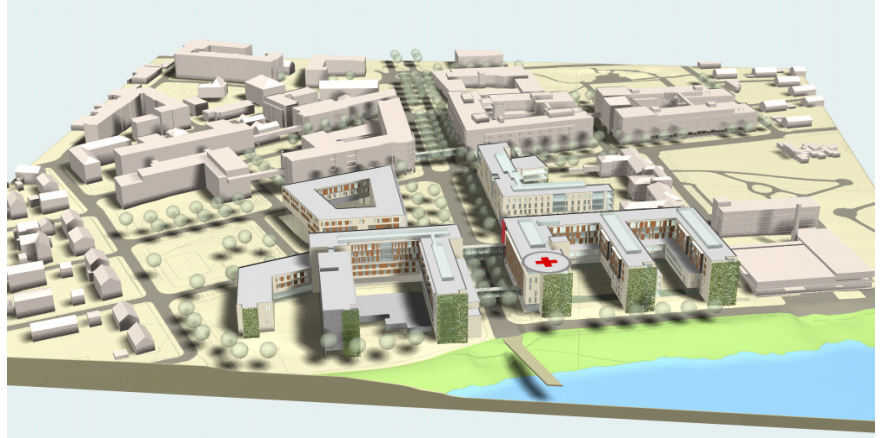


SINTEF A5325 – Åpen

# RAPPORT



## *Revidert beregning av helikopterstøy for ny landingsplass ved St. Olavs hospital.*

Idar Ludvig Nilsen Granøien

**SINTEF IKT**

Februar 2008

**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

**Revidert beregning av helikopterstøy for ny landingsplass ved St. Olavs hospital.**

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien

OPPDRAGSGIVER(E)

Helsebygg Midt-Norge

RAPPORTNR. <b>SINTEF A5325</b>	GRADERING <b>Åpen</b>	OPPDRAGSGIVERS REF. <b>Bjørn Remen</b>	
GRADER. DENNE SIDE <b>Åpen</b>	ISBN 978-82-14-04387-7	PROSJEKTNR. <b>90E102.54</b>	ANTALL SIDER OG BILAG <b>31</b>
ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF A5325.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <b>Idar Ludvig Nilsen Granøien</b>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <b>Herold Olsen</b>
ARKIVKODE	DATO 2008-02-18	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) <b>Truls Gjestland, forskningssjef</b>	

**SAMMENDRAG**

Støysonkart for den nye landingsplassen som skal bygges på taket av Akutten på St. Olavs hospital er revidert i tråd med ny retningslinje fra Miljøverndepartementet, T-1442, og nye inn- og utflygingsruter. Inn- og utflygingsruter er justert i tråd med forskrift BSL E 3-6 fra Luftfartstilsynet som trådte i kraft i 2004.

Støysoner er beregnet for to prognosesituasjoner, en for åpningsåret og en for en tiårs prognose basert på en fremskriving av trafikken fra 2005.

Det er foretatt en drøfting av faktorer som vil kunne spille inn på trafikkutviklingen og den usikkerhet dette har for resultatene.

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

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>3</b>
<b>2. GENERELT OM FLYSTØY .....</b>	<b>4</b>
2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger .....	4
2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy .....	4
2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy .....	5
<b>3. MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJER .....</b>	<b>6</b>
3.1 Måleenheter .....	6
3.2 Støysoner til arealplanlegging .....	7
3.2.1 Definisjon av støysoner .....	7
3.2.2 Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer .....	8
3.3 Beregningsmetode .....	8
3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnet .....	8
3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM .....	9
3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven .....	9
<b>4. OMGIVELSER .....</b>	<b>11</b>
4.1 Digitalt kartgrunnlag .....	11
4.2 Digital terrengmodell .....	11
4.3 Bygningsdata .....	12
<b>5. FLYTRAFIKK .....</b>	<b>13</b>
5.1 Trafikk i følge AMK-sentral og operatører .....	13
<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 .....	17
7.5 Flygeprofiler .....	18
<b>8. SKALERING AV TRAFIKK .....</b>	<b>19</b>
8.1 Trafikkskalering etter flytype .....	19
8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer .....	19
8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt .....	19
<b>9. BEREGNINGSPARAMETERE .....</b>	<b>19</b>
9.1 Beregningsenheter .....	19
9.2 Beregning i enkeltpunkter .....	19
9.3 NORTIM beregningskontroll .....	19
<b>10. RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442 .....</b>	<b>20</b>
10.1 Prognose for første hele driftsår .....	20
10.2 Prognose med 1350 landinger .....	23
<b>11. RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN .....</b>	<b>26</b>
11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak .....	26
<b>12. LITTERATUR .....</b>	<b>29</b>

## 1. INNLEDNING

Dette oppdrag er gjennomført for Helsebygg Midt-Norge med kontaktperson Bjørn Remen. Trafikkunderlag er skaffet av St. Olavs hospital ved Håkon Gammelsæter. Nytt traségrunnlag er lagt inn etter opplysninger fra AVCON ved Roy Westby. Endelig er det benyttet opplysninger fra Norsk Luftambulansse når det gjelder historiske data for trafikkmengder på deres base i Trondheim.

Prosjektet er utført ved SINTEF IKT avdeling akustikk med Idar Ludvig Nilsen Granøien som prosjektleder og Truls Gjestland som prosjektansvarlig.

Denne rapporten gjennomgår bakgrunnen for bestemmelser om støykartlegging, retningslinjen fra Miljøverndepartementet, samt metodikk for undersøkelser som denne. Videre vises det viktigste av beregningsunderlaget for oppdraget og resultatene fra beregningene. Underlag og resultater forefinnes på elektronisk form som ytterligere dokumentasjon av arbeidet.

Rapporten erstatter rapport STF40 A03041 fra 2003 [21], som var utarbeidet etter daværende retningslinje T-1277.

## 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

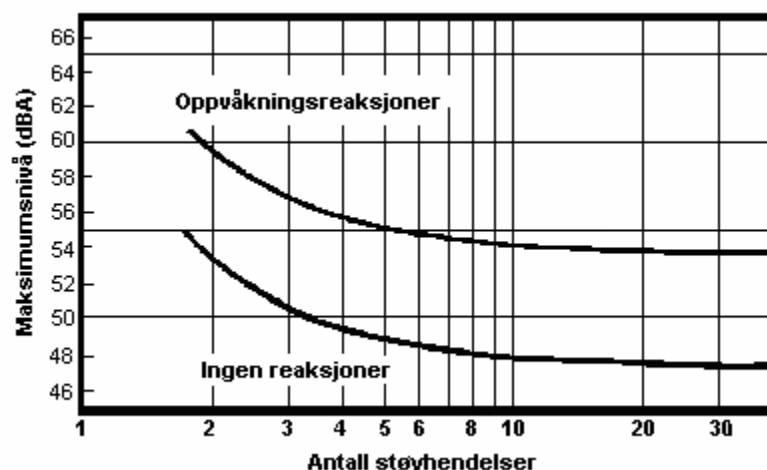
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

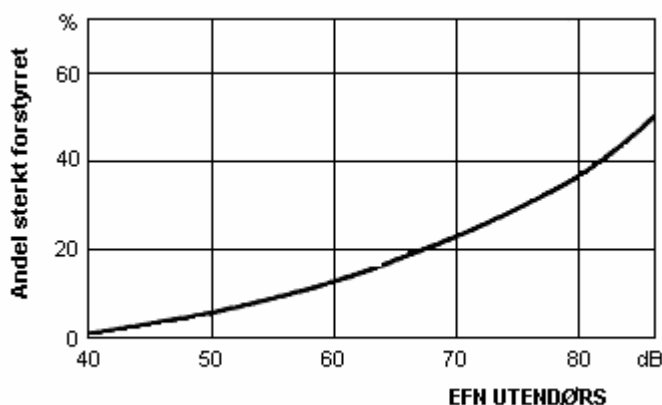
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

### 2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

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

Det er gjort en rekke undersøkelser hvor flystøy er relatert til ekvivalent støynivå, “gjennomsnittsnivået”. Figur 2-2 fra ref. [3] viser en 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

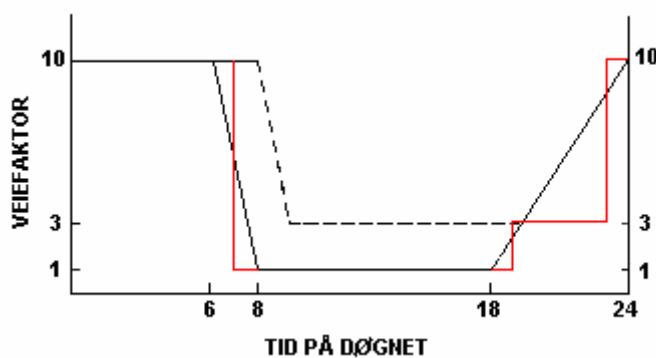
Miljøverndepartementet har i januar 2005 samlet retningslinjer for behandling av støy fra forskjellige støykilder i en ny retningslinje, T-1442 [7]. For flystøy erstatter denne T-1277 fra 1999 [8]. Den nye retningslinjen endrer både måleenheter og definisjoner av støysoner. Vi har i dette kapitlet valgt 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 trinnsvis 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 prosentstakt, 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 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 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 første gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven, ble senest oppdatert i 2004 [17] og omtales nå som forurensningsforskriften.

---

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

Forurensningsforskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak mot støy. Kartleggingsgrensen er 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 ( $L_{Aeq,24h}$ ):

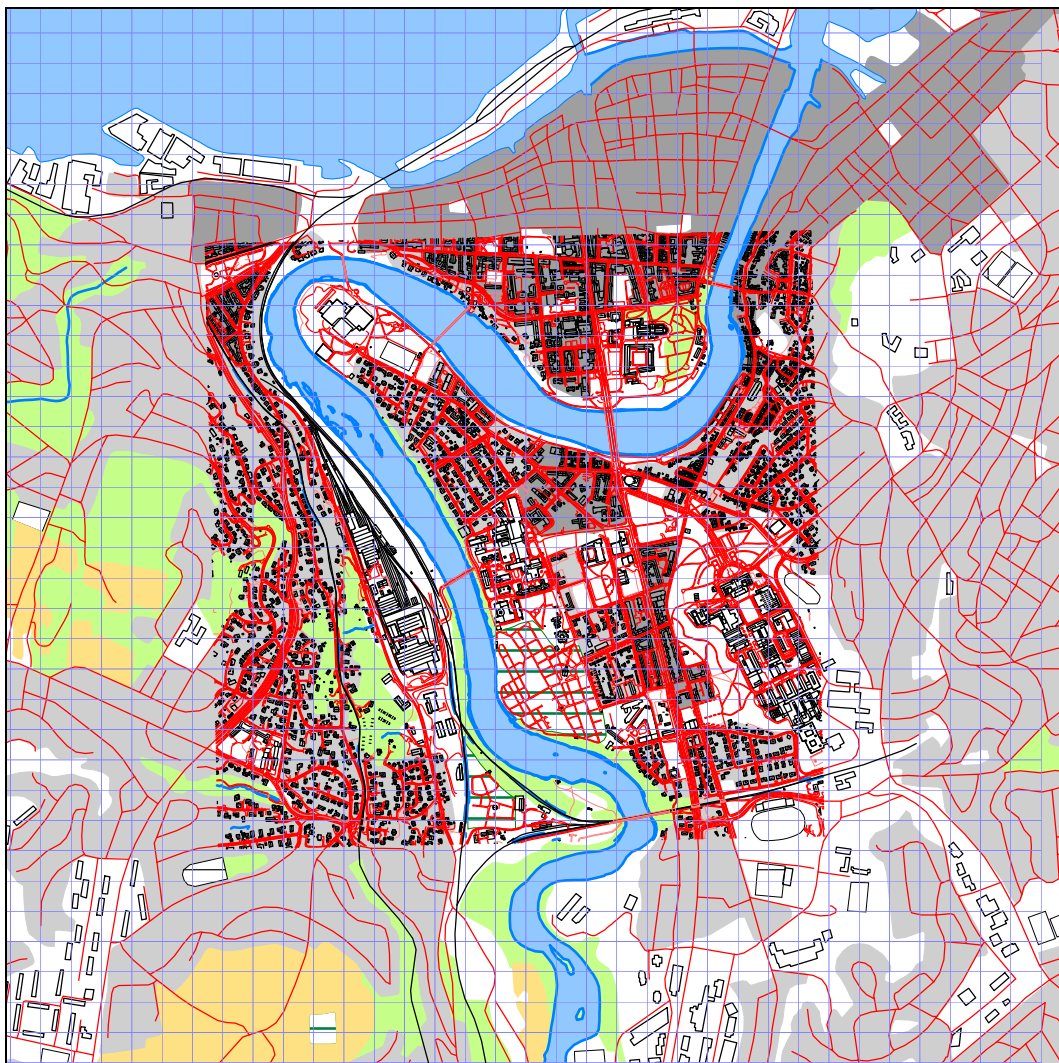
*Tabell 3-2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.*

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

Det er delvis benyttet samme kartunderlag som ved tidligere beregninger, dvs. et 2 x 2 km kart basert på forenklet grunnkart fra Trondheim kommune. Kartunderlaget som opprinnelig var i koordinatsystemet "Trondheim lokalt" er konvertert til UTM Euref89 sone 32 og supplert med Statkart N50 utenom det nevnte utsnittet. I kartet er det lagt inn et rutemønster med linjeavstand 100 meter.



Figur 4-1 Kart over undersøkellesområdet i målestokk 1:25.000.

### 4.2 Digital terrengmodell

Digital topografi er stilt til rådighet av Avinor. Terrenget er representert med en punkttetthet på 25 meter. Fasadene på de eksisterende og planlagte nærliggende bygg legges inn som støyskjermer.

### 4.3 Bygningsdata

Det er innhentet bygningsdata for hele Trondheim kommune fra databasen Norges Eiendommer (GAB) hos Norsk Eiendomsinformasjon as. Alle opplysninger i Norges Eiendommer er oppdatert pr. 2008-01-12.

## 5. FLYTRAFIKK

### 5.1 Trafikk i følge AMK-sentral og operatører

Den nye retningslinjen foreskriver at det er trafikken for et helt driftsår som skal legges til grunn, mens man tidligere benyttet den mest travle 3 måneders sammenhengende sommerperiode. Det siste hele driftsår for landingsplass på sykehuset er 2005, siden den midlertidige landingsplassen ble stengt på forsommeren 2006. Etter denne tid har landinger enten foregått på Rosten eller på piren og pasient er blitt lastet over på ambulansebil for transport inn til sykehuset. Total transporttid med bruk av helikopter har derfor gått opp og det har skjedd en klar forskyvning av virksomhet fra helikopter til bil i denne perioden. I denne undersøkelsen har man derfor valgt å se bort fra trafikkutviklingen etter 2005.

Som tidligere er de tre mest trafikkerte sommermånedene for 2002 benyttet som grunnlag for å fordele trafikken på flytyper, retninger og tidspunkt på døgnet. De to følgende tabeller viser den trafikkmengden som det skaleres opp fra.

*Tabell 5-1 Totalt antall landinger og avganger pr flytype på 3 måneder i 2002.*

ACtype	TO LA	SumOper
AS65	LA	35
AS65	TO	35
Bo105	LA	83
Bo105	TO	83
SK61	LA	35
SK61	TO	35

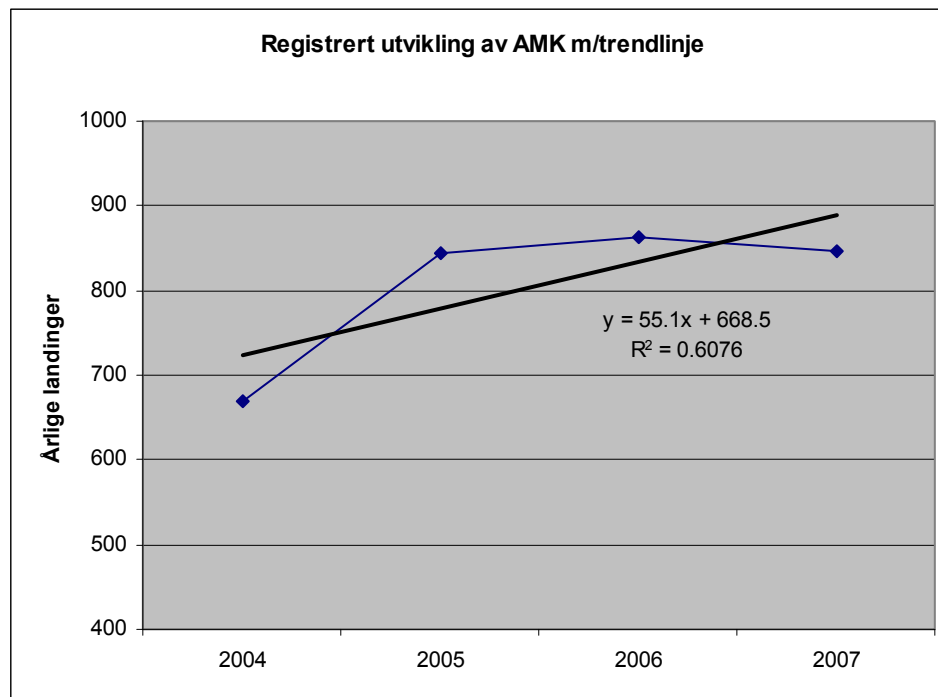
Antallet flyginger i denne perioden er deretter ganget opp til en årsaktivitet ut fra de tall for årlig aktivitet pr base som framgår av statistikk fra AMK-sentralen for 2005.

*Tabell 5-2 Antall landinger på St. Olavs hospital i 2005 fordelt på basene.*

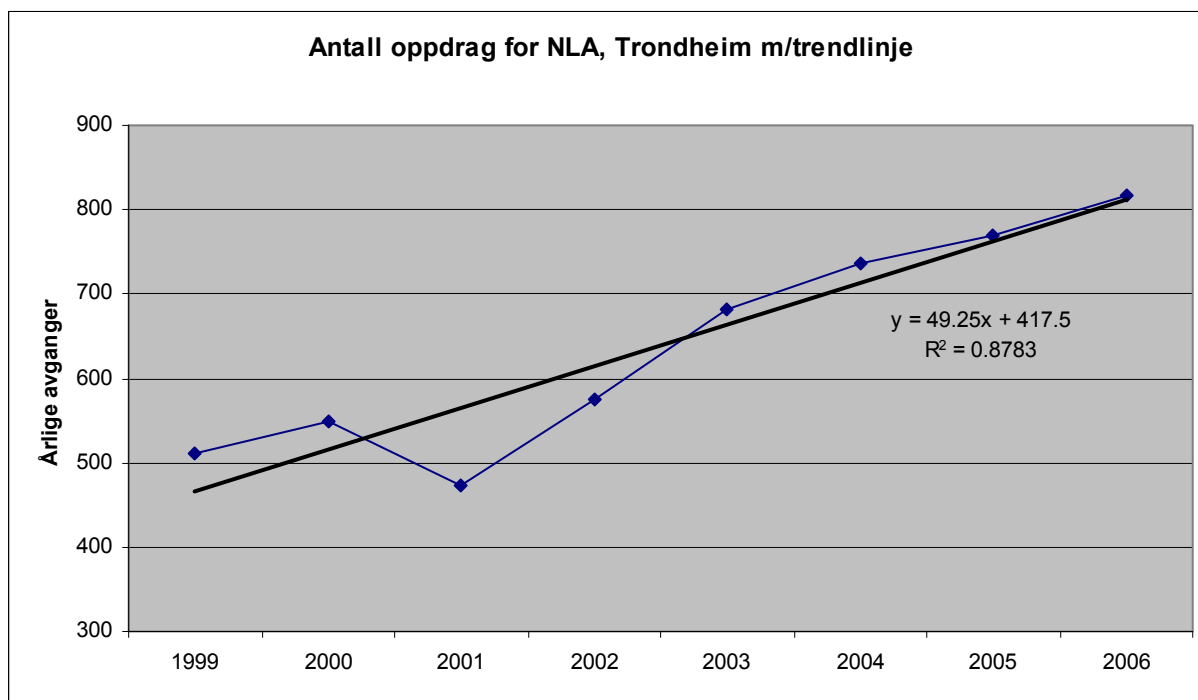
Rosten	Brønnøysund	Dombås	Ålesund	Ørland	Totalt
479	30	55	125	147	<b>836</b>

AMK-sentralen har framskaffet statistikk for antall oppdrag pr år for de siste fire år. Oversikten er basert på rapporter fra helikopter til AMK sitt system og det er trukket ut aktivitet som har angitt St. Olav som landingsplass. Det er imidlertid noe usikkerhet knyttet til disse tall, særlig for 2004, i og med at noe varierende betegnelse for sykehuset er benyttet. Oversikten inneholder også de to årene som er påvirket av at den midlertidige landingsplassen ble stengt. Lineær trend for denne statistikken viser en årlig økning på 55 oppdrag/år, men  $R^2$  verdien på 0.6 angir at påliteligheten for denne trenden er lav.

På denne bakgrunn har vi valgt å se på utviklingen ved basen til Norsk luftambulans i Trondheim og tall som tidligere er levert av NLA i forbindelse med beregninger av støy rundt basen på Rosten. Denne statistikken går fra 1999 fram til og med 2006. Tallene angir bare ambulanseoppdrag. Tekniske turer og treningsturer er trukket ut av det totale antall operasjoner.



Figur 5-1 Årlige antall landinger på St. Olav basert på statistikk fra AMK.



Figur 5-2 Årlig antall oppdrag med helikopter for Trondheimsbasen til NLA.

Statistikken viser en jevn økning i antall oppdrag med unntak av 2001 hvor det var en nedgang. Dette er forklart med at man la om disposisjonskriterier på basen til mer bruk av ambulansebil i nærområdet dette året. Dette ble omgjort igjen året etter. Den lineære trenden viser en økning på i underkant av 50 oppdrag pr år med en  $R^2$  på 0.88. Dersom utviklingen i 2001 hadde vært midt mellom tallene for året før og etter, ville den årlige økningen droppet til 45 oppdrag pr år og  $R^2$

verdien ville blitt på 0.95, hvilket betyr at den lineære approksimasjonen har en akseptabel sikkerhet.

Valget mellom bruk av bil og helikopter til frakt av pasient bestemmes av flere faktorer, men utryknings- og transporttid er et av de viktigste kriterier. Den nye landingsplassen vil ha svært kort avstand fra plattform til akuttmottak. Det er derfor ventet at når den nye helikopterlandingsplassen tas i bruk, så vil krysningspunktet mellom når bil og helikopter tar like lang tid, flytte seg nærmere sykehuset. Det er derfor antatt at utrykninger f. eks til Skaun og Klæbu da heller vil bli foretatt med helikopter enn med bil som nå.

På denne bakgrunn legges det inn med basis i tallene fra AMK for 2005 en årlig økning på 50 oppdrag.

Landingsplassen forutsettes åpnet i 2010, slik at første hele, ordinære driftsår er i 2011. Det er antatt at antall oppdrag dette året er øket til 1150. Ti års prognose med utgangspunkt i 2005 gir en årlig trafikkmengde på 1350 i 2015.

Økningen ut over tallene fra 2005 legges jevnt for alle basene vist i Tabell 5-2.

Usikkerheten i antall oppdrag har betydning for usikkerheten i beregnet ekvivalent støynivå. Resultatene er imidlertid ganske robuste overfor små endringer. Som illustrasjon nevnes at en økning på 25 % i trafikken medfører 1 dB i økt ekvivalentnivå. Dette er noe mer enn forskjellen mellom de to scenarier som skal beregnes.



## **6. FLYTYPER**

### **6.1 Flytyper i bruk**

Flytypene som er vist i Tabell 5-1 identifiseres i databasen for beregningsprogrammet. EC135 erstatter imidlertid Bo105 i beregningene ettersom NLA har skiftet ut helikoptertypen.

SK61 er redningshelikopteret Sea King som er stasjonert på Ørland, mens betegnelsen AS65 er en forkortelse for AS365 Dauphin, som er den typen som er stasjonert blant annet i Ålesund.

### **6.2 Kildedata for fly**

Både AS365 og SK61 har data i beregningsprogrammets database. Data for AS365 er basert på målinger SINTEF foretok på Vigra, mens data for Sea King stammer fra INM databasen [15]. Støydata for den nye helikoptertypen EC135 er levert av Eurocopter og bearbeidet av SINTEF i oppdrag for NLA.

## 7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

### 7.1 Destinasjoner

Statistikken fra AMK-sentralen og operatørene viser hvor helikoptrene kommer fra når de lander på St. Olav. Dette er kombinert med oversikt fra NLA som også viser hvor deres helikopter drar når det går derfra. For redningshelikopteret antas det at det returnerer til Ørland etter endt oppdrag, mens helikopteret fra Ålesund antas å returnere dit hvis annet ikke er opplyst. Destinasjoner som ligger i samme retning samles i grupper med 45° oppløsning (N, NØ, Ø, SØ osv.).

### 7.2 Flygeprosedyrer

Det vil bli etablert to korridorer for inn- og utflyging til den nye landingsplassen. Korridorene vil ha retning 320°/140° og 345°/165°. Det legges derfor inn to prosedyrer for landing og to for avgang for hver helikoptertype til hver gruppe av destinasjoner. Retning velges delvis ut fra vind og hvor man skal. Normalt vil landing og avgang skje med en motvindskomponent, men en svak medvindskomponent er også mulig. Det er således antatt at redningsskvadronen vil komme inn fra nord og ta av mot nord i 90 % av tilfellene. For de to andre operatører er det antatt en 50/50 fordeling på de to retningene, med unntak av NLA sin tilbaketransport til Rosten hvor det antas at 90 % av avgangene vil foregå mot syd.

### 7.3 Rullebaner

Helikopterlandingsplassen plasseres på taket av Akutten og representeres her med i alt 4 rullebaner, som i utsteking er like, men går to og to i motsatt retning. Lengde og bredde er satt til 20 meter og retning er valgt øst – vest. I beregningen vil denne rullebanen pluss 50 meter i samme bredde i begge retninger automatisk legges inn som en akustisk hard flate. Kotehøyde på landingsplassen er satt til 43.2 meter.

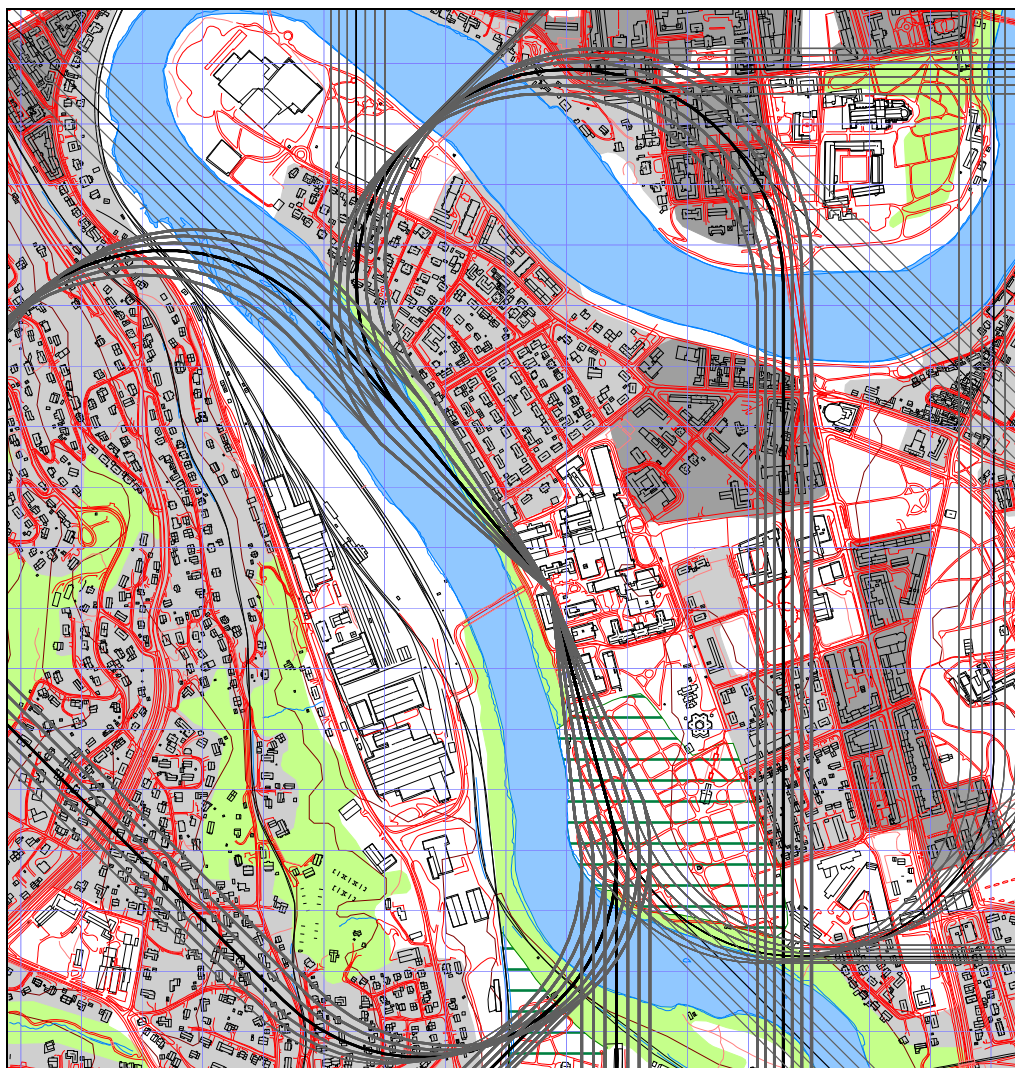
*Tabell 7-1 Koordinater for landingsplassen i UTM89 sone 32.*

RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
LAN	569185	7033125	43.2	569165	7033124	43.2	270	20
LAS	569185	7033125	43.2	569165	7033124	43.2	270	20
TON	569165	7033124	43.2	569185	7033125	43.2	90	20
TOS	569165	7033124	43.2	569185	7033125	43.2	90	20

### 7.4 Flytraséer

Det konstrueres flytraséer for inn- og utflyging til hver destinasjonsgruppe som følger de nevnte korridorer ut til 370 meter fra landingsplassen og deretter sving mot gjeldende retning. Innenfor bredden av korridorene, legges det inn spredning av trafikken med i alt 3 spredtraséer på hver side av hovedtrasé som følger sentrum av korridoren. Fordeling av trafikken på disse traséene følger internasjonal anbefaling gitt i [20].

I den følgende figur er traséene for inn- og utflyging vist samlet.



Figur 7-1 Traseer for inn- og utflyging til den nye landingsplassen. M 1:12.500.

### 7.5 Flygeprofiler

Mens traséene plasserer støykildene i x-y-planet, sørger flygeprofiler for å legge dem i den rette høyden. Flygeprofilene gir også informasjon om hastighet og støypådrag i de forskjellige posisjonene. Avgangsprofilene for helikoptrene er typeavhengige og hentes fra databasen for to av de tre typene. Det tredje er EC135 hvor profilene er basert på informasjon fra basen til NLA på Rosten.

Landingene er lagt inn med 4° høydevinkel for de to største helikoptrene, mens det for EC135 er benyttet en profil som baserer seg på en gjennomsynkningsrate på 300 fot pr minutt, med unntak av de som kommer inn over Byåsen hvor høyden 2-4 km før landing er fordoblet. Det gir en gjennomsynkningsrate på om lag 600 fpm på denne delen av flygingen.

## **8. SKALERING AV TRAFIKK**

Dette kapittel angir den skalering som er gjort for å beregne for en annen trafikkmengde enn den som ble registrert i 2002.

### **8.1 Trafikkskalering etter flytype**

Grunnlaget skaleres først opp slik at det representerer et helt års trafikk og det er her benyttet årstrafikken for 2005 som grunnlag med 836 landinger på St. Olav. Ut fra langtids statistikk er det regnet med en årlig vekst under normale forhold på 50 landinger på sykehuset. Første hele år med ordinær drift på landingsplassen vil være 2011 og det er da beregnet for 1136 landinger. Oppdragene fordeles med samme andeler for de tre flytyper som ligger inne for 2005. Det beregnes også for en prognose med 1350 landinger, som med samme vekst vil inntreffe i 2015-16.

### **8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer**

Det er ikke endret på fordelingen mellom retninger til oppdragssted i prognosene.

### **8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt**

Det er ikke foretatt noen vurdering eller endring av den døgnfordeling som ble registrert for sommermånedene i 2002.

## **9. BEREGNINGSPARAMETERE**

### **9.1 Beregningsenheter**

Det beregnes for de enheter som danner grunnlaget for støysonekartet og de enheter som inngår i kartlegging i forhold til forurensningsforskriften.

### **9.2 Beregning i enkeltpunkter**

Det foretas egne punktregninger for hver bygning innenfor beregningsområdet som har et støyømfintlig bruksformål. Koordinater for slike bygninger er hentet fra eiendomsregisteret (GAB).

### **9.3 NORTIM beregningskontroll**

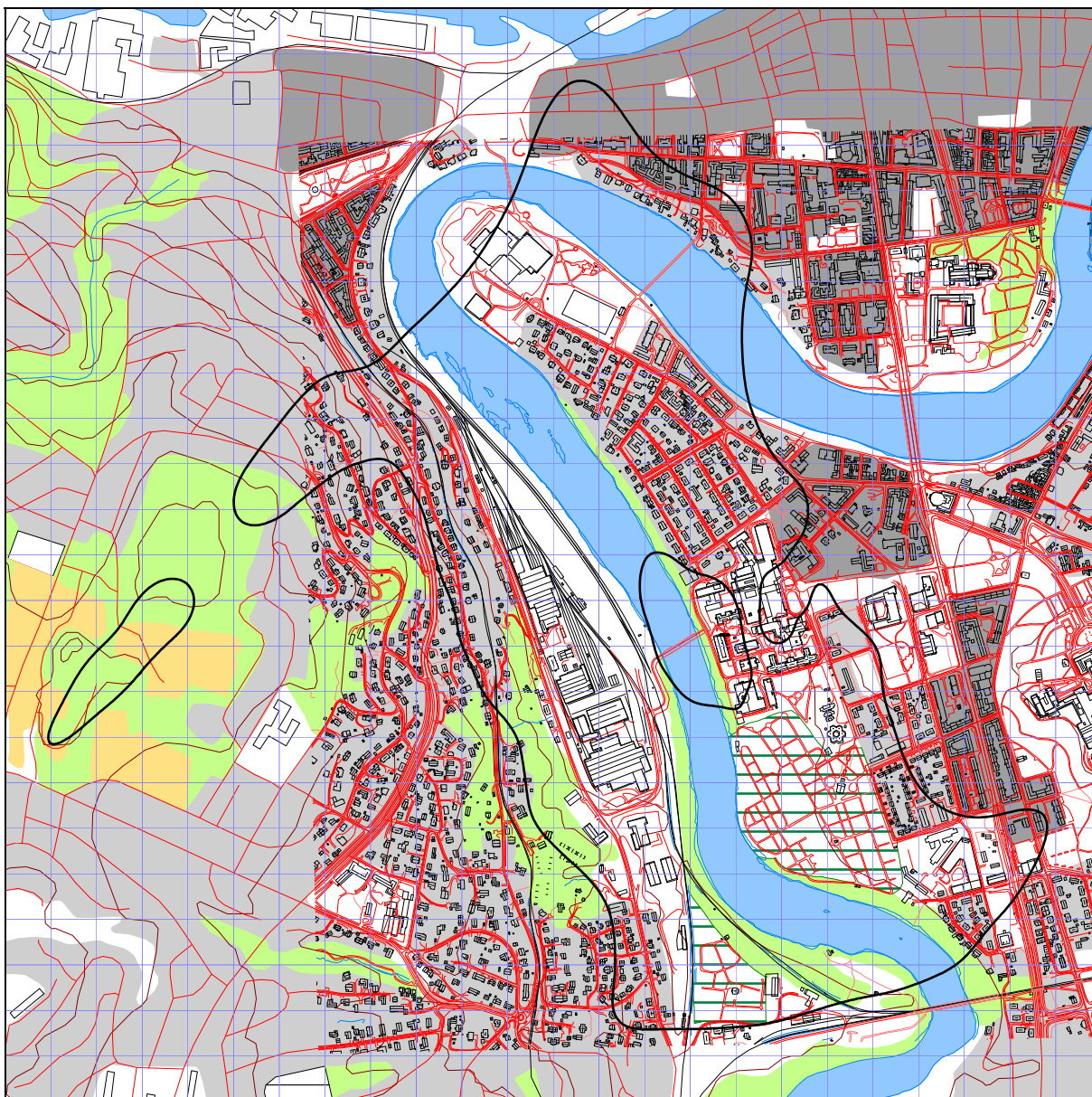
Beregningene gjennomføres for et gjennomsnittsdøgn for en mottakerposisjon i 4 meters høyde i en beregningsgrid med 128 fot avstand mellom punktene.

## 10.RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

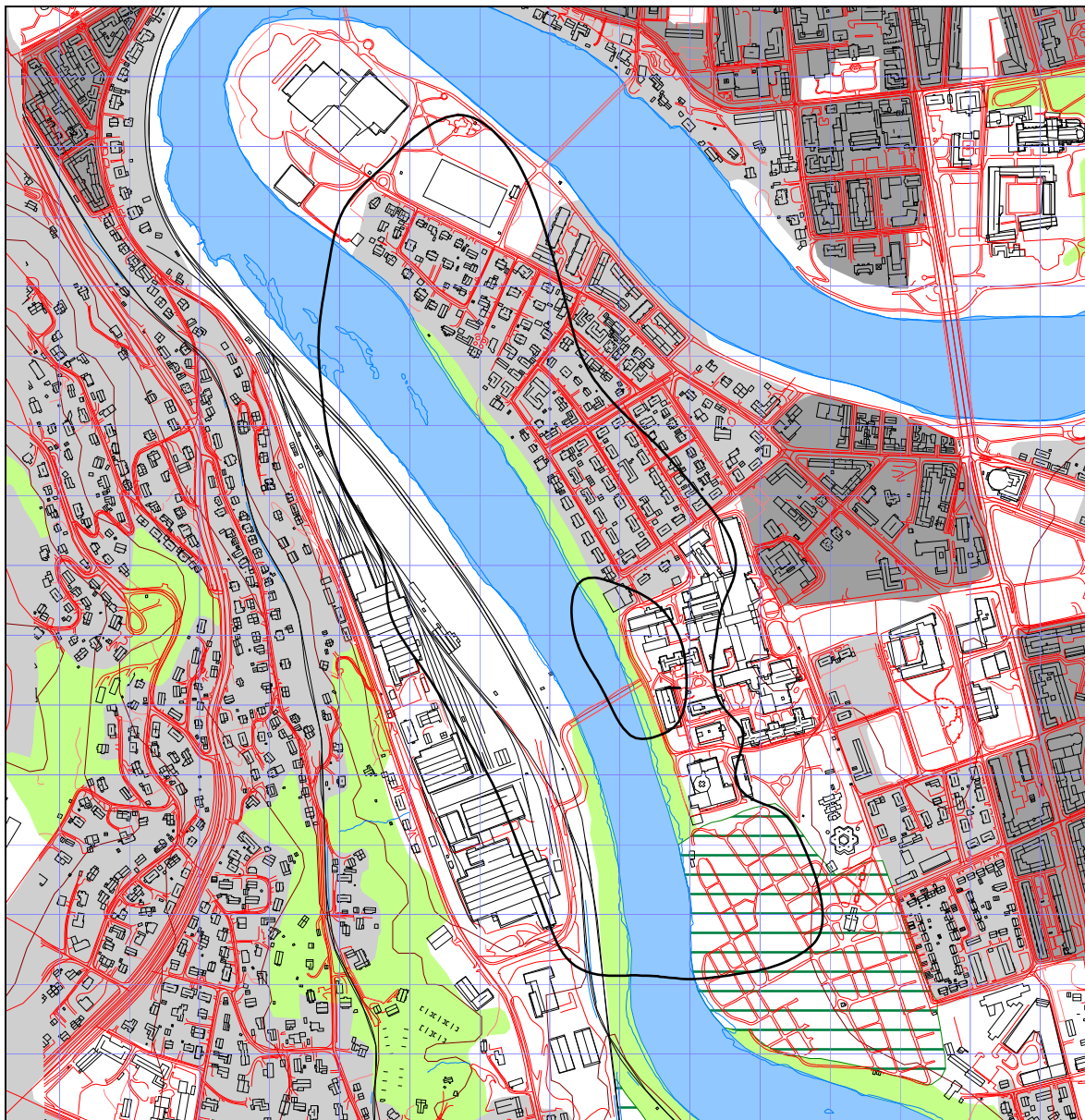
I dette kapitlet vises resultatene for de to størrelser som skal inngå i støysonekartet etter T-1442, nemlig  $L_{den}$  og  $L_{5AS}$ .

### 10.1 Prognose for første hele driftsår

Første hele driftsår er etter planene i 2011 og det er i prognosen lagt inn en aktivitet på 1150 landinger på sykehuset dette året.



Figur 10-1 Vektet døgnekvivalent støynivå for første hele driftsår (2011). Kotene representerer  $L_{den}$  på 52 og 62 dBA. M 1:15.000.

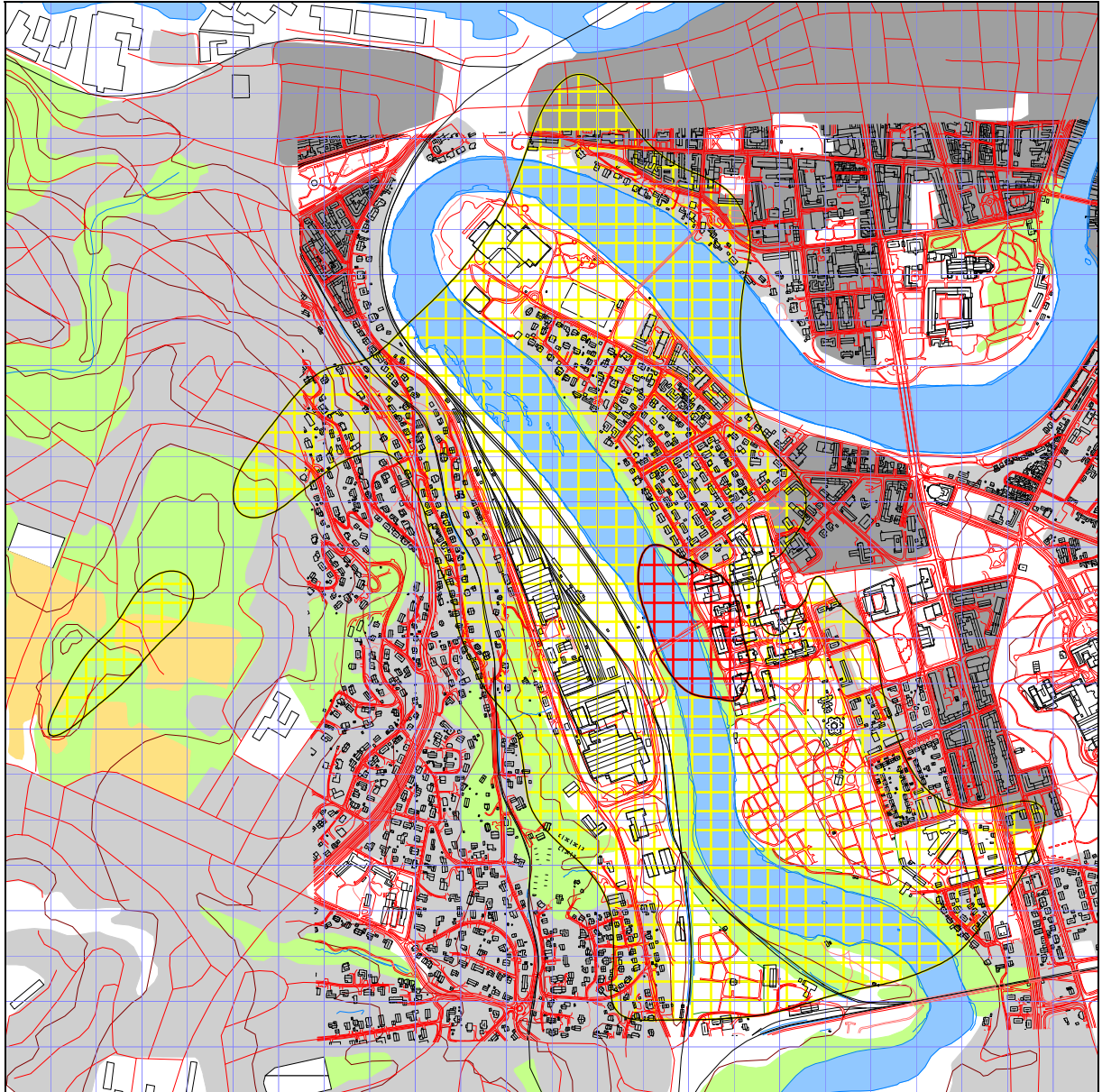


*Figur 10-2 Representativt maksimum støynivå på natt i første hele driftsår (2011). Kotene representerer  $L_{5AS}$  på 80 og 90 dBA. M 1:10.000.*

Ved konstruksjon av støysoner legges kotene fra disse to figurer oppå hverandre og rød sone dannes ved union av de to innerste kotene og gul av de ytterste. Det fremgår av kartene at det er det ekvivalente nivået som dimensjonerer bortsett fra et område på noen få meter omtrent rett nord for landingsplassen for rød sone. Støysonene er vist i den følgende figur.

*Tabell 10-1 Areal innenfor støysonene for første hele driftsår (1150 landinger).*

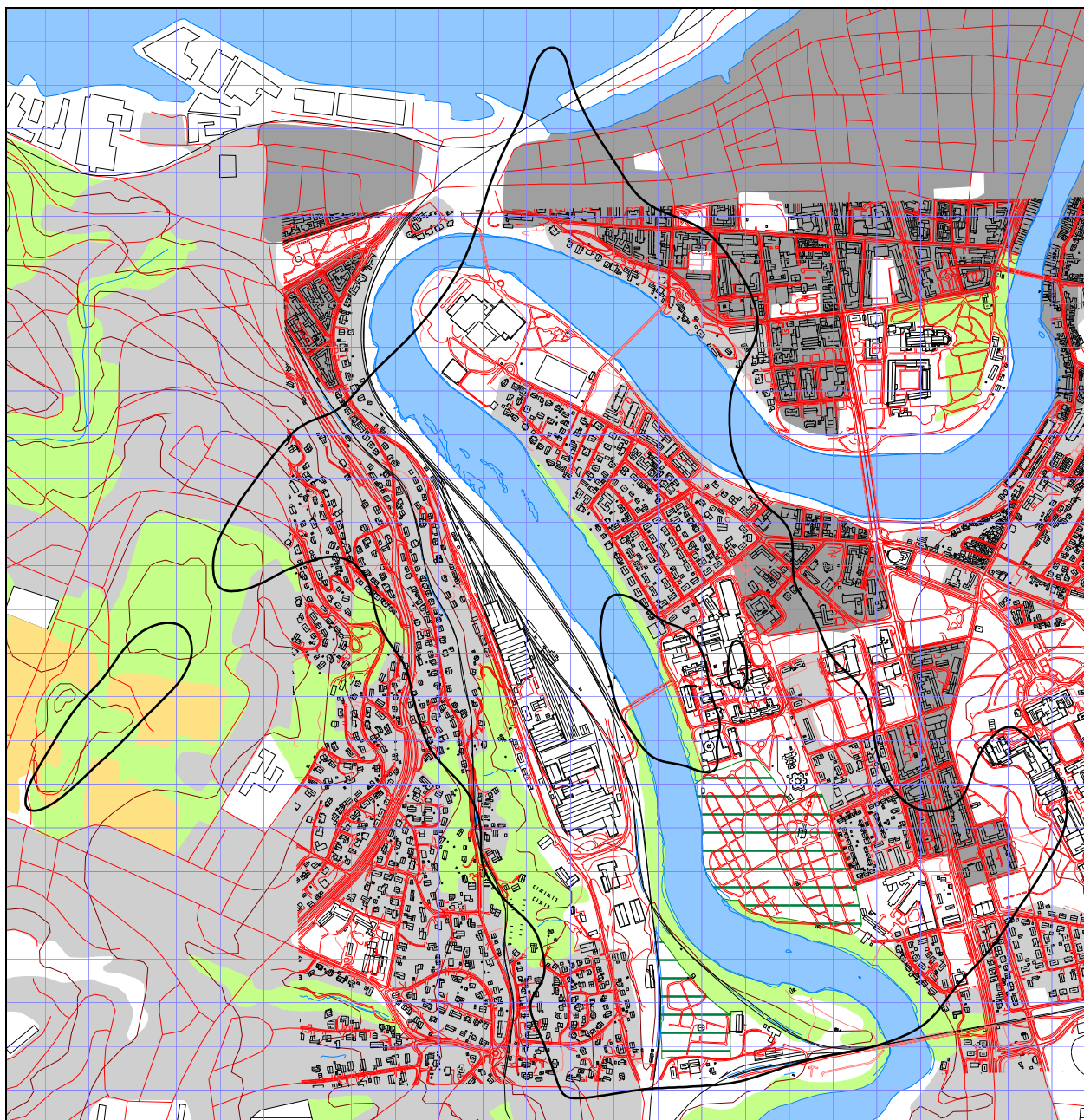
Støysone	Areal (km <sup>2</sup> )
Gul	1.55
Rød	0.06



*Figur 10-3 Støysoner for 2011 med 1150 landinger. M 1:15.000.*

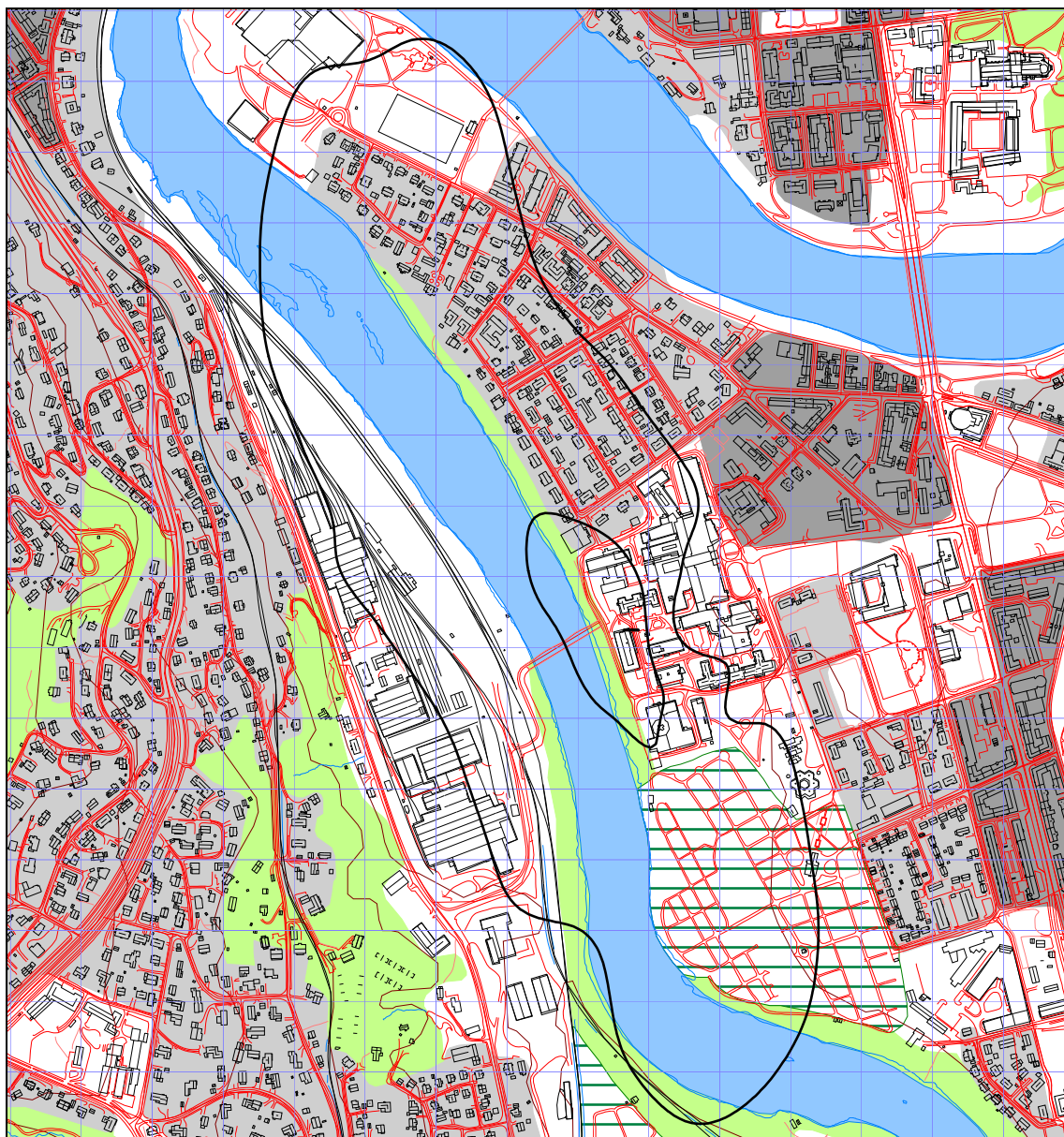
## 10.2 Prognose med 1350 landinger

Med en fortsatt vekst på om lag 50 landinger pr år, vil en i 2015 ha 1350 landinger pr år på St. Olavs hospital. I forhold til grunnlagsåret er dette en ti års prognose. Denne situasjonen kan derfor benyttes som den prognose som retningslinjen foreskriver. De følgende figurer viser resultater fra beregningene med denne aktiviteten.



*Figur 10-4 Vektet døgnkvivalent støynivå for prognoseåret (2015). Kotene representerer  $L_{den}$  på 52 og 62 dBA. M 1:15.000.*



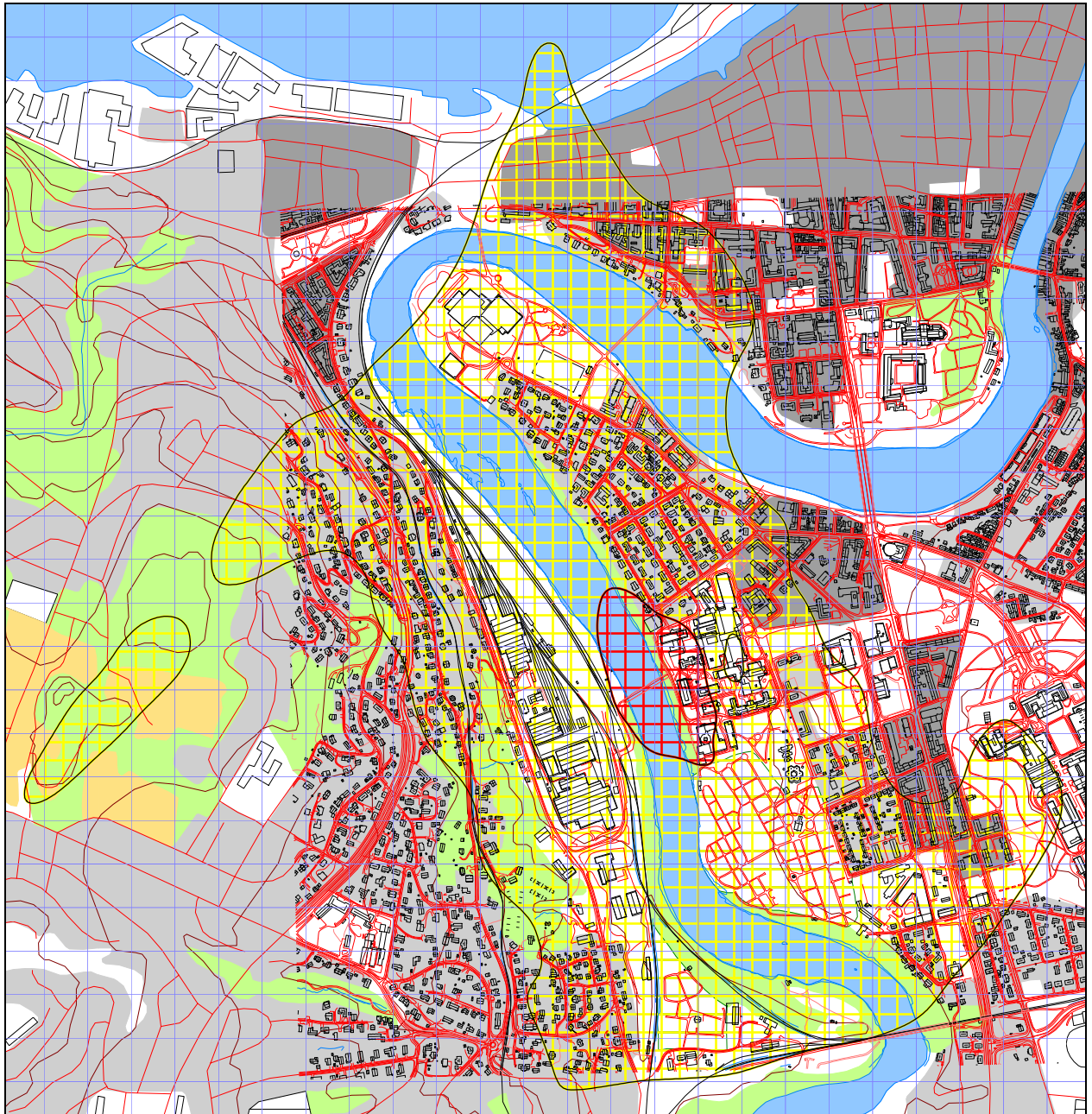


*Figur 10-5 Representativt maksimum støynivå på natt i prognoseåret (2015).  
Kotene representerer  $L_{5AS}$  på 80 og 90 dBA. M 1:10.000.*

For denne situasjonen vil ekvivalentnivået alene være dimensjonerende for støysonene.

*Tabell 10-2 Areal innenfor støysonene for prognoseåret (1350 landinger).*

Støysone	Areal (km <sup>2</sup> )
Gul	2.04
Rød	0.07

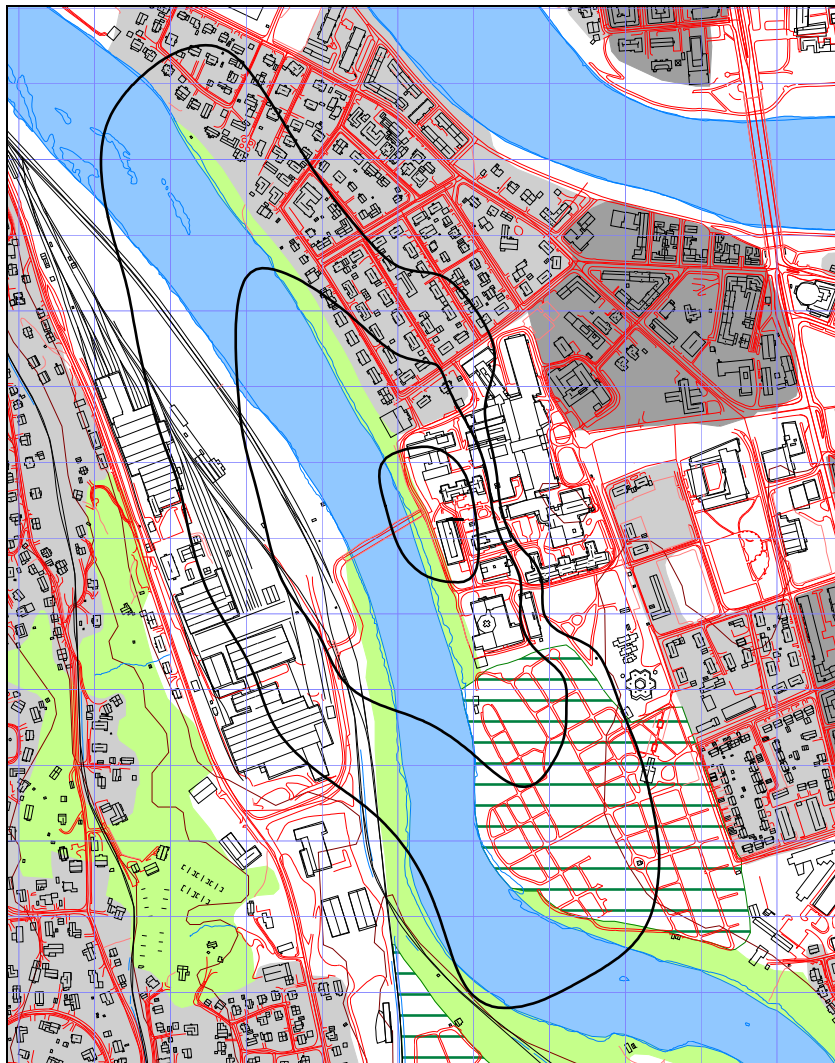


*Figur 10-6 Støysoner for 2015 med 1350 landinger. M 1:15.000.*

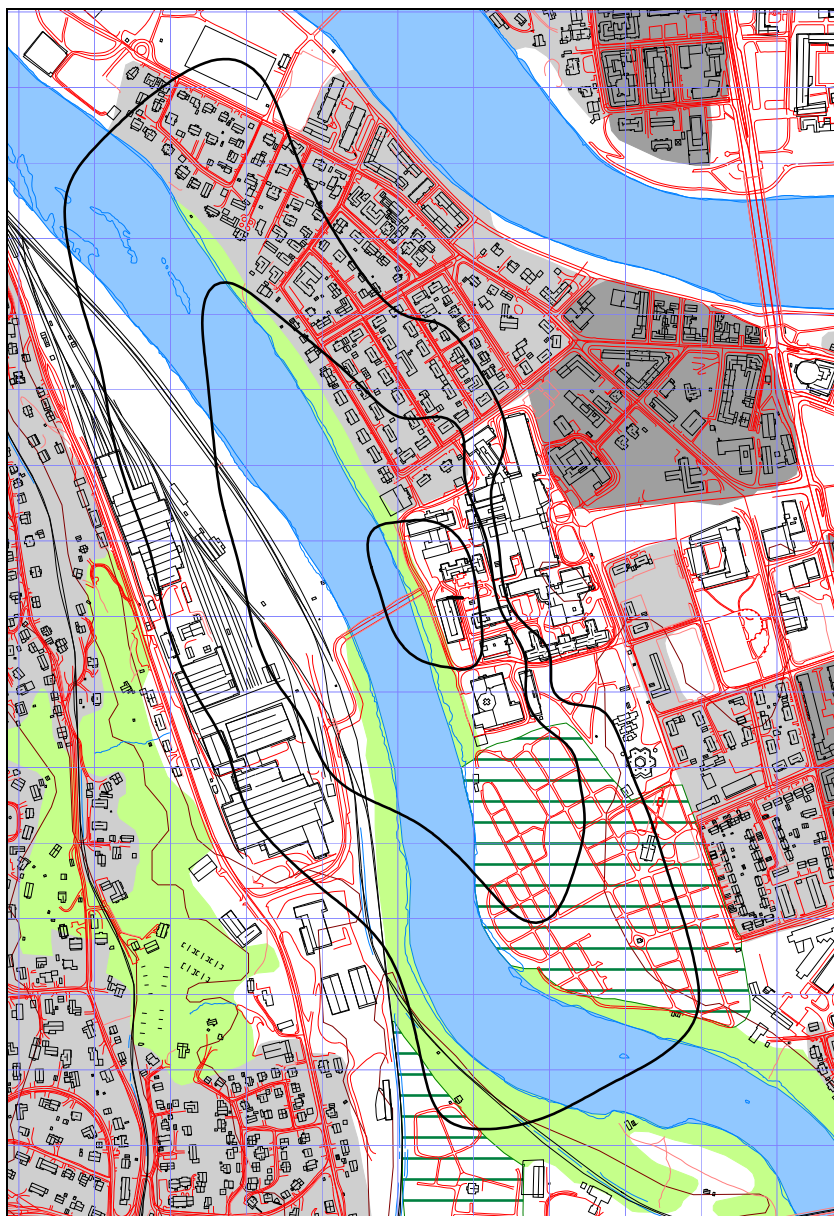
## 11.RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

### 11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak

Kartleggingsgrenser i forhold til forskrift til forurensningsloven gjelder for innendørs støynivå, mens beregningene her gjøres for utendørs nivå. For omsetting til innendørsnivå benyttes verdiene i Tabell 3-2. Støy fra helikopter regnes i denne sammenheng å ha omtrent samme frekvensmessige sammensetning som propellfly. Kartleggingsgrensen går derfor på et utendørs døgnekvivalent støynivå på 53 dBA. Det skal tilsvare et innendørsnivå på 35 dBA med laveste standard støyisolasjon. Dersom andre støykilder er tilstede i området skal man også undersøke støyømfintlige bygninger ned til 32 dBA, tilsvarende utendørs nivå på 50 dBA. Tiltak utløses dersom innendørsnivå fra støykilden(e) overskrider 42 dBA. Det gir en tentativ tiltaksgrense på 60 dBA utendørs nivå. Hvorvidt tiltak skal iverksettes med hjemmel i forskriften til forurensningsloven, skal fremkomme gjennom en kartlegging av fasadeisolasjon for de aktuelle bygg.



Figur 11-1 Kartleggingsgrenser for 2011. Kurvene viser  $L_{eq24h}$  på 50,53 og 60 dBA. M 1:10.000.



Figur 11-2 Kartleggingsgrenser for 2015. Kurvene viser  $L_{eq24h}$  på 50,53 og 60 dBA. M 1:10.000.

Det er den midterste kurven i de to figurene som er den kartleggingsgrense som tiltakshaver i første rekke skal forholde seg til. Den ytterste kurven er fremstilt for å synliggjøre influensområdet i forhold til andre sterke støykilder. Det kan vel antas at slike ikke finnes innenfor den ytterste kurven og at det derfor kan ses bort fra en kartlegging sammen med andre kilder.

Det fremgår av figurene at det er bygninger innenfor kartleggingsgrensen som har støyømfintlig bruksformål, både boliger og, naturlig nok, helseinstitusjoner. En punktberging på koordinatene til hvert enkelt bygning gir et mer nøyaktig resultat og benyttes som grunnlag for den videre behandling. De to følgende tabeller viser hvor mange bygninger som ligger innenfor de tre viste kurvene for begge situasjoner. En liste med adresse og støynivå for de enkelte berørte bygninger er tilgjengelig for oppdragsgiver, men er unntatt offentlighet.

*Tabell 11-1 Antall bygninger innenfor kartleggingsgrenser for første hele driftsår.*

<b>Bygninger innenfor kartleggingsgrenser første hele driftsår</b>			
Limits	NoOfResidences	NoOfSchoolBuildings	NoOfHealthInstitutions
50-53	57		1
53-60	2		3
60-			4

*Tabell 11-2 Antall bygninger innenfor kartleggingsgrenser for prognosen.*

<b>Bygninger innenfor kartleggingsgrenser prognose</b>			
Limits	NoOfResidences	NoOfSchoolBuildings	NoOfHealthInstitutions
50-53	82	2	1
53-60	11		3
60-			4

## 12. 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.lovdata.no/for/sf/md/md-20040601-0931.html>  
(Del 2, kapittel 5)
- [18] Arild Brekke:  
NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE  
STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II.  
Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave, Oslo, juni 1998
- [19] Kåre H. Liasjø:  
MØTE OM KARTLEGGING AV FLYSTØY I HENHOLD TIL FORSKRIFTEN TIL  
FORURENSNINGSLOVEN.  
Referat fra møte i SFT Oslo, 25 juni 1999

- [20] 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] Idar Ludvig Nilsen Granøien:  
BEREGNING AV HELIKOPTERSTØY FOR ENDRET POSISJON AVLANDINGSPLASS VED ST. OLAVS HOSPITAL  
SINTEF rapport STF40 A03041, Trondheim juni 2003.