEF IKT**

Oktober 2006

**SINTEF****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

**SINTEF RAPPORT**

TITTEL


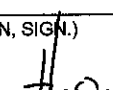
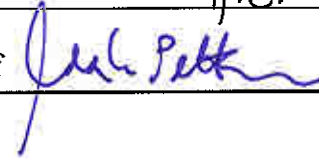
**Støysonegrenser etter retningslinje T-1442 for Arendal  
 helikopterplass, Sørlandet sykehus**

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

OPPDRAGSGIVER(E)

Sørlandet sykehus HF

RAPPORTNR. <b>SINTEF A316</b>	GRADERING <b>Åpen</b>	OPPDRAGSGIVERS REF. <b>Øystein Skaanes-Larsen</b>	
GRADER. DENNE SIDE <b>Åpen</b>	ISBN <b>82-14-04042-6</b>	PROSJEKTNR. <b>90E101.97</b>	ANTALL SIDER OG BILAG <b>32</b>
ELEKTRONISK ARKIVKODE <b>SINTEF A316.doc</b>		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <b>Idar Ludvig Nilsen Granøien</b> 	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <b>Herold Olsen</b> 
ARKIVKODE	DATO <b>2006-10-11</b>	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) <b>Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef</b> 	

## SAMMENDRAG

Det er beregnet nye støysonegrenser for helikopterlandingsplassen ved sykehuset i Arendal. Det nye kartet er beregnet etter retningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet for en prognosesituasjon 10 år frem i tid. Beregningen er foretatt med programmet NORTIM, det eneste godkjente verktøyet til dette i Norge, spesialutviklet for å ta hensyn til terrengets innvirkning på lydutbredelsen.

I beregningene er det tatt hensyn til de endringer i inn- og utflygingsmønster som Luftfartstilsynet har godkjent sommeren 2006.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Støy helikopter	Helicopter Noise
EGENVALGTE	Sykehus	Hospital
	Arendal	Arendal

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>4</b>
<b>2. GENERELT OM FLYSTØY</b> .....	<b>5</b>
2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger .....	5
2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy .....	5
2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy .....	6
<b>3. MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJER</b> .....	<b>7</b>
3.1 Måleenheter .....	7
3.2 Støysoner til arealplanlegging .....	8
3.2.1 Definisjon av støysoner .....	8
3.2.2 Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer.....	9
3.3 Beregningsmetode .....	9
3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnet .....	9
3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM.....	10
3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven.....	10
<b>4. OMGIVELSER</b> .....	<b>12</b>
4.1 Digitalt kartgrunnlag.....	12
4.2 Digital terrengmodell.....	12
<b>5. FLYTRAFIKK</b> .....	<b>13</b>
5.1 Trafikk i følge operatørjournal .....	13
5.2 Annen trafikk .....	13
5.3 Oppsummering av trafikk .....	13
5.3.1 Grunnlag for og valg av prognose .....	14
<b>6. FLYTYPER</b> .....	<b>16</b>
6.1 Flytyper i bruk .....	16
6.2 Kildedata for fly.....	16
<b>7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER</b> .....	<b>17</b>
7.1 Destinasjoner .....	17
7.2 Flygeprosedyrer .....	17
7.3 Rullebaner.....	17
7.4 Flytraséer .....	18
7.5 Flygeprofiler .....	19
<b>8. SKALERING AV TRAFIKK</b> .....	<b>21</b>
8.1 Trafikkskalering etter flytype .....	21
8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer .....	21
8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt.....	21
<b>9. BEREGNINGSPARAMETERE</b> .....	<b>22</b>
9.1 Beregningsenheter .....	22
9.2 Beregning i enkeltpunkter.....	22
9.3 NORTIM beregningskontroll.....	22
<b>10. RESULTATER</b> .....	<b>23</b>
10.1 Dagens situasjon 2005 .....	23

10.2 Prognose 2015 .....	25
10.3 Støysoner etter retningslinje T-1442 .....	27
10.4 Kartleggingsgrenser i hht forurensingsloven.....	27
<b>11. LITTERATUR.....</b>	<b>29</b>
<b>Vedlegg 1 .....</b>	<b>32</b>

## 1. INNLEDNING

Sørlandet sykehus HF, Arendal har gitt SINTEF i oppdrag å utarbeide nytt støysonekart for helikopteraktiviteten knyttet til basen ved sykehuset i Arendal. Det er tidligere beregnet støysonegrenser for basen ved sykehuset etter retningslinjene T-22/84 og T-1277 fra Miljøverndepartementet. Dette er senest dokumentert i SINTEF rapport STF90 A05036 fra 2005, se ref [22]. Herværende rapport er i stor grad bygget på grunnlaget fra [22], men oppdatert med trafikkutvikling for 2005 samt nye inn- og utflygingstraséer, og er justert etter de nye beregningsregler i retningslinje T-1442. De nye forutsetninger for beregningen er gitt i ref [23].

Kontaktpersoner hos oppdragsgiver har denne gang vært Øystein Skaanes-Larsen og Inge Bakken. Ved helikopterbasen har baseleder Jens Rosenvold levert nye trafikkoversikter for 2005. Beregningsgrunnlaget har vært gjennom en kvalitetssikringsprosess hvor oppdragsgiver og baseleder har deltatt.

Ved SINTEF er prosjektet bearbeidet av forskerne Rolf Tore Randeberg og Idar Ludvig Nilsen Granøien, med sistnevnte som prosjektleder.

Denne rapporten gjennomgår grunnlaget for bestemmelsene i retningslinjene, presenterer beregningsverktøyet, grunnlaget for beregningene og resultatene. I tillegg til rapporten vil det bli levert støykoter på digitalt format (Sosi) som kan importeres til andre digitale kartbaser.

## 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

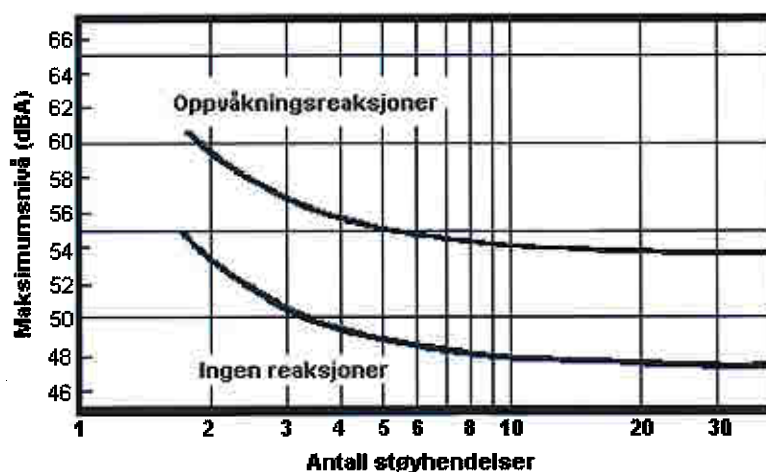
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. 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** (søvn dybde) 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].

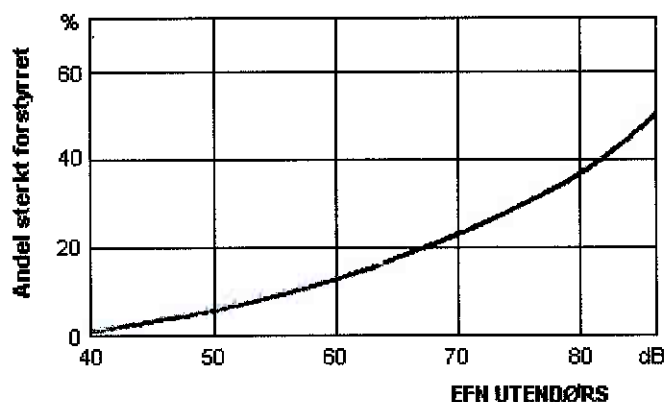
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

### 2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de *ulemp*er 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 gjennomsnittsmiddelkurve 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

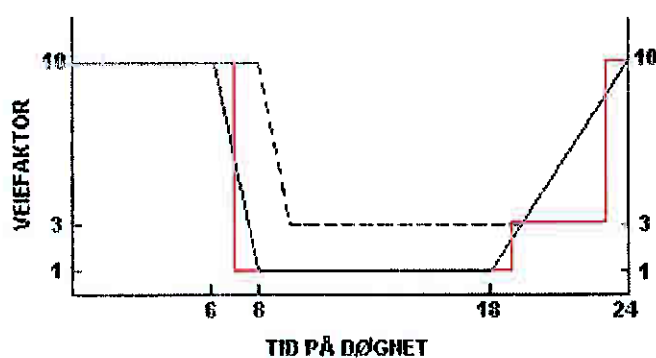
Miljøverndepartementet har i januar 2005 samlet retningslinjer for behandling av støy fra forskjellige støykilder i en ny retningslinje, T-1442 [7]. For flystøy erstatter denne T-1277 fra 1999 [8]. Den nye retningslinjen endrer både måleenheter og definisjoner av støysoner. Vi har i dette kapitlet valgt 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 høy ulempe.

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  $L_{5AS}$ .

$L_{den}$  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, stipt 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 prosentst, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representerer.

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. Dette er i tråd med uttalt intensjon om at overgang fra MFN til  $L_{5AS}$  alene ikke skulle medføre endringer.

### 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.

Støykilde	Støysone			
	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07
Flyplass	52 $L_{den}$	80 $L_{5AS}$	62 $L_{den}$	90 $L_{5AS}$

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

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 støysonekart 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 til 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 støysonekart 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 støysonekartene 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 skal 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 trafikkgrunlaget

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 trafikkgrunlag. 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 trafikkgrunnet.

### 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,  $L_{Aeq}$ , 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 beregningsgrunnet 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 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 275 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 650 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].

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

Forskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak. For støy er kartleggingsgrensen satt til døgnekvivalent nivå ( $L_{Aeq,24h}$ ) 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 ( $L_{Aeq,24h}$ ):

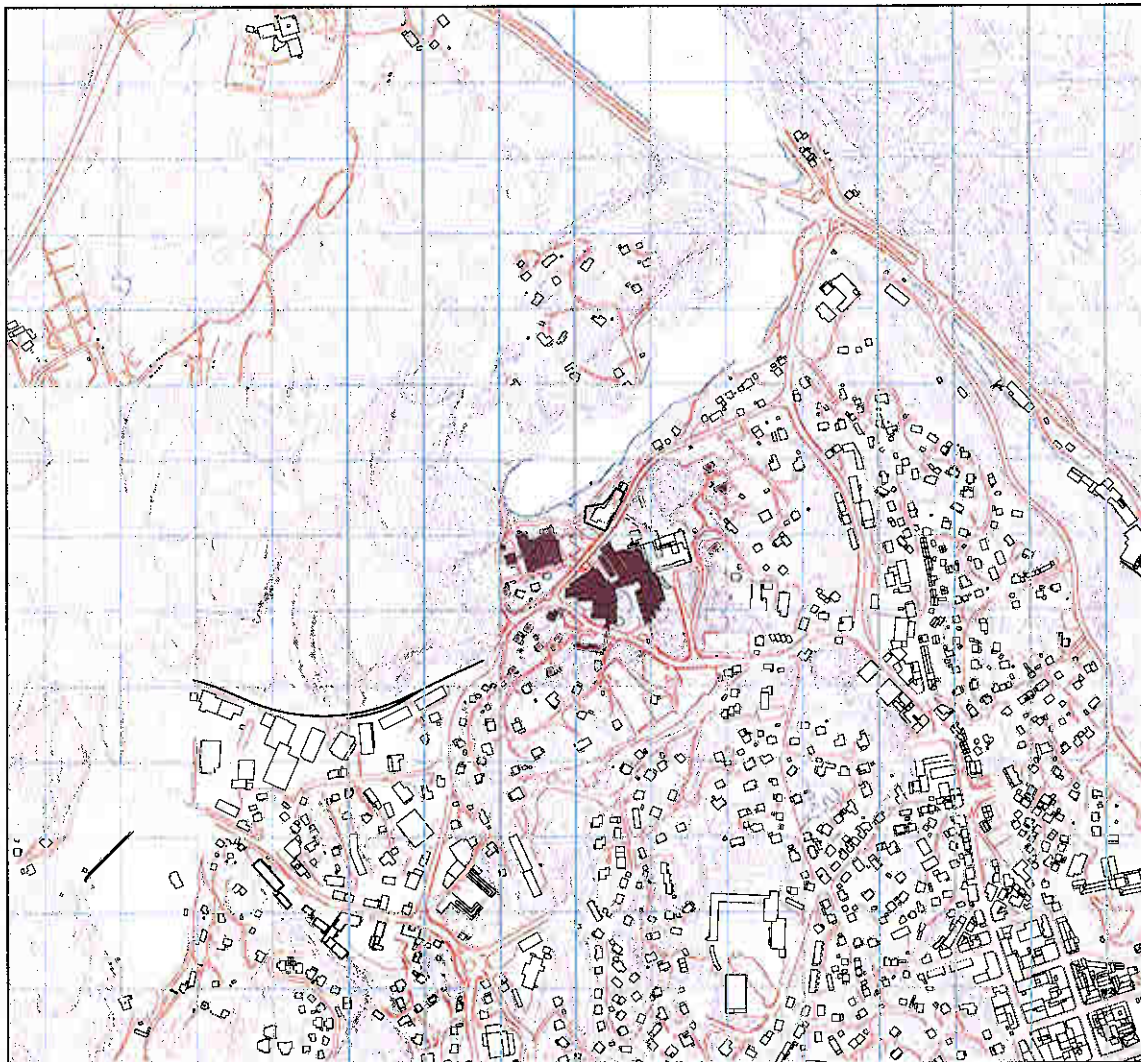
*Tabell 3-2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.*

<b>Flyplasstype</b>	<b>Støymessig dominerende flytype</b>	<b>Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse</b>	<b>Kartleggingsgrense relativt til frittfeltnivå</b>
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. OMGIVELSER

### 4.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag er levert tidligere av Arendal kommune. Kartgrunnlaget er i NGO akse 2 og er satt sammen av flere ark fra økonomisk kartverk. Temakoding av noen av rutene var ikke komplett på det tidspunkt kartet ble mottatt slik at det i disse rutene ikke skilles mellom ulike tema. Dette har imidlertid ikke innvirkning på de støyberegninger som skal utføres. For et område på ca 300x300 meter har Sørlandet sykehus HF supplert med et oppdatert kart med høyere kvalitet. I de presentasjoner som vises i denne rapport er det lagt inn et rutemønster med 100 meters ruteavstand.



*Figur 4-1 Basiskart for presentasjon av grunnlag og resultater.*

### 4.2 Digital terrengmodell

Digital topografi er trukket ut fra digitalkartet og satt sammen med DTED fra Statens kartverk. Punkttetthet er 10 meter, men internt i NORTIM vil terrenget representeres med 64 fot punktavstand, tilsvarende litt under 20 meter. Sykehusbygningene sør av landingsplassen legges inn som støyskjermer.

*Datagrunnlag versjon 3*

*Dato: 12.10.06. Tid: 12:36*

*Filnavn: C:\Fly\Arendal helikopter\_T1442\Rapport\SINTEF A316.doc*

## 5. FLYTRAFIKK

### 5.1 Trafikk i følge operatørjournal

Det er mottatt månedsstatistikker fra helikopteroperatørene Norsk Luftambulansse (NLA) og Lufttransport. Fra NLA dekker oversiktene 1999 til og med juni 2001 da Lufttransport overtok konsesjonen. Oversiktene fra Lufttransport dekker trafikken fra juli 2001 til og med 2005.

Som grunnlag for beregningene er trafikkstatistikk for månedene juni, juli og august 2003 med tidspunkt for avgang og landing for denne perioden punchet og importert til programmet. I denne perioden noterte også operatøren hvilke retninger oppdragene gikk ut fra landingsplassen og omvendt.

For beregninger etter den nye retningslinjen skal trafikken for et helt kalenderår legges til grunn dersom det ikke er sterke sesongmessige variasjoner. Selv om det er variasjoner for ambulansetrafikken og sommeren har et høyere aktivitetsnivå, faller ikke denne variasjonen inn under kriteriet for å bli beregnet spesielt. Det er derfor tall for årsmiddel som skal legges til grunn.

Som den følgende oppsummering av den importerte trafikk viser, så er det 350 flybevegelser på de 3 måneder, dvs 92 dager. Dersom trafikken var så stor på årsbasis ville dette tilsvarer en trafikkmengde pr år på 1388 bevegelser. For 2005 er antallet bevegelser på 1204 [23]. Ved beregning av dagens situasjon må dermed det importerte grunnlaget skaleres med en faktor  $1204/1388 = 0.87$ .

### 5.2 Annen trafikk

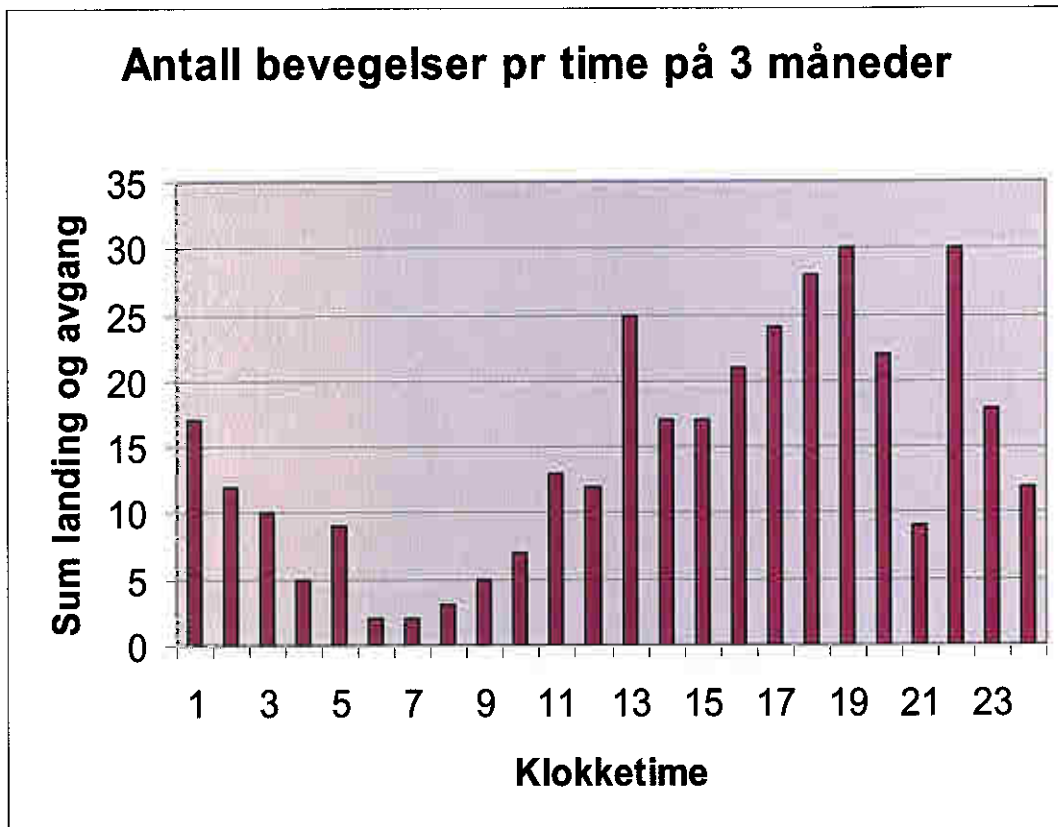
Det er ikke lagt inn annen trafikk enn den som Lufttransport har loggført.

### 5.3 Oppsummering av trafikk

Den etterfølgende tabell viser total trafikk i den 3 måneders perioden som ble valgt. Videre følger en figur som viser hvordan denne trafikken fordeler seg over døgnet i denne perioden. Dernest følger en tabell som viser hvilke type oppdrag som har vært utført.

TO	LA	SumOper
		175
		175

*Tabell 5-1 Antall landinger og avganger i perioden juni – august 2003.*



Figur 5-1 Døgnfordeling for helikoptertrafikken på Sørlandet sykehus Arendal i den travleste 3 måneders perioden sommeren 2003.

Kode	Oppdragstype	SumOper
11	Ettersøknings- og redningstjeneste	4
12	Ambulanseflygning	328
13	Skole- og instruksjonsflygning	18

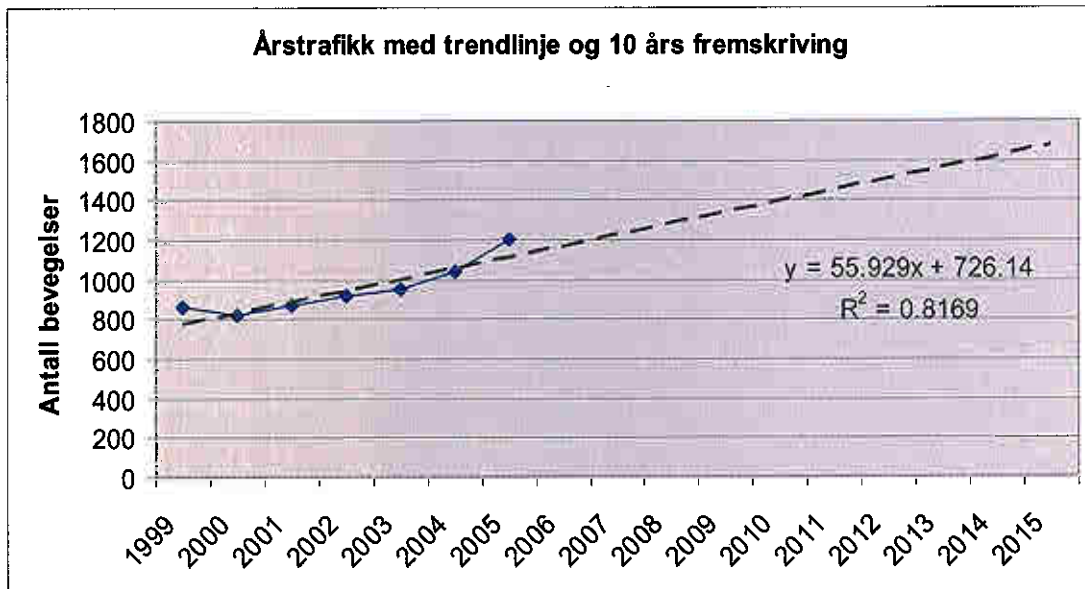
Tabell 5-2 Antall bevegelser fordelt på type oppdrag.

### 5.3.1 Grunnlag for og valg av prognose

Sørlandet sykehus HF har ikke laget noen prognose for aktiviteten på landingsplassen. Det er flere usikre faktorer som er årsak til dette. På grunn av usikkerhetene, ble SINTEF derfor bedt om å se på utviklingen av trafikken hittil og om mulig trekke ut en trend som kan benyttes for å fremskrive trafikken 10 år.

Den midlertidige basen i Arendal har eksistert siden begynnelsen på 1990 tallet. Fra november 2001 er basen godkjent som en permanent base.

Før 1999 er komplette data for aktiviteten gått tapt i følge Norsk Luftambulansse. Tall for årstrafikken i perioden 1999 til og med 2005 er imidlertid tilgjengelig og er derfor valgt som grunnlag for å beskrive utviklingen. Det følgende diagram viser utviklingen i årstrafikk, med lineær trendlinje og 10 års framskriving.



Figur 5-2 Trafikkutvikling siste 7 år for årstrafikken med trendlinje.

Forventet varians,  $R^2=0.8169$  viser at lineær trend beskriver den årlige utviklingen i trafikken med en betydelig usikkerhet. Trafikkveksten har i perioden vært på gjennomsnittlig 55.9 bevegelser pr. år. 10 år frem i tid gir dette en økning til 1676 bevegelser. Dette gir en økning fra 2005 på 39.2 %, tilsvarende en økning på 3.35 % pr år.

For prognosen for 2015 legges inn en skaleringsfaktor på  $1676/1204 = 1.39$  i forhold til 2005 tilsvarende 1.21 i forhold til det importerte 3 måneders trafikkgrunlaget.



## 6. FLYTYPER

### 6.1 Flytyper i bruk

Basen på sykehuset i Arendal er utstyrt med helikopteret Agusta 109E Power.



*Figur 6-1 Ambulansehelikopteret som har base i Arendal (foto Lufttransport).*

Data for dette helikopteret mangler i databasen for NORTIM. Helikopteret blir derfor modellert med støydata for helikoptertypen Agusta 109 K2, som benyttes for ambulanseflygning i Sveits. Flytypene har de samme ytre mål, men K2 varianten er utstyrt med en kraftigere motortype for å kunne operere i høyere fjell. Rotorsystemene, som gir de viktigste bidrag rent støymessig, er imidlertid det samme. A109E har høyere maksimumshastighet fordi den kan felle inn landingshjul, noe A109K2 ikke kan. Dette har imidlertid ikke betydning for støyen nær basen.

ACtype	NewACtyp
A109E	A109K2

*Tabell 6-1 Identifisering av data for aktuell helikoptertype.*

Det beregnes etter oppdragsgivers ønske med denne flytypen også for den fremtidige situasjon selv om den neste konsesjonsperioden vil bli operert av Norsk Luftambulans og en annen helikoptertype. Det var på det tidspunkt denne beslutningen ble tatt noe usikkerhet knyttet til støydata for den nye helikoptertypen som vil bli satt inn.

### 6.2 Kildedata for fly

Støydata for A109K2 er skaffet til veie for dette prosjektet fra EMPA i Sveits (som for flystøy er tilsvarende fagmiljø som SINTEF) [21]. Datasettet består av separate støydata for landing, avgang og overflyging for LAMAX og ASEL. Disse to enheter danner grunnlag for å kunne beregne hhv. MFN og  $L_{den}$ .

Operative egenskaper for helikoptertype A109E Power benyttes imidlertid for å simulere inn- og utflygning, slik de er blitt beskrevet fra operatøren og delvis basert på tekniske spesifikasjoner for den aktuelle helikoptertypen.

## 7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

### 7.1 Destinasjoner

Landingsplassen ved sykehuset i Arendal har fått godkjent reviderte inn- og utflygingssektorer sommeren 2006, se vedlegg 1. De er her omtalt som sektor nord og sør. Sektor nord har initiell retning  $353^\circ$  ut og  $173^\circ$  inn til stranden mot vannet Langsæ, videre derfra går sektoren i retning  $029^\circ/209^\circ$ , mens sektor sør har retningene  $218^\circ$  og  $038^\circ$ . Sektorene er inntatt som vedlegg til konsesjonen fra Luftfartstilsynet "Spesielle vilkår for godkjenning av Arendal helikopterplass, Sørlandet sykehus". Begge sektorer avviker fra standard utforming som beskrevet i [24].

Trafikkjournalen fra 2003 inneholdt opplysninger om hvilken sektor inn- og utflygning har foregått i, men det er ikke gitt opplysning om hvor oppdraget går eller kommer fra. I den nye beregningen er det lagt til grunn at sektorene benyttes med en 50/50 fordeling [23].

### 7.2 Flygeprosedyrer

Det antas at det flys i fire hovedretninger fra basen. Siden det ikke er opplysninger om destinasjoner, legges det til grunn en jevn fordeling av trafikken i disse fire retninger. I beregningene simuleres derfor 4 prosedyrer for landing og tilsvarende for avgang for hver av korridorene sør og nord. Noen få av de registrerte flygninger har ikke angitt hvilken sektor som er benyttet. For disse legges rettlinjet ut og inn i hovedretning for sektorene.

TO	LA	DepDestGroup	ACcat	NumProced	Distribution
	LA	Nord	Hel	4	1
	LA	Sør	Hel	4	1
	LA	Ukjent	Hel	2	1
TO		Nord	Hel	4	1
TO		Sør	Hel	4	1
TO		Ukjent	Hel	2	1

Tabell 7-1 Antall prosedyrer for landing(LA) og avgang (TO). Distribution= 1 betyr jevn fordeling av trafikken på prosedyrene.

Det simuleres 2 minutters oppkjøring og et halvt minutt nedkjøling av motorer på bakken før og etter oppdragene ved å definere spesielle prosedyrer for taksing i NORTIM.

### 7.3 Rullebaner

I NORTIM defineres landingsplassen som en rullebane med rektangulær form. Av metodiske grunner legges det inn en rullebane i hver retning. Landingsplassen ligger på taket av en bygning med kotehøyde 45 meter. Koordinater og høyde er vist i følgende tabell. Rullebanene ligger sentrert på landingsplassen og er lagt i nord/syd retning.

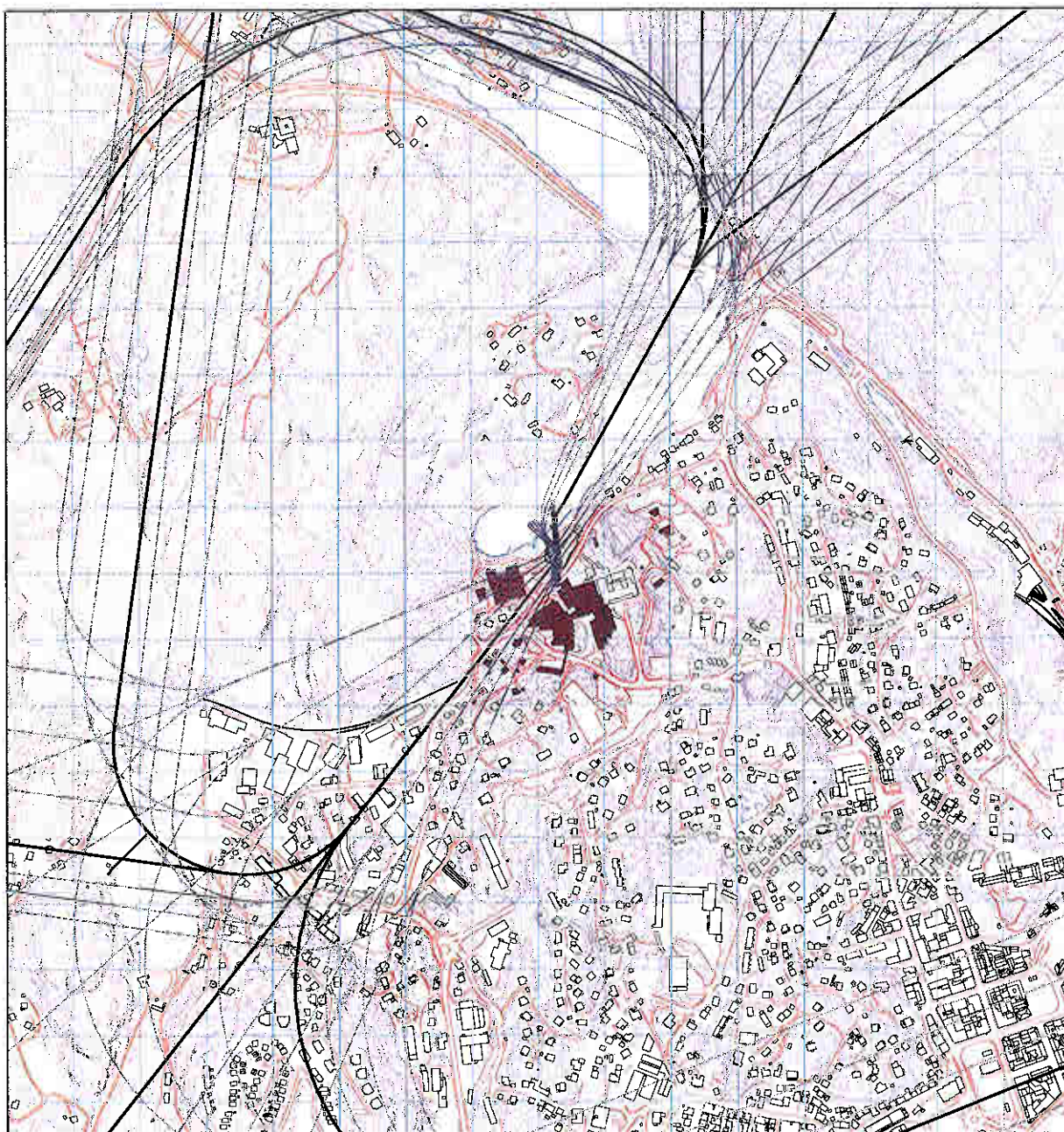
RWY	FrmEast	FrmNorth	FrmElev	ToEast	ToNorth	ToElev	Direction	Length
18	21530	52040	45	21530	52010	45	180	30
36	21530	52010	45	21530	52040	45	0	30

Tabell 7-2 Koordinater for landingsplassen.

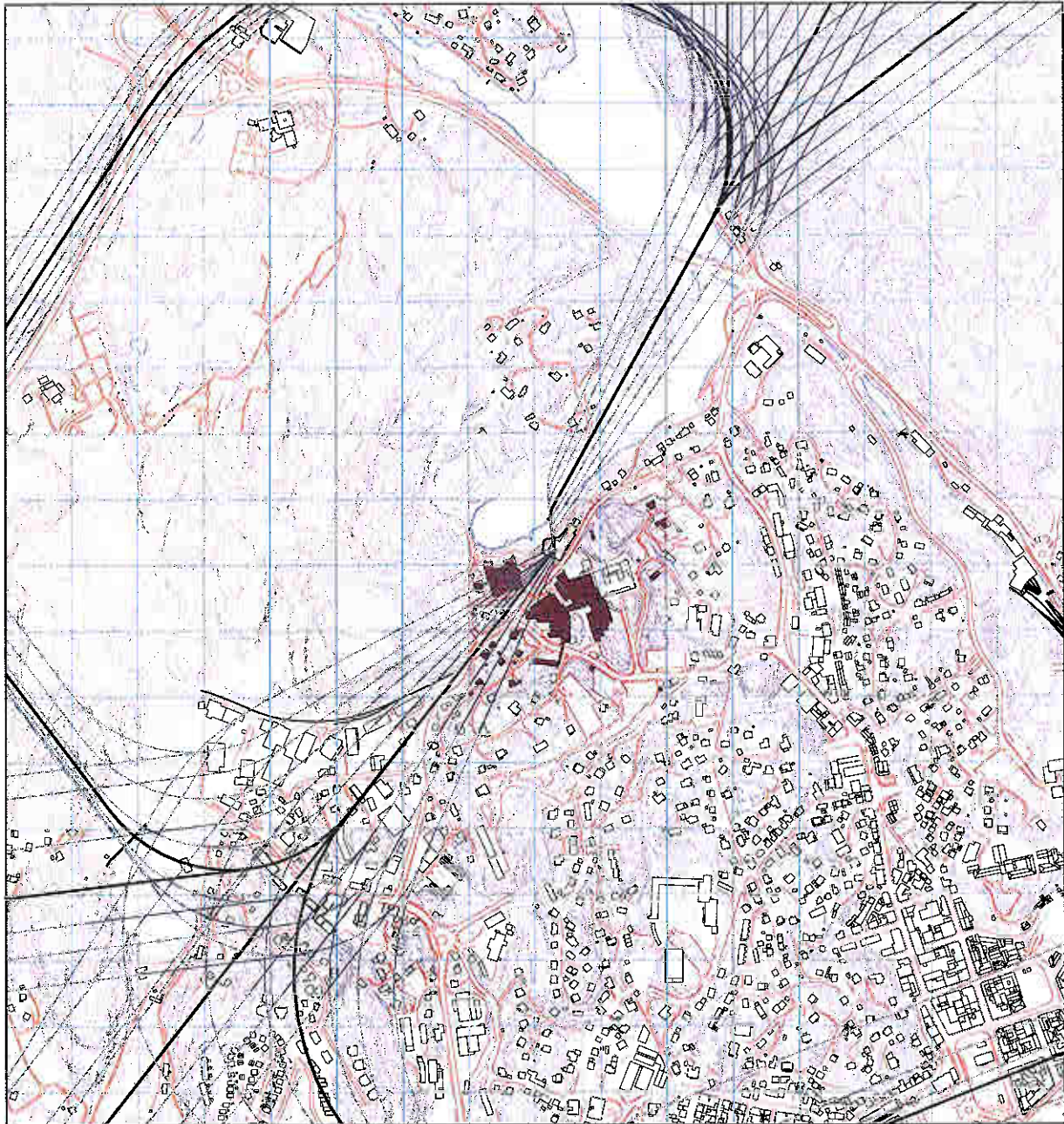
Rullebanen legges automatisk inn som en akustisk hard flate i beregningene.

#### 7.4 Flytraséer

For hver prosedyre som omtalt i avsnitt 7.2 legges det inn traséer (bakkeprosjeksjon av en flygning); én trasé som ligger midt i sektoren ut til 500 meter fra basen hvor sving påbegynnes mot den retning oppdraget går og 6 traséer for statistisk spredning av trafikken ut til full bredde av sektoren. Fordeling av trafikk på disse traséene følger standard fra ECAC. De følgende figurer viser hvordan landinger og avganger simuleres på basen. Det er noen forskjeller mellom spredning i sektorene for landinger og avganger. Dette skyldes delvis prosedyrer, men også av beregningstekniske årsaker i sektor syd for å få best mulig spredning uten å ta i bruke flere spredtraséer.



Figur 7-1 Traséer for avgang fra basen. M 1:10 000.



*Figur 7-2 Traséer for innflygning og landing på basen. M 1:10 000.*

## 7.5 Flygeprofiler

Vertikalprofil for helikopter er høyde og hastighet som funksjon av avstand fra et referansepunkt. For avganger er referansepunktet der helikopteret starter, for landinger der det når bakken. I kombinasjon med traséene plasserer profilene støykildene ut i det 3 dimensjonale rom. Opplysninger om profilene er hentet fra operativt personell på basen i Arendal.

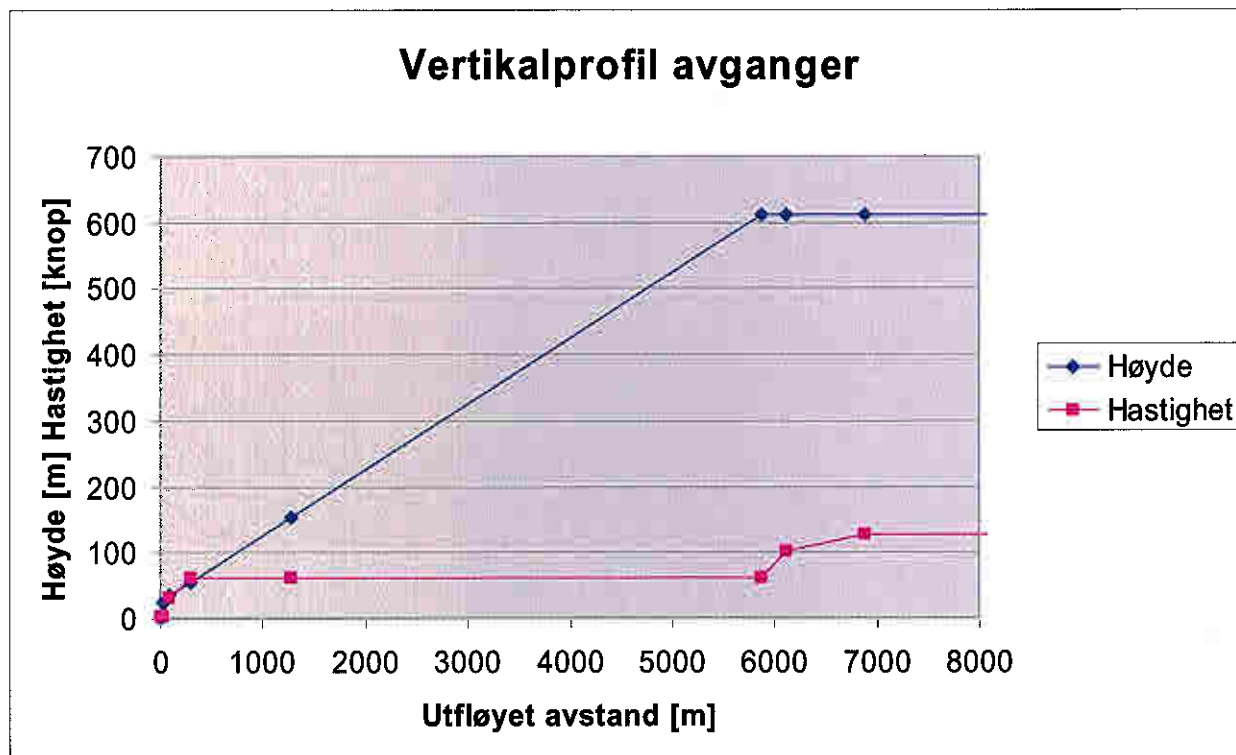
Ved avgang er det oppgitt at helikopteret klatrer baklengs opp til en høyde på inntil 200 fot over landingsplassen, for derfra å starte flyging forover, klatring og akselerasjon til hastigheten når ca 60 knop. Klatreraten er da oppe i 600 fot/minutt. Hastighet og klatrerate holdes til høyde for videre transport oppnås. Utflatingshøyde varierer med retning på oppdrag, men ligger i området 2000 til 4000 fot over havnivå. Ved simuleringen er det antatt at den første klatrefasen i

*Datagrunnlag versjon 3*

*Dato: 12.10.06. Tid: 12:36*

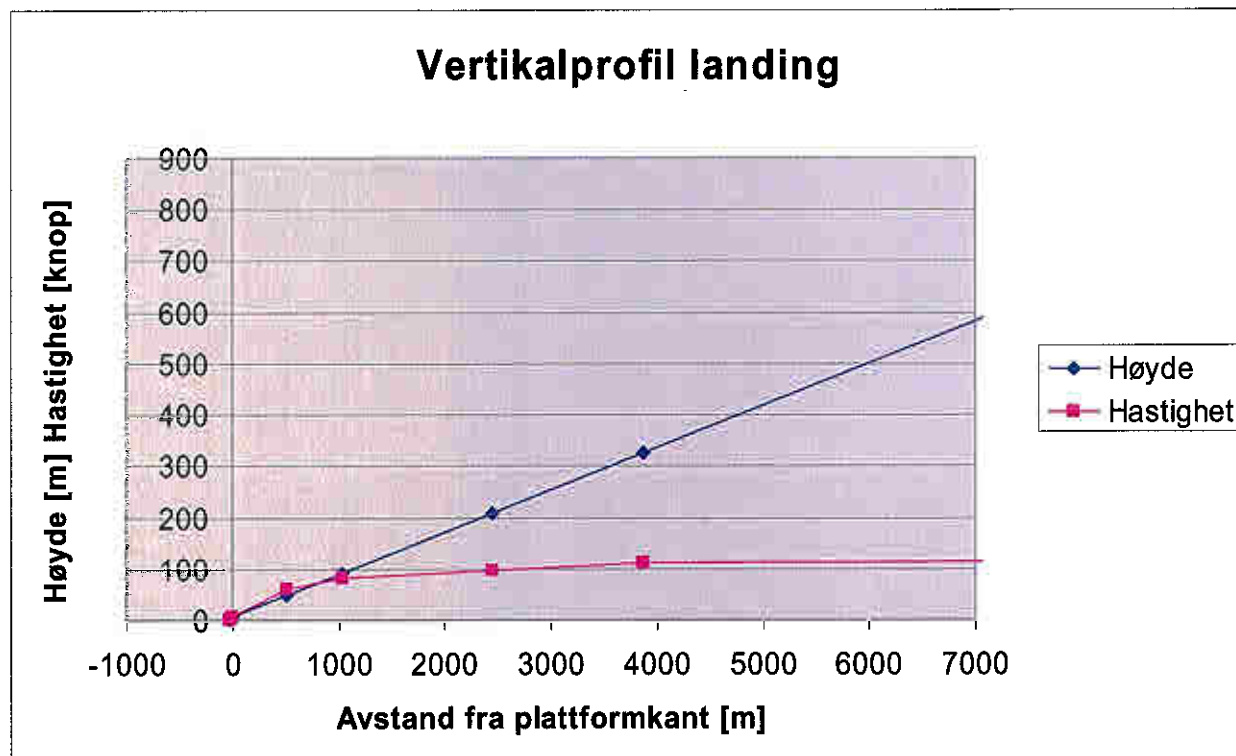
*Filnavn: C:\Fly\Arendal helikopter\_T1442\Rapport\SINTEF A316.doc*

gjennomsnitt går til 80 fot, videre legges utflatingshøyde til 2000 fot over landingsplassen for alle retninger. Det følgende diagram viser høyde og hastighet som funksjon av utflyet avstand slik det blir simulert i NORTIM.



Figur 7-3 Høyde og hastighet som funksjon av utflyet distanse under avgang

For landinger er profilene basert på en gjennomsynkningsrate for siste del av innflygingen på 400 fot/minutt fra sør og 500 fot/minutt fra nord med 60 knop hastighet ved entring av sektor 500 meter før landing, med jevnt avtagende hastighet inn mot landing. Diagrammet nedenfor viser landingsprofilen for 500 fot/minutt som funksjon av avstand til kanten av helikopterplattformen. Landingen skjer 15 meter etter at dette punktet er passert, dvs ved negativ avstand på figuren. Bevegelsen under en innflygning skjer fra høyre mot venstre i diagrammet.



Figur 7-4 Høyde og hastighet som funksjon av avstand for landing med 500 fpm. Bevegelsen under operasjonen skjer fra høyre mot venstre i diagrammet.

## 8. SKALERING AV TRAFIKK

NORTIM har mulighet for å tilpasse et datagrunnlag fra en trafikksituasjon til en annen ved å skalere på forskjellige parametere. I denne sammenheng skal det skaleres fra den detaljerte registrerte situasjonen i 2003 til aktiviteten på årsbasis i 2005. Videre skal det skaleres for en prognosesituasjon 10 år frem i tid. For bakgrunnen for de anvendte skaleringsfaktorer henvises til kapittel 5.

### 8.1 Trafikkskalering etter flytype

For beregning av årsmiddel for 2005 legges inn en skaleringsfaktor på  $1204/1388 = 0.87$ . For prognosen for 2015 legges inn en skaleringsfaktor på  $1676/1204 = 1.39$  i forhold til 2005 tilsvarende 1.21 i forhold til det importerte 3 måneders trafikkgrunnlaget fra 2003.

### 8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer

Det er foretatt en liten omfordeling av trafikkmengden i forhold til det registrerte grunnlag fra 2003 slik at det blir 50/50 fordeling mellom retningene. Dette gjøres ved at 4 % av trafikken i grunnlaget flyttes fra nord til sør. For øvrig er det forutsatt at trafikkmønsteret rundt basen ikke endres og skaleringsfaktorene her settes derfor til 1.0.

### 8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt

Det er også mulig å skalere trafikken i forhold til tidspunkt på døgnet, men prognosemodellen som er benyttet her gir ikke et slikt grunnlag. Døgnfordelingen fra 2003 beholdes derfor uendret.

## 9. BEREGNINGSPARAMETERE

### 9.1 Beregningsenheter

Beregningen i NORTIM utføres automatisk for flere enheter samtidig. Den følgende tabell viser hvilke enheter som inngår og nedre grense for hver av indikatorene.

UnitName	Threshold	Reference
EFN	50	Default
LDEN	50	Default
LDN	50	Default
LEQ	50	Default
LEQ_DAY	50	Default
LEQ_EVENING	50	Default
LEQ_NIGHT	50	Default
MFN_DAY	200	IG060913
MFN_NIGHT	80	Default
TA	200	Default
ZONE	50	Default

Tabell 9-1 Beregningsenheter og nedre grense for hver av dem.

### 9.2 Beregning i enkeltpunkter

Det beregnes støynivå i punkter for hver støyømfintlige bygning innenfor beregningsområdet. Beregningsområdet dekker i minimum alle punkter som har støynivå som i

UnitName	Threshold	Reference
EFN	50	Default
LDEN	50	Default
LDN	50	Default
LEQ	50	Default
LEQ_DAY	50	Default
LEQ_EVENING	50	Default
LEQ_NIGHT	50	Default
MFN_DAY	200	IG060913
MFN_NIGHT	80	Default
TA	200	Default
ZONE	50	Default

Tabell 9-1 eller høyere. Datagrunnlag for bygningene er hentet fra databasen Norges Eiendommer (GAB) fra Norsk Eiendomsinformasjon AS og er oppdatert pr juni 2006.

### 9.3 NORTIM beregningskontroll

Beregningene foretas med NORTIM versjon 3.2.003. Det beregnes for et årsmiddeldøgn med en punktoppløsning i beregningsgriden på 64 fot tilsvarende ca 19.5 meter. Beregningen utføres ved å ta hensyn til topografi og skjerming fra sykehusets nærmeste bygninger.

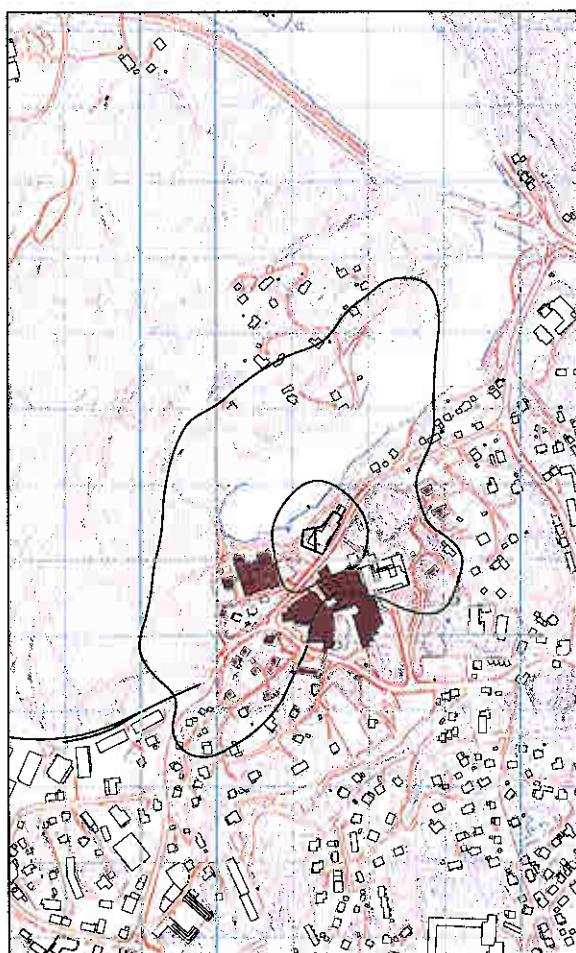
I beregningene for dagens situasjon er helikopteraktiviteten representert med 7037 kildesegmenter som er fordelt i rom (og tid) rundt landingsplassen ut fra den beskrivelse som er gitt i kapitlene foran. For prognosen øker antall kildesegmenter til 7408.

## 10. RESULTATER

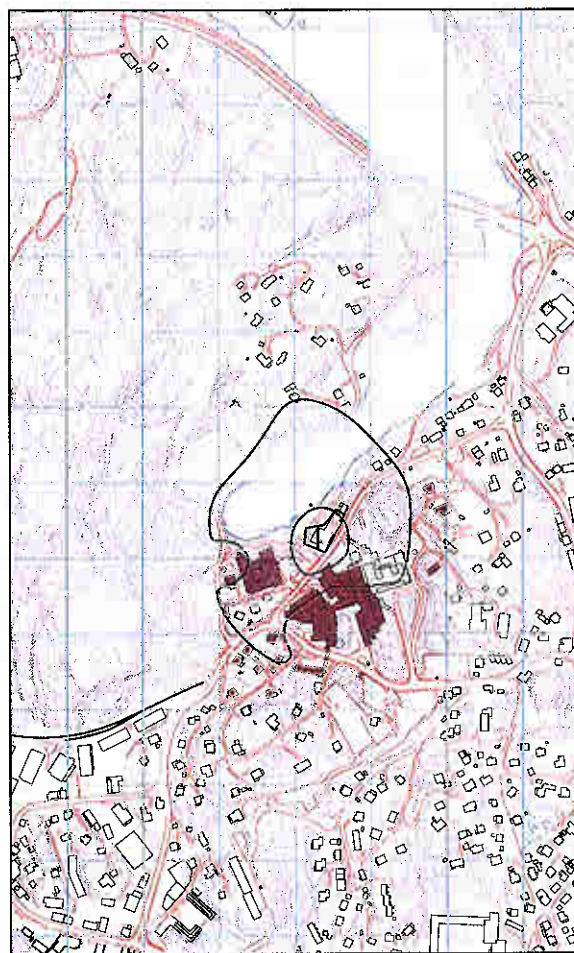
Resultatene presenteres primært som koter på kart. Alle kurvene er også tilgjengelig på filformatet Sosi, slik at de kan importeres til geografiske informasjonssystemer. I delkapitlene som følger presenteres de størrelser som har betydning for sammensetning av støysoner for dagens situasjon og den foreslåtte prognosen. Dernest følger en oversikt over kartleggingsgrensene relatert til forskriften til forurensningsloven.

### 10.1 Dagens situasjon 2005

De følgende figurene viser  $L_{den}$ ,  $MFN_{23-07}$ , samt de resulterende støysonegrenser trukket i henhold til definisjonene av støysonegrenser som vist i kapittel 3.2.1.

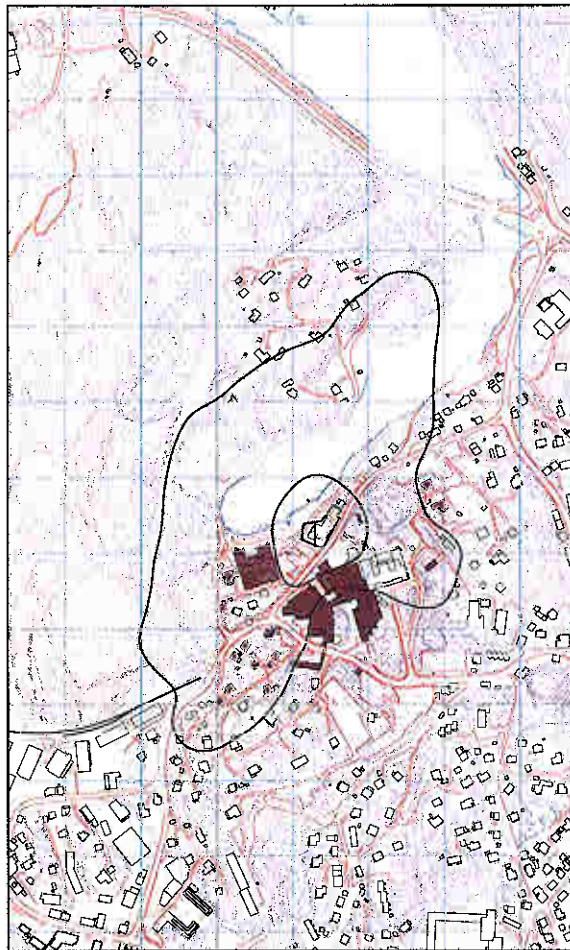


*Figur 10-1 Ekvivalent  
støynivå for dagens  
situasjon. Kurvene er  $L_{den}$   
52 og 62 dBA.  
M 1:10 000.*



*Figur 10-2 Maksimumsnivå  
på natt for dagens  
situasjon. Kurvene er  
 $MFN_{23-07}$  80 og 90 dBA.  
M 1:10 000.*





*Figur 10-3 Støysonegrenser for dagens situasjon. Kurvene viser yttergrensen for gul og rød støyzone. M 1:10 000.*

Sammenligning mellom de tre foregående figurer viser at støysonegrensene er totalt dominert av  $L_{den}$ .

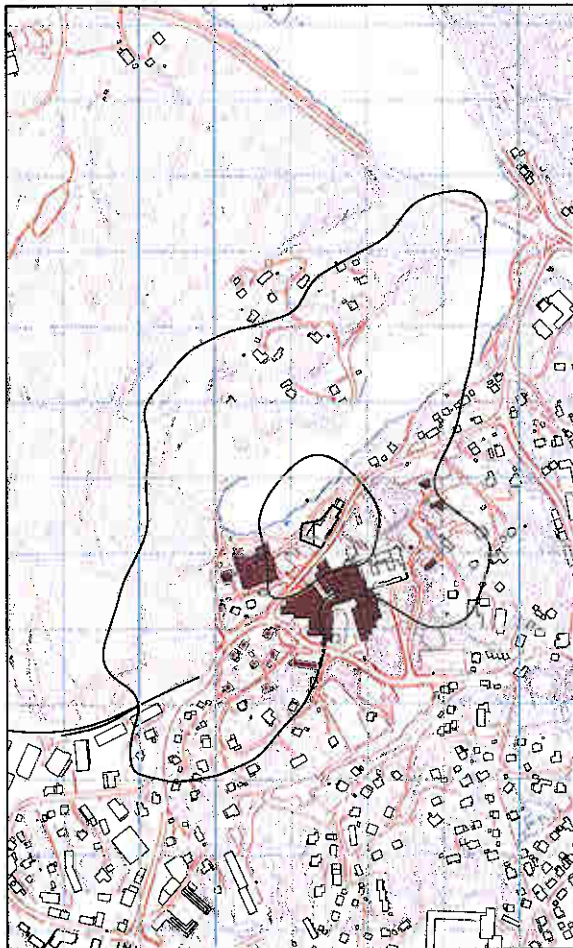
Støyzone	Areal (da)
Gul	141.4
Rød	13.6

*Tabell 10-1 Areal i støysonene for dagens situasjon.*

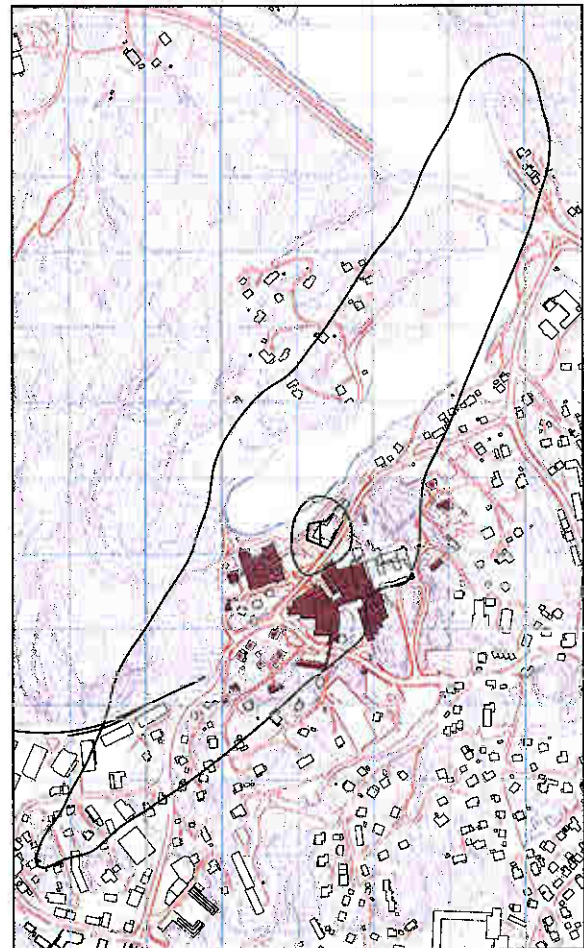
## 10.2 Prognose 2015

Beregningen av prognosesituasjonen baserer seg på en fremskriving av statistikk for årstrafikken 10 år frem i tid. Utgangspunktet er den økning som har vært i gjennomsnitt de siste 6 år. Økningen på 39.2 % i årstrafikk er applisert på trafikkmengden for 2005.

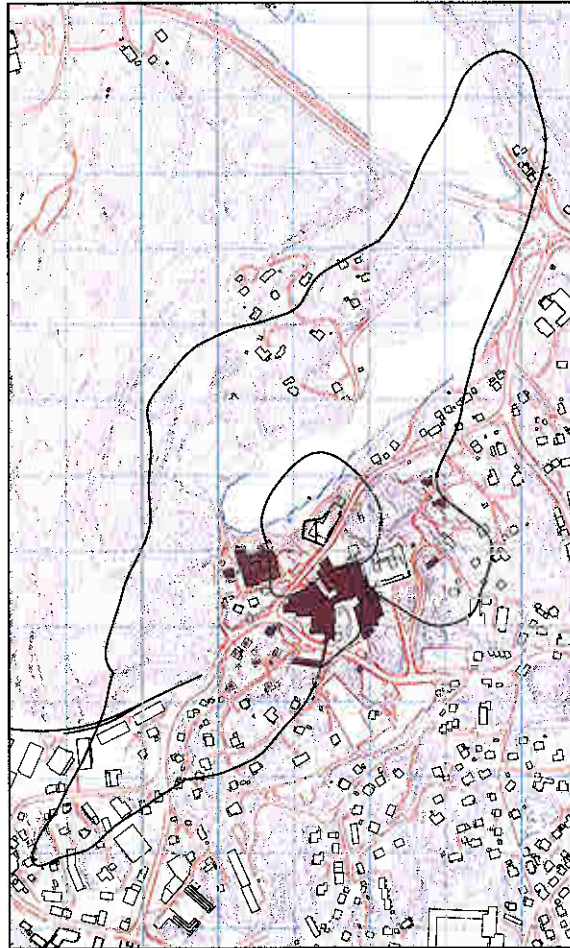
De følgende figurene viser  $L_{den}$ ,  $MFN_{23-07}$ , samt de resulterende støysonegrenser trukket i henhold til definisjonene av støysonegrenser som vist i kapittel 3.2.1 for prognosesituasjonen.



*Figur 10-4 Ekvivalent  
flystøynivå for prognosen.  
Kurvene er  $L_{den}$  52 og 62  
dBA.  
M 1:10 000.*



*Figur 10-5 Maksimum  
flystøynivå på natt for  
prognosen. Kurvener viser  
 $MFN_{23-07}$  80 og 90 dBA..  
M 1:10 000.*



*Figur 10-6 Støysonegrenser for prognosesituasjonen. Kurvene er yttergrensene til rød og gul støysone. M 1:10000.*

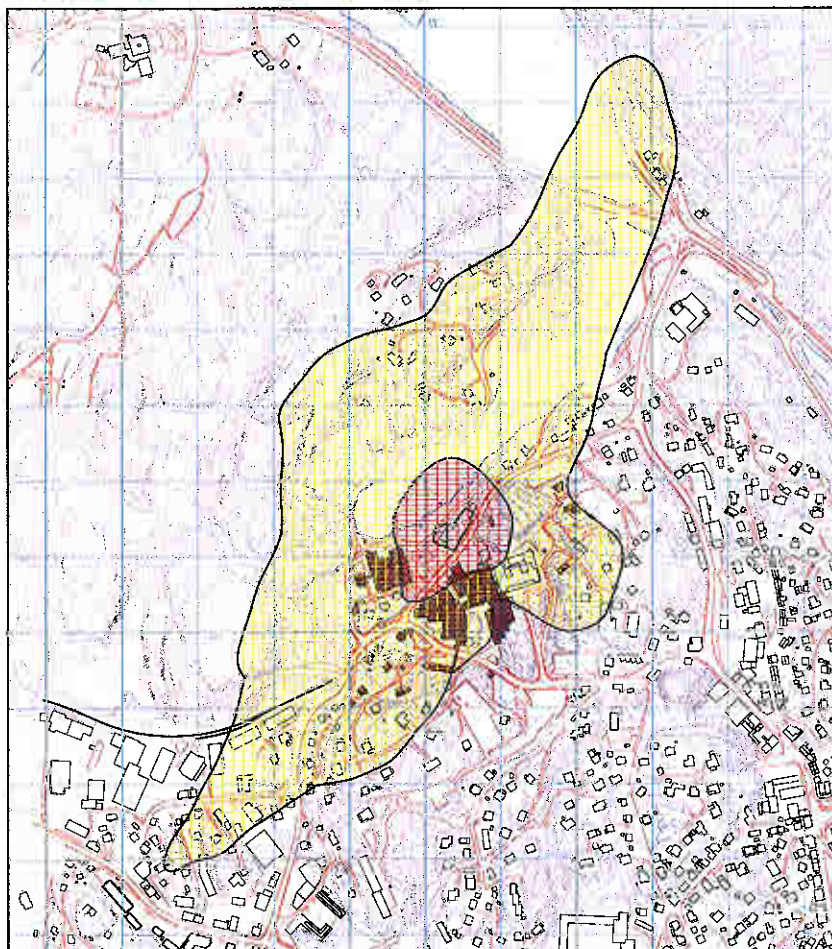
Det er  $L_{den}$  som dominerer støysonen, men  $MFN_{23-07}$  gir nå utslag i innflygingsområdene et stykke fra basen.

Støysone	Areal (da)
Gul	268.3
Rød	21.4

*Tabell 10-2 Areal i støysonene for prognosen.*

### 10.3 Støysoner etter retningslinje T-1442

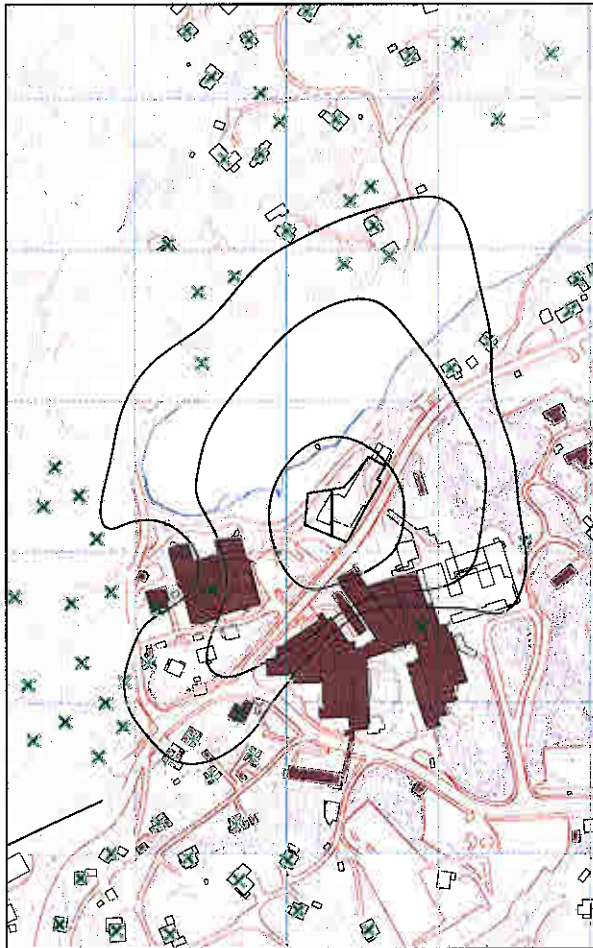
Retningslinje T-1442 foreskriver at det er den verste situasjon av dagens situasjon og prognosen som skal legges til grunn for det støysonkart som skal inngå i kommunens plankart. I dette tilfellet vil det utelukkende være prognosesituasjonen som dominerer. Støysonekartet i henhold til T-1442 blir dermed som vist på følgende figur.



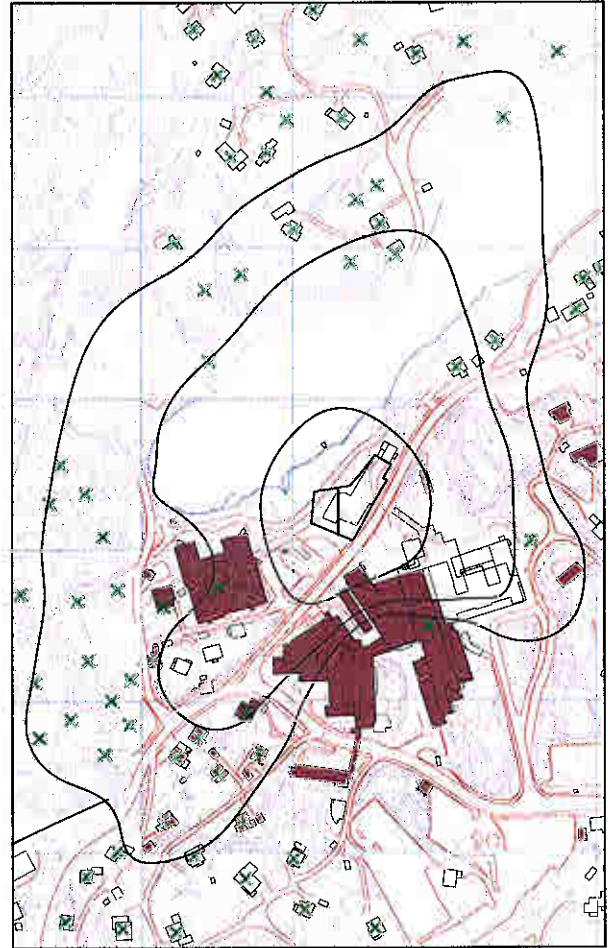
Figur 10-7 Flystøysoner i henhold til T-1442. Støysone gul og støysone rød.  
M 1:10.000.

### 10.4 Kartleggingsgrenser i hht forurensningsloven

Forskriften til forurensningsloven er omtalt i kapittel 3.4. I forhold til fasadeisolasjon karakteriseres helikopterlandingsplasser på samme måte som flyplasser dominert av propellfly. Kartleggingsgrense for utendørs støy nivå blir derfor 53 dBA. For hus som har lav fasadeisolasjon vil en tiltaksgrense kunne ligge på utendørs nivå på 60 dBA. Dersom andre støykilder i området er like sterke som helikopterstøyen, skal kartleggingsgrensen legges på utendørsnivå 50 dBA. De etterfølgende figur viser koter for nivågrensene for dagens situasjon og prognosen. I kartene er de registrerte støyømfintlige bygninger markert med et grønt kryss. Dette kan også tjene til en kvalitetssikring av data fra eiendomsregisteret.



**Figur 10-8**  
Kartleggingsgrenser etter  
forurensningsforskriften for  
dagens situasjon.  
M 1:5 000.



**Figur 10-9**  
Kartleggingsgrenser etter  
forurensningsforskriften for  
prognosesituasjonen.  
M 1:5 000.

Kurvene over er påvirket av glatting og interpolering i beregningsgriden og er derfor bare ment som illustrasjon. Som basis for eventuell videre undersøkelser er det gjort beregninger av støynivå på hver "støyømfintlig" bygning innenfor beregningsområdet. Beregningene sammenfattes i følgende tabell.

Nivå intervall	Beskrivelse	Dagens situasjon	Prognose
50.0 - 53.0	Kartlegging om andre like sterke kilder er tilstede	13	31
53.0 - 60.0	Kartlegging	0	6
60.0 ->	Tentativ tiltaksplikt	0	0

*Tabell 10-1 Antall bygninger innenfor kartleggings- og tentativ tiltaksgrense*

Det antas at det ikke er andre like sterke kilder i området, slik at det er i alt 6 bygninger som krever undersøkelse av fasadeisolasjon med hjemmel i forskriften til forurensningsloven. 1 av disse bygningene er sykehusbygninger, mens de øvrige er bolighus. Liste over adresser og eiere er unntatt offentlighet og oversendes oppdragsgiver separat.

## 11. 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] Flystøykomisjonen:  
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.lovdatabasen.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 byggforskingsinstitutt 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] REPORT ON STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL AIRPORTS. VOLUME 2: TECHNICAL GUIDE.  
ECAC.CEAC Doc.29 3rd Edition, Strasbourg, 07/12/2005.
- [21] G. Thomann, R. Bütikofer, W. Krebs:  
FLULA2. EIN VERFAHREN ZUR BERECHNUNG UND DARSTELLUNG DER FLUGLÄRMBELASTUNG  
EMPA, Akustik / Lärmbekämpfung, CH-8600 Dübendorf.  
Technischer Beschrieb FLULA2, Version 2, 1. Auflage 10/2001
- [22] Idar L. N. Granøien:  
FLYSTØYSONEGRENSER FOR HELIKOPTERBASEN VED SØRLANDET SYKEHUS I ARENDAL  
SINTEF rapport STF90 A05036, Trondheim, januar 2005.
- [23] Sørlandet sykehus HF:  
VEDRØRENDE NY STØYBEREGNING  
Brev til SINTEF IKT, ref. 05/002798 av 13.06.2006.
- [24] FORSKRIFT 16. APRIL 2004 NR. 629 OM UTFORMING AV SMÅ HELIKOPTERPLASSER (BSL E 3-6).  
BESTEMMELSER FOR SIVIL LUFTFART BSL E 3-6.  
Luftfartstilsynet, Oslo april, 2004.



## Vedlegg 1

