

**SINTEF IKT**

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

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Støysoner etter T-1442 for Trondheim lufthavn, Værnes.

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

OPPDRAGSGIVER(E)

Avinor AS

RAPPORTNR. STF90 A06024	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Are Lien	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-02848-5	PROSJEKTNR. 90E245	ANTALL SIDER OG BILAG 51
ELEKTRONISK ARKIVKODE STF90 A06024.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Herold Olsen
ARKIVKODE	DATO 2006-03-06	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef	

SAMMENDRAG

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

Grunnlaget for beregningene av nytt støysonekart er i stor grad likt det som ble benyttet sist og presentert i SINTEF rapport STF40 F99059 fra november 1999. Det er noen små endringer i flymønsteret siden den gang, men de største forskjellene ligger i trafikkmengden og flyparken. Det beregnes fortsatt for et gjennomsnittsdøgn, men i grunnlaget inngår trafikken for et helt år. Utskifting av flyparken, særlig for det største norske sivile ruteflyselskapet, har også stor betydning for det totale støynivå.

Beregningene er utført for dagens situasjon og for en prognose for 2015. I tillegg er det vist resultater for en trafikkutvikling helt fram til 2050. I prognosene er det ikke tatt hensyn til at det kan komme en ytterligere reduksjon i støynivå fra sivile jetfly.

Det nye støysonekartet etter T-1442 dimensjoneres av prognosesituasjonen for 2015. Støysonekartet strekker seg ikke utenfor Stjørdal kommune. Rapporten viser også resultater for strategisk støykartlegging i henhold til forurensningsforskriften.

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

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	4
2. GENERELT OM FLYSTØY	5
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
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	11
5. FLYTRAFIKK	12
5.1 Trafikk i følge tårnjournal	12
5.2 Annen trafikk.....	12
5.3 Oppsummering av dagens trafikk	12
5.4 Prognoser.....	13
6. FLYTYPER 14	
6.1 Flytyper i bruk	14
6.2 Kildedata for fly	17
6.3 Oppsummering av flydata	17
7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER	18
7.1 Destinasjoner	18
7.2 Flygeprosedyrer.....	18
7.3 Rullebaner	19
7.4 Flytraséer.....	20
7.5 Flygeprofiler.....	28
7.6 Oppsummering av trafikkmønster.....	28
8. SKALERING AV TRAFIKK	29
8.1 Trafikkskalering etter flytype og type flygning.....	29
8.1.1 Prognose for 2015	29
8.1.2 Perspektiv for 2050	29
8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer.....	30
8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt	30

9. BEREGNINGSPARAMETERE.....	30
9.1 Beregningsenheter	30
9.2 Beregning i enkeltpunkter	30
9.3 NORTIM beregningskontroll	30
10. RESULTATER	31
10.1 Dagens situasjon.....	31
10.2 Prognose 2015	33
10.3 Perspektiv 2050	35
10.4 Perspektiv 2050, uendret rullebane	37
10.5 Kartleggingsgrenser i hht forurensningsloven	38
10.6 Strategisk støykartlegging	39
10.7 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA	40
11. LITTERATUR	42
APPENDIX 1 Sortering av destinasjoner	45
APPENDIX 2 Beregninger etter T-1277	48
APPENDIX 3 Støymatter for typiske flytyper.....	50

1. INNLEDNING

I forbindelse med fornying av konsesjon for drift av Trondheim lufthavn Værnes 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 Trondheim lufthavn Værnes har sjeflygeleder Odd Arne Haugvold bidratt med opplysninger om flyprosedyrer og flymønster, samt kvalitetskontroll av beregningsgrunnlaget.

Beregningsgrunnlaget er også delvis basert på tilsvarende utredning i 1998-99, 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

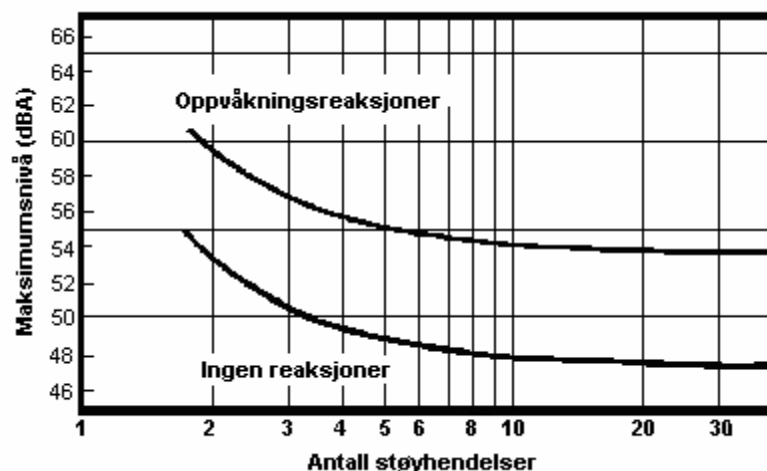
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

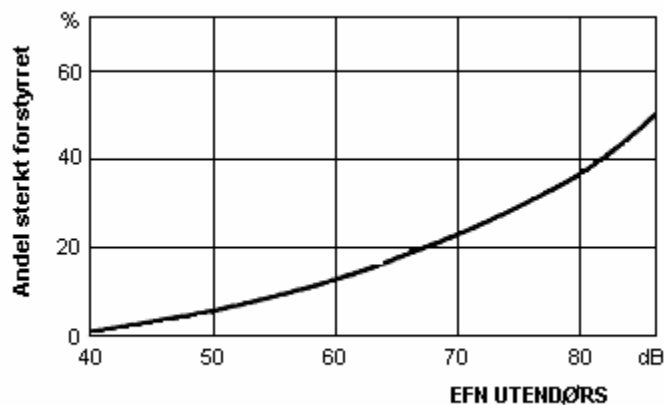
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjans for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

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

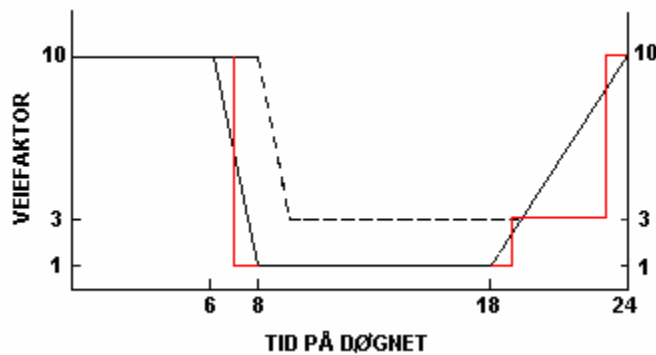
En sammensatt støyindikator, som på en enkel måte skal karakterisere den totale flystøybelastning, og derved være en indikator for flest mulige virkninger, må ta hensyn til følgende faktorer ved støyen: Nivå (styrke), spektrum (farge), karakter, varighet, samt tid på døgnet. Måleenheten for flystøy må 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 veikurve 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	
Støykilde	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå	i støynivå	Utendørs støynivå
		nattperioden kl. 23 – 07		nattperioden 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 ($L_{EQ,24h}$) 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 ($L_{EQ,24h}$):

Tabell 3-2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

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

4. OMGIVELSER

4.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartunderlag er levert av Norkart på SOSI format. Kartet er basert på N50 fra Statens kartverk, men vil bli presentert i forskjellig målestokk i denne rapport. Koordinatsystem er UTM89 sone 32. I kartet er det lagt inn et rutemønster på 1x1 km orientert langs akse til sone 32.



Figur 4-1 Basiskart i målestokk 1:100.000.

4.2 Digital terrengmodell

Avinor har tidligere levert digital topografi for hele landet med punktavstand 50 meter. Et utsnitt av dette som dekker 60 km øst/vest og 30 km nord/sør er trukket ut for bruk i beregningene. Topografien er i UTM89 sone 33 og i en preprosessering i NORTIM blir alle andre parametere transformert til samme sone. Postprosessering sørger for å transformere resultater tilbake til sone 32.

5. FLYTRAFIKK

5.1 Trafikk i følge tårnjournal

Avinor har gjennom OSL levert oversikt over alle flybevegelser på flyplassen for et helt år, fra september 2004 til og med august 2005. Oversikten er på elektronisk form basert på de lister som tårnet fyller ut med detaljerte opplysninger om flytyper, tidspunkt, destinasjoner og type flygning for hvert enkelt fly som har vært i aksjon gjennom året.

Trafikklistene er bearbeidet i MSExcel og importert til NORTIM og prosjektets database.

5.2 Annen trafikk

Det er ikke lagt til noen annen trafikk i grunnlaget enn listene fra tårnet.

5.3 Oppsummering av dagens trafikk

I dette kapittelet vises oversikter over trafikkmengdene som er registrert i løpet av året i form av tabeller og figurer.

Tabell 5-1 Totalt antall landinger avganger og touch&go i perioden september 2004 – august 2005 fra elektronisk logg.

TO_LA	SumOper
LA	25440
TG	2453
TO	25437

Tabell 5-2 Trafikken fordelt på kategori flyging (FLT).

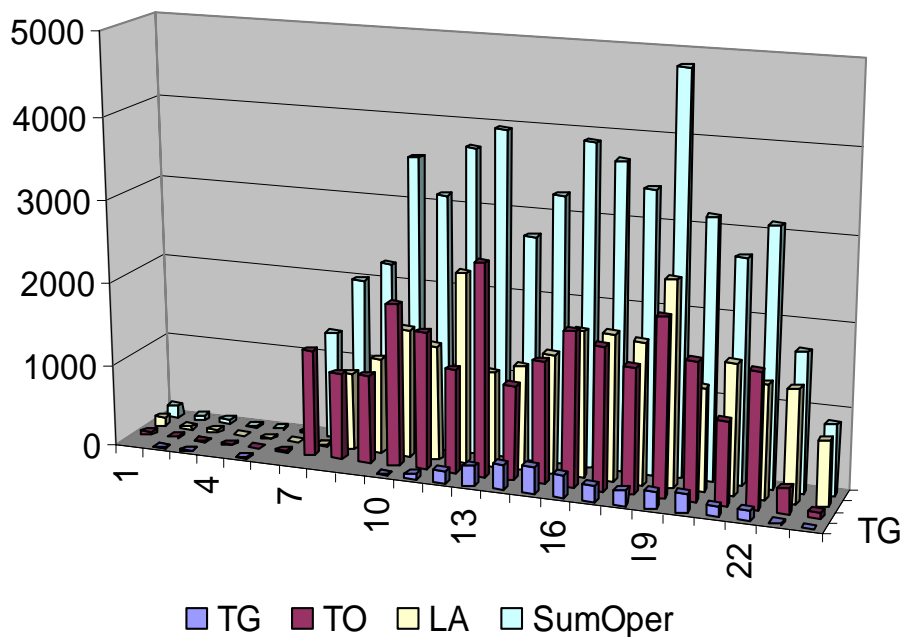
FLT	Type flyging	SumOper
1	Ruteflyging	41722
2	Ikke regelbundet flytrafikk	2234
3	Fraktflygninger	439
4	Kontinentalsokkelflyging med helikopter	24
5	Annen kommersiell helikopterflyging.	1193
6	Annen kommersiell flyging.	251
11	Ettersøk - og redningstjeneste(SAR)	5
12	Ambulanseflyging	1693
13	Skole- og instruksjonsflyging	2467
14	Posisjonsflyging	343
15	Teknisk retur - flyging	27
16	Kontrollflyginger	40
17	Allmenn flyging	2149
21	Militære flybevegelser	743

I følge Avinor sine månedsstatistikker på www.avinor.no var samlet antall flybevegelser ”Totalt inkl. offshore og annen sivil trafikk” på til sammen 50 999 bevegelser for den samme perioden. I dette tallet inngår ikke touch&og og militær trafikk. Den elektroniske loggen inneholder for

sammenlignbare kategorier i alt 50 134 flyginger. De manglende bevegelser kan kompenseres for ved å skalere landinger og avganger for alle kategorier flyging unntatt militære med faktoren $50999/50314 = 1,0173$. Se forøvrig kapittel 8.1.

Tidspunkt for alle flyginger inngår i loggen og har betydning for de størrelser som skal beregnes. Den følgende figur viser hvordan trafikken fordeler seg over døgnet. Trafikktallene er for et helt år og tidspunktene er i lokal tid.

Døgnfordeling av trafikken



Figur 5-1 Fordeling av trafikken over døgnet. Antall bevegelser pr år.

Typiske trekk er at det er flest avganger mellom kl 06 og 07 på morgenen og flest landinger mellom kl 22 og 23 på kvelden. Det lander også mange fly i timen 11 til 12 som flyr timen etter. Travleste time mellom 18 og 19 har ca 4800 bevegelser på årsbasis, i gjennomsnitt 13 pr time hvert døgn.

5.4 Prognoser

Transportøkonomisk institutt har utarbeidet prognoser for Trondheim lufthavn fram til 2020 [24]. Disse legges til grunn for beregning av en prognose for 2015. Prognosen opererer med tre scenarier for trafikkutvikling, en referansesituasjon, en lav vekst og en høy vekst prognose. I tråd med retningslinjen legges prognosen med høy vekst til grunn. I gjennomsnitt opererer denne med en årlig trafikkvekst på 2.1 % fram til 2020. Skaleringsfaktorer i forhold til dagens trafikk baserer seg på denne prognose og er gjengitt i kapittel 8.1.1. Det er ikke lagt inn noen form for utskifting av flytyper for prognosesituasjonene.

TØI har også skissert mulig utvikling fram til 2050, hvor høyt alternativ gir en gjennomsnittlig årlig vekst på om lag 1.7 %. En mer detaljert beskrivelse av skalering for dette alternativ er gitt i kapittel 8.1.2

6. FLYTYPER

6.1 Flytyper i bruk

Den elektroniske loggen benytter forkortelser på flytypenavn i henhold til en standard fra ICAO, den internasjonale luftfartsorganisasjonen (ICAO Doc 8643). Betegnelsene etter dette dokumentet er noe forskjellig fra de betegnelser som flytypene har i programmets database. For at støydata skal identifiseres korrekt, må derfor en oversetting av typenavn foretas før beregning. Loggen inneholdt for dette tilfelle 194 forskjellige flytypenavn. I den følgende tabellen er det vist hvordan disse er oversatt til typenavn i databasen, dersom databasenavnet er forskjellig. For f. eks MD81, MD82 og MD83 er det samme navn både i logg og database. Videre er det ikke alle flytyper som er representert i databasen. For disse flytyper benyttes substitutter som gir samme støybidrag, se for øvrig kapittel 3.3.2.

Noen samlebetegnelser benyttes for flytyper som ikke har egne data. Dette gjelder særlig mindre (og mindre støyende) flytyper. Én motors småfly samles i to grupper GASEPF og GASEPV. Betegnelsene henspeiler på at de har en stempeldrevet motor og fast eller variabel pitsj på propellen. BEC58P er et to-motors mindre fly med stempelmotor som representerer de aller fleste i denne klassen. Betegnelsene LHEL, MHEL og THEL benyttes for helikoptertyper som ikke har egne data hvor første bokstav i betegnelsen hentyder på vektclassene lett, middels og tung. Data for disse typene er representert med typedata for henholdsvis Bo 105, SA365N og S61.

Tabell 6-1 Oversetting av flytypenavn fra ICAO kode til databasens navn.

ACtype	NewACtyp	ACtype	NewACtyp	ACtype	NewACtyp
A124	74720B	B190	DHC6	BE58	BEC58P
A306	A300	B209	GASEPV	BE95	BEC58P
A320	A32023	B214	THEL	BE9L	CNA441
A321	A32023	B412	MHEL	C130	C130HP
A332	A330	B462	BAE146	C150	CNA172
A333	A330	B703	707320	C160	HS748A
AC68	BEC58P	B733	737300	C170	CNA172
AC90	CNA441	B734	737400	C172	CNA172
AEST	BEC58P	B735	737500	C177	CNA172
ALO3	LHEL	B736	737700	C180	CNA206
AN26	CVR580	B737	737700	C182	CNA206
AS16	GASEPF	B738	737700	C185	CNA206
AS32	SA330	B752	757PW	C206	CNA206
AS50	SA350	B753	757PW	C208	CNA20T
AS55	SA355	B762	767CF6	C210	CNA206
AS65	MHEL	B763	767300	C25A	CNA500
AT43	DHC830	B772	777200	C295	HS748A
AT72	HS748A	BE10	CNA441	C310	BEC58P
ATEC	GASEPV	BE20	DHC6	C421	BEC58P
ATLA	HS748A	BE30	DHC6	C441	CNA441
AUS6	GASEPF	BE35	GASEPV	C5	74720B
B06	B206L	BE36	GASEPV	C501	CNA500
B105	LHEL	BE55	BEC58P	C525	CNA500

ACtype	NewACtyp
C550	MU3001
C551	MU3001
C560	MU3001
C56X	MU3001
C650	CIT3
C750	CL600
C77R	GASEPF
CL60	CL600
D228	DHC6
D328	DHC8
DA40	GASEPV
DC10	DC1010
DDDD	GASEPV
DH82	GASEPF
DH8A	DHC8
DH8C	DHC830
DH8D	DHC830
DIMO	GASEPV
DR40	GASEPF
E120	EMB120
E3CF	E3A
E3TF	DC870
EC20	LHEL
EC35	LHEL
EC55	LHEL
EH10	THEL
F100	F10062
F16	F16N
F27	HS748A
F2TH	FAL20
F4	F4C
F5	F5AB
F50	DHC830
F60	DHC830
F70	F10062
F900	FAL20
FA20	FAL20
FA50	FAL20
FA62	GASEPF
FOX	GASEPF
G222	GASEPV

ACtype	NewACtyp
GA7	BEC58P
GLF4	GIV
GLF5	GV
H25B	LEAR35
H25C	LEAR35
H269	LHEL
H46	CH47D
H47	CH47D
H500	H500D
J328	CL600
JAGR	JAGUAR
JS31	DHC6
JS32	DHC6
K35E	707320
K35R	DC870
LAMA	LHEL
LJ35	LEAR35
LJ45	LEAR35
LJ55	LEAR35
LNC2	GASEPF
LYNX	MHEL
M17 ²	GASEPF
M18	GASEPV
M20P	GASEPV
M20T	GASEPV
M5	GASEPV
MCR1	GASEPF
MD11	MD11PW
MD87	MD81
MF17	GASEPF
MI8	THEL
MICO	CNA500
MU2	DHC6
P210	CNA206
P28A	GASEPF
P28R	GASEPV
P28T	GASEPV
P3	L188
P32R	GASEPV

ACtype	NewACtyp
P46T	GASEPV
P68T	CNA441
PA18	GASEPF
PA25	GASEPV
PA27	BEC58P
PA31	BEC58P
PA32	GASEPV
PA34	BEC58P
PA46	GASEPV
PAY2	CNA441
PAY3	CNA441
PAY4	CNA441
PC12	GASEPV
PRM1	CNA500
PUMA	THEL
R200	GASEPF
R44	R22
RJ70	BAE146
RV6	GASEPF
S601	CNA500
S61	THEL
SB91	GASEPF
SF25	GASEPF
SF34	SF340
SR20	GASEPV
SU26	GASEPF
SW2	DHC6
SW3	DHC6
SW4	DHC6
T6	GASEPV
TAMP	GASEPF
TBM7	GASEPV
TOBA	GASEPV
TOR	TORNAD
UH1	MHEL
ULAC	GASEPF
VEZE	GASEPF
ZZZZ	GASEPF
AA5	GASEPF

² Feilskrift for MF17

Etter denne oversettingen er antallet flytyper redusert til 62. For videre bearbeiding av grunnlaget er det hensiktsmessig å sortere flytypene i grupper som har ensartet operasjonsmønster. Det er valgt 8 grupper flykategorier med betegnelser som vist i tabellen.

Tabell 6-2 Valgt inndeling av flytyper i grupper.

Flykategori (Accat)	Beskrivelse
HS	Helikopter sivilt
HM	Helikopter militært
JAG	Jagerfly
JET	Små til middels jetfly
JS	Store jetfly
P	Små propellfly med stempelmotor
T	Middels propellfly med turbomotorer
TS	Store propellfly med turbomotorer

Det er valgt å skille mellom sivile og militære helikopteroperasjoner fordi disse generelt er forskjellige typer og benytter forskjellige landingsplattformer. Den følgende tabellen viser hvilke flytyper som plasseres i de forskjellige grupper.

Tabell 6-3 Sortering av flytyper i grupper.

NewACtyp	Accat	EngInstall	NewACtyp	Accat	EngInstall
707320	JS	W	EMB120	T	T
737300	JET	W	F10062	JET	R
737400	JET	W	F16N	JAG	F
737500	JET	W	F4C	JAG	F
737700	JET	W	F5AB	JAG	F
74720B	JS	W	FAL20	JET	R
757PW	JET	W	GASEPF	P	P
767300	JS	W	GASEPV	P	P
767CF6	JS	W	GIV	JET	R
777200	JS	W	GV	JET	R
A300	JS	W	H500D	HS	H
A310	JS	W	HS748A	TS	T
A32023	JET	W	JAGUAR	JAG	F
A330	JS	W	L188	TS	T
B206L	HS	H	LEAR35	JET	R
BAE146	JET	W	LHEL	HS	H
BEC58P	P	P	MD11PW	JS	W
C130HP	TS	T	MD81	JET	R
CH47D	HM	H	MD82	JET	R
CIT3	JET	R	MD83	JET	R
CL600	JET	R	MHEL	HS	H
CNA172	P	P	MU3001	JET	R
CNA206	P	P	R22	HS	H
CNA20T	P	P	SA330	HS	H
CNA441	T	T	SA350	HS	H
CNA500	JET	R	SA355	HS	H
CVR580	TS	T	SF340	T	T
DC1010	JS	W	THEL	HM	H
DC870	JS	W	TORNAD	JAG	F
DHC6	T	T			
DHC8	T	T			
DHC830	T	T			
E3A	JS	W			

6.2 Kildedata for fly

Støydata for flytypene i Tabell 6-3 hentes fra programmets master database til prosjektdatabasen. Støydata er representert både med SEL og L_{Amax} som funksjon av motorpådrag og avstand til kilden.

6.3 Oppsummering av flydata

De følgende tabeller summerer de bearbejdede data for beregningsgrunnlaget.

Tabell 6-4 Antall flybevegelser fordelt på grupper.

ACcat	SumOper
HM	119
HS	1379
JAG	38
JET	27863
JS	78
P	5014
T	18537
TS	302

Tabell 6-5 Antall bevegelser pr flytype etter substitusjon.

NewACTyp	SumOper	NewACTyp	SumOper	NewACTyp	SumOper
707320	14	CNA172	1766	GV	2
737300	5789	CNA206	217	H500D	8
737400	309	CNA20T	523	HS748A	80
737500	8445	CNA441	206	JAGUAR	7
737700	10934	CNA500	30	L188	19
74720B	10	CVR580	12	LEAR35	64
757PW	22	DC1010	2	LHEL	122
767300	6	DC870	13	MD11PW	2
767CF6	2	DHC6	3200	MD81	28
777200	2	DHC8	9032	MD82	76
A300	4	DHC830	6085	MD83	16
A310	6	E3A	5	MHEL	150
A32023	487	EMB120	4	MU3001	88
A330	12	F10062	1440	R22	99
B206L	9	F16N	20	SA330	52
BAE146	8	F4C	2	SA350	934
BEC58P	141	F5AB	6	SA355	5
C130HP	191	FAL20	86	SF340	10
CH47D	11	GASEPF	2256	THEL	108
CIT3	22	GASEPV	111	TORNAD	3
CL600	13	GIV	4		

Det fremgår av tabellen at det er B 737 familien og DHC 8 varianter som er de mest fremtredende flytyper som trafikkerer flyplassen.

7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

Med destinasjon menes her hvor et fly kommer fra eller hvor det skal.

7.1 Destinasjoner

Loggen inneholder i alt 288 forskjellige destinasjoner (angitt etter ICAO doc 7910) som samles i grupper sortert etter retning til destinasjonene. Flyene vil benytte samme prosedyrer når de skal i en av disse retningene uavhengig av hvilken av destinasjonene de skal til.

Tabell 7-1 Valgte destinasjonsgrupper.

Grupper
Lokal
Nord
Sør
Sørvest
Vest
Øst

Gruppen Lokal benyttes for de som ikke har angitt en kjent destinasjon og de som har Værnes som destinasjon.

Avstanden til destinasjonene har betydning for blant annet avgangsvekt for hvert fly og dermed stige profiler. Databasen er bygd opp slik at det er forskjellige stige profiler for hver flytype avhengig av avstanden til destinasjonen. Avstandene er igjen gruppert i intervaller som kalles Stage Length (SL) slik at SL 1 betyr inntil 500 NM (nautisk mil = 1852 meter), SL 2 er 500–1000 NM, SL 3 er 1000–1500 NM, SL 4 er 1500–2500 NM, SL 5 er 2500–3500 NM, SL 6 er 3500–4500 NM og SL 7 er over 4500 NM.

Tabell 11-1 i Appendix 1 gir en komplett oversikt over alle destinasjoner som finnes i loggen og hvordan de er plassert i gruppene.

7.2 Flygeprosedyrer

For simuleringen av flytrafikken etableres det prosedyrer til de aktuelle destinasjonsgrupper for hver flygruppe for både landinger og avganger. I tillegg etableres prosedyrer for touch&go og taksing.

Ved fordeling av trafikk på de forskjellige prosedyrer tas det hensyn til at rullebanen kan benyttes i begge retninger og at det er en naturlig fordeling av trafikken mellom de to inn- og utflygingsretninger. I tillegg vil det for noen flytyper være aktuelt med en fordeling mellom prosedyrer som følger instrumenter og andre som er visuelt basert.

Ved Trondheim lufthavn Værnes benyttes et trafikkreguleringssystem som kalles ”bane i bruk”. Det betyr at rullebanen brukes i en retning både for landing og avgang. Når det landes fra vest, så går avganger ut mot øst. Dette skjer dersom vindforholdene er slik at den har en østlig komponent. Når det er vestlig vind landes det fra øst og flys ut mot vest. Støttet i vindstatistikk og tidligere undersøkelser [20], er det anslått at rullebanen benyttes i østlig retning i 60 % av tilfellene.

Det er særlig for flygruppene, JET, JS, T og TS (hvori inngår rutefly) at det er aktuelt å skille mellom instrument- og visuelle prosedyrer. Det er etablert egne kart i AIP [21] for visuelle innflyginger. Andelen rutefly som benytter slike prosedyrer framfor instrumentprosedyrene beskrevet samme sted, er anslått til i 3 av 6 tilfeller ved østlige vinder, 1 av 4 tilfeller ved vestlige vinder. Forskjellen skyldes at østlige vinder oftest medfører godvær og høy skybase, mens vestavær betyr lavere skydekke.

For utflygning er det anslått at det i stor grad benyttes standard prosedyrer (SID) som er instrumentbasert, men at klarering for sving mot destinasjon eller sjekkpunkt mot destinasjon skjer når flyet er kommet opp i 2500 fots høyde.

7.3 Rullebaner

Koordinatene for rullebanenes terskler er hentet fra AIP [20] og transformert til UTM89 sone 32 med programmet SKTrans fra Statens kartverk. I tillegg til hovedrullebanen, som har betegnelsen 09/27, legges det inn to helikopterplattformer, en i det sivile hangarområdet, en på militært område på sørsiden av banen.

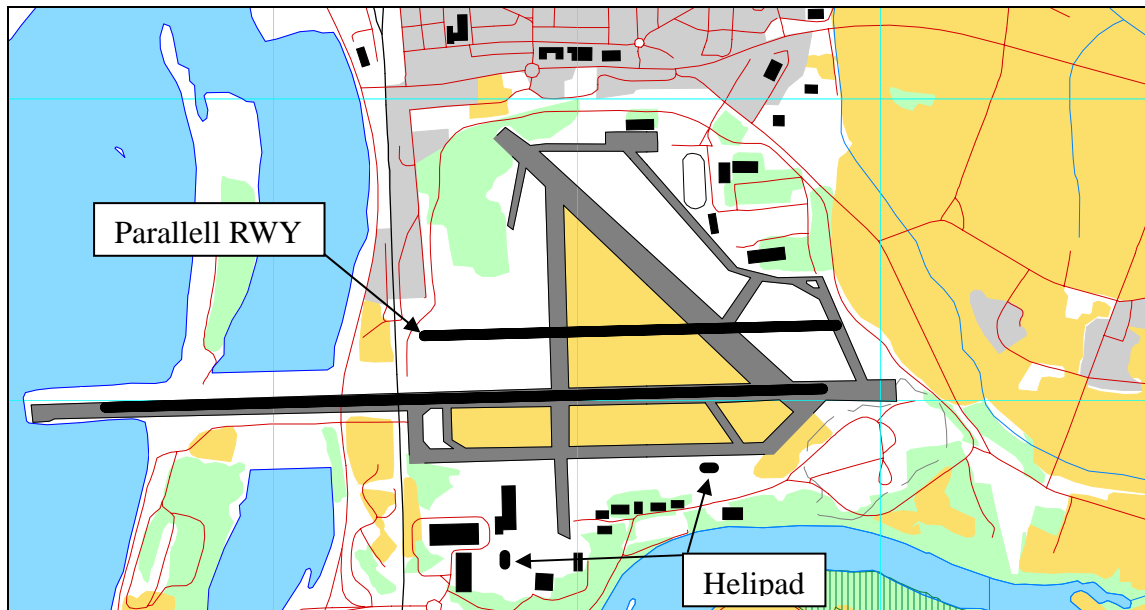
Trafikkmengdene for ”høyt alternativ” i trafikkskissen for 2050 tilsier at kapasiteten for hovedrullebanen vil nå sin begrensning i travel time. For å simulere denne situasjonen, er det lagt inn en kortere parallell rullebane på nordsiden av bane 09/27 som tenkes brukt av småfly i landingsrunder og avganger med turbopropellfly på dagtid. Koordinatene for denne rullebanen er også tatt inn i tabellen under betegnelsen 09L/27R.

Tabell 7-2 Koordinater for rullebanene i UTM89 sone 32.

RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
09	594445	7037978	5.2	596809	7038039	17.1	89	2365
27	596809	7038039	17.1	594445	7037978	5.2	269	2365
09L	595496	7038215	10	596856	7038250	15	89	1360
27R	596856	7038250	15	595496	7038215	10	269	1360
HM	596421	7037777	16	596451	7037777	16	90	30
HS	595762	7037458	15	595762	7037488	15	0	30

Rullebanene defineres automatisk som akustisk harde flater. Hovedrullebanen har 45 meters bredde, helikopterplattformene er lagt inn med 30 meters bredde, mens 09L/27R antas 45 meter.

Den følgende figur viser hvordan parallellbanen legges inn rett nord av eksisterende bane. Figuren viser også hvor helikopterlandingsplassene er plassert.

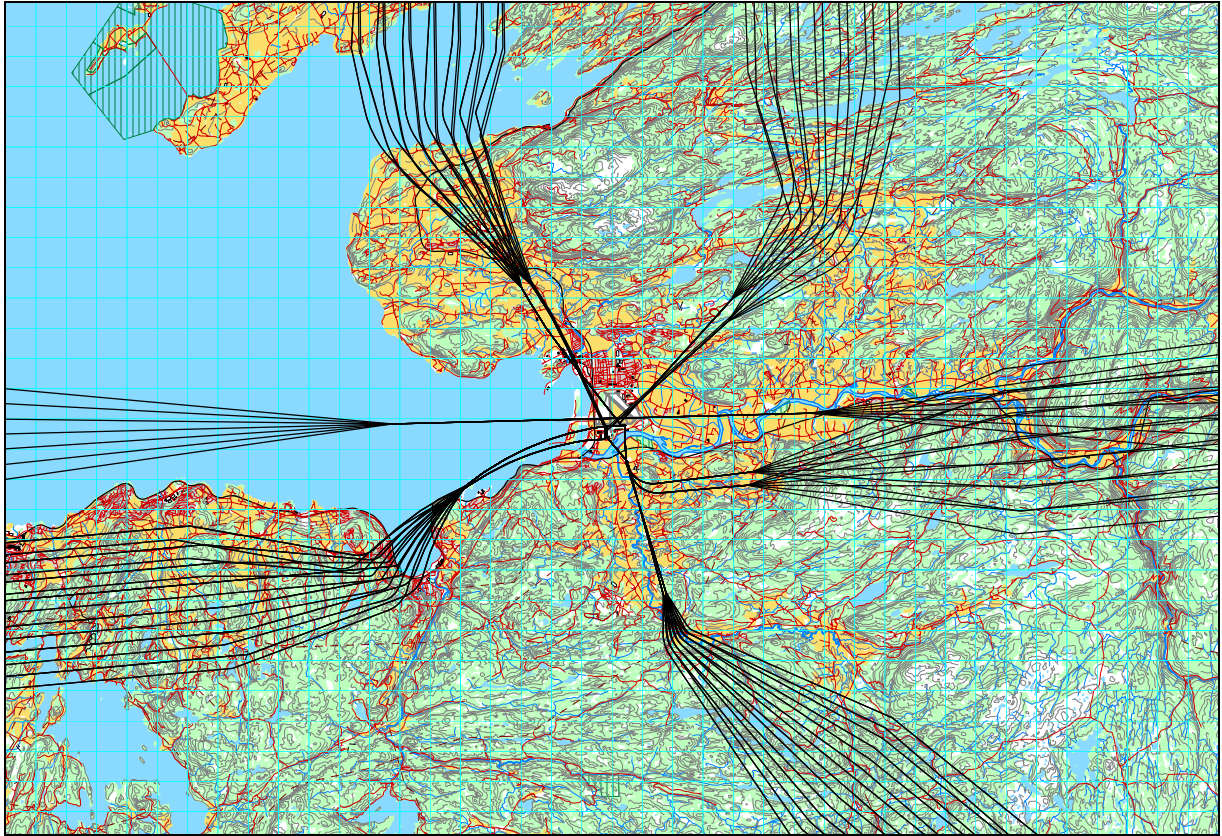


Figur 7-1 Rullebaner, eksisterende og planlagt. M 1:25 000.

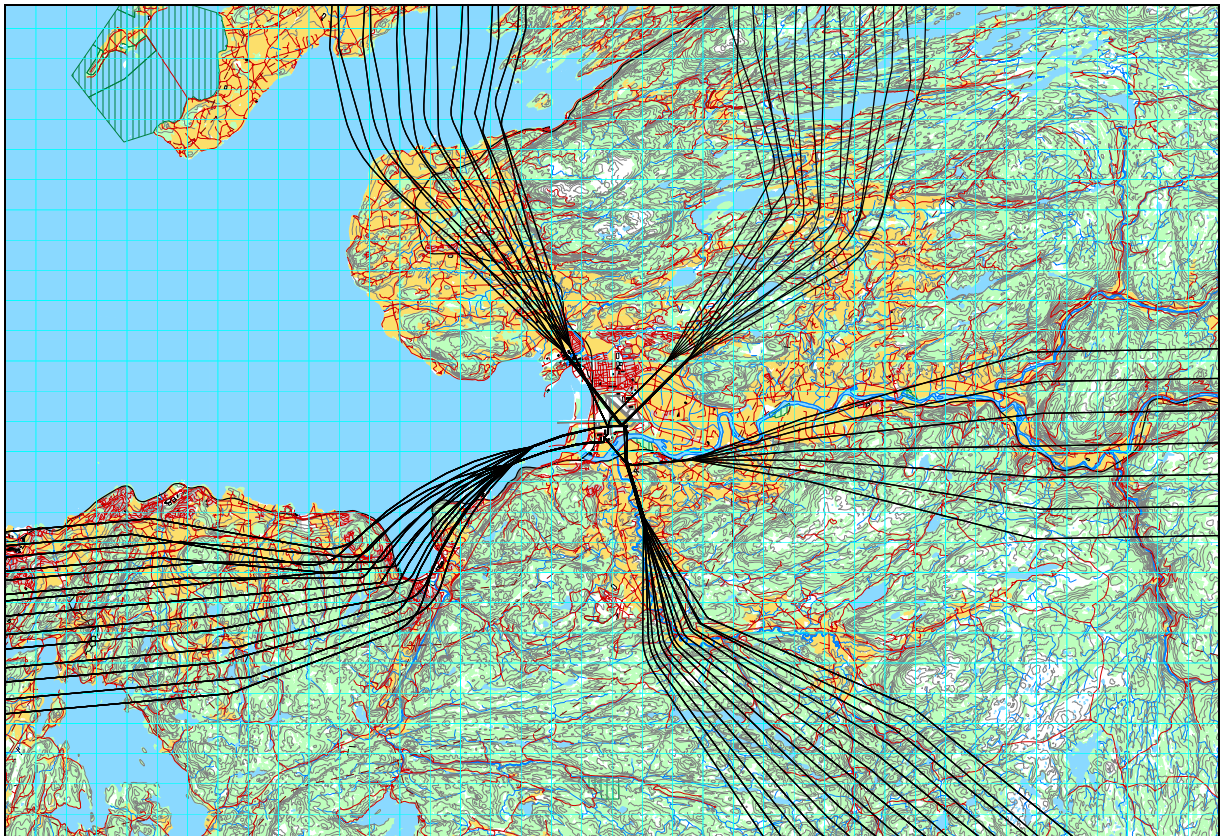
7.4 Flytraséer

For hver prosedyre konstrueres et sett med traséer, en sentertrasé som følger prosedyrens bokstav og et sett med spredetraséer som skal modellere den statistiske spredning som naturlig vil forekomme rundt den planlagte, nominelle traséen. Spredmodellen som benyttes er gitt av ECAC Doc 29 [22] og det benyttes i alt 6 spredetraséer.

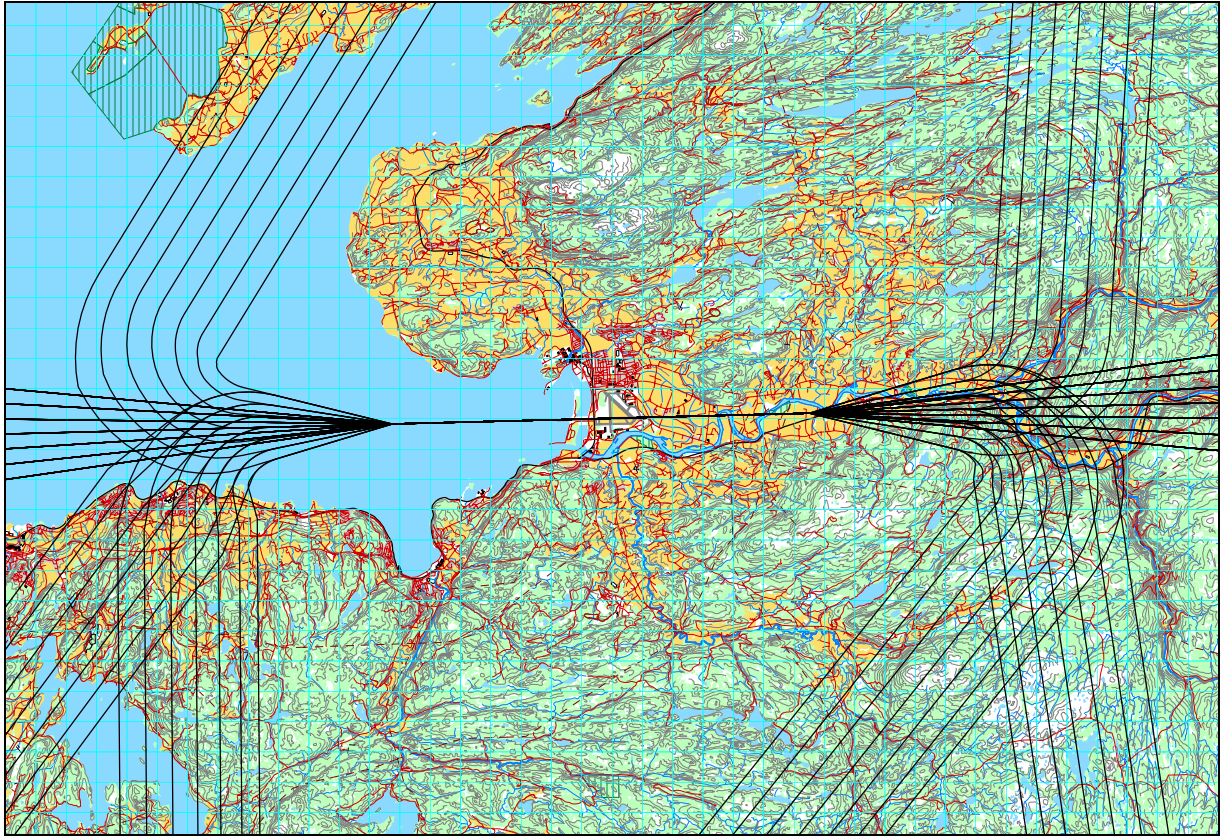
De følgende figurer viser traséene for hver gruppe av fly (Tabell 6-3) for hver gruppe av destinasjoner (Tabell 7-1). Gruppene JET og JS er slått sammen i figurene. Det samme gjelder for T og TS. For jagerfly vises ikke landingsrunder som egne landingstraséer i Figur 7-6. Disse inngår i Figur 7-13 for touch&go for større fly. Figur 7-14 og Figur 7-15 viser traséer for den trafikken som simuleres flyttet til 09L/27R for perspektivet 2050. Simuleringen baseres på at alle avganger med turbopropfly mellom kl 08 og 18 og at alle treningsrunder for GA flyttes over på denne banen. Traséene som er vist er en ren parallellforskyvning av tilsvarende traséer på hovedrullebanen.



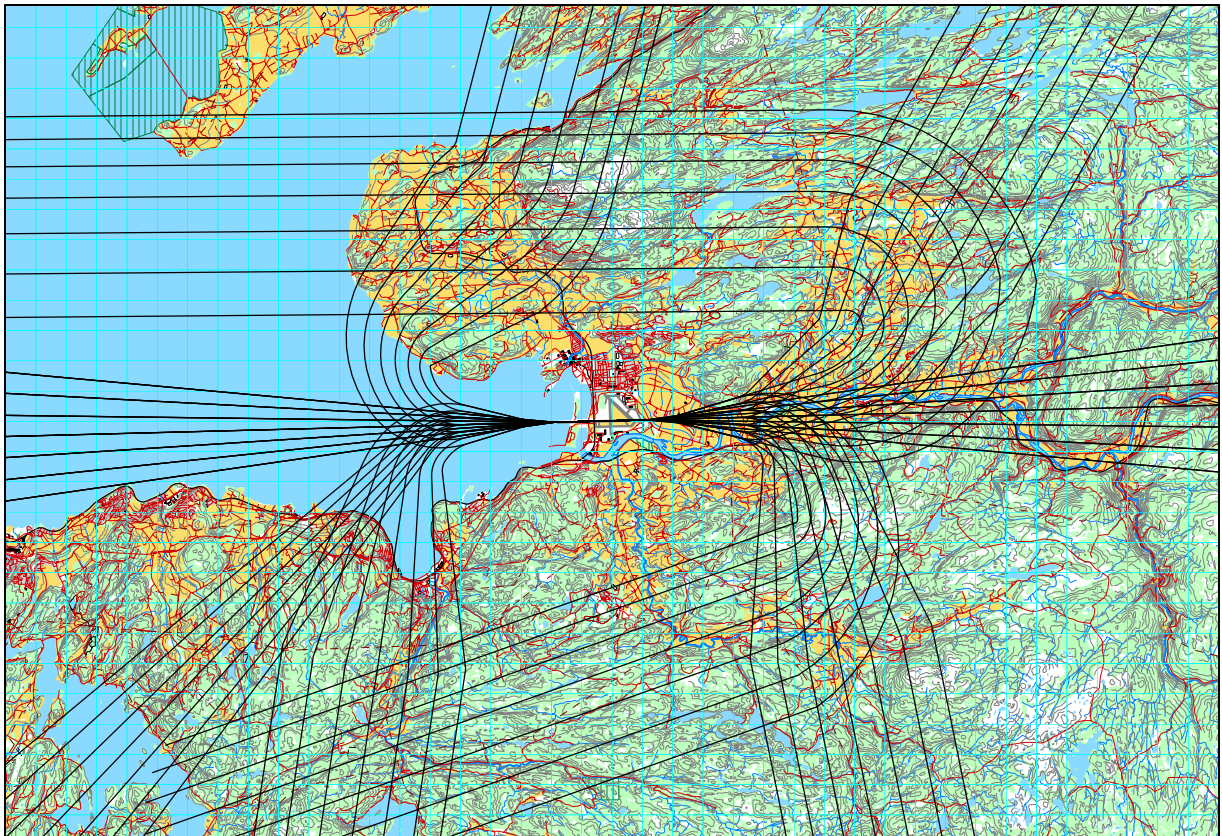
Figur 7-2 Landingstraséer for helikopter.



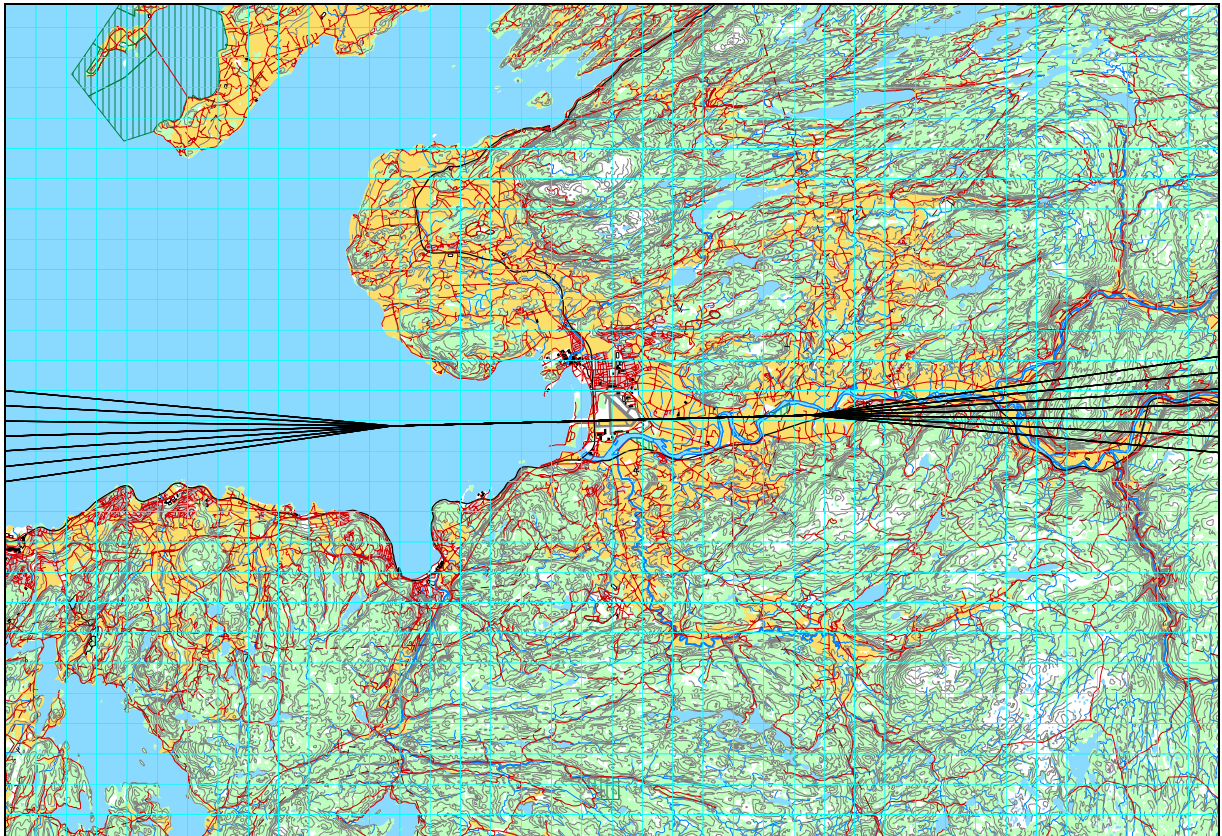
Figur 7-3 Avgangstraséer for helikopter.



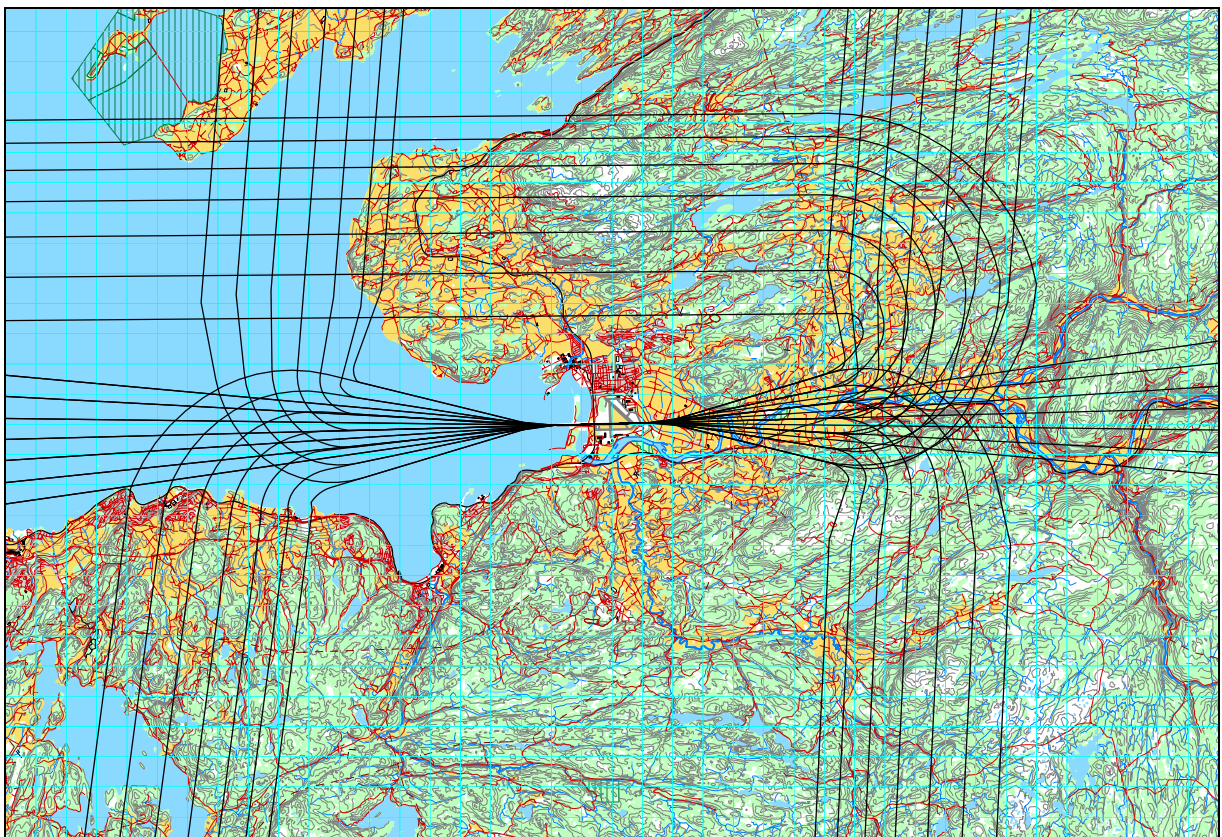
Figur 7-4 Landingstraséer jetfly (JET og JS).



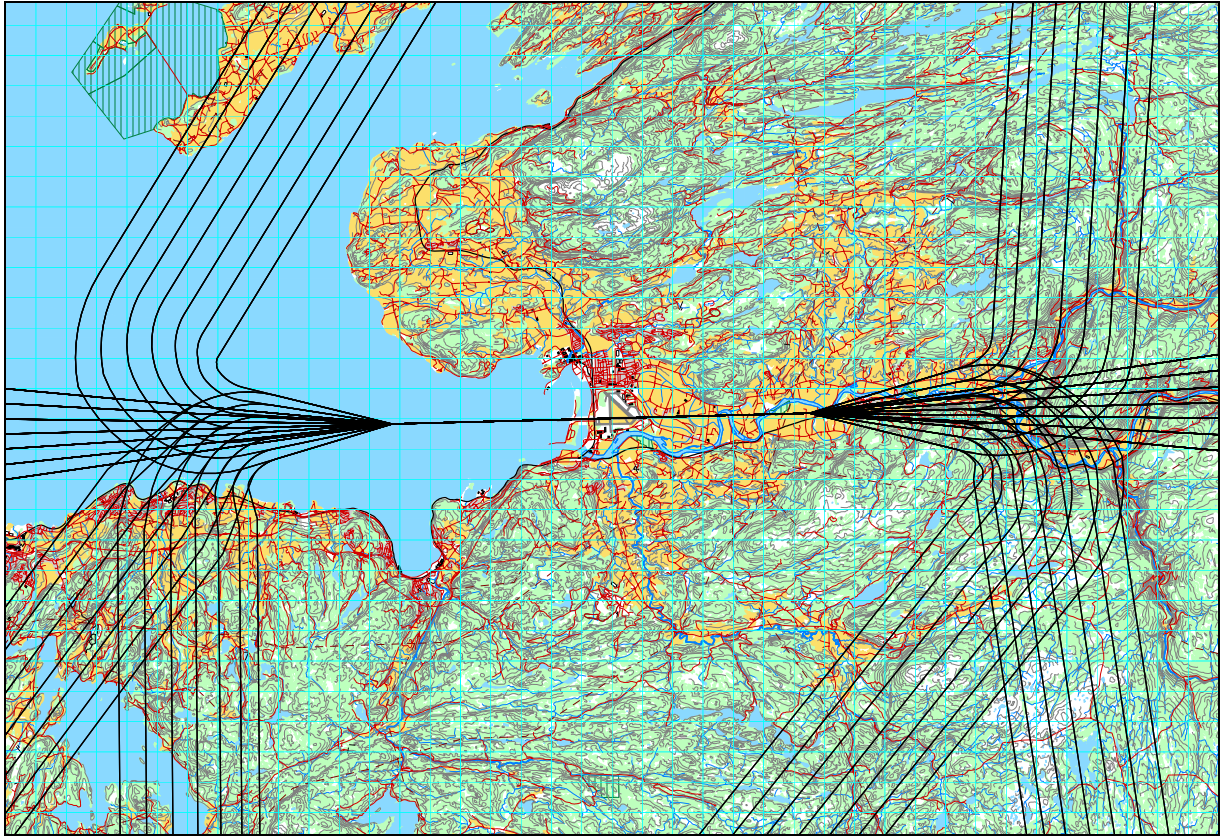
Figur 7-5 Avgangstraséer jetfly (JET og JS).



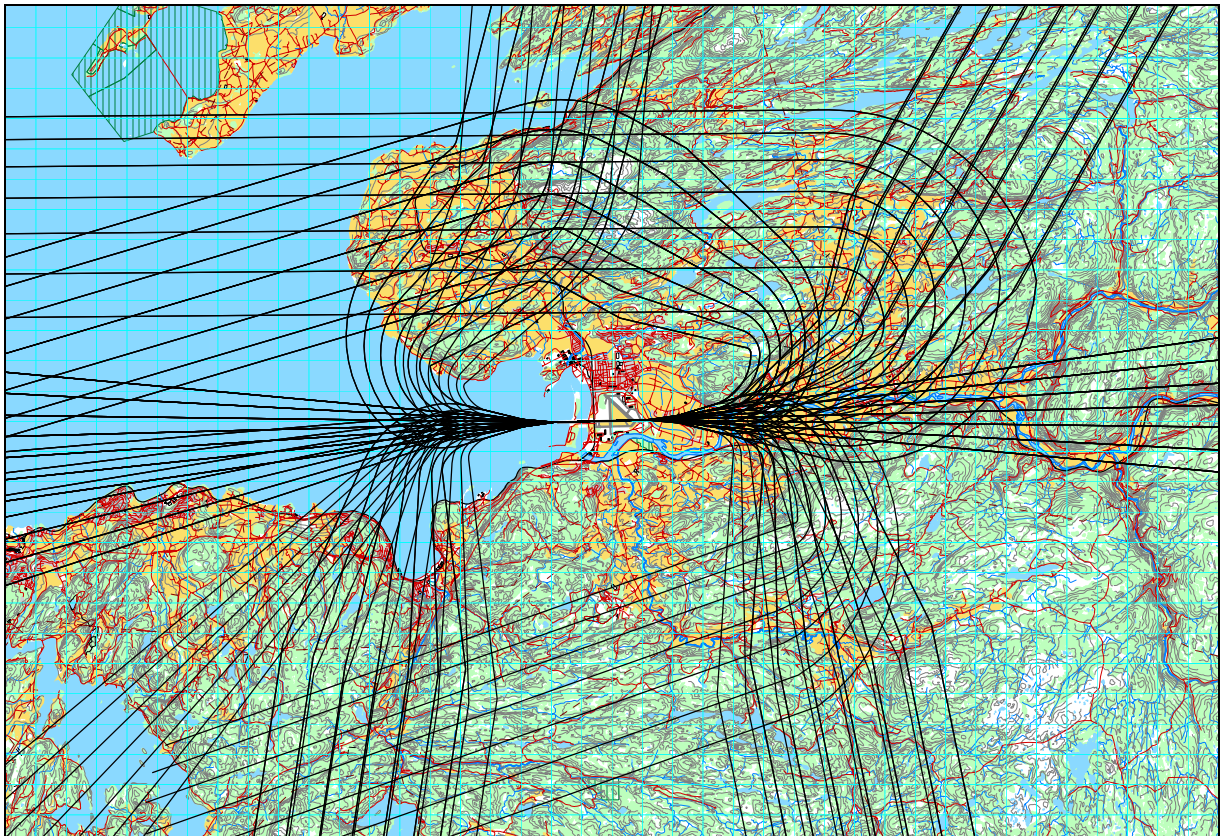
Figur 7-6 Landingstraséer for jagerfly.



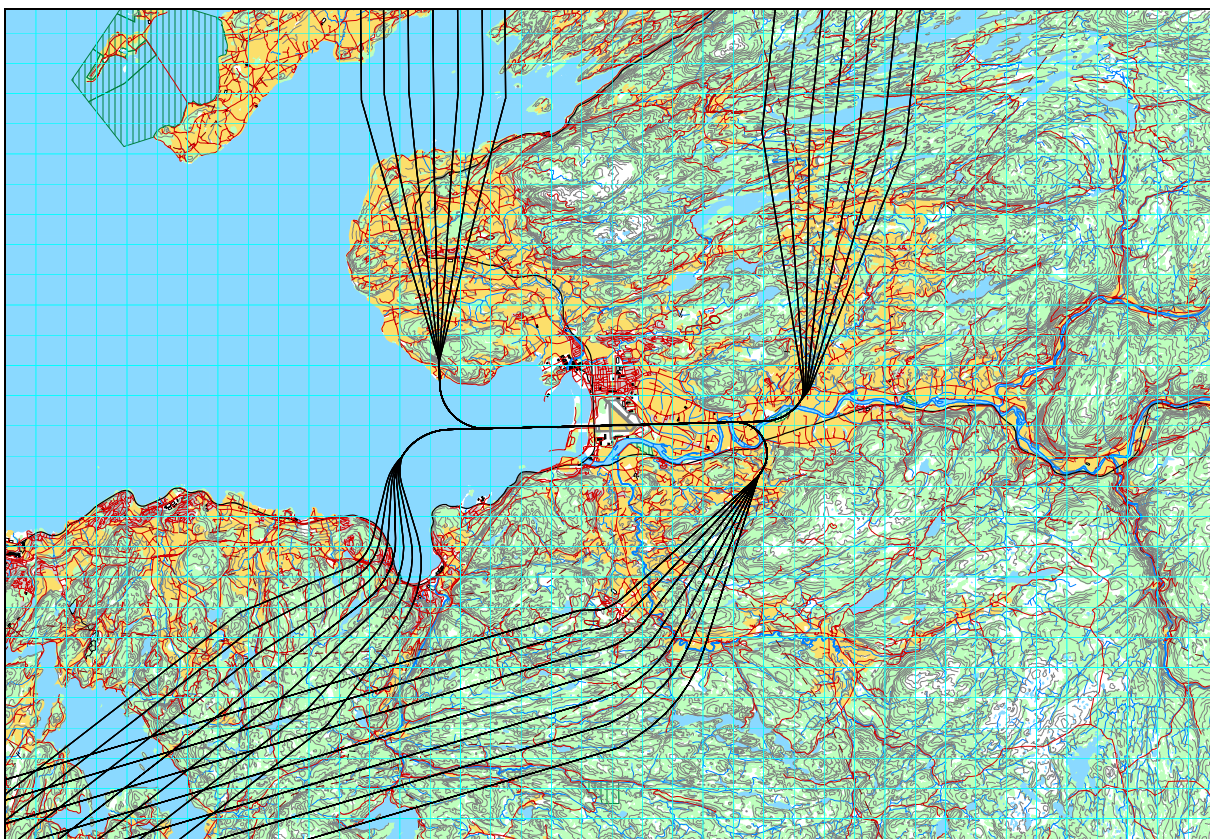
Figur 7-7 Avgangstraséer for jagerfly.



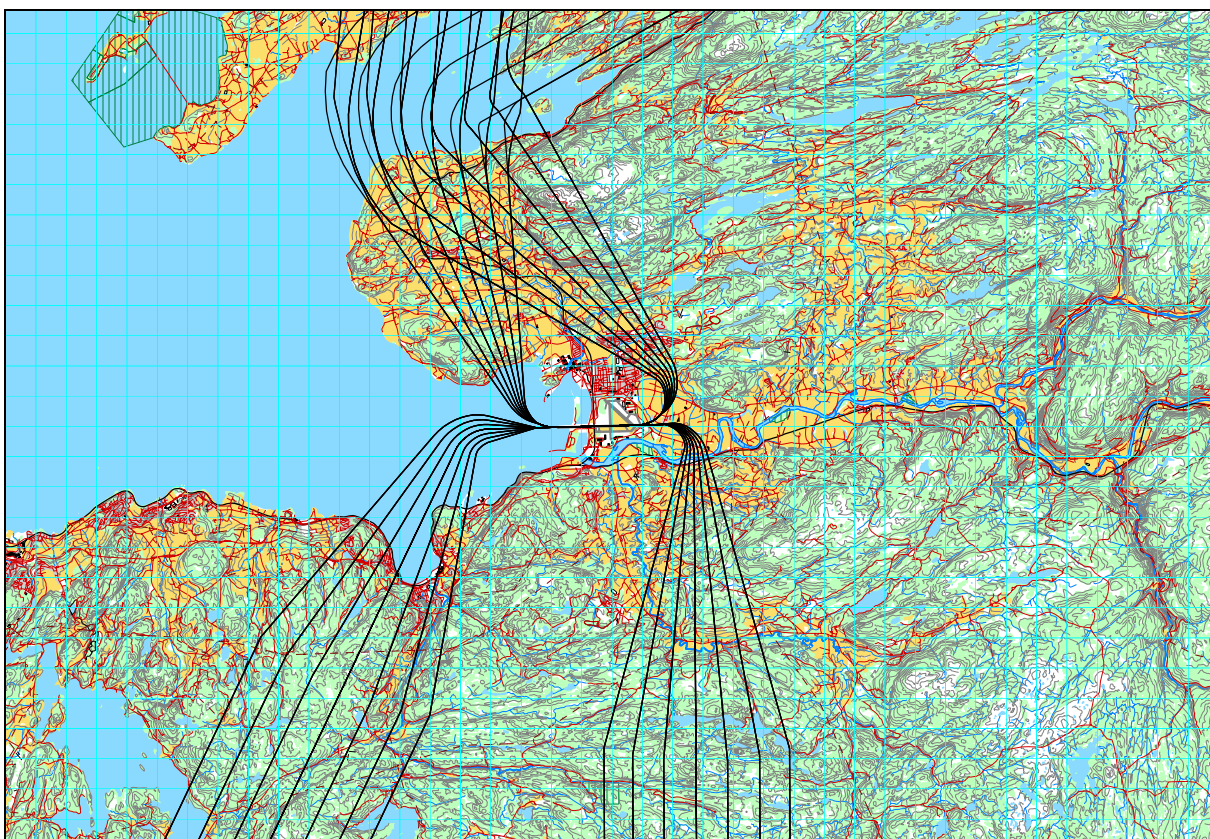
Figur 7-8 Landingstraséer for turboprop.



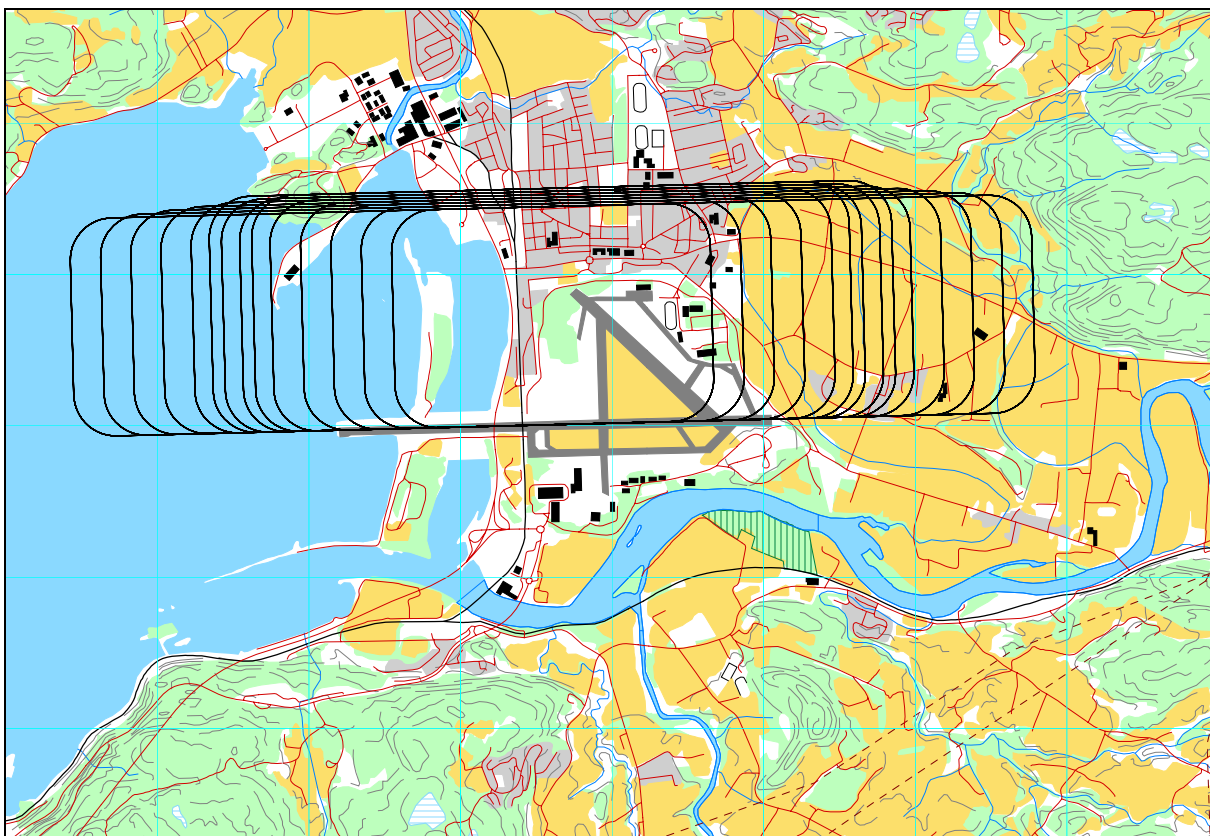
Figur 7-9 Avgangstraséer for turboprop.



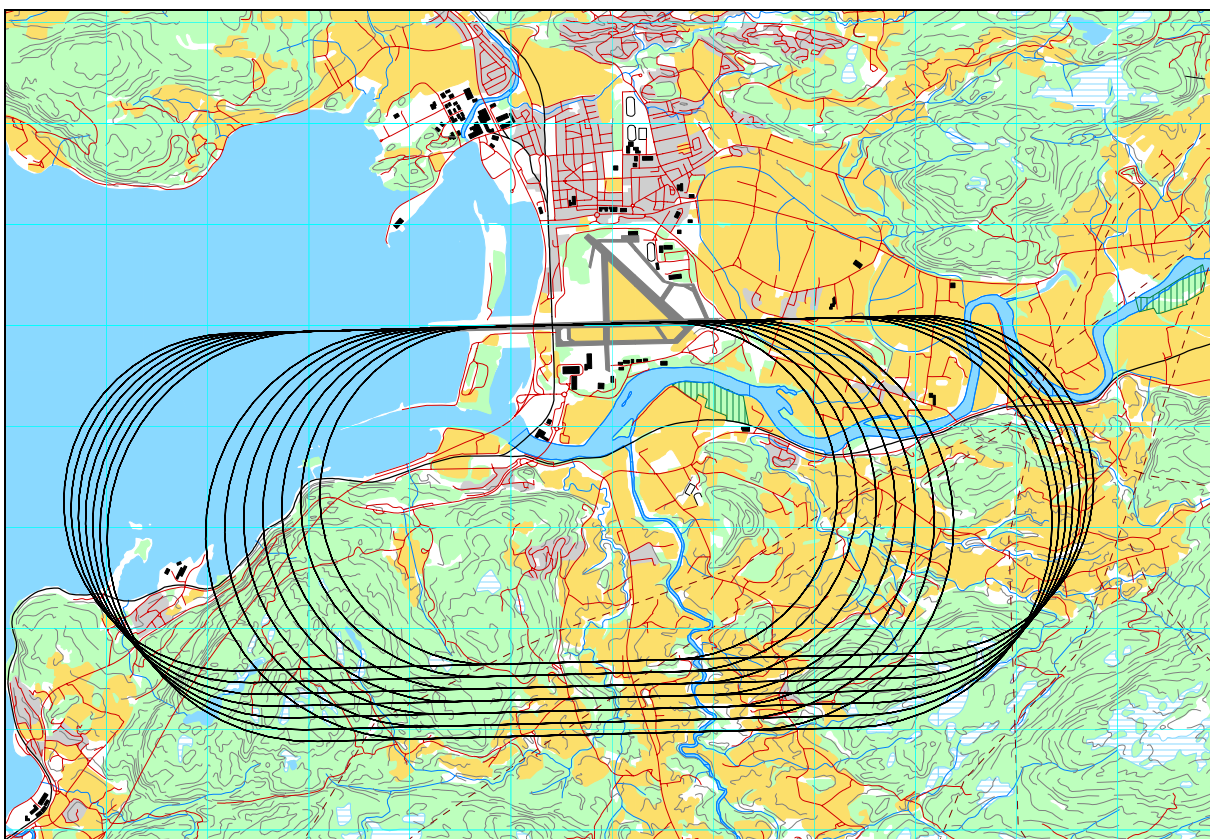
Figur 7-10 Landingstraséer for GA.



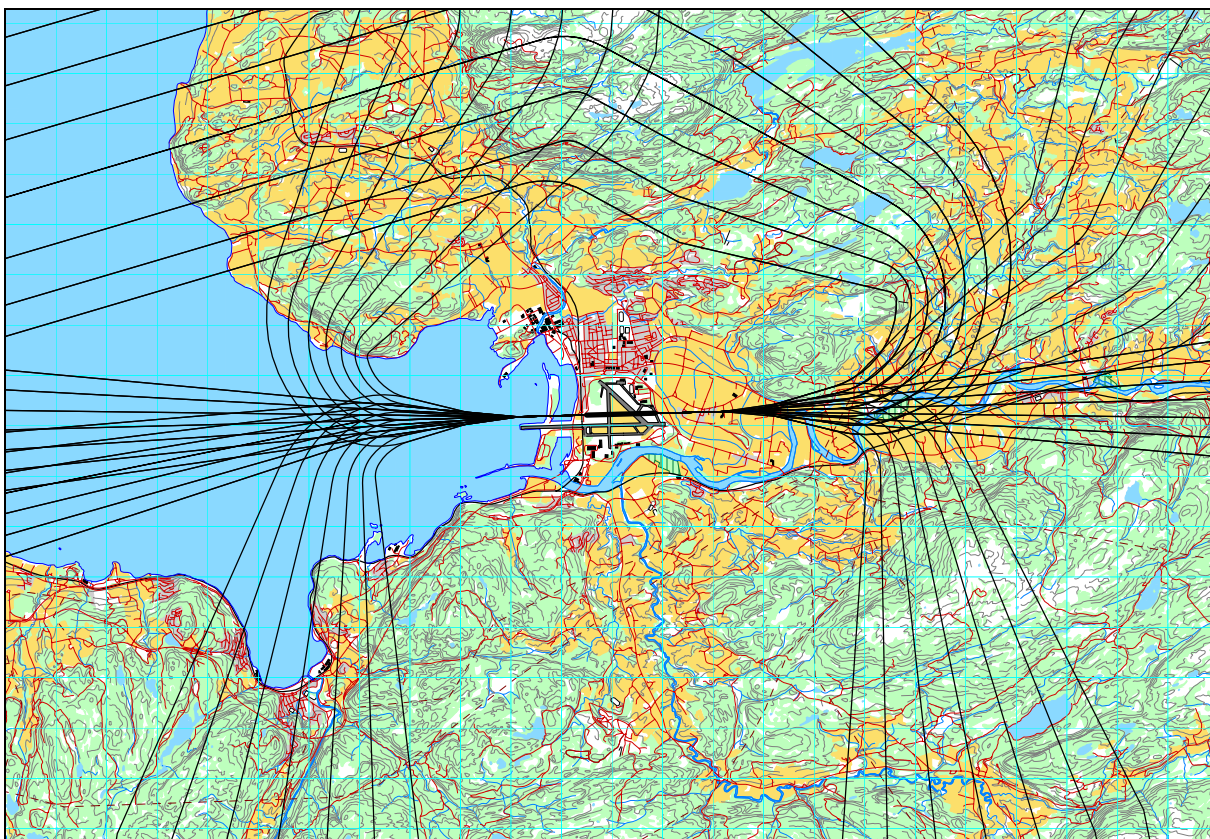
Figur 7-11 Avgangstraséer for GA.



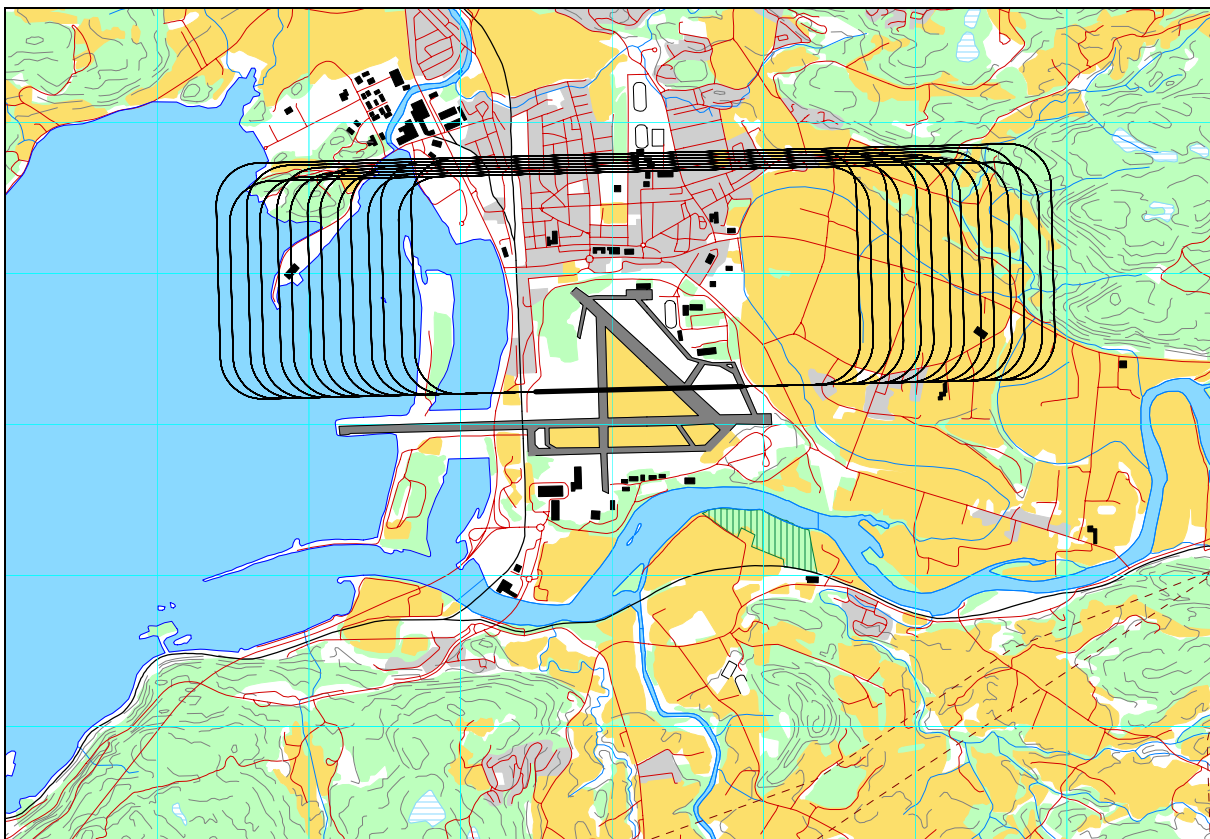
Figur 7-12 Touch&Go traséer for GA for både bane 09 og 27.



Figur 7-13 Touch&Go traséer for jetfly og turboprop.



Figur 7-14 Avgangstraséer for turbopropfly fra parallell rullebane.



Figur 7-15 Touch&Go traséer for GA for bane 09L og 27R (parallellbanen).

7.5 Flygeprofiler

Hver flytype er i databasen utstyrt med høydeprofiler med motorpådrag, høyde og hastighet som funksjon av utflyet distanse (for landinger: avstand til terskelpunkt). De fleste flytyper har avgangsprofiler for flere avgangsvekter, som velges avhengig av hvor langt det er til destinasjon, se kapittel 7.1. I de tilfeller hvor loggen angir destinasjon som er lengre unna enn den lengste Stage Length som databasen for angjeldende flytype har profil for, så velges den profil for flytypen som har tyngst avgangsvekt av de som finnes. Dette gjelder f. eks. for de fleste av business jetflyene som ligger i databasen. De er sjelden definert med mer enn en avgangsvekt. Det samme gjelder i noen grad for turboprop maskiner.

Landingsprofilene for fly og helikopter som benytter hovedbanen er lagt inn med glidebanevinkler tilsvarende ILS og PAPI innflyging, dvs 3° for landing på bane 09, 3.4° for bane 27. Det benyttes profiler med jevn gjennomsynkning. Helikopter som flyr de visuelle prosedyrer er lagt til å fly 300 fot AGL ut til 8 km.

Profiler i landingsrundene er lagt til høyde 1000 fot for GA og helikopter (i pattern på nordsiden av rullebanen), og 1500 fot for større fly (i pattern på sørsiden av flyplassen).

7.6 Oppsummering av trafikkmønster

Fordelingen av trafikken som er omtalt i dette kapittel er summert opp de følgende tabeller.

Tabell 7-3 Fordeling av trafikken på rullebanene (for dagens situasjon).

RWY	TO_LA	SumOper
09	LA	14854.2
09	TG	1471.8
09	TO	14831.4
27	LA	9902.8
27	TG	981.2
27	TO	9887.6
HM	LA	55
HM	TO	56
HS	LA	628
HS	TO	662

Tabell 7-4 Fordeling av trafikken på destinasjonsgrupper.

TO_LA	DepDestGroup	SumOper	TO_LA	DepDestGroup	SumOper
LA	Lokal	1378	TG	Sørvest	3
LA	Nord	7416	TG	Vest	10
LA	Sør	11301	TO	Lokal	1348
LA	Sørvest	5048	TO	Nord	7414
LA	Vest	236	TO	Sør	11382
LA	Øst	61	TO	Sørvest	4981
TG	Lokal	2433	TO	Vest	230
TG	Nord	6	TO	Øst	82
TG	Sør	1			

8. SKALERING AV TRAFIKK

Skalering av trafikkmengder benyttes for å kompensere for eventuelt manglende datagrunnlag for dagens situasjon samt for å skalere trafikken til andre situasjoner, som f. eks. en prognose. NORTIM er lagt opp til å kunne skalere langs flere akser.

8.1 Trafikkskalering etter flytype og type flygning

All sivil trafikk skaleres opp med faktoren 1,0173 jfr. kapittel 5.3, for å kompensere for at antallet flygninger i den elektroniske loggen er noe lavere enn offisiell statistikk for siviltrafikken.

8.1.1 Prognose for 2015

For prognosen skaleres aktivitetene opp i henhold til forventet utvikling for de forskjellige typer flygning. I prognosen fra TØI [24] skilles det mellom rutetrafikk innland og utland, charter utland, helikoptertrafikk og sum øvrig trafikk. I loggen fra Avinor skilles det ikke direkte mellom rutetrafikk eller chartertrafikk (ikke regelbunden trafikk) på innland og utland, jfr. Tabell 5-2. Vi har derfor valgt å se på vekst i rute- og chartertrafikk under ett. Årlig vekst for disse er 2,2 %. Dette gir en skaleringsfaktor på 1,2431 som multipliseres med korreksjonsfaktoren 1,0173 til 1,2646 for 10-års prognosen.

Helikoptertrafikk skaleres med 4,7 % årlig vekst til 1,6103 over 10 år. Den øvrige sivile trafikk har en årlig økning på 1,7 %, som gir en skaleringsfaktor på 1,2041.

For militær trafikk er det ikke forventet noen endringer i trafikkmengder.

8.1.2 Perspektiv for 2050

Prognosen i [24] viser perspektiver for utvikling i passasjerantall og antall flybevegelser fram til år 2050 i tre forskjellige alternativer: Lavt, referanse og høyt alternativ. Ved høyt alternativ for 2050 vil maksimumskapasiteten for en flyplass med én rullebane være nådd. På denne bakgrunn har Avinor ønsket en illustrasjon på hvordan støysonekartet vil se ut med den økning som ligger i dette alternativet. Det foretas derfor en skalering av trafikken som vist i [24] for beregning av dette.

Før skalering er antallet bevegelser som flyttes over til parallellbanen som vist i følgende tabell. Avgangene (TO) er turboprop maskiner mellom kl 08 og 18. Landingsrunder (TG) er for småfly. Trafikkgrunnlaget på hovedrullebanen som vist i Tabell 7-3 reduseres med tilsvarende antall.

Tabell 8-1 Uskalert trafikkmengde pr år som flyttes til parallell rullebane.

RWY	TO_LA	SumOper
09L	TG	1355.4
09L	TO	2804.4
27R	TG	903.6
27R	TO	1869.6

Økning i sivil rute- og chartertrafikk vil fra 2005 til 2050 i følge høyt alternativ ligge på 122 %. Skaleringsfaktor blir 2,2584 tatt hensyn til korreksjonsfaktoren som nevnt over. Dette tilsvarer en årlig vekst på 1,8 %. Den øvrige trafikk forventes en økning på 1 % p.a. i høyt alternativ. Dette gir en korrigert skaleringsfaktor på 1,5919.

Heller ikke i dette alternativet forventes noen endring i militær aktivitet.

8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer

Det er ikke forventet noen endring i traséer eller prosedyrer, så alle skaleringsfaktorer settes til 1,0 for alle scenarier. For prognosen med to rullebaner er den en ren parallellforskyvning av traséer uten at fordeling mellom prosedyrene endres.

8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt

Prognosen for 2015 forventes ikke å forutsette at det blir forskyvning i trafikken over døgnet ettersom det ikke forventes kapasitetsmessige problemer på dette tidspunkt. Trafikkøkningen vil med andre ord ha den samme fordeling over døgnet som dagens trafikk.

For prognosen med to rullebaner er det beregnet at alle avganger på dagtid mellom kl 8 og kl 18 for turbopropfly går fra den nye parallelle rullebanen.

9. BEREGNINGSPARAMETERE

9.1 Beregningsenheter

Det beregnes for de enheter som inngår i definisjon av støysonene både etter T-1442, T-1227 og forskriften til forurensningsloven.

9.2 Beregning i enkeltpunkter

Det beregnes i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet.

9.3 NORTIM beregningskontroll

Beregningene foretas med en oppløsning på 256 fot (78 meter) mellom hvert punkt. For beregninger etter T-1442 beregnes med mottakerhøyde 4 meter over bakken, mens beregningen for T-1277 og forskriften for dagens situasjon gjøres med mikrofonhøyde 1.5 meter. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

10. RESULTATER

Resultatene av støyberegningene vises i form av kurver på kart. Det vises ett kart for hver støyenhet som inngår i grunnlaget for konstruksjon av støysonekart etter T-1442, dvs for L_{DEN} og L_{5AS} (MFN₂₃₋₀₇). I tillegg vises beregninger relatert til forurensningsloven for L_{EQ24h} i form av kotekart og tabeller med antall berørte støyømfintlige bygninger. Det gjøres også en telling av antall personer som har 50 dBA eller høyere støyinnivå utenfor sin bolig.

Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre enheter for støyinnivå enn de som vises her. Disse foreligger på SOSI filformat og leveres oppdragsgiver på elektronisk form. De er ikke vist her av plasshensyn og ut fra ønske om å begrense omfanget av resultatfigurer.

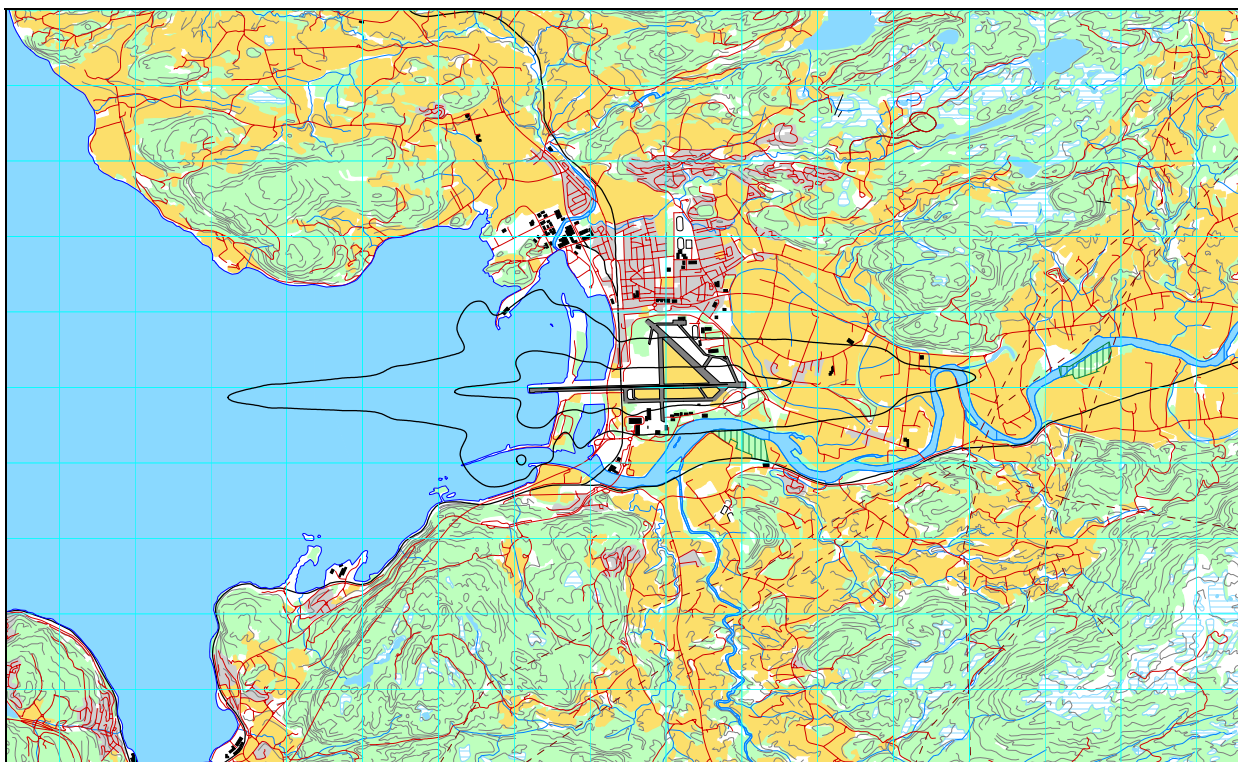
I tillegg til de resultater som vises i dette kapittel, er det gjort beregninger for dagens situasjon etter metodikken i retningslinje T-1277. Resultatene fra disse beregninger finnes i Appendix 2 og viser at det er redusert støybelastning i forhold til støysonekartet som har vært brukt i plansammenheng frem til nå. Den viktigste årsaken til dette er den utskifting av flyparken som har funnet sted i forbindelse med at gamle fly ikke lenger fikk benytte flyplassen etter 1. april 2002. I tillegg har det vært en utskifting i flyparken som har forsterket denne trenden. Resultatene er underbygget i Appendix 3 med støymapper for de forskjellige flytyper som har vært benyttet av de to mest dominante operatørene.

10.1 Dagens situasjon

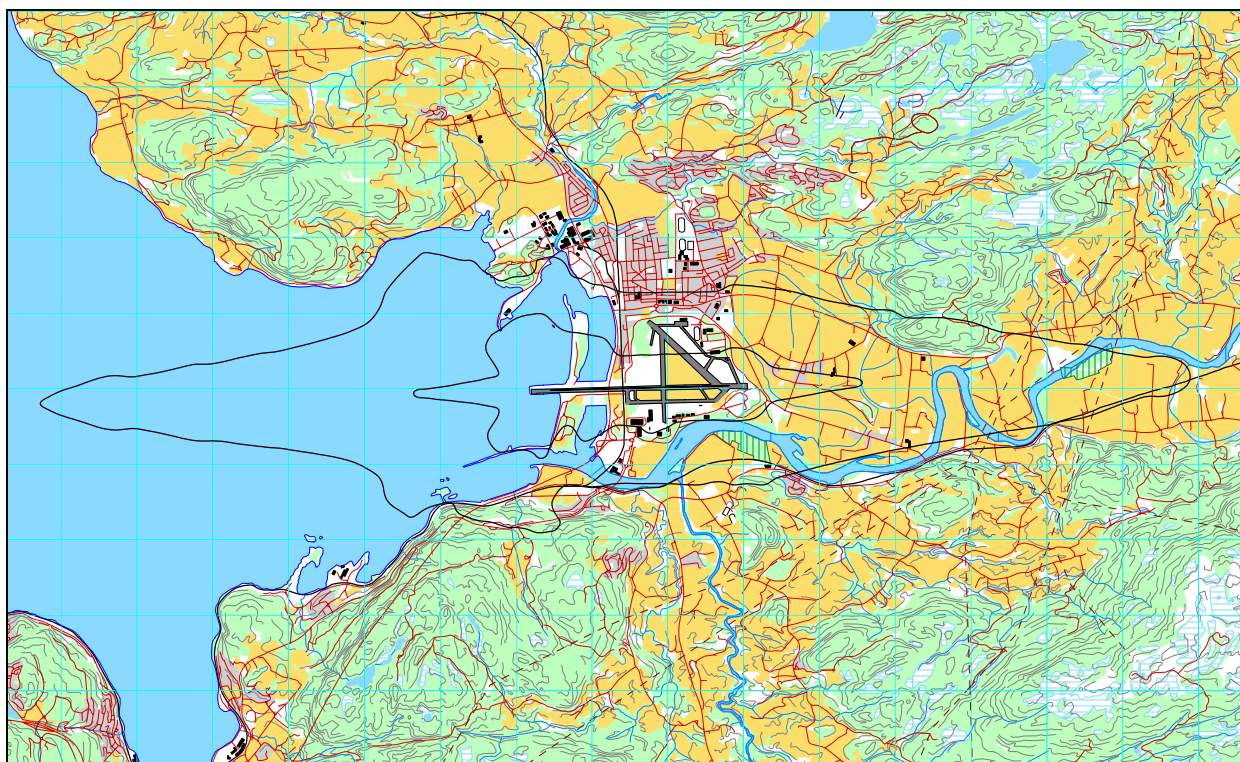
For dagens situasjon gir behandlingen av data som vist foran i alt 2631 unike kombinasjoner av flytype, trasé og høydeprofil med til sammen 125 323 segmenter eller støykilder som det beregnes for. For hvert beregningspunkt på bakken er det bidrag fra ca 3 % av disse segmentene som i gjennomsnitt inngår, mens i områdene nærmest flyplassen er det omlag 10 % av segmentene som gir bidrag.

For T-1442 er det i alt beregnet for 49 600 punkter, som dekker et mye større areal enn det som faller innenfor sonegrensene. Dersom fysiske målinger skulle vært gjort i stedet for simuleringen, så måtte et tilsvarende antall mikrofoner vært utplassert i et helt år for å få samme oppløsning i støysonekartet. I tillegg måtte disse mikrofonene være tilkoblet et utstyr som skilte flystøy fra andre lyder og var upåvirket av vær og vind.

De følgende figurene viser resultatene for de størrelser som inngår i definisjonen av støysonene som skal benyttes i plansammenheng.

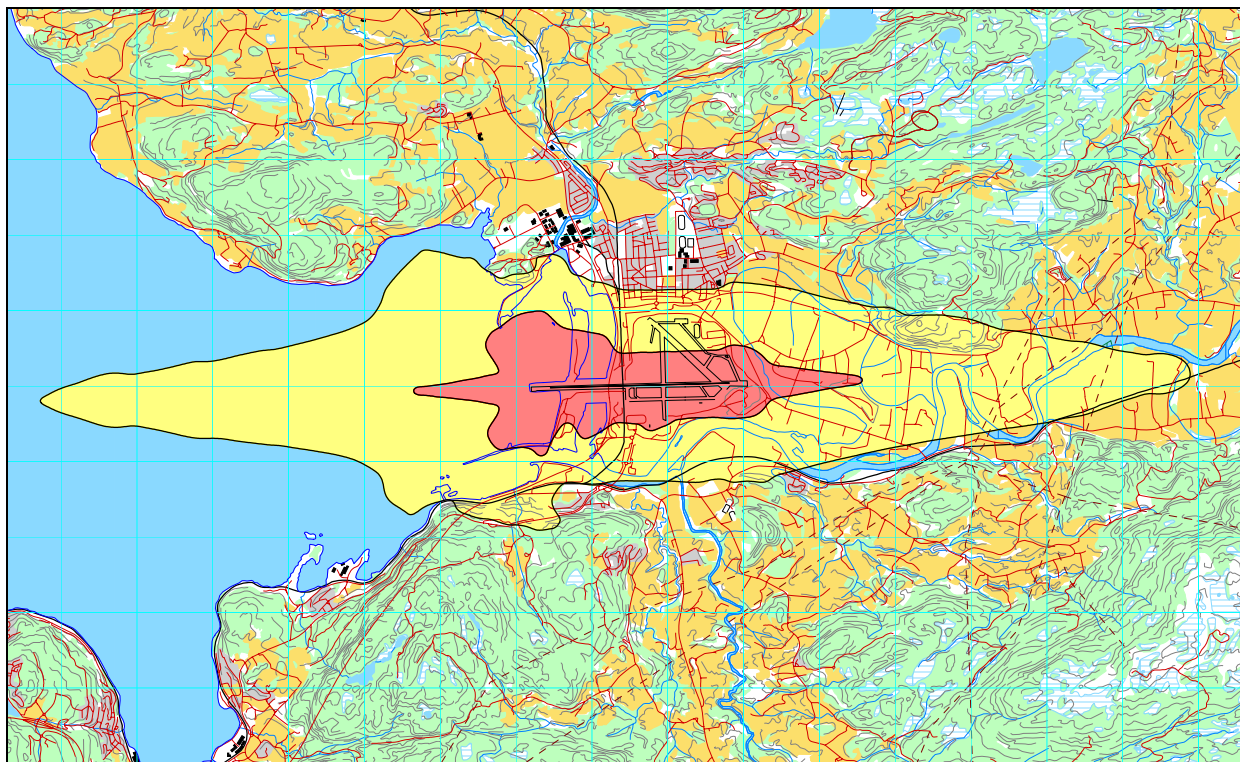


*Figur 10-1 L_{5AS} (MFN₂₃₋₀₇) for dagens situasjon. Koteverdi er 80 og 90 dBA.
Målestokk 1:100 000.*



*Figur 10-2 L_{DEN} for dagens situasjon. Koteverdier er 52 og 62 dBA. Målestokk
1:100 000.*

Ved fremstilling av støysoner etter reglene i T-1442 skal konturen for L_{DEN} 52 dBA sammen med konturen for L_{5AS} på 80 dBA bestemme gul sone, mens L_{DEN} 62 dBA sammen med L_{5AS} på 90 dBA bestemmer rød sone. Det fremgår av figurene at det er L_{DEN} som dominerer og alene bestemmer utstrekningen av støysonene. Gul og rød sone er vist i den følgende figur for dagens situasjon. Dette kartet skal igjen sammenholdes med tilsvarende beregnet for en prognose og det "verste" av disse kartene vil gi det nye støysonekartet i henhold til retningslinje T-1442.



Figur 10-3 Flystøysoner for dagens situasjon. Gul og rød sone definert i henhold til bestemmelsene i T-1442. Målestokk 1:100 000.

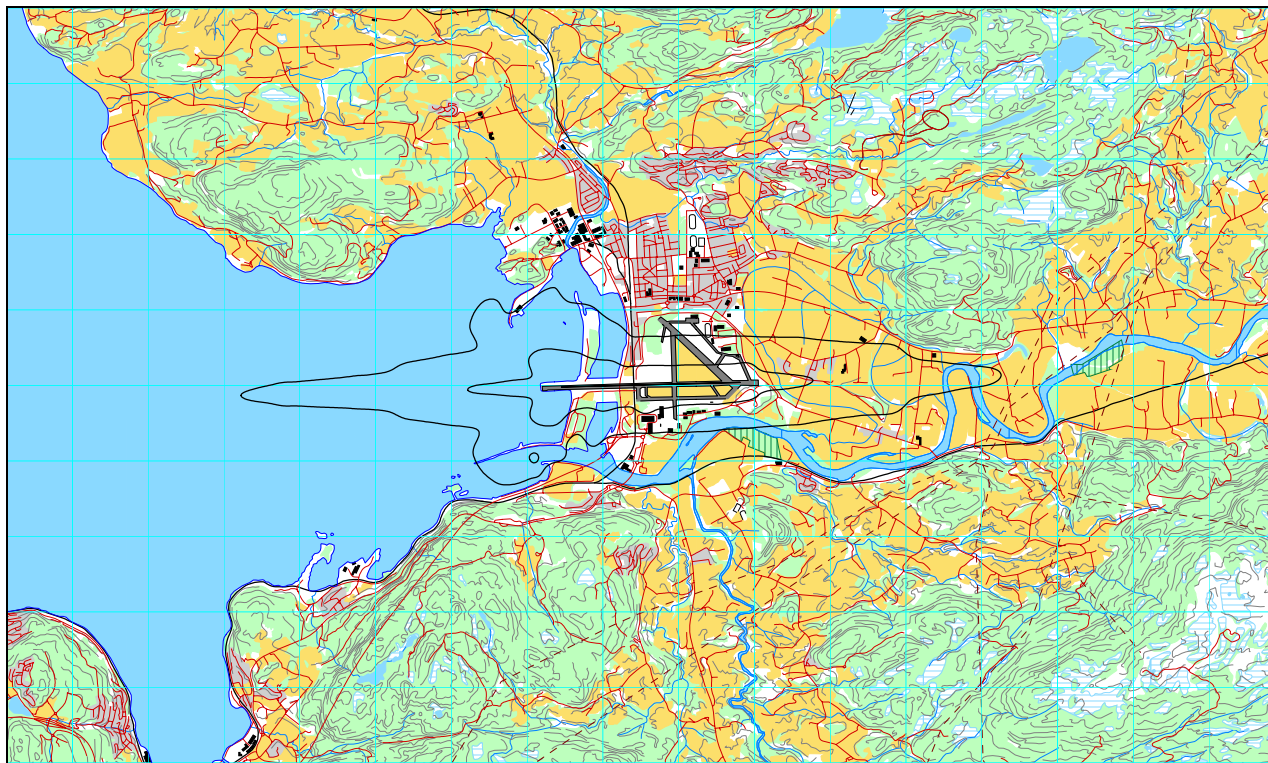
Den følgende tabell viser arealet for hver støysoner for seg og samlet.

Tabell 10-1 Areal innenfor støysonene for dagens situasjon

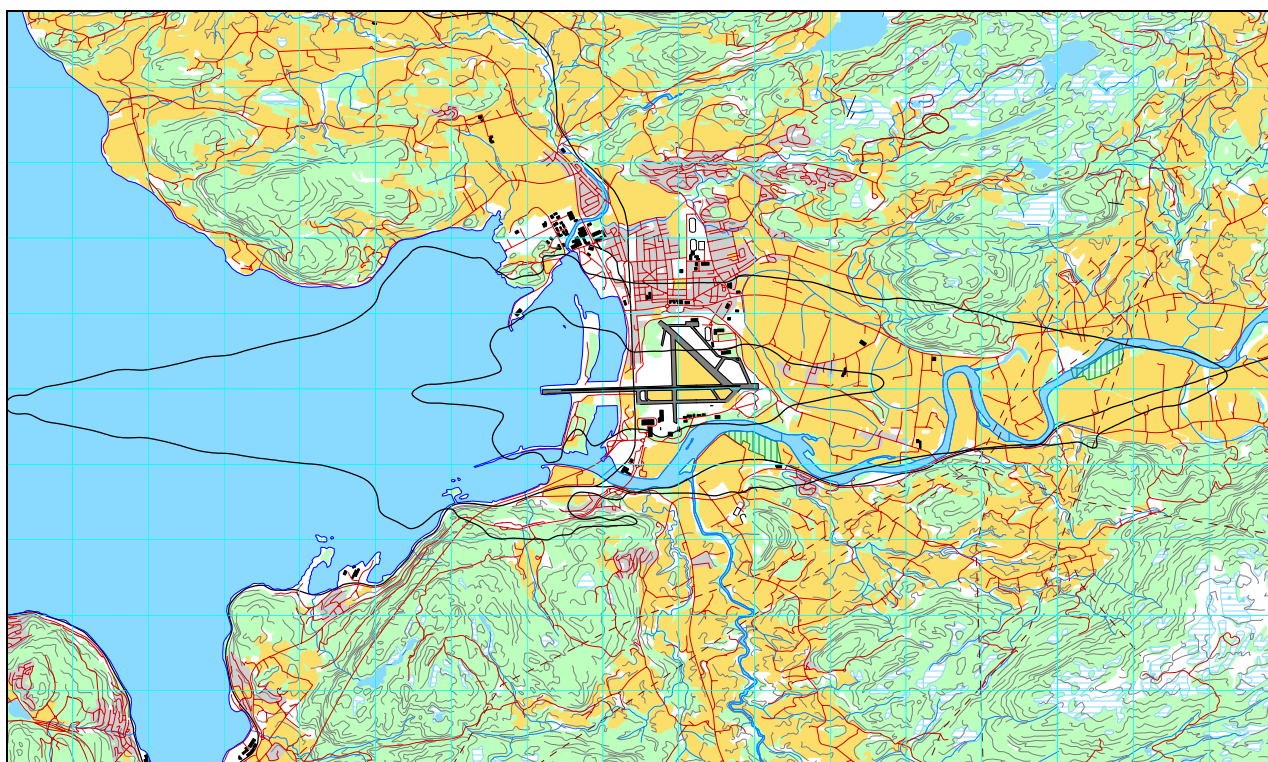
Støysoner	Areal (km ²)
Rød	4.91
Gul	22.78
Samlet	27.69

10.2 Prognose 2015

For prognosen for 2015 er det i alt 2847 unike kombinasjoner av flytype, trasé og høydeprofil som gir bidrag. Disse brytes ned til 136 889 segmenter eller støykilder som det beregnes for.

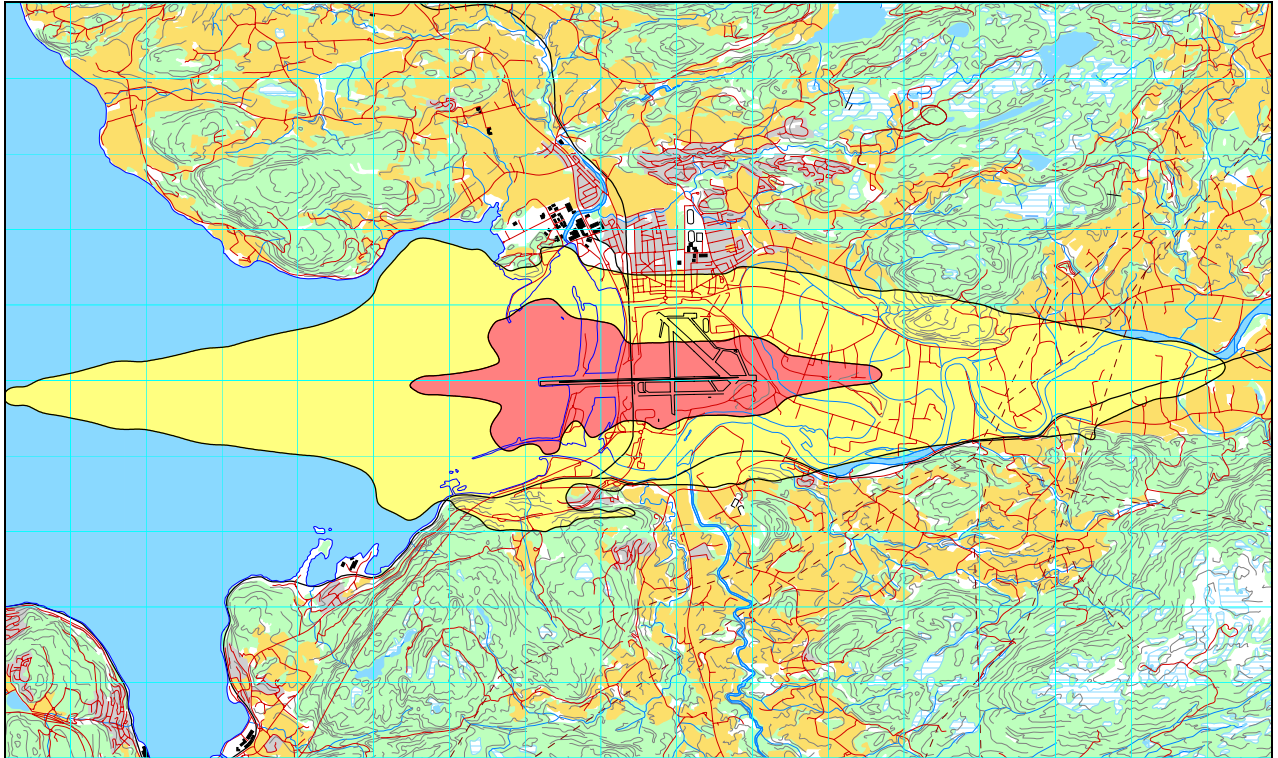


Figur 10-4 L_{5AS} (MFN₂₃₋₀₇) for prognose 2015. Koteverdi er 80 og 90 dBA. Målestokk 1:100 000.



Figur 10-5 L_{DEN} for prognose 2015. Koteverdier er 52 og 62 dBA. Målestokk 1:100 000.

Også for prognosen for 2015 er det L_{DEN} som dominerer og støysonekartet er vist i følgende figur. Sammenholdt med Figur 10-3 viser det seg at støysonene for prognosesituasjonen dekker et større område og dermed er dimensjonerende. Støysonekartet i Figur 10-6 er derfor det nye som skal inn i kommunens arealplaner. Støysonekartet strekker seg ikke utenfor Stjørdal kommune.



*Figur 10-6 Flystøysoner etter T-1442 basert på prognosesituasjonen for 2015.
M 1:100 000.*

Tabell 10-2 Areal innenfor støysonene for prognosesituasjonen i 2015.

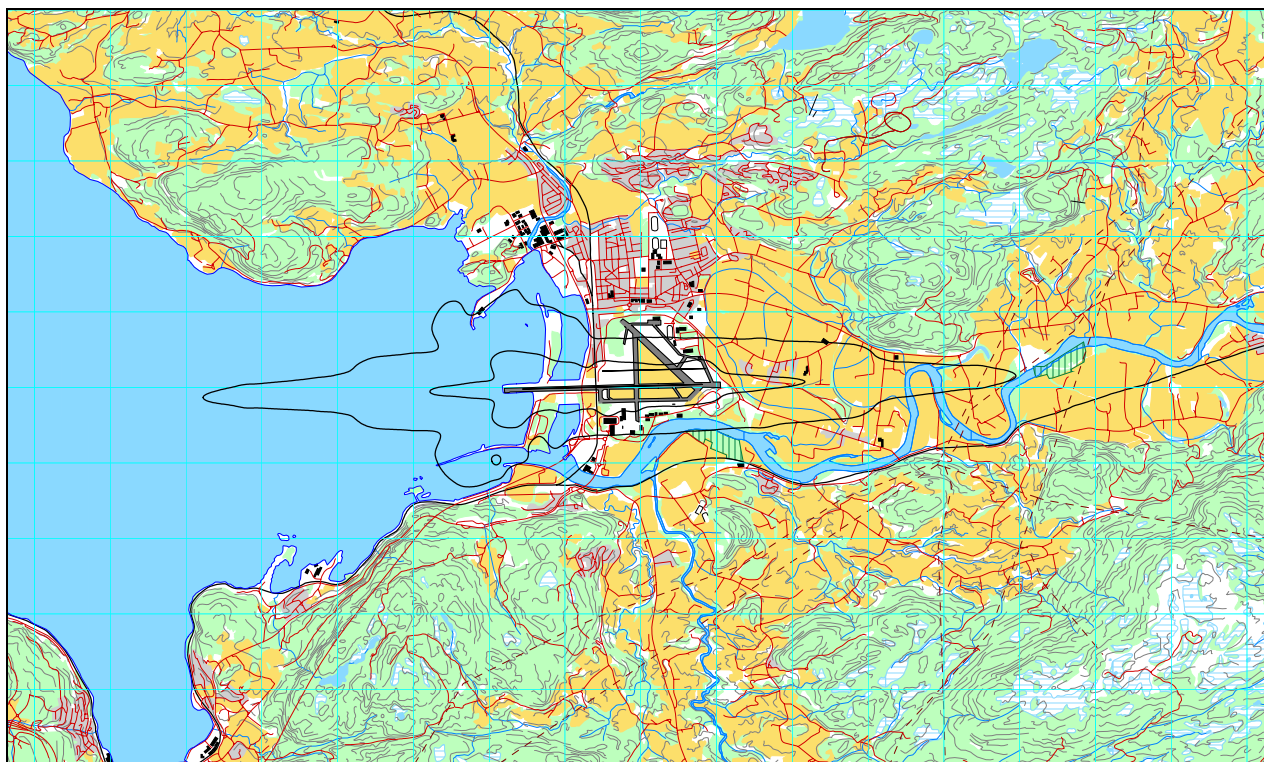
Støysone	Areal (km ²)
Rød	5.79
Gul	26.58
Samlet	32.37

10.3 Perspektiv 2050

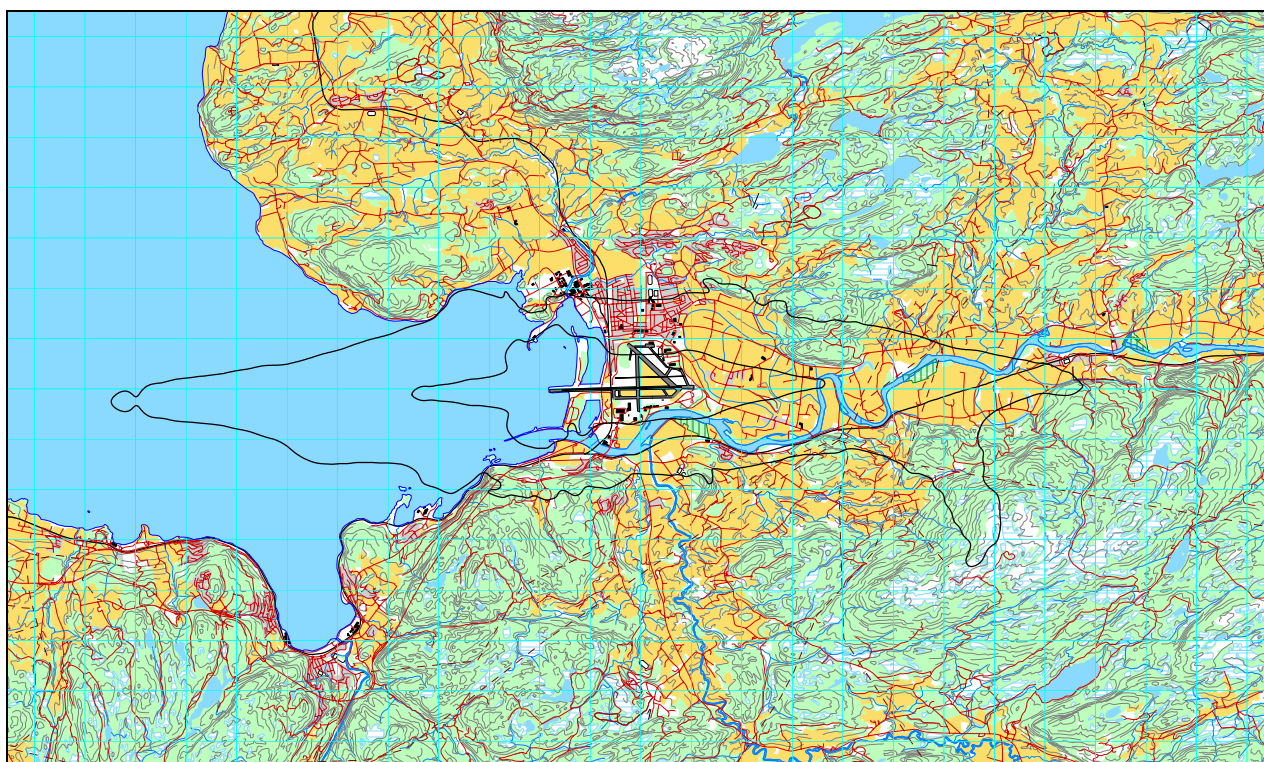
Med de forutsetninger som er omtalt foran er det foretatt en beregning for ”høyt alternativ” for trafikkutviklingen fram mot 2050 basert på at parallell rullebane etableres og trafikkeres med landingsrunder med småfly og avganger for turboprop i dagperioden (08–18).

For dette alternativet øker antall unike kombinasjoner av flytype, trasé og høydeprofil til 3395 med til sammen 157 734 segmenter eller støykilder som det beregnes bidrag fra.

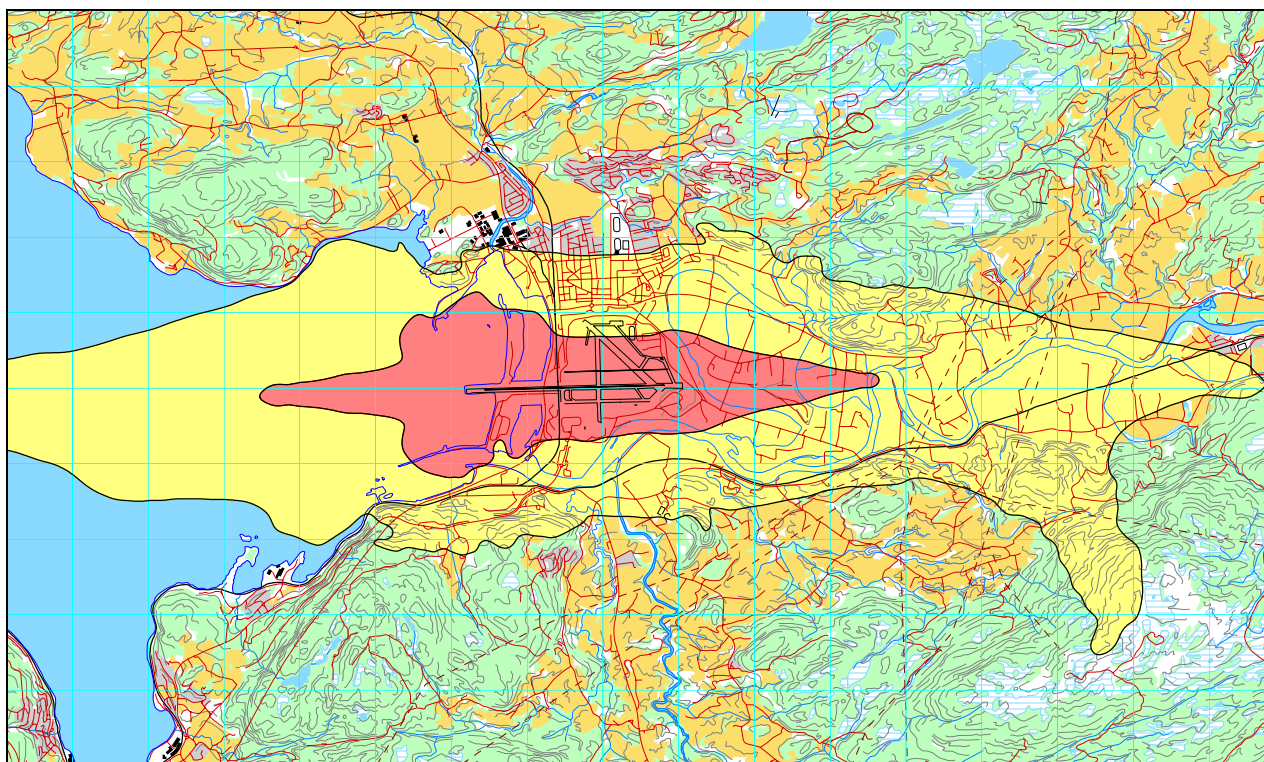
Det vises 3 figurer med resultater også for dette alternativet, samt tabell med arealer.



Figur 10-7 L_{5AS} (MFN_{23-07}) for perspektiv 2050 med to rullebaner. Koteverdi er 80 og 90 dBA. Målestokk 1:100 000.



Figur 10-8 L_{DEN} for perspektiv 2050 med to rullebaner. Koteverdier er 52 og 62 dBA. Målestokk 1:150 000.



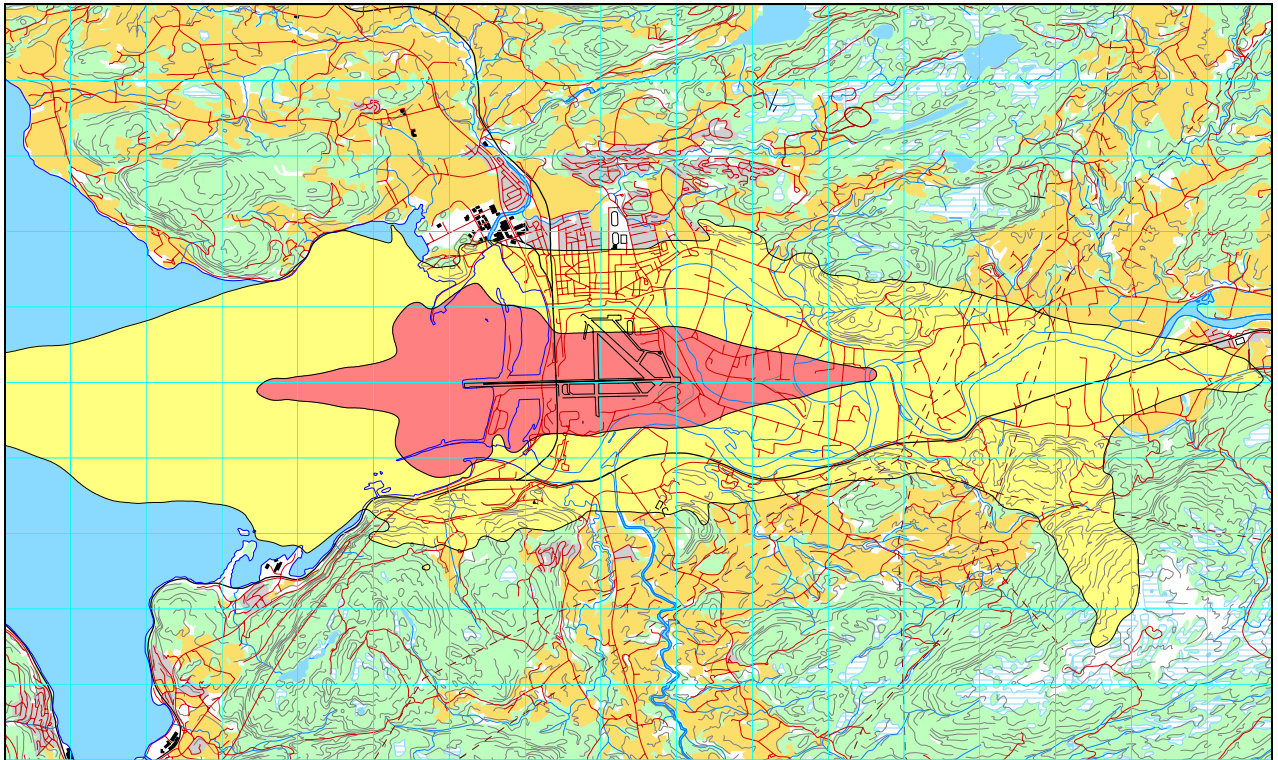
Figur 10-9 Støysoner for perspektiv 2050 med to rullebaner. M 1:100 000.

Tabell 10-3 Areal innenfor støysonene for perspektiv 2050 med to rullebaner.

Støysone	Areal (km ²)
Rød	8.89
Gul	39.89
Samlet	48.78

10.4 Perspektiv 2050, uendret rullebane

For å illustrere hvor stor del av økningen av omfanget av støysonene fram til perspektiv 2050 som skyldes trafikkøkning og hvor mye som skyldes parallell rullebane er det gjennomført beregning for samme trafikkmengde uten å flytte trafikk over på ny bane. For dette alternativet vises bare det resulterende støysonkart, samt tabell med arealet.



Figur 10-10 Støysoner for perspektiv 2050 uten ny rullebane. M 1:100 000.

Tabell 10-4 Areal innenfor støysonene for perspektiv 2050 uten ny rullebane.

Støysone	Areal (km ²)
Rød	9.03
Gul	40.44
Samlet	49.47

Sammenligning mellom kartene og arealene viser at det gir bare svært små utslag på støysonene om en rullebane anlegges parallelt med hovedbanen og benyttes slik som det er forutsatt i denne simuleringen, nemlig at det bare er mindre støyende fly som benytter banen.

10.5 Kartleggingsgrenser i hht forurensningsloven

Resultatene som er vist her er basert på beregningshøyde 1.5 meter for dagens situasjon, mens prognosene er beregnet for 4 meter. I henhold til Tabell 3-2 er kartleggingsgrensen for Værnes for flystøy alene på L_{EQ24h} 61 dBA utendørs frittfeltnivå. For kartlegging i områder med andre kilder tilstede, er grensen 3 dB lavere. Den følgende tabellen viser hvor mange støyømfintlige bygninger som befinner seg innenfor grensene for dagens situasjon og prognosen for 2015. Detaljerte lister vil oversendes oppdragsgiver separat og er unntatt offentlighet. Det forventes at alle de bygninger som identifiseres allerede har vært gjenstand for den kartlegging som Forsvarsbygg har gjennomført for flyplassen.

Tabell 10-5 Antall bygninger innenfor kartleggingsgrenser for dagens situasjon og prognosen for 2015.

Limits (L_{EQ24h})	NoOfBuildings	
	2005	2015
58.0 -- 61.0	74	94
61.0 -- 68.0	23	48
68.0 ->	0	0

Bygningene er identifisert gjennom bruk av databasen Norges Eiendommer fra Norsk Eiendomsinformasjon AS. Opplysningene er trukket ut av databasen 2. september 2005.

10.6 Strategisk støykartlegging

Under dette kapittel rapporteres ytterligere størrelser ut over kartleggingsgrensene, som angitt i vedlegg 2 til forurensningsforskriften [17], i form av tabeller og kart. Rapporteringen skal tilfredsstille kravene i EU direktiv 2002/49/EF og benyttes for lufthavner med mer enn 50 000 flybevegelser pr år. Tellingene av personer og bygninger følger samme modell som omtalt over, men baserer seg på 4 meters beregningshøyde.

All rapportering i dette kapittel gjelder for dagens situasjon.

Tabell 10-6 Antall boliger og personer som bor i boliger med støynivå av L_{den} i 5 dB intervaller mellom 55 og 75 dBA.

L_{den}	Antall personer	Antall boliger
55-60	424	111
60-65	349	135
65-70	23	9
70-75	0	0
> 75	0	0

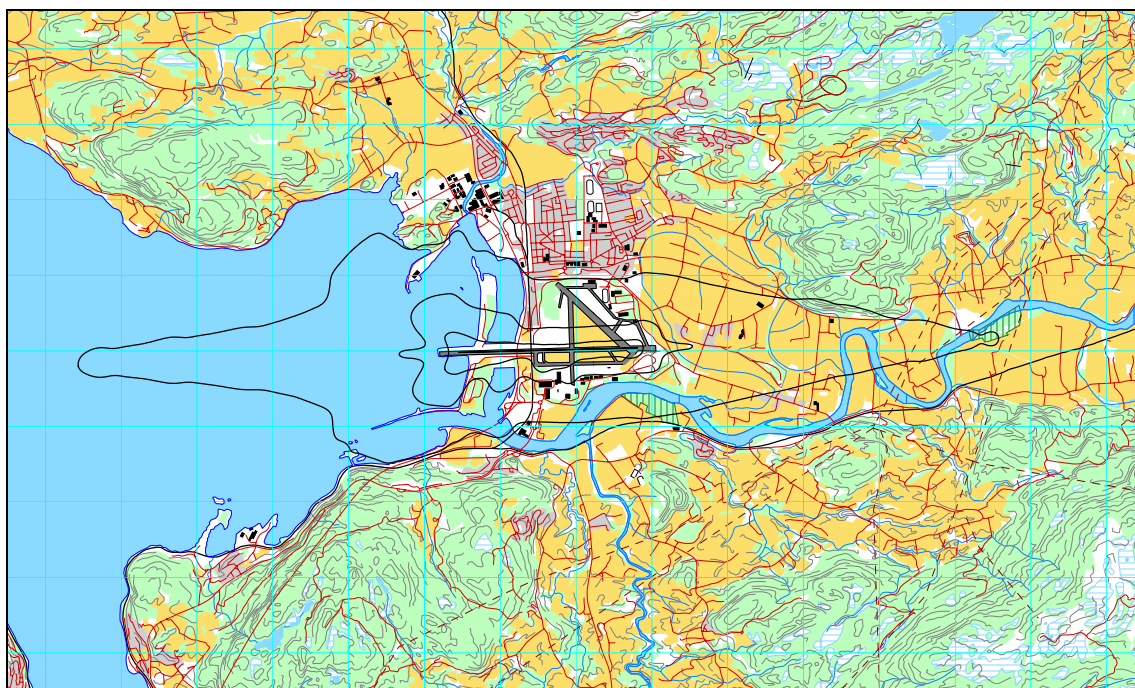
Tabell 10-7 Antall boliger og personer som bor i boliger med støynivå av L_{night} i 5 dB intervaller mellom 50 og 70 dBA.

L_{night}	Antall personer	Antall boliger
50-55	365	114
55-60	23	9
60-65	0	0
65-70	0	0
> 70	0	0

I området med støynivå mellom L_{den} 55 og 60 dBA er det funnet 2 barnehager og 2 bygninger med helseformål ("Annen primærhelsebygning") ellers ingen skoler eller andre.

Det følgende kart viser konturlinjer for L_{den} 55, 65 og 75 dBA og den påfølgende tabell viser totalt areal innenfor hver kontur (mao. ikke for hvert intervall). Det fremgår av kartet at tettbebygde

deler av Stjørdal ligger innenfor L_{den} 55 dBA. Dette gjelder noe av sentrum, Hognesaunet og Værnesmoen.



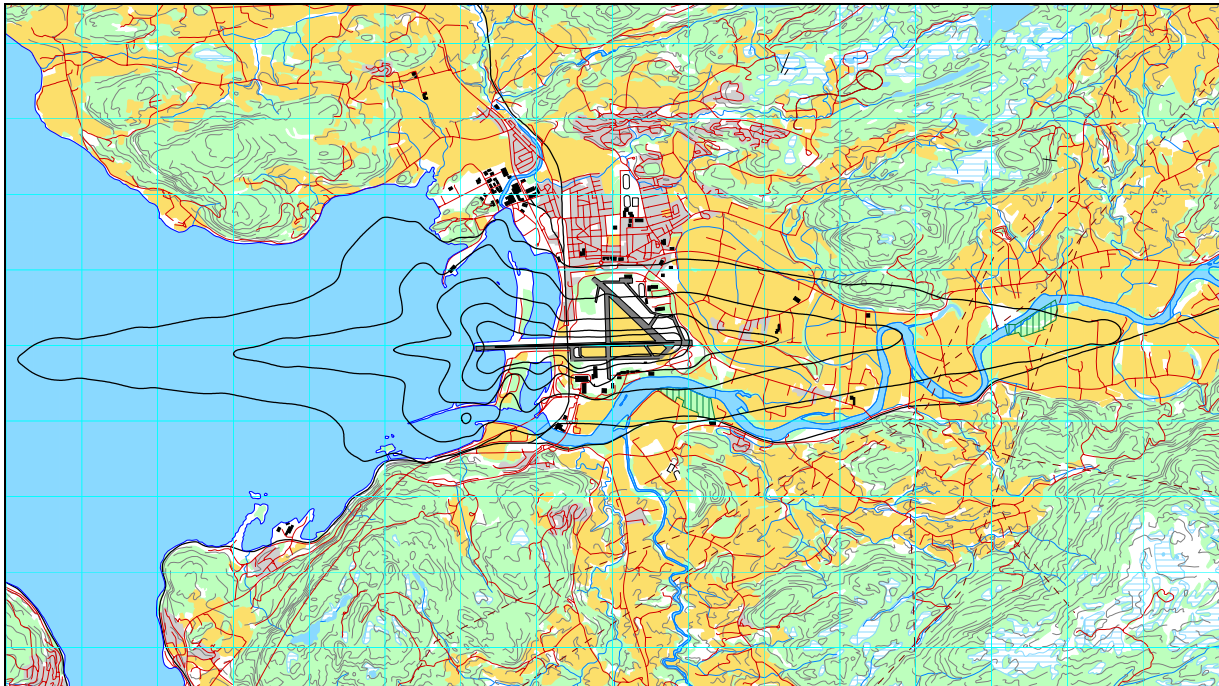
Figur 10-11 L_{den} konturer for 55, 65 og 75 dBA, dagens situasjon. M 1:100 000.

Tabell 10-8 Areal innenfor hver kontur som er vist i Figur 10-11.

L_{den}	Areal (km ²)
> 55	16,92
> 65	2,91
> 75	0,76

10.7 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA

I en undersøkelse fra 1999 [23] ble det foretatt telling av antall mennesker som var bosatt i områder med mer enn 50 dBA døgnekvivalent nivå (L_{EQ24h}). Figur 10-12 viser koter for L_{EQ24h} 50 – 70 dBA i 5 dB trinn for dagens situasjon.



Figur 10-12 Døgnkvivalent nivå L_{eq24h} for dagens situasjon beregnet med 1.5m mikrofonhøyde. Kotene viser L_{eq24h} 50 -70 dBA i 5 dB trinn. M 1:100.000.

Den etterfølgende tabell viser hvor mange mennesker som nå er berørt sammenlignet med det antall man da hadde prognose for. I tillegg vises en tabell for den nye prognosen for 2015.

Antallet personer er beregnet ut fra et gjennomsnittlig antall mennesker pr type bolig og har derfor noe usikkerhet knyttet til seg. Resultatene er også her basert på beregningshøyde 1.5 meter for dagens situasjon og for 4 meter for prognosen for 2015.

Tabell 10-9 Antall bygninger og personer bosatt innenfor LEQ 50 dBA i 5 dB trinn for dagens situasjon sammenlignet med prognosen for 2007, fra [23].
Antall personer fra [23] i parenteser.

Limits	NoOfBuildings	NoOfPeople
50.0 -- 55.0	217	788 (824)
55.0 -- 60.0	131	335 (207)
60.0 -- 65.0	40	104 (205)
65.0 -- 70.0	0	0 (0)
70.0 ->	0	0 (0)

Tabell 10-10 Antall bygninger og personer bosatt innenfor LEQ 50 dBA i 5 dB trinn for prognosen for 2015.

Limits	NoOfBuildings	NoOfPeople
50.0 -- 55.0	430	1698
55.0 -- 60.0	121	310
60.0 -- 65.0	75	195
65.0 -- 70.0	0	0
70.0 ->	0	0

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 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] STØYSONEGRENSER FOR VÆRNES FLYSTASJON – TRONDHEIM LUFTHAVN
SINTEF Rapport STF40 F99059, Trondheim november 1999.
- [21] Avinor AS:
AIP NORWAY AMDT 07/05 - 29 SEP 2005.
- [22] 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)
- [23] 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.
- [24] Harald Thune-Larsen:
TRAFIKKSCENARIER TRONDHEIM LUFTHAVN 2006-2020.
TØI Arbeidsdokument TØ/1815/2005, Oslo november 2005.

APPENDIX 1 Sortering av destinasjoner

Tabell 11-1 Sortering av destinasjoner i grupper.

Destination	Group	SL	Destination	Group	SL	Destination	Group	SL
BIAR	Vest	2	EGNJ	Sørvest	2	ENBL	Sørvest	1
BIHN	Vest	2	EGNR	Sørvest	2	ENBN	Nord	1
BIKF	Vest	2	EGNS	Sørvest	2	ENBO	Nord	1
BIRK	Vest	2	EGNX	Sørvest	2	ENBR	Sørvest	1
CYHZ	Vest	6	EGPB	Sørvest	2	ENBV	Nord	1
CYQX	Vest	6	EGPD	Sørvest	2	ENCN	Sør	1
CYYR	Vest	6	EGPE	Sørvest	2	ENDU	Nord	1
CYYT	Vest	6	EGPF	Sørvest	2	ENEG	Sør	1
EBLG	Sør	2	EGPH	Sørvest	2	ENEV	Nord	1
EDDB	Sør	2	EGPN	Sørvest	2	ENFA	Sørvest	1
EDDF	Sør	2	EGQK	Sørvest	2	ENFG	Sør	1
EDDI	Sør	2	EGSS	Sørvest	2	ENFL	Sørvest	1
EDDK	Sør	2	EGTE	Sørvest	2	ENGM	Sør	1
EDDL	Sør	2	EGTF	Sørvest	2	ENHA	Sør	1
EDDM	Sør	2	EGTK	Sørvest	2	ENHD	Sørvest	1
EDDN	Sør	2	EGWU	Sørvest	2	ENHF	Nord	1
EDDP	Sør	2	EGXW	Sørvest	2	ENHN	Sør	1
EDDS	Sør	2	EGAA	Sørvest	2	ENHS	Sør	1
EDDT	Sør	2	EHAM	Sør	2	ENHT	Nord	1
EDDV	Sør	2	EHEH	Sør	2	ENHV	Nord	1
EDDW	Sør	2	EHGG	Sør	2	ENJB	Sør	1
EDHK	Sør	2	EHRD	Sør	2	ENKB	Sørvest	1
EDNY	Sør	2	EHVB	Sør	2	ENKJ	Sør	1
EDVE	Sør	2	EICK	Sørvest	2	ENKR	Nord	1
EEKE	Øst	2	EIDW	Sørvest	2	ENLK	Nord	1
EETN	Øst	2	EINN	Sørvest	2	ENML	Sørvest	1
EFHK	Øst	2	EKAH	Sør	1	ENMS	Nord	1
EFJY	Øst	2	EKBI	Sør	1	ENNA	Nord	1
EFPO	Øst	2	EKCH	Sør	1	ENNK	Nord	1
EFTP	Øst	2	EKEB	Sør	1	ENNM	Nord	1
EFTU	Øst	2	EKKA	Sør	1	ENNO	Sør	1
EFVA	Øst	2	EKOD	Sør	1	ENOL	Vest	1
EGDL	Sørvest	2	EKRK	Sør	1	ENOP	Sør	1
EGGD	Sørvest	2	EKRN	Sør	1	ENOV	Sørvest	1
EGGW	Sørvest	2	EKSB	Sør	1	ENRA	Nord	1
EGHH	Sørvest	2	EKSN	Sør	1	ENRI	Sør	1
EGHI	Sørvest	2	EKSP	Sør	1	ENRK	Sør	1
EGHL	Sørvest	2	EKVG	Sør	1	ENRM	Nord	1
EGJB	Sørvest	2	EKYT	Sør	1	ENRO	Sør	1
EGKB	Sørvest	2	ENAL	Sørvest	1	ENRS	Nord	1
EGKK	Sørvest	2	ENAN	Nord	1	ENRV	Sør	1
EGLL	Sørvest	2	ENAT	Nord	1	ENRY	Sør	1

Destination	Group	SL
ENSB	Nord	2
ENSD	Sørvest	1
ENSG	Sørvest	1
ENSH	Nord	1
ENSK	Nord	1
ENSN	Sør	1
ENSO	Sørvest	1
ENST	Nord	1
ENTC	Nord	1
ENTO	Sør	1
ENTY	Sør	1
ENVA	Lokal	1
ENZV	Sørvest	1
ENZZ	Lokal	1
EPKK	Sør	2
ESCF	Sør	1
ESCM	Sør	1
ESDF	Sør	1
ESGG	Sør	1
ESGJ	Sør	1
ESGK	Sør	1
ESGP	Sør	1
ESGR	Sør	1
ESIA	Sør	1
ESIB	Sør	1
ESKB	Sør	1
ESKM	Sør	1
ESKN	Sør	1
ESKV	Sør	1
ESMK	Sør	1
ESML	Sør	1
ESMS	Sør	1
ESMY	Sør	1
ESNA	Sør	1
ESNG	Øst	1
ESNM	Sør	1
ESNN	Øst	1
ESNO	Sør	1
ESNQ	Nord	1
ESNU	Øst	1
ESNX	Nord	1
ESNY	Sør	1
ESOE	Sør	1
ESOH	Sør	1
ESOK	Sør	1
ESOW	Sør	1
ESPA	Øst	1
ESPC	Øst	1

Destination	Group	SL
ESSA	Sør	1
ESSB	Sør	1
ESSD	Sør	1
ESSK	Øst	1
ESSL	Sør	1
ESSP	Sør	1
ESST	Sør	1
ESSU	Sør	1
ESSV	Sør	1
ESSX	Sør	1
ESTA	Sør	1
ESUT	Sør	1
ESVS	Sør	1
ETAR	Sør	2
ETMN	Sør	2
ETNG	Sør	2
ETNH	Sør	2
ETNJ	Sør	2
ETNT	Sør	2
ETNW	Sør	2
ETSA	Sør	2
ETSI	Sør	2
EVRA	Øst	2
EYKA	Øst	2
EYVI	Øst	2
GCLP	Sør	4
GCCR	Sør	4
GCTS	Sør	4
HESN	Sør	4
HLLT	Sør	4
KADW	Vest	6
KBGR	Vest	6
KBOS	Vest	6
KBWI	Vest	6
KCEF	Vest	6
KCHS	Vest	6
KDOV	Vest	6
KEWR	Vest	6
KJFK	Vest	6
KMSP	Vest	6
KPHL	Vest	6
KSWF	Vest	6
LBSF	Sør	3
LBWN	Sør	3
LCLK	Sør	3
LDDU	Sør	3
LDSP	Sør	3
LEAL	Sør	3

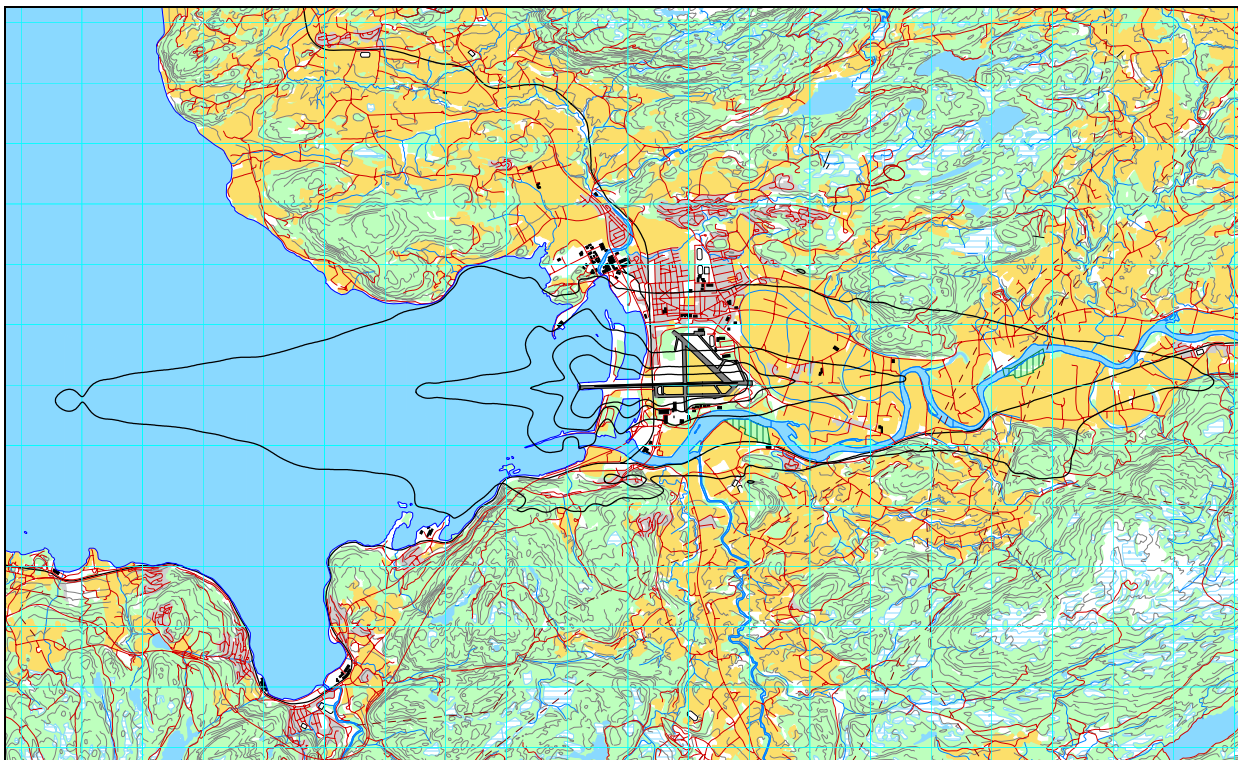
Destination	Group	SL
LEBL	Sør	3
LELC	Sør	3
LEMD	Sør	3
LEMG	Sør	3
LEPA	Sør	3
LERT	Sør	3
LEST	Sør	3
LETO	Sør	3
LFBF	Sør	2
LFKC	Sør	2
LFLC	Sør	2
LFMI	Sør	2
LFMN	Sør	2
LFPB	Sør	2
LFRB	Sør	2
LFRS	Sør	2
LFSB	Sør	2
LFTZ	Sør	2
LGAV	Sør	3
LGIR	Sør	3
LGKO	Sør	3
LGRP	Sør	3
LGSA	Sør	3
LGSR	Sør	3
LGZA	Sør	3
LHBP	Sør	2
LHSM	Sør	2
LICC	Sør	3
LIMC	Sør	3
LIRF	Sør	3
LIRP	Sør	3
LKPR	Sør	2
LOWG	Sør	3
LOWI	Sør	3
LOWW	Sør	3
LPFR	Sør	3
LRBS	Sør	3
LROP	Sør	3
LSMD	Sør	2
LSZB	Sør	2
LSZH	Sør	2
LTAI	Sør	3
LTAN	Sør	3
LTBA	Sør	3
LTBS	Sør	3
LTFE	Sør	3
LTFJ	Sør	3
LUKK	Sør	3

Destination	Group	SL
LYBE	Sør	3
LYPR	Sør	3
OKBK	Sør	4
OPKC	Sør	6

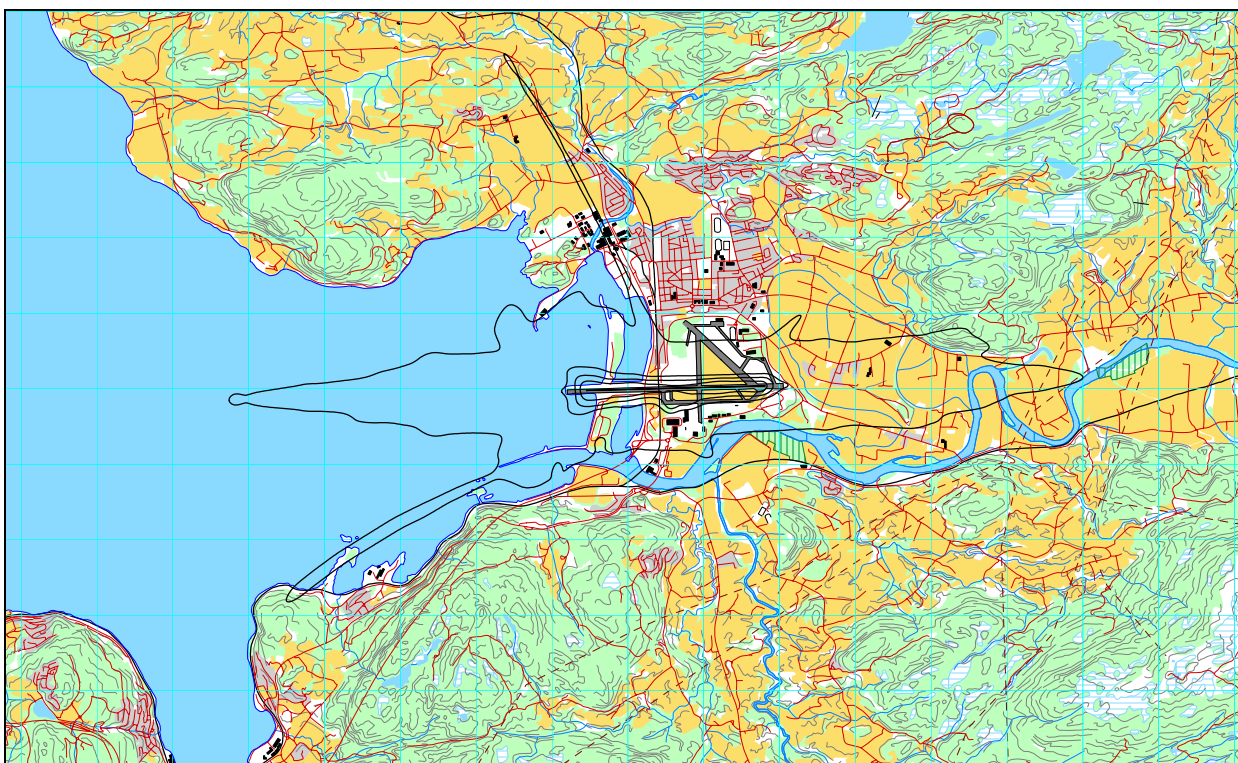
Destination	Group	SL
OPLA	Sør	6
RIGG	Vest	1
RJTT	Øst	7
ULLI	Øst	2

Destination	Group	SL
ULMM	Nord	2
UUEE	Øst	2
UUWW	Øst	2

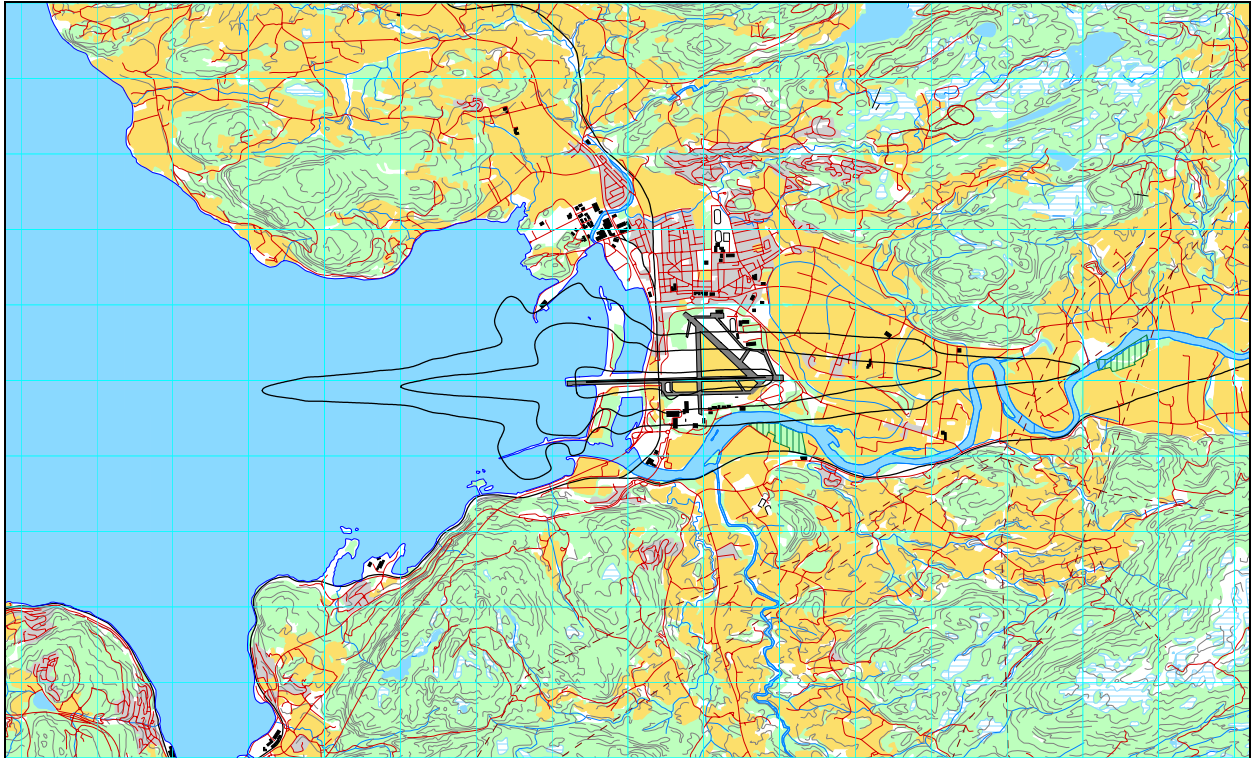
APPENDIX 2 Beregninger etter T-1277



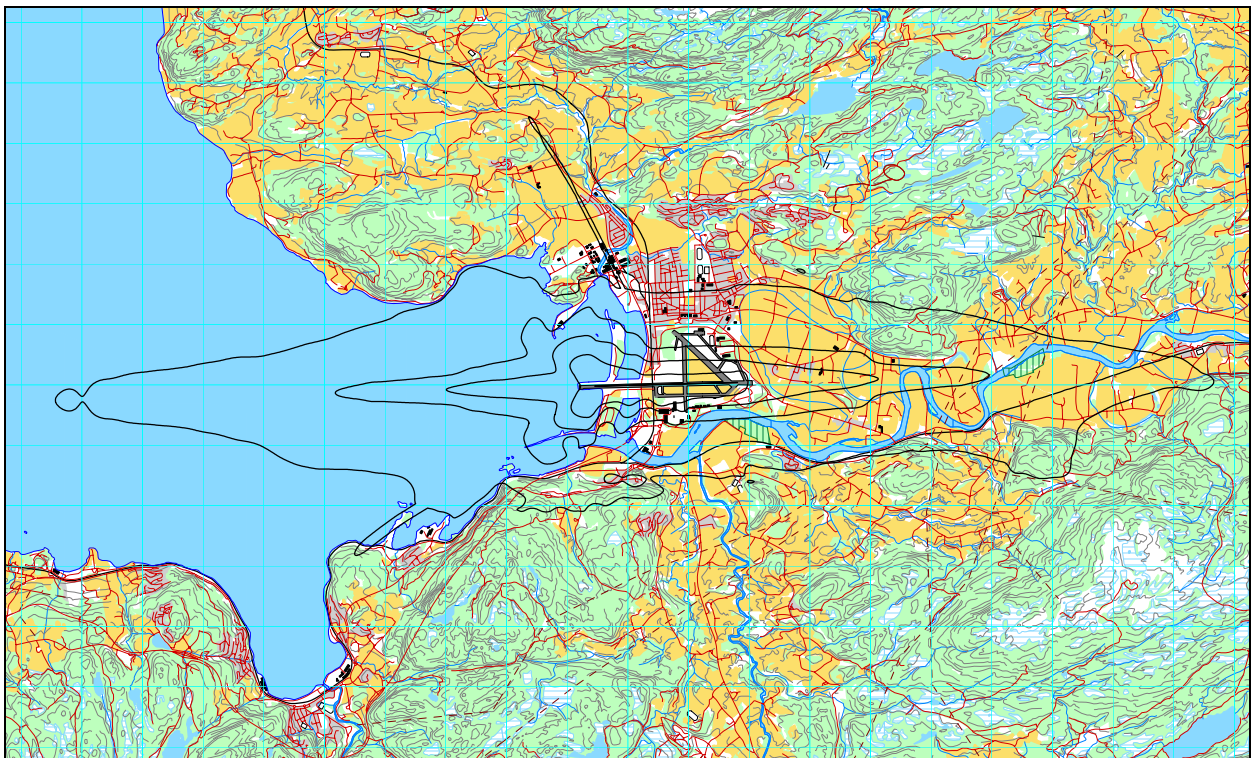
Figur 11-1 Ekvivalent flystøynivå, EFN for dagens situasjon. EFN 50, 60, 65 & 70 dBA. M 1:125 000.



Figur 11-2 MFN på dagtid for dagens situasjon. MFN_{dag} 80, 95, 100 & 105 dBA. M 1:100 000.



*Figur 11-3 MFN på natt for dagens situasjon. MFN_{natt} 80 & 85 dBA.
M 1:100 000.*

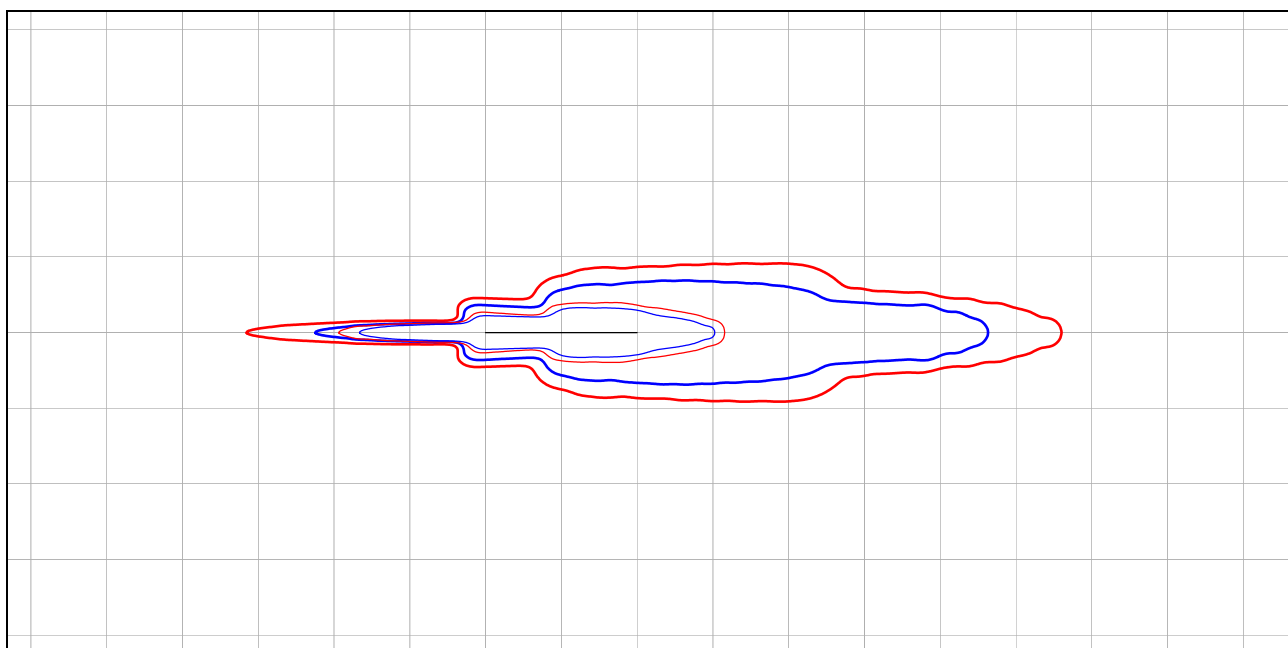


Figur 11-4 Sonegrenser etter T-1277 for dagens situasjon. M 1:125 000.

APPENDIX 3 Støymatter for typiske flytyper

Braathens og SAS har tradisjonelt vært de to største flyoperatørene på Trondheim lufthavn Værnes. Flyflåtene til disse to selskapene har gjennomgått en utvikling fra eldre støyende modeller til dagens flypark. På 1980 tallet var det Douglas DC9 for SAS og Fokker F28 som var de mest brukte.

For SAS sitt vedkommende, var flytypen DC9 i bruk nesten helt fram til 1. april 2002 da den måtte fases ut på grunn av internasjonale støykrav. I mellomtiden hadde SAS anskaffet nyere versjoner av flytypen med betegnelsen MD80-serien. Denne typen fly holder de gjeldende kravene i de internasjonale sertifiseringsreglene fortsatt. Imidlertid har selskapet skiftet disse ut med nyeste versjoner av Boeing B737, slik at innenlands i Norge er det svært sjelden at MD80-varianter trafikkerer. Den følgende figuren viser støymatter som illustrerer den støymessige utvikling utskifting av disse flytypene har medført. Figuren viser også støymatte for en Airbus A321, som er et annet moderne fly i omtrent samme størrelse som de SAS har i dag. Rutmønsteret i figuren er en 1x1 km.

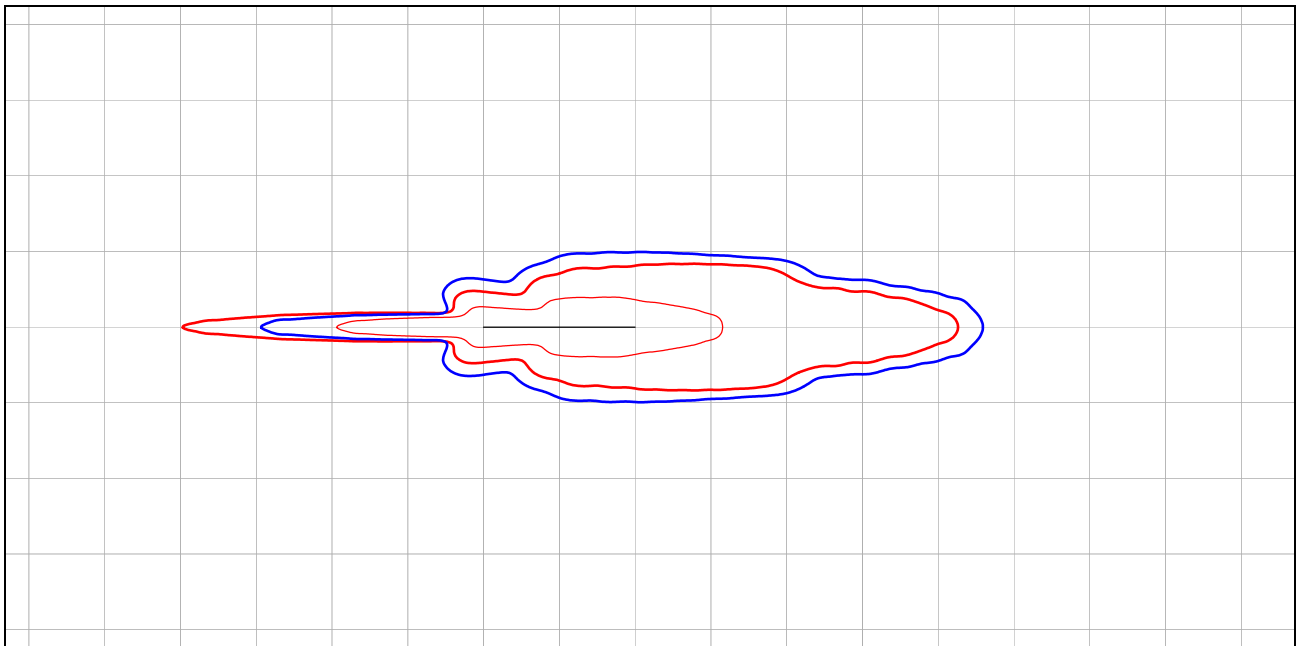


Figur 11-5. L_{Amax} 85 dBA for DC9-40 (tykk rød), MD82 (tykk blå), B737-600 (substituert med B737-700, tynn rød), og A321 (tynn blå).

For Værnes sitt vedkommende, er det særlig overgangen MD80-serien til de nye B737-modellene som gjør at støysonene har krympet og støybelastningen har gått ned siden forrige kartlegging [20].

Braathens fly både Fokker F28 og Boeing B737-200 på hele 1970 tallet. Fokker F28 ble skiftet ut med Boeing B737-200 i løpet av 1980 tallet. Denne flytypen var også et gammelt design og måtte fases ut senest 1. april 2002. Braathens startet imidlertid en utskifting til nyere støysvake varianter av denne flytypen allerede helt i slutten av 1980 tallet slik at de midt på 90-tallet hadde en flåte med B737-400 og -500. Sist på 1990 tallet kom også modellen B737-700, slik at selskapet hadde tre modeller da det ble en del av SAS konsernet. Den etterfølgende figuren viser den støymessige

utviklingen dette har medført. -400/-500 modellene støyer bitte litt mer en -700, men er ikke tatt med i sammenligningen.



Figur 11-6. LAmax 85 dBA for F-28 (tykk rød), B737-200 (tykk blå) og B737-700 (tynn rød).