

**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

**Støysoner etter T-1442 for Langhus helikopterlandingsplass**

FORFATTER(E)

Rolf Tore Randeberg, Idar L. N. Granøien

OPPDRAGSGIVER(E)

Norsk Luftambulanse

RAPPORTNR. <b>SINTEF A6575</b>	GRADERING <b>Åpen</b>	OPPDRAGSGIVERS REF. <b>Inge Kiedrowski</b>	
GRADER. DENNE SIDE <b>Åpen</b>	ISBN <b>978-82-14-04394-5</b>	PROSJEKTNR. <b>90E102.73</b>	ANTALL SIDER OG BILAG <b>23</b>
ELEKTRONISK ARKIVKODE <b>SINTEF A6575.doc</b>		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <b>Idar L. N. Granøien</b>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <b>Herold Olsen</b>
ARKIVKODE	DATO <b>2008-04-28</b>	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) <b>Truls Gjestland, Forskningsjef</b>	

**SAMMENDRAG**

Det er beregnet nye støysoner for Norsk Luftambulanses helikopterlandingsplass på Langhus i Ski kommune. Støysonene er beregnet etter retningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet basert på en trafikkmengde som tilsvarer Norsk Luftambulanses konsesjon for Langhus. Det er beregnet for dagens situasjon og for et tilfelle som inkluderer skjermvirkningen fra to planlagte nybygg. Beregningene er utført med programmet NORTIM, det norske flystøyprogrammet som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse.

Støysonene etter T-1442 ligger kun i Ski kommune.

I tillegg til støysonene knyttet til T-1442 er det gjort beregninger og opptellinger knyttet til forurensningsforskriften.

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

## INNHALDSFORTEGNELSE

<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 støysonekart og implementering i kommunale planer .....	9
3.3 Beregningsmetode .....	9
3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget .....	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 .....	13
<b>5. FLYTRAFIKK .....</b>	<b>13</b>
5.1 Trafikk i følge tårnjournal .....	13
5.2 Annen trafikk .....	13
<b>6. FLYTYPER .....</b>	<b>14</b>
6.1 Flytyper i bruk .....	14
6.2 Kildedata for fly .....	14
<b>7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER .....</b>	<b>14</b>
7.1 Destinasjoner .....	14
7.2 Flygeprosedyrer .....	14
7.3 Rullebaner .....	14
7.4 Flytraséer .....	14
7.5 Flygeprofiler .....	15
<b>8. SKALERING AV TRAFIKK .....</b>	<b>15</b>
8.1 Trafikkskalering etter flytype .....	15
8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer .....	16
8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt .....	16
<b>9. BEREGNINGSPARAMETERE .....</b>	<b>16</b>
9.1 Beregningsenheter .....	16
9.2 Beregning i enkeltpunkter .....	16
9.3 NORTIM beregningskontroll .....	16
<b>10. RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442 .....</b>	<b>16</b>
10.1 Uten nybygg .....	16
10.2 Med nybygg .....	17
<b>11. RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN .....</b>	<b>18</b>
11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak .....	18

<b>12. ANDRE RESULTATER</b> .....	<b>20</b>
12.1 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA .....	20
<b>13. LITTERATUR</b> .....	<b>21</b>

## 1. INNLEDNING

Norsk Luftambulansse (NLA) har behov for å oppdatere støysonekartet ved helikopterlandingsplassen ved Langhus i Ski kommune, i forbindelse med to planlagte nybygg som ventes å bidra med en viss skjermvirkning av støyutbredelsen.

Prosjektet med å oppdatere støysonekartet har vært gjennomført med Inge Kiedrowski som ansvarlig hos oppdragsgiver. NLA har levert nye trafikk tall som tilsvarer den øvre grense for tillatt mengde trafikk i henhold til NLAs konsesjon for landingsplassen på Langhus. Datagrunnlaget er kvalitetssikret av NLA.

Ved SINTEF har prosjektet vært bearbeidet av forskerne Rolf Tore Randeberg og Idar Ludvig Nilsen Granøien med sistnevnte som prosjektleder. Prosjektansvarlig i SINTEF har vært forskningssjef Truls Gjestland.

Rapporten beskriver bestemmelsene i retningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet og kommenterer også noen forskjeller i forhold til den gamle retningslinjen T-1277. Videre er det lagt inn en dokumentasjon av datagrunnlaget for beregningene, samt vist resultater. Det beregnes for situasjonene *uten* og *med* de planlagte nybyggene sør og sørøst for landingsplassen.

Resultatene er vist i form av koter på kart, samt tabeller. Støykotene vil også leveres oppdragsgiver på elektronisk form som SOSI-filer.

## 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

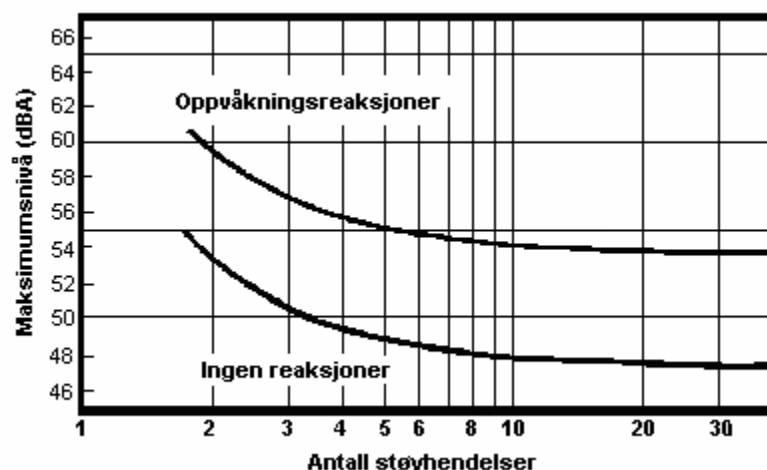
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

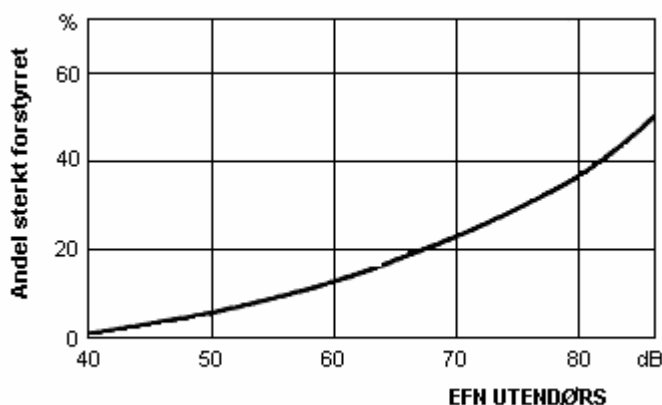
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

### 2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

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

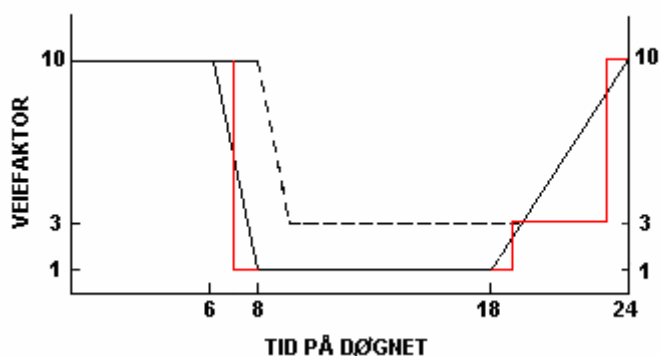
Miljøverndepartementet har i januar 2005 samlet retningslinjer for behandling av støy fra forskjellige støykilder i en ny retningslinje, T-1442 [7]. For flystøy erstatter denne T-1277 fra 1999 [8]. Den nye retningslinjen endrer både måleenheter og definisjoner av støysoner. Vi har i dette kapitlet valgt 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 tilsvarende 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 prosentstø, 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
<b>Flyplass</b>	<b>52 <math>L_{den}</math></b>	<b>80 <math>L_{5AS}</math></b>	<b>62 <math>L_{den}</math></b>	<b>90 <math>L_{5AS}</math></b>

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

Kommunene skal inkludere og synliggjøre støysonkartene i kommuneplan. Retningslinjen har flere forslag til hvordan dette kan gjøres. For varige støykilder er det foreslått å legge sonene inn på selve kommuneplankartet som støybetinget restriksjonsområde. Det anbefales at kommunene tar inn bestemmelser tilknyttet arealutnyttelse innenfor støysonene og at det 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 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.

#### 3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

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

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

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

### 3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

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

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

### 3.4 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 2004 [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.

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

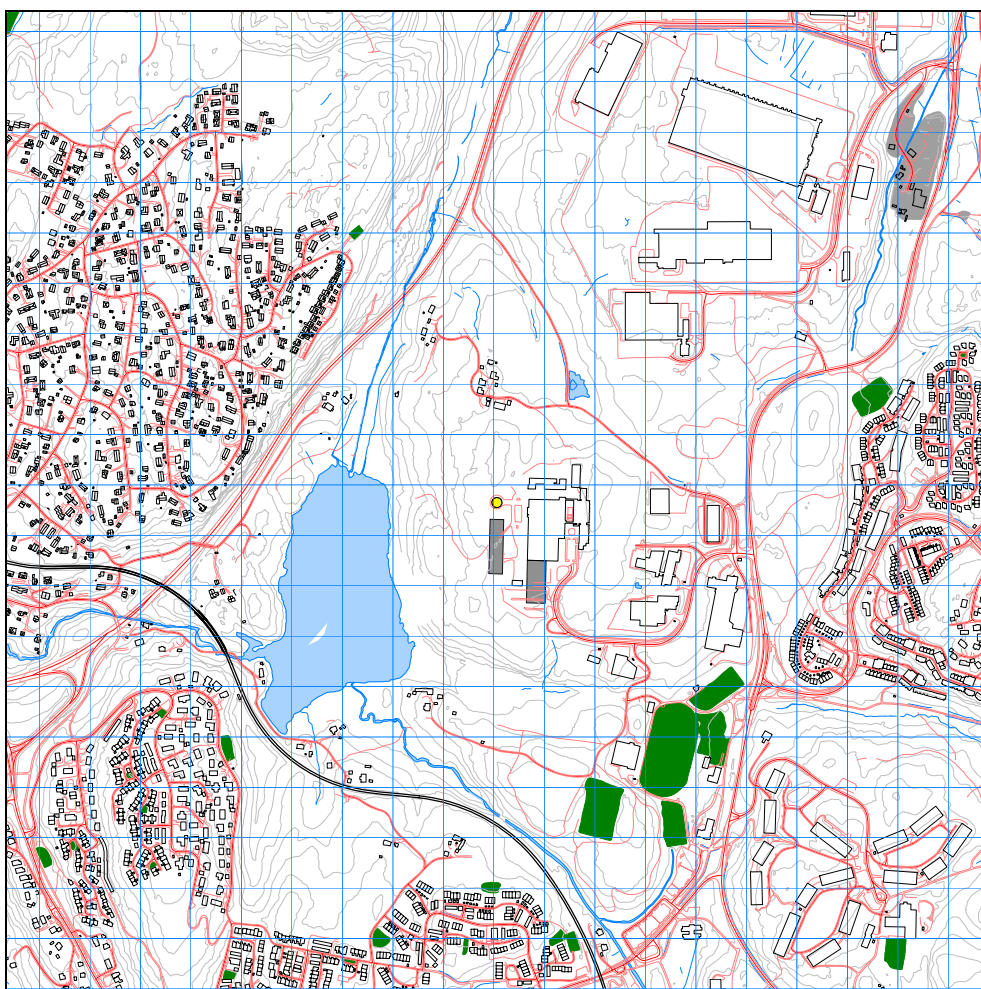
## 4. OMGIVELSER

Norsk Luftambulanses helikopterlandingsplass på Langhus ligger ved Berghagan 5, nordøst for vannet Tusse, i Ski kommune.

### 4.1 Digitalt kartgrunnlag

I simuleringer av fly/helikopterstøy legges digitalt kart og terreng til grunn. I forbindelse med en tidligere støyberegning [21] ble digitalt kart levert av Statens kartverk via oppdragsgiver. Dette inneholder selvsagt ikke de planlagte nybyggene nær helikopterlandingsplassen. Basert på skisser oversendt fra oppdragsgiver er de to nye byggene lagt til for hånd, og er vist med grå i figurene.

Kartet er i NGO koordinater, akse 3. Kartet under viser helikopterlandingsplassen på Langhus og omgivelsene rundt. Landingsplassen er markert med en gul sirkel midt på kartet. Rutestørrelsen i kartet er  $100 \times 100$  m.



*Figur 4.1. Kartgrunnlag for undersøkelsen. Helikopterplassen er markert med gul sirkel. De to planlagte byggene er markert med grå rektangler. Målestokk 1:15.000.*

## 4.2 Digital terrengmodell

Det digitale terrenget er generert av SINTEF med basis i høydekoter fra det digitale kartgrunnlaget. Dette er gjort ved hjelp av programmet TopoAccess. I tillegg til terrenghøyde, inneholder det digitale terrenget også informasjon om terrenget er ”mykt” eller ”hardt”, akustisk sett. Vannet Tusse som ligger vest/sørvest for landingsplassen er lagt inn som en akustisk hard flate. Det samme gjelder selve landingsplassen. Hangaren som ligger øst for landingsplassen er lagt inn som en støyskjerm. Nybyggene legges også inn som støyskjermer i et framtidig scenario.

## 5. FLYTRAFIKK

### 5.1 Trafikk i følge tårnjournal

Basis for beregningen er vanligvis journal over trafikken. I journalen angis fly-/helikoptertype og tid for hver avgang og landing. I henhold til Miljøverndepartementets retningslinje T-1442 [7], skal det vanligvis brukes trafikk for et helt år.

For denne beregningen har oppdragsgiver oversendt et grunnlag som fordeler trafikken på de ulike helikoptertypene og tidspunkt på døgnet, skalert opp til det maksimale antall bevegelser (208) som NLA har konsesjon for på Langhus. En bevegelse er enten en landing eller en avgang. Tabell 5.1 oppsummerer grunnlaget.

*Tabell 5.1. Antall bevegelser fordelt på helikoptertyper og tidspunkt på døgnet.*

Helikoptertype	Dag (07 – 19)	Kveld (19 – 23)	Natt (23 – 07)	Sum	Andel
BO105	20	2	0	22	10.6 %
EC135	132	24	0	156	75.0 %
EC145	26	4	0	30	14.4 %
Sum	178	30	0	208	
Andel	85.6 %	14.4 %	0.0 %		

### 5.2 Annen trafikk

I tillegg til trafikken beskrevet i forrige avsnitt, er det lagt inn bakkekjøringer. I beregningen er det for enkelhets skyld lagt inn én operasjon for hvert minutt bakkekjøring. For et helt år er total bakkekjøringstid 2240 minutter. Tabell 5.2 presenterer antall operasjoner per år, fordelt på helikoptertyper og døgnetimer.

*Tabell 5.2. Antall minutter bakkekjøring per år, fordelt på helikoptertype og tidspunkt. Det er lagt inn én operasjon per minutt bakkekjøring.*

Helikoptertype	Antall	Dag (07 – 19)	Kveld (19 – 23)	Natt (23 – 07)
BO 105	480	400	80	0
EC 135	1200	900	300	0
EC 145	560	480	80	0
Sum	2240	1780	460	0



## 6. FLYTYPER

Databasen for støyberegninger inneholder støy- og operative data for en rekke fly- og helikoptertyper. Disse har andre navn enn det som operatørene bruker (ICAO-koder). I dette kapitlet kobles disse sammen og det tilordnes støydata til de ulike fly- og helikoptertypene.

### 6.1 Flytyper i bruk

Beregningsgrunnlaget inneholder tre helikoptertyper: BO105, EC135 og EC145.

### 6.2 Kildedata for fly

I henhold til oppdragsgiver vil EC135 bli oppgradert til EC135P2+. SINTEF har ikke oppdaterte støydata for sistnevnte helikoptertype, så de eksisterende støydata for EC135 vil bli benyttet. For BO105 og EC145 finnes støydata i beregningsprogrammets database.

## 7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

I dette kapitlet brukes betegnelsen ”destinasjoner” som samlebegrep for hvor innkommende helikoptre startet fra og hvor utgående skal til. Dette kapitlet presenterer også de traséer og høydeprofiler som ligger til grunn for beregningen.

### 7.1 Destinasjoner

Når flere destinasjoner ligger i samme retning sett fra landingsplassen, er det vanligvis gunstig å samle disse i grupper, siden helikoptrene i prinsipp vil følge samme prosedyre. Det oversendte beregningsgrunnlaget inneholder ikke destinasjoner, så i dette tilfellet samles trafikken i bare to grupper: bakkekjøringer og ordinære flyginger. Imidlertid er det antatt jevn fordeling av trafikken på de to inn- og utflygingsretningene, så det er heller ikke behov for å fordele den ordinære trafikken på destinasjoner eller destinasjonsgrupper. De to inn- og utflygingsretningene ligger i retning nordøst og vest/sørvest. Sistnevnte erstatter en tidligere trasé som gikk sør/sørøst.

### 7.2 Flygeprosedyrer

For de ordinære flygingene etableres det to prosedyrer, en i retning nordøst, og en i retning vest/sørvest. Dette gjøres både for avgang og landing. Det er antatt 50/50 fordeling på de to prosedyrene. For bakkekjøringer legges det inn bare én prosedyre.

### 7.3 Rullebaner

Tabellen under angir koordinater for de to ”rullebanene” som brukes ved henholdsvis landinger og avganger. Som nevnt over blir området gitt av rullebanene regnet som en hard flate, akustisk sett.

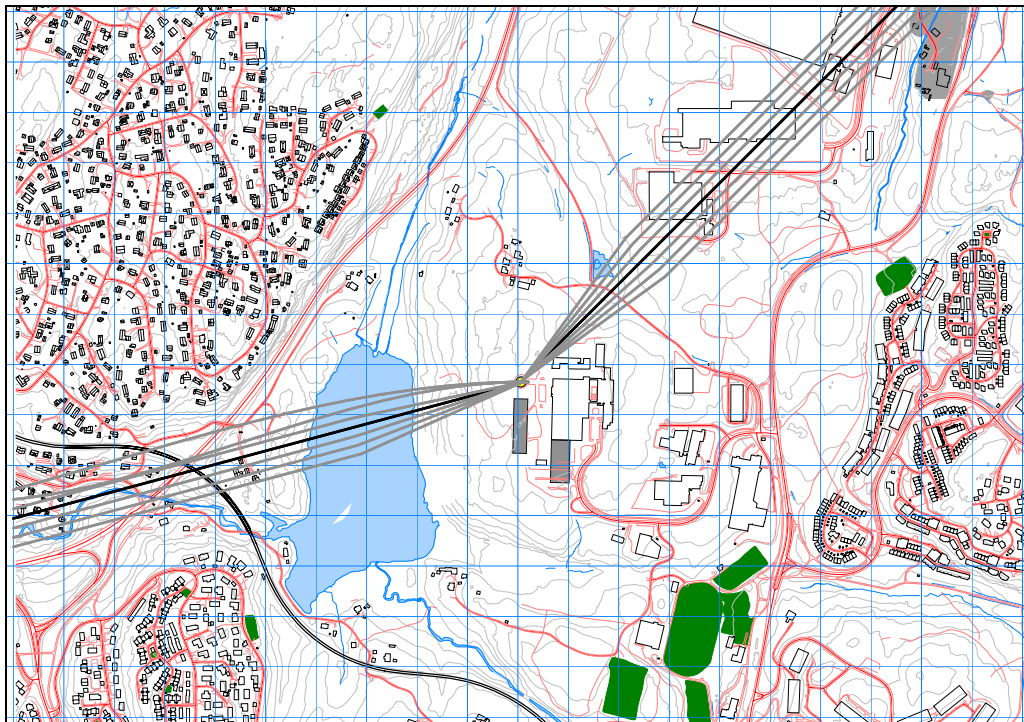
*Tabell 7.1. Koordinater for rullebanene.*

RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
HLA	6495	196465	134	6520	196465	134	90	25
HTO	6520	196465	134	6495	196465	134	270	25

### 7.4 Flytraséer

Figur 7.1 viser de to hovedtraséene som brukes til og fra helikopterlandingsplassen, og tilhørende spredtraséer. I alt legges det inn 7 traséer i hver retning, hvor de to ytterste tangerer yttersiden av

inn- og utflygingskorridorene. Fordeling av trafikk på traséene følger en normalfordeling i henhold til en spredningsmodell anbefalt av ECAC [20].



*Figur 7.1. Flygetraséer til og fra helikopterlandingsplass på Langhus.  
Målestokk 1:15.000.*

## 7.5 Flygeprofiler

For landinger er det lagt inn høyde- og hastighetsprofiler etter opplysninger fra Norsk Luftambulans. Det er antatt jevn nedstigning fra 600 fot over landingsplassen i avstand 1000 m. Tilsvarende er det antatt at hastigheten minker jevnt fra 60 knop i avstand 1000 m, og ned til 0 på landingsplassen.

Avganger modelleres med beste klatrerate og tilsvarende hastighet, og det benyttes derfor standard profiler fra database.

## 8. SKALERING AV TRAFIKK

NORTIM har mulighet for å skalere opp eller ned registrert trafikk for å beregne andre scenarier enn den situasjon trafikkgrunnet representerer. Det er mulig å skalere etter fordeling mellom helikoptertyper, mellom typer aktivitet, destinasjoner, prosedyrer eller tidspunkt på døgnet.

### 8.1 Trafikkskalering etter flytype

Beregningsgrunnet omfatter 208 ordinære flygninger og 2240 minutter bakkekjøring per år. Antallet flygninger samsvarer med konsesjonen som gjelder fram til 2013, og det er ikke ventet at framtidig trafikk vil overstige dette tallet. Det er derfor ikke behov for skalering av den ordinære trafikken. Mengden bakkekjøring er heller ikke ventet å endres fremover. Det er derfor ikke gjort noen skalering av trafikken.

## 8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer

Det er ikke gjort noen skalering av trafikken fordelt på prosedyrer og traséer.

## 8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt

Det er ikke gjort noen skalering av trafikken fordelt på tidspunkt.

# 9. BEREGNINGSPARAMETERE

## 9.1 Beregningsenheter

Det beregnes for de enheter som inngår i definisjonen av støysonene etter retningslinjen T-1442 og forskriften til forurensingsloven. Resultater for natt ( $L_{5AS}$ ) blir dog ikke presentert, da grunnlaget ikke inneholder noen bevegelser på natt-tid.

## 9.2 Beregning i enkeltpunkter

Det gjøres punktberegninger for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet.

## 9.3 NORTIM beregningskontroll

Beregningene foretas med en avstand på 64 fot (19.5 meter) mellom hvert punkt. Beregningshøyden er 4 meter. Det beregnes for to scenarier:

- Uten skjermvirkning fra planlagte nybygg
- Med skjermvirkning fra planlagte nybygg

# 10. RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

Resultatene av støyberegningene vises i form av kurver på kart. Kartenes målestokk varierer, avhengig av utstrekningen til kurvene. Alle kart har rutenett på 100 x 100 meter. Samtlige kurver foreligger på SOSI filformat og leveres oppdragsgiver på elektronisk form, for uttegning på andre kart og i andre målestokker.

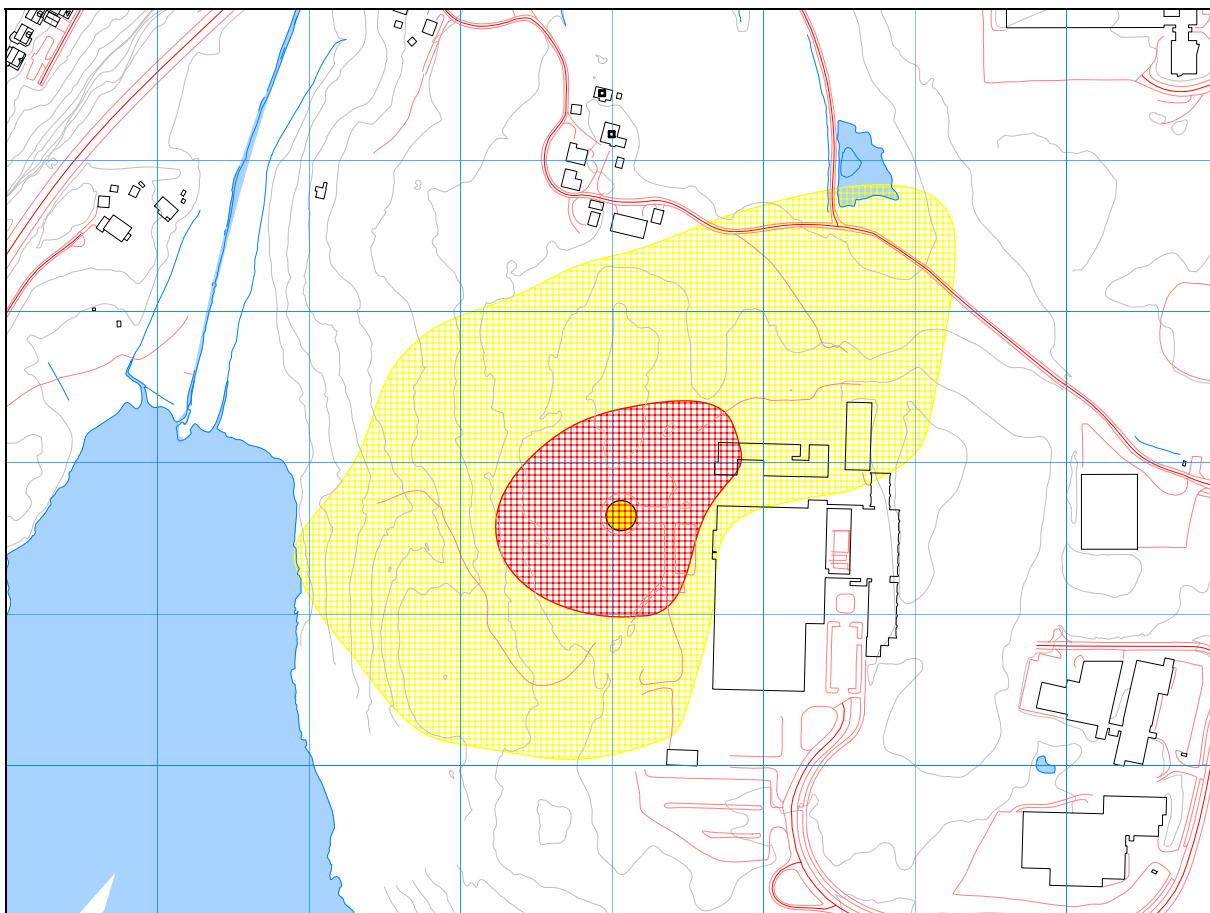
Da helikopterlandingsplassen ikke har nattaktivitet, presenteres ikke resultater for støyenheter som utelukkende inkluderer natt-trafikk, for eksempel  $L_{5AS}$  (MFN<sub>23-07</sub>). I henhold til retningslinje T-1442 vil da  $L_{den}$  danne basis for støysonene. Gul sone er således identisk med arealet mellom  $L_{den}$  52 dBA og 62 dBA, og rød støysoner er identisk med arealet innenfor  $L_{den}$  62 dBA.

I henhold til retningslinjen skal støysonekartet som overleveres kommunen vise en "verste-tilfelle kombinasjon" av dagens situasjon og en prognose. Beregningsgrunnlaget i denne rapporten tilsvarer imidlertid den trafikkmengde som det er konsesjon for ved Langhus, og det er ikke ventet noen trafikkøkning utover dette. Det er derfor ikke beregnet for en prognosesituasjon. Da nybyggene bidrar med en viss skjermvirkning, vil "verste-tilfelle" være situasjonen uten nybygg.

## 10.1 Uten nybygg

Figur 10.1 viser gul og rød støysoner for situasjonen uten nybyggene. Rød sone dekker området i umiddelbar nærhet til landingsplassen. Gul sone strekker seg nesten til bebyggelsen i Håndverksveien. Arealene som omfattes av støysonene er gitt i Tabell 10.1.





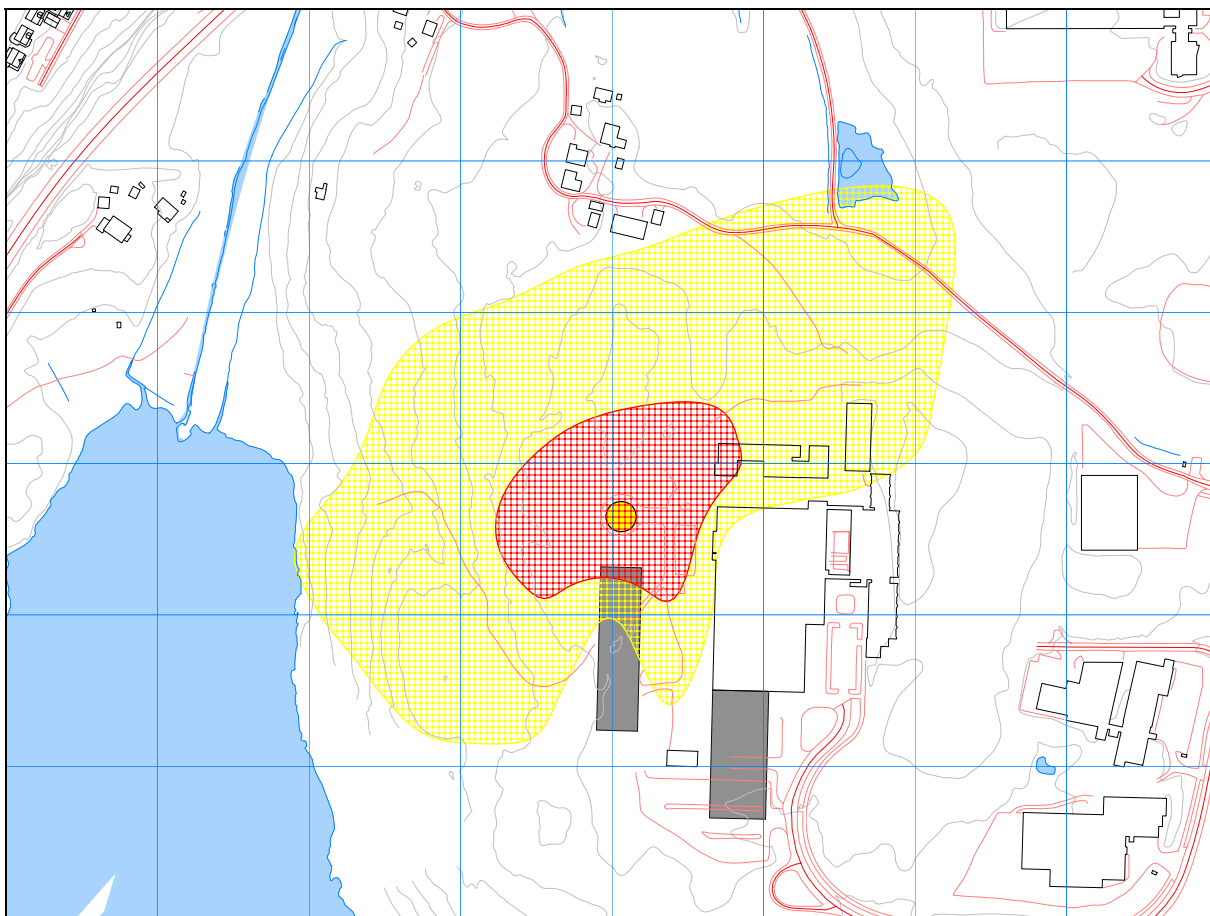
*Figur 10.1. Gul og rød støysone for situasjon uten skjermvirkning fra nybyggene. Målestokk 1:5000.*

*Tabell 10.1. Areal i støysonene for situasjon uten skjermvirkning fra nybyggene.*

Støysone	Areal (m <sup>2</sup> )
Gul	84486
Rød	16642

## 10.2 Med nybygg

Figur 10.2 viser gul og rød støysone for situasjonen med skjermvirkningen fra nybyggene. Det er bare nybygget like sør for landingsplassen som bidrar til endringer i støysonene. Arealene som omfattes av støysonene er gitt i Tabell 10.2.



Figur 10.2. Gul og rød støysone for situasjon med skjermvirkning fra nybyggene. Målestokk 1:5000.

Tabell 10.2. Areal i støysonene for situasjon med skjermvirkning fra nybyggene.

Støysone	Areal (m <sup>2</sup> )
Gul	80141
Rød	15201

## 11.RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

Her presenteres beregninger relatert til forskriften til forurensingsloven. Beregningene presenteres i form av kotekart. Det er gjort beregninger for situasjonene med og uten nybygg.

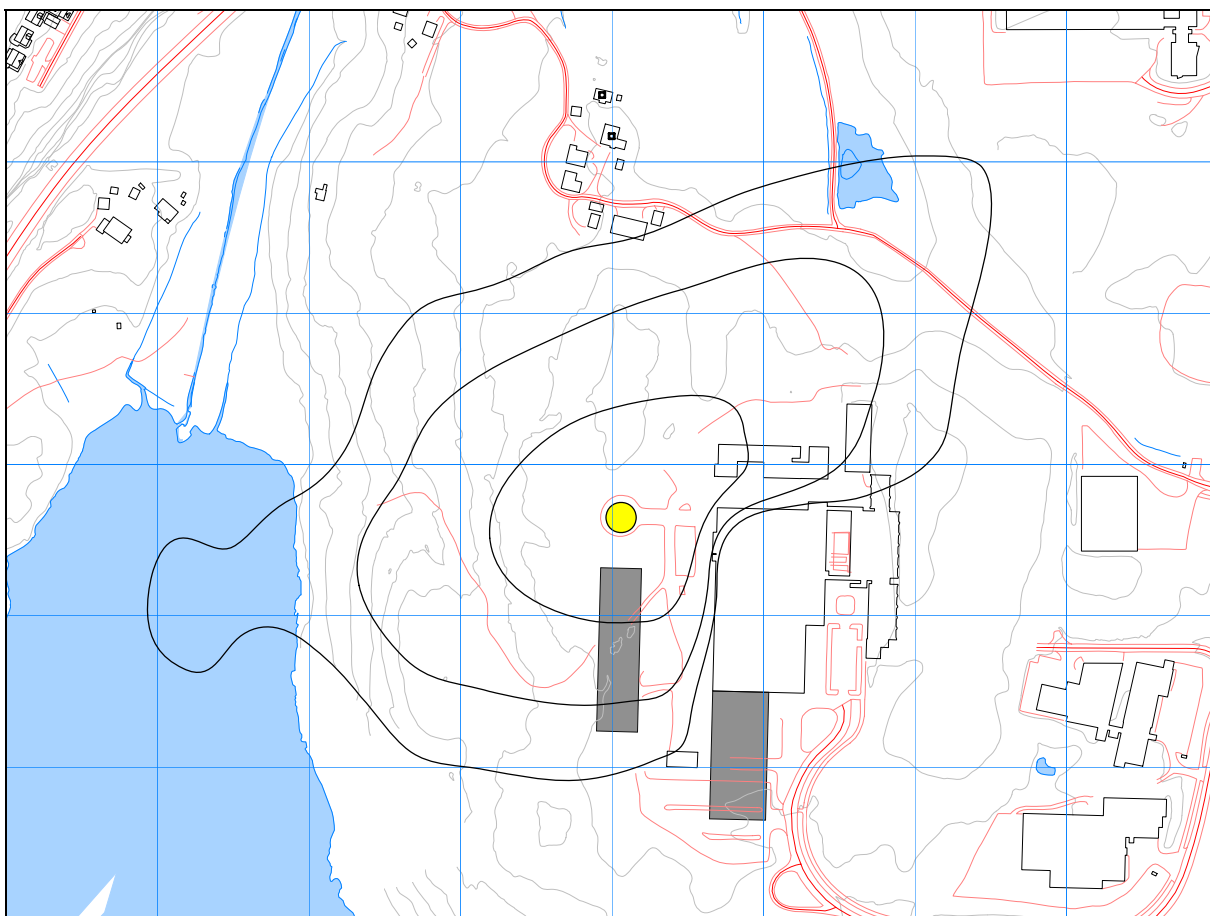
Samtlige kurver foreligger på SOSI filformat og leveres oppdragsgiver på elektronisk form, for uttegning på andre kart og i andre målestokker.

### 11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak

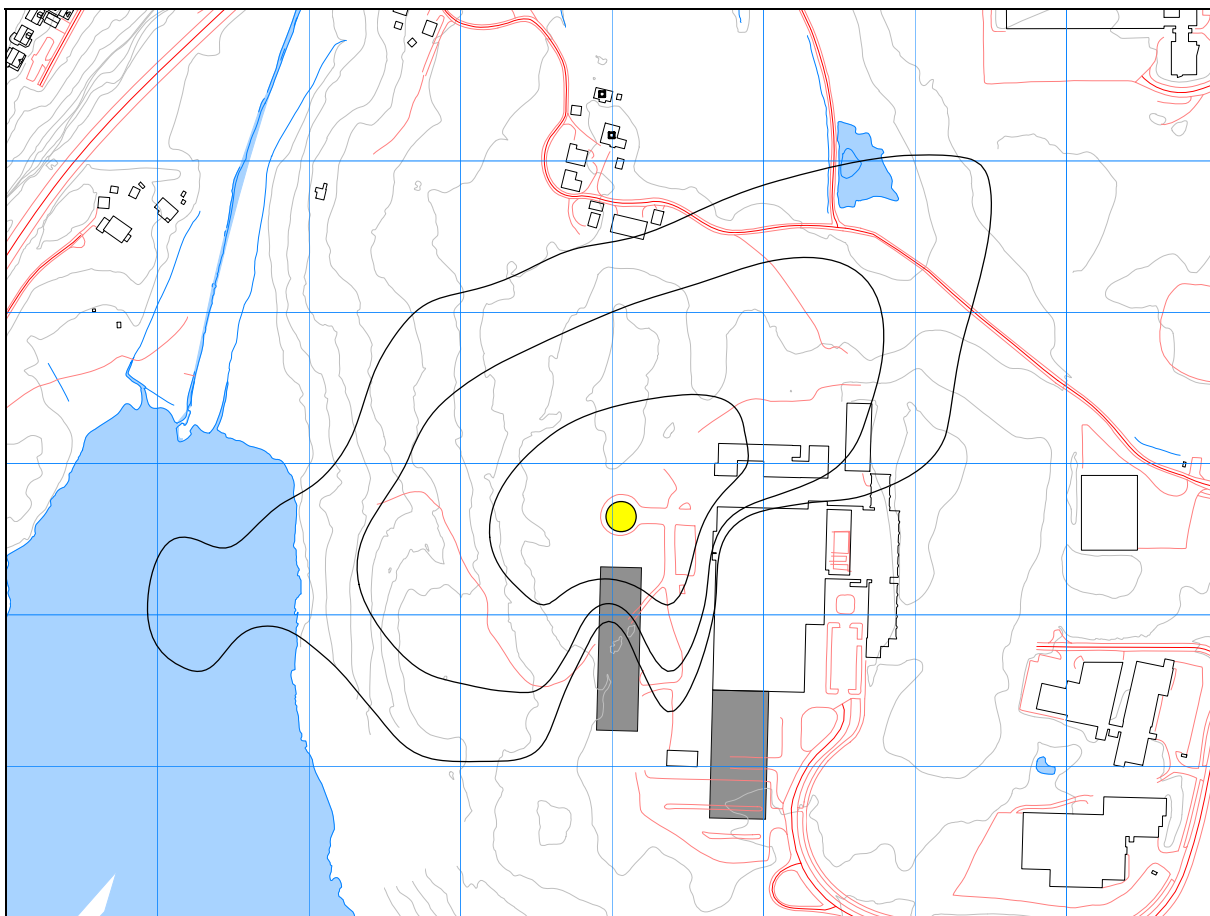
I henhold til Tabell 3.2 er kartleggingsgrensen for landingsplassen for bare helikopterstøy på  $L_{EQ24h}$  (døgnkvivalent støynivå) 53 dBA. Med en standard fasadeisolasjon vil dette gi et innendørs nivå på 35 dBA eller lavere. Normalt vil det derfor kunne forventes behov for tiltak når

utendørsnivået er 7 dB høyere, dvs. 42 dBA. Det trekkes derfor en kurve (tentativ tiltaksgrense) for utendørs nivå 60 dBA (altså 53+7). I de tilfeller andre støykilder er til stede, og bidrar like mye som helikoptrene, er kartleggingsgrensen 3 dB lavere. Det er derfor også trukket en kurve for utendørs nivå 50 dBA (altså 53-3). Figurene under viser disse tre kurvene for situasjonene *uten* og *med* nybyggene.

Det framgår av kartene at bare kurven for kombinert helikopterstøy og annen støy er i nærheten av støyfølsom bebyggelse. Dog viser punktberegninger for boliger i dette området (Dalen) at støynivåene er betydelig lavere enn de 50 dBA som kurven representerer.



*Figur 11-1. Kartleggingsgrenser for situasjon uten skjermvirkning for nybyggene. Kotene viser  $L_{eq24h}$  50, 53 og 60 dBA. M 1:5.000.*



*Figur 11-2. Kartleggingsgrenser for situasjon med skjermvirkning for nybyggene. Kotene viser  $L_{eq24h}$  50, 53 og 60 dBA. M 1:5.000.*

## 12. ANDRE RESULTATER

### 12.1 Antall mennesker bosatt innenfor $LEQ$ 50 dBA

I 1999 gjennomførte Miljøverndepartementet en kartlegging av antall personer utsatt for støy i Norge. Som en del av dette ble det beregnet antall personer med bosted innenfor døgnkvivalent støynivå ( $L_{EQ24h}$ ) fra fly og helikopter på 50 dBA og oppover i 5 dB trinn. Rapporten [22] beskriver metoder og resultater. Disse tallene blir fortløpende oppdatert med nye resultater.

For helikopterlandingsplassen på Langhus viser Figur 11-1 og Figur 11-2 at ingen boliger befinner seg innenfor  $L_{EQ24h}$  50 dBA, og dermed heller ingen personer.

### 13.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  
SONEINNDELING.  
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.lovdatab.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] Rolf Tore Randeberg, Idar L. N. Granøien:  
BEREGNINGER AV FLYSTØYSONEGRENSER FOR HELIKOPTERLANDINGSPLASS LANGHUS.  
SINTEF rapport STF90 A04055, Trondheim juli 2004.
- [22] I. L. N. Granøien, H. Olsen, O. M. Arntzen, A. Ustad, T. Berg:  
NASJONALE MÅL FOR STØY. KARTLEGGING AV ANTALL PERSONER BERØRT AV FLYSTØY.  
SINTEF rapport STF40 A99037, Trondheim juni 1999.