

SINTEF A178 – Åpen

RAPPORT

Støysoner etter retningslinje T-1442 for Stord lufthavn

Rolf Tore Randeberg, Idar L. N. Granøien

SINTEF IKT

Juni 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 Stord lufthavn

FORFATTER(E)

Rolf Tore Randeberg, Idar L. N. Granøien

OPPDRAKSGIVER(E)

Kilde Akustikk AS

RAPPORTNR. SINTEF A178	GRADERING Åpen	OPPDRAKSGIVERS REF. Matias Ringheim	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-038006	PROSJEKTNR. 90E101.87	ANTALL SIDER OG BILAG 30
ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF_RAPPORT_A178.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar L. N. Granøien	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Herold Olsen
ARKIVKODE	DATO 2006-06-21	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Det er beregnet flystøysonegrenser for Stord lufthavn, Sørstokken, basert på trafikkgrunnlag for 2005. Støysonene er beregnet i henhold til retningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet. Beregningene er foretatt med programmet NORTIM som tar hensyn til topografien når lydutbredelsen beregnes.

Denne rapporten viser datagrunnlaget for beregningen og de resulterende støysoner tegnet ut på kartbakgrunn. Den inneholder også et kapittel med bakgrunnsmateriale for T-1442, de viktigste premisser i retningslinjen, samt omtale av forskriften til forurensningsloven FOR 1089 (grenseverdiforskriften).

I tillegg til rapporten leverer SINTEF resultatene på SOSI filer, som gjør mottaker i stand til å importere resultatene i digitale kartbaser. Støysonekartet skal i henhold til retningslinjen tas inn i kommunens plankart. Støysonene berører bare Stord kommune.

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

INNHOLDSFORTEGNELSE

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 trafikkgrunnlaget	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
6. FLYTYPER	13
6.1 Flytyper i bruk	13
6.2 Kildedata for fly	14
6.3 Oppsummering av flydata	14
7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER	15
7.1 Destinasjoner	15
7.2 Flygeprosedyrer	15
7.3 Rullebaner	15
7.4 Flytraséer	16
7.5 Flygeprofiler	22
8. SKALERING AV TRAFIKK	23
8.1 Trafikkskalering etter flytype	23
8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer	23
8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt	23
9. BEREGNINGSPARAMETERE	23
9.1 Beregningsenheter	23
9.2 Beregning i enkeltpunkter	23
9.3 NORTIM beregningskontroll	23
10. RESULTATER	23
10.1 Dagens situasjon	23

10.2 Kartleggingsgrenser i hht forurensingsloven	26
10.3 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA	27
11. LITTERATUR	28

1. INNLEDNING

SINTEF har beregnet flystøysoner for Stord lufthavn, Sørstokken. Beregningen er utført etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442 med trafikkdata for 2005 som grunnlag.

Oppdraget er utført for Kilde Akustikk AS, med Matias Ringheim og Sigurd Solberg som kontaktpersoner. Ved SINTEF IKT har prosjektet vært behandlet av forsker Rolf Tore Randeberg og forsker Idar Ludvig Nilsen Granøien, med sistnevnte som prosjektleder.

Beregningsgrunnlaget har vært kvalitetssikret av Avinor, AFIS enheten ved Stord lufthavn.

Denne rapporten viser datagrunnlaget for beregningen og resultatene. Den inneholder også to kapitler med bakgrunnsmateriale for retningslinje T-1442, de viktigste premisser i retningslinjen, samt omtale av forskriften til forurensningsloven FOR 1089 fra 2002 (grenseverdiforskriften fra 1997 i revidert utgave). Forskjeller i forhold til den gamle retningslinjen T-1277 er også omtalt.

I tillegg til denne rapporten leverer SINTEF resultatene på SOSI-filer, som gjør mottaker i stand til å importere resultatene i digitale kartbaser. Støysonekartet skal i henhold til retningslinjen tas inn i kommunens plankart.

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

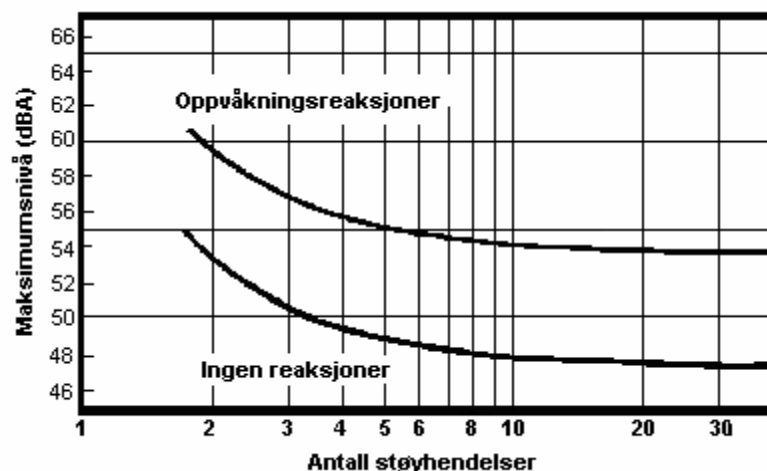
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

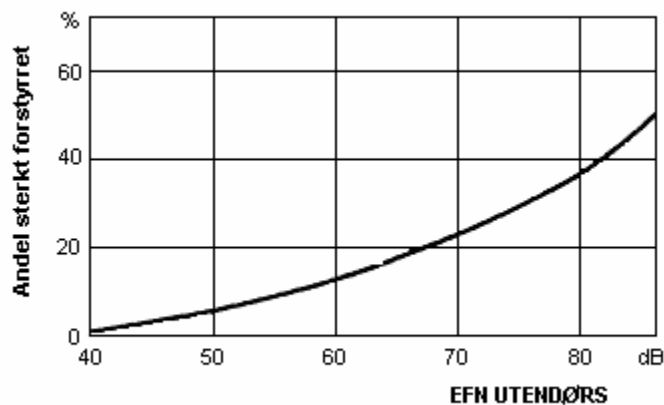
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjans for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

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 gjennomsnittsmiddelkurve 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

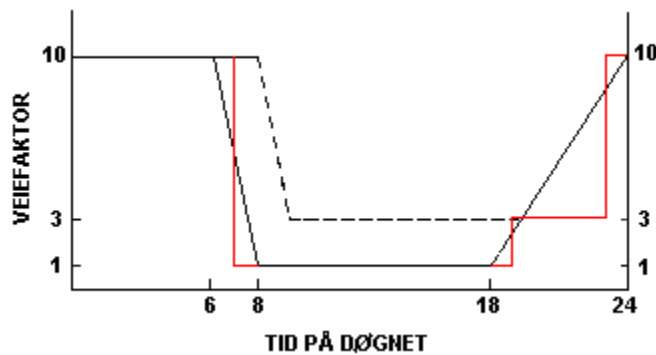
En sammensatt støyindikator, som på en enkel måte skal karakterisere den totale flystøybelastning, og derved være en indikator for flest mulige virkninger, må ta hensyn til følgende faktorer ved støyen: Nivå (styrke), spektrum (farge), karakter, varighet, samt tid på døgnet. Måleenheten for flystøy må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

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 trafikkgrunnet

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

Veilederen til den nye retningslinjen legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/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 trafikkgrunnet.

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

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

Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater. NORTIM beregner i en og samme operasjon alle de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjene. Beregning av MFN og EFN er således supplert med L_{den} og L_{5AS} . Andre støymål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, L_{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 beregningsgrunnet 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 hustryper som gir minst demping i fasaden. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ($L_{EQ,24h}$):

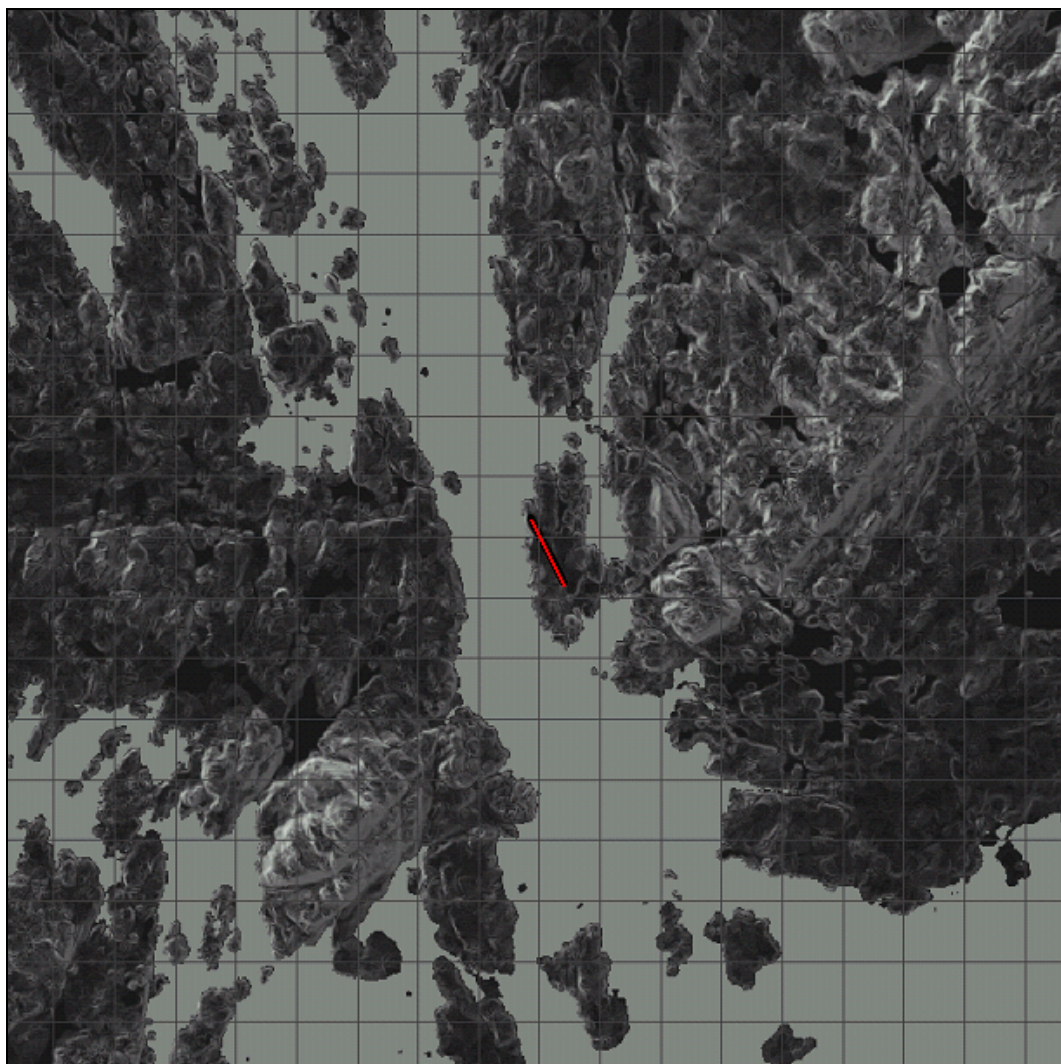
Tabell 3.2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

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

I denne rapporten er traségrunnlag og beregningsresultater presentert på kart. Digitale kart for Stord med omkringliggende områder har ikke vært tilgjengelig. Det er derfor hentet ut rasterbilder basert på digital topografi for området. Et oversiktsbilde er vist i figuren under, hvor rullebanen er markert med rødt. Avstanden mellom linjene i rutenettet er 1 km.



Figur 4.1. Basiskart for undersøkelsen. M 1:125.000.

Tabellen under viser kartreferanse. Koordinatsystem 7, 33 betyr UTM89 sone 33.

Tabell 4.1. Kartreferanse.

Name	ICAO_code	OrigoEast	OrigoNorth	CoordSys	CoordAxis
Stord, Sørstokken	ENSO	-40869	6667780	7	33

4.2 Digital terrengmodell

Digital topografi for hele Norge, med punktavstand 50 meter (interpolert til 25 meter), er tidligere levert av Avinor. Topografien er også i koordinatsystemet UTM89 sone 33. Et 30 × 30 km utsnitt av dette blir benyttet til topografikorreksjoner i beregningsmodellen. Topografiutsnittet er også benyttet til å generere kartbakgrunnene i denne rapporten.

5. FLYTRAFIKK

5.1 Trafikk i følge tårnjournal

I henhold til retningslinje T-1442 beregnes flystøy for et helt års trafikk, og i dette tilfellet er 2005 valgt som grunnlag. Elektronisk logg for hele 2005 er oversendt fra Avinor.

5.2 Annen trafikk

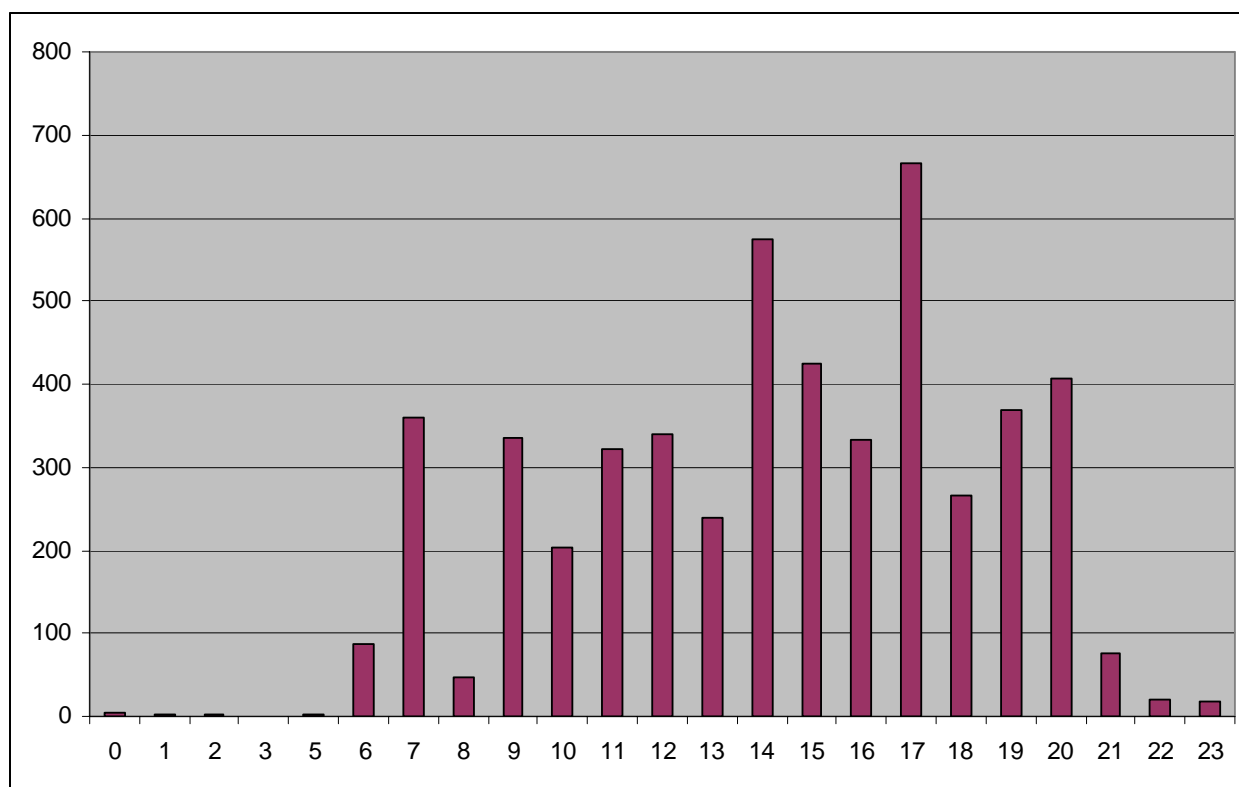
Det er ikke lagt inn annen trafikk enn den loggførte trafikk nevnt i forrige avsnitt.

5.3 Oppsummering av trafikk

I dette kapitlet vises noen oversiktstabeller og -figurer basert på det mottatte trafikkgrunnlaget.

Tabell 5.1. Totalt antall landinger (LA), avganger (TO) og landingsrunder (TG).

TO_LA	SumOper
LA	1787
TG	772
TO	1769



Figur 5.1. Fordeling av trafikk over døgnetts timer. Antall bevegelser per år.

Datagrunnlag versjon 1

Dato: 22.06.06. Tid: 08:55

Filnavn: U:\prosjekt\9021-Akustikk\KO\90E101.87_Flystøy_Stord_IG\Arkiv\Rapport\SINTEF_RAPPORT_A178.doc

Tabell 5.2. Fordeling av trafikk på kategori flyging (FLT).

FLT	Type flyging	SumOper
1	Ruteflyging	1440
2	Ikke regelbundet trafikk	797
4	Kontinentalsokkelflyging med helikopter	2
5	Annen kommersiell helikopterflyging	61.5
11	Ettersøk- og redningstjeneste	5
12	Ambulanseflyging	28
13	Skole og instruksjonsflyging	909.5
14	Posisjonsflyging	186
15	Teknisk retur	3
16	Kontrollflyging	10
17	Allmenn flyging	864
21	Militære flybevegelser	22

6. FLYTYPER

6.1 Flytyper i bruk

I den elektroniske loggen er det benyttet betegnelser for flytyper i henhold til en standard fra ICAO (ICAO Doc 8643). Disse betegnelsene avviker i mange tilfeller fra betegnelsene som er brukt i NORTIMs database, og en oversettelse er derfor nødvendig. I tillegg vil det kunne være flytyper som ikke har egne støydata i databasen (som for eksempel ATR-43). Disse vil da bli substituert med ekvivalente flytyper. For helikopter og småfly vil samlebetegnelser kunne bli benyttet. For enmotors småfly med henholdsvis fast og variabel pitsj på propellen benyttes GASEPF og GASEPV. For lette, middels tunge og tunge helikopter uten egne støydata brukes LHEL, MHEL og THEL. Disse typene er representert med støydata for henholdsvis Bo 105, SA365N og S61. Tabellen under oppsummer de oversettelser og substitusjoner som er utført. De 54 flytypene i den elektroniske loggen er med dette redusert til 20 ulike flytyper.

Tabell 6.1. Oversetting av flytypebetegnelser fra ICAO-kode til navn i database.

ACtype	NewACtyp	ACtype	NewACtyp	ACtype	NewACtyp
A109	A109K2	C177	CNA172	JS32	DHC6
AS32	SA330	C182	CNA206	LAMA	LHEL
AS50	SA350	C208	CNA20T	LYNX	MHEL
AT43	DHC830	C210	CNA206	M7	GASEPV
B462	BAE146	C414	BEC58P	MCR1	GASEPF
BE10	CNA441	C77R	GASEPF	MICO	GIV
BE20	DHC6	D11	GASEPF	MOR2	GASEPF
BE23	GASEPF	D328	DHC8	P28A	GASEPF
BROU	GASEPV	DA40	GASEPV	P28R	GASEPV
BSTP	THEL	DV20	GASEPV	PA18	GASEPF
C140	CNA172	EC20	LHEL	PA22	GASEPF
C150	CNA172	EC35	LHEL	PA32	GASEPV
C152	CNA172	JABI	GASEPF	PA34	BEC58P
C172	CNA172	JS31	DHC6	PA38	GASEPF

ACtype	NewACtyp
PK20	GASEPV
R44	R22
RV4	GASEPF
S61	THEL

ACtype	NewACtyp
S92	THEL
SB91	GASEPF
SF25	GASEPF
SF28	GASEPV

ACtype	NewACtyp
SZ45	GASEPF
TEAL	GASEPV
ULAC	GASEPF

Det er hensiktsmessig å sortere disse flytypene i kategorier som har ensartete operasjonsmønstre. De 20 flytypene er gruppert i 4 flytypekategorier som vist i tabellen under.

Tabell 6.2. Sortering av flytyper i flytypekategorier (ACcat).

NewACtyp	Accat	EngInstall
A109K2	H	H
BAE146	JET	W
BEC58P	GA	P
CNA172	GA	P
CNA206	GA	P
CNA20T	GA	P
CNA441	TP	T
DHC6	TP	T
DHC8	TP	T
DHC830	TP	T

NewACtyp	Accat	EngInstall
GASEPF	GA	P
GASEPV	GA	P
GIV	JET	R
LHEL	H	H
MHEL	H	H
PA30	GA	P
R22	H	H
SA330	H	H
SA350	H	H
THEL	H	H

6.2 Kildedata for fly

Støydata for flytypene i Tabell 6.1 hentes fra NORTIMs hoveddatabase. Støydata er representert med støydose (SEL) og maksimumsnivå (L_{Amax}) som funksjon av motorpådrag og avstand.

6.3 Oppsummering av flydata

Tabellene under oppsummerer beregningsgrunnlaget.

Tabell 6.3. Antall bevegelser fordelt på flytype etter oversetting og substitusjon.

NewACtyp	SumOper
A109K2	4
BAE146	842
BEC58P	6
CNA172	342
CNA206	12
CNA20T	3
CNA441	2
DHC6	79
DHC8	4
DHC830 ²	1541

NewACtyp	SumOper
GASEPF	1216.5
GASEPV	21
GIV	9
LHEL	7.5
MHEL	4
PA30	4
R22	18
SA330	26
SA350	44
THEL	143

² DHC8-300 erstatter ATR 43 i beregningene fordi den har de mest representative støymessige egenskaper for denne flytypen i masterdatabasen.

Tabell 6.4. Antall bevegelser fordelt på flytypekategorier.

ACcat	SumOper
GA	1604.5
H	246.5
JET	851
TP	1626

7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

7.1 Destinasjoner

Med destinasjoner i denne sammenheng menes både hvor fly skal til og hvor de kommer fra. Mye av trafikken ved Stord er lokal, dvs. at flyplassen er både avgangs- og landingssted. Alle andre destinasjoner samles i fem hovedgrupper (Nord, Nordøst, Øst, Sør og Vest).

7.2 Flygeprosedyrer

Det legges inn prosedyrer for landinger og avganger for hver rullebaneretning. Det lages separate prosedyrer for de ulike destinasjonsgruppene og flytypekategorier. Hver prosedyre defineres med en andel av den aktuelle trafikkmengden slik at trafikken fordeles mellom rullebanene og ulike prosedyrer. Følgende forhold er tatt hensyn til:

- Rullebanefordelingen er 60 % på RWY 15 og 40 % på RWY 33
- Landingsrunder utføres både med høyre- og venstresving, med lik fordeling
- Visuell innflyging benyttes av Coast Air når de kommer fra Gardermoen
- Ved landing på RWY 15 benytter Coast Air 2 ulike prosedyrer; det er antatt lik fordeling mellom disse.

Disse forhold er fremkommet i samtaler med AFIS enheten ved lufthavna.

7.3 Rullebaner

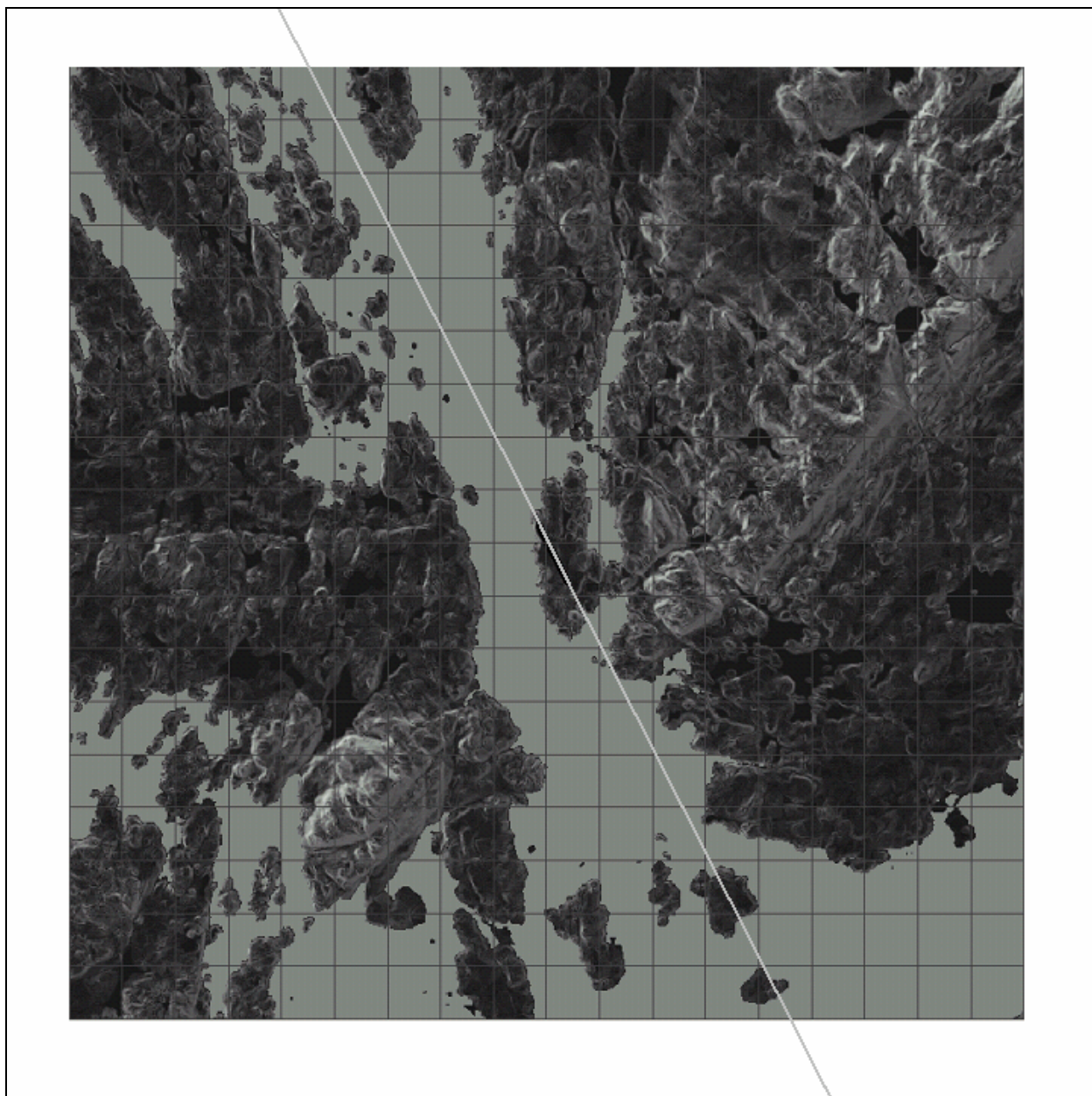
Rullebanen på Stord har betegnelsen 15/33, og har en lengde på 1320 meter og bredde på 30 meter. I flystøyberegningen defineres rullebanen ved terskelpunktene som vist i tabellen under. I støyberegningen vil rullebanen bli lagt inn som en akustikk sett hard flate. Lengden av den harde flaten vil være 10 % lengre enn avstanden mellom terskelpunktene, altså ca. 1320 meter.

Tabell 7.1. Koordinater for rullebanene.

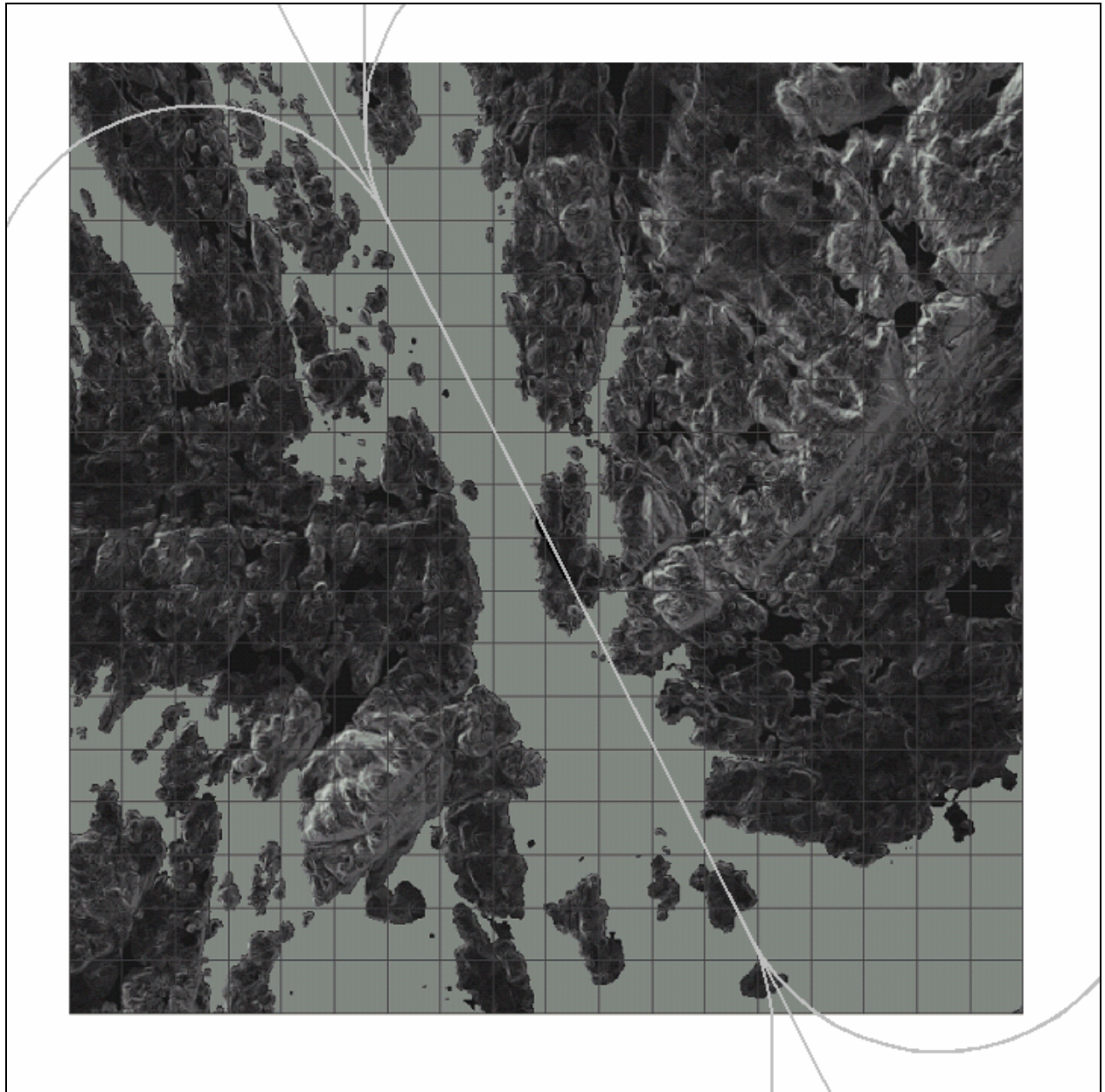
RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
15	-41140	6668317	46.5	-40597	6667243	46.5	153	1204
33	-40597	6667243	46.5	-41140	6668317	46.5	333	1204

7.4 Flytraséer

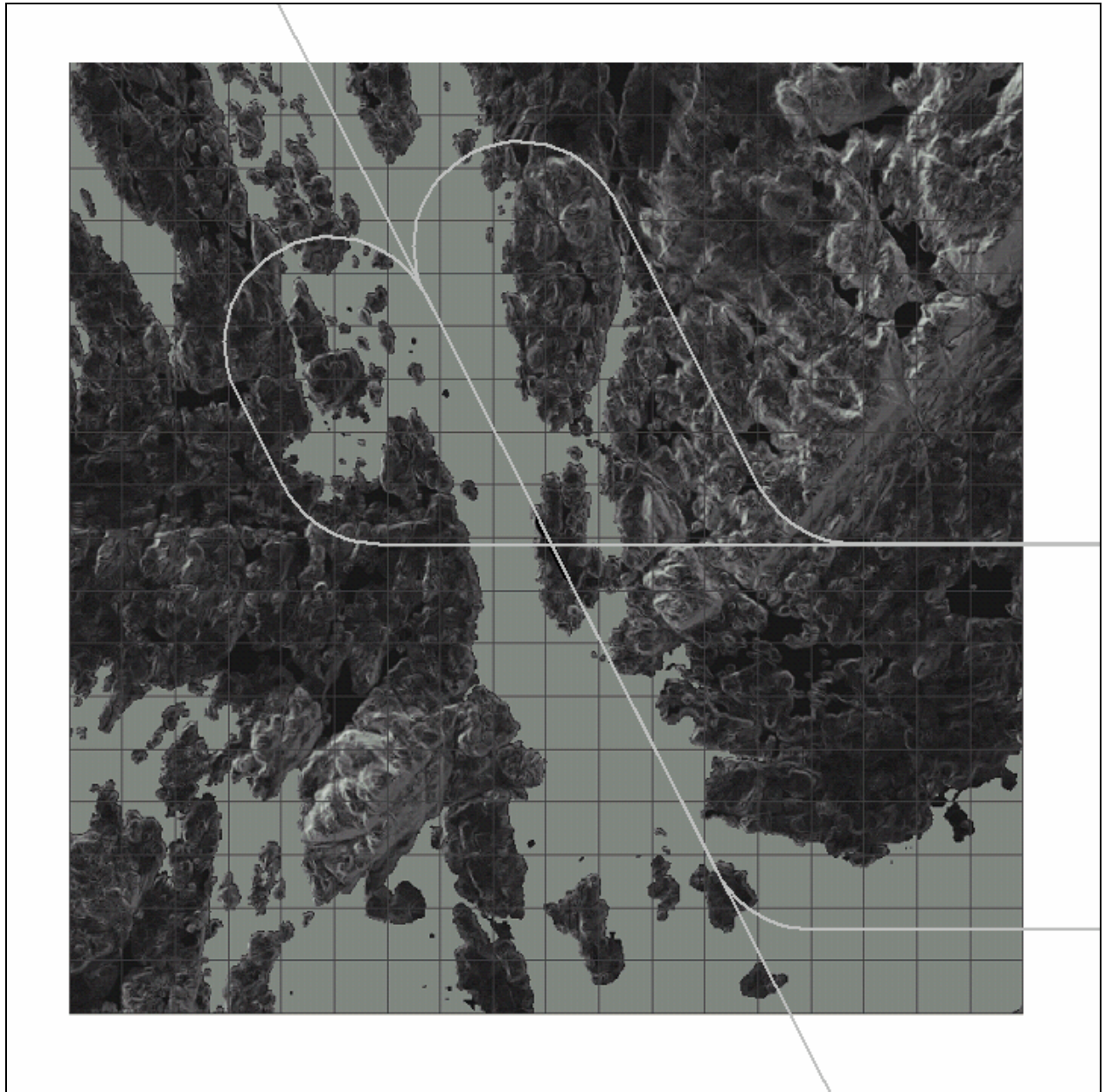
For hver prosedyre defineres det et sett traséer ut i fra en beskrivelse av prosedyrene, og hvor det tas hensyn til flytypenes stigerate og hastigheter. For å beskrive en naturlig statistisk spredning blir en standardisert metode benyttet, ref. [20]. Dette gir seks spredtraséer i tillegg til hovedtraséen; tre på hver side. Trafikkmengdene på hver prosedyre blir så normalfordelt på de sju traséene. Det er også lagt inn traséer for taksing, men uten tilknyttede spredtraséer. De følgende figurer viser traségruppene for hver av flytypekategoriene i Tabell 6.4.



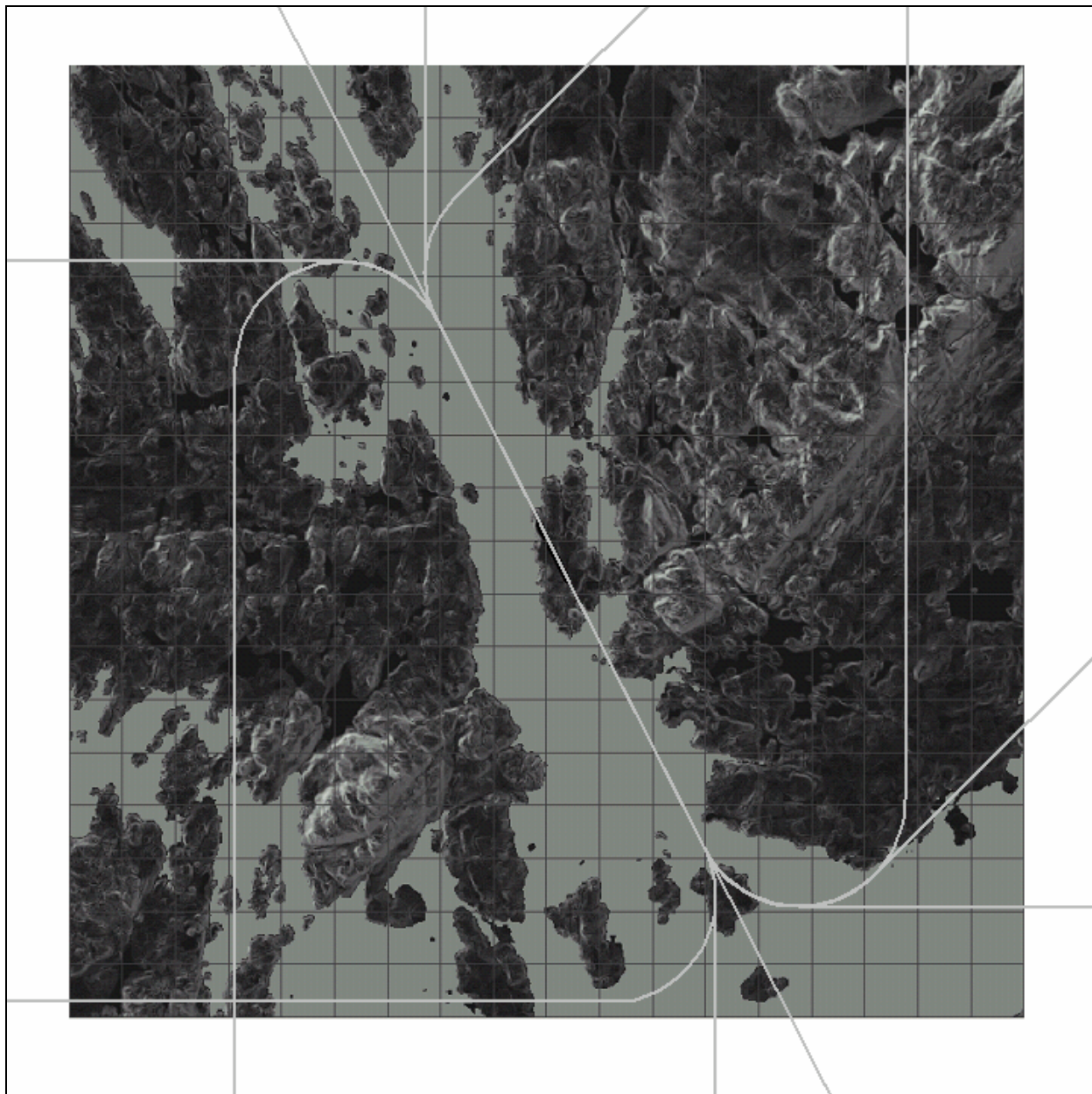
Figur 7.1. Landingstraséer for jetfly. M 1:125.000.



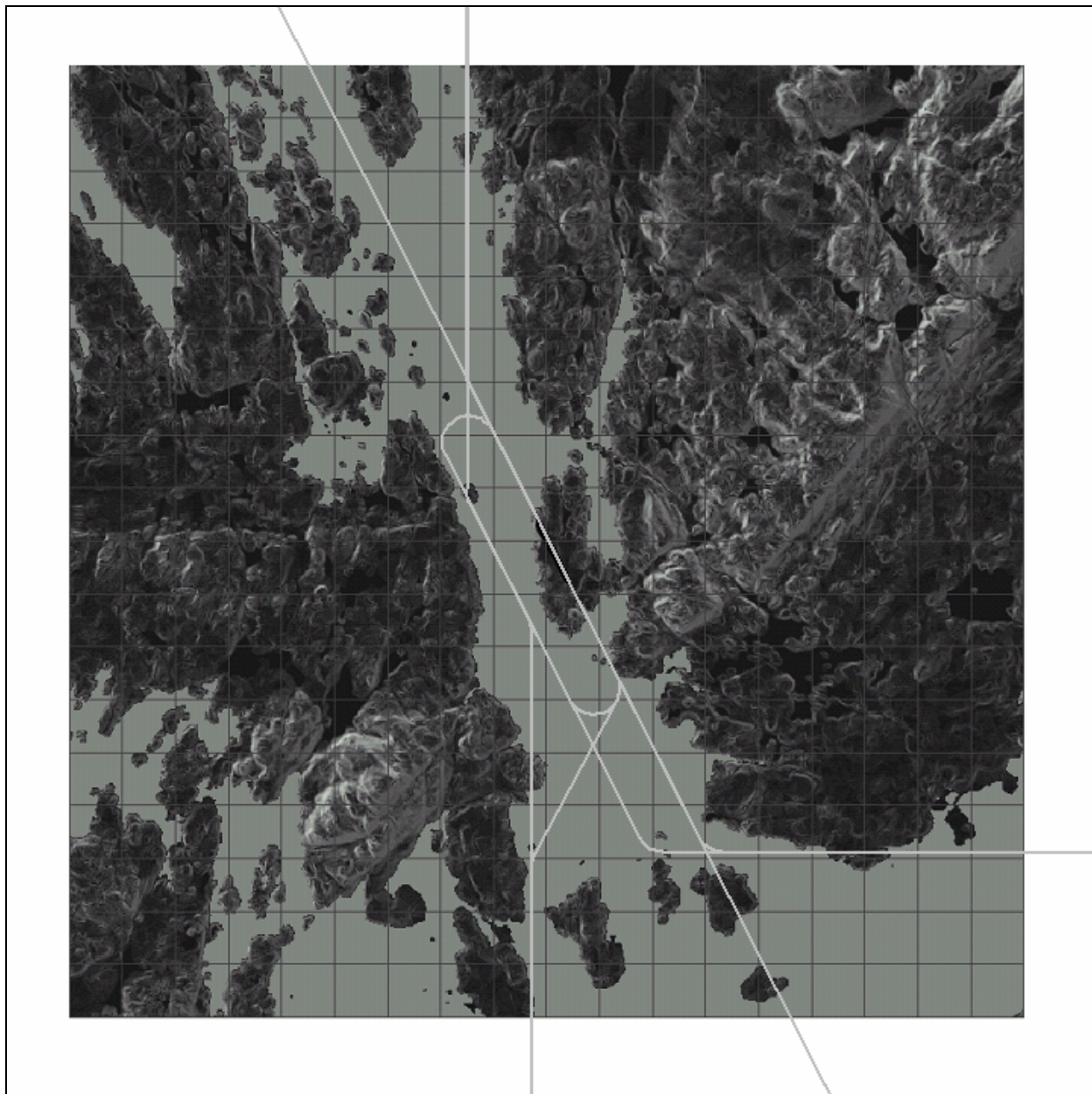
Figur 7.2. Avgangstraséer for jetfly. M 1:125.000.



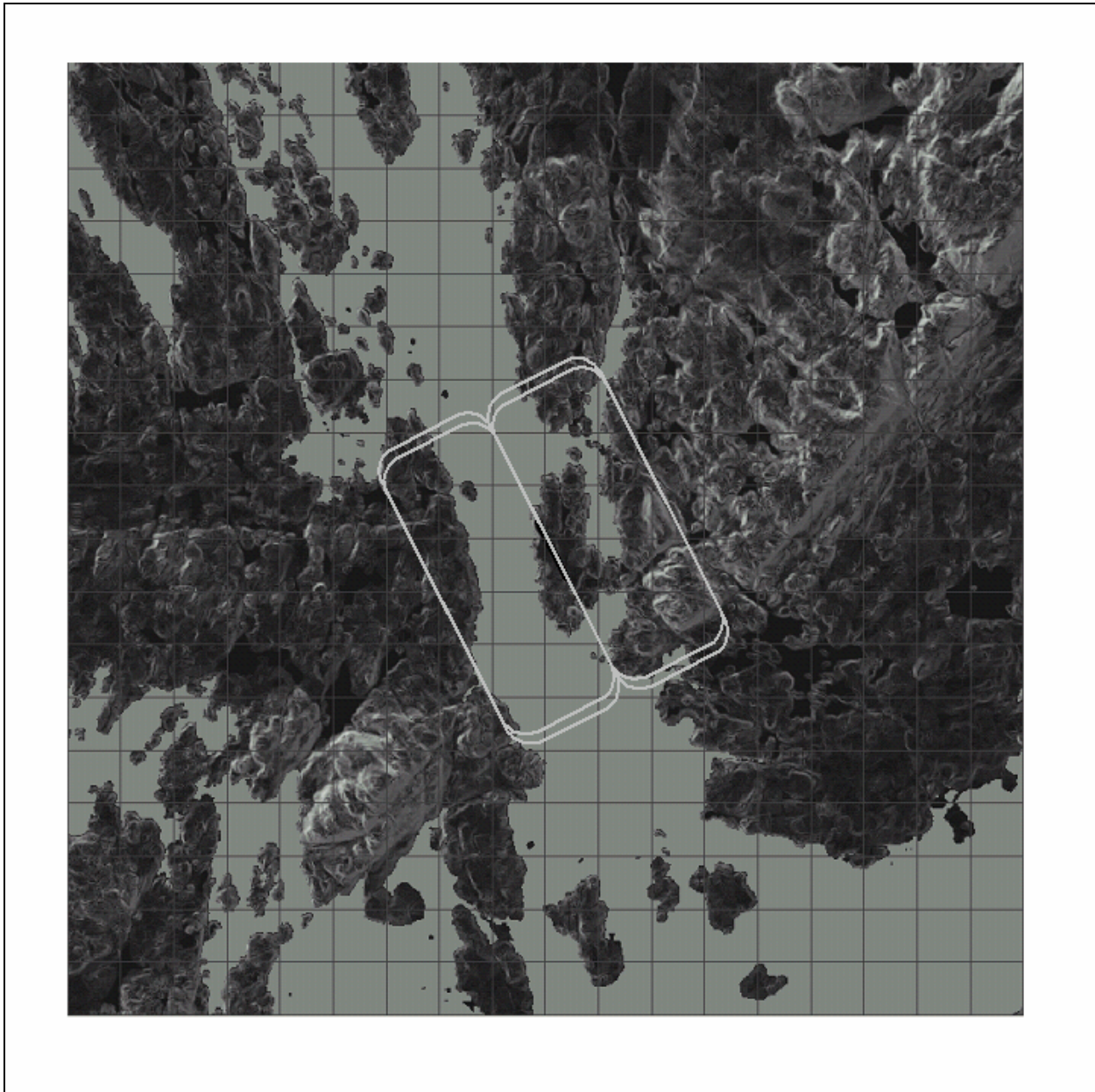
Figur 7.3. Landingstraséer for turboprop. M 1:125.000.



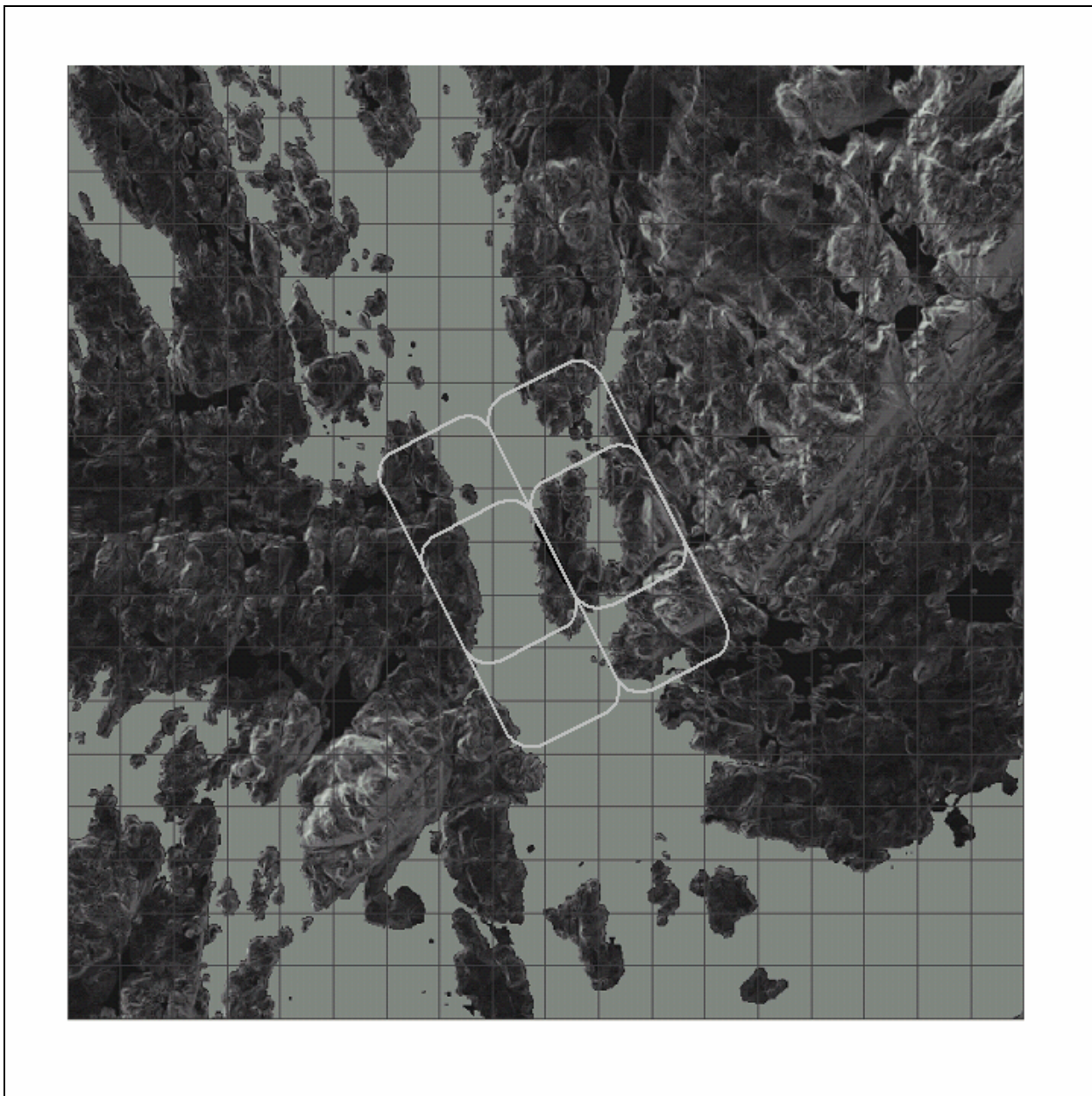
Figur 7.4. Avgangstraséer for turboprop. M 1:125.000.



Figur 7.5. Avgangs- og landingstraséer for helikopter og småfly. M 1:125.000.



Figur 7.6. Landingsrunder med småfly. M 1:125.000.



Figur 7.7. Landingsrunder med helikopter. M 1:125.000.

7.5 Flygeprofiler

Med flygeprofiler menes høyde, hastighet og motorpådrag som funksjon av utfløyet distanse. Det er benyttet standard avgangsprofiler. For landingsprofilene er det benyttet 3.1 graders glidebane på bane 15, og 3.6 graders glidebane på bane 33. For medvindssleggen på landingsrundene er det antatt en høyde på 1000 fot.

8. SKALERING AV TRAFIKK

Skalering av trafikkmengder kan benyttes for å kompensere for eventuelt manglende datagrunnlag for dagens situasjon, og for å skalere dagens trafikk til andre situasjoner, som for eksempel en prognose. Skaleringen kan skje langs flere akser. Prognosen for de nærmeste 10 år viser status quo.

8.1 Trafikkskalering etter flytype

Det er ikke ventet noen økning i trafikkmengden, og heller ikke noen utskifting av flyparken. Skaleringsfaktorene for flytype er derfor satt til 1.

8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer

Det er ikke ventet noen endring i traséer eller prosedyrer, så skaleringsfaktorene for dette er også satt til 1.

8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt

Det er ikke ventet noen forskyvning av trafikken over døgnet, så skaleringsfaktorene for dette er også satt til 1.

9. BEREGNINGSPARAMETERE

9.1 Beregningsenheter

Det beregnes for de enheter som inngår i definisjon av støysoner etter retningslinje T-1442, og i forskriften til forurensingsloven.

9.2 Beregning i enkeltpunkter

Det beregnes utendørs nivå for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet.

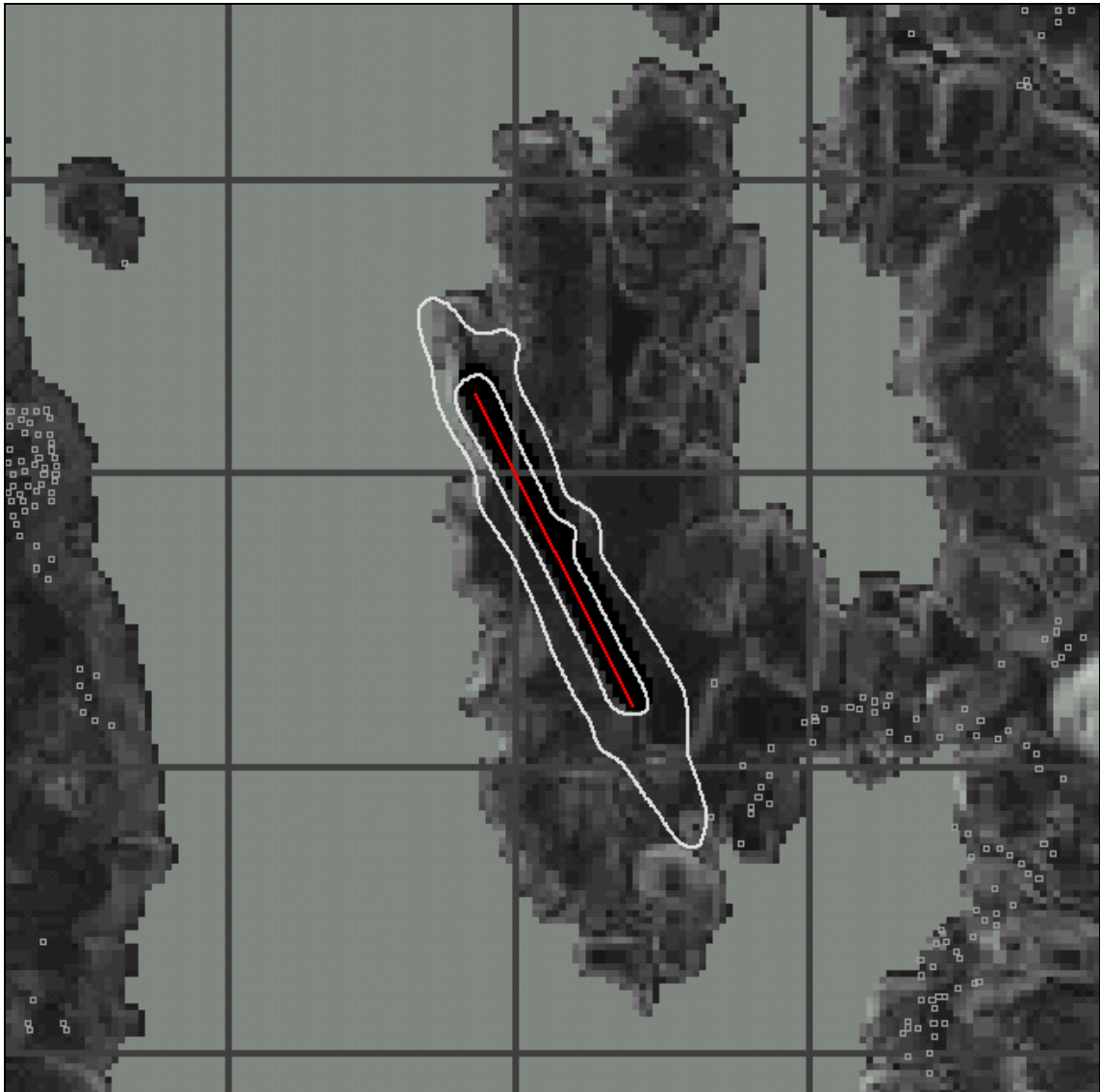
9.3 NORTIM beregningskontroll

Beregningene foretas med en oppløsning på 128 fot (39 meter) mellom hvert punkt. Beregningene gjøres i 4 meters høyde, og tar hensyn til topografien. Beregningen utføres med Nortim.exe versjon 3.2.003, som er siste versjon av programmet.

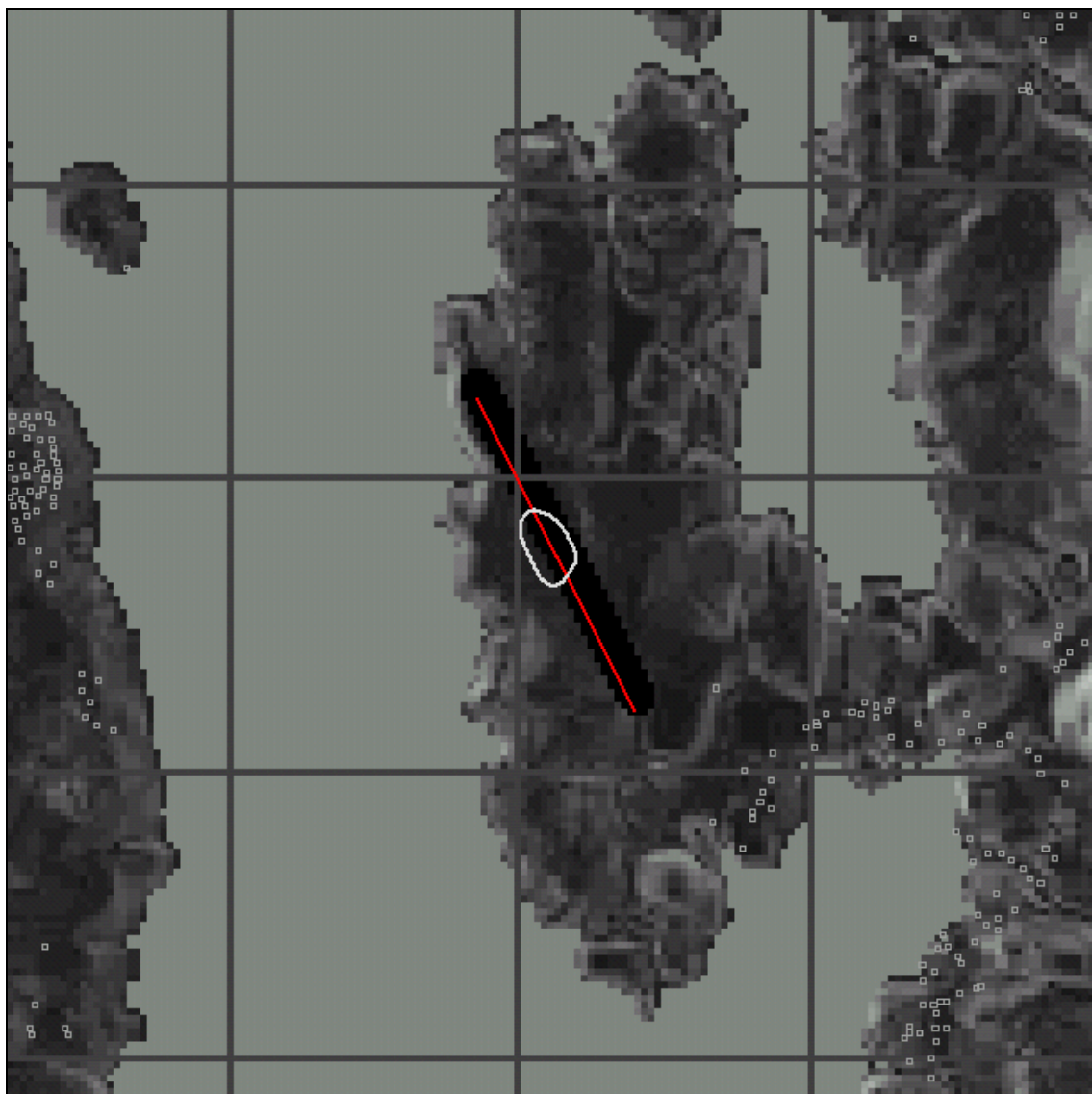
10.RESULTATER

10.1 Dagens situasjon

Figurene på de neste sidene viser dag-, kveld- og natt-veid ekvivalentnivå (L_{DEN}) og maksimumsnivå på natt (L_{5AS} / MFN_{23-07}).

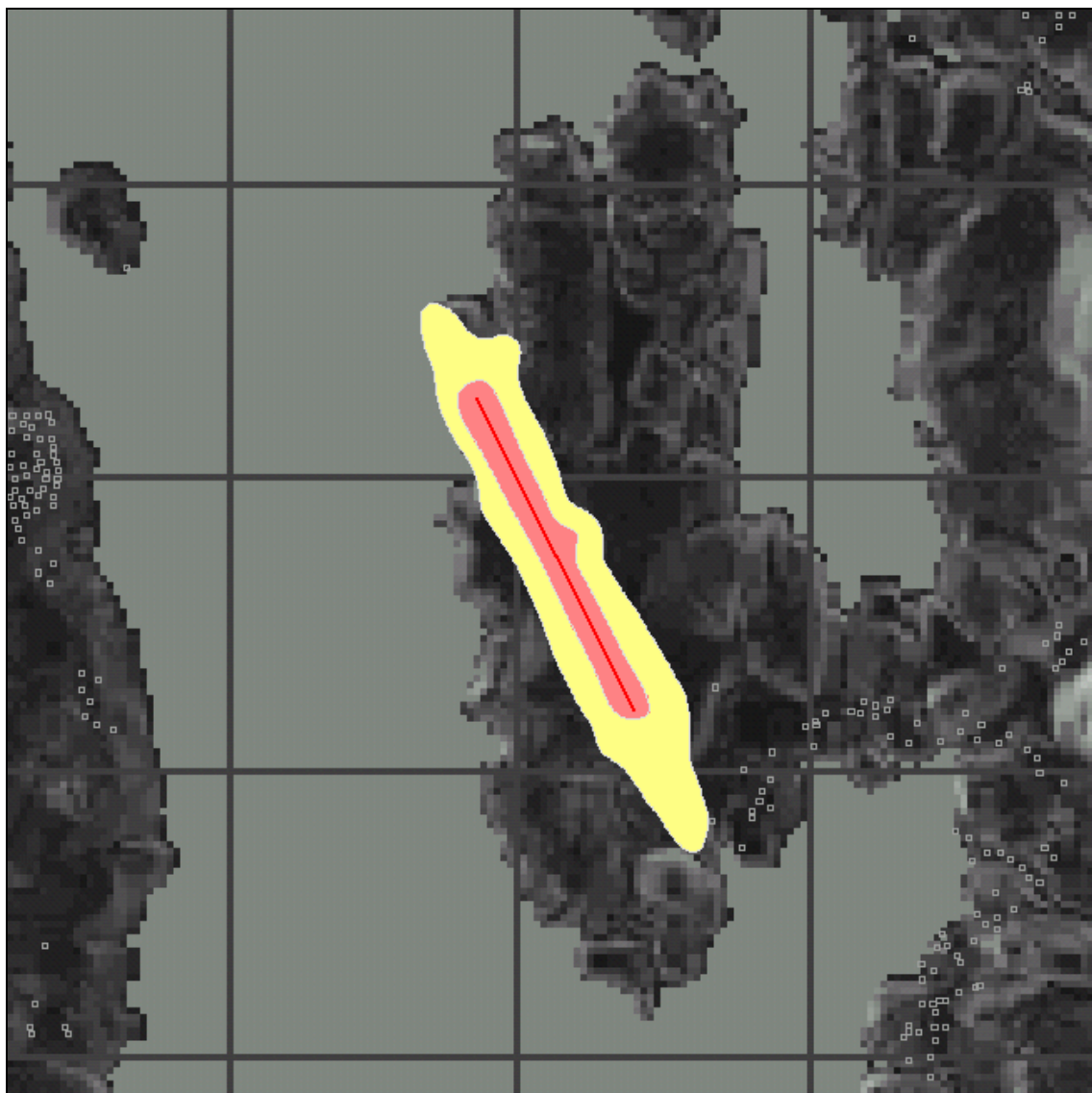


*Figur 10.1. L_{DEN} for dagens situasjon. Koteverdier er 52 og 62 dBA.
 M 1:25.000.*



*Figur 10.2. MFN₂₃₋₀₇ for dagens situasjon. Koteverdi er 80 dBA.
M 1:25.000.*

I henhold til retningslinjen T-1442 skal konturene for L_{DEN} 52 dBA og L_{5AS} 80 dBA bestemme gul sone, mens L_{DEN} 62 dBA og L_{5AS} 90 dBA bestemmer rød sone. For Stord lufthavn er det så lite trafikk på natt at L_{DEN} dominerer. Ustrekningen til støysonene er derfor bestemt av L_{DEN} 52 dBA og 62 dBA. Flystøysoner for dagens situasjon er vist i figuren under. I og med at prognosen ikke indikerer endringer i trafikken, vil figuren også representere prognosen og dermed totalsituasjonen og dermed er det dette kartet som skal inngå i kommunens arealplaner.



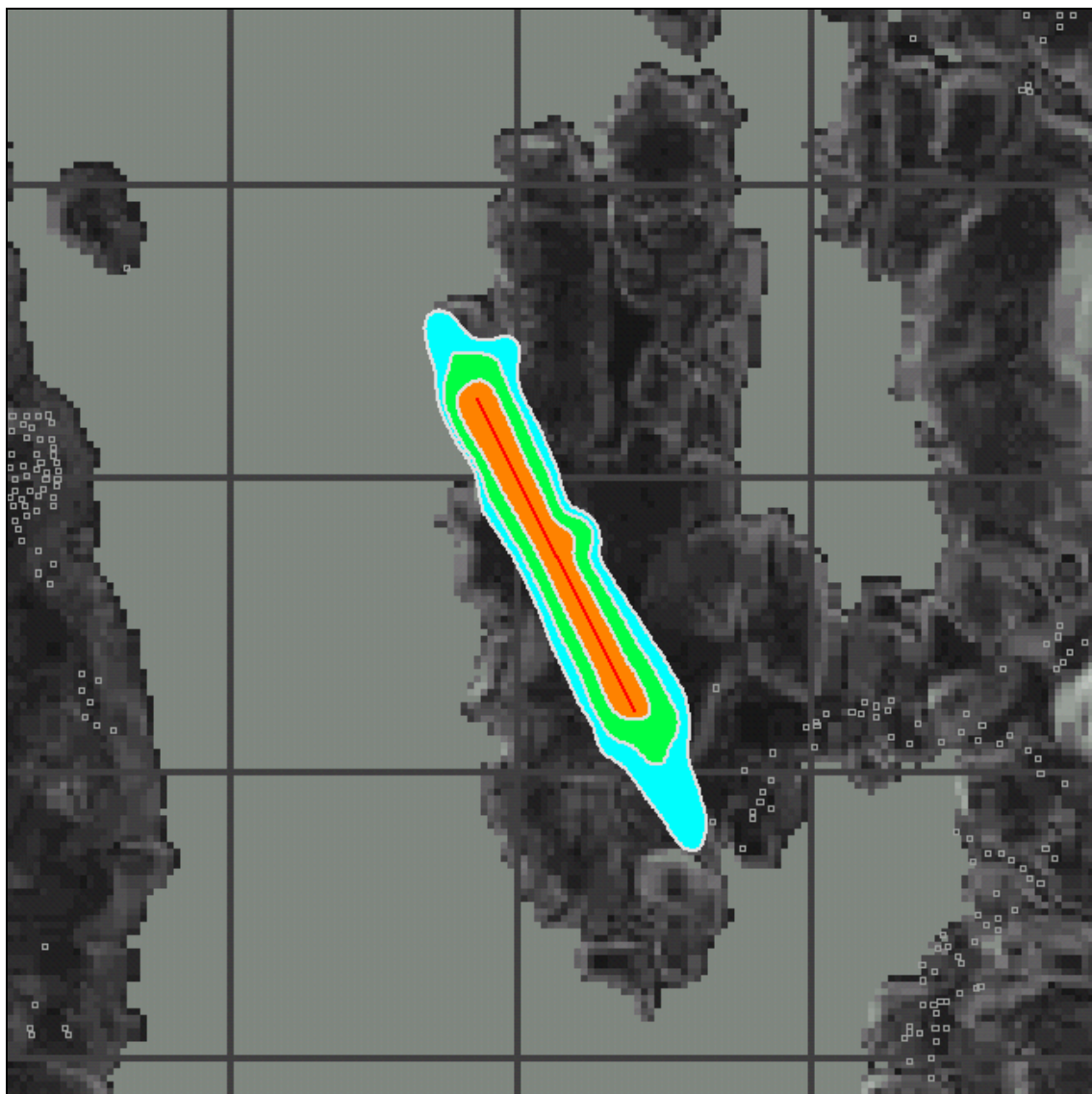
Figur 10.3. Flystøysoner for dagens situasjon. Gul og rød sone definert i henhold til retningslinje T-1442. M 1:25.000.

Tabell 10.1. Areal innenfor støysonene for dagens situasjon.

Støysone	Areal (km ²)
Rød	0.157
Gul	0.392
Samlet	0.549

10.2 Kartleggingsgrenser i hht forurensingsloven

I henhold til Tabell 3.2 er kartleggingsgrensen for Stord lufthavn for flystøy alene på L_{EQ24h} 53 dBA utendørs frittfeltnivå. For kartlegging i områder med andre støykilder til stede er grensen 3 dB lavere. Tentativ tiltaksgrense er 60 dBA.



*Figur 10.4. Kartleggingsgrenser for dagens situasjon. Kartleggingsgrense og tentativ tiltaksgrense for flystøy alene (53 dBA, grønn, 60 dBA, orange), samt kartleggingsgrense for flystøy sammen med annen støy (50 dBA, blå).
M 1:25.000.*

Ingen av de beregnede støyømfintlige bygningene har et utendørs nivå som overstiger 50 dBA. Som det går fram av figuren er det ett bygg som ligger svært nær opp mot denne grensen. Beregnet ekvivalentnivå for dette bygget er 49.9 dBA.

10.3 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA

Miljøverndepartementet gjennomførte i 1999 en kartlegging av antall mennesker utsatt for støy i Norge. Som ledd i dette ble det beregnet antall personer med bosted innenfor utendørs ekvivalentnivå fra fly på 50 dBA og oppover i 5 dBA trinn. Det henvises til SINTEF-rapporten [21] som beskriver metoder og resultater. For Stord lufthavn var antallet den gang beregnet til null personer. I den nye beregningen er det som nevnt over ingen boliger innenfor L_{EQ24h} 50 dBA, så antallet personer blir derfor null også i dagens situasjon.

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] 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)
- [21] Idar 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, 25. juni 1999.