

**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

**Reviderte flystøyberegninger for Polarsirkelen lufthavnutvikling AS**

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Frode Haukland

OPPDRAGSGIVER(E)

Polarsirkelen lufthavnutvikling AS

RAPPORTNR. <b>SINTEF A12130</b>	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Henrik Johansen	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04446-1	PROSJEKTNR. 90E103.18	ANTALL SIDER OG BILAG 38
ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF A12130.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Rolf Tore Randeberg
ARKIVKODE	DATO 2009-07-08	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef	

**SAMMENDRAG**

Denne rapport erstatter rapporten SINTEF A6166 fra 2008-03-12 og presenterer reviderte beregninger av flystøy for alternative forslag til en ny flyplass i Mo i Rana. Endringene består av en reduksjon i det forventede ruteprogrammet, samt små justering av rullebaneterskler og terreng som følge av masseforflytning.

Beregningene er utført med to forskjellige rullebanelengder med henholdsvis to og tre alternative trafikkmengder. Underlag og beregningsmetode følger anbefalingene gitt i Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442. Beregningsprogrammet NORTIM tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse, noe som har betydning ved den foreslåtte plassering.

Rapporten presenterer datagrunnlaget og resultatene i tillegg til noe bakgrunnsinformasjon knyttet til behandling av flystøy i Norge. Resultatene er begrenset til beregning av utendørs støynivå. De viser at for det laveste alternativ er det kun ett bolighus som kommer innenfor støysonegrensene. I det mest ekspansive scenario øker imidlertid dette tallet til 20, alle i gul sone. Retningslinje T-1442 anbefaler at det gjøres kartlegging av innendørs støynivå for de boliger som havner i støysonene og at innendørsnivået bør tilfredsstillende teknisk standard NS-8175 klasse C.

Støysonene berører ikke den bymessige bebyggelsen i Mo i Rana.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Støy	Aircraft Noise
EGENVALGTE	Flystøy	
	Mo i Rana	

## 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 trafikkgrunnet .....	9
3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM .....	10
3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven .....	10
<b>4. OMGIVELSER .....</b>	<b>12</b>
4.1 Digitalt kartgrunnlag .....	12
4.2 Digital terrengmodell .....	12
<b>5. FLYTRAFIKK .....</b>	<b>14</b>
5.1 Trafikk i følge tårnjournal .....	14
5.2 Annen trafikk .....	14
5.3 Oppsummering av trafikk .....	14
<b>6. FLYTYPER .....</b>	<b>16</b>
6.1 Flytyper i bruk .....	16
6.2 Kildedata for fly .....	17
<b>7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER .....</b>	<b>18</b>
7.1 Destinasjoner .....	18
7.2 Flygeprosedyrer .....	18
7.3 Rullebaner .....	18
7.4 Flytraséer .....	18
7.5 Flygeprofiler .....	19
<b>8. SKALERING AV TRAFIKK .....</b>	<b>21</b>
8.1 Trafikkskalering etter flytype .....	21
8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer .....	21
8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt .....	21
<b>9. BEREGNINGSPARAMETERE .....</b>	<b>22</b>
9.1 Beregningsenheter .....	22
9.2 Beregning i enkeltpunkter .....	22
9.3 NORTIM beregningskontroll .....	22
<b>10. RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442 .....</b>	<b>23</b>

10.1 Scenario 1 .....	23
10.2 Scenario 2 .....	24
10.3 Scenario 3 .....	26
10.4 Scenario 4 .....	27
10.5 Scenario 5 .....	28
10.6 Resultater relatert til teknisk forskrift NS8175 .....	29
<b>11. RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN.....</b>	<b>31</b>
11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak .....	31
<b>12. SAMMENLIGNING MED STØYNIVÅ FOR DAGENS SITUASJON.....</b>	<b>33</b>
<b>13. LITTERATUR .....</b>	<b>34</b>
<b>Vedlegg 1 Flytyper og destinasjoner .....</b>	<b>37</b>

## 1. INNLEDNING

Denne rapport presenterer grunnlag og resultater for beregning av flystøy for en planlagt ny flyplass i Mo i Rana. Prosjektet er gjennomført for Polarsirkelen lufthavnutvikling AS med daglig leder Henrik Johansen som kontaktperson. Oppdragsgiver har levert trafikkprogram for den planlagte flyplassen og har bidratt med kvalitetssikring av det datagrunnlag som er benyttet.

Underliggende kartverk er levert av Rana kommune. ASPLAN VIAK har levert en korleksjon til dette kartverket hvor endringer i terrenget som følge av byggingen av rullebanen er tatt inn. Avinor har bidratt med trafikkklister for aktiviteten på Mo Rana lufthavn, Røssvoll.

I SINTEF IKT er prosjektet bearbeidet av ingeniør Frode Haukland og forsker Idar Ludvig Nilsen Granøien med sistnevnte som prosjektleder. Prosjektansvarlig i SINTEF er forskningssjef Odd Kr. Ø. Pettersen.

## 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

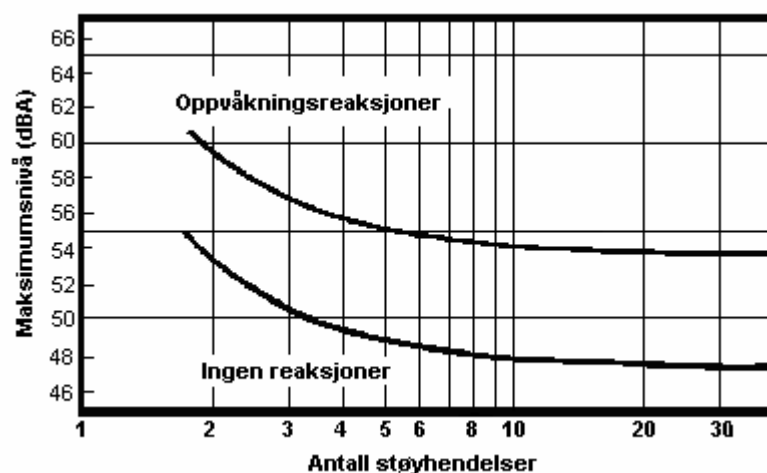
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. 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 begrenses 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. søvnstadieendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

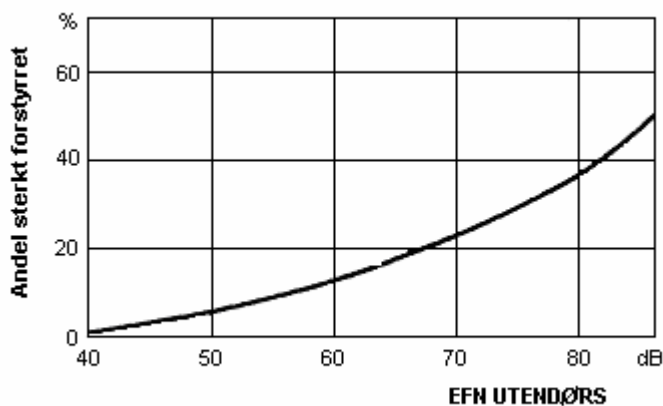
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

### 2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

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

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

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



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

### 3. MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJER

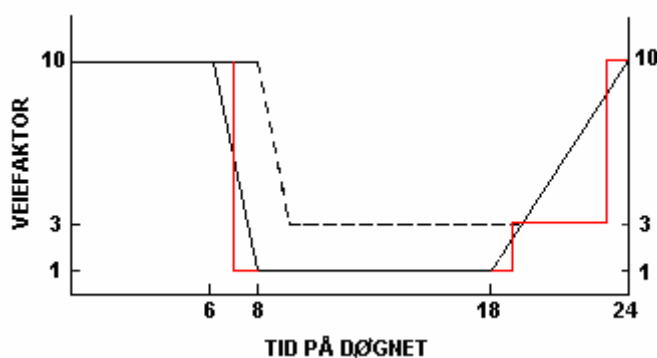
Miljøverndepartementet har i januar 2005 samlet retningslinjer for behandling av støy fra forskjellige støykilder i en ny retningslinje, T-1442 [7]. For flystøy erstatter denne T-1277 fra 1999 [8]. Den nye retningslinjen endrer både måleenheter og definisjoner av støysoner. Vi har i dette kapitlet valgt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

#### 3.1 Måleenheter

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

#### 3.2.1 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	Støysoner			
	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, fritt feltsverdier.

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 støysoner I. Yttergrensen for rød sone vil ligge noe innenfor midten av den gamle støysoner III.



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

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

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

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

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

- **rød sone**, nærmest støykilden, angir et område som ikke er egnet til støyfølsomme bruksformål, og etablering av ny støyfølsom bebyggelse skal unngås.
- **gul sone** er en vurderingssone, hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold.

Ved etablering av ny støyende virksomhet sier retningslinjen at kommunene så langt det er mulig ikke bør tillate at virksomheten medfører at eksisterende bygninger (med støyømfintlig bruksformål) blir utsatt for støynivåer som tilsvarer støysonegrensene. Dette ambisjonsnivået anbefaler retningslinjen lagt til grunn ved vurdering av behov for avbøtende tiltak.

### 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 trafikkgrunnet

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 støy mål 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 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 ( $L_{Aeq,24h}$ ):

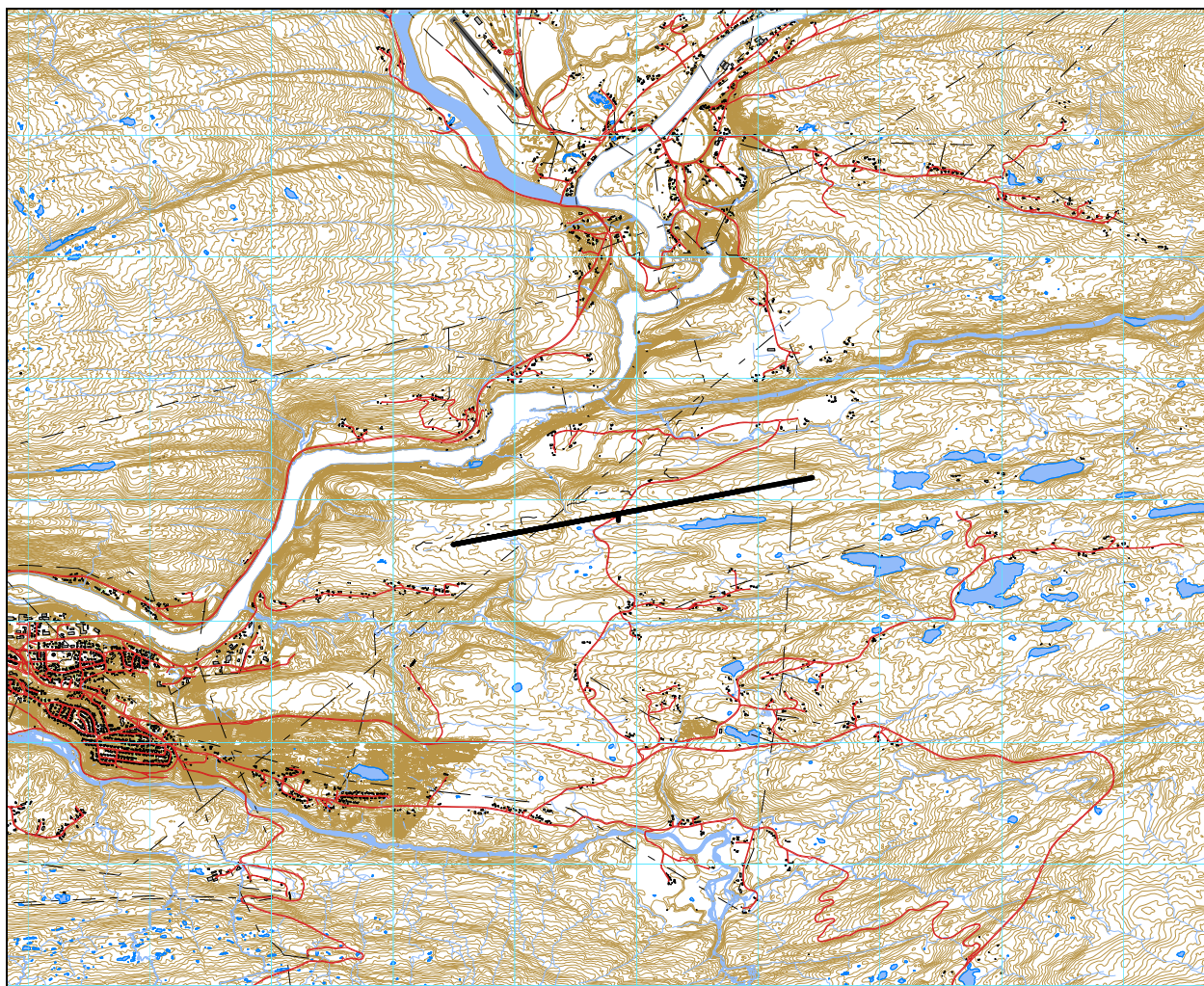
Tabell 3-2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

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

## 4. OMGIVELSER

### 4.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartunderlag er mottatt fra Rana kommune og er basert på grunnkart/økonomisk kartverk for et område vist i figuren under. Ekvidistanse i kartet er noe forskjellig, tettere i bebygde områder, men tatt med for å gi et inntrykk av terrengets utforming. I kartet er det lagt inn et rutenett med 1 km avstand mellom linjene. Ny justert plassering av rullebane på 3 km er tegnet inn. Et kortere alternativ for rullebanen på 2.4 km framkommer ved en avkortning på 600 meter i østre del.



*Figur 4-1 Kart over undersøkelsesområdet med inntegnet ny rullebane.  
M 1:60 000.*

Kartet er i UTM Euref 89, sone 33.

### 4.2 Digital terrengmodell

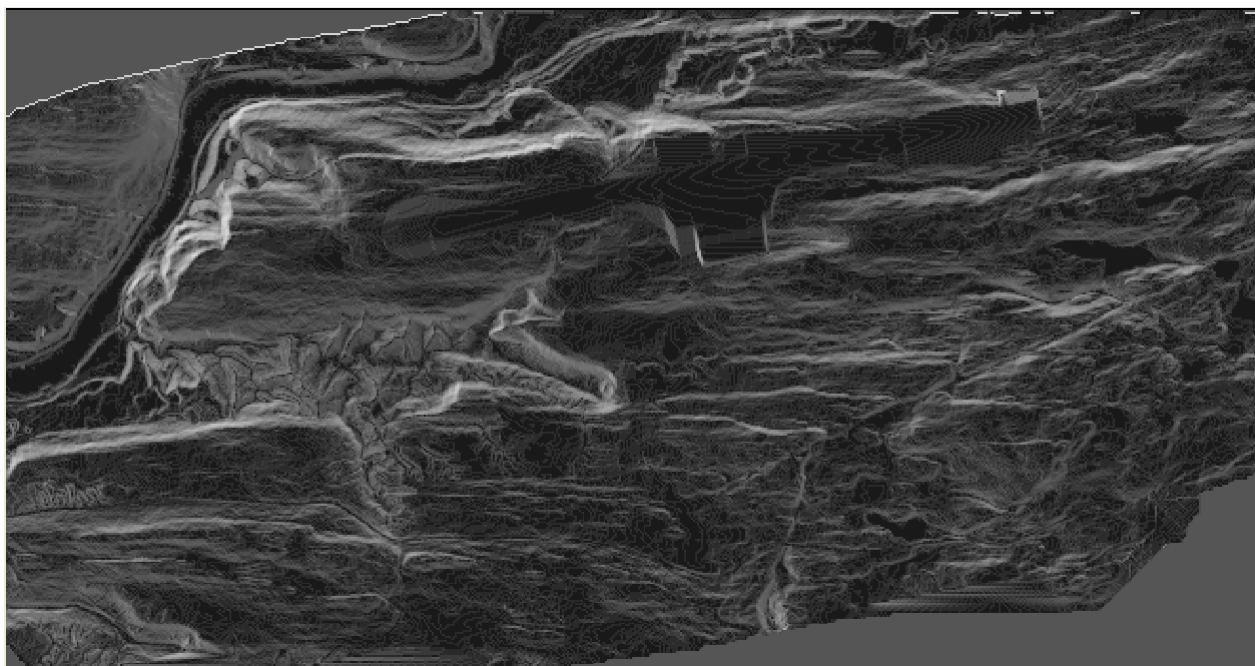
Digital topografi for fjernterreg er etter avtale stilt til disposisjon av Avinor. Den har en punkttetthet på 25 meter. Terrenget nærmest flyplassen i et område på ca 6.5 x 3.5 km som vist i den følgende figuren, er basert på tilsendt SOSI fil fra ASPLAN VIAK. Terrenget er digitalisert med programvaren TopoAccess v.1.0.135 med en punkttetthet på 10 meter. Rullebanen vil utgjøre

*Datagrunnlag versjon 2*

*Dato: 08.07.09. Tid: 13:59*

*Filnavn: U:\prosjekt\9021-Akustikk\KO\90E103.18\_Polarsirkelen2\_IG\Arkiv\Rapportering\SINTEF A12130.doc*

en del av dette område og blir betraktet som en akustisk hard flate, det øvrige betraktes som akustisk mykt.



*Figur 4-2 Skråfoto av terrenget med rullebane basert på tilsendt SOSI fra ASPLAN VIAK.*

## 5. FLYTRAFIKK

Oppdragsgiver har levert et revidert ruteprogram for passasjertrafikk som representerer åpningsåret og en prognose basert på dette programmet med en pro rata økning på 50 %. Prognose situasjonen skal også utredes med et tillegg på 2 ukentlige besøk med et større fraktfly.

### 5.1 Trafikk i følge tårnjournal

Det er meningen at den nye flyplassen skal overta trafikken fra nåværende Mo i Rana lufthavn Røssvoll. Det er derfor innhentet lister fra Avinor som viser tidspunkt, flytyper og destinasjoner for alle flybevegelser på Røssvoll for hele 2007. All trafikk fra disse listene med unntak av rutetraffic (regelbundet passasjertrafikk) importeres i prosjektets database.

### 5.2 Annen trafikk

Ruteprogrammet er lagt inn med flytyper, tider for avgang og landing, samt hvor flyene skal eller kommer fra. Det daglige programmet representerer hverdager, mens det er regnet halv aktivitet i helger og driftstid på 50 uker pr år. Dette gir 300 landinger og 300 avganger pr år på hvert tidspunkt som er oppgitt i ruteprogrammet. Det justerte ruteprogrammet tilsvarer ca 300 000 passasjerer pr. år.

*Tabell 5-1 Revidert ruteprogram for Mo i Rana lufthavn, Polarsirkelen (fra [23]).*

<b>Mo i Rana lufthavn, Polarsirkelen</b>				
<b>Ankomst- og avgangstider ved ny mellomstor lufthavn</b>				
<b>Arrival</b>	<b>From</b>	<b>Departure</b>	<b>To</b>	<b>Flytype</b>
		7:00	Oslo	Boeing 737 (moderne)
7:05	Bodø	7:20	Bodø	Dash8-300/Fokker 50/tilsvarende
8:00	Tromsø	8:15	Trondheim	Dash8-300/Fokker 50/tilsvarende
8:00	Trondheim	8:15	Tromsø	Dash8-300/Fokker 50/tilsvarende
10:10	Oslo	10:30	Oslo	Boeing 737 (moderne)
11:15	Bodø	11:30	Bodø	Dash8-300/Fokker 50/tilsvarende
15:30	Bodø	15:45	Bodø	Dash8-300/Fokker 50/tilsvarende
19:00	Bodø	19:15	Bodø	Dash8-300/Fokker 50/tilsvarende
19:40	Oslo	20:00	Oslo	Boeing 737 (moderne)
20:00	Tromsø	20:15	Trondheim	Dash8-300/Fokker 50/tilsvarende
20:00	Trondheim	20:15	Tromsø	Dash8-300/Fokker 50/tilsvarende
22:45	Oslo			Boeing 737 (moderne)

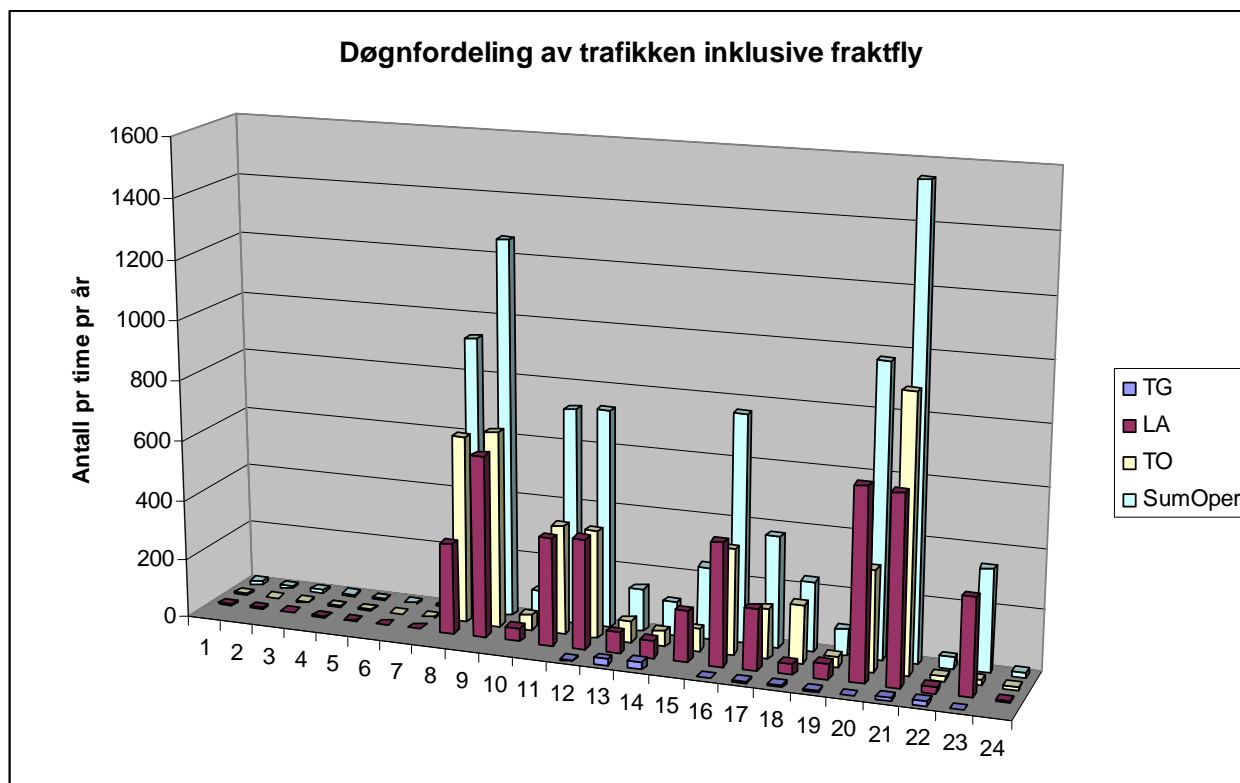
For fraktflyet er det avgang og landing hver tirsdag og fredag, som gir 100 avganger og tilsvarende antall landinger i løpet av året. Det er ikke oppgitt tidspunkt for denne typen operasjoner, bare at den foregår på dagtid. Landing er lagt til 15:00 og avgang til 17:00. Så lenge bevegelsene skjer innenfor tidsrommet 07-19, er nøyaktig tidspunkt ikke avgjørende.

### 5.3 Oppsummering av trafikk

De følgende tabeller og figur viser den årlige aktivitet inklusive fraktfly i åpningsåret forutsatt at aktiviteten fra Røssvoll (unntatt rutefly) har samme volum som i 2007.

Tabell 5-2 Antall flybevegelser pr år inklusive fraktfly.

TO_LA	Operasjon	SumOper
LA	Landing	4328
TG	Landingsrunde (Touch and Go)	103
TO	Avgang, (Take Off )	4329



Figur 5-1 Døgnfordeling av reell og planlagt aktivitet.

Tabell 5-3 Fordeling av trafikken på kategori flygning.

FLT	Type flygning	SumOper
1	Ruteflygning	6600
2	Ikke regelbunden trafikk	6
3	Fraktflygning	599
5	Annen kommersiell helikopterflygning	567
6	Annen kommersiell flygning	3
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	2
12	Ambulanseflygning	632
13	Skole- og instruksjonsflygning	62
14	Posisjonsflygning	7
15	Teknisk retur flygning	5
16	Kontrollflygning	8
17	Allmen flygning	258
21	Militær flygning	11

## 6. FLYTYPER

### 6.1 Flytyper i bruk

Det er i alt 38 forskjellige flytyper angitt i journal og plan. Flytypebetegnelse i journalen er angitt etter en standard gitt av ICAO. I databasen til NORTIM har de fleste andre betegnelser og det foretas derfor en oversettelse til databasens typebetegnelser. I de tilfeller hvor det er flytyper som det ikke er data for i databasen, benyttes substitutter etter en godkjent liste i [15]. Vedlegg 1 viser denne oversettelsen og substitutter. Etter denne behandlingen er antallet flytyper redusert til 24. Den følgende tabell viser antall operasjoner på hver av flytypene.

Det er også benyttet samlebetegnelser for mindre fly, GASEPF og GASEPV, for enmotors småfly med stempelmotorer og propell med henholdsvis faste og vridbare propellblad. BEC58P benyttes på samme måte som en samlebetegnelse på små tomotors propellfly med stempelmotor. For helikopter som ikke har egne data er det benyttet betegnelsene LHEL, MHEL og THEL for lett, middels og tungt helikopter. Disse tre klassene modelleres med data for henholdsvis Bo105, SA365 og SK61.

Tabell 6-1 Antall operasjoner fordelt på flytyper.

NewACtyp	SumOper	NewACtyp	SumOper
737700 <sup>2</sup>	1200	DHC830 <sup>3</sup>	4800
737800	600	GASEPF	24
747400	200	GASEPV	2
B206L	17	H500D	5
BEC58P	2	LHEL	50
CNA172	201	MHEL	16
CNA206	2	PA28	14
CNA20T	403	PA31	4
CNA441	42	R22	174
CNA500	2	SA341	2
DHC6	652	SA350	327
DHC8	12	THEL	9

<sup>2</sup> 737700 er substitutt for 737600.

<sup>3</sup> DHC830 modellerer både DHC 8-300 og FK-50.

Flytyper som har tilnærmet samme operasjonsmønster samles videre i grupper for å forenkle beregningsgrunnlaget. I Vedlegg 1 vises hvordan flytypene tilordnes en gruppe (ACcat). Det er valgt 5 forskjellige grupper, som vist i den følgende tabell.

Tabell 6-2 Gruppering av flytyper med like operasjonsmønster.

ACcat	Forklaring	SumOper
CARGO	Større fraktfly	200
GA	Små 1 og 2 motors propellfly	652
HEL	Helikopter	600
JET	Jetfly	1802
TP	Propellfly med turbinmotorer (turboprop)	5506



## 6.2 Kildedata for fly

Støydata for de enkelte flytypene baseres på de datasettene som finnes i NORTIMs database.

## 7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

Destinasjon benyttes som betegnelse på hvor et fly skal til når det forlater flyplassen og hvor det kom fra ved landinger.

### 7.1 Destinasjoner

I journal og plan er det registrert 38 forskjellige destinasjoner. Det er gunstig å samle destinasjoner som ligger i samme retning for å forenkle beregningsgrunnlaget, siden flyene vil operere i samme mønster ut fra flyplassen for denne gruppen. I dette prosjekt er destinasjonene redusert til 5 grupper: Øst, nord, sør, Bodø og lokal. Vedlegg 1 viser hvordan sorteringen er foretatt. Det store fraktflyet har ikke angitt destinasjon verken for landing eller avgang, men det er antatt at den kommer fra øst og returnerer mot øst mot en destinasjon over 4500 nautiske mil unna. Fraktflyet vil imidlertid benytte rullebanen slik som de andre flyene, se neste avsnitt.

### 7.2 Flygeprosedyrer

Det etableres minimum 2 flygeprosedyrer til og fra hver destinasjon, en for hver rullebaneretning. Normalt vil en flyplass kunne ha i bruk flygemønstre som både er basert på rene instrumentprosedyrer, men også noen som helt eller delvis benytter visuelle referanser. For denne undersøkelsen er det valgt en svært forenklet variant, ved at det bare benyttes 2 sett prosedyrer for både landing og avgang for hver kombinasjon av flytypegruppe og destinasjonsgruppe.

Det er oppgitt en forventet 50/50 fordeling mellom rullebaneretningene.

### 7.3 Rullebaner

Den nye flyplassen skal ha 2400 meters bane, alternativt 3000 meter for å betjene den store fraktmaskinen. Koordinatene (i 3D) for terskler for 2400 meters banen er mottatt fra ASPLAN VIAK. Tersklene inngår som referansepunkter for plassering av støykildene i det tredimensjonale rom. Koordinat og kotehøyde på østre rullebaneende for 3000 meters rullebanen er tatt ut fra det tilsendte kartet.

Rullebanens retning tilsier at banen vil få betegnelsen 08/26. Den forlengede rullebane som må til dersom større fraktfly skal kunne trafikkere flyplassen er lagt inn som 08TO/26TO. Det er forutsatt at terskler ikke flyttes selv om rullebanen forlenges. For helikopter er det lagt inn en landingsplass midt på rullebanen.

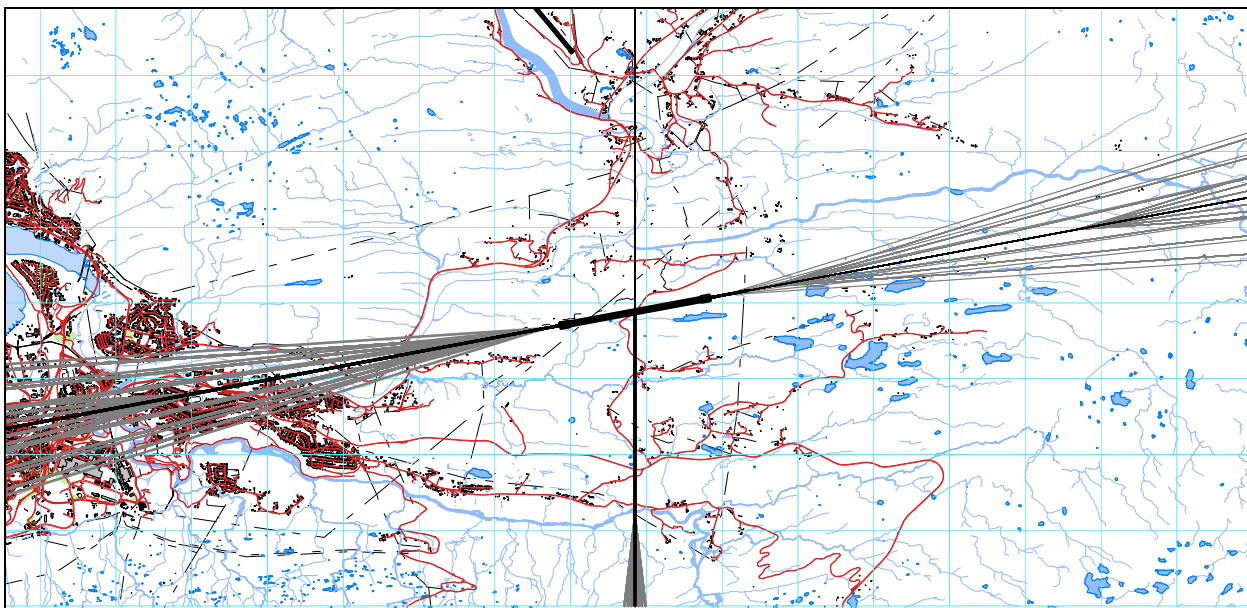
*Tabell 7-1 Koordinater for rullebanene i UTM89, sone 32.*

RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
08	468493	7356632	163.5	470853	7357071	176.3	79	2400
08TO	468493	7356632	163.5	471443	7357181	181.1	79	3000
26	470853	7357071	176.3	468493	7356632	163.5	259	2400
26TO	471443	7357181	181.1	468493	7356632	163.5	259	3000
PAD	469850	7356866	175.5	469850	7356826	175.5	180	40

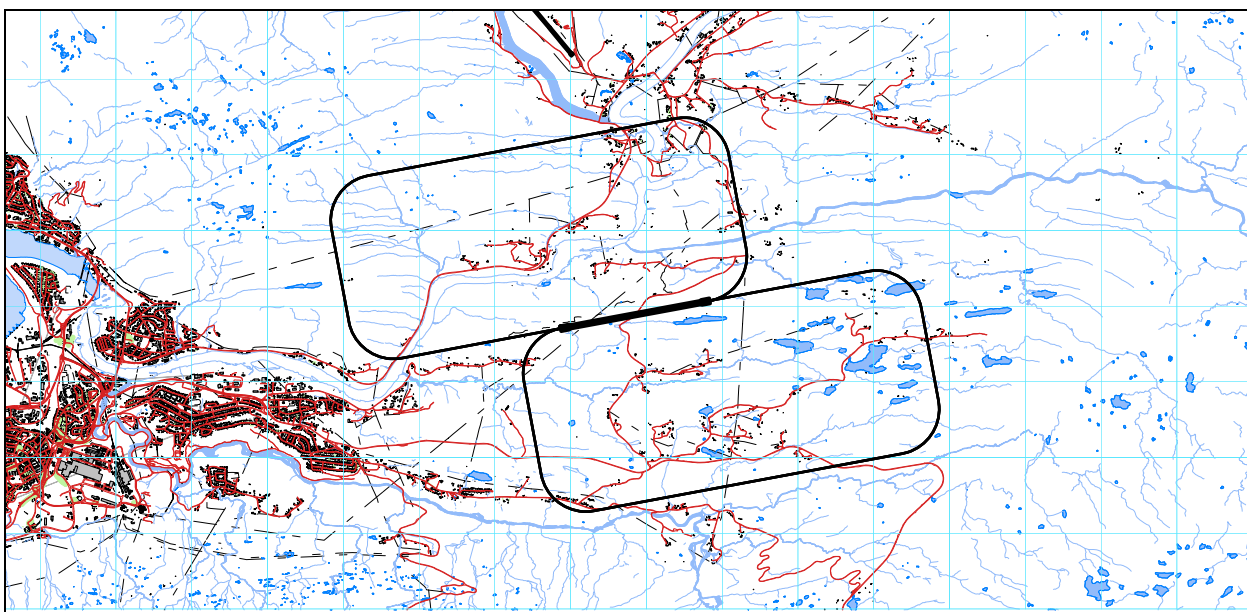
### 7.4 Flytraséer

I den innledende undersøkelsen legges all flyging unntatt landingsrunder inn med rettlinjet inn- og utflyging. Det legges lateral spredning etter internasjonal metode [20] rundt disse traséer.

Landingsrunder legges inn med standard venstresvings mønster uten spredning. Helikoptertraséer legges inn rettlinjjet nord-syd.



*Figur 7-1 Inn- og utflygingstraséer med lateral spredning. M 1:100 000.*



*Figur 7-2 Landingsrunder med standard venstre sving. M 1:100 000.*

## 7.5 Flygeprofiler

Mens traséene fordeler støykildene i xy-planet, sørger flyprofilene for å gi dem en z-koordinat. Flygeprofilene gir i tillegg informasjon om hvilket motorpådrag som gis under avgang og landing og hvilke hastigheter flyene har.

Det skilles mellom avgangsprofiler, landingsprofiler og profiler for landingsrunder, som kombinerer både landing og avgang. For avgangene er det spesifikke profiler knyttet til flytypen og dens egenskaper, samt hvor langt flyet skal av gårde, noe som bestemmer avgangsvekt. Landingsprofilene er også spesifikke for flytypene, men her er glidebanevinkel en viktig parameter som må defineres. I denne studien er det lagt inn 3 graders innflygning fra vest og 3.5<sup>4</sup> grader fra øst. Landingsprofilene er basert på jevn gjennomsynkning (CDA).

Landingsrundene er definert til å ha en utflatingshøyde på 1000 fot AAL (over rullebanens høyde).

---

<sup>4</sup> Nye PANSOPS beregninger for flyplassen angir at glidebanevinkelen vil kunne bli redusert til 3.3 grader på innflygning fra øst. Dette vil imidlertid ha ubetydelig innvirkning på støybildet i forhold til det som legges til grunn her.

## **8. SKALERING AV TRAFIKK**

Skalering av trafikk benyttes for å definere flere trafikksituasjoner basert på de trafikkmengder som er importert og behandlet foran. I denne undersøkelsen er det i alt fem scenarier som undersøkes.

1. Ruteprogram med tillegg av øvrig trafikk fra Røssvoll fra 2007 unntatt helikopter.
2. Som 1, men med helikoptertrafikken.
3. All trafikk over økes med 50 %.
4. Som 3, men med tillegg av 2 landinger og avganger pr uke med stort fraktfly.
5. Som 4, uten helikopter.

### **8.1 Trafikkskalering etter flytype**

Fraktflyet skaleres med faktor 0 for de tre første scenarier, faktor 1 for de to siste. Helikopter skaleres med faktor 0 for scenario 1 og 5, ellers som den øvrige trafikk. Den øvrige trafikk skaleres med faktor 1 for scenario 1 og 2 med faktor 1.5 for scenario 3, 4 og 5.

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

Det er ikke forutsatt endringer i prosedyrer og traséer gjennom de fem scenarier. Alle skaleringsfaktorer er derfor satt til 1 her.

### **8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt**

Det er ikke lagt inn forskyving av trafikken over døgnet i noen av scenariene.

## **9. BEREGNINGSPARAMETERE**

### **9.1 Beregningsenheter**

Det beregnes for de enheter som inngår i definisjon av støysonene etter T-1442 og kapittel 5 i forurensningsforskriften med nedre grense på 50 dBA for ekvivalent lydnivå og 80 dBA for maksimalnivå.

### **9.2 Beregning i enkeltpunkter**

Det gjøres punktregninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet for alle scenarier. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er innhentet 20.02.2008.

### **9.3 NORTIM beregningskontroll**

Beregningene foretas med en oppløsning på 128 fot (ca 39 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

## 10.RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

Hvert beregnet scenario blir presentert med en tabell som viser antall bygninger med støyømfintlig bruksformål innenfor støysonene, anslått antall beboere samt et støysonekart og en tabell som angir størrelsen av sonene. Antall beboere beregnes ut fra et landsgjennomsnitt på antall beboere per bygningstype, men med en fylkesvis korrigering. Nøyaktigheten i dette anslaget er derfor begrenset.

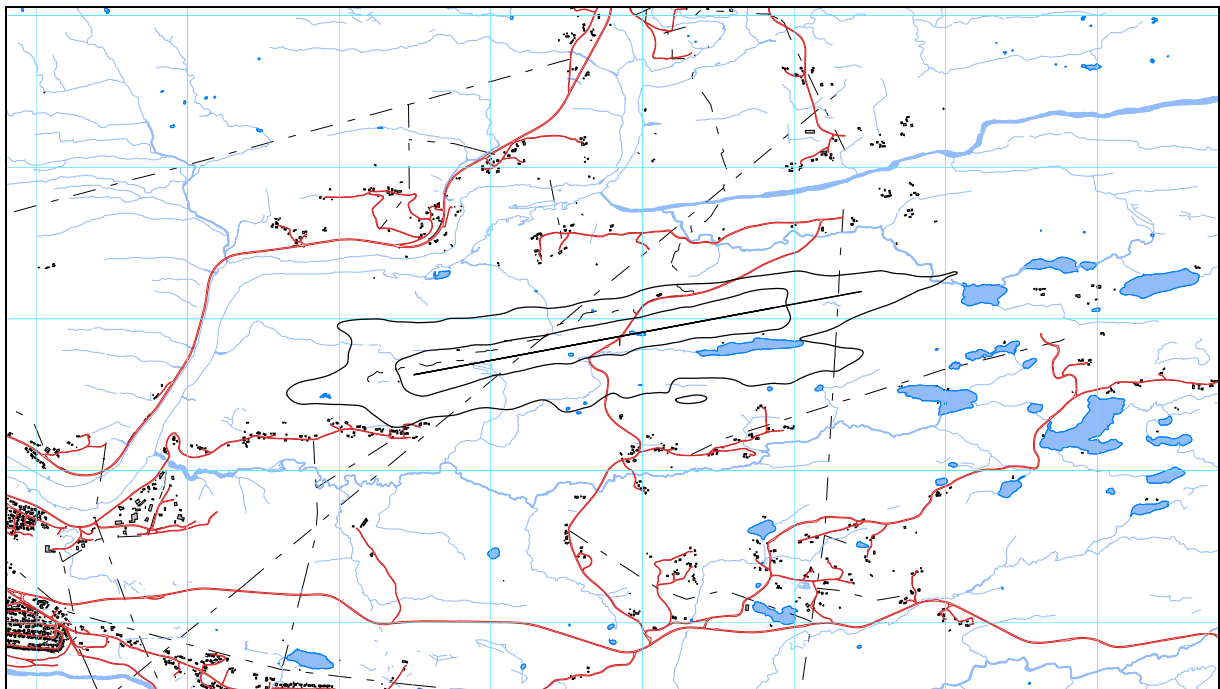
Det vises normalt ett kart for hver støyenhet som inngår i grunnlaget for konstruksjon av støysonekart etter T-1442, dvs. for  $L_{den}$  og  $L_{5AS}$  (MFN<sub>23-07</sub>). Felles for alle scenariene her er at det ikke er tilstrekkelig med trafikk på natt til at det gir et representativt maksimumsnivå.

I kartene her er høydekotene tatt bort for å få resultatene tydeligere fram.

### 10.1 Scenario 1

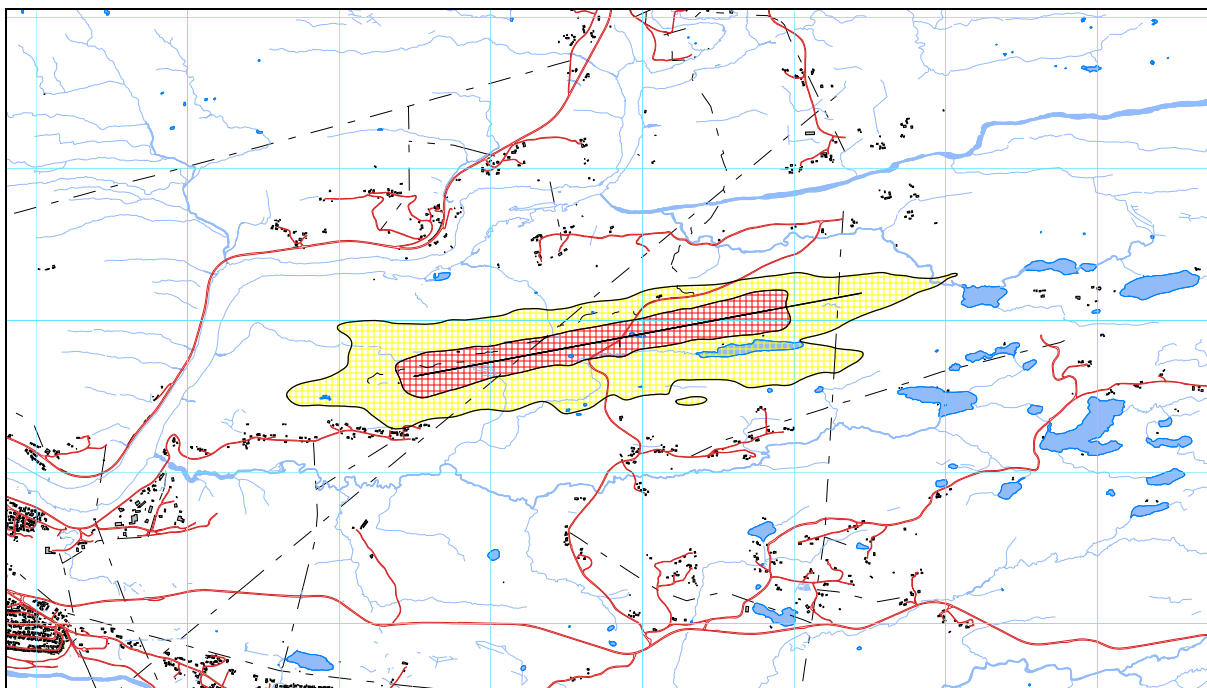
Scenario 1 består av ruteprogram antatt for åpningsåret pluss den øvrige trafikk tilsvarende som for Røssvoll i 2007, unntatt helikopter som antas fortsatt bruker Røssvoll.

Ved beregningen av dette alternativet inngår i alt 8 294 delkilder. Totalt beregnes det i 35 584 punkter på bakken og resultatene fra disse punktene danner grunnlag for å trekke støykotene som her vises.



Figur 10-1  $L_{den}$  for scenario 1. Kotene er  $L_{den}$  52 og 62 dBA. M 1:50 000.

Det er så lite trafikk på natt at det ikke beregnes noe representativt maksimumsnivå.  $L_{den}$  vil dermed alene bestemme støysonekartet i henhold til bestemmelsene i retningslinje T-1442.



Figur 10-2 Støysoner etter T-1442 for åpningsåret uten helikopter. M 1:50 000.

Tabell 10-1 Areal innenfor støysonene for scenario 1.

Støysone	Areal
Gul	1.74 km <sup>2</sup>
Rød	0.60 km <sup>2</sup>

Tabell 10-2 Antall boliger med anslag av antall beboere innenfor støysonene for scenario 1.

Støysone	Antall boliger	Antall personer
Gul	1	3
Rød	0	0

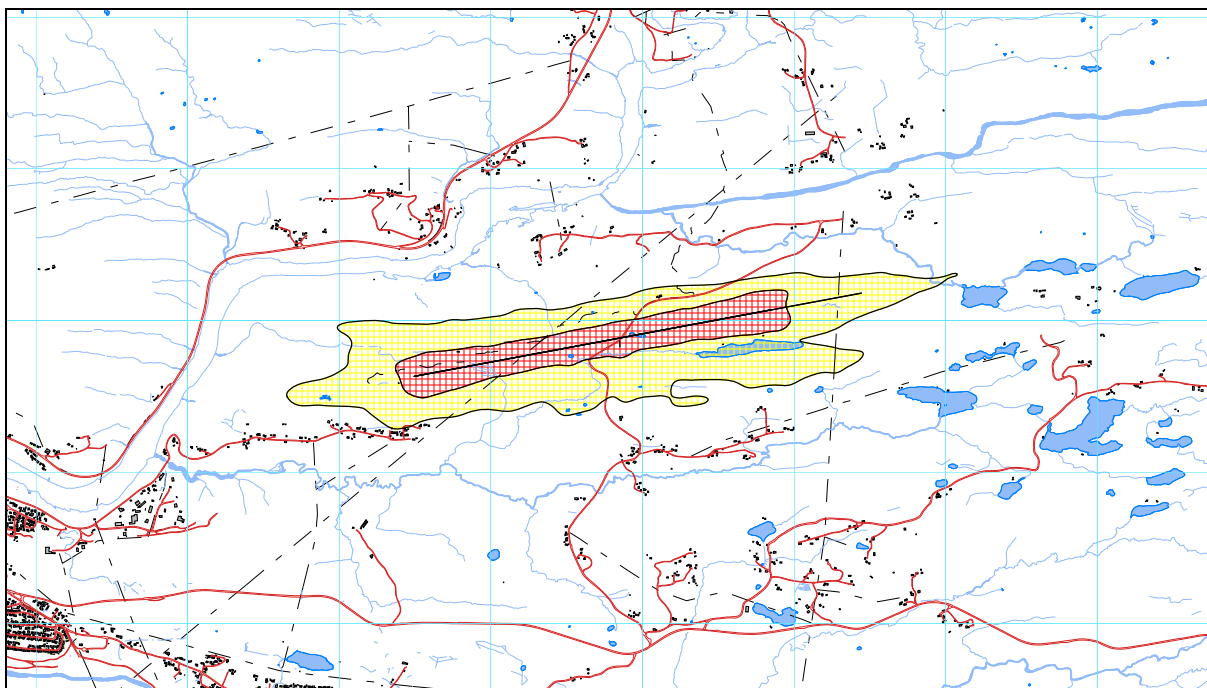
## 10.2 Scenario 2

Scenario 2 består av ruteprogram antatt for åpningsåret pluss den øvrige trafikk tilsvarende som for Røssvoll i 2007, inklusive helikopter.

Ved beregningen av dette alternativet inngår i alt 9 472 delkilder. Totalt beregnes det i 35 584 punkter på bakken og resultatene fra disse punktene danner grunnlag for å trekke støykotene som her vises.

Også her er det  $L_{den}$  som alene dimensjonerer støysonene og det vises derfor bare støysonekartet for denne situasjonen.





Figur 10-3 Støysoner etter T-1442 for åpningsåret med helikopter. M 1:50 000.

Tabell 10-3 Areal innenfor støysonene for scenario 2.

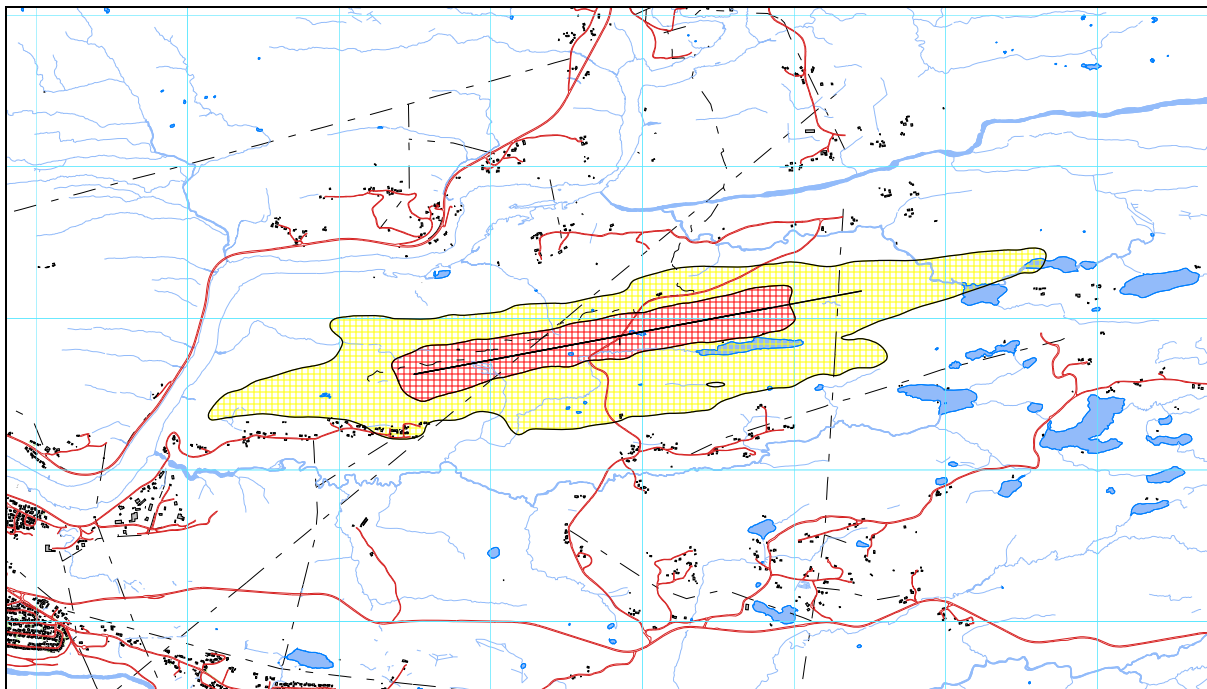
Støysone	Areal
Gul	1.76 km <sup>2</sup>
Rød	0.60 km <sup>2</sup>

Tabell 10-4 Antall boliger med anslag av antall beboere innenfor støysonene for scenario 2.

Støysone	Antall boliger	Antall personer
Gul	1	3
Rød	0	0

### 10.3 Scenario 3

Scenario 3 er et vekstscenario og kan representere en prognosesituasjon med relativt sterk vekst. I denne beregningen er antallet delkilder økt til 11 123 og antall beregningspunkter på bakken er 42 240. Også her er det  $L_{den}$  som alene dimensjonerer støysonene og det vises derfor bare støysonekartet for denne situasjonen.



Figur 10-4 Støysoner etter T-1442 for vekstscenario/prognose. M 1:50 000.

Tabell 10-5 Areal innenfor støysonene for scenario 3.

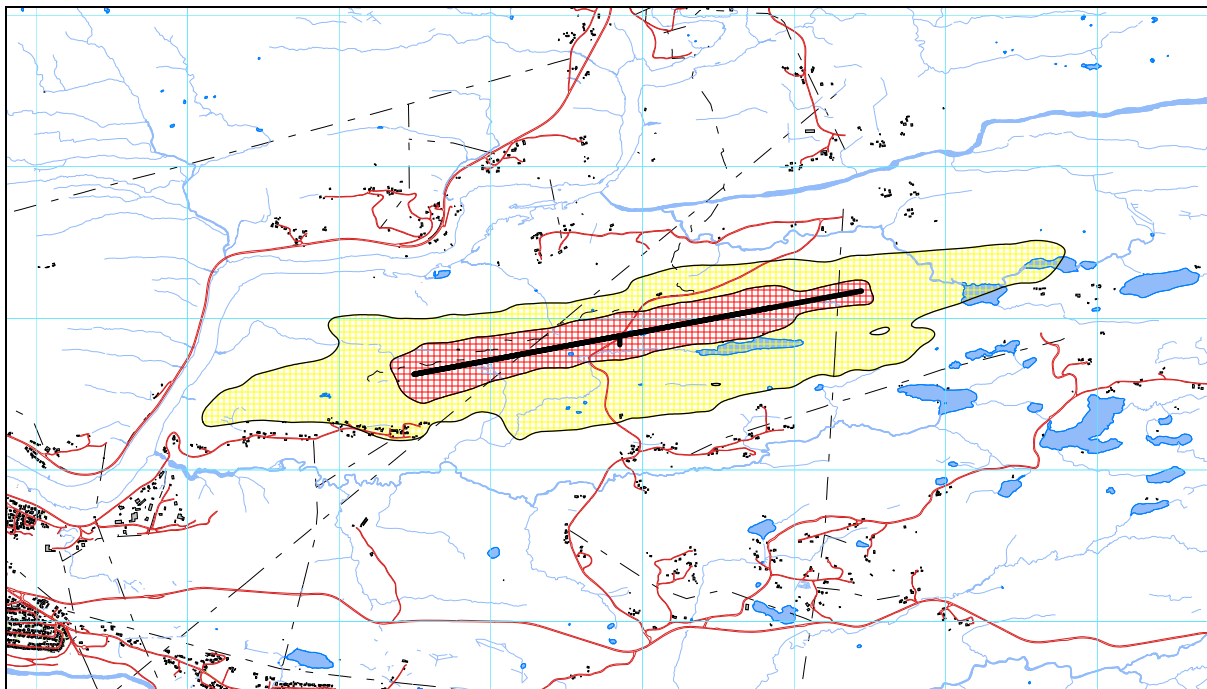
Støysone	Areal
Gul	2.60 km <sup>2</sup>
Rød	0.74 km <sup>2</sup>

Tabell 10-6 Antall boliger med anslag av antall beboere innenfor støysonene for scenario 3.

Støysone	Antall boliger	Antall personer
Gul	12	31
Rød	0	0

#### 10.4 Scenario 4

Scenario 4 er basert på trafikk for prognosesituasjonen med et tillegg på et stort fraktfly med 100 anløp pr år. Det betyr også at rullebanen er forlenget til 3.000 meter. Denne beregningen har 11 123 delkilder og antall beregningspunkter på bakken er 43 264. Som før er det bare  $L_{den}$  som gir bidrag til støysonekartet.



Figur 10-5 Støysoner etter T-1442 med forlenget rullebane og trafikk som for åpningsåret med tillegg av fraktfly og helikopter. M 1:50 000.

Tabell 10-7 Areal innenfor støysonene for scenario 4.

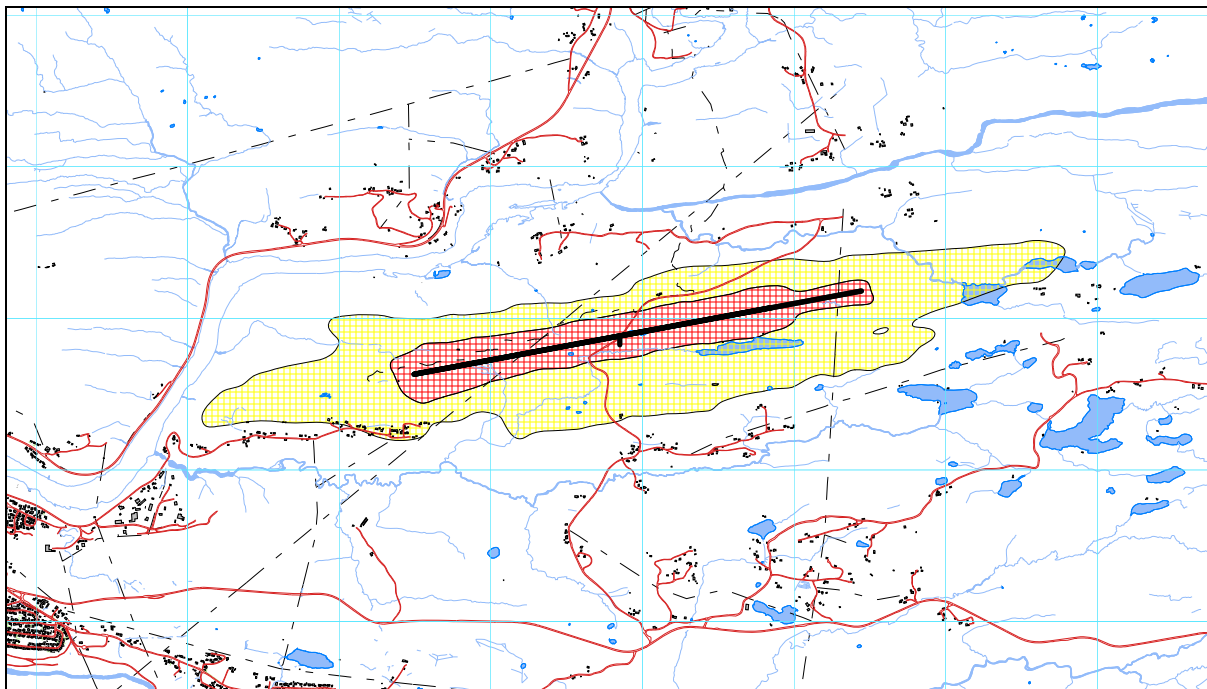
Støysone	Areal
Gul	2.83 km <sup>2</sup>
Rød	0.87 km <sup>2</sup>

Tabell 10-8 Antall boliger med anslag av antall beboere innenfor støysonene for scenario 4.

Støysone	Antall boliger	Antall personer
Gul	20	52
Rød	0	0

## 10.5 Scenario 5

Scenario 5 er et vekstscenario uten helikopter, men med tillegg av forlenget rullebane og 100 årlige anløp av et stort fraktfly. Til denne beregningen er det i alt 10 365 delkilder og det er beregnet på i alt 43 264 punkter på bakken. Også her er det bare  $L_{den}$  som gir bidrag til støysonekartet.



Figur 10-6 Støysoner etter T-1442 for vekstscenario/prognose uten helikopter, men med forlenget rullebane og med tillegg av fraktfly. M 1:50 000.

Tabell 10-9 Areal innenfor støysonene for scenario 5.

Støysone	Areal
Gul	2.82 km <sup>2</sup>
Rød	0.87 km <sup>2</sup>

Tabell 10-10 Antall boliger med anslag av antall beboere innenfor støysonene for scenario 4.

Støysone	Antall boliger	Antall personer
Gul	20	52
Rød	0	0

For alle scenarier er utstrekningen av støysonene i stor grad påvirket av topografien. Det fremgår av figurene at terrenget vil skjerme noe for den nærmeste bebyggelsen for aktivitet som foregår på rullebanen. Effekten avtar noe i vest for den lange rullebanen.

Det faktum at traségrunnlaget er forenklet til rettlinjert inn- og utflyging har liten betydning for utformingen ut fra den betraktning av det er landingsstøy som dominerer lengst ute langs

senterlinjens forlengelse. Noe avvik vil imidlertid kunne forventes dersom svingpunkt ved avganger initieres ved 2000 fot AMSL eller lavere for ruteflyene.

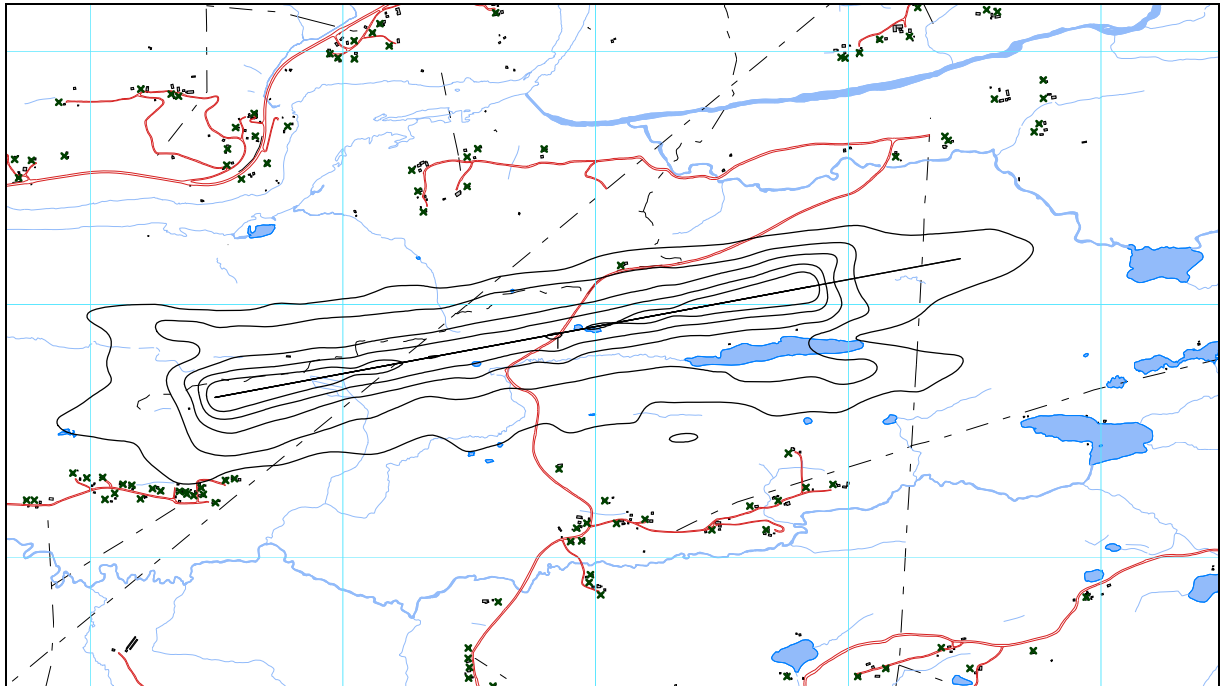
### 10.6 Resultater relatert til teknisk forskrift NS8175

Retningslinjen gir anbefalinger om reguleringsbestemmelser etter plan og bygningslovens § 26. Ved utforming av reguleringsbestemmelser er det anbefalt at støysonegrensene som er vist i figurene foran benyttes. I tillegg anbefales at støynivå innendørs i berørte boliger tilfredsstiller kravene i teknisk forskrift NS8175 klasse C, eventuelt klasse D for eldre bebyggelse. Klasse C angir minstekrav for nye bygninger mens klasse D angir grenseverdier ved rehabilitering av eldre bygninger. Kravene gjelder både for døgnekvivalent nivå og for maksimumsnivå om natten (dersom det er 10 støyhendelser eller mer hver natt). For den nye flyplassen er det bare døgnekvivalent nivå som er relevant. For å få en oversikt over hvor mange hus som kan være berørt er det gjort en opptelling av antall boliger som har døgnekvivalent støynivå over 50 dBA. Det bør vurderes om det skal gjennomføres en kartlegging av fasadeisolasjon av husene for å avdekke om det er behov for tiltak. Med normal bygningskonstruksjon kan en forvente at grensen for tiltak vil kunne gå ved et utendørs døgnekvivalent nivå på 55 dBA i forhold klasse C.

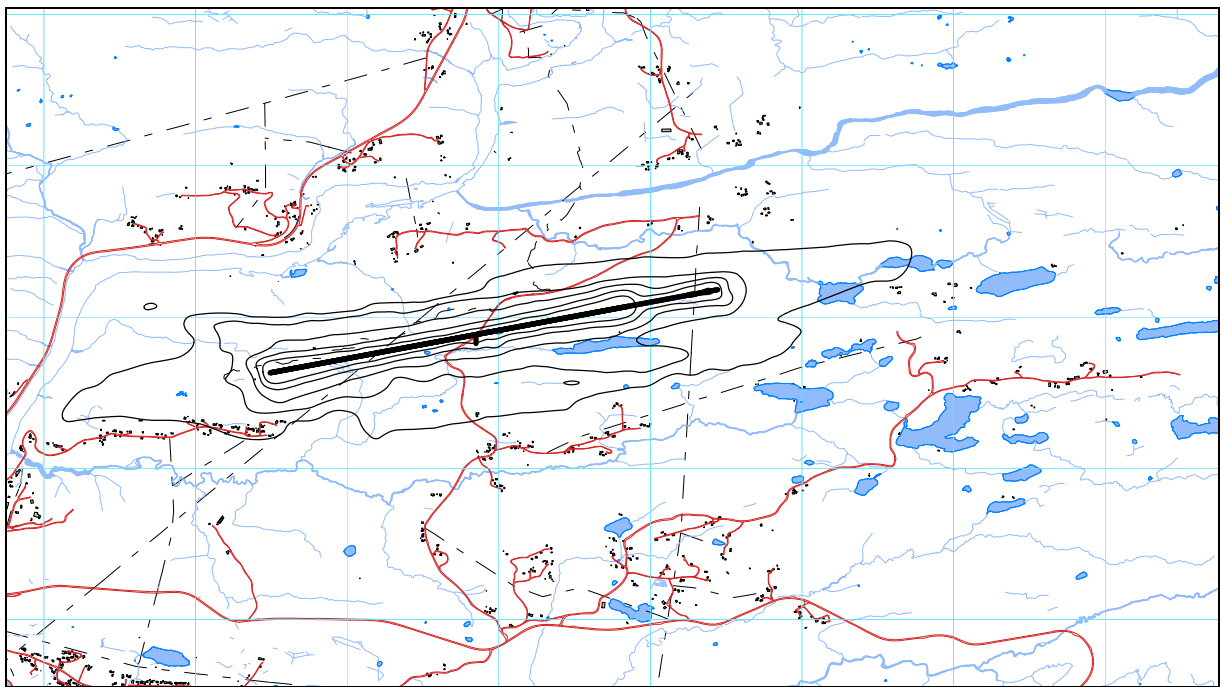
*Tabell 10-11 Antall bolighus utsatt for døgnekvivalent støynivå over 50 dBA.*

Støyintervall, $L_{eq24h}$	Antall boliger Scenario 1	Antall boliger Scenario 2	Antall boliger Scenario 3	Antall boliger Scenario 4	Antall boliger Scenario 5
50-55 dBA	1	1	11	18	18
>55 dBA	0	0	1	1	1

Det er tatt med to figurer for å illustrere hvilke bygninger dette gjelder. Her er det valgt å vise scenario 1 og 4 som er ytterpunktene.



*Figur 10-7 Døgnkvivalent støynivå for scenario 1. Kurvene viser  $L_{eq24h}$  i 5 dB trinn fra 50 – 70 dBA. M 1:30 000.*



*Figur 10-8 Døgnkvivalent støynivå for scenario 4. Kurvene viser  $L_{eq24h}$  i 5 dB trinn fra 50 – 70 dBA. M 1:50 000.*

## 11.RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

Undersøkelsen i forhold til forurensningsforskriften er begrenset her til inngangsverdier for kartlegging av innendørs støynivå. Strategisk støykartlegging og krav om handlingsplaner gjelder bare for lufthavner med langt større trafikkmengde.

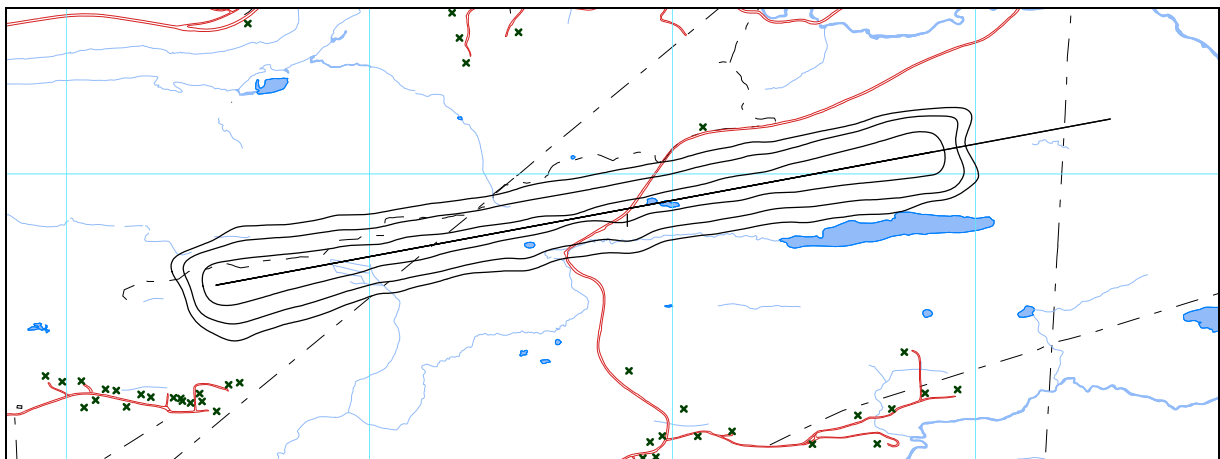
### 11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak

I forhold til krav om kartlegging av innendørs støynivå henvises til bakgrunnsbeskrivelse i kapittel 3.4. Beregningene med NORTIM gjelder bare for utendørs støynivå i frittfelt, men kan omsettes til innendørs nivå for de dårligste støyisolerte boliger som likevel har standard utførelse, ved hjelp av Tabell 3-2. I følge denne tabellen skal kartleggingsgrense for boliger for den nye flyplassen tilsvare et utendørs nivå på  $L_{eq24h}$  på 61 dBA.

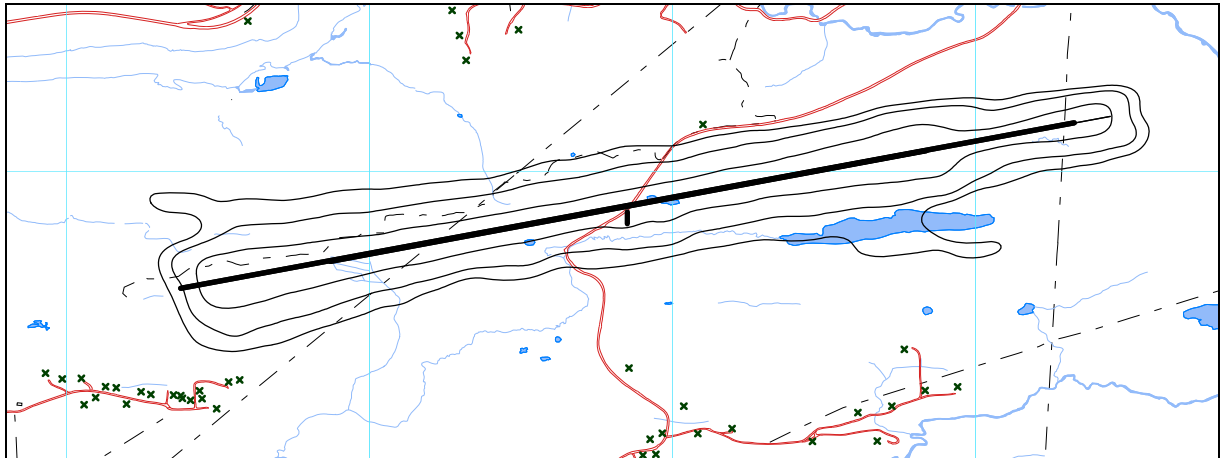
I de følgende figurer vises 3 kurver for  $L_{eq24h}$ . Den midterste er kartleggingsgrensen for flystøy alene, den ytterste er kartleggingsgrense for flystøy og annen støy som er like sterk, mens den innerste er en tentativ tiltaksgrense. Innenfor den innerste må man normalt kunne forvente at bolighus som ikke allerede er gjort tiltak på, kan ha behov for det.

For å begrense antall figurer i rapporten vises her resultatene bare for scenario 1 og 4. Bygninger med støyfølsomt bruksformål er i disse kart markert med grønne kryss. Det framgår av figurene at det ikke er noen bygninger av denne art innenfor noen av de viste kartleggingsgrenser for noen av situasjonene. Punktregninger for hvert enkelt hus bekrefter dette resultatet.

Forurensningsforskriften alene utløser derfor ingen aksjon i forhold til bebyggelsen rundt den planlagte flyplassen.



Figur 11-1 Kartleggingsgrenser for scenario 1. Kotene viser  $L_{eq24h}$  58, 61 og 68 dBA. M 1:25 000.



*Figur 11-2 Kartleggingsgrenser for scenario 4. Kotene viser  $L_{eq24h}$  58, 61 og 68 dBA. M 1:25 000.*



## 12.SAMMENLIGNING MED STØYnivå FOR DAGENS SITUASJON

Den planlagte nye flyplassen ligger nær instrumentinnflyginga til Mo i Rana lufthavn – Røssvoll. Denne er beskrevet i AIP [21]. For prosedyren som benytter retningsfyr, avstandsmåleutstyr og radiofyr er det angitt at flyhøyde over området fra Gruben og inn til merkefyr og retningsfyr er ca 1.300 fot over middelvannstand. Merkefyr og retningsfyr ligger svært nær den vestre enden av 3 kilometers banen, se f. eks Figur 10-6 hvor instrumenthytta er en liten prikk rett sør av baneenden. Det nærmeste boligfeltet til flyplassen ligger like sør for vestre ende av lang rullebane (nedre venstre hjørnet i Figur 11-2). Terrenget her ligger 100-110 meter over havet slik at høyden over bebyggelsen ved innflyging mot Røssvoll vil ligge på ca 1 000 fot. Fra en Dash 8 vil maksimum støynivå da kunne ligge på om lag 74 dBA.

Med ny flyplass vil det nærmeste boligfeltet for scenariene med 2 400 meters rullebane få maksimale støynivå på 86-87 dBA. Med lang rullebane vil høyeste nivå for dette området ligge på 92-94 dBA.

Varighet av støyhendelsene vil imidlertid være ganske forskjellige i forhold til dagens situasjon og det ekvivalente støynivået vil derfor øke mer. Folks reaksjoner på flystøy viser seg å være best korrelert til det ekvivalente støynivået. For boliger som ligger i og omkring ytterkanten av gul sone kan man i en gjennomsnittsbefolkning forvente at 1 av 10 sier flystøyen er sterkt plagsom.

Ut mot og forbi Gruben lokator vil forskjellen mellom støy knyttet til gammel og ny flyplass være omtrent i samme forhold som omtalt over. Ekvivalent støynivå vil i stor grad være dominert av støy fra landinger. Ekvivalent støynivå i området Grubhei vil imidlertid fortsatt ligge langt under det som Miljøverndepartementet definerer inn i støysonene.

Innflyging fra øst går over områder med blant annet reindrift. NINA og SINTEF gjennomførte en undersøkelse på reinens reaksjon på lavflygende jagerfly og helikopter som viste at det var ”svært moderate reaksjoner på luftfartøyene” [24]. Vanligste reaksjon var en kortvaring økt årvåkenhet i det flyet var synlig for dyrene over horisonten og det var ikke påviselig reaksjoner på overflygninger i høyder under 2 000 fot. Kun helikopter i hoovring 60 – 80 fot over dyrene provoserte fram fluktreaksjoner. Resultatene er i følge [24] i tråd med andre rapporterte funn.

Siste del av dagens innflyging mot Røssvoll og området rundt eksisterende flyplass vil naturlig nok få en reduksjon i flystøynivå. Siste beregning av flystøy for Røssvoll [22] viser at flystøysonene der dekker et areal på 0.41 km<sup>2</sup>.

### 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.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 byggforskningssinstitutt 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] Avinor AS  
AIP Norway  
Utgave AMDT/02/08.
- [22] FLYSTØYBEREGNINGER FOR MO I RANA LUFTHAVN – RØSSVOLL 2005 - 2015  
OSL rapport OSLAS RA 0178, revisjon E02. Gardermoen juni 2006.
- [23] MO I RANA LUFTHAVN, POLARSIRKELEN - TRAFIKKBEREGNINGER  
NOTAT fra Polarsirkelen lufthavnutvikling AS, oversendt i e-post av 8-1-2008. Justert i e-post 18-5-2009.
- [24] Finn Berntsen, Rolf Langvatn, Kåre H. Liasjø og Herold Olsen:  
REINENS REAKSJON PÅ LAVTFLYGENDE LUFTFARTØY.  
NINA Oppdragsmelding 390: 1-22. Trondheim januar 1996.

## Vedlegg 1 Flytyper og destinasjoner

I dette vedlegget er det gitt en ytterligere beskrivelse av datagrunnlaget og hvordan det er bearbeidet som en dokumentasjon av prosessen. Denne dokumentasjonen gir grunnlag for kvalitetskontroll dels av den manuelle og dels av den automatiserte bearbeiding som er foretatt. Den gir også grunnlag for å rekonstruere bearbeiding og beregning.

Følgende tabell angir hvilke benevnelser for flytyper som er registrert i den elektroniske journal og i flyprogrammet som er forskjellig fra typebetegnelse i databasen til NORTIM. For å kunne beregne støyutslippet fra disse er det nødvendig å oversette disse benevnelserne til faste flytypebetegnelser for hvilke det eksisterer sikre data for støyutslipp. Data for støyutslipp fra disse flytypene finnes i NORTIMs database. I tabellen viser *ACtype* til oppføringen i tårnjournalen, mens *NewCAtyp* er motsvarende oppføring i Nortims database.

Tabell 13-1 Substitusjoner av flytypebetegnelser fra ICAO koder til databasens koder (der disse er ulike).

<u>ACtype</u>	<u>NewACtyp</u>	<u>ACtype</u>	<u>NewACtyp</u>	<u>ACtype</u>	<u>NewACtyp</u>
ALO3	MHEL	C150	CNA172	L40	GASEPF
AS50	SA350	C172	CNA172	LA4	GASEPV
AS65	MHEL	C182	CNA206	LAMA	LHEL
B06	B206L	C208	CNA20T	LYNX	MHEL
B212	MHEL	C525	CNA500	MF17	GASEPF
B214	THEL	COY2	GASEPF	P28A	PA28
B412	MHEL	DH8A	DHC8	P68T	CNA441
B736	737700	DH8C	DHC830	R44	R22
B738	737800	EC20	LHEL	RF6	GASEPF
B747	747400	GAZL	SA341	S61	THEL
BE20	DHC6	H500	H500D	ULAC	GASEPF
BE58	BEC58P	JABI	GASEPF	AA5	GASEPF

I beregningsprogrammet Nortim tas det bl.a. hensyn til spesielle detaljer omkring støyutslipp avhengig av motorens plassering på flykroppen. Dette er begrunnet i målinger og analyser utført på Gardermoen 2001, og er et forhold der Nortim avviker noe fra internasjonale metoder. På grunn av dette viser følgende tabell motortype (*Accat*) og plassering (*EngInstall*) for de enkelte flytypene i NORTIMs database. I tabellen betyr *W* at motoren er plassert under vingene, *R* at den er plassert på sidene bak på flykroppen, *T* at det er en turboprop, *H* at der er et helikopter og *F* at det er et jagerfly med motor inne i selve flykroppen.

Tabell 13-2 Flytyper, gruppering og motorinstallasjon.

<u>NewACtyp</u>	<u>Accat</u>	<u>EngInstall</u>	<u>NewACtyp</u>	<u>Accat</u>	<u>EngInstall</u>
737700	JET	W	CNA172	GA	P
737800	JET	W	CNA206	GA	P
747400	CARGO	W	CNA20T	GA	P
B206L	HEL	H	CNA441	TP	T
BEC58P	GA	P	CNA500	JET	R

Datagrunnlag versjon 2

Dato: 08.07.09. Tid: 13:59

Filnavn: U:\prosjekt\9021-Akustikk\KO\90E103.18\_Polarsirkelen2\_IG\Arkiv\Rapportering\SINTEF A12130.doc

NewACtyp	Accat	EngInstall
DHC6	TP	T
DHC8	TP	T
DHC830	TP	T
GASEPF	GA	P
GASEPV	GA	P
H500D	HEL	H
LHEL	HEL	H

NewACtyp	Accat	EngInstall
MHEL	HEL	H
PA28	GA	P
PA31	GA	P
R22	HEL	H
SA341	HEL	H
SA350	HEL	H
THEL	HEL	H

Tabell 13-3 Sortering av destinasjoner på retning, samt angivelse av distanse til destinasjon.

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength <sup>5</sup>
EDMS	S	2
EETN	E	2
EFHF	E	2
EFHK	E	2
ENAT	N	1
ENBN	S	1
ENBO	BODO	1
ENDU	N	1
ENEV	N	1
ENGM	S	1
ENHF	N	1
ENHT	S	1
ENKR	N	1
ENLK	BODO	1
ENML	S	1
ENMS	S	1
ENNK	N	1
ENNM	S	1

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength <sup>5</sup>
ENOL	S	1
ENOV	S	1
ENRA	LOKAL	1
ENRG	N	1
ENRO	S	1
ENRS	BODO	1
ENSH	BODO	1
ENSK	BODO	1
ENST	S	1
ENTC	N	1
ENVA	S	1
ENVR	BODO	1
ESNG	E	1
ESNK	E	1
ESNN	E	1
ESNS	E	1
ESNZ	E	1
ESUT	E	1
ZZZZ	E	6

<sup>5</sup> StageLength = 1: 0 - 500 NM, = 2: 500 - 1000 NM,  
 =6: 3500 - 4500 NM