

SINTEF A20558 - Åpen

Rapport

Støykartlegging av Bømoen flyplass etter retningslinje T-1442

Forfatter(e)

Idar Ludvig Nilsen Granøien



Foto: 3RW Arkitekter

SINTEF IKT

Postadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 Trondheim

Sentralbord: 73593000
Telefaks: 73592730

postmottak.ikt@sintef.no
www.sintef.no
Foretaksregister:
NO 948 007 029 MVA

Rapport

Støykartlegging av Bømoen flyplass etter retningslinje T-1442

EMNEORD:
Akustikk
Støy

VERSJON
1.0

DATO
2011-09-27

FORFATTER(E)
Idar Ludvig Nilsen Grønøien

OPPDRAGSGIVER(E)
Forsvarsbygg, Skifte Eiendom

OPPDRAGSGIVERS REF.
Prosjekt 5174013

PROSJEKTNR
90E103.80

ANTALL SIDER-OG VEDLEGG:
27+ 0 vedlegg

SAMMENDRAG**Sammendrag**

Det er gjennomført beregning av fly- og helikopterstøy for aktiviteten på Bømoen flyplass i Voss kommune i henhold til Miljøverndepartementets retningslinje T-1442. Beregningen er basert på at historisk aktivitet opprettholdes i den neste 10 års perioden. Samtidig er det tatt hensyn til at aktiviteten er sterkt sesongpreget og det er beregnet for den 3 måneders perioden hvor det er sterkest aktivitet.

Beregningsverktøyet NORTIM versjon 3.4 er benyttet og topografis innvirkning på lydutbredelsen er dermed tatt hensyn til.

UTARBEIDET AV
Idar Ludvig Nilsen Grønøien

KONTROLLERT AV
Rolf Tore Randeberg

GODKJENT AV
Odd Kristen Østern Pettersen

RAPPORTNR **ISBN**
SINTEF A20558 978-82-14-04989-3

GRADERING
Åpen

SIGNATUR



SIGNATUR



SIGNATUR



GRADERING DENNE SIDE
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2011-08-31	Første utkast

0.2	2011-09-16	Andre utkast
-----	------------	--------------

1.0	2011-09-27	Endelig versjon
-----	------------	-----------------

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	6
2	GENERELT OM FLYSTØY	7
2.1	Flystøyens egenskaper og virkninger	7
2.1.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy	7
2.1.2	Generell sjenanse som følge av flystøy	8
3	MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE	9
3.1	Måleenheter	9
3.2	Støysoner til arealplanlegging	9
3.2.1	Definisjon av støysoner	10
3.2.2	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer	10
3.3	Beregningsmetode	10
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnlaget	11
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM	11
3.4	Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven	12
4	OMGIVELSER	13
4.1	Digitalt kartgrunnlag og terrengmodell	13
5	FLYTRAFIKK	14
5.1	Trafikk i følge mottatt beskrivelse	14
6	FLYTYPEN	15
6.1	Flytyper i bruk	15
6.2	Kildedata for fly	15
7	DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER	16
7.1	Destinasjoner	16
7.2	Rullebaner	16
7.3	Flytraséer	16
7.4	Flygeprofiler	22
7.5	Oppsummering av trafikkmonster	22
8	SKALERING AV TRAFIKK	23
8.1	Trafikkskalering etter aktivitetstype	23
9	BEREGNINGSPARAMETERE	23
9.1	Beregningsenheter	23
9.2	Beregning i enkeltpunkter	23
9.3	NORTIM beregningskontroll	23

10	RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442	24
10.1	Støysoner for 3 måneder med 86 % av fallskjermeaktiviteten.....	24
11	RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN.....	25
11.1	Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak.....	25
12	LITTERATUR.....	26

1 INNLEDNING

Forsvarsbygg v/Skifte Eiendom gjennomfører en mulighetsstudie for Bømoen flyplass i Voss kommune. I dette arbeidet inngår oppdatering av støyberegninger knyttet til virksomhetene i området. SINTEF IKT, avdeling akustikk har vært engasjert for å utføre ny beregning etter retningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet.

3RW arkitekter v/daglig leder, sivilarkitekt Haakon Rasmus Rasmussen har bistått oppdragsgiver i å framskaffe og kvalitetssikre grunnlagsdata for beregning av flystøy. Ved SINTEF IKT har senior prosjektleder Idar Ludvig Nilsen Granøien vært prosjektleder med forskningssjef Odd Kristen Østern Pettersen som prosjektansvarlig.

Denne rapporten gjennomgår grunnlagsmateriale for vurdering av flystøy og hvordan dette er kommet til uttrykk gjennom retningslinjen fra Miljøverndepartementet. Derne presenteres grunnlaget for beregningen som er gjennomført, samt resultatene den har gitt.

Grunnlaget for beregningen er i stor grad basert på arbeidet som ble gjennomført i 2004 og rapportert i SINTEF rapport STF90 F04084, men med oppdaterte trafikkmengder. Kartgrunnlaget er levert gjennom Forsvarets Norge digitalt – avtale.

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

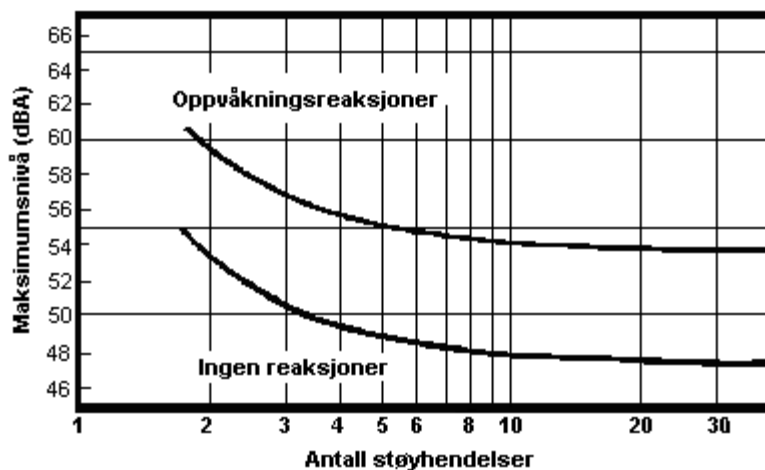
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

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

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



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

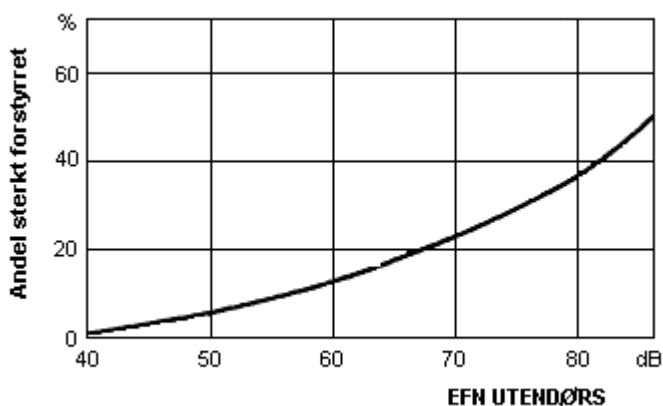
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de *ulemp*er 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 gjennomsnittlig middelkurve for de som ble ansett som de mest pålitelige av disse undersøkelsene. Antallet som føler seg “sterkt forstyrret” av flystøy er relatert til den norske måleenhet ekvivalent flystøynivå (EFN).

En stor undersøkelse fra Fornebu 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 høye ulemper.

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 prosentsats, 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 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 gjennomsnittsbefolkning 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, frittfeltsverdier.

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 flyprosedyrer, 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. Databaseen er i hovedsak en kopi av INM 6.0c databaseen [14] og senere oppdateringer av denne, supplert med profiler fra NOISEMAP [15] og med korrigererte støydata for 2 flyfamilier [11]. Ved bruk av en liste over substitutter for flytyper som ikke inngår i databaseen, 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 databaseen. 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 oppdatert 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 støytpe 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 [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)

4 OMGIVELSER

4.1 Digitalt kartgrunnlag og terrengmodell

Digitalt kartgrunnlag er framskaffet av oppdragsgiver og levert gjennom Forsvarets Norge digitalt – avtale. Underlaget er basert på Statkart sin N50 serie. Kartet benyttes som bakgrunn for å illustrere beregningsunderlag og resultater. Det vil bli vist i forskjellig målestokk i denne sammenheng.

Digital topografi er levert av Avinor, som bistår som sektormyndighet med hensyn på nasjonal støykartlegging ved slike undersøkelser. Den digitale topografien har en oppløsning på 25 x 25 meter med høydeangivelse i hvert punkt med nøyaktighet på 1 dm. NORTIM bruker denne informasjonen til å generere flater som representerer terrenget. Dette danner utgangspunkt for å beregne virkning fra terrenget på lydbanene mellom kilde og mottaker.

5 FLYTRAFIKK

I følge veilederen til retningslinjen [8] skal lufthavner med sesongpreget aktivitet vurderes for den mest aktive tremåneders periode hvor slik trafikk inngår. Aktiviteten på Bømoen faller innenfor en slik kategori.

5.1 Trafikk i følge mottatt beskrivelse

Oppdragsgiver har oversendt en beskrivelse av trafikkmengder for forskjellige aktører ved flyplassen. Trafikken er summert på årsbasis, delvis med angivelse av flytyper. Tallene er oppfattet som antall bevegelser, dvs. sum av avganger og landinger. Definisjon av støysoner krever at trafikken fordeles på døgnssegmentene dag, kveld og natt.

Det er ikke angitt fordeling av trafikken over døgnet for noen av aktivitetene, men det antas at all trafikk foregår i flyplassens ”åpningstid”. Dermed skal det ikke forekomme trafikk på natt. Statistikk fra beregning foretatt i 2004 [20] benyttes derfor som støtte for dette i og med at aktiviteten da var mer detaljert beskrevet og man antar at det ikke er skjedd radikale endringer i bruken av flyplassen siden da. Denne statistikken viser at 6.22 % av fallskjermløft foregikk på kveld etter kl. 19 og denne prosentsetningen benyttes derfor for denne aktiviteten. 45 % av privatflytrafikken var lagt til perioden kl. 18-21. Jevn fordeling av kveldstrafikk tilsier at 30 % av aktiviteten med privatfly kan legges til perioden etter kl. 19 (som er grensen mellom dag og kveld for L_{den}). Det antas 10 % kveldstrafikk for helikoptertrafikken.

Flyplassen har en sterkt sesongpreget aktivitet idet fallskjermhopping er angitt å foregå fra 15. mai til 15. september. I henhold til retningslinjen og dens veileder er det da anbefalt å gjøre beregningen med utgangspunkt i en 3 måneders periode hvor aktiviteten er størst. Med en jevnt fordelt aktivitet tilsier dette at 75 % av fallskjermhoppene foregår i perioden juni til august. Det er fra oppdragsgiver anslått at 60 % av den øvrige aktiviteten også foregår i den samme sommerperioden.

Tabell 5-1 Totalt antall årlige operasjoner

TO	LA	SumOper
LA		2160
TO		2160

6 FLYTYPER

6.1 Flytyper i bruk

Enmotors småfly har enten egne data i den internasjonale støydatabasen (C172) eller er delt i to grupper, avhengig om de har vridbare propellblader eller ikke, GASEPV eller GASEPF². C182 modelleres imidlertid med data for C206 etter internasjonal anbefaling. Mikroflyene, ULAC (ultra light aircraft), har ikke egne data i databasen. Disse defineres derfor med en samlebetegnelse forskjellig fra andre enmotors småfly, COMSEP³, som i støydata ligger mellom de to forannevnte samlebetegnelsene.

Helikoptertypene som er angitt i trafikkbeskrivelsen er AS350, EC120 og R44. EC120 er en nyere variant av AS350 og disse slås derfor sammen. R44 modelleres med data for R22, som er en mindre variant av helikopteret. De to forenklingene som gjøres her utjevner i noen grad hverandre.

Pilatus Porter (P6CP) som brukes av fallskjermklubben er et enmotors turboprop-fly. Støybidraget er imidlertid i stor grad avhengig av propellen og den modelleres derfor som en GASEPV, som om motoren var en stempelmotor. Dette er i tråd med internasjonale anbefalinger. Likeledes er BE99 modellert med data for DHC6.

6.2 Kildedata for fly

Databasen til NORTIM inneholder de nødvendige data for de omtalte flytyper slik at støyberegninger kan foretas. Foruten støydata har databasen også opplysninger om flyenes stigeevne etc., og hvilke motorpådrag som kreves i de forskjellige operasjoner.

Tabell 6-1 Årstrafikken brutt ned på flytyper som representerer aktuell flyflåte.

NewACTyp	SumOper
CNA172	100
CNA206	400
COMSEP	680
DHC6	200
GASEPF	630
GASEPV	1680
R22	130
SA350	500

² General Aviation Single Engine Fixed/Variable Pitch

³ Composite Single Engine Propeller

7 DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

7.1 Destinasjoner

Det er ikke angitt hvor fly eller helikopter kommer fra i det grunnlag som er oversendt. Dette har liten betydning for utbredelse av støysoner i dette tilfellet. Det etableres prosedyrer i beregningsgrunnlaget som representerer aktiviteten, hvor naturlige inn- og utflygingsruter benyttes.

7.2 Rullebaner

Rullebanen på Bømoen legges inn med terskelpunktene hentet fra [20]. I tillegg er det lagt inn en landingsplass for helikopter nær hangaren i vest.

Tabell 7-1 Koordinater for rullebanene i UTM Euref89 sone 33.

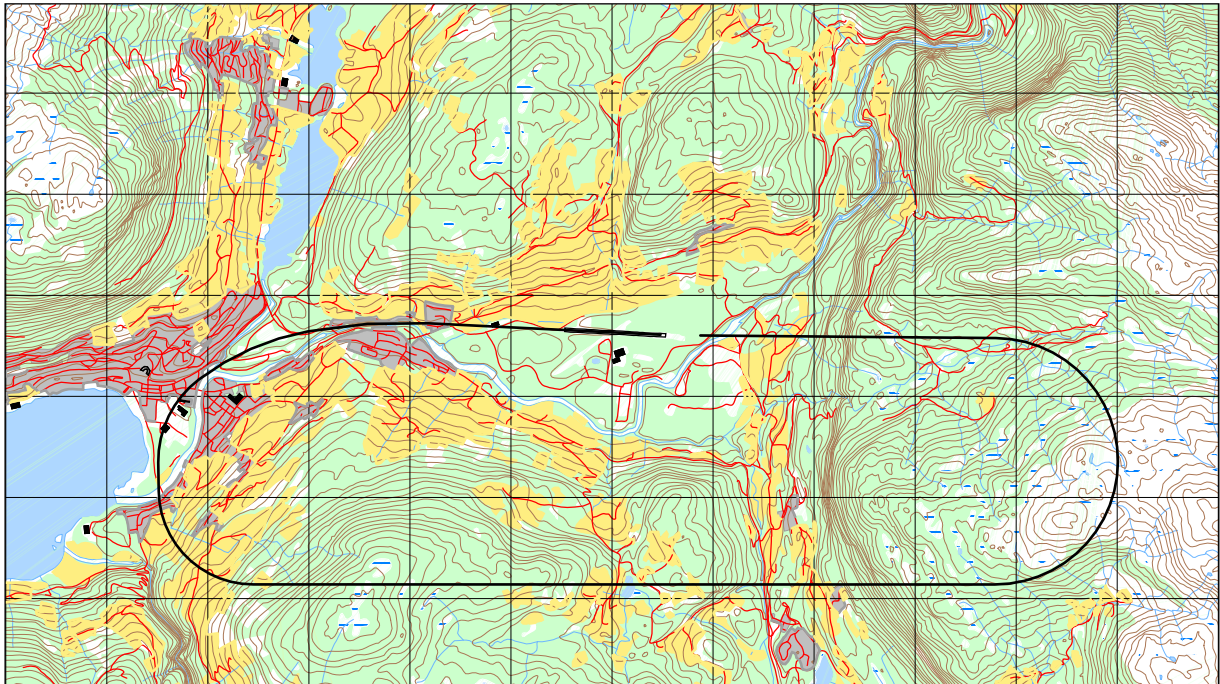
RWY	FromEast	FromNorth	FrmElev	ToEast	ToNorth	ToElev	Direction	Length
09	35581	6752654	91	36480	6752610	91	93	900
27	36480	6752610	91	35581	6752654	91	273	900
HT	35700	6752700	91	35700	6752730	91	0	30

7.3 Flytraséer

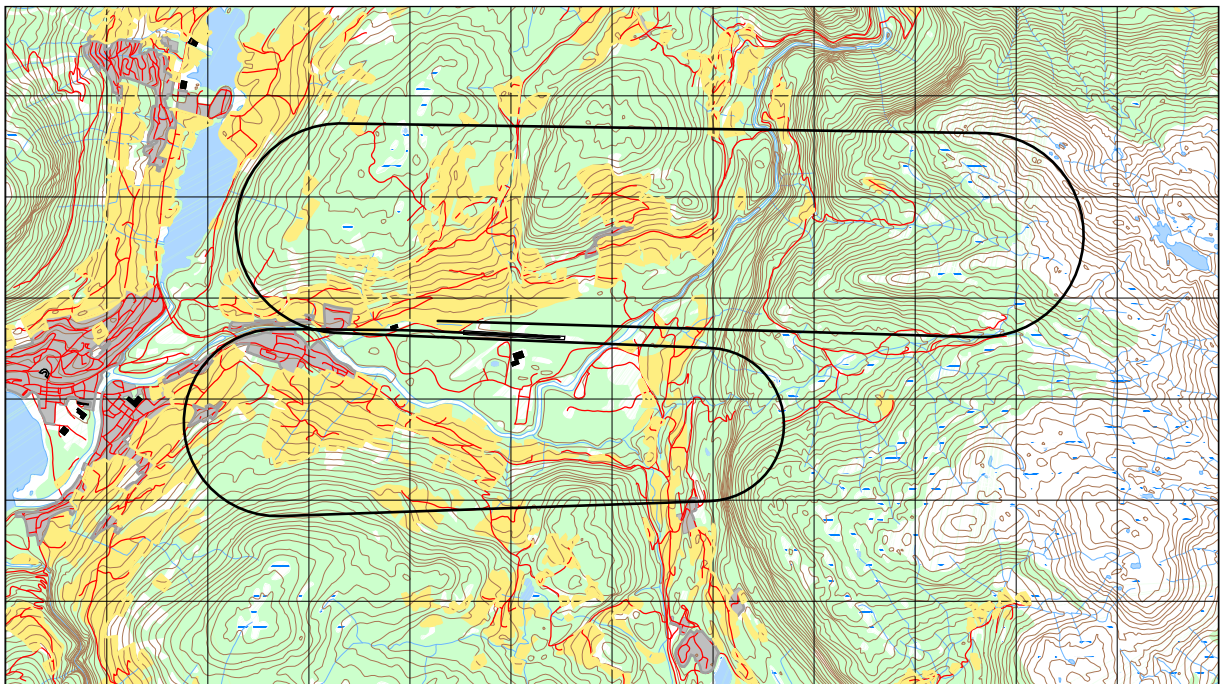
Traségrunnlaget som presenteres her er en direkte kopi av grunnlaget som ble benyttet ved siste kartlegging, ref. [20].

For hver prosedyre konstrueres det en trasé. Det legges normalt inn en statistisk spredning på traséene i henhold til ECAC dokument 29, ref. [19]. For fallskjermløft vil denne spredmodell ikke gi mening fordi den ville sørget for en 6 km sideveis spredning i droppunktet. Spredningen for denne aktiviteten er derfor representert ved at de forskjellige hovedtraséer tar litt forskjellig vei ut. For de øvrige traséer benyttes forslått standard på 7 deltraséer med en normalfordeling av trafikken på traséene.

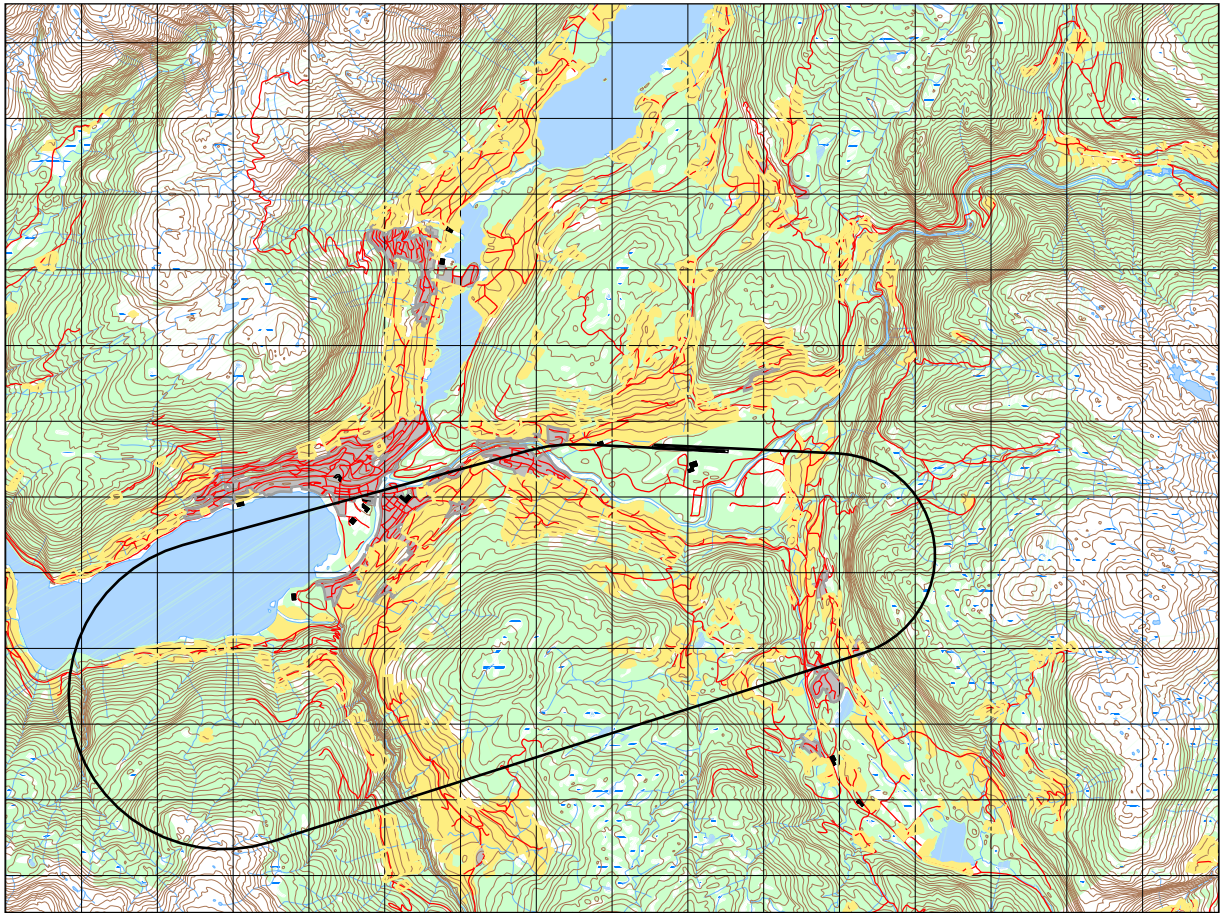
De følgende figurer viser traséene tegnet ut på kartbakgrunn slik de ble utarbeidet ved forrige kartlegging. For fallskjermløft er hver type løft vist i separat figur. De øvrige operasjoner er samlet i landinger og avganger.



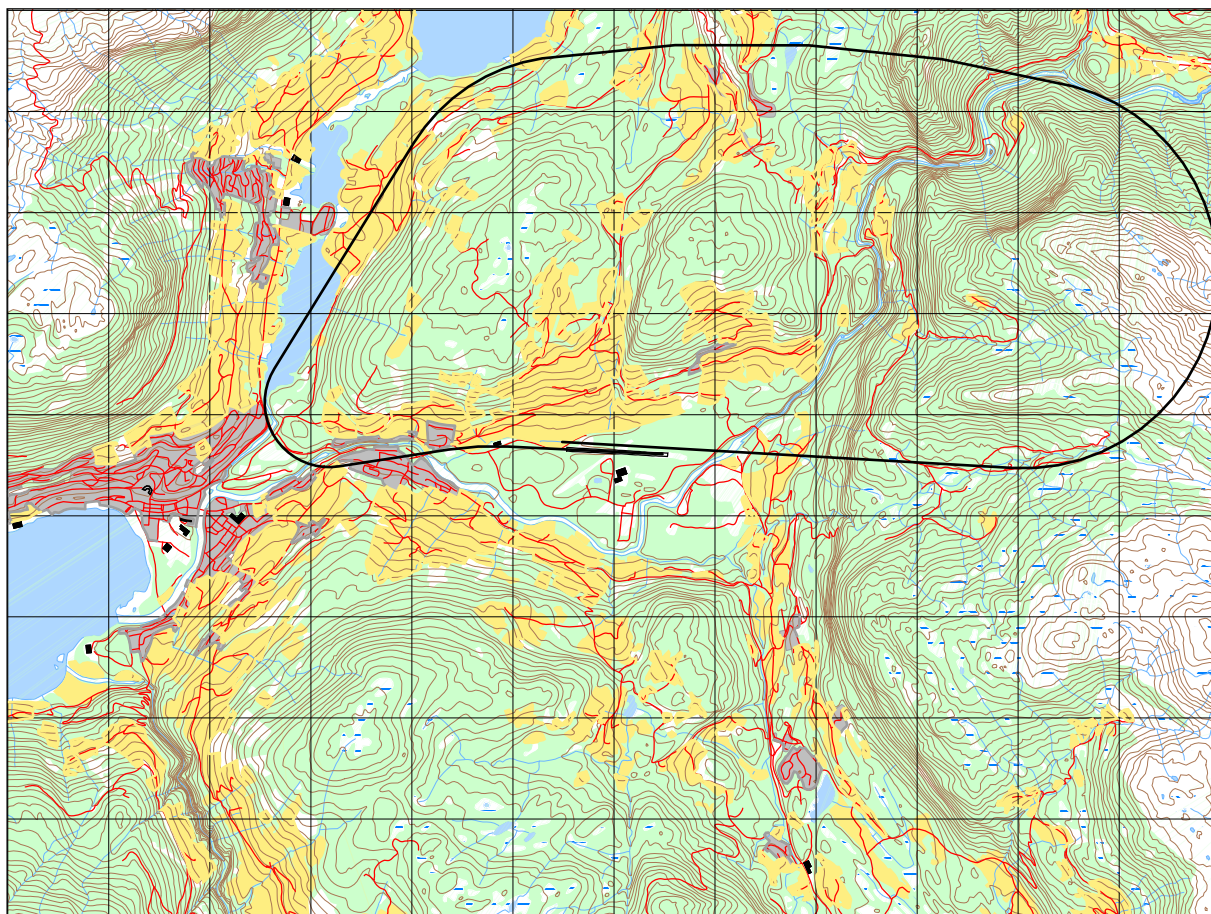
Figur 7-1 Fallskjermløft til 4500 fot, avgang på RWY 27. M 1:75.000.



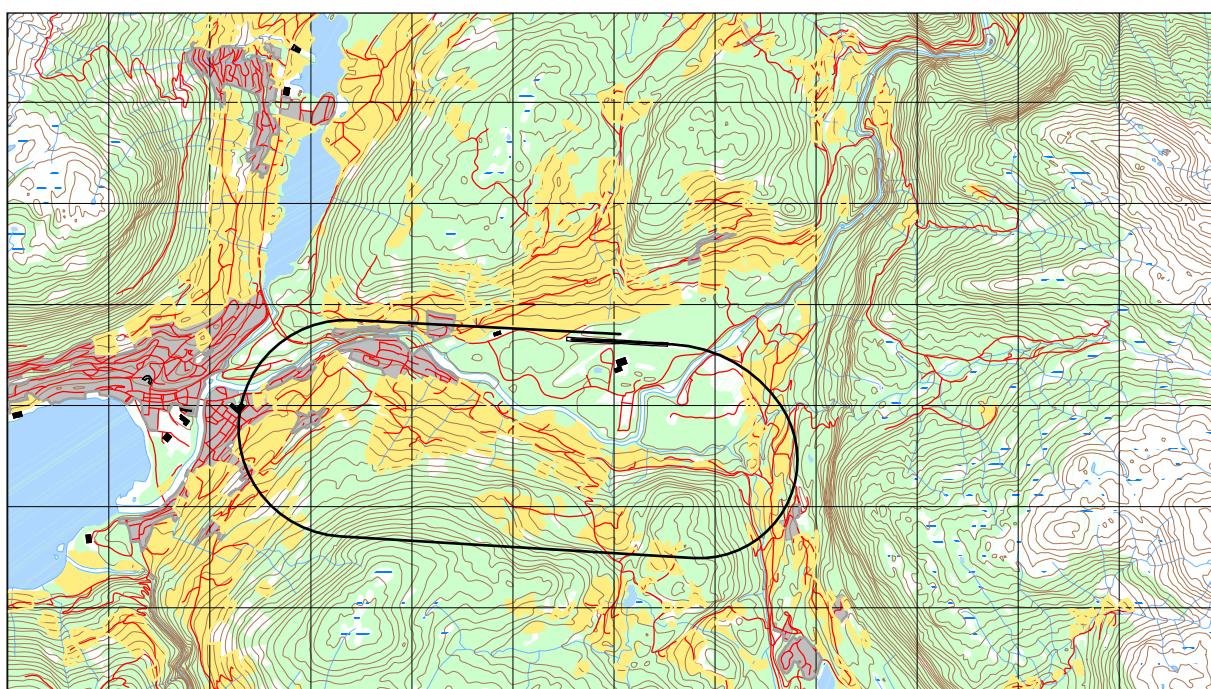
Figur 7-2 Fallskjermløft med ett dropp i 4 500 fot og nytt dropp i 12 500 fot, avgang på RWY 27. Målestokk 1:75.000.



Figur 7-3 Fallskjermfløyt med dropp i 12 500 fot, avgang på RWY 27. Målestokk 1:100.000.

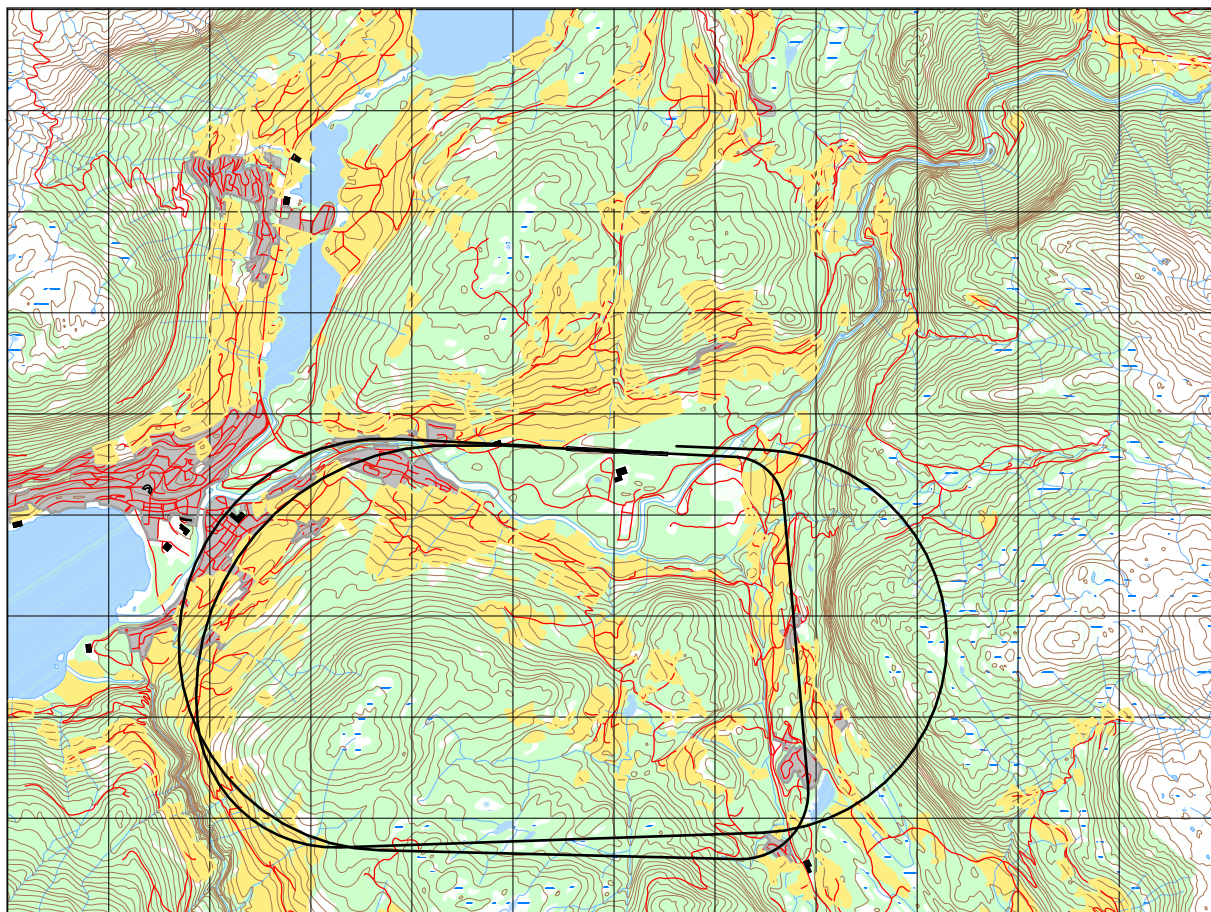


Figur 7-4 Fallskjermfløft med dropp i 12 500 fot, avgang på RWY 27. Målestokk 1:75.000.



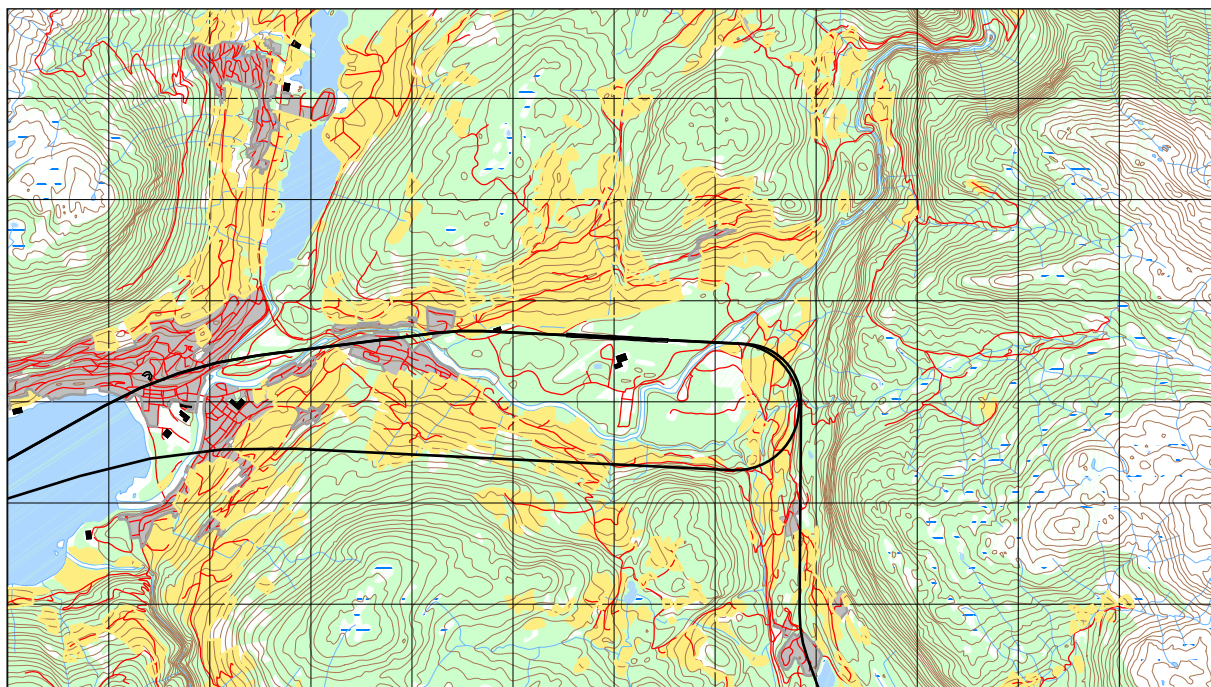
Figur 7-5 Fallskjermfløft med dropp i 4 500 fot. Avgang på RWY 09. Målestokk 1:75.000.

Hvilken av de to varianter som er vist i Figur 7-3 og Figur 7-4 som brukes, er vindavhengig. Trafikken fordeles jevnt med 1/5 på hver av de 5 forskjellige avgangstraséene som er vist for fallskjermfløft. Dette medfører at rullebane 27 benyttes i 80 % av tilfellene for fallskjermaktiviteten. Den samme fordeling benyttes også for landingene etter dropp.

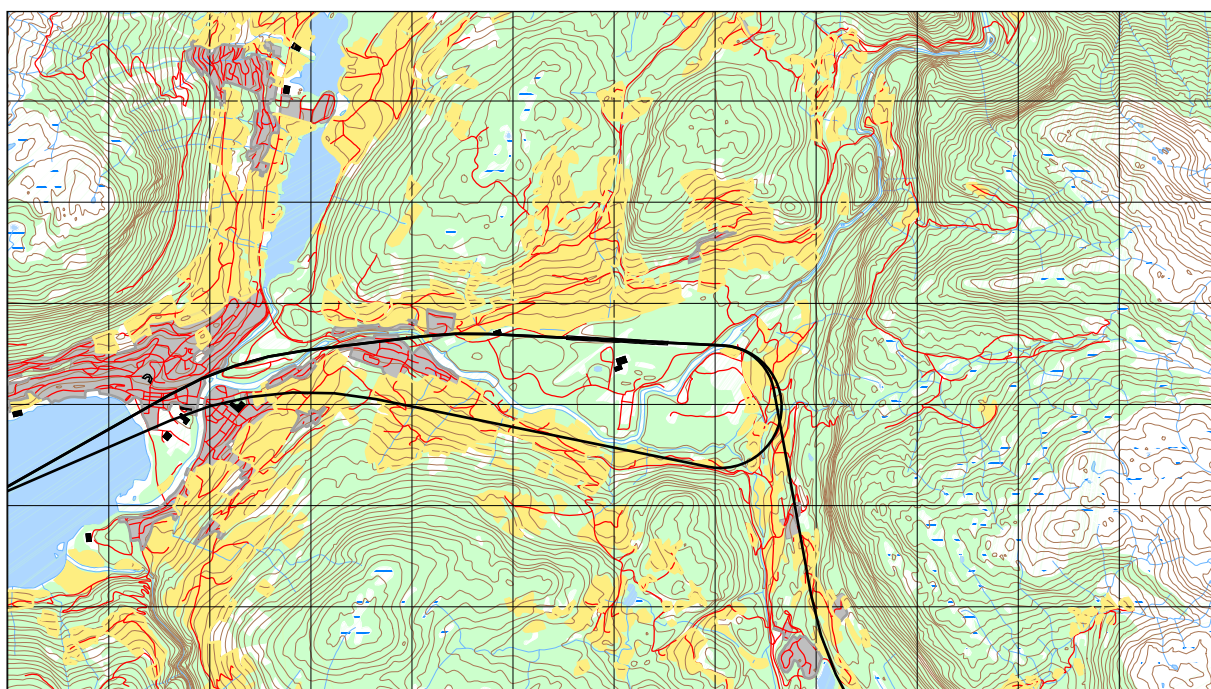


Figur 7-6 Landingstraséer for fallskjermflyet til både RWY 09 og 27. Målestokk 1:75.000.

Landingstraséene starter i området midt over flyplassen og beskriver en rask nedstigning til rullebanenivå.

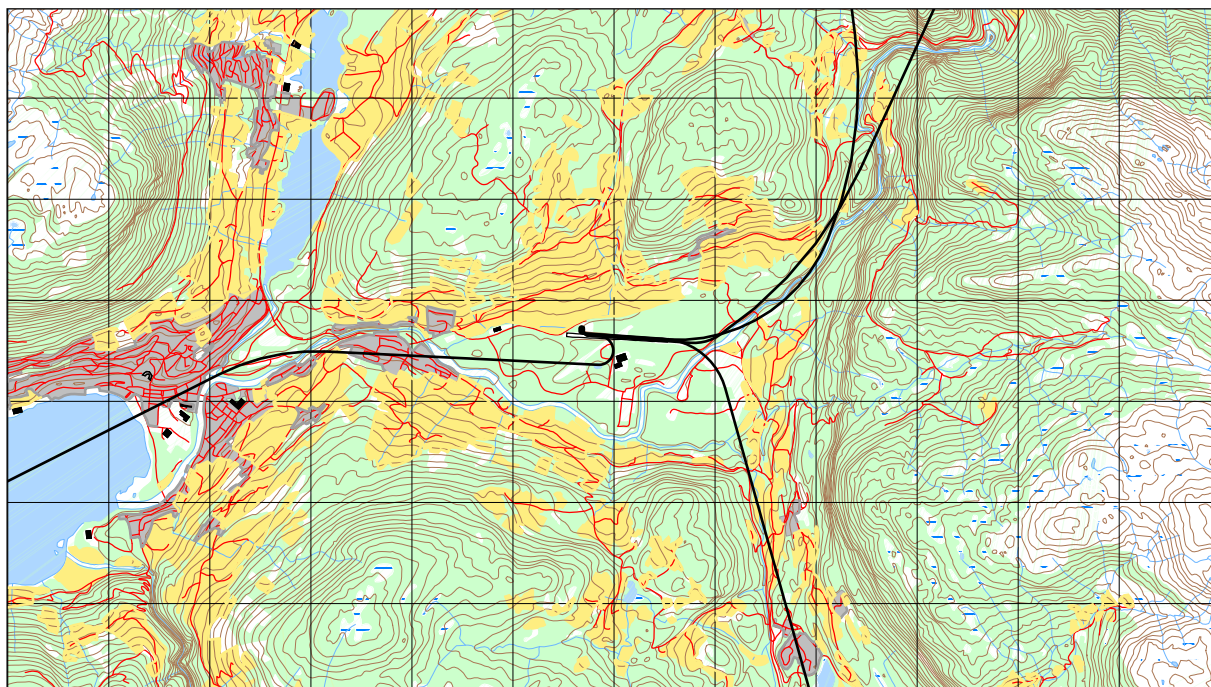


Figur 7-7 Avgangstraséer for småfly. Målestokk 1:75.000.



Figur 7-8 Landingstraséer for småfly. Målestokk 1:75.000.

For privatfly, flyklubb og mikrofly er det antatt den samme 80/20 fordelingen for bruken av rullebanen.



Figur 7-9 Landings- og avgangstraséer for helikoptre. M 1:75.000.

7.4 Flygeprofiler

Det benyttes standard flygeprofiler for beregningene med 4 grader glidevinkel for innflyging og normal gjennomsnittlig klatreevne på avganger. For mikrofly gjøres det en modifikasjon ved at maks hastighet settes til 65 knop, tilsvarende 120 km/t.

7.5 Oppsummering av trafikkmonster

Tabell 7-2 Resulterende rullebanebruk

RWY	TO_LA	SumOper	I %
09	LA	369	20 %
27	LA	1476	80 %
09	TO	369	20 %
27	TO	1476	80 %
HT	LA	315	100 %
HT	TO	315	100 %

8 SKALERING AV TRAFIKK

8.1 Trafikkskalering etter aktivitetstype

Det mottatte trafikkgrunnlag er for et helt år, men flyplassen er mest i bruk i sommerhalvåret. Retningslinje T-1442 angir at dersom aktiviteten på en flyplass har sesongmessig karakter, så kan beregningen foretas for den 3 måneders perioden som har mest aktivitet. Den antatt mest støyende del av aktiviteten er løft av fallskjermhoppere. Denne aktiviteten går over bare 4 måneder i løpet av sommeren fra ca 15. mai til 15. september. Skal denne aktiviteten beregnes med en jevn fordeling innenfor en 3 måneders periode må skaleringsfaktor for den totale fallskjermaktivitet derfor settes til $\frac{3}{4}$ eller 75 %. Fra oppdragsgiver er det angitt at 60 % av den øvrige aktiviteten foregår i den mest trafikkerte 3 måneders periode.

9 BEREGNINGSPARAMETERE

9.1 Beregningsenheter

Det beregnes for alle enheter som er med å definere støysonene og som har relevans i forhold til forurensningsforskriften, dvs. L_{den} , L_{5AS} og L_{eq24h} .

9.2 Beregning i enkeltpunkter

Alle bygninger innenfor beregningsområdet som har et støyfølsomt bruksområde blir punktberegnet. Koordinater og øvrige opplysninger om bygningene er hentet fra Norsk Eiendomsinformasjon. Data fra eiendomsregisteret er à jour pr. juli 2011.

9.3 NORTIM beregningskontroll

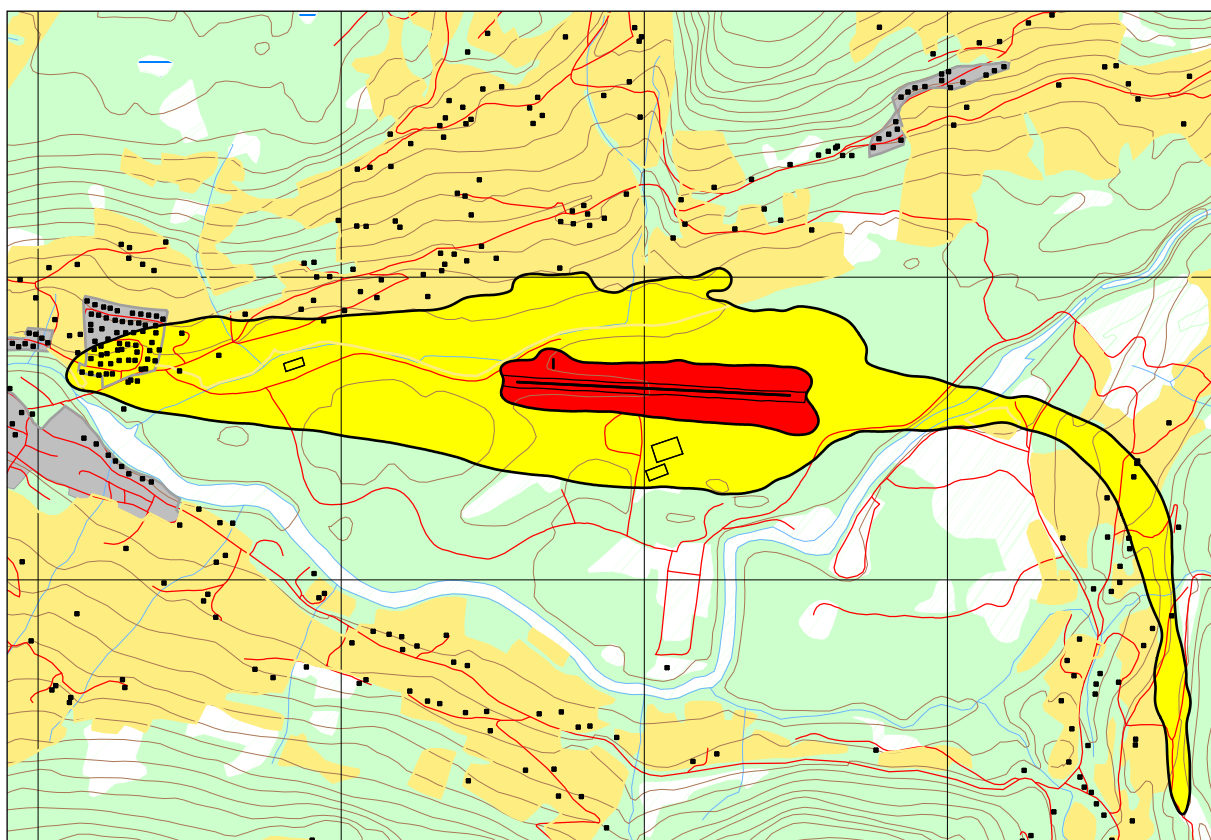
Det beregnes med programmets høyeste oppløsning, dvs. med en punktetthet på 64 fot på bakken, tilsvarende ca. 19.5 meter. Beregningen gjøres for en mikrofonhøyde på 4 meter. Topografi inngår i beregningene av lydutbredelse.

10 RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

I dette kapitlet vises resultater i form av støysoner på kart og i tabeller med areal. I kartene er bygninger fra eiendomsregisteret (GAB), som ut fra bygningstype er definert å ha et støyømfintlig bruksformål, markert med sorte kvadrat.

10.1 Støysoner for 3 måneder med 75 % av fällskjermaktiviteten

I og med at det ikke er trafikk på natt på flyplassen, så vil støysonekartet kun dimensjoneres ut fra ekvivalentnivået L_{den} . Yttergrense av gul sone vil gå ved L_{den} på 52 dBA, mens grensen mellom gul og rød sone går mellom L_{den} på 62 dBA.



Figur 10-1 Støysonegrenser i henhold til T-1442. M 1:25 000.

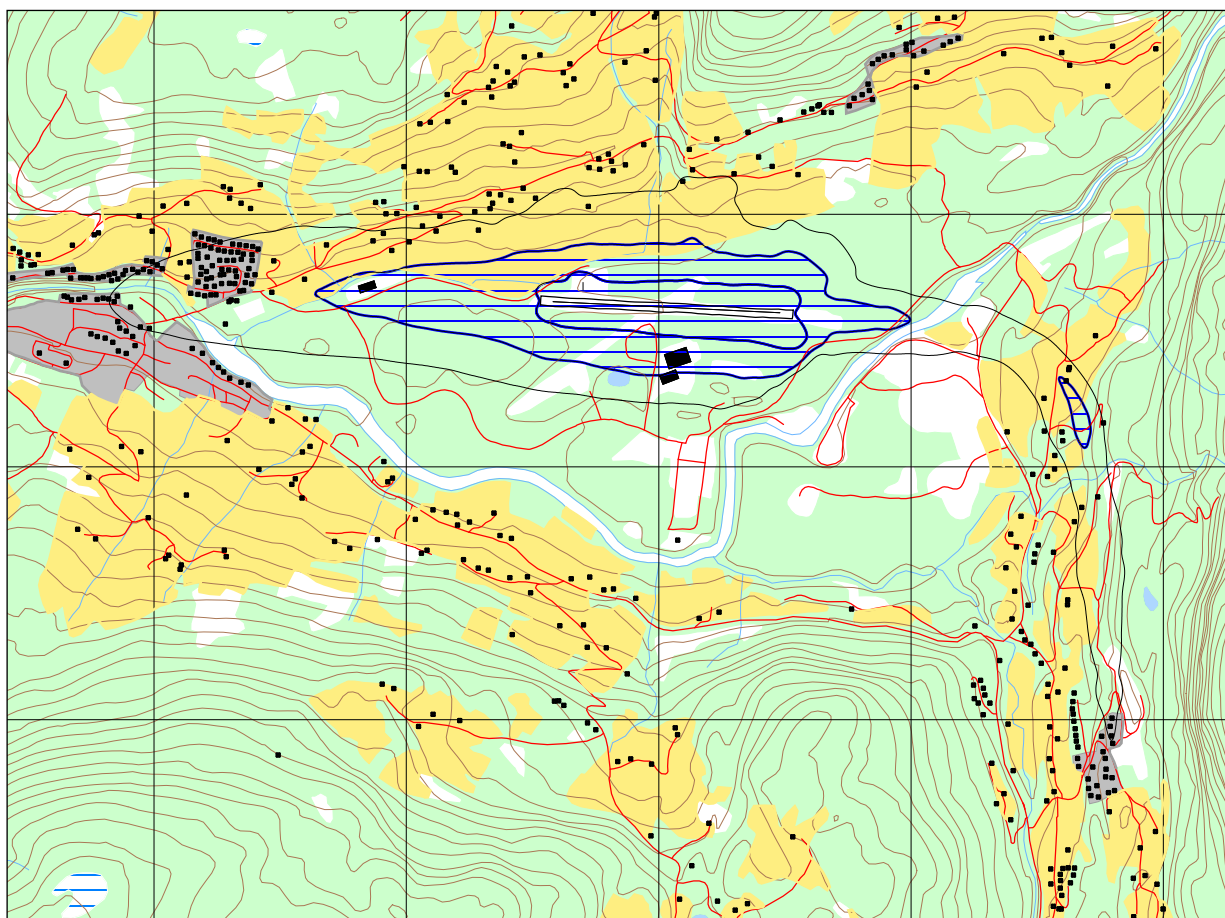
Støysone	Areal (dekar)
Gul	1293.9
Rød	188.0

11 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

For denne flyplassen er det kun kartlegging med hensyn på tiltak innendørs som er aktuell i forhold til forurensningsforskriften.

11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak

I samsvar med Tabell 3-2 er kartleggingsgrensen for denne type aktivitet på L_{eq24h} 53 dBA. Tentativ tiltaksgrense vil ligge på 60 dBA og kartleggingsgrense der andre kilder er like sterke som flystøyen ligger på 50 dBA.



**Figur 11-1 Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsforskriften.
Kurvene viser L_{eq24h} på 50, 53 og 60 dBA, skravert område innenfor 53 dBA. M 1:30 000.**

Kartleggingsområdet for flystøy alene er markert med blå skravur på kartet ovenfor. Det fremgår av figuren at ett hus ligger omtrent på grensen for dette området under innflygningen i øst. Plasseringen av denne innflygingstraséen kan ha en viss usikkerhet og det anbefales at de to nærmeste nabohusene vurderes tatt med i kartleggingen. Resultatene fra punktberegningene oversendes oppdragsgiver slik at de kan danne grunnlag for kartlegging. Beregningsresultatene gir også frekvensspektrum på punktene, slik at nødvendig underlag for bygningsakustisk konsulent foreligger.

Dersom det er andre like sterke kilder i noen deler av området, så kan det være behov for kartlegging innenfor den ytterste av kurvene vist i figuren.

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.
- [20] Idar Ludvig Nilsen Granøien, Asbjørn Ustad, Rolf Tore Randeberg:
BEREGNING AV FLYSTØY VED VOSS FLYPLASS, BØMOEN.
SINTEF rapport STF90 F04084, Trondheim September 2004.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no