

RAPPORT



Støysoner etter retningslinje T-1442 for Røros lufthavn.

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

SINTEF IKT

Mars 2006

**SINTEF IKT**

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: O S Bragstads plass 2C
7034 Trondheim
Telefon: 73 59 30 00
Telefaks: 73 59 10 39

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Støysoner etter retningslinje T-1442 for Røros lufthavn.

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

OPPDRAGSGIVER(E)

Avinor AS

RAPPORTNR. STF90 A06028	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Are Lien	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-02851-5	PROSJEKTNR. 90E101.76	ANTALL SIDER OG BILAG 34
ELEKTRONISK ARKIVKODE STF90 A06028.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Herold Olsen
ARKIVKODE	DATO 2006-03-29	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Denne rapport viser grunnlag for – og resultater fra beregninger av nye støysoner for Røros lufthavn etter retningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet. Beregningene er utført med dataprogrammet NORTIM, som er utviklet ved SINTEF. Beregningene er utført for dagens situasjon og for en prognose for 2015.

Det nye støysonekartet etter T-1442 dimensjoneres av prognosesituasjonen for 2015. Støysonekartet strekker seg ikke utenfor Røros kommune.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Fly, støy	Aircraft Noise
EGENVALGTE	NORTIM	NORTIM
	Røros	Røros

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	4
2. GENERELT OM FLYSTØY	5
2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger	5
2.1.1 Søvnførstyrrelse som følge av flystøy.....	5
2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy.....	6
3. MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJER	6
3.1 Måleenheter	6
3.2 Støysoner til arealplanlegging	8
3.2.1 Definisjon av støysoner.....	8
3.2.2 Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer	8
3.3 Beregningsmetode	9
3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnet	9
3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM.....	9
3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven	10
4. OMGIVELSER.....	11
4.1 Digitalt kartgrunnlag	11
4.2 Digital terrengmodell	12
5. FLYTRAFIKK	12
5.1 Trafikk i følge tårnjournal	12
5.2 Annen trafikk.....	12
5.3 Oppsummering av trafikk.....	12
5.4 Prognoser.....	14
6. FLYTYPER	14
6.1 Flytyper i bruk	14
6.2 Kildedata for fly	15
6.3 Oppsummering av flydata	15
7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER	15
7.1 Destinasjoner	15
7.2 Flygeprosedyrer.....	15
7.3 Rullebaner	16
7.4 Flytraséer.....	16
7.5 Flygeprofiler.....	25
7.6 Oppsummering av trafikkmønster.....	26
8. SKALERING AV TRAFIKK	26
8.1 Trafikkskalering etter flytype	26
8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer.....	26
8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt	26
9. BEREGNINGSPARAMETERE.....	26
9.1 Beregningsenheter	26

9.2	Beregning i enkeltpunkter	26
9.3	NORTIM beregningskontroll	27
10.	RESULTATER	27
10.1	Dagens situasjon.....	27
10.2	Prognose 2015	28
10.3	Kartleggingsgrenser i hht forurensningsloven	29
10.4	Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA	30
11.	LITTERATUR	32

1. INNLEDNING

I forbindelse med fornying av konsesjon for drift av Røros lufthavn skal det utarbeides nytt flystøysonekart. Avinor AS har gitt SINTEF i oppdrag å utføre en ny beregning av støy fra flytrafikken ved lufthavna. Prosjektansvarlig i Avinor har vært Are Lien og faglig kontaktperson har vært Kåre H. Liasjø i OSL.

Ved Røros lufthavn har sjeflygeleder Gudbrand Rognes bidratt med opplysninger om flyprosedyrer og flymønster, samt kvalitetskontroll av beregningsgrunnlaget.

Beregningsgrunnlaget er delvis basert på tilsvarende utredning etter retningslinje T-22/84 i 1992, se ref. [20].

Prosjektet har vært utført ved SINTEF IKT av Rolf Tore Randeberg og Idar L. N. Granøien med sistnevnte som prosjektleder.

2. GENERELT OM FLYSTØY

Hensikten med dette kapitlet er å gi en forenklet innføring om hvordan flystøy virker på mennesker. Framstillingen baserer seg på anerkjent viten fra det internasjonale forskningsmiljøet.

2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger

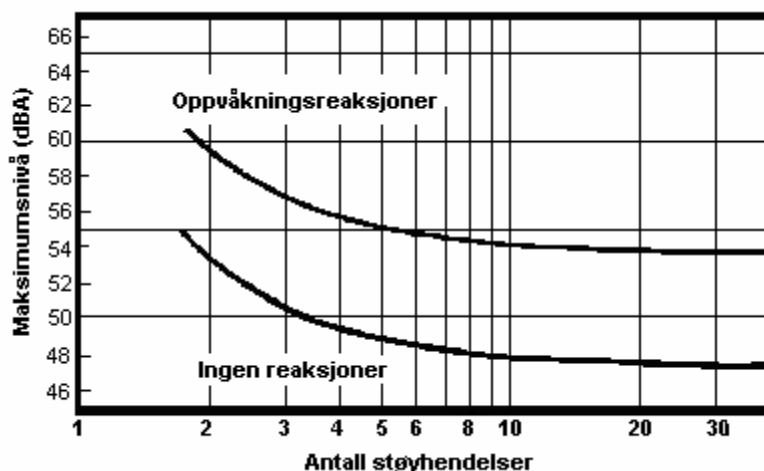
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. Flystøyens frekvensinnhold er slik at de største bidrag ligger i ørets mest følsomme område og det er derfor lett å skille denne lyden ut fra annen bakgrunnsstøy; så lett at man ofte hører flystøy selv om selve støynivået ikke beveger seg over bakgrunnsstøyen.

Folk som utsettes for flystøy rapporterer flere ulemper. De to viktigste typer er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller sjenanse. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader begrenser seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

Det er bred internasjonal enighet om at **vekking** som følge av flystøy kan medføre en risiko for helsevirkninger på lang sikt, se litteraturlisten ref. [1]. Det er **ikke** konsensus på hvorvidt **endring av søvnstadium** (søvnndybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking. (Disse betraktninger kan ikke anvendes for andre typer trafikkstøy hvor støynivået varierer mindre og ikke er totalt fraværende i perioder slik som flystøy kan være.)

Risiko for vekking er avhengig av hvor høyt støynivå en utsettes for (maksimumsnivå) og hvor mange støyhendelser en utsettes for i løpet av natten. Det er normalt store individuelle variasjoner på når folk reagerer på støyen. Derfor brukes oftest en gitt sannsynlighet for at en andel av befolkningen vekkes for å illustrere hvilke støynivå og antall hendelser som kan medføre vekking, som illustrert i Figur 2-1.



Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

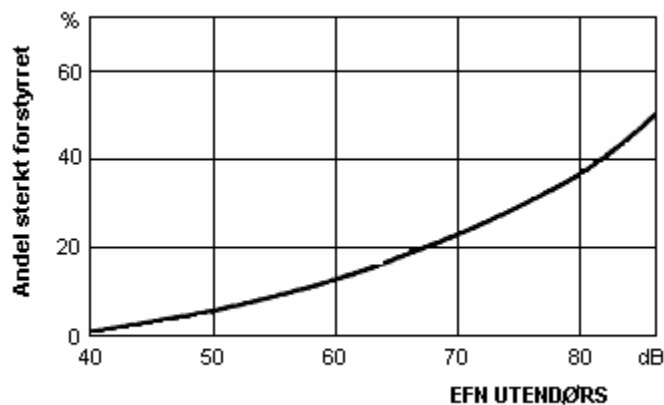
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de *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 gjennomsnitts 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

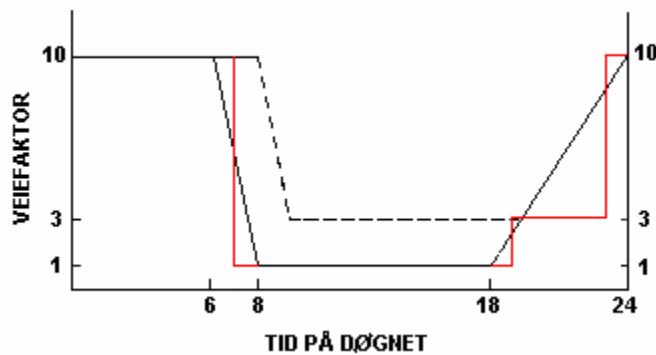
En sammensatt støyindikator, som på en enkel måte skal karakterisere den totale flystøybelastning, og derved være en indikator for flest mulige virkninger, må ta hensyn til følgende faktorer ved støyen: Nivå (styrke), spektrum (farge), karakter, varighet, samt tid på døgnet. Måleenheten for flystøy må 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_{A5S} .

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. Dette tilsvarer en vektning på 3.16 på antall operasjoner.

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 er definert som det høyeste A-veide lydnivå som regelmessig forekommer i et observasjonspunkt, og som klart kan tilskrives flyoperasjoner. “Regelmessig” er definert til en hyppighet på minimum 3 ganger per uke. Det regnes separat maksimumsnivå for natt (22–07) og dag (07–22). MFN er ment å skulle gi utslag dersom maksimumsnivå skulle gi større ulemper enn det som beregnet ekvivalentnivå skulle innebære.

Det nye maksimumsnivået L_{5AS} er i [7] definert som det lydnivå ”som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser”. Denne enheten kommer bare til anvendelse for hendelser som forekommer på natt mellom 23 og 07, og var ment å skulle erstatte MFN på natt. L_{5AS} vil imidlertid ikke identifisere de nivå som kan skape problem for søvnforstyrrelse relatert til Figur 2-1. Antallet ”hendelser” vil kunne variere fra flyplass til flyplass og fra område til område ved en og samme flyplass. Når dimensjonerende nivå defineres til å være en 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.

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.

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

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

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 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 vurderingszone, hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold.

3.3 Beregningsmetode

Vurdering av flystøy etter Miljøverndepartementets retningslinjer gjøres kun mot støysonegrenser som er beregnet, dvs. at man ikke benytter målinger lokalt for å fastsette hvor grensene skal gå. Den beregningsmodellen som benyttes i Norge (se avsnitt 3.3.2), er imidlertid basert på en database som representerer en sammenfatning av et omfattende antall målinger. Under forutsetning av at beregningsmodellen nyttes innenfor sitt gyldighetsområde, må det derfor gjøres meget lange måleserier for å oppnå samme presisjonsnivå som det beregningsprogrammet gir.

Målinger kan nyttes som korrigerende supplement ved kompliserte utbredelsesforhold, ved spesielle flyprosedyrer, eller når beregningsprogrammet eller dets database er utilstrekkelig.

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunlaget

I retningslinje T-1277 ble det lagt til grunn at den travleste sammenhengende 3-måneders periode på sommerstid (mellom 1. mai og 30. september) skulle benyttes som 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/EC¹ 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 trafikkgrunlaget.

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_{EQ} , 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 beregningsgrunlaget og uttegning av kart og resultater. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

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

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 256 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 drøyt 900 forskjellige typer fly og helikopter. I tillegg er det mulig å legge inn brukerdefinerte data for fly- og helikoptertyper som ikke er definert i databasen. I slike situasjoner hentes data fra andre anerkjente kilder eller egne målinger.

3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven og ble oppdatert i 2002 [17].

Forskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak. For støy er kartleggingsgrensen satt til døgnekvivalent nivå (L_{EQ24h}) 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_{EQ24h}):

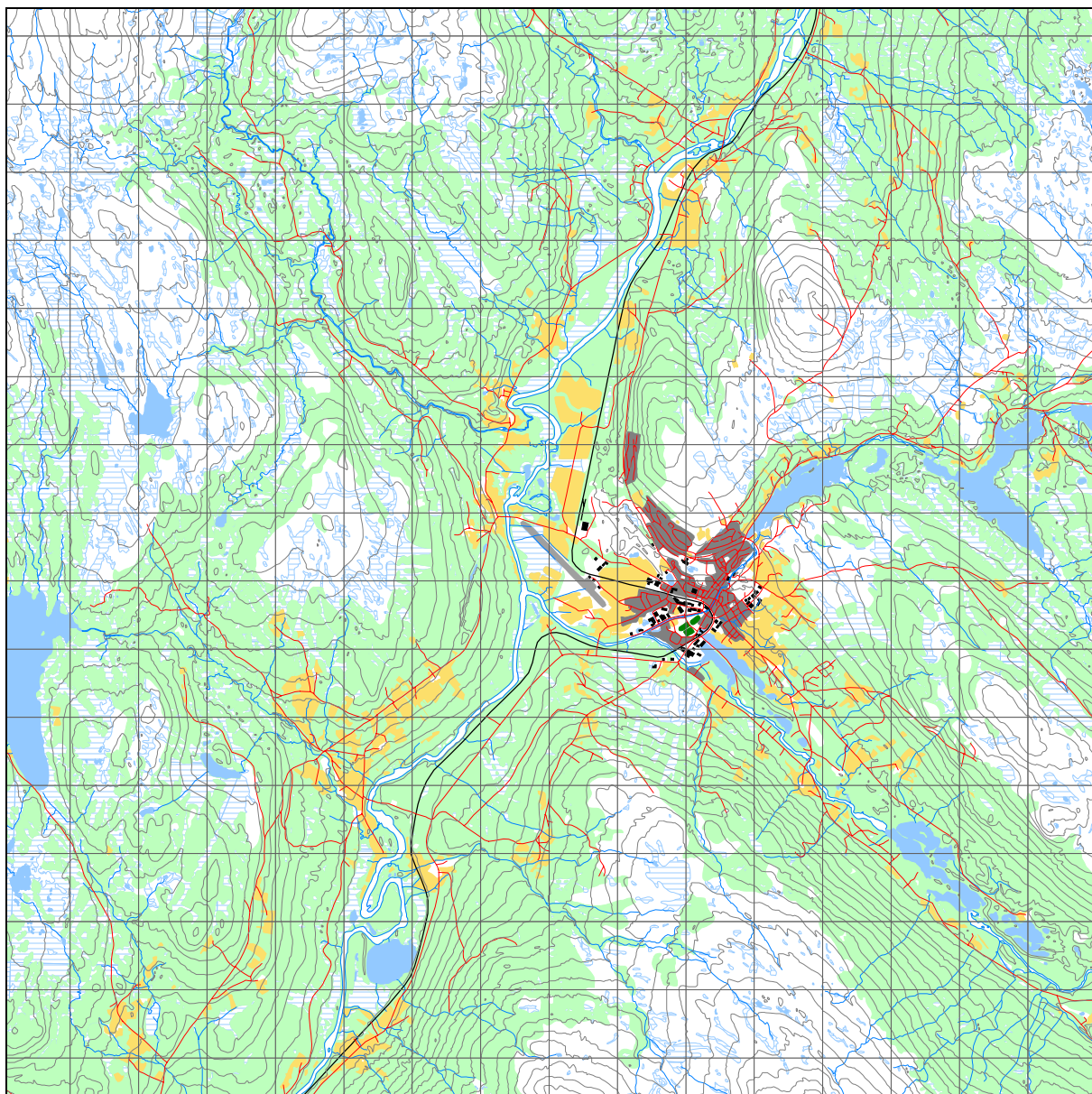
Tabell 3-2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltnivå til
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 levert via Norkart AS som del av Avinors avtale med Statens kartverk. Kartverket er levert på SOSI format og basert på N50 serien. I rapporten blir det brukt til bakgrunnsillustrasjoner i forskjellig målestokk. Koordinatsystem er NGO1948 akse 3. Et rutenett med 1 km avstand er lagt inn i alle kart. Rutenettet er orientert etter akse 3.



Figur 4-1 Basiskart for undersøkelsen i målestokk 1:100.000.

Tabell 4-1 Kartreferanse.

Name	ICAO_code	OrigoEast	OrigoNorth	CoordSys	CoordAxis	Description
Røros	ENRO	32000	510000	4	3	SOSI levert av NORKART

4.2 Digital terrengmodell

Digital terrengmodell er tidligere levert av Avinor for hele landet. Et utsnitt av dette benyttes for å beregne topografiens innvirkninger på lydutbredelsen. Topografidata består av høydeinformasjon i (desi-)meter over havet for et punktmønster med 50 meter avstand mellom hvert punkt i nord og øst –retning.

5. FLYTRAFIKK

I flystøyberegningen inngår trafikken fra et helt år, og 2005 er valgt som grunnlag. Trafikken over Røros lufthavn domineres i antall av skoleflyging. Rørosfly AS driver kommersiell flyskole med base her, med en og to motors propell-drevne fly med stempelmotorer. Rutetrafikk består i ett daglig anløp av turbopropmaskiner med Widerøe som operatør. Det er også noe aktivitet med små privatfly.

5.1 Trafikk i følge tårnjournal

Avinor gjennom OSL har levert tårnjournal for Røros på elektronisk form i to Excel ark. Data fra disse er importert inn i NORTIM. Hele tårnjournalen for 2005 er lagt inn.

5.2 Annen trafikk

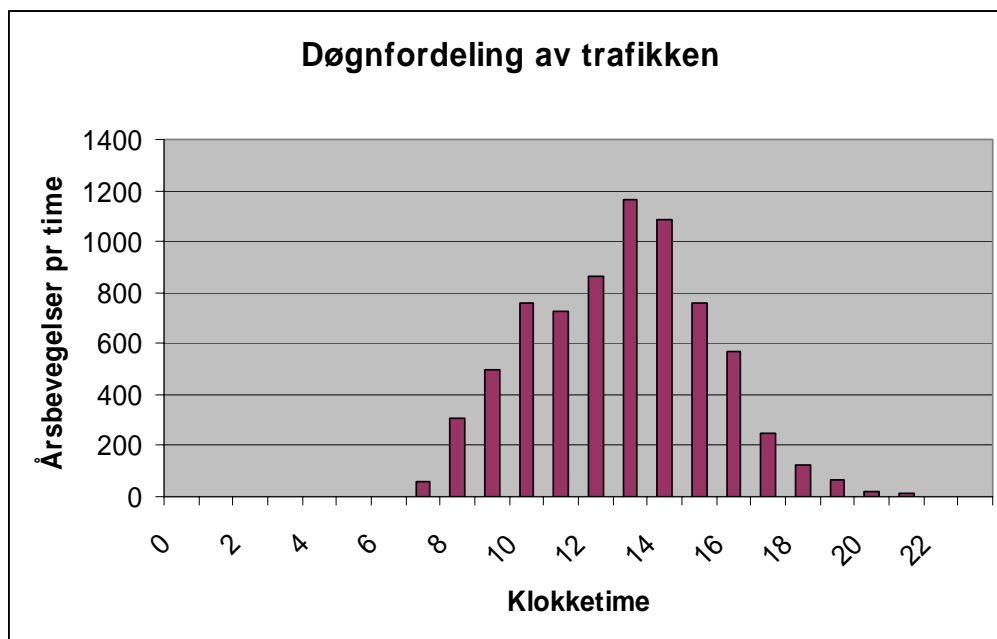
På bakgrunn av lokal statistikk for annen aktivitet i luftrommet, legges det inn 12 low approach på dagtid med F16 i løpet av året. I denne sammenheng vil disse opptre som 12 landinger og 12 avganger, men hastigheter, motorpådrag og høyder justeres for å simulere en lav passering.

5.3 Oppsummering av trafikk

Her vises noen summariske oversikter for trafikken basert på det tilsendte materialet.

Tabell 5-1 Totalt antall bevegelser fra elektronisk logg supplert med "low approach". LA=landinger, TG="tough & go", TO=avganger.

TO_LA	SumOper
LA	1359
TG	4567
TO	1355



Figur 5-1 Døgnfordeling av årstrafikken.

Det fremgår av Tabell 5-1 at totalt antall bevegelser er 7281, hvorav 24 er low approach. I elektronisk logg er derfor antallet 7257, inklusive landingsrunder "touch & go". Hver landingsrunde teller som 2 bevegelser, en landing og en avgang.

Totaltallet for landinger og avganger i elektronisk logg (eks low approach) er lavere enn tallet fra offisiell statistikk utgitt av Avinor [23]. Det er også lavere enn hva lufthavnens egen statistikk for året viser [24]. I den følgende tabellen er det angitt antall operasjoner for hver kategori flyging fra elektronisk logg og her er lagt inn en kolonne som også angir tilsvarende tall fra [24].

Tabell 5-2 Trafikk fordelt på type flyginger; sammenligning mellom elektronisk logg og lokal statistikk.

FLT	Type flyging	SumOper elektronisk	Lokal statistikk
1	Ruteflyging	592	588
2	Ikke regelbunden trafikk	65	58
3	Fraktflyginger	6	0
5	Annen kommersiell helikopterflyging	18	18
6	Annen kommersiell flyging	4	4
11	Ettersøk- og redningstjeneste	20	20
12	Ambulanseflyging	31	31
13	Skole- og instruksjonsflyging	5619	6786
14	Posisjonsflyging	35	45
16	Kontrollflyginger	13	18
17	Allmenn flyging	757	762
21	Militær flyging	(her inkl 24 L/A:)	121 143

Det fremgår av tabellen at avvikene først og fremst gjelder skole og instruksjonsflyging, samt for militær trafikk. For de øvrige er det bare små avvik. Det kompenseres for avvikene ved at grunnlaget skaleres opp før beregning, se kapittel 8.

5.4 Prognoser

Flystøy skal beregnes for dagens situasjon og en prognose 10–20 år fram i tid. Avinor har framlagt en prognose [25] som angir en forventet vekst på antall anløp med passasjerfly. I perioden fram til 2020 er det antatt en årlig økning på 1.3 %. For øvrige kategorier flyging er det angitt nullvekst.

6. FLYTYPER

6.1 Flytyper i bruk

I den elektroniske loggen er det notert i alt 65 forskjellige flytyper. For beregning av støy må det gjøres en kobling mellom de angitte flytyper og databasen. For flere av flytypene benyttes data for andre flytyper som har støymessig samme egenskaper. De fleste støymessige dominante flytyper har sine egne datasett i databasen. Etter at disse er identifisert står vi igjen med i alt 25 forskjellige datasett som representerer trafikken på flyplassen gjennom 2005. Den følgende tabell gir en oversikt over hvilke flytyper som står igjen.

Tabell 6-1 Flytyper som inngår i beregningsgrunnlaget med de betegnelser de har i støydatabasen.

NewACtyp	Accat	EngInstall	NewACtyp	Accat	EngInstall
737500	J3	W	FAL20	J2	R
737700	J3	W	GASEPF	P0R	P
B212	H	H	GASEPV	P0	P
BEC58P	P0R	P	HS748A	T2	T
C130HP	T0	T	LEAR35	J3	R
CIT3	J3	R	LHEL	H	H
CNA172	P0	P	MHEL	H	H
CNA206	P0	P	MU3001	J3	R
CNA20T	P0	P	R22	H	H
CNA441	T0	T	SA350	H	H
DHC6	T0	T	THEL	H	H
DHC8	T3	T			
DHC830	T3	T			
F16N	J0	F			

I tabellen er det noen flytyper som representerer samlebetegnelser for grupper av fly og helikoptre. GASEPF og GASEPV er småfly med en motor med henholdsvis fast og variabel pitsj på propellbladene. Gruppene LHEL, MHEL og THEL er henholdsvis lette, middels og tunge helikoptre. F16N er norsk jagerfly, hvor N peker på spesielle data for norske flyprosedyrer med flytypen.

Flytypene sorteres igjen i grupper (Accat) som operasjonsmessig har samme egenskaper og prosedyrer. Her står bokstavene J for jet, T for turboprop, P for propell drevet av stempelmotor og H for helikopter. (Gruppen P0R representerer Rørosfly.) I tillegg angir tabellen hvordan motorene på flyene er montert: W under vingene, R bak på flykroppen, F angir innebygd i kroppen, T og P

angir propell, mens H står for helikopter. Motorplassering har betydning for direktivitet av støykilden som er en viktig parameter ved beregning av lydutbredelsen.

6.2 Kildedata for fly

De 25 flytypene har 24 støydatasett. DHC8 og DHC830 benytter samme støydatasett, men har forskjellige klatreegenskaper etc.

6.3 Oppsummering av flydata

De følgende tabellene viser trafikkmengder på flytyper og grupper etter den bearbeiding som er omtalt foran.

Tabell 6-2 Antall flybevegelser pr gruppe fly.

ACcat	SumOper	P0	595
H	113	POR	5788
J0	24	T0	86
J2	2	T2	20
J3	58	T3	595

Tabell 6-3 Antall bevegelser pr flytype etter substitusjon.

NewACtyp	SumOper	NewACtyp	SumOper	NewACtyp	SumOper
737500	10	CNA441	16	LEAR35	2
737700	14	DHC6	52	LHEL	48
B212	20	DHC8	505	MHEL	12
BEC58P	2233	DHC830	90	MU3001	20
C130HP	18	F16N	24	R22	5
CIT3	12	FAL20	2	SA350	16
CNA172	498	GASEPF	3555	THEL	12
CNA206	16	GASEPV	73		
CNA20T	8	HS748A	20		

7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

7.1 Destinasjoner

Med destinasjoner menes i denne sammenheng både hvor fly skal når de drar fra Røros og hvor de kommer fra ved landinger. Det meste av trafikken er av lokal karakter, dvs. at Røros er både avgangs- og landingssted. For de øvrige destinasjoner samles de i fire hovedgrupper, som representerer de fire himmelretninger.

7.2 Flygeprosedyrer

I grunnlaget for støyberegningen legges det inn prosedyrer for landinger og avganger til gruppene av destinasjoner for hver rullebaneretning og for hver gruppe av fly definert i Tabell 6-2. Hver prosedyre defineres med en andel av den aktuelle trafikkmengden slik at trafikken her fordeles mellom rullebanene og ulike måter å fly inn og ut på (f.eks. instrument/visuelt).

I fordelingen av trafikken på prosedyrene er følgende forhold lagt inn.

- Widerøes fly har destinasjon Gardermoen. I 85 % av tilfellene lander flyene på bane 32, dvs. med innflyging fra sørøst over Hådalen. Like stor andel tar av i samme retning. 20 % av alle avgangene flyr visuelt og legges i en umiddelbar sving mot Mesnali, de øvrige følger instrumentprosedyre publisert i Jeppesen.
- Rørosfly har preferanse på å bruke bane 14 i landingsrunder på grunn av terrenget. Her benyttes en 60/40 fordeling. For vanlige avganger og landinger benyttes 60 % landing på 14, 60 % avgang på 32. Alle landinger følger instrumentprosedyre. For innflyging til 32 legges alle bevegelser inn med en runde i "racetrack" ved Rambu.
- Low approach med jagerfly legges inn med 50/50 fordeling.
- Helikopter legges inn med 50/50 fordeling nord/sør.
- For den øvrige trafikk legges det inn 60/40 fordeling mellom bane 32 og 14.
- Småflyaktivitet utenom flyskolen går via 3 deklarererte sjekkpunkter i [21] og ett upublisert over et vatn ca 5 NM rett vest av flyplassen. 5 % av avgangene går rett ut Hådalen mot Femunden.

7.3 Rullebaner

Rullebanen på Røros har betegnelsen 14/32 og har en lengde på 1720 meter og bredde på 40 meter. I flystøyberegningen defineres rullebanen ved terskelpunktene slik som vist i tabellen under. Koordinatene er hentet fra AIP [21] og transformert til NGO1948 akse 3 ved hjelp av programmet SKTrans. I tillegg til hovedrullebanen legges inn en landingsplass for helikopter foran ekspedisjonsbygningen.

Tabell 7-1 Koordinater for rullebaner i NGO akse 3.

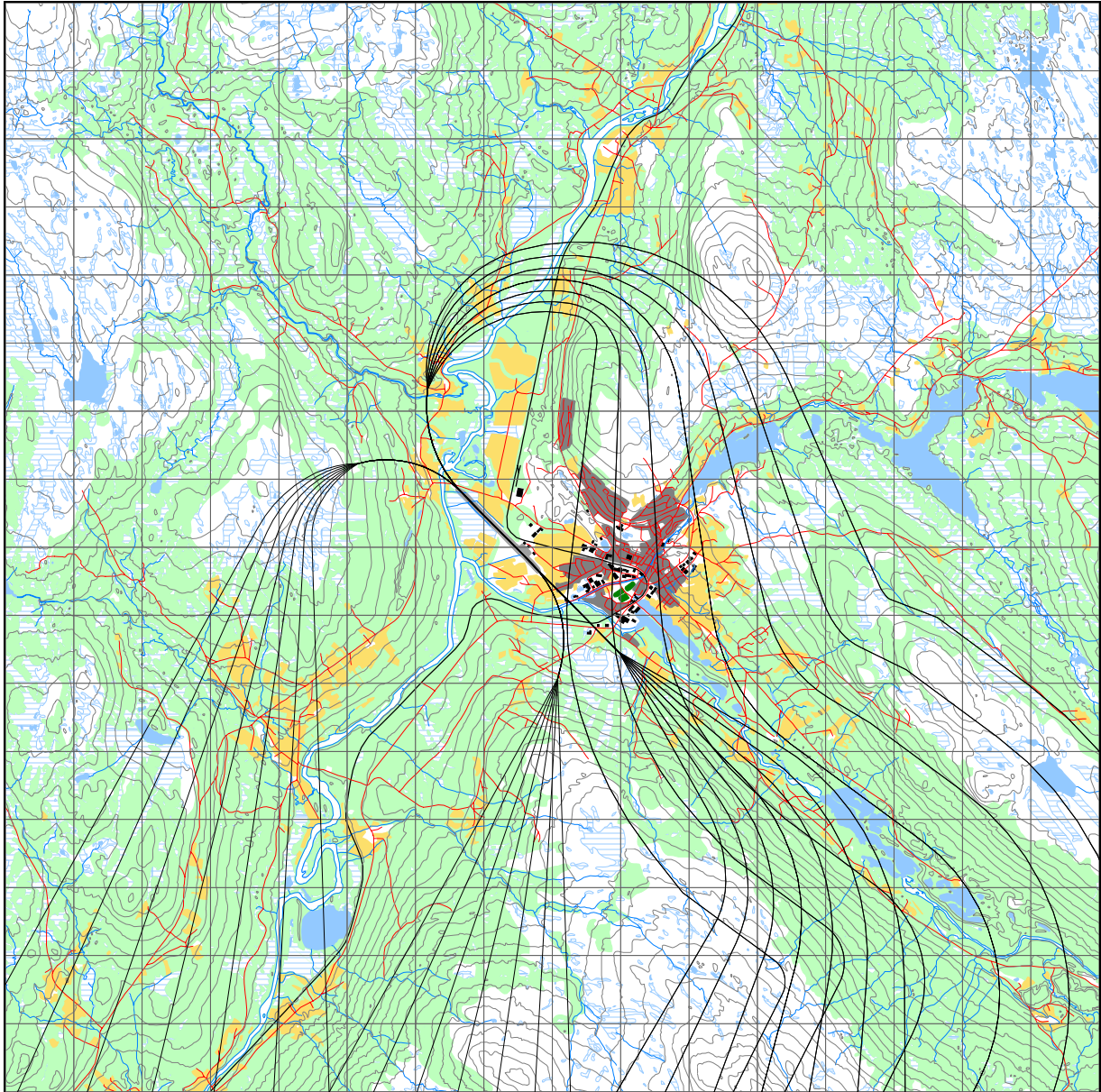
RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
14	31668	510809	625.1	32831	509624	625.1	136	1660
32	32831	509624	625.1	31668	510809	625.1	316	1660
HP	32575	510000	625.1	32609	509965	625.1	136	49

I beregningene vil rullebanene med en tilleggslengde på 50 meter i hver ende legges inn som en akustisk hard flate.

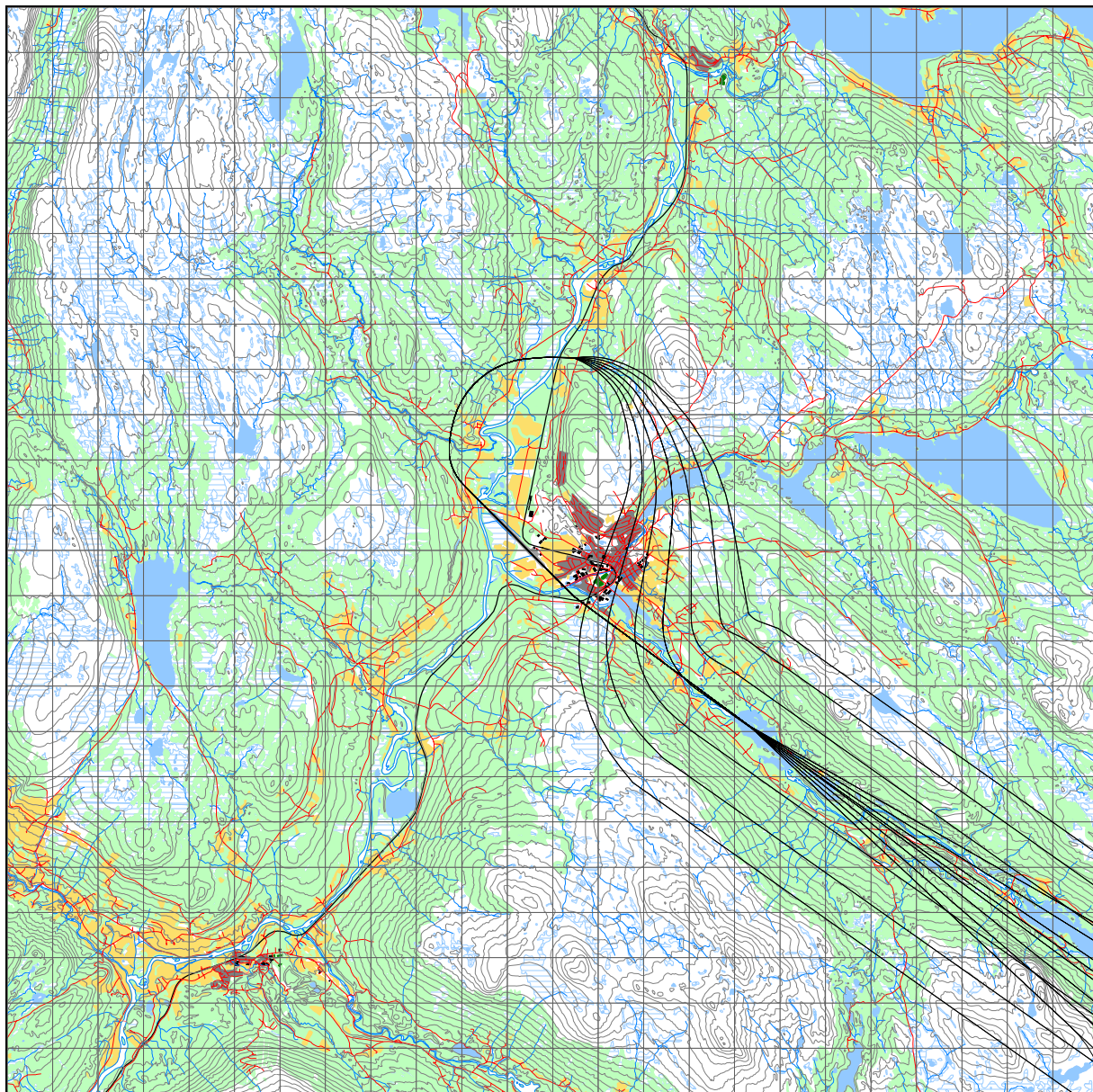
7.4 Flytraséer

For hver prosedyre som deklarerer foran defineres det et sett traséer. Traséene konstrueres ut fra beskrivelsen av prosedyren, tatt hensyn til flytypens stigerate og hastigheter. For å beskrive en naturlig statistisk spredning rundt den konstruerte trasé, benyttes en standardisert metode ref [26]. I praksis betyr dette at i tillegg til den konstruerte trasé legges inn 6 spredtraséer, 3 på hver side. Trafikkmengdene normalfordeles på de da totalt 7 traséer i hver gruppe.

De følgende figurer viser traségruppene for hver av de forskjellige gruppene fly som er definert i Tabell 6-2 med unntak av jetfly som legges inn med samme traséer som for ruteflyene.

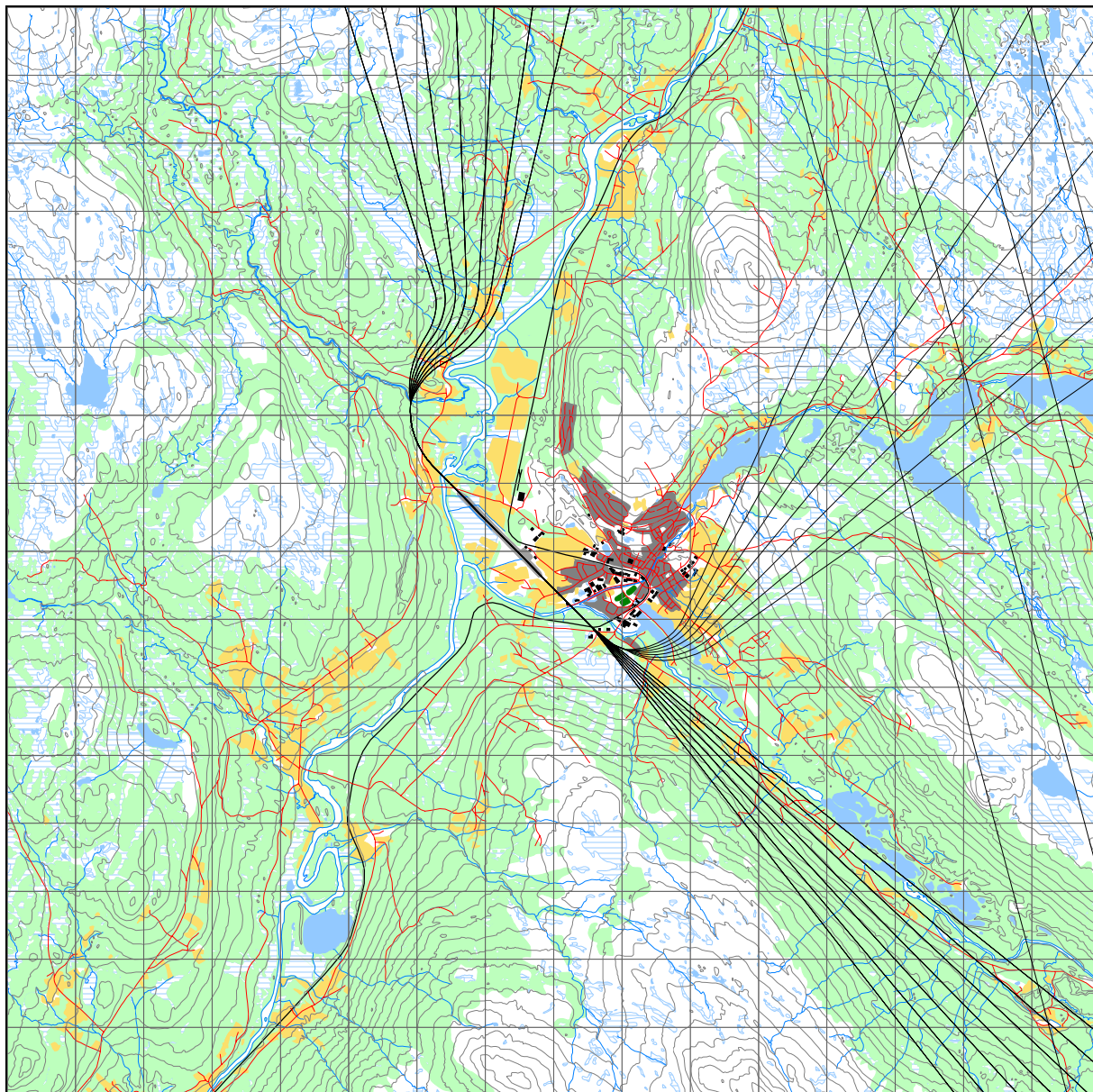


Figur 7-1 Avgangstraséer for rutefly med spredning. M 1:100.000.



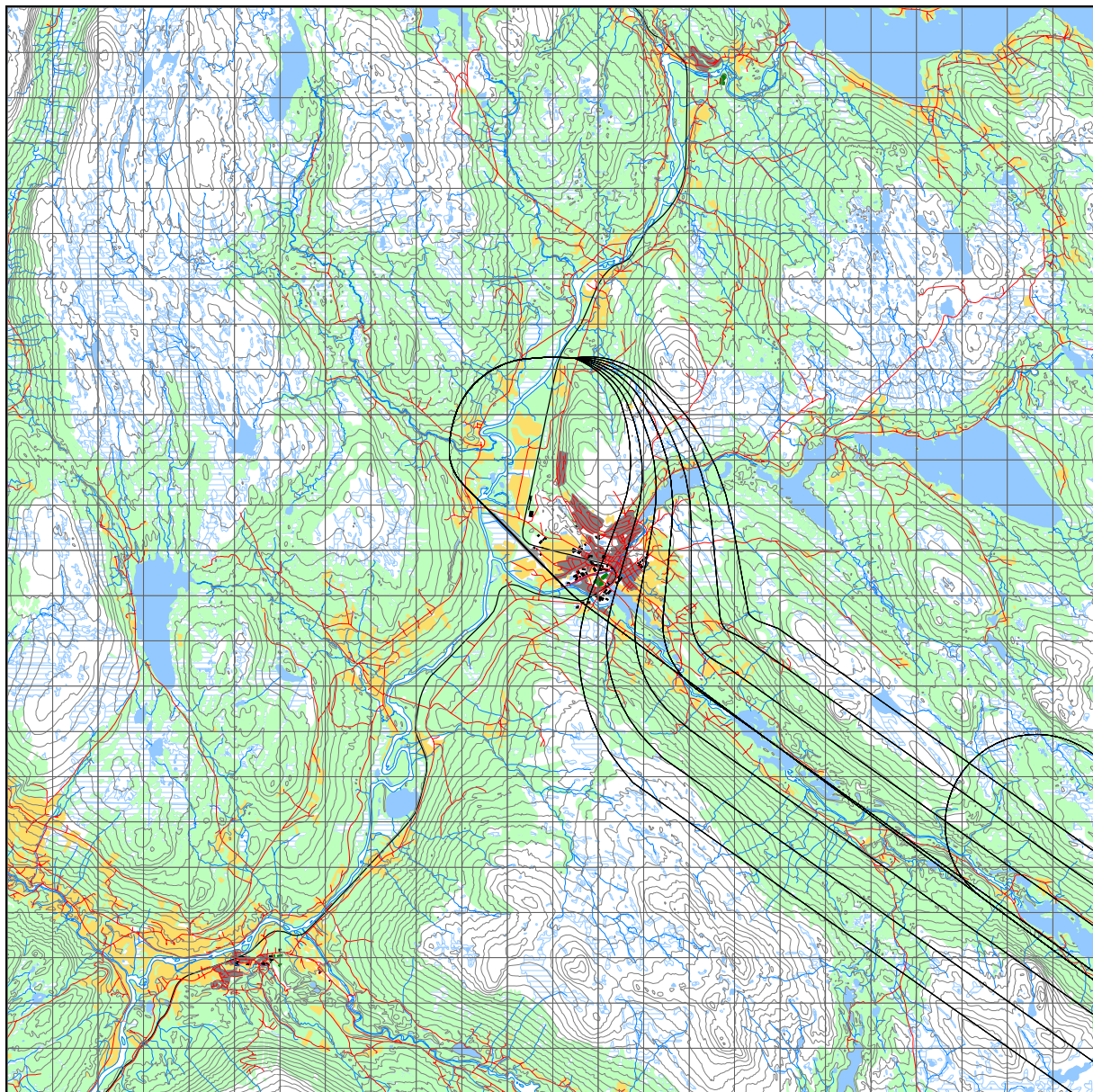
Figur 7-2 Landingstraséer for rutefly. M 1:100.000.

Landing på bane 14 følger instrumentprosedyren inn fra Rambu og går over til å følge sirklingslys på siste del av innflygingen.



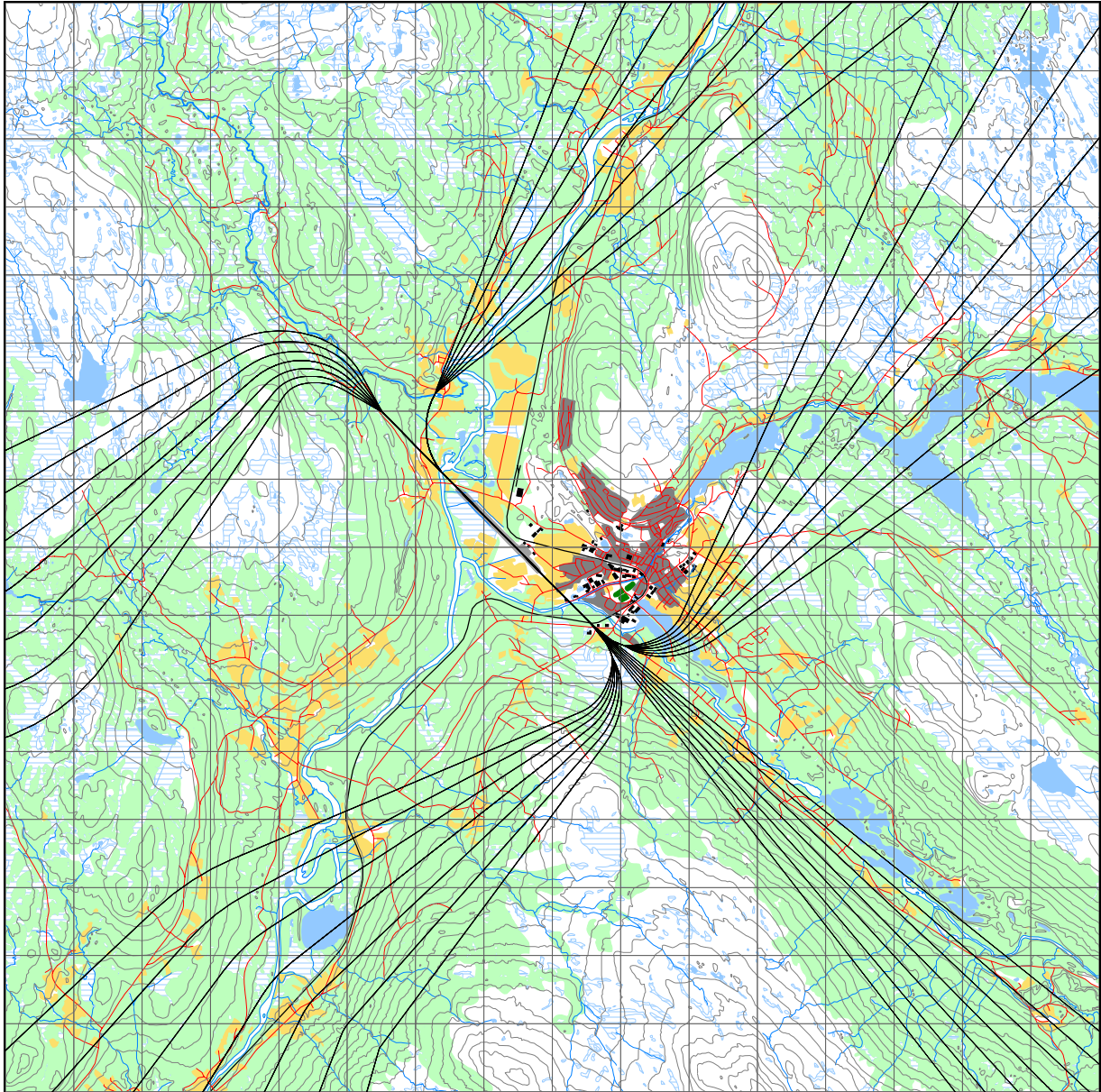
Figur 7-3 Avgangstraséer for flyskolen. M 1:100.000.

Avgangene på 32 følger instrumentprosedyre og er lagt direkte mot Rambu ved oppnådd avstand/høyde. De parallelle linjer i øvre høyre hjørne er spredetraséer for denne del av prosedyren. Det er lagt inn en visuell avgangsprosedyre mot treningsfeltet over Aursunden ved avgang på 14.

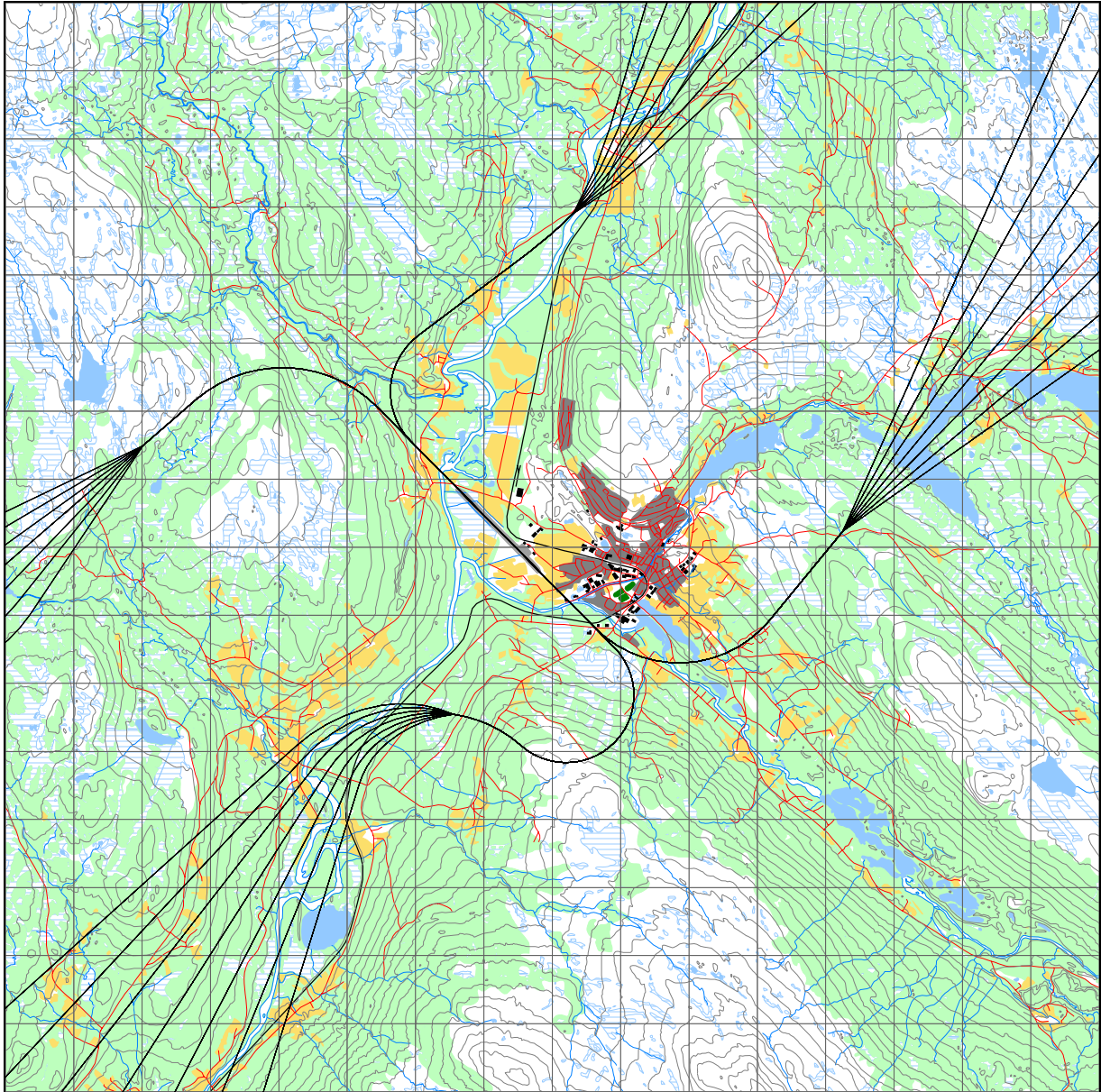


Figur 7-4 Landingstraséer for flyskolen. M 1:100.000.

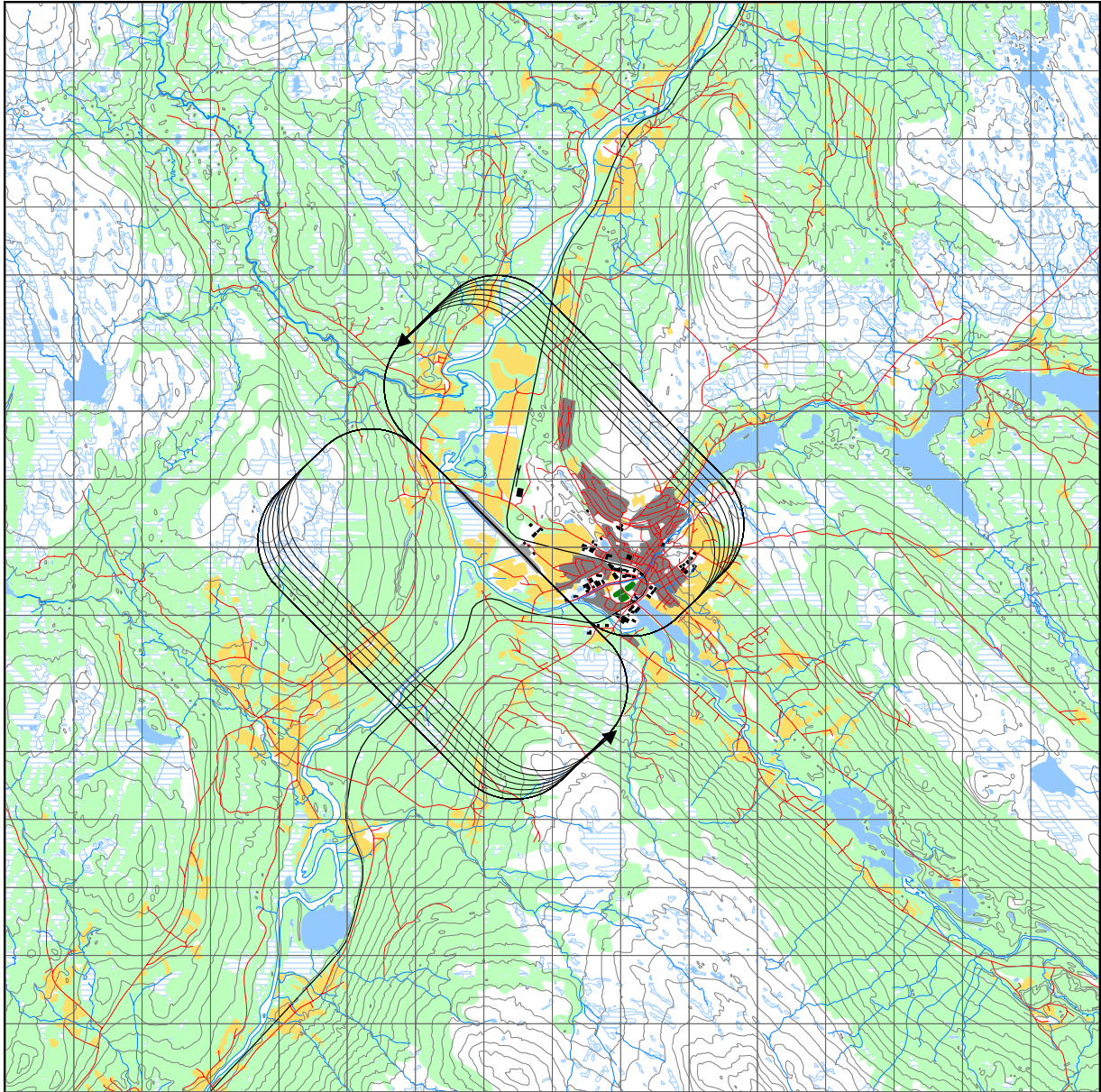
Det er ikke lagt inn spredning for landingene på 32. Disse følger nominell trasé og gjennomfører alle en runde i "racetrack" over området øst og sørøst av Rambu. Dette tilsvarer instrumentprosedyren publisert i AIP [21].



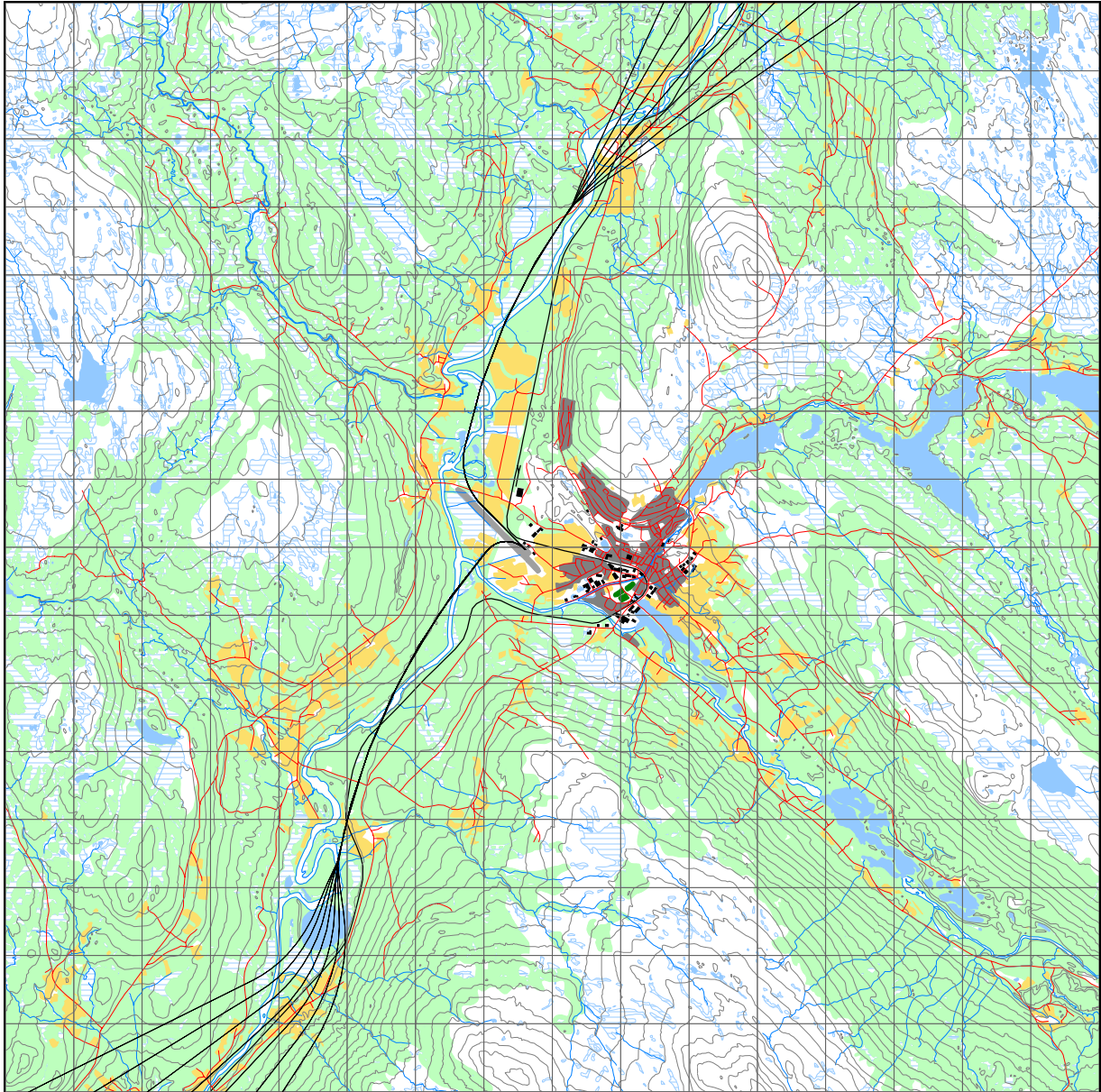
Figur 7-5 Avgangstraséer for private småfly. M 1:100.000.



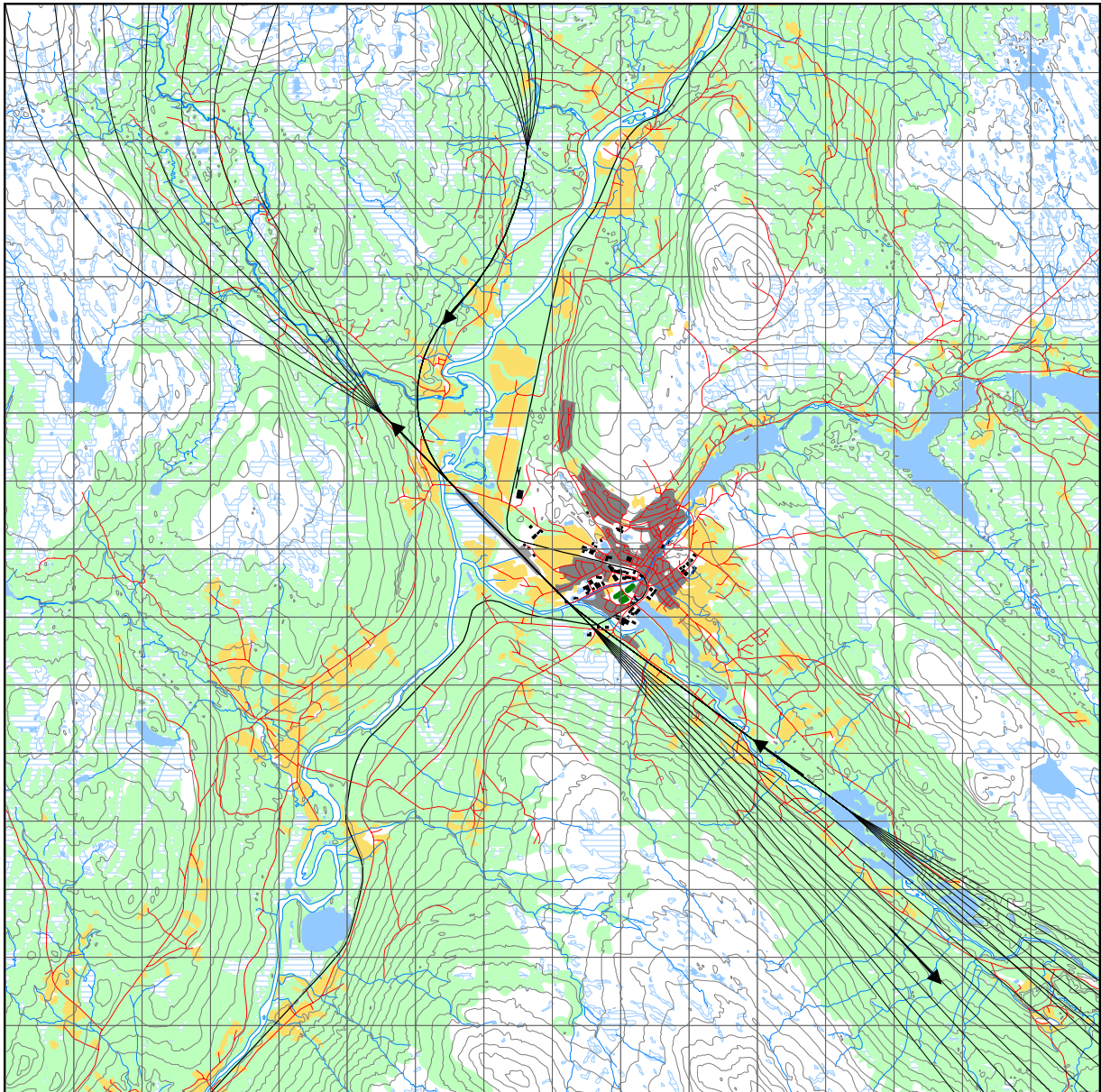
Figur 7-6 Landingstraséer for private småfly. M 1:100.000.



Figur 7-7 "Touch & Go"



Figur 7-8 Landings- og avgangstraséer for helikopter. M 1:100.000.



Figur 7-9 Traséer for low approach for jagerfly. M 1:100.000.

7.5 Flygeprofiler

Det benyttes standard avgangsprofiler fra databasen for de flytypene som inngår beregningene. Røros ligger på 2000 fots høyde, noe som skulle tilsi dårligere klatreegenskaper på flyene. Dette oppveies i noen grad av at temperaturen i gjennomsnitt er lavere enn hva som ligger til grunn for de profiler som ligger i databasen til beregningsprogrammet.

For landinger er det benyttet glidebanevinkel på 3.4° til bane 32, samsvarende med instrumentprosedyren fra AIP [21]. For flyskolen er det lagt inn segmenter i profilen på 3250 fot over flyplassens nivå for de deler av instrumenttreningen som går i racetrack ved Rambu. Motorpådrag i denne delen av profilen er satt til 75 %. For landing på bane 14 benyttes 4° som samsvarer med PAPI innflygingslysene. Helikopter er lagt inn med 6° innflyging.

Høyde på medvindsleggen på landingsrundene er lagt til 1050 fot over rullebanenivå.

Datagrunnlag versjon 1

Dato: 29.03.06. Tid: 13:07

Filnavn: U:\prosjekt\9021-Akustikk\KO\90E101_76_FlystøyRøros_IG\Arkiv\Rapport\STF90 A06028.doc

Low approach med F16 beregnes ved å simulere en landing og en avgang. Avgangen simuleres uten at flyet er nede på rullebanen, men ligger i 100 fot over banen i 150 kts hastighet med 82 % motorpådrag. Innflyging og utklatring er beregnet med normal profil fra der profilene krysser 100 fots høyde.

7.6 Oppsummering av trafikkmønster

Tabell 7-2 Fordeling av trafikk på rullebanene for landing, avgang og T&G

RWY	TO_LA	SumOper
14	LA	630.3
14	TG	2740.2
14	TO	654.5
32	LA	670.0
32	TG	1826.8
32	TO	644.6
HP	LA	57.0
HP	TO	56.0

Tabellen viser at for landinger og avganger så er det nærmest 50/50 fordeling over året.

8. SKALERING AV TRAFIKK

8.1 Trafikkskalering etter flytype

For dagens situasjon skaleres aktiviteten på skole- og instruksjonsflyging opp i henhold til avviket vist i Tabell 5-2 med en faktor på $6786/5619 = 1.2077$. Militær trafikk (utenom low approach) skaleres opp med faktoren $143/(121-24) = 1.4742$.

For prognosesituasjonen beregnes 10 år fram i tid. Med en årlig økning på rutetrafikken på 1.3 %, gir dette en total økning på 13.79 %, tilsvarende en skaleringsfaktor på 1.1379. For de øvrige typer flyging sier prognosen flat utvikling.

8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer

Det er ikke forventet noen endringer på bruk av prosedyrer og traséer. Alle tilgjengelige skaleringsfaktorer for dette settes derfor til 1.0.

8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt

Det er ikke forventet endringer i døgnfordelingen av trafikken og mulige skaleringsfaktorer er derfor også her satt til 1.0.

9. BEREGNINGSPARAMETERE

9.1 Beregningsenheter

Det beregnes for de enheter som er relatert til retningslinje T-1442, samt støvforskriften, dvs L_{DEN} , L_{5AS} og L_{EQ24h} .

9.2 Beregning i enkeltpunkter

Koordinater for alle støyømfintlige bygninger innenfor Røros, Os og Holtålen kommune er hentet fra databasen Norges Eiendommer (GAB) fra Norsk Eiendomsinformasjon AS. Databasen er

Datagrunnlag versjon 1

Dato: 29.03.06. Tid: 13:07

Filnavn: U:\prosjekt\9021-Akustikk\KO\90E101_76_FlystøyRøros_IG\Arkiv\Rapport\STF90 A06028.doc

oppdatert pr 2006-02-12. Det foretas punktberegninger på alle hus innenfor beregningsområdet. Beregningsområdet strekker seg ut til dit hvor støynivået ligger 20 dB lavere enn laveste grense for støysonene.

9.3 NORTIM beregningskontroll

Beregningene gjøres for et gjennomsnittsdøgn for 2005 og for prognosen for 2015. For støysonene legges ut en beregningsgrid med punkttetthet på 64 fot, ca 19.5 meter, som er høyeste oppløsning som normalt brukes for slike beregninger. Beregningene gjøres for en mikrofonhøyde på 4 meter og inkluderer virkning fra topografi.

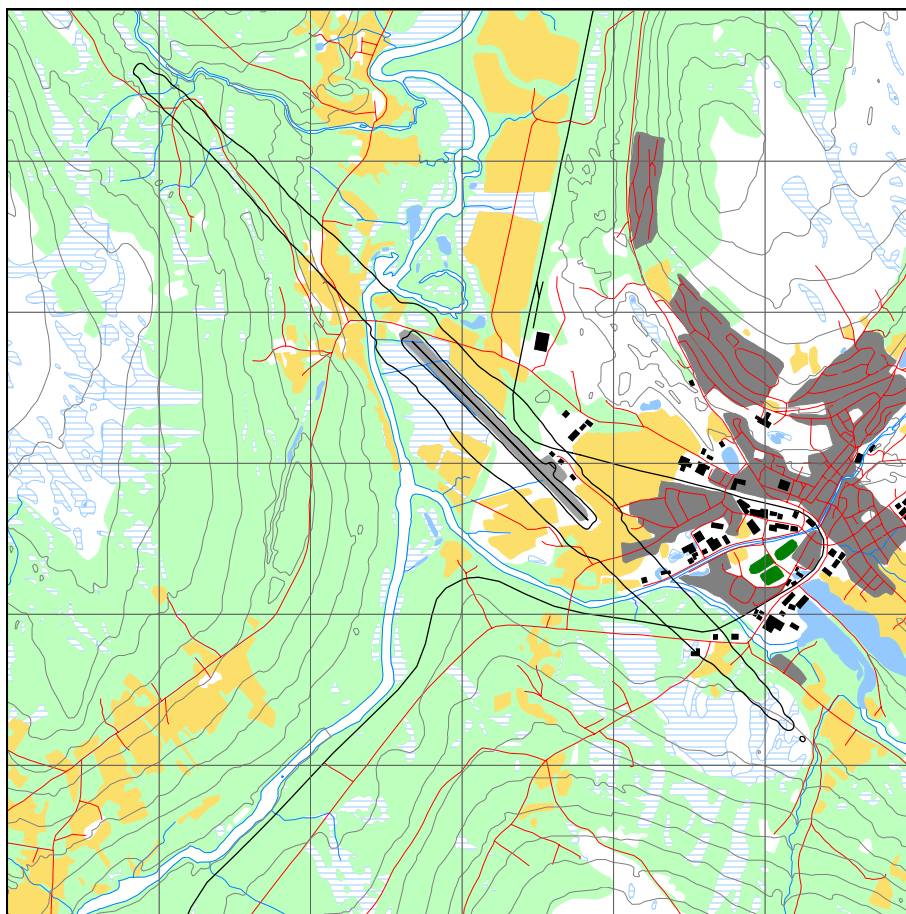
10.RESULTATER

Beregning er foretatt med Nortim.exe versjon 3.1.006, som er siste versjon av programmet. Grunnlaget brytes ned til 22413 segmenter (støykilder) i dagens situasjon, økende til 22553 i prognosen.

Resultatene vises i form av koter og soner på kart, samt i tabeller for antall berørte hus og personer i forhold til grenseverdier.

10.1 Dagens situasjon

Støyberegningen for dagens situasjon omfatter 183 296 punkter og dekker dermed et område på nærmere 70 km². Det betyr at det er beregnet langt utenfor det areal som danner støysonene.



Figur 10-1 L_{DEN} for dagens situasjon for Røros lufthavn. Kotene viser L_{DEN} 52 og 62 dBA. M 1:50 000.

Datagrunnlag versjon 1

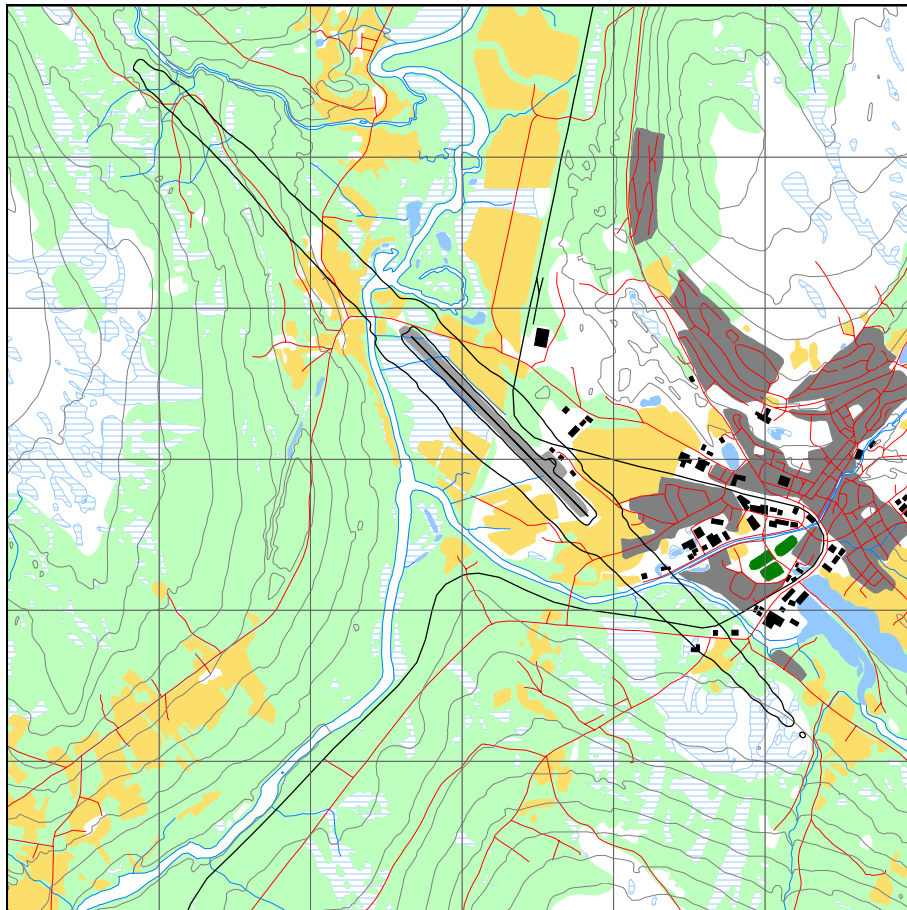
Dato: 29.03.06. Tid: 13:07

Filnavn: U:\prosjekt\9021-Akustikk\KO\90E101_76_FlystøyRøros_IG\Arkiv\Rapport\STF90 A06028.doc

Lufthavnen er stengt på natt og det er dermed ikke andre støyenheter en LDEN som dimensjonerer støysonekartet. Støysonekartet for dagens situasjon er derfor identisk med Figur 10-1.

10.2 Prognose 2015

Støyberegningen for prognosen dekker nøyaktig samme område som for dagens situasjon. Det framgår av resultatene at den lille økning som er forventet i rutetrafikken ikke gir et synlig utslag på støysonene.

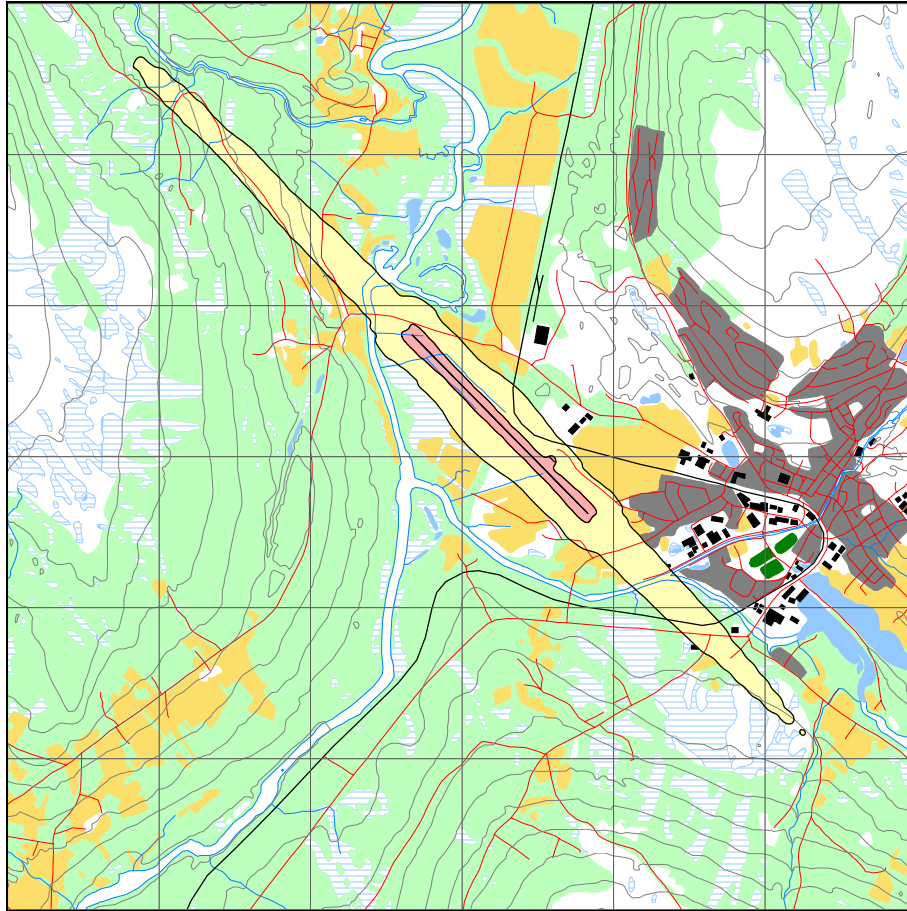


Figur 10-2 LDEN for prognosen for 2015 for Røros lufthavn. Kotene viser LDEN 52 og 62 dBA. M 1:50 000.

Støysonekartet for T-1442 blir dermed som vist i følgende figur. Areal innenfor sonene er vist i den følgende tabell.

Tabell 10-1 Areal innenfor støysonene for Røros lufthavn.

Støysone	Areal (km ²)
Gul	1.51
Rød	0.19



Figur 10-3 Støysonekart etter T-1442 for Røros lufthavn. M 1:50 000.

Det framgår av kartet at rød sone omtrent dekker rullebanen og dens skuldre.

10.3 Kartleggingsgrenser i hht forurensningsloven

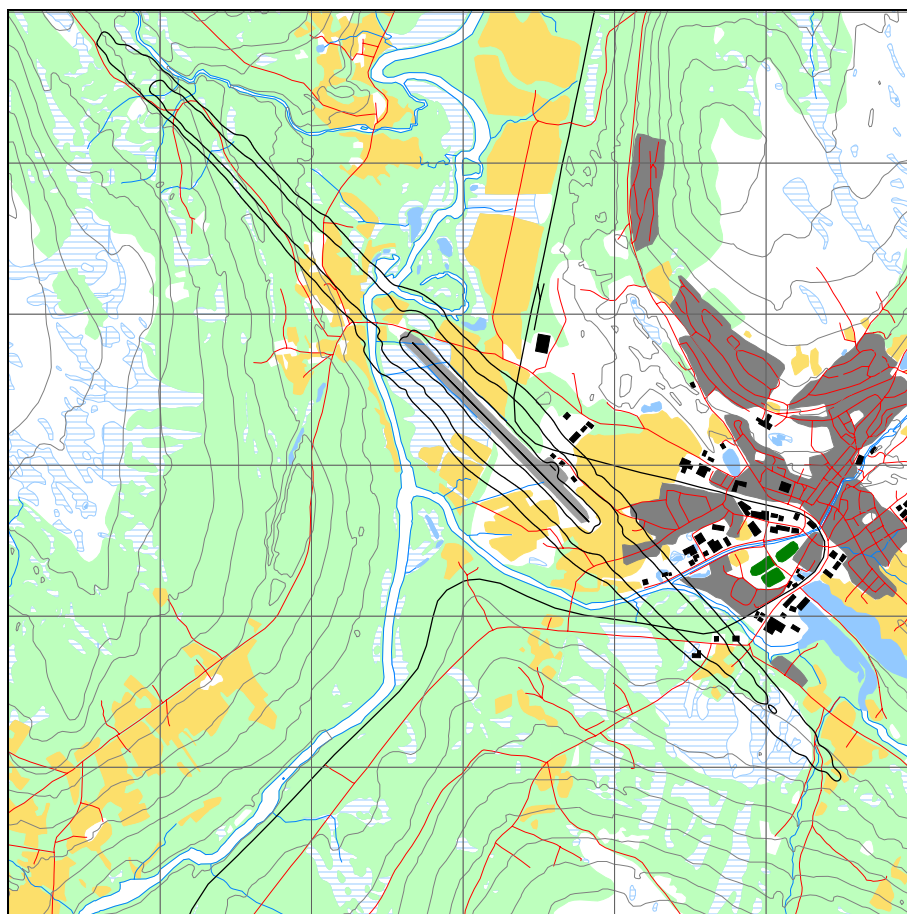
Forurensningsforskriften fordrer at det skal kartlegges boliger som har et innendørs støynivå på 35 dBA flatt 24 timers ekvivalentnivå (L_{EQ24h}). Beregningene av flystøy er imidlertid for utendørs nivå. Det lages derfor et kotekart basert på utendørs nivå som skal fange opp hus som kan ha et innendørs nivå over kartleggingsgrensen etter en metode definert i kapittel 3.4 og med grenser definert i Tabell 3-2. Flystøy ved Røros lufthavn domineres av propellfly. Kartleggingsgrensen for flystøy alene går dermed ved 53 dBA L_{EQ24h} utendørs nivå. For å vise hvilke områder som må undersøkes for eventuell samlet påvirkning med andre støykilder trekkes også kurven for L_{EQ24h} 50 dBA. Tiltak skal gjøres for boliger som etter kartlegging viser seg å kunne ha et innendørs nivå på L_{EQ24h} 42 dBA. Dette tilsvarer her et utendørs nivå på L_{EQ24h} 60 dBA. Disse kotene er vist i Figur 10-4

Bygninger identifiseres ved uttrekk fra GAB-registret, som omtalt i kapittel 9.2. Det gjøres punktregninger for alle husene innenfor det 64 kvadratkilometer store beregningsområdet. Hus som har høyere nivå enn døgnekvivalent nivå 50 dBA telles opp og resultatene er vist i den følgende tabell. Adresselister med eiere på bygningene, slik de er registrert i GAB, er trukket ut og blir oversendt oppdragsgiver separat. Listene er unntatt offentlighet, men danner utgangspunkt for eventuell videre kartlegging.

Figuren som vises her gjelder for dagens situasjon og 4 meters beregningshøyde.

Tabell 10-2 Antall boliger innenfor kartleggingsgrensene

L _{EQ24h}	Antall boliger	
	Dagens situasjon	Prognose 2015
50.0-53.0	60	59
53.0-60.0	24	26
60.0 ->	0	0


 Figur 10-4 Kartleggingsgrenser etter forurensningsforskriften for dagens situasjon. Kartet viser koter for L_{EQ24h} 50, 53 og 60 dBA. M 1:50 000.

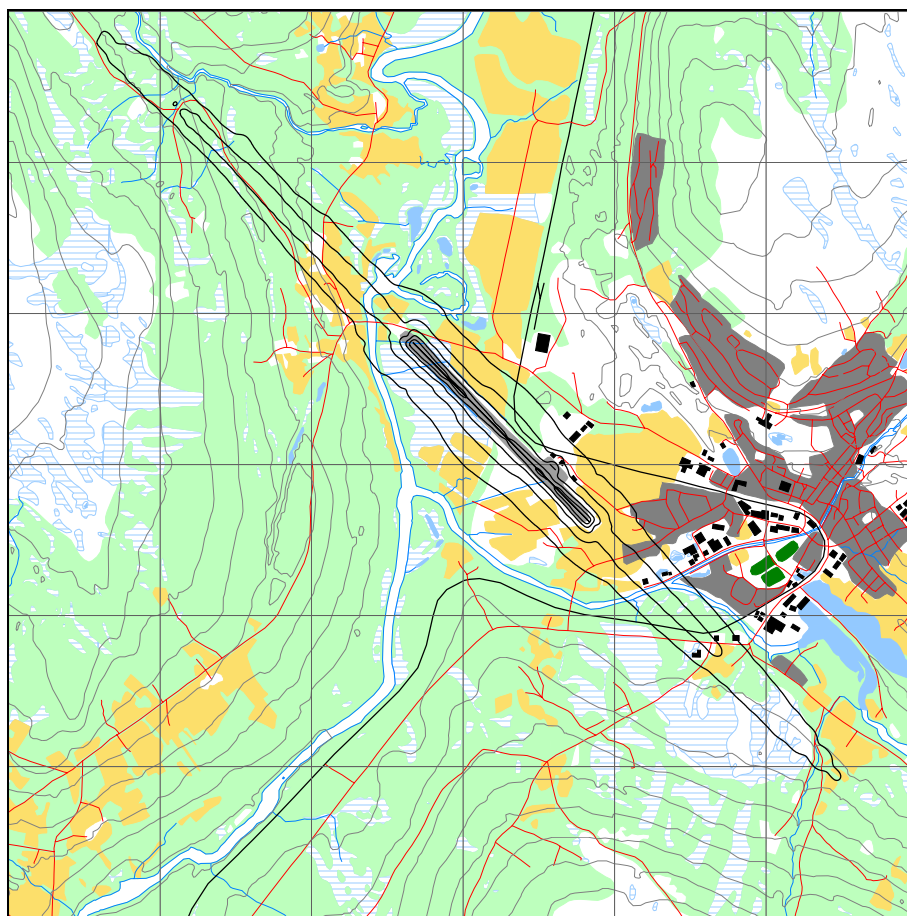
10.4 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA

I en undersøkelse fra 1999 [27] ble det foretatt en kartlegging for antall mennesker på landsbasis som var utsatt for støy fra transport høyere enn L_{EQ24h} 50 dBA. Opp tellingen ble basert på kartlegging av antall boliger av forskjellige typer og et gjennomsnittlig antall mennesker bosatt på hver boligtype. Antall mennesker pr boligtype er justert fylkesvis.

For Røros ble en forenklet metode benyttet for å beregne støynivået i [27] ved at elliptisk formede støykoter ble benyttet. I den etterfølgende tabell er tallene fra undersøkelsen gjengitt sammen med beregnede tall for dagens situasjon og prognosen fra det nye grunnlag. Figur 10-5 viser støykotene for prognosesituasjonen. Dagens situasjon er praktisk talt lik, dvs mindre enn en strektykkelse forskjellig.

Tabell 10-3 Antall personer bosatt innenfor L_{EQ24h} 50 dBA.

L_{EQ24h}	Antall boliger		
	Dagens situasjon	Prognose 2010 fra [27]	Prognose 2015
50.0-55.0	211	188	214
55.0-60.0	20	35	20
60.0-65.0	0	0	0
65.0-70.0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0



Figur 10-5 Døgnkvivalent nivå for prognosen 2015. Kotene er for L_{EQ24h} 50, 55, 60, 65 og 70 dBA, men de to innerste ligger helt inne på rullebanen.
M 1:50 000.

11. LITTERATUR

- [1] B. Griefahn:
MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE.
Proceedings of the 6th 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.
Rapport nr. TA-581, Oslo, mars 1983
- [4] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. Granøien, J. M. Fields:
RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU.
ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, November 1990
- [5] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien:
RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.
SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994
- [6] A. Krokstad, O. Kr. Ø. Pettersen, S. Å. Storeheier:
FLYSTØY; FORSLAG TIL MÅLEENHETER, BEREGNINGSMETODE OG
SONEINNDELING.
ELAB-rapport STF44 A81046, revidert utgave, Trondheim, mars 1982
- [7] Miljøverndepartementet:
RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING.
Retningslinje T-1442. Oslo, 26. januar 2005
<http://odin.dep.no/md/norsk/dok/regelverk/retningslinjer/022051-200016/dok-bn.html>
- [8] Miljøverndepartementet:
T-1277 RETNINGSLINJER ETTER PLAN- OG BYGNINGSLOVA OM AREALBRUK I
FLYSTØYSONER
<http://odin.dep.no/md/norsk/regelverk/rikspolitiske/022005-990564>

AREALBRUK I FLYSTØYSONER.
Retningslinjer T-1277. Oslo, april 1999 (Papirutgaven).
- [9] Statens Forurensningstilsyn:
VEILEDER TIL MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE FOR
BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (STØYRETNINGSLINJEN).
Publikasjon TA-2115/2005. Oslo august 2005
<http://www.sft.no/publikasjoner/luft/2115/ta2115.pdf>
- [10] H. Olsen, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien:
TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS

- IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM.
SINTEF DELAB Report STF40 A95038, Trondheim, april 1995
- [11] Rolf Tore Randeberg, Herold Olsen, Idar L N Granøien, Tone Berg:
NORTIM VERSION 3.0. USER INTERFACE DOCUMENTATION.
SINTEF Report STF90 A04037, Trondheim, 22. April 2002
- [12] Idar L N Granøien, Rolf Tore Randeberg, Herold Olsen:
CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND
GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION
AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO
AIRCRAFT FAMILIES.
SINTEF Report STF40 A02065, Trondheim, 16 December 2002
- [13] B. Plovsing, J. Kragh:
Nord2000. COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL.
DELTA Report, Lyngby, 31 Dec 2000
- [14] S Å Storeheier, R T Randeberg, I L N Granøien, H Olsen, A Ustad:
AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1:
SUMMARY OF RESULTS.
SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, 3 March 2002
- [15] G. G.: Flemming et. al.:
INTEGRATED NOISE MODEL (INM) VERSION 6.0 TECHNICAL MANUAL.
U.S. Department of Transportation, Report No.: FAA-AEE-01-04, Washington DC, June
2001
- [16] W. R. Lundberg:
BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT.
AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory,
Wright-Patterson AFB, Ohio, February 1990
- [17] Miljøverndepartementet:
FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING
(FORURENSNINGSFORSKRIFTEN).
Forskrift FOR-2004-06-01-931, Oslo, juni 2004
<http://www.lovdatab.no/for/sf/md/md-20040601-0931.html>
(Del 2, kapittel 5)
- [18] Arild Brekke:
NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE
STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II.
Norges byggforskning sinstitutt 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] Idar Granøien
RØROS LUFTHAVN FLYSTØYBEREGNINGER
SINTEF Rapport STF40 A92177, Trondheim desember 1992.
- [21] Avinor AS:
AIP NORWAY AMDT 01/06 - 13 APR 2006.
- [22] Gudbrand Rognes/Avinor AS:
LOKALE BESTEMMELSER FOR UTØVELSE AV LUFTTRAFIKKTJENESTE VED
RØROS TWR/APP.
Lokalt regelverk, Røros lufthavn. Dok-nr: RO-L-L001-00. Røros desember 2005.
- [23] Avinor AS:
STATISTIKK DESEMBER 2005.
http://www.avinor.no/Norsk/Trafikk/Statistikk/Ar_2005/filestore/2005_mnedstat_12_des05_utenkoblinger.xls
- [24] Gudbrand Rognes/Avinor AS:
SAMMENDRAG 2005 INKL TRANSITT OG INSTRUMENTFLYGINGNER.
Utskrift fra regneark mottatt på Røros 13. februar 2006.
- [25] Øystein U. Tvetene/Avinor AS:
PROGNOSER RØROS 0512.
Utarbeidet desember 2005.
- [26] MODELLING OF LATERAL AND VERTICAL DISPERSION OF FLIGHT PATHS.
Kapittel 10 i European Civil Aviation Conference:
STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL
AIRPORTS, ECAC.CEAC Doc.29 Second Edition, Strasbourg, 3/7/97. (Under revisjon)
- [27] I. L. N. Granøien, H. Olsen, O. M. Arntzen, A. Ustad, T. Berg:
NASJONALE MÅL FOR STØY. KARTLEGGING AV ANTALL PERSONER BERØRT
AV FLYSTØY.
SINTEF rapport STF40 A99037, Trondheim juni 1999.