

Rapport

Støysoner etter retningslinje T-1442 for Stord lufthamn

Basert på trafikken i 2011 og prognose for 2021

Forfatter(e)

Rolf Tore Randeberg
Idar L. N. Grønøien



SINTEF IKT

Postadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 Trondheim

Sentjalbord: 73593000
Telefaks: 73592730

postmottak.ikt@sintef.no
www.sintef.no

Føretaksregister:
NO 948 007 029 MVA

Rapport

Støysoner etter retningslinje T-1442 for Stord lufthamn

Basert på trafikken i 2011 og prognose for 2021

EMNEORD:

Akustikk; støy; fly

VERSJON

1.0

DATO

2012-06-20

FORFATTER(E)

Rolf Tore Røndeberg
Idar L. N. Grønøien

OPPDRAKSGIVER(E)

Sunnhordland Lufthavn AS

OPPDRAKSGIVERS REF.

Jan Morten Myklebust

PROSJEKTNR

90E103.98

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

32 inklusive vedlegg

SAMMENDRAG

Det er gjennomført støyberegninger for Stord lufthamn, Sørstokken relatert til Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i plansøker (T-1442) samt forurensningsforskriften.

Støyberegningene er utført ved hjelp av programmet NORTIM som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse.

UTARBEIDET AV

Rolf Tore Røndeberg

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Herold Olsen

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Odd Kristen Østern Pettersen

SIGNATUR**RAPPORTNR**

SINTEF A23124

ISBN

978-82-14-05291-6

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1.0	2012-07-04	Sluttrapport

Innholdsfortegnelse

1.	INNLEDNING.....	5
2.	GENERELT OM FLYSTØY.....	6
2.1	Flystøyens egenskaper og virkninger.....	6
2.1.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy.....	6
2.1.2	Generell sjenanse som følge av flystøy.....	7
3.	MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE.....	8
3.1	Måleenheter.....	8
3.2	Støysoner til arealplanlegging.....	8
3.2.1	Definisjon av støysoner.....	9
3.2.2	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer.....	9
3.3	Beregningsmetode.....	9
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnlaget.....	10
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM.....	10
3.4	Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven.....	11
4.	OMGIVELSER.....	12
4.1	Digitalt kartgrunnlag.....	12
4.2	Digital terrengmodell.....	12
5.	FLYTRAFIKK.....	13
5.1	Trafikk i følge tårnjournal.....	13
5.2	Annen trafikk.....	13
5.3	Oppsummering av trafikk.....	13
6.	FLYTYPER.....	14
6.1	Flytyper i bruk.....	14
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.....	15
7.5	Flygeprofiler.....	21
8.	SKALERING AV TRAFIKK.....	22
8.1	Trafikkskalering etter flytype.....	22
8.2	Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer.....	22
8.3	Trafikkskalering etter tidspunkt.....	22

9.	BEREGNINGSPARAMETERE	22
9.1	Beregningsenheter.....	22
9.2	Beregning i enkeltpunkter.....	22
9.3	NORTIM beregningskontroll.....	22
10.	RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442	22
10.1	Dagens situasjon 2011.....	22
10.2	Prognose 2021.....	23
11.	RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN	26
11.1	Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak.....	26
12.	LITTERATUR	28
Vedlegg A.	Flytyper og destinasjoner	30

1. INNLEDNING

Sunnhordland Lufthavn AS har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en støykartlegging av Stord lufthavn, Sørstokken. Oppdraget er utført ved SINTEF IKT, avdeling akustikk, i samsvar med retningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet og forurensningsforskriften.

Prosjektansvarlig hos oppdragsgiver har vært Jan Morten Myklebust. Prosjektet er bearbeidet ved SINTEF av prosjektleder Rolf Tore Randeberg og Idar L. N. Granøien, med sistnevnte som prosjektleder. Prosjektansvarlig hos SINTEF har vært Odd K. Ø. Pettersen.

Denne rapporten gjennomgår grunnlaget for støyberegning etter T-1442, datagrunnlaget for denne undersøkelsen og de resultatene dette gir. Det er gjort beregninger for to situasjoner: dagens situasjon (2011) og en prognose for 2021.

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

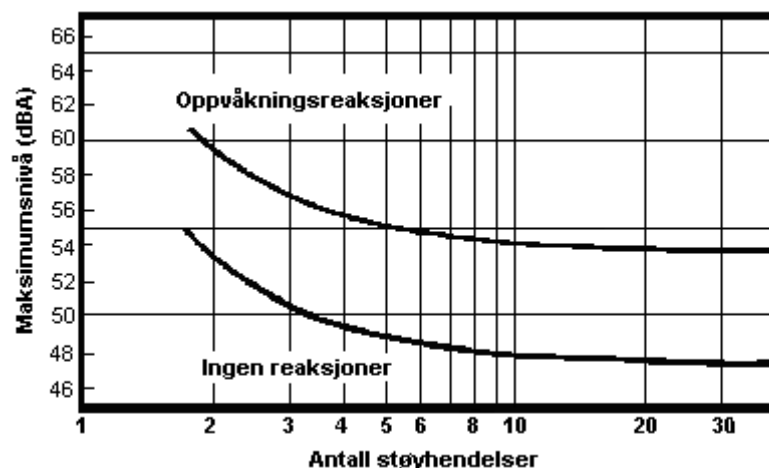
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

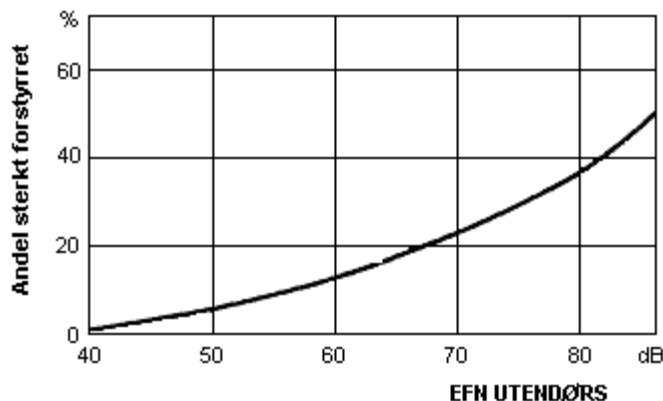
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de *ulemper* som en opplever at flystøyen medfører i den perioden man er våken. De mest vanlige beskrivelser er knyttet til *stress og irritasjon*, samt *forstyrrelser ved samtale og lytting* til radio, fjernsyn og musikk (se [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 gjennomsnittts 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 bekreftet i store trekk både kurveform og rapportert sjenanse for flystøy ved de normalt forekommende belastningsnivåer i boligområder innenfor flystøysonene [4]. Tilsvarende funn ble 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 RETNINGSLINJE

Miljøverndepartementet ga i januar 2005 ut retningslinje T-1442 for behandling av støy fra forskjellige støykilder [7]. For flystøy erstattet denne T-1277 fra 1999. T-1442 endret både måleenheter og definisjoner av støysoner.

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. Ved innføringen av ny retningslinje i 2005 [7] ble enhetene erstattet med henholdsvis L_{den} og L_{5AS} .

L_{den} er det mål som EU har innført som en felles måleenhet for ekvivalentnivå. Måleenheten legger forskjellig vekt på en støyhendelse i forhold til når på døgnet hendelsene forekommer. På natt er vekt faktoren 10, på dag er den 1. På kveld adderer L_{den} 5 dB til støyhendelsene. Et tillegg på 5 dB tilsvarer at ett fly på kveld teller som drøyt 3 på dagtid, mens et fly på natt teller som 10 på dag. T-1442 følger den internasjonalt mest vanlige inndelingen av døgnet ved at dagtid er definert fra kl. 07 til 19, kveld er mellom kl. 19 og 23, mens natta strekker seg fra kl. 23 til 07.

MFN var definert som det høyeste A-veide lydnivå som regelmessig forekommer i et observasjonspunkt, og som klart kan tilskrives flyoperasjoner. "Regelmessig" ble definert til en hyppighet på minimum 3 ganger per uke. I T-1277 ble det regnet separat maksimumsnivå for natt (22–07) og dag (07–22). MFN var ment å skulle gi utslag dersom maksimumsnivå skulle gi større ulemper enn det som beregnet ekvivalentnivå skulle innebære.

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 prosentdel, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representerer.

Retningslinje T-1442 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 [8] er dette imidlertid rettet på, slik at det er mulig å beregne størrelsen. Avklaringen i veilederen medfører at L_{5AS} beregnes som MFN på natt, med den forskjell at tidsrommet som betraktes er redusert med en time på kvelden, siden L_{5AS} beregnes for tidsrommet 23–07. Dette er i tråd med uttalt intensjon om at overgang fra MFN til L_{5AS} alene ikke skulle medføre endringer.

3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442 definerer 2 støysoner, gul og rød sone til bruk i arealplanlegging. 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 friluftssinteresser". 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. Ytre grense i dB, fritt feltsverdier.

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

3.2.2 Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer

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

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

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

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

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

3.3 Beregningsmetode

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

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

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

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

Veilederen til T-1442 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 trafikkgrunnlaget.

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [9, 10] eller spesialutgaver av dette (REGTIM og GMTIM). Programmene er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndigheter og var opprinnelig basert på rutiner fra programmet Integrated Noise Model (INM), utviklet for det amerikanske luftfartsverket, FAA. Programmene har imidlertid gjennomgått en betydelig modernisering og har svært lite igjen av den opprinnelige kildekode.

Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater. NORTIM beregner i en og samme operasjon alle de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjene. Beregning av MFN og EFN er således supplert med L_{den} og L_{5AS} . Andre støymål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, L_{Aeq} , for dag og for natt eller for hele det dimensjonerende middeldøgn. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

NORTIM programmene ble i 2002 endret ved at nye algoritmer for beregning av bakkedemping og direktivitet [11] ble tatt i bruk. 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 av empiri og teori. Bakkedemping er basert på en teoretisk modell [12], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [13] og således empiriske. Etter endringene viser sammenligninger av lang tids målinger og beregninger for tilsvarende trafikk et avvik på i gjennomsnitt under 0.5 dBA [11].

Beregningsprogrammet inneholder en database for 275 ulike flytyper. Databasen er i hovedsak en kopi av INM 6.0c databasen [14] og senere oppdateringer av denne, supplert med profiler fra NOISEMAP [15] og med korrigerede støydata for 2 flyfamilier [11]. Ved bruk av en liste over substitutter for flytyper som ikke inngår i databasen, kan det beregnes støy fra omlag 650 forskjellige typer fly. I tillegg er det mulig å legge inn brukerdefinerte data for fly- og helikoptertyper som ikke er definert i databasen. I slike situasjoner hentes data fra andre anerkjente kilder eller egne målinger.

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

3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble første gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven, ble senest revidert i 2004 [16] og omtales nå som forurensningsforskriften.

Forurensningsforskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak mot støy. Kartleggingsgrensen er satt til døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$) på 35 dBA innendørs når bare en støytype dominerer. Dersom flere likeverdige kilder er til stede, senkes kartleggingsgrensen for hver støykilde med 3 dB til 32 dBA.

Flystøy beregnes for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Det betyr at forskjellige flytyper har ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt's utredning om fasadeisolasjon [17] er det i [18] valgt tre forskjellige tall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på de hustyper som gir minst demping i fasaden. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 3-2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

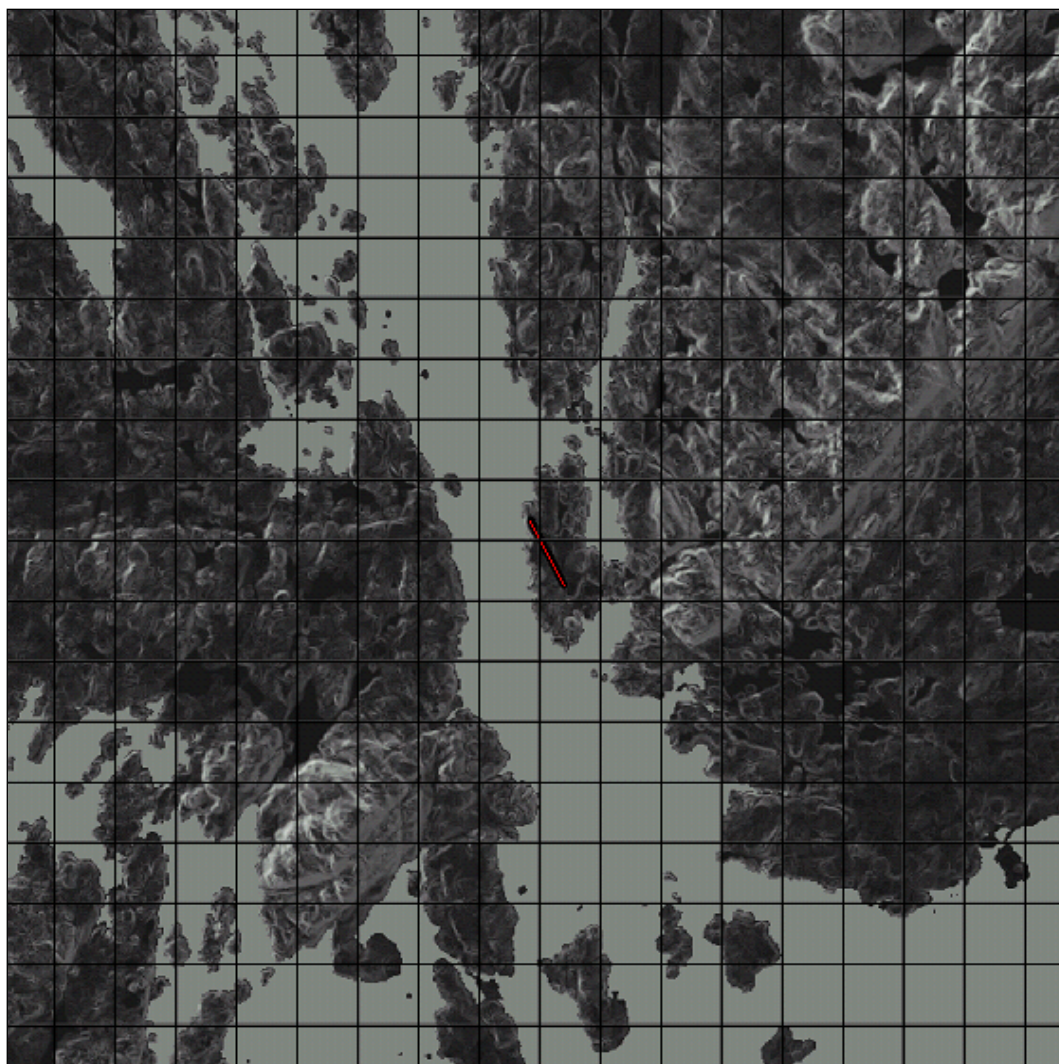
Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltsnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	18 dBA	53 dBA (35+18)
Stamruteplasser / militære flyplasser	Jagerfly	23 dBA	58 dBA (35+23)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	26 dBA	61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

Tiltak på bygninger skal gjøres dersom innendørs støynivå overstiger 42 dBA døgnekvivalent nivå. En tentativ tiltaksgrense vil derfor ligge 7 dB over den kartleggingsgrense som for hvert tilfelle framkommer av tabellen over.

4. OMGIVELSER

4.1 Digitalt kartgrunnlag

Traségrunnlag og beregningsresultater blir normalt rapportert på et digitalt bakgrunnskart. Dette har ikke vært tilgjengelig i dette tilfellet. Det er i stedet hentet ut rasterbilder som er basert på digital topografi for området (se avsnitt 4.2). Rasterbildene viser en skyggeeffekt for det aktuelle terrenget rundt flyplassen. Rullebanen for flyplassen er tegnet inn som en rød strek. Avstanden mellom linjene i rutenettet i figuren er 1 km.



Figur 4.1. Basiskart for området rundt Stord Lufthavn, Sørstokken.

4.2 Digital terrengmodell

Digital topografi for hele Norge, med punktavstand 50 meter (interpolert til 25 meter) er tidligere levert av Avinor. Til dette prosjektet er det hentet ut et område på 30×30 km. Koordinatsystemet for topografien er UTM/EUREF89 sone 33. Alle aktuelle koordinater i prosjektet (f.eks. til rullebanen) er derfor konvertert til dette systemet.

5. FLYTRAFIKK

5.1 Trafikk i følge tårnjournal

Grunnlaget for beregningen er et helt års trafikk, slik retningslinje T-1442 angir. Elektronisk journal for hele 2011 er levert av Avinor/OSL og er lastet inn i beregningsprogrammet. I journalen er landingsrunder oppført både som avganger og landinger. Antallet operasjoner for landingsrunder er derfor halvert for å få et korrekt antall.

5.2 Annen trafikk

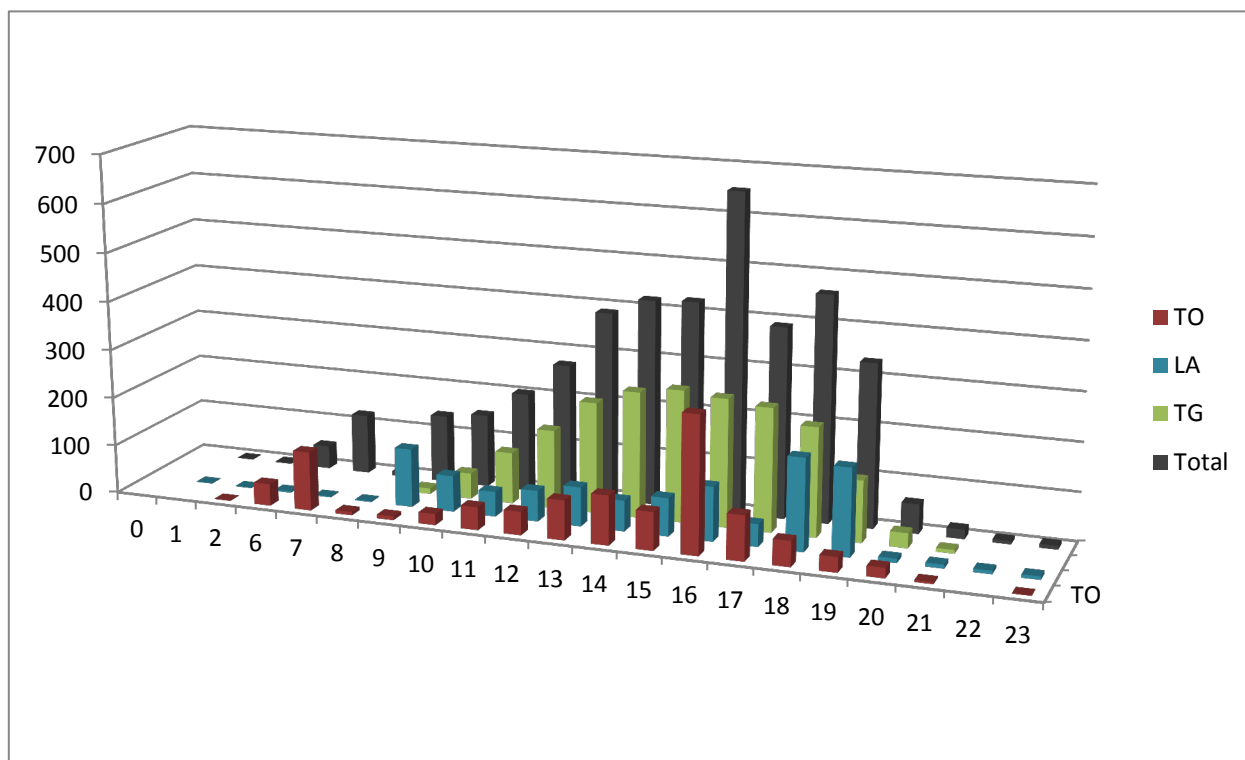
Det er ikke lagt inn annen trafikk enn fra elektronisk journal.

5.3 Oppsummering av trafikk

Her vises noen oversiktstabeller og -figurer for det innleste beregningsgrunnlaget.

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

TO	LA	SumOper
		1092
		1987
		1041



Figur 5.1. Fordeling av trafikk (antall operasjoner per år) på operasjonstype og time på døgnet.

Tabell 5.2. Flybevegelser i 2011 fordelt på type flygning, oppdragets art.

FLT	Type flygning	SumOper
1	Ruteflygning	991
2	Ikke regelbunden trafikk	28
3	Fraktflygning	1
5	Annen kommersiell helikopterflygning	98
6	Annen kommersiell flygning	2
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	4
12	Ambulanseflygning	29
13	Skole- og instruksjonsflygning	2221
14	Posisjonsflygning	56
16	Kontrollflygning	10
17	Allmen flygning	670
21	Militær flygning	10

På Avinor sine nettsteder (www.avinor.no) viser trafikkstatistikken for 2011 at det var 2832 sivile bevegelser. I denne statistikken er landingsrunder oppført som én bevegelse, uavhengig av hvor mange runder som faktisk flyges. I grunnlagsfilene er det 1092 oppføringer med landinger og 1041 med avganger. 10 av disse er militære flygninger. Det er også 742 oppføringer med landingsrunder. Til sammen blir dette 2865 oppføringer (hvor de 10 militære bevegelsene er fratrukket). Sammenliknet med de 2832 bevegelsene i Avinors statistikk er det snakk om et ubetydelig avvik som ikke trenger noen korreksjon.

6. FLYTYPER

6.1 Flytyper i bruk

I den elektroniske journalen er flytypenavnene kodet i tråd med ICAO dokument 8643. I databasen til beregningsprogrammet har flytypene andre betegnelser og det er derfor nødvendig å oversette typenavn til de som databasen inneholder. I tillegg er det også tilfeller hvor den elektroniske journalen inneholder flytyper som det ikke er data for i databasen. I slike tilfeller benyttes substitutter etter en godkjent liste. Vedlegg A inneholder en oversikt over hvordan flytypene som er registrert i journalen for Stord er oversatt eller erstattet med flytypenavn fra databasen. Etter denne oversettingen er antall flytyper redusert fra 41 til 18.

6.2 Kildedata for fly

Støydata hentes fra databasen til beregningsprogrammet, for hver av de 18 flytypene. Støydata er representert med støydose (SEL) og maksimumsnivå (L_{Amax}) som funksjon av motorpådrag og avstand.

6.3 Oppsummering av flydata

Flytyper som har tilnærmet samme operasjonsmønster samles videre i grupper for ytterligere å forenkle beregningsgrunnlaget. Vedlegg A inneholder en tabell som viser hvordan flytypene tilordnes en gruppe (ACcat). Det er benyttet 4 slike grupper for Stord Lufthamn, som oppsummert i tabellen under.

Tabell 6.1. Gruppering av flytyper med samme operasjonsmønster.

ACcat	SumOper
GA	2691.5
H	325.5
JET	4
TP	1099

7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

For å beregne støy fra flytrafikken er det nødvendig å vite hvor flyene skal til eller kommer fra. Siden det ikke finnes en automatisk sporing av flygebaner på Stord lufthavn i form av radarmålinger, må denne informasjonen avledes fra oppføringene i journalen, etablerte flygeprosedyrer og lokalkunnskap om hvilke traséer som typisk brukes. Dette kapittelet angir hvilke flytraséer trafikken er fordelt på, og hvordan disse relateres til rullebanebruk og destinasjoner. Destinasjon benyttes i denne rapporten både som betegnelse for hvor flyene kommer fra og hvor de skal.

7.1 Destinasjoner

Destinasjoner gjenkjennes i listen i Location Indicators (ICAO Doc 7910). De 48 destinasjonene samles så i grupper avhengig av i hvilken retning de ligger i forhold til flyplassen. Mye av trafikken er *Lokal*, dvs. at flygingen starter og avsluttes på Stord Lufthavn. De andre gruppene er *Nord*, *Nordøst*, *Øst*, *Sør* og *Vest*. Listen over destinasjoner og tilhørende grupper finnes i Vedlegg A.

7.2 Flygeprosedyrer

Det er lagt inn prosedyrer for landinger og avganger for hver rullebaneretning, og for hver aktuell kombinasjon av flytypekategori og destinasjonsgruppe. Til hver prosedyre blir det tildelt en andel av den aktuelle trafikkmengden. Følgende er tatt hensyn til:

- Rullebanefordelingen er 70 % på RWY 15 og 30 % på RWY 33
- Landingsrunder utføres med både høyre- og venstresving, med lik fordeling
- Visuell innflyging benyttes svært sjelden av flyselskapet DAT. Det er derfor ikke etablert egne prosedyrer for slik visuell innflyging.

7.3 Rullebaner

Koordinater for terskelpunktene til rullebanen er angitt i tabellen nedenfor.

Tabell 7.1. Koordinater for rullebanenes terskelpunkt.

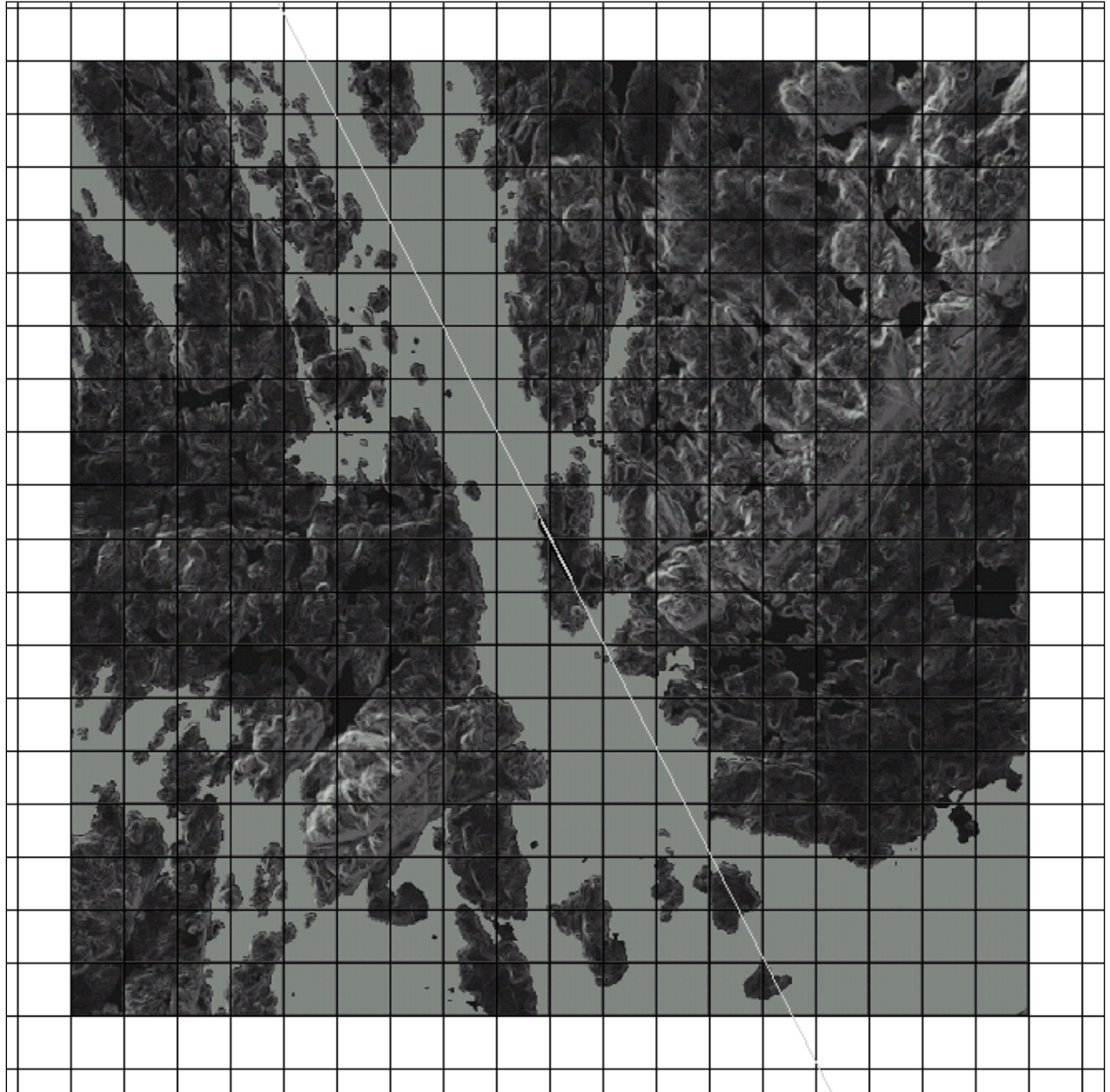
RWY	From East	From North	From Elevation	To East	To North	To Elevation	Direction	Length
15	-41140	6668317	46.5	-40597	6667243	46.5	153	1204
33	-40597	6667243	46.5	-41140	6668317	46.5	333	1204

I beregningen vil rullebanen legges inn som en akustisk "hard" flate, med en lengde 10 % lengre enn avstanden mellom tersklene, dvs. ca. 1325 meter.

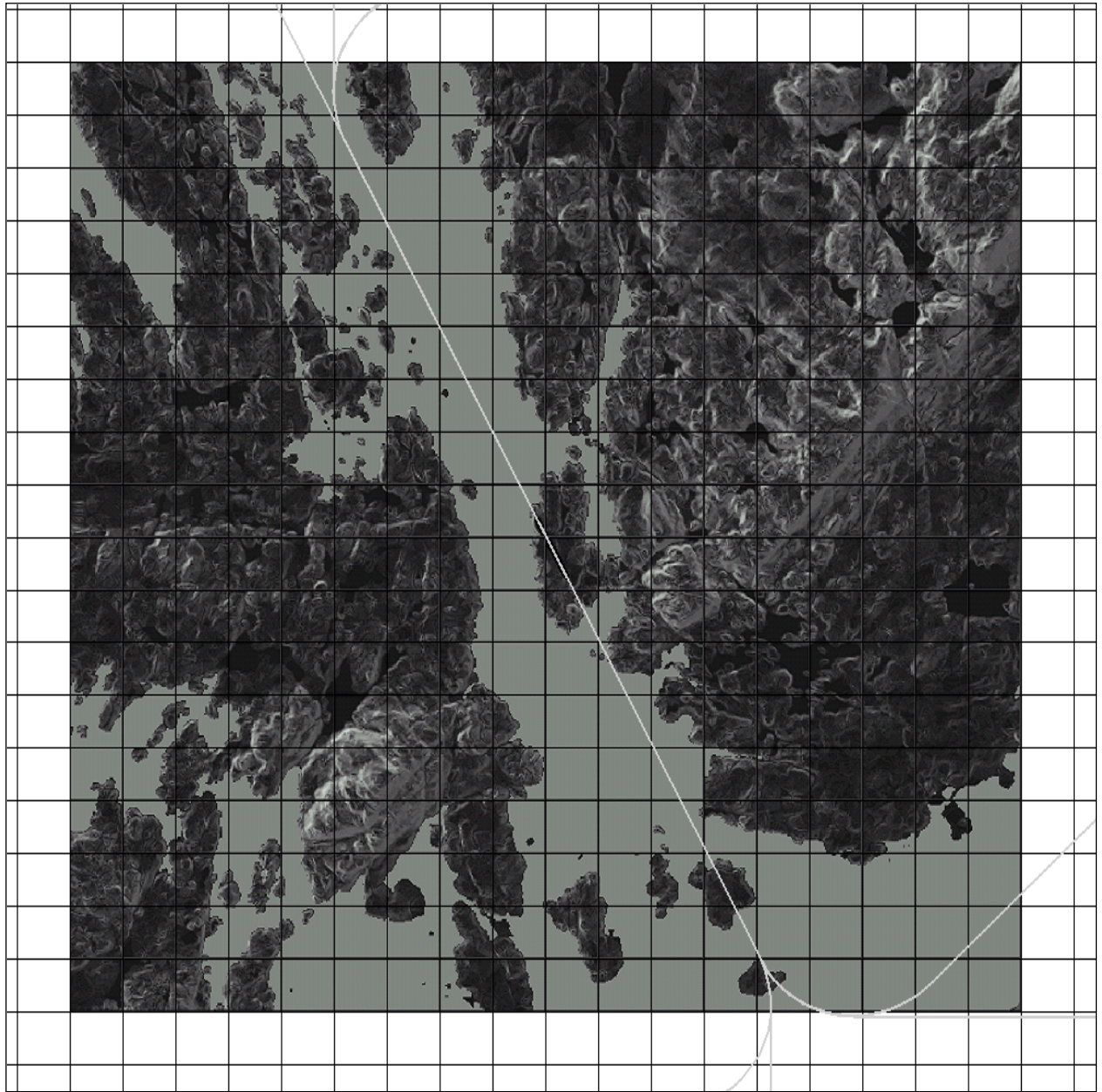
7.4 Flytraséer

For hver prosedyre beskrevet i avsnitt 7.2 tegnes det et sett traséer. For å ta hensyn til naturlig spredning i horisontalplanet blir det benyttet en standard metode [19]. Spredningen modelleres med tre spredetraséer

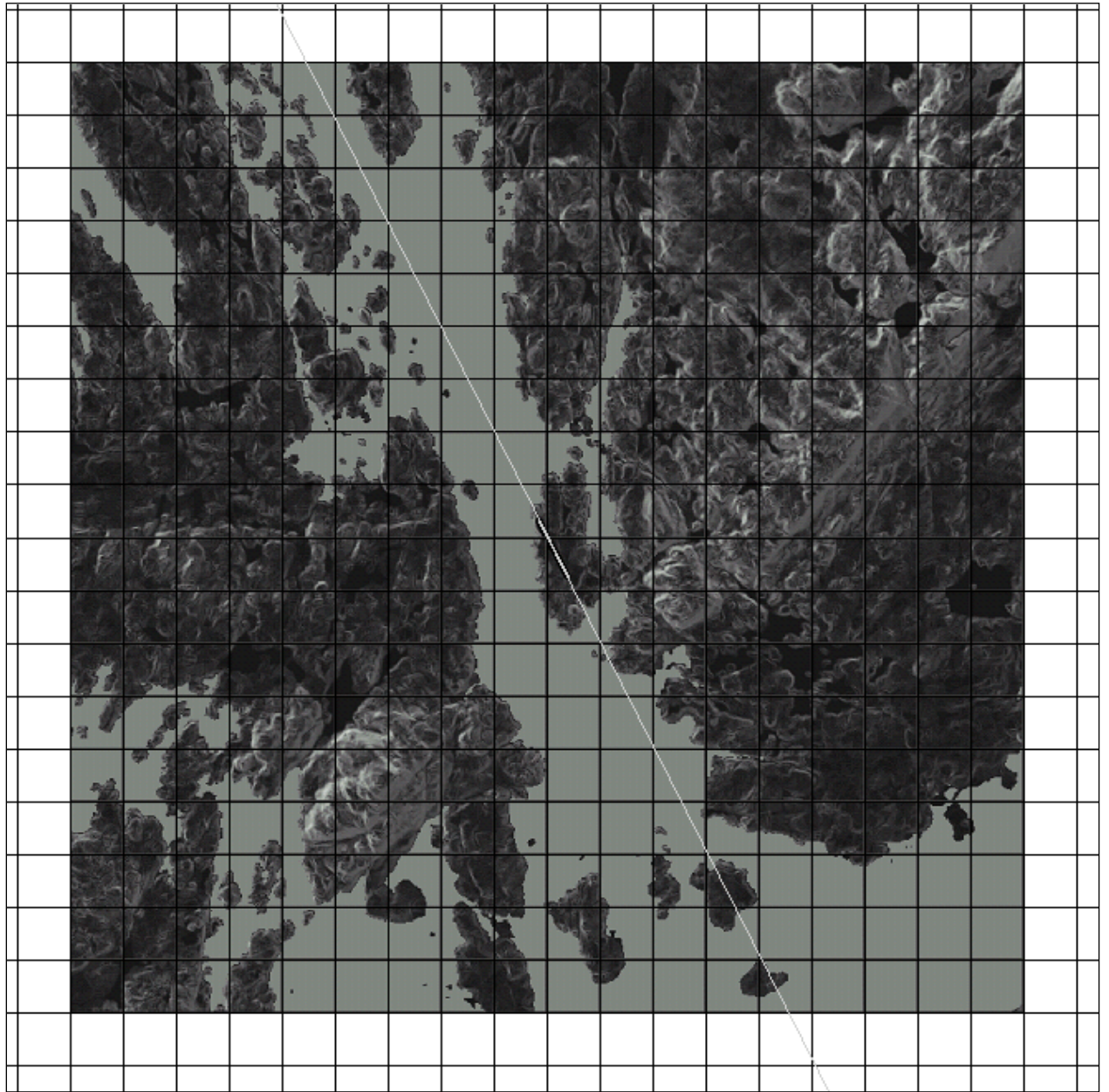
på hver side av hovedtraséen, og trafikkmengden på prosedyren blir så normalfordelt på de sju traséene. Det vil si at det er mest trafikk på hovedtraséen, og gradvis mindre trafikk utover mot den ytterste spredetraséen. Traséer for taksing og landingsrunder modelleres uten spredetraséer.



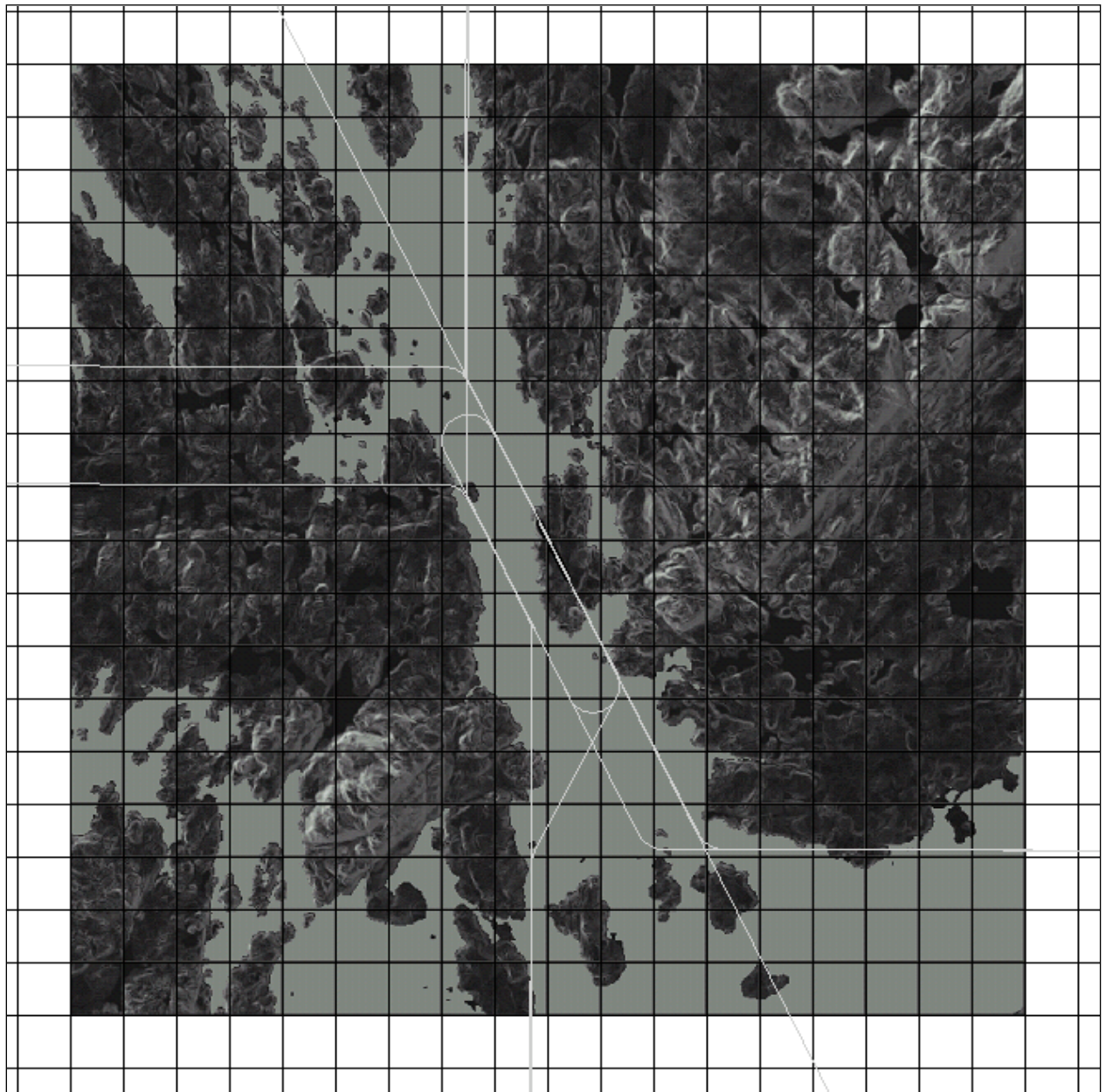
Figur 7.1. Landingstraséer for jet og turboprop. M 1:125 000.



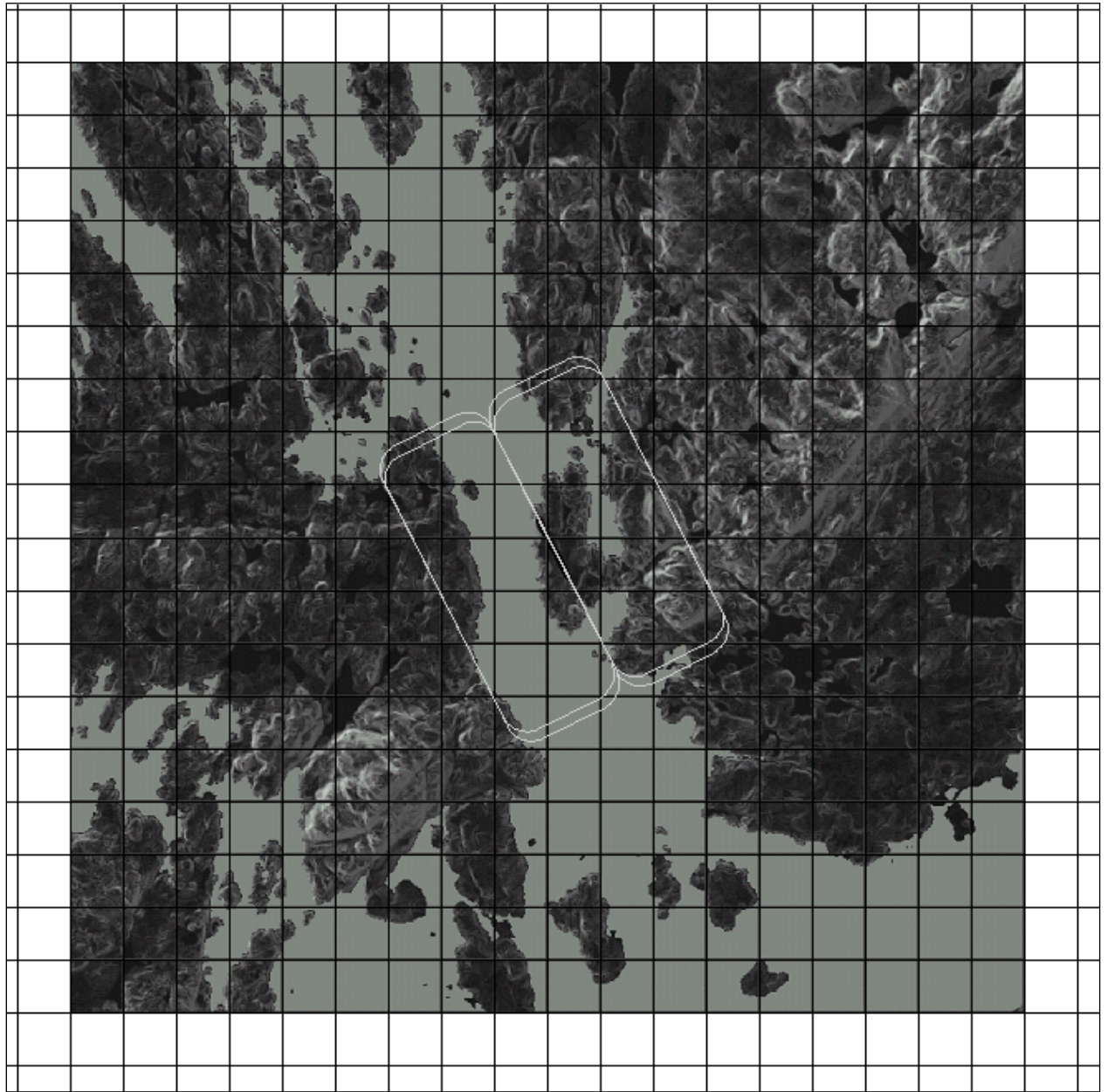
Figur 7.2. Avgangstraséer for turboprop. M 1:125 000.



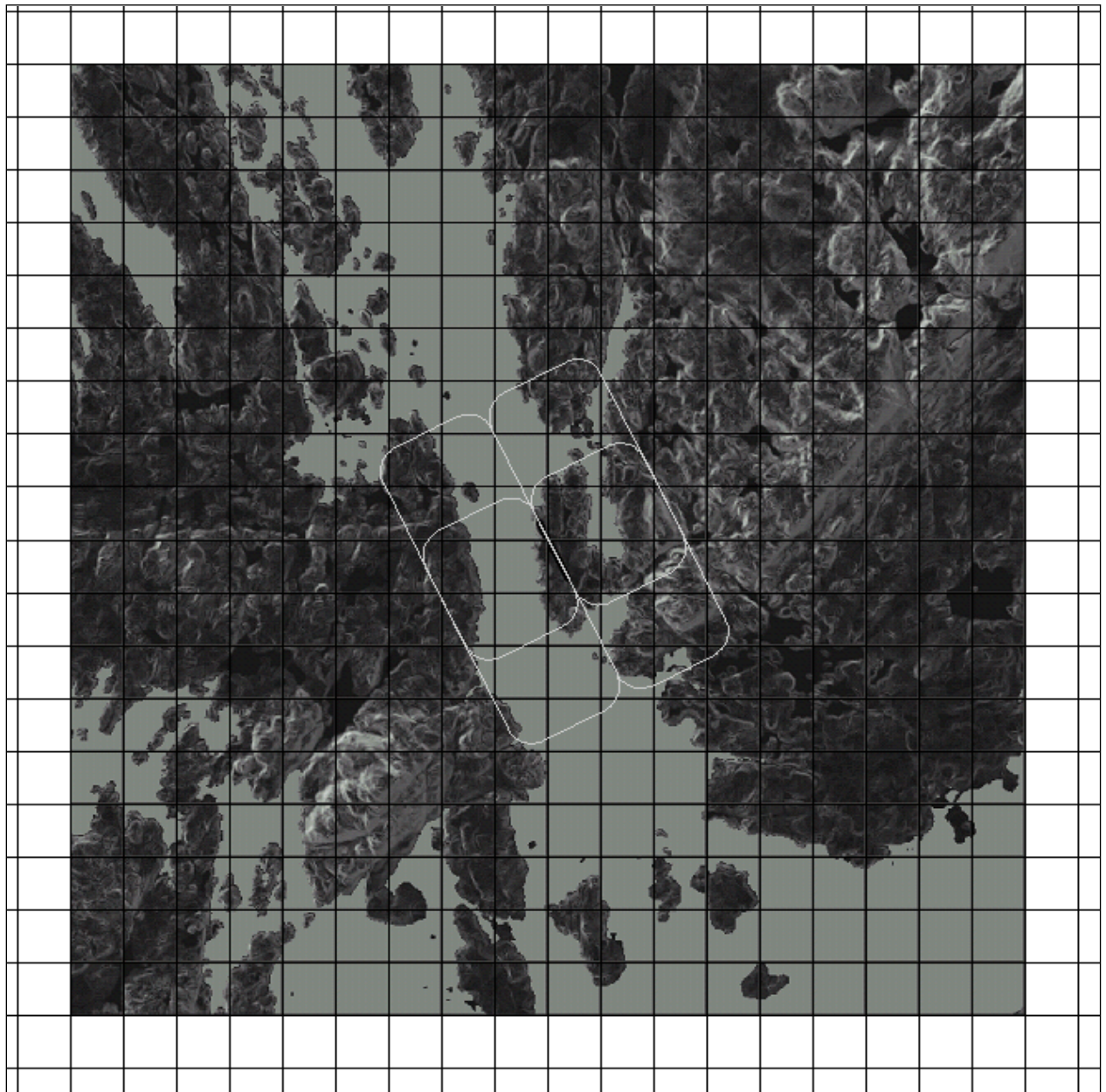
Figur 7.3. Avgangstraséer for jet. M 1:125 000.



Figur 7.4. Avgangs- og landingstraséer for småfly og helikopter. M 1:125 000.



Figur 7.5. Landingsrunder for småfly. M 1:125 000.



Figur 7.6. Landingsrunder for helikopter. M 1:125 000.

7.5 Flygeprofiler

Flygeprofiler angir høyde, hastighet og motorpådrag i forhold til utflyet distanse. Det er benyttet standard avgangsprofiler. For landinger er det benyttet standard 3.0 graders glidebane på RWY 15, og 3.6 graders glidebane på RWY 33. For medvindsleggen på landingsrundene antas en høyde på 1000 ft.

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.

8.1 Trafikkskalering etter flytype

Sunnhordland Lufthavn forventer en trafikkvekst på 2 % per år. For en 10 års prognose fram til 2021 blir det da en total vekstfaktor 1,219.

8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer

Det er ikke ventet noen endring i traséer eller prosedyrer. 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 støyenheter som inngår i definisjonen 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.

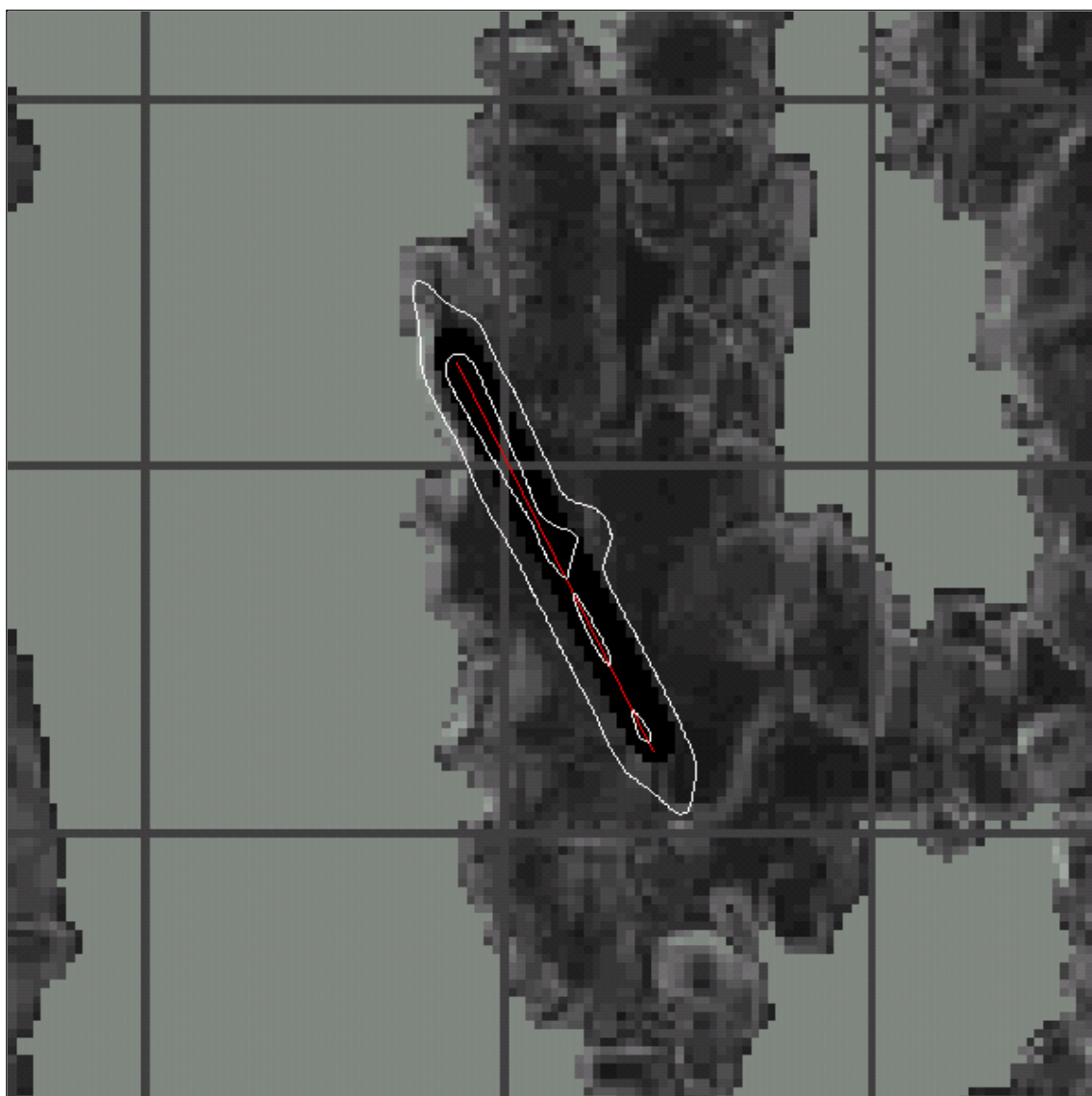
10. RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

Resultatene vises i form av figurer og tabeller. Kotene som vises på figurene er alle tilgjengelige på SOSI-lesbar fil, og blir oversendt oppdragsgiver.

10.1 Dagens situasjon 2011

Figur 10.1 på neste side viser dag-, kveld- og nattveid ekvivalentnivå (L_{DEN}) for dagens situasjon.

Det er ikke nok natttrafikk til at støykoter for maksimumsnivå på natt (L_{5AS}/MFN_{23-07}) er definert. Det er derfor ikke tatt inn kart for dette her.



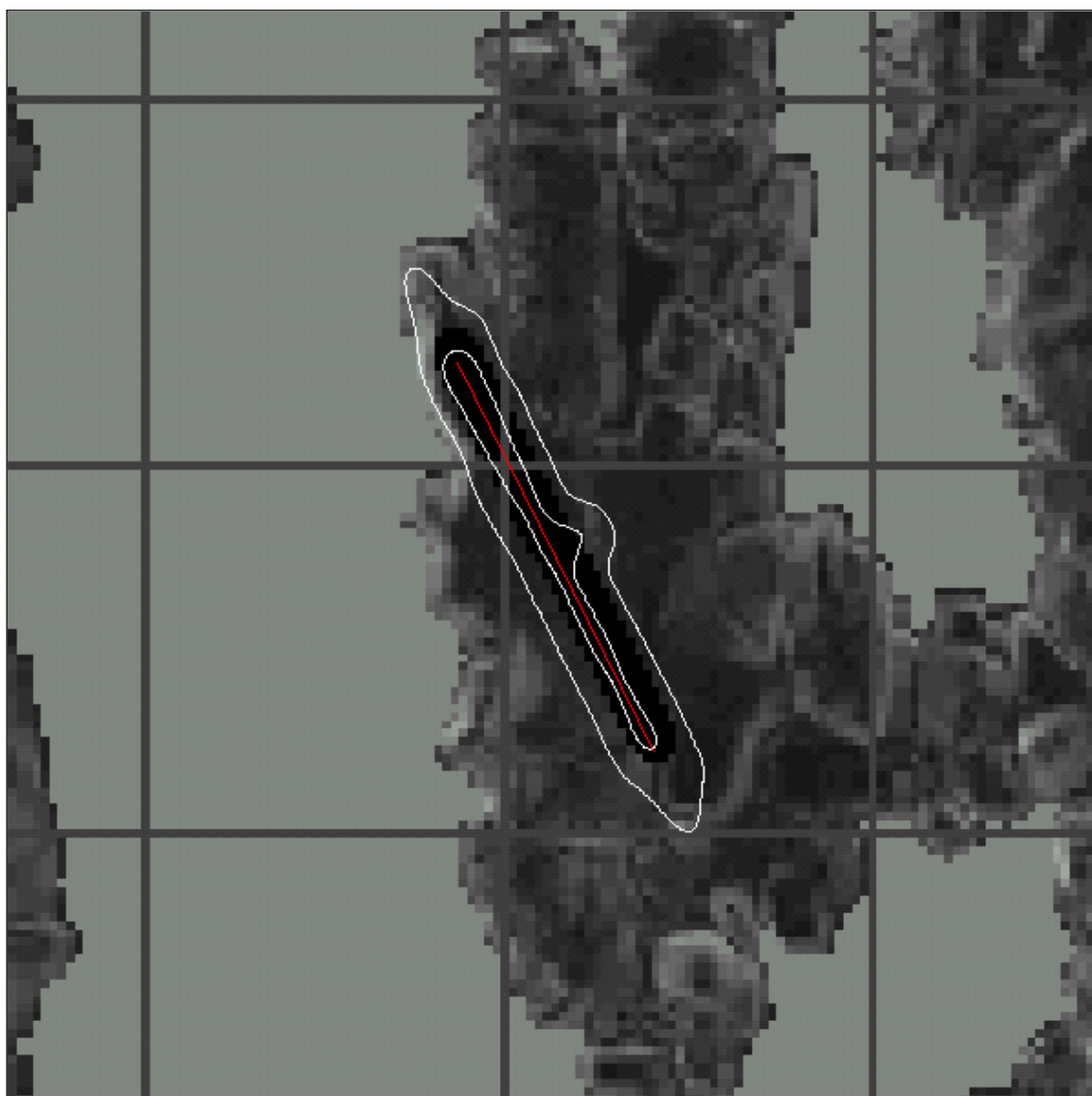
*Figur 10.1. L_{DEN} for dagens situasjon. Koteverdier 52 og 62 dBA.
 M 1:20 000.*

Som en følge av at støykoter for maksimumsnivå på natt ikke er definert, er støysoner for dagens situasjon, som definert i retningslinje T-1442, gitt av støykotene for L_{DEN} 52 og 62 i figuren over.

10.2 Prognose 2021

Figur 10.2 på neste side viser L_{DEN} for prognosesituasjonen.

Det er heller ikke for prognosesituasjonen nok natttrafikk til at støykoter for maksimumsnivå på natt (L_{5AS}/MFN_{23-07}) er definert. Det er derfor heller ikke her tatt inn kart for dette. Figur 10.2 viser avgrensingene til støysonene for prognosesituasjonen.

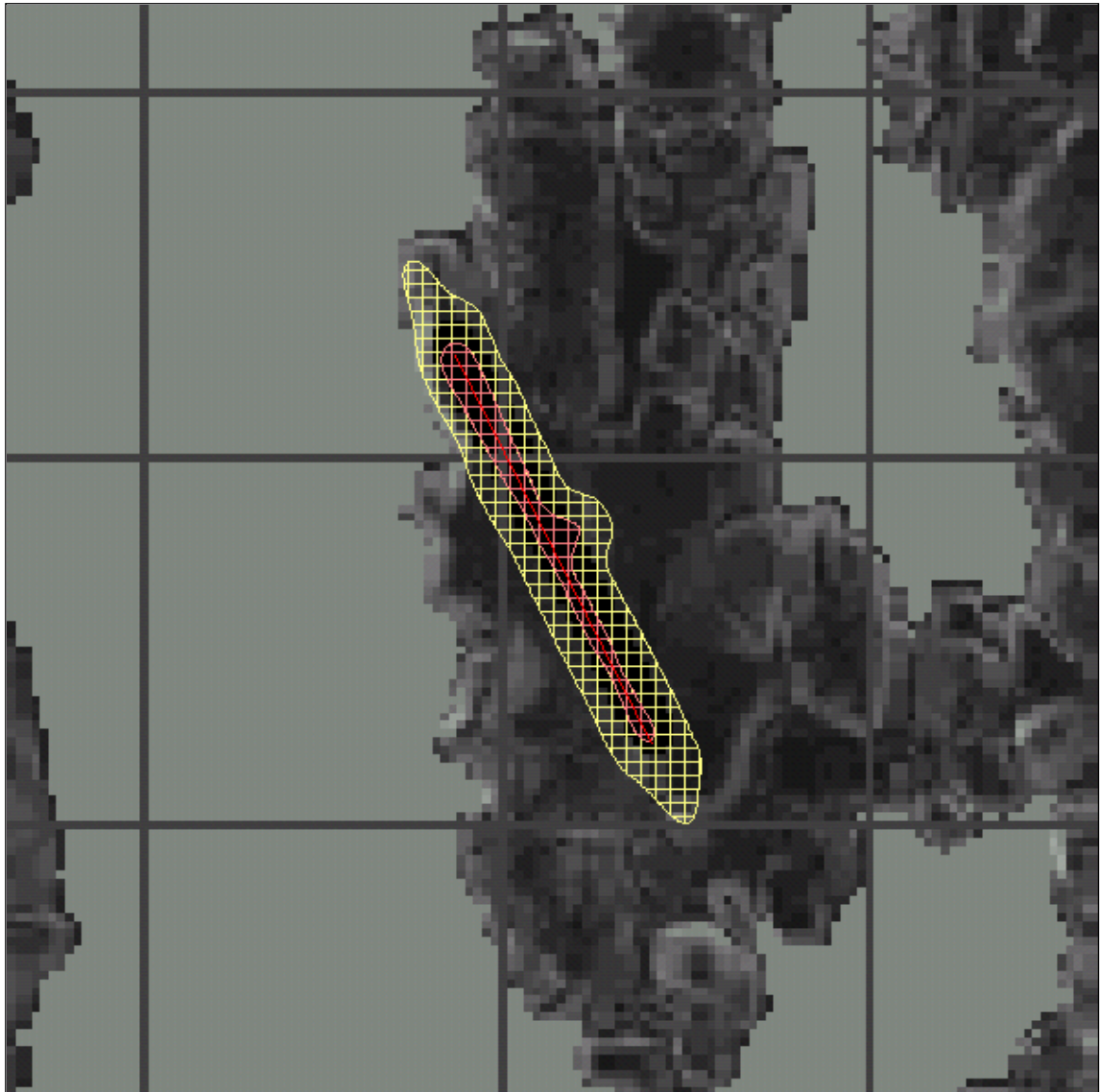


*Figur 10.2. L_{DEN} for prognosesituasjonen. Koteverdier 52 og 62 dBA.
M 1:20 000.*

I henhold til retningslinje T-1442 skal de endelige flystøysonene settes sammen som et “verste tilfelle” av dagens situasjon og prognosen. I dette tilfellet er det prognosen som definerer støysonene. Figur 10.3 viser flystøysonene. Støysonene ligger i all hovedsak på land, utelukkende innenfor Stord kommune. Støysonenes areal er gitt i Tabell 10.1.

Tabell 10.1. Areal innenfor støysonene for Stord Lufthamn.

Støysone	Areal (km ²)
Rød	0,076
Gul	0,347
Samlet	0,423



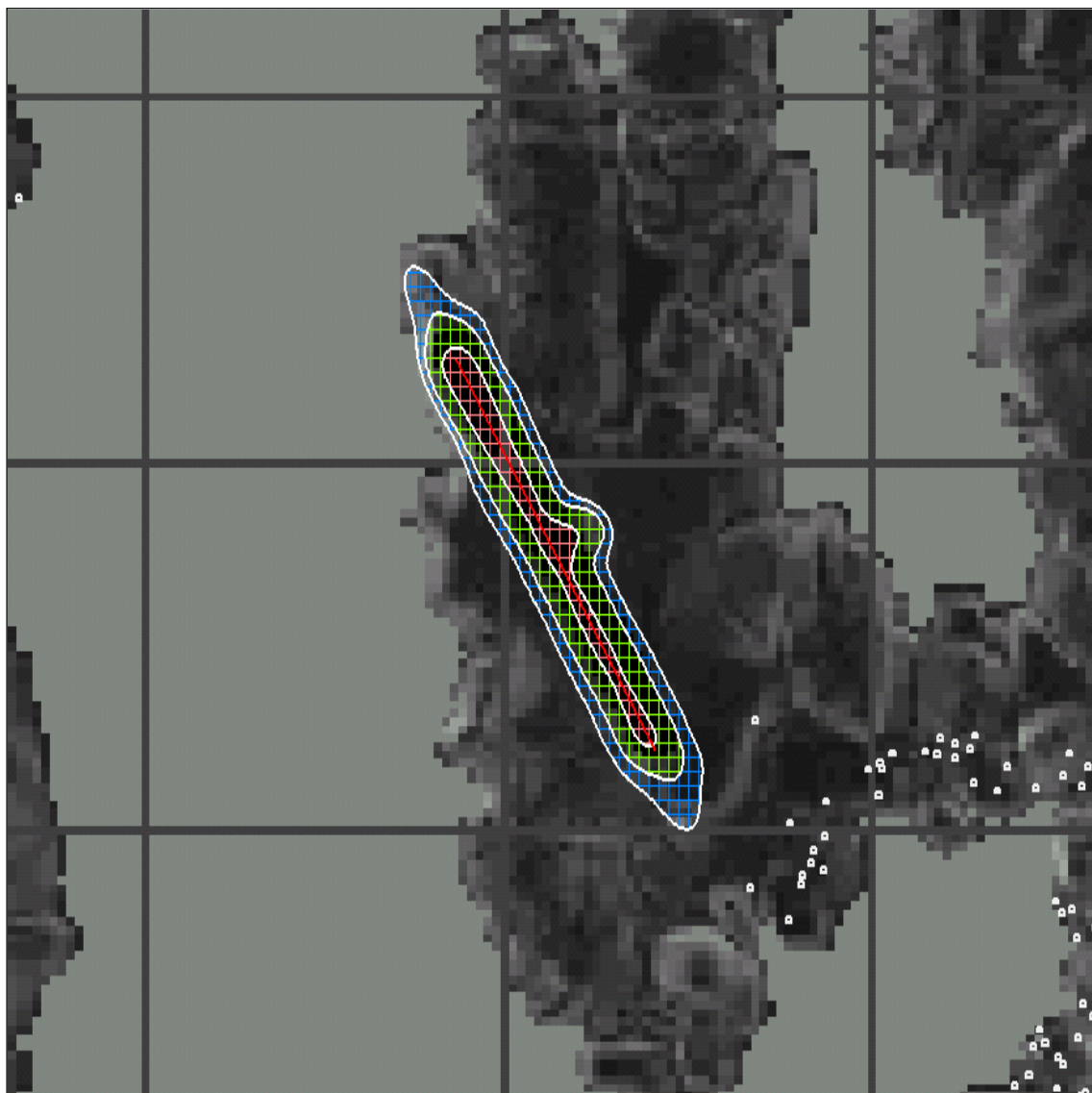
*Figur 10.3. Flystøysoner for Stord Lufthavn. Gul og rød sone definert i henhold til retningslinje T-1442.
 M 1:20 000.*

11. RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

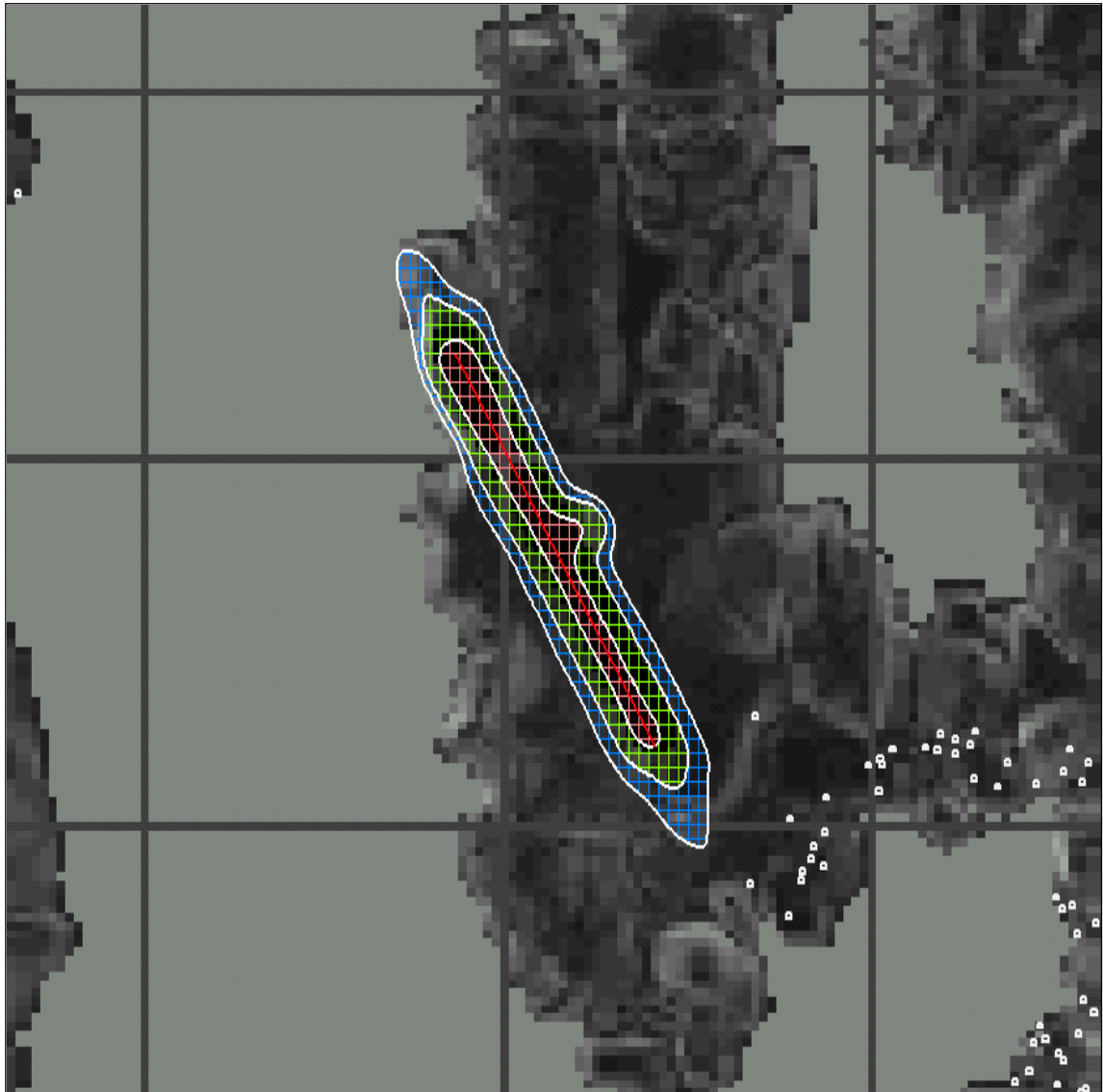
11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak

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.

Disse grensene er vist i Figur 11.1 og Figur 11.2, hvor også bygninger med støyfølsomt bruksformål er vist med hvite firkanter.



Figur 11.1. Kartleggingsgrenser for dagens situasjon. Kartleggingsgrense og tentativ tiltaksgrense for flystøy alene (L_{EQ24h} 53 dBA, rød, 60 dBA, grønn), og kartleggingsgrense for flystøy sammen med annen støy (L_{EQ24h} 50 dBA, blå). M 1:20 000.



Figur 11.2. Kartleggingsgrenser for prognosesituasjonen. Kartleggingsgrense og tentativ tiltaksgrense for flystøy alene (L_{EQ24h} 53 dBA, rød, 60 dBA, grønn), og kartleggingsgrense for flystøy sammen med annen støy (L_{EQ24h} 50 dBA, blå). M 1:20 000.

Som det går fram av figurene er det ingen støyømfintlige bygg innenfor L_{EQ24h} 50 dBA. Bygget som ligger nærmest har et nivå på L_{EQ24h} 48,5 dBA.

12. 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.
Rapportnr. TA-581, Oslo, mars 1983
- [4] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. Granøien, J. M. Fields:
RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU.
ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990
- [5] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien:
RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.
SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994
- [6] A. Krokstad, O. Kr. Ø. Pettersen, S. Å. Storeheier:
FLYSTØY; FORSLAG TIL MÅLEENHETER, BEREGNINGSMETODE OG SONEINDELING.
ELAB-rapport STF44 A81046, revidert utgave, Trondheim, mars 1982
- [7] Miljøverndepartementet:
RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING.
Retningslinje T-1442. Oslo, 26. januar 2005
<http://odin.dep.no/md/norsk/dok/regelverk/retningslinjer/022051-200016/dok-bn.html>
- [8] 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>
- [9] 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
- [10] Rolf Tore Randeberg, Herold Olsen, Idar L N Granøien:
NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION.
Report SINTEF A1683, Trondheim, 22. June 2007
- [11] 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

- [12] B. Plovsing, J. Kragh:
Nord2000. COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL.
DELTA Report, Lyngby, 31 Dec 2000
- [13] 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
- [14] 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
- [15] 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
- [16] 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)
- [17] Arild Brekke:
NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE
STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II.
Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave, Oslo, juni 1998
- [18] Kåre H. Liasjø:
MØTE OM KARTLEGGING AV FLYSTØY I HENHOLD TIL FORSKRIFTEN TIL
FORURENSNINGSLOVEN.
Referat fra møte i SFT Oslo, 25 juni 1999
- [19] REPORT ON STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL
AIRPORTS. VOLUME 2: TECHNICAL GUIDE.
ECAC.CEAC Doc.29 3rd Edition, Strasbourg, 07/12/2005.

Vedlegg A. Flytyper og destinasjoner

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

Tabell A.1. Flytyper i journal og antall bevegelser per type.

ACtype	TO	LA	SumOper	ACtype	TO	LA	SumOper	ACtype	TO	LA	SumOper
AS50	LA		25	EC20	TO		9	TBM7	TO		2
AS50	TO		22	EC35	LA		4	ULAC	LA		136
AS65	LA		11	EC35	TO		5	ULAC	TG		1057.5
AS65	TG		47.5	G115	LA		1	ULAC	TO		120
AS65	TO		9	G115	TO		2	AA5	LA		1
AT43	LA		359	GYRO	LA		33	AA5	TG		5
AT43	TO		358	GYRO	TG		73				
AT45	LA		61	GYRO	TO		33				
AT45	TO		61	H269	LA		3				
AT72	LA		112	H269	TO		3				
AT72	TO		112	HN70	LA		2				
B212	LA		3	HN70	TO		2				
B212	TO		3	JABI	LA		1				
B350	LA		2	JABI	TO		1				
B350	TO		2	M20P	LA		1				
BE20	LA		15	M20P	TO		1				
BE20	TO		15	M20T	LA		1				
C150	LA		1	M20T	TO		1				
C150	TO		1	MICO	LA		3				
C152	LA		7	P28A	LA		156				
C152	TG		6	P28A	TG		556.5				
C152	TO		5	P28A	TO		140				
C172	LA		107	P28R	LA		1				
C172	TG		218.5	P28R	TO		1				
C172	TO		98	PA18	LA		2				
C182	LA		3	PA18	TO		2				
C182	TO		3	R44	LA		13				
C402	LA		1	R44	TO		12				
C402	TO		1	RV4	LA		1				
C550	LA		1	RV4	TO		1				
C550	TO		1	S61	LA		4				
C56X	LA		1	S61	TO		4				
C56X	TO		1	SB91	TO		1				
C77R	LA		4	SF25	LA		2				
C77R	TG		11	SF25	TG		12				
C77R	TO		4	SF25	TO		2				
DHC6	LA		1	SF28	LA		1				
DIMO	LA		1	SF28	TO		1				
DIMO	TO		1	SF34	TO		1				
EC20	LA		9	TBM7	LA		2				

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

Tabell A.2. Substitusjoner av flytypebetegnelser fra ICAO-koder til databasens koder (der disse er ulike).

<i>ACtype</i>	<i>NewACtyp</i>	<i>ACtype</i>	<i>NewACtyp</i>	<i>ACtype</i>	<i>NewACtyp</i>
AS50	SA350	C56X	MU3001	P28A	PA28
AS65	MHEL	C77R	GASEPF	P28R	GASEPV
AT43	DHC830	DIMO	GASEPV	PA18	GASEPF
AT45	DHC830	EC20	LHEL	R44	R22
AT72	HS748A	EC35	LHEL	RV4	GASEPF
B350	DHC6	G115	GASEPV	S61	THEL
BE20	DHC6	GYRO	LHEL	SB91	GASEPF
C150	CNA172	H269	LHEL	SF25	COMSEP
C152	CNA172	HN70	COMSEP	SF28	COMSEP
C172	CNA172	JABI	COMSEP	SF34	SF340
C182	CNA206	M20P	GASEPV	TBM7	GASEPV
C402	BEC58P	M20T	GASEPV	ULAC	COMSEP
C550	MU3001	MICO	COMSEP	AA5	GASEPF

Tabell A.3. Flytyper, gruppering, motorinstallasjon og støyspektergruppe.

<i>NewACtyp</i>	<i>Accat</i>	<i>EngInstall</i>	<i>AppSpec</i>	<i>DepSpec</i>
B212	H	H	215	112
BEC58P	GA	P	215	109
CNA172	GA	P	215	109
CNA206	GA	P	215	109
COMSEP	GA	P	215	109
DHC6	TP	T	210	109
DHC830	TP	T	213	112
GASEPF	GA	P	215	109
GASEPV	GA	P	215	109
HS748A	TP	T	212	110
LHEL	H	H	215	112
MHEL	H	H	215	112
MU3001	JET	R	203	113
PA28	GA	P	215	109
R22	H	H	215	112
SA350	H	H	215	112
SF340	TP	T	211	110
THEL	H	H	215	112

Tabell A.4. Gruppering av destinasjonsbetegnelser i retninger, samt avstandskode til destinasjon. StageLength 1 tilsvarer inntil 500 NM, StageLength 2 tilsvarer 500—1000 NM, og StageLength 3 tilsvarer 1000—1500 NM.

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength	NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
EDCE	Sør	2	ENHA	Øst	1
EDGS	Sør	2	ENHD	Sør	1
EDHL	Sør	2	ENKB	Nordøst	1
EDXF	Sør	2	ENKJ	Øst	1
EFOU	Øst	2	ENLU	Øst	1
EGGW	Vest	2	ENML	Nord	1
EGMH	Vest	2	ENNO	Øst	1
EGPB	Vest	2	ENRO	Nordøst	1
EGPD	Vest	2	ENRY	Øst	1
EIDW	Vest	2	ENSD	Nord	1
EKBI	Sør	1	ENSG	Nordøst	1
EKCH	Sør	1	ENSN	Øst	1
EKHK	Sør	1	ENSO	Lokal	1
EKLV	Sør	1	ENTO	Øst	1
EKRK	Sør	1	ENUL	Nord	1
EKVD	Sør	1	ENVA	Nordøst	1
EKVJ	Sør	1	ENVE	Sør	1
ENAL	Nord	1	ENZV	Sør	1
ENBG	Nord	1	ESGP	Øst	1
ENBL	Nord	1	LEVT	Sør	3
ENBM	Nordøst	1	LFBO	Sør	2
ENBR	Nord	1	LFPG	Sør	2
ENCN	Sør	1			
ENFL	Nord	1			
ENGK	Øst	1			
ENGM	Øst	1			



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no