

SINTEF A1353 – Åpen

# RAPPORT



## *Flystøysoner etter T-1442 for Trondheim helikopterplass, Rosten*

Idar Ludvig Nilsen Granøien

**SINTEF IKT**

Mai 2007

**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

## Flystøysoner etter T-1442 for Trondheim helikopterplass, Rosten

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien

OPPDRAGSGIVER(E)

Stiftelsen Norsk Luftambulans

RAPPORTNR. <b>SINTEF A1353</b>	GRADERING <b>Åpen</b>	OPPDRAGSGIVERS REF. <b>Pål Heffer</b>	
GRADER. DENNE SIDE <b>Åpen</b>	ISBN 978-82-04055-5	PROSJEKTNR. <b>90E102.13</b>	ANTALL SIDER OG BILAG <b>29</b>
ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF A1353.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <b>Idar L. N. Granøien</b>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <b>Herold Olsen</b>
ARKIVKODE	DATO 2007-05-08	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) <b>Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef</b>	

**SAMMENDRAG**

Det er utarbeidet støysoner etter reglene i Miljøverndepartementets retningslinje T-1442 for Trondheim helikopterplass, Rosten. Støysonene er basert på situasjonen i 2005 og en prognose med 10 % økning av trafikken i forhold til dette.

Beregningene er foretatt med NORTIM, det norske programmet som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelsen.

Støysonene dekker et areal på drøyt 2 kvadratkilometer rundt basen og ligger kun i Trondheim kommune.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Helikopter støy	Helicopter Noise
EGENVALGTE	Trondheim	Trondheim

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<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
2.2	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy .....	4
2.3	Generell sjenanse som følge av flystøy .....	5
<b>3</b>	<b>MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJER</b> .....	<b>6</b>
3.1	Måleenheter.....	6
3.2	Støysoner til arealplanlegging.....	7
3.3	Definisjon av støysoner.....	7
3.4	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer .....	7
3.5	Beregningsmetode.....	8
3.6	Dimensjonering av trafikkgrunnlaget .....	8
3.7	Beregningsprogrammet NORTIM .....	8
3.8	Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven.....	9
<b>4</b>	<b>OMGIVELSER</b> .....	<b>11</b>
4.1	Digitalt kartgrunnlag .....	11
4.2	Digital terrengmodell .....	11
<b>5</b>	<b>FLYTRAFIKK</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>FLYTYPER</b> .....	<b>14</b>
6.1	Flytyper i bruk.....	14
6.2	Kildedata for fly .....	14
<b>7</b>	<b>DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER</b> .....	<b>15</b>
7.1	Destinasjoner .....	15
7.2	Rullebaner .....	15
7.3	Flytraséer .....	15
7.4	Flygeprofiler.....	17
<b>8</b>	<b>SKALERING AV TRAFIKK</b> .....	<b>19</b>
<b>9</b>	<b>BEREGNINGSPARAMETERE</b> .....	<b>19</b>
9.1	Beregningsenheter .....	19
9.2	Beregning i enkeltpunkter .....	19
9.3	NORTIM beregningskontroll .....	19
<b>10</b>	<b>RESULTATER</b> .....	<b>20</b>
10.1	Dagens situasjon.....	20
10.2	Prognose m/10% økning .....	22
10.3	Kartleggingsgrenser i hht forurensningsloven .....	24
10.4	Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA .....	26
<b>11</b>	<b>LITTERATUR</b> .....	<b>27</b>

## **1 INNLEDNING**

Trondheim helikopterbase, Rosten er base for ambulanshelikopter i Trondheim og eies og drives av Stiftelsen Norsk Luftambulans, SNLA. Dette oppdrag er utført for SNLA med administrasjonsdirektør Pål F. Heffer som prosjektansvarlig hos oppdragsgiver.

Opplysninger om basen og flyprosedyrer rundt den er supplert av basesjef Elin Staveli og Chief Flight Instructor Jo Einar Haug. Trafikkoversikter er skaffet til veie av SNLA ved Manager Crew Training Bo Conneryd. Foto på permen og side 14 er stilt til disposisjon av SNLA.

Prosjektet har vært bearbeidet ved SINTEF IKT avdeling akustikk av forsker Idar Ludvig Nilsen Granøien, med forskningssjef Odd Kristen Østern Pettersen som prosjektansvarlig.

Denne rapporten går gjennom bestemmelsene i retningslinje T-1442 og bakgrunnen for disse. Videre presenteres datagrunnlaget for og resultatene fra beregningene. Grunnlaget har vært gjennom en kvalitetskontroll hos oppdragsgiver.

Ut over denne rapporten leveres støykoter på digitalt format, slik at de kan oversendes Trondheim kommune for direkte import i deres 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

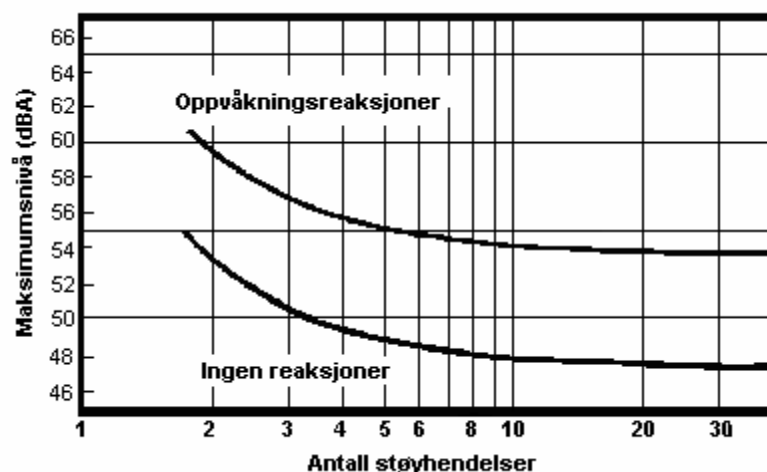
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

### 2.2 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. søvnstadieendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

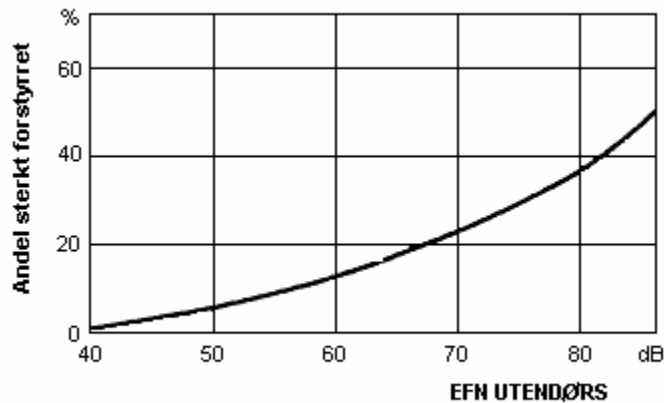
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjans for vekking dersom nivåene overstiger 53 dB(A) i soverommet.

### 2.3 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de *ulemp* 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 gjennomsnittss 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

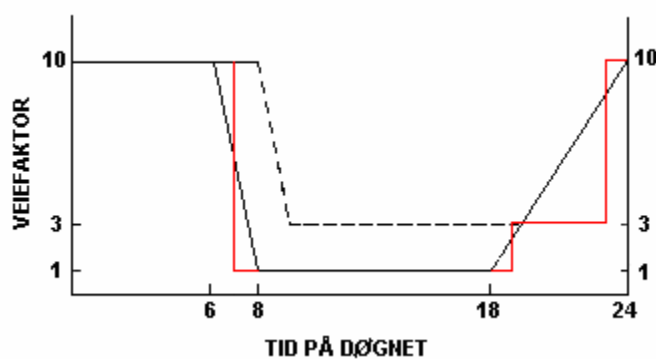
Miljøverndepartementet har i januar 2005 samlet retningslinjer for behandling av støy fra forskjellige støykilder i en ny retningslinje, T-1442 [7]. For flystøy erstatter denne T-1277 fra 1999 [8]. Den nye retningslinjen endrer både måleenheter og definisjoner av støysoner. Vi har i dette kapitlet valgt 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 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 vektfaktoren 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 var definert som det høyeste A-veide lydnivå som regelmessig forekommer i et observasjonspunkt, og som klart kan tilskrives flyoperasjoner. “Regelmessig” ble definert til en hyppighet på minimum 3 ganger per uke. I T-1277 ble det regnet separat maksimumsnivå for natt (22–07) og dag (07–22). MFN var 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 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.

### 3.3 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.

### 3.4 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 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.

### 3.5 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 3.7), er imidlertid basert på en database som representerer en sammenfatning av et omfattende antall målinger. Under forutsetning av at beregningsmodellen nyttes innenfor sitt gyldighetsområde og at datagrunnlaget gir en riktig beskrivelse av flygemønsteret rundt flyplassen, så 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.

### 3.6 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.

### 3.7 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

---

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

### **3.8 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 ( $L_{Aeq24h}$ ) 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 ( $L_{Aeq24h}$ ):

*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

Trondheim helikopterplass, Rosten ligger i Trondheim kommune ca 10 km sør for sentrum med adresse i Vestre Rosten like ved Tonstad krysset og E6.

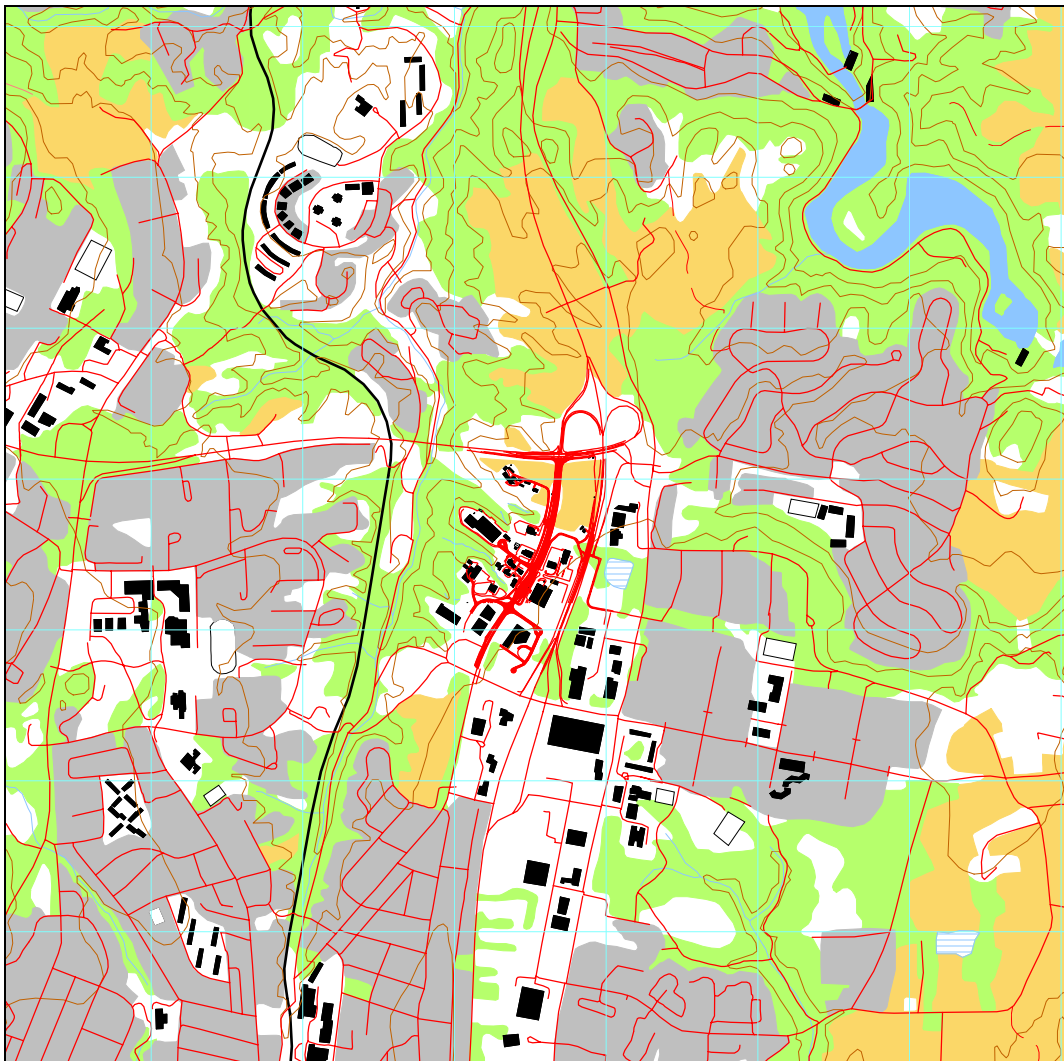
### 4.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartmateriale er skaffet til veie fra Trondheim kommune og supplert med N50 kart fra Statkart. Kartet er i koordinatsystemet UTM89 sone 32.

*Tabell 4-1 Kartreferanser.*

Name	ICAO_code	OrigoEast	OrigoNorth	CoordSys	CoordAxis	Description
Trondheim helikopterplass, Rosten	ENZZ	568500	7027500	7	32	FKB + N50

Kartet vil bli framstilt i forskjellig målestokk avhengig av hva som skal illustreres i rapporten. Et usnitt er vist i den følgende figur.



*Figur 4-1 Basiskart i målestokk 1:25 000.*

### 4.2 Digital terrengmodell

Digitale topografi med en punktetthet på 50 meter er stilt til rådighet for prosjektet av Avinor.

## 5 FLYTRAFIKK

Trafikken for 2005 er mottatt pr mail fra NLA. Det er mottatt filer for aktivitet knyttet til andre av NLA sine baser hvor det har vært landinger på Rosten. Landinger fra andre selskaper er ikke inkludert.

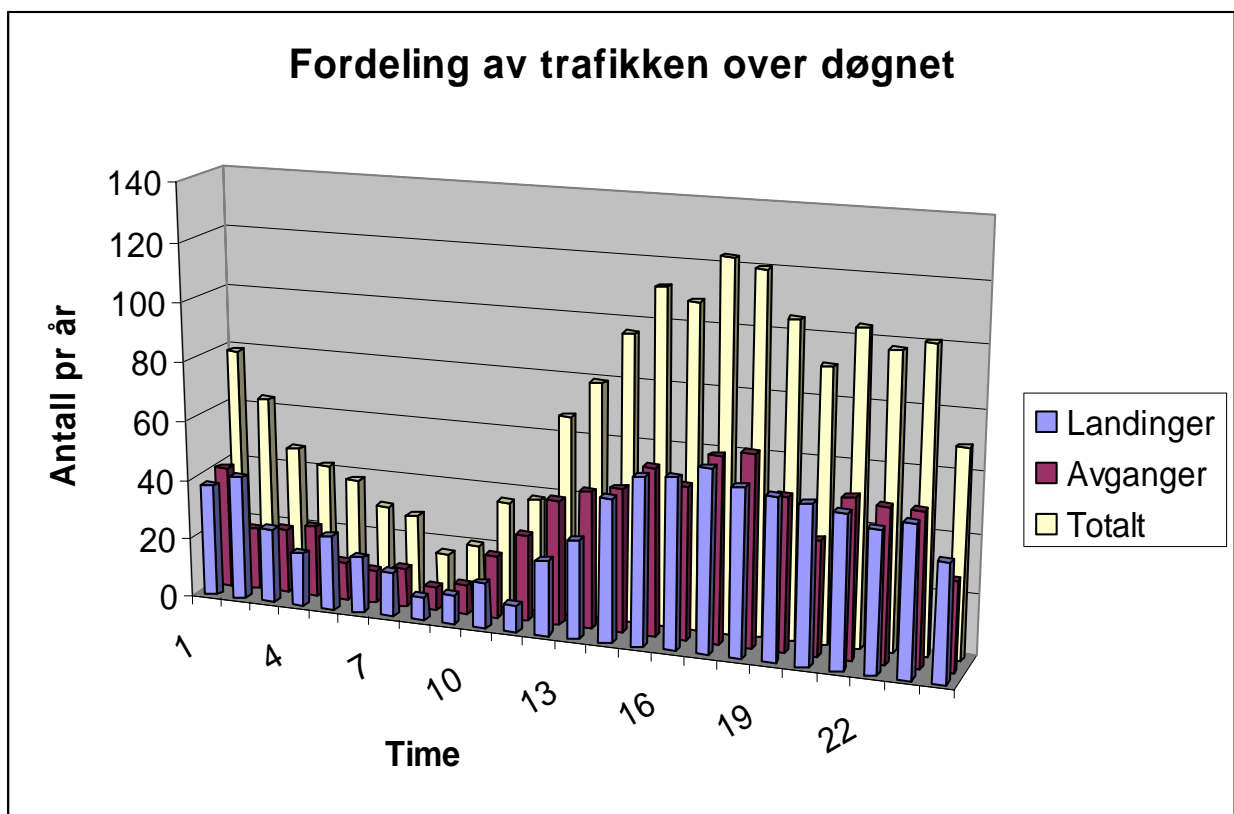
2005 er valgt fordi 2006 representerer et unntak i og med at helikopterlandingsplassen ved St. Olavs hospital ble stengt fra tidlig på sommeren. Det betyr at pasienttransport pr helikopter terminerer på Rosten i denne perioden og dermed vil situasjonen ha en annen fordeling av retningen inn mot landingsplassen enn normalt. I normalsituasjonen vil en større del av innflygningen komme fra St. Olav etter levering av pasient der. For trafikkmengden antas det at dette har mindre betydning for trafikken med basens egen maskin, men en økning for antall landinger fra andre baser.

Tabell 5-1 Antall registrerte landinger og avganger på Rosten i 2005.

TO_LA	SumOper
LA	854
TO	856

Tabell 5-2 Aktiviteten i 2005 sortert etter type flygning.

FLT	Type flygning	SumOper
12	Ambulanseflygning	1458
13	Skole og instruksjonsflygning	245
15	Teknisk returflygning	7



Figur 5-1 Fordeling av trafikken over døgnet. Totaltall for hele 2005.

Det er en markant døgnfordelig av aktiviteten. Trafikken er på sitt laveste mellom 7 og 8 på morgenen hvor det er bare 16 bevegelser på årsbasis. Utover morgenen og dagen øker trafikken jevnt til den når toppen i timene 16 til 17 og 17 til 18 hvor det på årsbasis er mer enn 120 bevegelser pr time. Deretter avtar trafikken litt utover kvelden, men holder seg på over 100 bevegelser pr time pr år fram til kl 23 for deretter å avta markant utover natten og tidlig morgen.

## 6 FLYTYPER

### 6.1 Flytyper i bruk

All trafikk på landingsplassen har vært utført med helikoptertypen Eurocopter EC135.



*Figur 6-1 Norsk Luftambulanses helikopter type EC135. Foto SNLA.*

### 6.2 Kildedata for fly

Støydata for EC135 er mottatt direkte fra produsenten Eurocopter etter initiativ fra SNLA. Disse rådata er bearbeidet videre ved SINTEF til den form som benyttes i beregningsprogrammet i tråd med metodikk i internasjonal standard [20]. Støydatasettet består av støy fra overflyging ved innflyging (descend/approach), ved avgang (climb out/departure) og overflyging i jevn høyde (level flight).

## 7 DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

### 7.1 Destinasjoner

Trafikkoversikten gir opplysninger om hvor oppdraget går og hvor helikopteret returnerer fra når det lander på basen igjen. Destinasjonene er sortert i sektorer ut fra retning i 30° intervaller med unntak for retning mot St. Olav og mot Levanger, som behandles særskilt. Dette er utgangspunkt for konstruksjon av traséer og fordeling av trafikk på disse.

### 7.2 Rullebaner

Landingsplassens nord og øst koordinater er hentet ut fra kartet fra kommunen siden koordinatene oppgitt i [21] angir ARP (Aerodrome Reference Point) til å ligge på hjørnet av hangaren når de er transponert til kartets koordinatsystem. Høyde over havet er hentet fra [21]. Helikopterlandingsplassen representeres med rullebaner i beregningsprogrammet. Det defineres to pluss to rullebaner som faller sammen med inn- og utflygingsretninger.

*Tabell 7-1 Koordinater for rullebaner i UTM89 sone 32.*

RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
05	568706	7027330	132	568728	7027350	132	50	30
08	568702	7027337	132	568732	7027343	132	80	30
23	568728	7027350	132	568706	7027330	132	230	30
26	568732	7027343	132	568702	7027337	132	260	30

Deklarerte inn og utflygingsretninger (hinderfrie flater) er østre sektor 050/230 og vestre sektor 080/260. I møte på basen er det opplyst at ved landing benyttes primært østre sektor, 230°, anslått til i 2 av 3 tilfeller. Avganger er i større grad vindstyrt med en antatt fordeling på 50/50. Dette gir en fordeling i rullebanebruk som vist i følgende tabell.

*Tabell 7-2 Trafikkmengder på hver rullebaneretning.*

RWY	TO_LA	SumOper
05	TO	428
26	TO	428
08	LA	298.9
23	LA	555.1

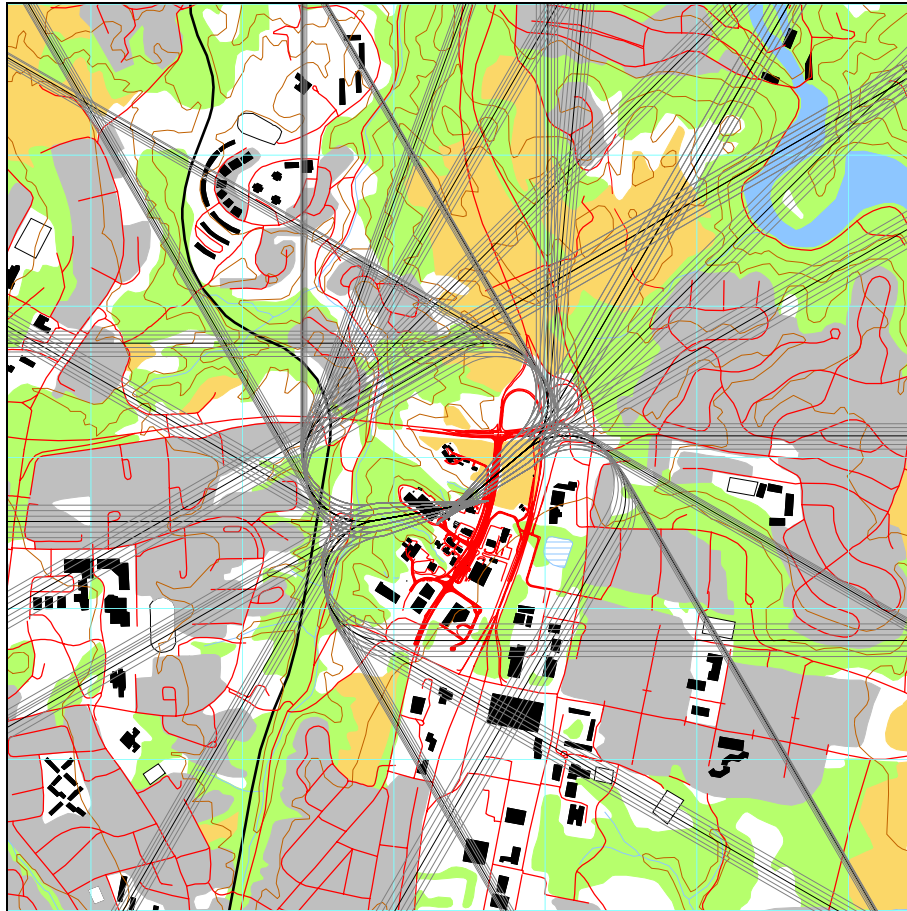
### 7.3 Flytraséer

Separate traséer for avganger og landinger er vist på de to følgende figurer. Utgangspunktet er tatt i at sving fra utflygingsretning og lineup på innflygning skjer utenfor "andre seksjon" på ut-/innflygningskorridoren, dvs ca 365 meter fra sentrum på landingsplassen.

Det er lagt inn en spredning av trafikken innenfor korridorene, med fordeling av trafikken på spredtraséer i henhold til reglene i internasjonale anbefalinger [20]. Ved utflygning er det lagt til grunn at helikopteret stiger baklengs til ca 120 fot og ca 80 meter bakover rettlinjert i forhold til avgangsretning, før flygingen forsetter framover rett over plassen.

Sammen med hver figur vises en tabell med antall flygninger i hver retning.

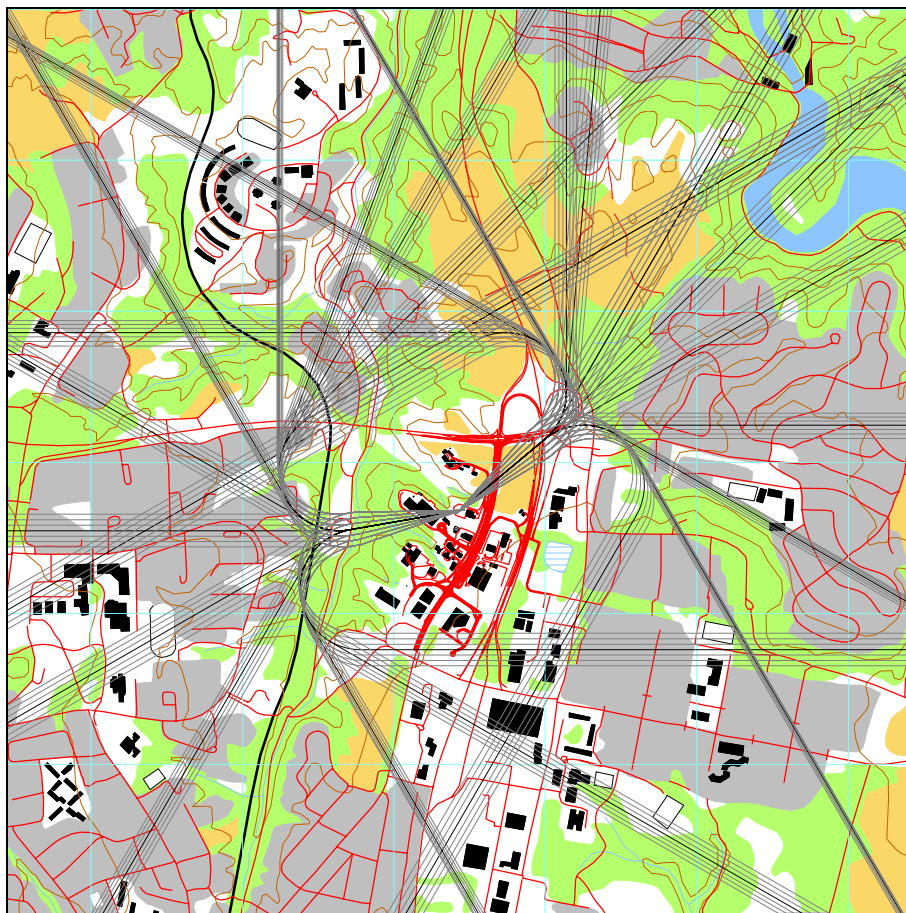




Figur 7-1 Traséer for avganger fra basen med spredning. M 1:25.000.

Tabell 7-3 Antall avganger fordelt på retninger.  
(ZZZZ er ukjent og antallet er jevnt fordelt på de øvrige retningene.)

TO_LA	DepDestGroup	SumOper
TO	030	115
TO	045	34
TO	060	52
TO	090	25
TO	120	42
TO	150	22
TO	210	78
TO	240	66
TO	270	11
TO	300	147
TO	330	13
TO	360	32
TO	SOHO	13
TO	ZZZZ	206



Figur 7-2 Traséer for landinger på basen med spredning. M 1:25.000.

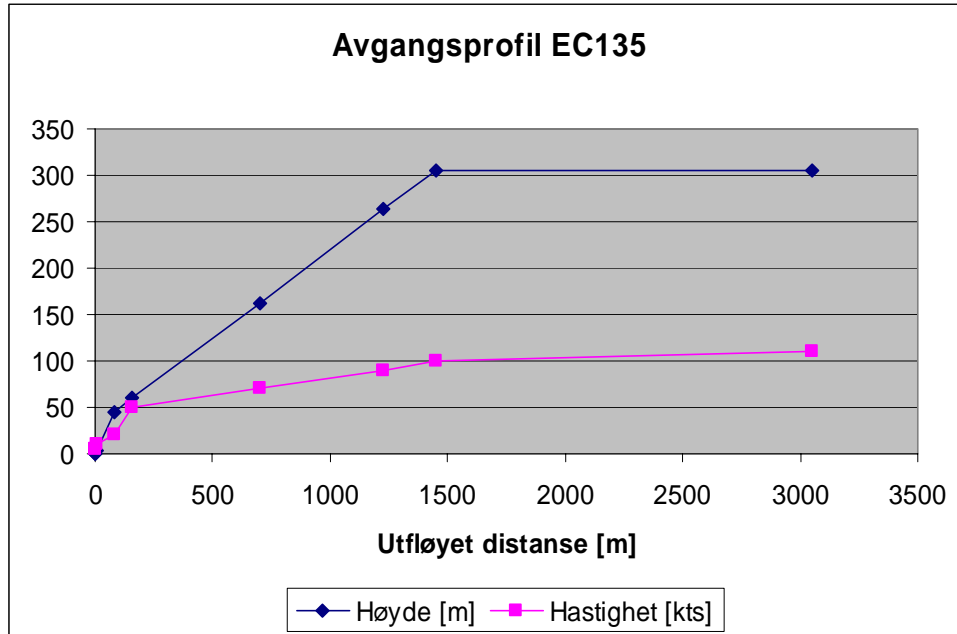
Tabell 7-4 Antall landinger fordelt på retninger.  
(ZZZZ er ukjent og antallet er jevnt fordelt på de øvrige retningene.)

TO_LA	DepDestGroup	SumOper
LA	030	25
LA	045	43
LA	060	42
LA	090	17
LA	120	14
LA	150	8
LA	210	28
LA	240	57
LA	270	6
LA	300	33
LA	330	5
LA	360	9
LA	SOHO	381
LA	ZZZZ	186

#### 7.4 Flygeprofiler

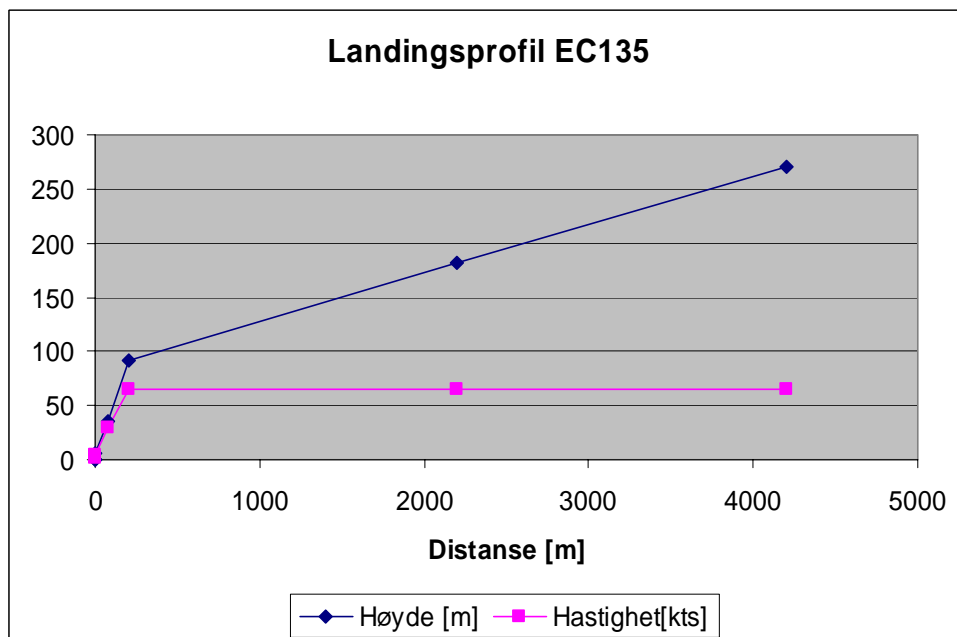
Høyde- og hastighetsprofiler er konstruert på bakgrunn av opplysninger som ble gitt i møtet på basen 24.1.2007. Ved avgang klatrer helikopteret baklengs ca 80 meter til en høyde på 120 fot

over plassen. Deretter starter forover flyging og ved passering av plassen igjen er høyden 200 fot. Videre utflyging framkommer av figuren under. All distanse fra avgangspunkt går til høyre langs x-aksen, dvs summert både for bakover og forover flyging. Høyden som vises er høyde over landingsplassen, slik at utflatingshøyde er om lag 1500 fot over havets middelvannstand.



Figur 7-3 Avgangsprofil for EC 135.

Landingsprofilen er basert på at høyde over landingsplassen ved entring av denne er ca 20 fot over plassen, at den er ca 120 fot 80 meter før og 300 fot 200 meter før plassen. Derfra og ut er det beregnet en gjennomsynkning på 300 fot pr minutt og innflygingshastighet på 65 knop. Utflating skjer i 1500 fot over landingsplassen.



Figur 7-4 Landingsprofil for EC 135.

## **8 SKALERING AV TRAFIKK**

NORTIM har mulighet for å skalere trafikken i flere lag; for antall operasjoner pr flytype og type flyging, for retninger eller destinasjoner og for tid på døgnet. I dette prosjektet er det bare skalert jevnt for antall operasjoner.

Prognosesituasjonen illustreres med en 10 % økning av trafikken i forhold til 2005. Det er fra basen gitt uttrykk for at det ikke er indikasjoner på at trafikken vil øke utover den aktivitet den har i dag, heller at den faktisk kan gå noe ned. Begrunnelsen er økt kompetanse hos ambulanspersonell (bil) og forventet økt bruk av redningsskvadronen 330 på Ørland. I løpet av prognoseperioden vil ny landingsplass på St. Olavs hospital

## **9 BEREGNINGSPARAMETERE**

### **9.1 Beregningsenheter**

Det beregnes for alle aktuelle enheter som inngår i T-1442 og forurensningsforskriften og dens vedlegg. Nedre grenseverdier for beregningsområdet er satt til laveste rapporteringsverdi for alle parametere.

### **9.2 Beregning i enkeltpunkter**

Det beregnes i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Opplysninger om bygninger er hentet fra databasen Norges Eiendommer fra Norsk Eiendomsregister AS. Dette registeret omtales ofte som GAB registeret. Data er hentet ut pr 12. april 2007.

### **9.3 NORTIM beregningskontroll**

Beregningene utføres for et gjennomsnittsdøgn for hele året for et regulært punktmønster med avstand mellom punktene på 128 fot, tilsvarende ca 39 meter. Dette punktmønster danner grunnlag for å trekke kotelinjer for likt støynivå, som igjen danner grensene for støysoner.

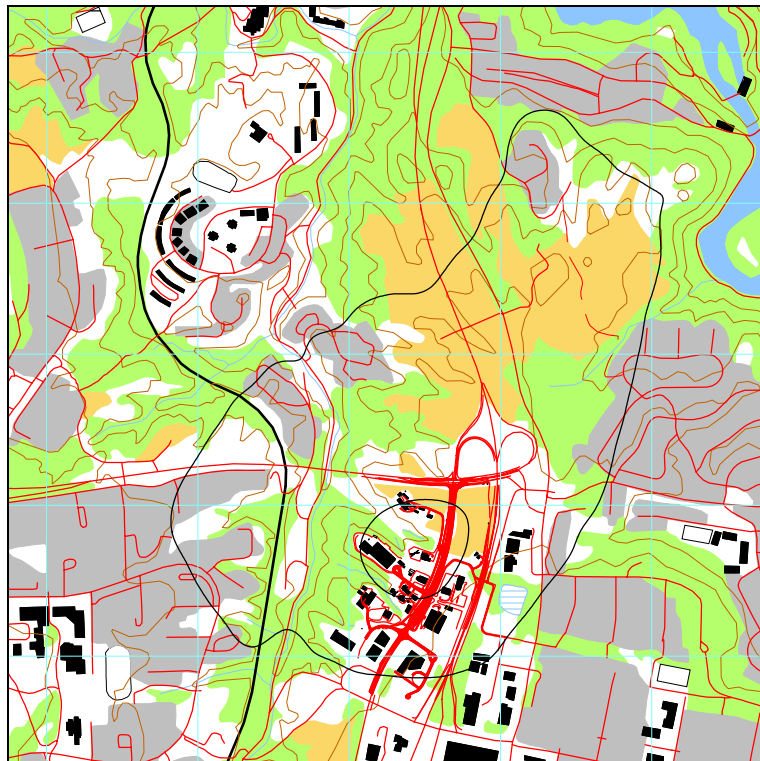
Det benyttes digital topografi, slik at avstand mellom helikopter og beregningspunkt blir korrekt og at beregning av lydutbredelse tar hensyn til terrenget.

## 10 RESULTATER

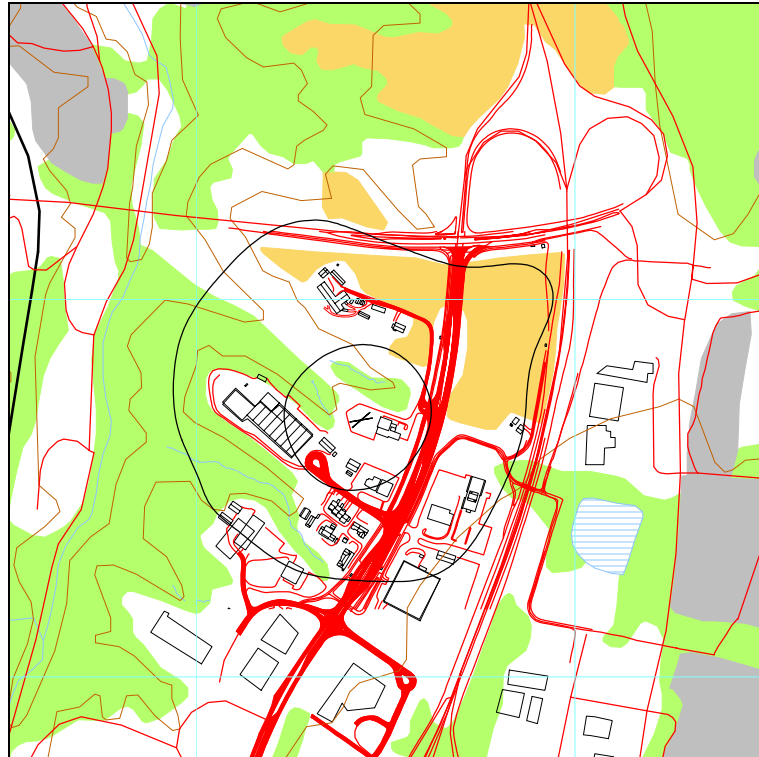
Resultatene vises primært som koter på kartbakgrunn i tillegg til tabeller med areal og antall bygninger. De to første underkapitler viser resultater som er relatert til retningslinje T-1442, og ender opp med støysonekartet som skal rapporteres inn til Trondheim kommune og inngå i deres plankart. Dernest vises resultater som er relatert til forurensningsforskriften og til sist resultater relatert til oversikten over hvor mange mennesker som er bosatt innenfor gitte støynivå, som del av en landsomfattende kartlegging. Grunndata fra denne siste beregningen oversendes Statistisk sentralbyrå for videre og mer nøyaktig bearbeiding.

### 10.1 Dagens situasjon

For situasjonen i 2005 brytes trafikken opp i til sammen 15078 støykilder, som det beregnes for. Resultater vises for ekvivalentnivået  $L_{den}$  og for det dimensjonerende maksimumsnivået på natt,  $L_{5AS}$ . Se kapittel 3 for nærmere definisjoner av enhetene. Det tegnes ut koter for de verdier som sammen skal danne yttergrense for gul og rød støysone.

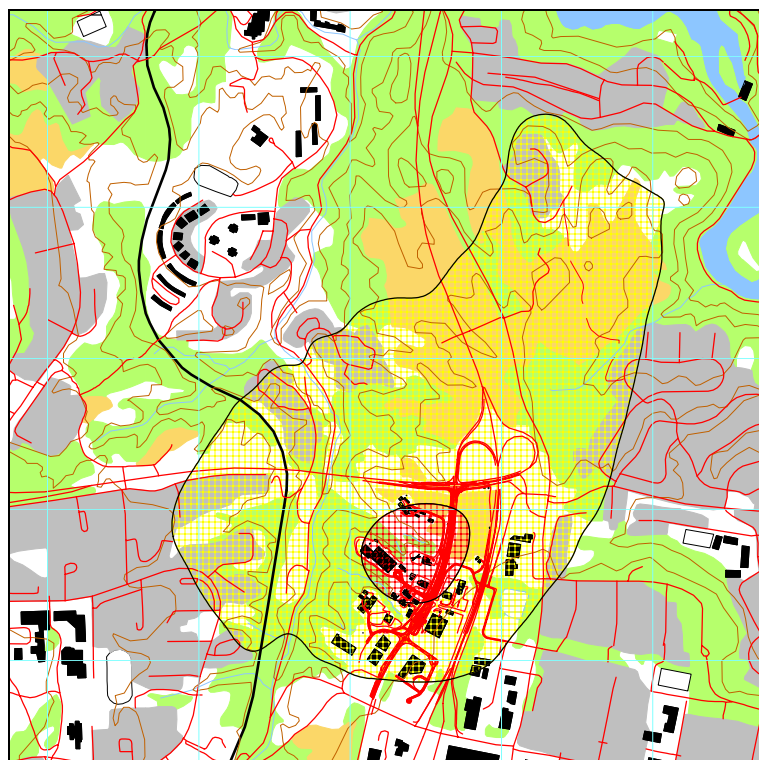


Figur 10-1 Ekvivalentnivået  $L_{den}$  for dagens situasjon (2005). Kotene viser  $L_{den}$  52 og 62 dBA.  
 M 1:25.000.



*Figur 10-2 Dimensjonerende maksimumsnivå på natt. Kotene viser  $L_{5AS}$  på 80 og 90 dBA. M 1:10.000.*

Når støysonene skal settes sammen som kombinasjon av disse to kartene, så skal ytterste og innerste kote for hver av de to enhetene legges oppå hverandre og ny kote skal trekkes langs den av kotene som i ethvert punkt ligger ytterst. Det går tydelig fram av de to figurer at det vil være ekvivalentnivået som blir dominerende for støysonene.



*Figur 10-3 Støysoner for dagens situasjon. M 1:25.000.*

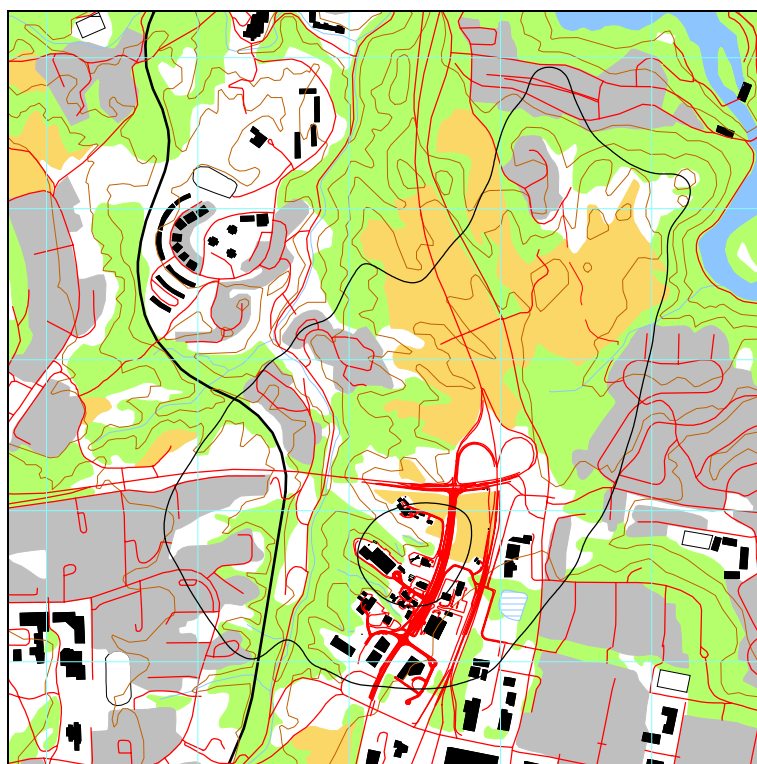
Dette gir et areal innenfor støysonene som vist i den følgende tabell.

Tabell 10-1 Areal innenfor støysonene.

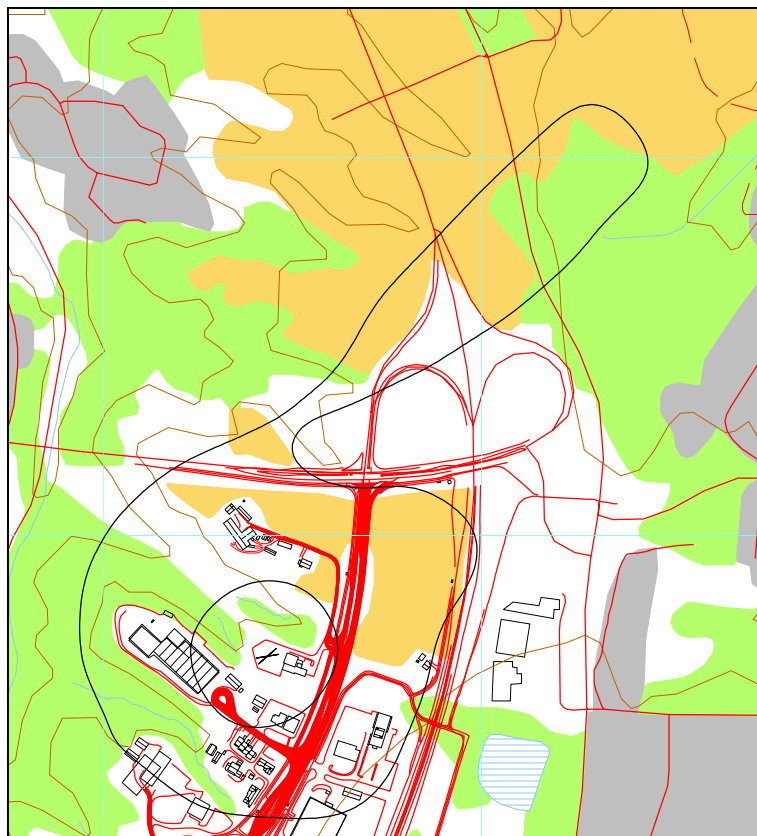
Sone	Areal (km <sup>2</sup> )
Gul	1.67
Rød	0.09

## 10.2 Prognose m/10% økning

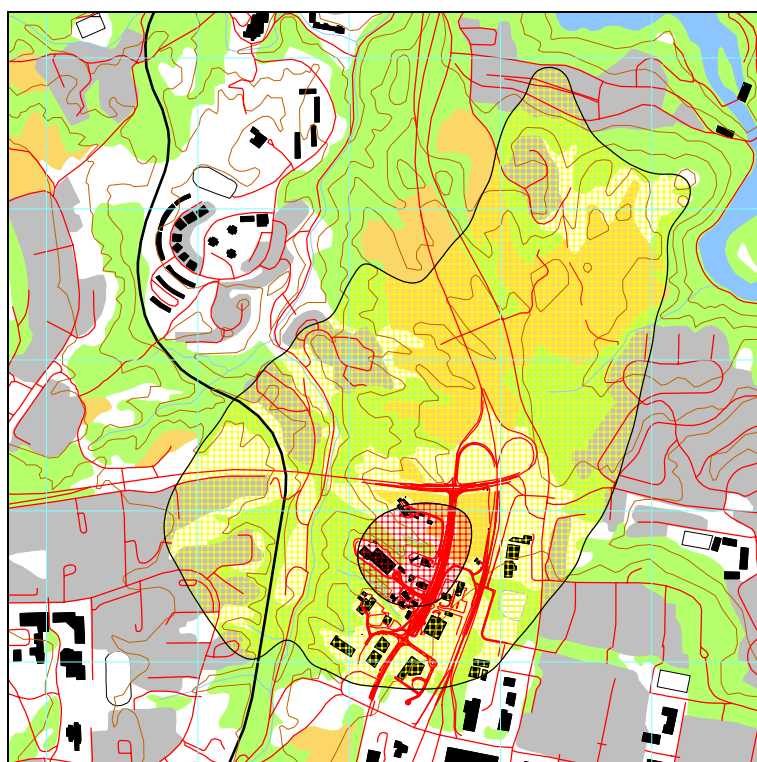
Det er i utgangspunktet ikke forventet en økning i trafikken på basen, men det legges inn en prognose med 10 % økning av trafikken for å ta høyde for at det kan bli en liten økning likevel. I og med trafikkøkningen blir det nå er liten økning i antall signifikante støykilder, til 16420



Figur 10-4 Ekvivalentnivå  $L_{den}$  for prognose. Kotene viser  $L_{den}$  på 52 og 62 dBA. M 1:25.000.



*Figur 10-5 Dimensjonerende maksimumsnivå på natt for prognosesituasjonen. Kotene viser  $L_{5AS}$  på 80 og 90 dBA. M 1:10.000.*



*Figur 10-6 Støysoner for en prognosesituasjon med 10 % høyere trafikk enn 2005. Figuren viser gul og rød sone i samsvar med retningslinje T-1442. M 1:25.000.*



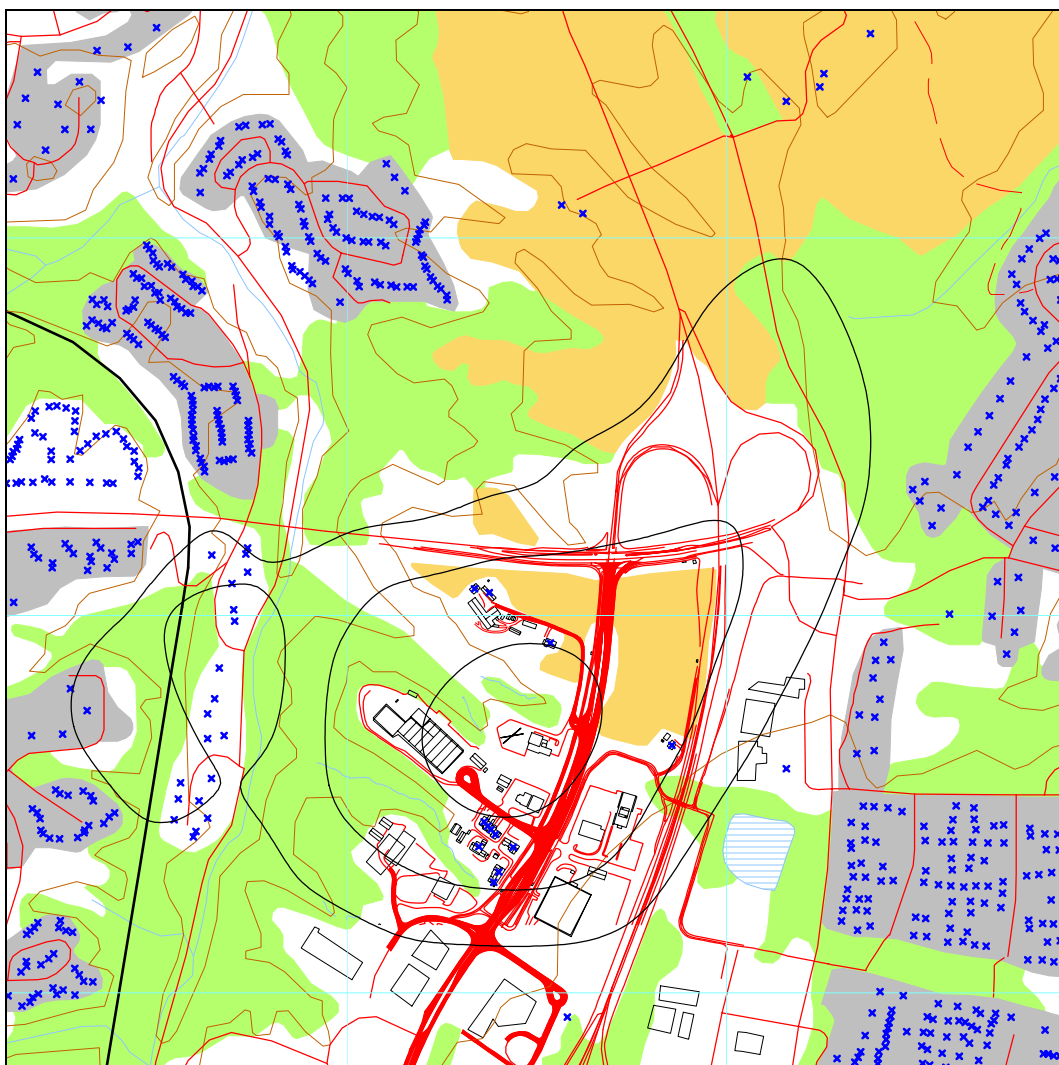
Tabell 10-2 Areal av støysonene for prognosesituasjon med 10 % trafikkøkning.

Sone	Areal (km <sup>2</sup> )
Gul	2.08
Rød	0.11

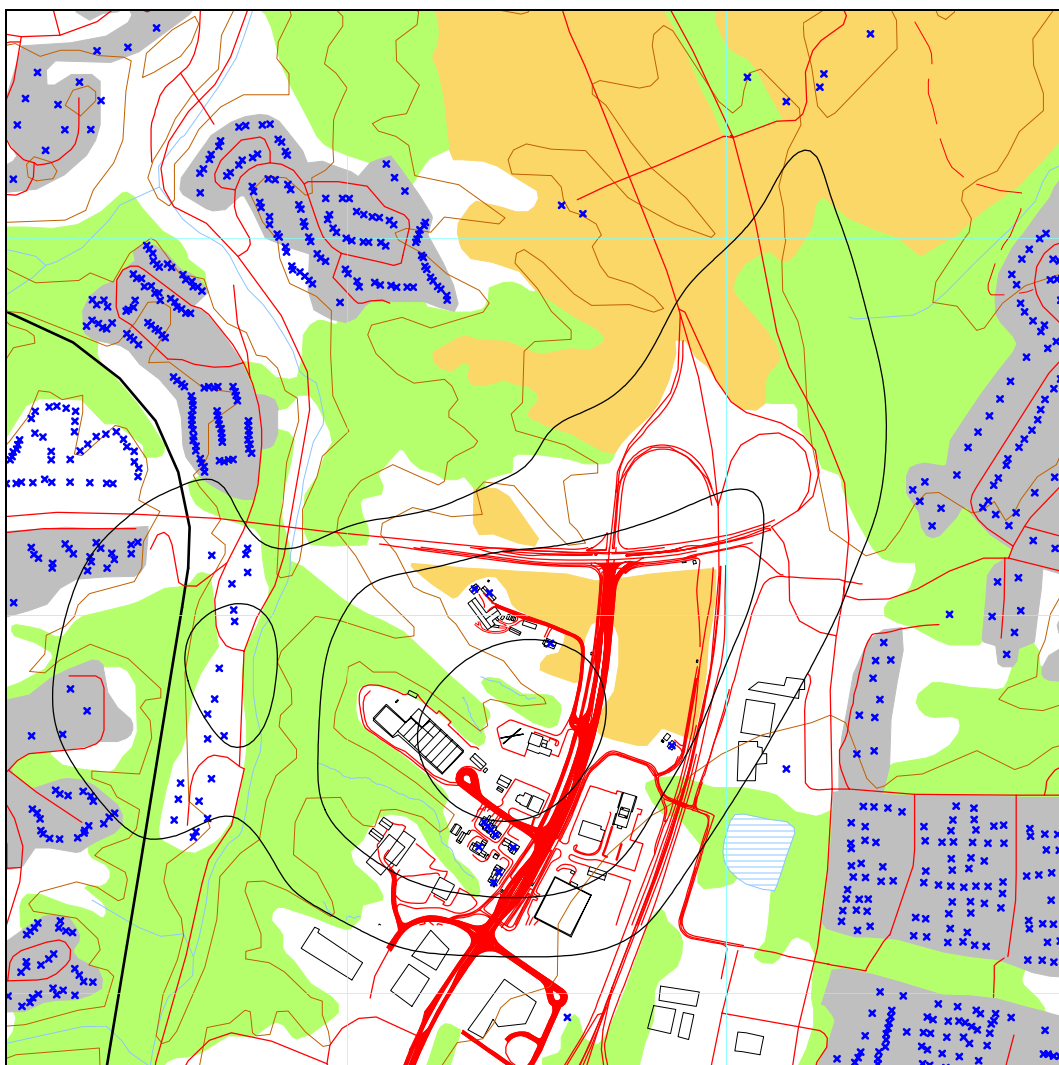
### 10.3 Kartleggingsgrenser i hht forurensningsloven

Forskriften til forurensningsloven benytter et ekvivalentnivå som ikke veier støyhendelsene i forhold til når på døgnet de opptrer,  $L_{eq24h}$ , i motsetning til støysonene som baseres på  $L_{den}$ , hvor trafikk på kveld og natt vektlegges sterkere enn på dagtid. Koter basert på disse to ekvivalentnivåene vil derfor ikke være like.

Forurensningsforskriften tar utgangspunkt i innendørs nivå, mens beregningene med NORTIM gjøres for utendørsnivå. Som vist i kapittel 3.8 er det utarbeidet rutiner for å omregne mellom disse. Helikopterlandingsplasser behandles etter samme regler som regionflyplasser i **Tabell 3-2**. De følgende figuren viser kartleggingsgrenser for de to beregningssituasjonene. I kartene er alle støyømfintlige bygninger markert med blå kryss. Hvorvidt en bygning er støyømfintlig baseres på hvilken kode den har i registeret, om det er bolig eller annen type (sykehus, skole etc.).



Figur 10-7 Kartleggingsgrenser etter forurensningsforskriften for situasjonen i 2005. Koteverdier er  $L_{eq24h}$  på 50, 53 og 60 dBA. M 1:10.000.



*Figur 10-8 Kartleggingsgrenser etter forurensningsforskriften for prognosesituasjonen. Koteverdier er  $L_{eq24h}$  på 50, 53 og 60 dBA. M 1:10.000.*

Den midterste av kotene som er vist i figurene, er kartleggingsgrensen for helikopterstøyen alene. Alle støyømfintlige hus innenfor denne koten skal normalt undersøkes for å fastslå om det er behov for tiltak for å holde innendørs nivå under 42 dBA. Den innerste koten viser tentativ tiltaksgrense. Innenfor denne kan man forvente at det er behov for å gjøre bygningsmessige forbedringer for å få innendørsnivået under 42 dBA. Den ytterste koten er en kartleggingsgrense dersom andre støykilder i området ligger på omtrent samme støynivå som helikoptertrafikken. Det vil særlig være vegtrafikkstøy fra hovedvegene i området som er interessant i denne sammenheng, men også jernbanen kan tenkes å gi bidrag. De respektive støykildeeiere skal i utgangspunktet ha kartlagt støynivå i området og resultatene herfra bør sammenholdes med disse.

Resultater fra punktberegningene er vist i den følgende tabell. I den grad det er avvik mellom kart og tabell, så er beregningene på hvert hus mer pålitelig enn kotene på kartet som er gjenstand for en form for glatting.

Tabell 10-3 Antall bygninger innenfor kartleggingsgrenser.

Limits	NoOfBuildings	
	Dagens situasjon	Prognosen
50.0 -- 53.0	11	30
53.0 -- 60.0	12	11
60.0 ->	0	1

#### 10.4 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA

I en undersøkelse fra 1999 ble det foretatt tellinger av antall mennesker på landsbasis som var utsatt for ekvivalent støynivå,  $L_{eq24h}$ , på over 50 dBA utenfor boligen sin. Det gjøres stadig oppdateringer på dette i forbindelse med nye beregninger. De etterfølgende tabeller viser antall bygninger og personer med mer enn 50 dBA for de to scenarier som her er undersøkt, sortert i 5 dB trinn. Antall personer pr bygning er anslått ut fra et landsgjennomsnitt på boligtypene korrigert på fylkesnivå. Det er derfor beheftet med en viss usikkerhet. Rådata fra beregningene oversendes SSB som gjør en mer nøyaktig telling og inkluderer resultatene i oversiktene på landsbasis.

Limits	Dagens situasjon		Prognosesituasjon	
	NoOfBuildings	NoOfPeople	NoOfBuildings	NoOfPeople
50.0 -- 55.0	15	97	34	171
55.0 -- 60.0	8	21	7	18
60.0 -- 65.0	0	0	1	3
65.0 -- 70.0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0

## 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] Flystøykommisjonen:  
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 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] 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] NLA  
FLYPLASSINFORMASJON TRONDHEIM HELIKOPTERPLASS, ROSTEN  
Rev. 2 – 20.12.02 ES