

**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

Støysjablon for klubbflyplasser tilknyttet Norsk Aero Klubb

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

OPPDRAGSGIVER(E)

Norges Luftsportsforbund / Norsk Aero Klubb

RAPPORTNR. STF90 A06005	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. John Eirik Laupsa	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-02845-0	PROSJEKTNR. 90E101.61	ANTALL SIDER OG BILAG 19
ELEKTRONISK ARKIVKODE STF90 A06005.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Herold Olsen
ARKIVKODE	DATO 2006-01-09	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef	

SAMMENDRAG

SINTEF har utarbeidet sjabloner for støysoner Norges Luftsportsforbund / Norsk Aero Klubb etter ny retningslinje T-1442 til bruk for klubber under forbundet. SINTEF har samtidig utarbeidet ny programvare for enkelt å overføre sjablonene på digital form til aktuelle flyplasser.

Denne rapport oppsummerer grunnlaget for beregning og vurdering av flystøy generelt. Dernest vises det tekniske grunnlaget for beregninger av 3 forskjellige sjabloner for NAK, samt de beregnede sjabloner. Videre gis en kort beskrivelse av det nye program som kan overføre sjablonene til en hvilken som helst norsk klubbflyplass.

Bruk av sjablonene skjer kun med godkjenning fra Norges Luftsportsforbund / Norsk Aero Klubb og er belagt med en avgift for inndekking av utviklingskostnadene. Uttegning av støysonkart med sjablonene kan bestilles hos SINTEF og vil koordineres med Norges Luftsportsforbund / Norsk Aero Klubb.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Fly Støy	Aircraft Noise
EGENVALGTE	NAK sjablon	Zonation

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	3
2	GENERELT OM FLYSTØY	4
2.1	Flystøyens egenskaper og virkninger	4
2.1.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy.....	4
2.1.2	Generell sjenanse som følge av flystøy.....	5
3	Miljøverndepartementets retningslinjer.....	5
3.1	Måleenheter	5
3.2	Støysoner til arealplanlegging	6
3.2.1	Definisjon av støysoner	7
3.2.2	Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer	7
3.3	Beregningsmetode	8
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnlaget	8
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM	8
3.4	Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven	9
4	DATAGRUNNLAG	10
4.1	Rullebane.....	10
4.2	Traséer - flymønster	10
4.3	Trafikkmengder	11
4.4	Trafikkfordeling	11
4.5	Flytyper	12
5	BEREGNINGER OG RESULTATER	13
6	TILPASNING TIL LOKAL FLYPLASS.....	15
7	LITTERATUR.....	17

1 INNLEDNING

Dette prosjekt er gjennomført for Norges Luftsportsforbund / Norsk Aero Klubb med John Eirik Laupsa som kontaktperson. I rapporten vil oppdragsgivers navn være forkortet til NAK.

SINTEF utarbeidet sjabloner for NAK for retningslinje T-1277 som myndighetene godkjente for bruk på klubbflyplasser under forbundet, ref [21]. Etter at en ny retningslinje, T-1442, i januar 2005 erstattet T-1277, har det vært behov for å oppdatere sjablonene. SINTEF har derfor vært engasjert for å gjøre dette arbeidet og har samtidig utarbeidet ny programvare for enkelt å overføre sjablonene på digital form til aktuelle flyplasser. Denne rapport oppsummerer grunnlaget for beregning og vurdering av flystøy generelt. Dernest vises det tekniske grunnlaget for beregninger av 3 forskjellige sjabloner for NAK, samt de beregnede sjabloner. Videre gis en kort beskrivelse av det nye program som kan overføre sjablonene til en hvilken som helst norsk klubbflyplass.

Prosjektet er gjennomført ved SINTEF IKT avdeling akustikk med forsker, Dr. ing. Rolf Tore Randeberg og forsker Idar Ludvig Nilsen Granøien som utførende. Sistnevnte har vært prosjektleder.

Forsidefoto: Lars Gagnum

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

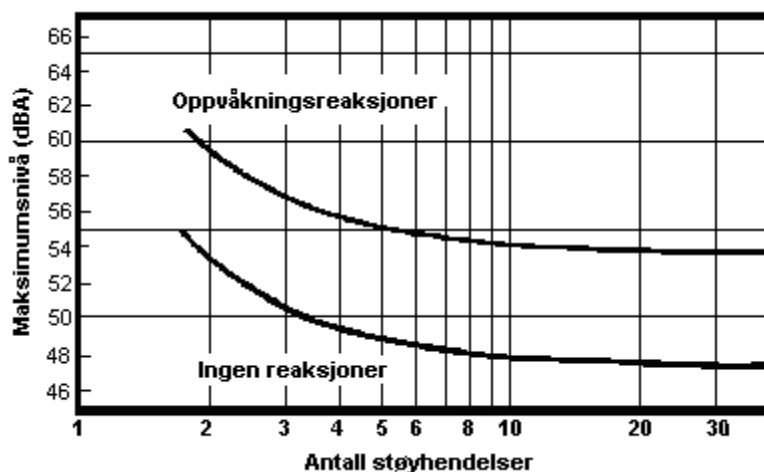
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

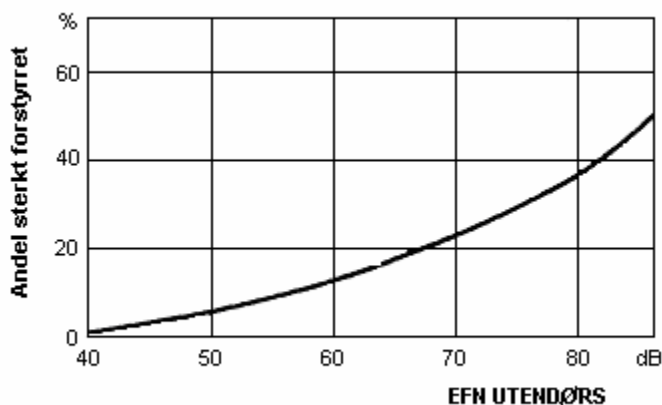
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjans for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

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 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 bekrefter i store trekk både kurveform og rapportert sjenanse for flystøy ved de normalt forekommende belastningsnivåer i boligområder innenfor flystøysonene [4]. Tilsvarende funn er gjort ved Værnes og i Bodø [5].



Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall sterkt forstyrret av flystøy som funksjon av ekvivalent flystøynivå utendørs [3].

3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJER

Miljøverndepartementet har i januar 2005 samlet retningslinjer for behandling av støy fra forskjellige støykilder i en ny retningslinje, T-1442 [7]. For flystøy erstatter denne T-1277 fra 1999 [8]. Den nye retningslinjen endrer både måleenheter og definisjoner av støysoner. Vi har i dette kapitlet valgt å sette de nye bestemmelsene i noen grad i sammenheng med de gamle som erstattes.

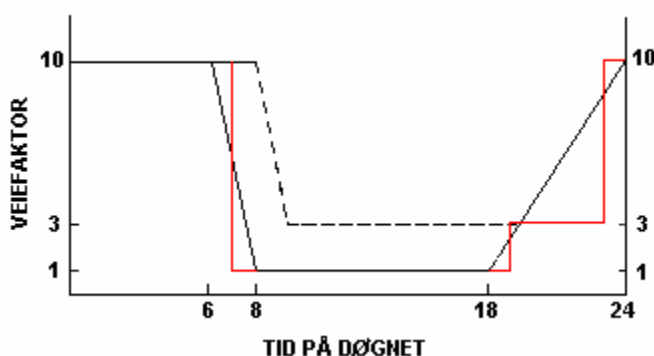
3.1 Måleenheter

En sammensatt støyindikator, som på en enkel måte skal karakterisere den totale flystøybelastning, og derved være en indikator for flest mulige virkninger, må ta hensyn til følgende faktorer ved støyen: Nivå (styrke), spektrum (farge), karakter, varighet, samt tid på døgnet. Måleenheten for flystøy må i rimelig grad samsvare med de ulemper som vi vet flystøy medfører. Et høyt flystøynivå må indikere høy ulempe.

På begynnelsen av 1980-tallet ble det i Norge utarbeidet to spesielle enheter for karakterisering av flystøy, nemlig Ekvivalent Flystøynivå (EFN) og Maksimum Flystøynivå (MFN), begge basert på lydnivåmålinger i dBA. Enhetene ble definert i ref. [6] og lagt til grunn i retningslinjen fra 1984

og senere i 1999 [8]. Ved innføringen av ny retningslinje i 2005 [7] ble enhetene erstattet med henholdsvis L_{den} og L_{A5S} .

L_{den} er det mål som EU har innført som en felles måleenhet for ekvivalentnivå. I likhet med EFN legger måleenheten forskjellig vekt på en støyhendelse i forhold til når på døgnet hendelsene forekommer. På natt er vektfaktoren 10, på dag er den 1. Det gjelder for både EFN og L_{den} . Mens EFN har en gradvis avtrappende veiekurve på morgen og gradvis økende på kveld, har L_{den} en trinnvis overgang, se Figur 3-1. L_{den} adderer 5 dB til støyhendelser mellom kl 19 og 23. I antall operasjoner tilsvarer dette en vekting på 3.16. 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 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.

	Støysone			
	Gul sone	Rød sone		
Støykilde	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}

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

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 støysone I. Yttergrensen for rød sone vil ligge noe innenfor midten av den gamle støysone III.

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 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 støybettinget 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 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, må det derfor gjøres meget lange måleserier for å oppnå samme presisjonsnivå som det beregningsprogrammet gir.

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

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunlaget

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

Veilederen til den nye retningslinjen legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC¹ om at det skal benyttes et årsmiddel av trafikken. Det gis imidlertid en liten åpning for fortsatt å bruke 3 måneder på sommeren dersom trafikken er sterkt sesongpreget (turisttrafikk).

Militære øvelser som forekommer minst hvert 2. år, skal inngå i trafikkgrunlaget.

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

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

Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater. NORTIM beregner i en og samme operasjon alle de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjene. Beregning av MFN og EFN er således supplert med L_{den} og L_{5AS} . Andre støymål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, L_{EQ} , for dag og for natt eller for hele det dimensjonerende middeldøgn.

Grensesnittet mellom operatør og program er betydelig forbedret slik at arbeidsbelastningen er redusert til under det halve. Nødvendige hjelpeprogram foretar statistisk behandling av trafikkdata, forenkler innlesing av beregningsgrunlaget og uttegning av kart og resultater. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

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

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

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 243 ulike flytyper. Databaseen 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 omlag 600 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.

3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven

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

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

Flystøy beregnes for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå.

Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Det betyr at forskjellige flytyper har ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på utredning om fasadeisolasjon [18] er det i ref. [19] valgt tre forskjellige tall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på de hustyper som gir minst demping i fasaden. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ($L_{EQ,24h}$):

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)

Tabell 3-2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

4 DATAGRUNNLAG

Datagrunnlaget for beregningen av nye sjabloner bygger i stor grad på den tidligere beregning [21], men med en metodisk oppdatering ved at det benyttes en modell for statistisk spredning av trafikk på landing og avgang i henhold til ECAC rekommandasjon [20].

4.1 Rullebane

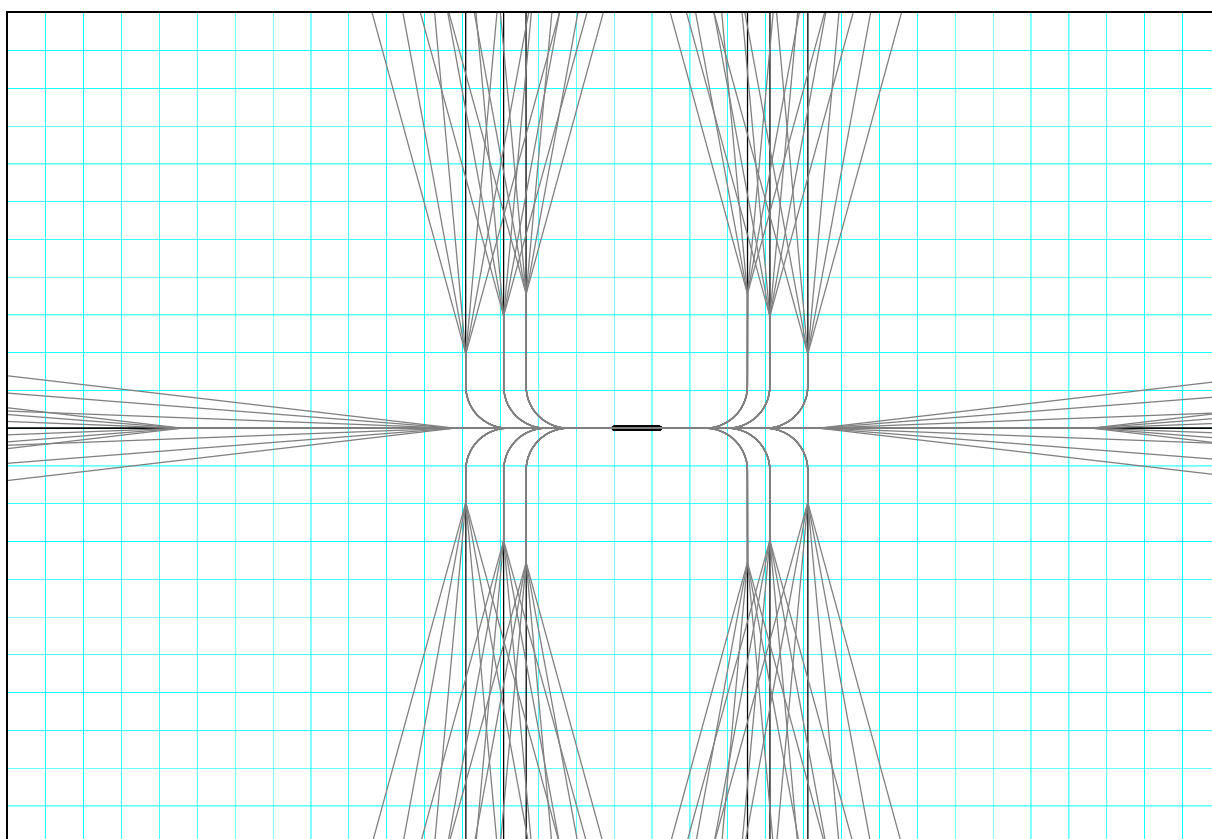
Det legges inn en 600 meter lang rullebane, som er den typiske lengden for klubbflyplassene i Norge. I beregningen av lydutbredelse vil denne rullebanen bli betraktet som akustisk hard i en bredde på 30 meter ganger 700 meter.

4.2 Traséer - flymønster

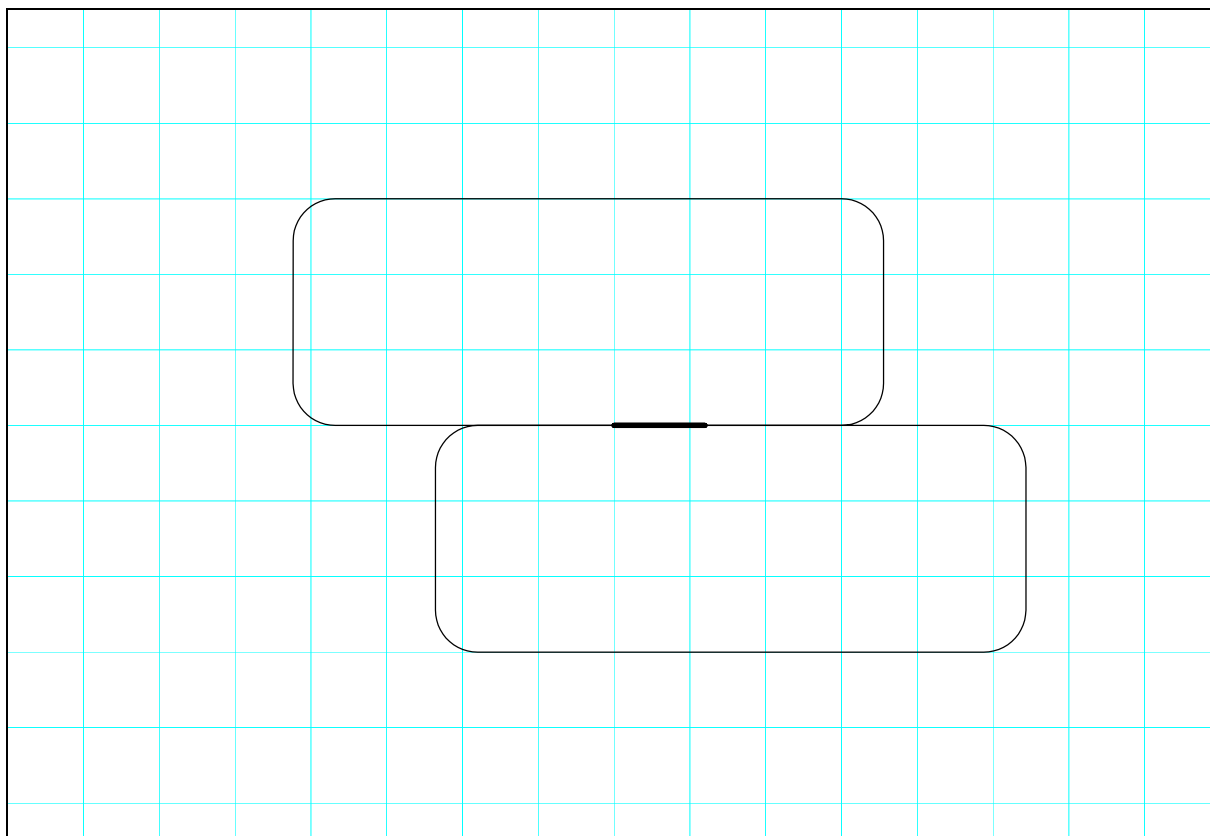
Det er laget et generelt utflygingsmønster der utflyging foregår rett frem i gitt lengde før rett høyre eller venstre sving initieres. Det legges inn tre forskjellige svingpunkter. Første sving begynner 1200 meter etter start, neste etter 1500 meter og tredje sving etter 2000 meter. I sving er det benyttet svingradius 555 meter.

I tillegg er det lagt inn landingsrunder med standard venstre sving. Landingsrundene, som benyttes til trening i touch and go flyging svinger 1500 meter etter start eller touch down punktet. I landingsrundene er det benyttet svingradius på 280 meter. Lengde på finalesegmentet er satt til 1100 meter.

Det er også lagt innflyging rettlinjet inn. For landings- og avgangstraséene er det lagt inn statistisk spredning i henhold til revidert utgave av [20]. De to følgende figurer viser trasémønsteret som fremkommer. I figurene er det lagt inn et rutemønster med 500 meter linjeavstand.



Figur 4-1 Inn- og utflygingstraséer for klubbflyplass. M 1:100 000.



Figur 4-2 Landingsrunder i standard mønster. M 1:50 000.

4.3 Trafikkmengder

I følge veilederen til den nye retningslinjen [9] skal ”*Lufthavner med sesongpreget aktivitet, . . . , vurderes kun for den aktuelle tremåneders periode hvor slik trafikk inngår*”. Det betyr at for klubbflyplasser hvor det vesentligste av trafikken foregår i sommerhalvåret, så skal som for T-1277 en 3 måneders sammenhengende periode med høyest trafikk legges inn. Fra [21] hentes den følgende tabell med aktiviteter som ble lagt til grunn.

Tabell 4-1 Dimensjonerende trafikkmengde (antall avganger) for 3 måneder og gjennomsnittsdøgn, fra [21].

	<i>Seilflyslep</i>	<i>Klubb</i>	<i>Privat</i>	<i>Fallskjermløft</i>
Jun-Aug	900.00	550.00	170.00	1200.00
Pr dag	10.00	6.11	1.89	13.33
<i>Veiefaktor</i>	<i>2.00</i>	<i>2.00</i>	<i>2.00</i>	<i>2.00</i>

I tabellen er det også vist veiefaktor som ble benyttet for å beregne EFN etter T-1277. T-1442 benytter enheten L_{DEN} , som i gjennomsnitt vil gi en lavere veiefaktor, se Figur 3-1. Dette er kompensert ved at veiefaktoren er redusert til 1.58, som tilsvarer at L_{DEN} blir 1 dB lavere enn EFN. Det er forutsatt at det ikke forekommer regelmessig trafikk på natten mellom kl 23 og 07.

4.4 Trafikkfordeling

Som i [21] antas at den ene rullebaneretningen benyttes i 70 % av tilfellene. For avganger er det lagt inn en fordeling mellom de forskjellige utflyginger som vist i følgende tabell.

Tabell 4-2 Trafikkfordeling for utflyging, fra [21].

<i>Trasé</i>	<i>Prosentandel</i>
Sving etter 1200 meter	30 %
Sving etter 1500 meter	40 %
Sving etter 2000 meter	20 %
Rett ut	10 %

Denne fordeling benyttes for alle seilflyslep og fallskjermfløft. For aktiviteten med klubb- og privatfly er 50 % av trafikken lagt til treningsrunder. All landing utenom dette er lagt som rettlinjet innflyging.

4.5 Flytyper

Det benyttes to datasett for én-motors småfly fra databasen [15] som grunnlag for beregningen. Det skilles mellom fly som har fast pitch propellblad (GASEPF) og de som har variabel pitch propellblad (GASEPV). Datasettene skal representere et gjennomsnitt av forskjellige flytyper under hver kategori. Det er betydelig forskjell mellom støyavstråling for de to kategoriene. GASEPV ligger for eksempel om lag 10 dB over GASEPF under avgang.

I beregningene er GASEPF benyttet for alle seilflyslep, for klubbaktivitet og privatflyging. For fallskjermfløft er det benyttet GASEPV for alle bevegelser.

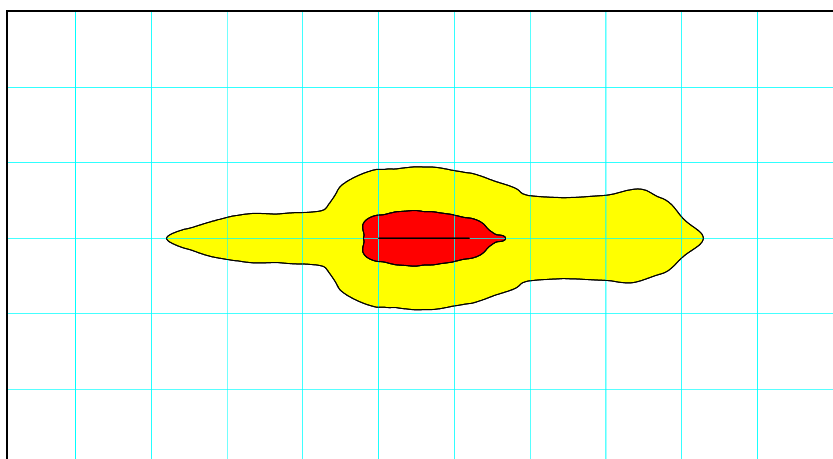
5 BEREGNINGER OG RESULTATER

Med det grunnlag som er beskrevet foran er det foretatt beregninger for tre forskjellige situasjoner med NORTIM versjon 3.1.001. Beregningene er foretatt for flatt terreng.

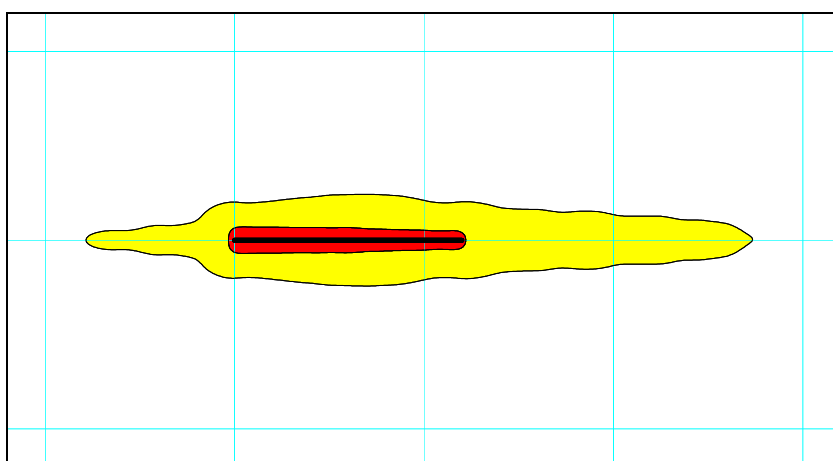
Følgende situasjoner er beregnet for:

1. Hele trafikkgrunnlaget i Tabell 4-1 er beregnet med de traséer som er vist i Figur 4-1 og Figur 4-2, med den trafikkfordeling som er beskrevet i kapittel 4.4 og Tabell 4-2.
2. Trafikkgrunnlaget i Tabell 4-1 unntatt fallskjermløft er beregnet med de traséer som er vist i Figur 4-1 og Figur 4-2, med den trafikkfordeling som er beskrevet i kapittel 4.4 og Tabell 4-2.
3. Hele trafikkgrunnlaget i Tabell 4-1 er beregnet på de traséer som svinger opp i Figur 4-1, med de landingsrunder som er vist i Figur 4-2 bare på oversiden av rullebanen og med den trafikkfordeling som er beskrevet i kapittel 4.4 og Tabell 4-2. Denne beregningen viser altså en situasjon hvor all utflyging foregår på en side av rullebanen.

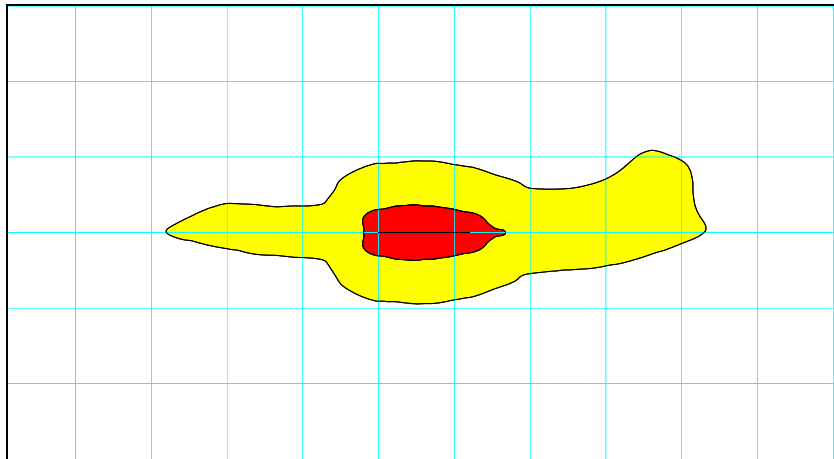
De følgende figurer viser resultatet av beregningene på nøytral bakgrunn. Det er lagt inn et rutenett med 500 meter mellom linjene.



**Figur 5-1 Støysoner etter T-1442. Sjablon Type 1. Klubbflyplasser med fallskjermhopping.
M 1:50.000.**



**Figur 5-2 Støysoner etter T-1442. Sjablon Type 2. Klubbflyplasser uten fallskjermhopping.
M 1:20.000.**



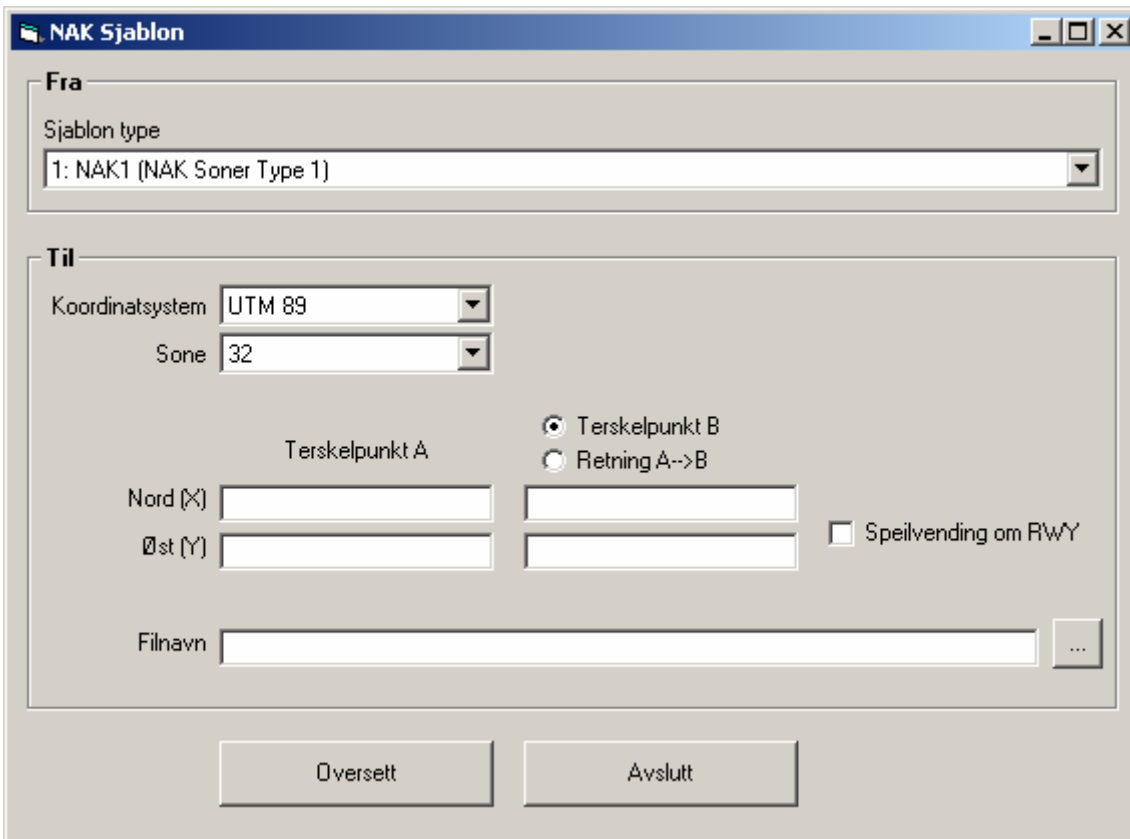
Figur 5-3 Støysoner etter T-1442. Sjablon Type 3. Klubbflyplasser med fallskjermhopping hvor all trafikk går på ene siden av rullebanen. M 1:50.000.

6 TILPASNING TIL LOKAL FLYPLASS

Konturer for gul og rød støysone for hver av de tre sjablontypene er beregnet for en fiktiv flyplass. For å tilpasse støysonene til en virkelig flyplass vil det derfor være nødvendig å:

- Transformere koordinatene til et annet koordinatsystem
- Flytte og dreie sjablonen til å samsvare med retningen på den aktuelle rullebanen
- Eventuelt speilvende sjablon 3 om rullebanen

SINTEF har utviklet et program som gjør dette. Programmet tar utgangspunkt i SOSIfilene som er beregnet og flytter koordinatene for kurvene slik at de passer til den lokale flyplass. Skjermbilder for dette programmet er vist under.



Figur 6-1 Skjermbilde for programmet NAK Sjablon

I rammen **Fra** velges hvilken sjablontype som er aktuell for flyplassen som skal beregnes.

I rammen **Til** bestemmes hvilket koordinatsystem og akse/sone som koordinatene på den aktuelle flyplassen angis i. Så legges koordinatene for rullebanens terskler, evt. endepunkter, inn. Terskelpunkt A er start på den avgangsbanen som benyttes oftest. Rullebanen kan nå angis enten ved koordinaten til terskelpunkt B, eller ved å angi rullebaneretningen i antall grader i forhold til nord/søraksen i angjeldende koordinatsystem.

Når koordinater allerede er lagt inn vil de bli transformert om man går tilbake og gjør endringer i koordinatsystem eller akse/sone. Det betyr at et er mulig å legge inn terskelkoordinater i ett koordinatsystem og få resultat ut i et annet. NB: Dette gjelder ikke dersom rullebanen er angitt med bare ett terskelpunkt og vinkel.

Dersom man benytter sjablon type 3 kan det være tilfelle hvor støysonene må speilvendes om rullebane-aksen. Det er derfor mulig å krysse av for dette i et eget felt.

Til slutt må man angi et filnavn for den resulterende SOSI-filen og trykke Oversett.

Selve transformeringen av sjablonene utføres etter følgende prosedyre

1. Terskelpunktene til sjablon-rullebanen transformeres til det angitte koordinatsystem og akse/sone
2. Vinkelen mellom den transformerte sjablon-rullebanen og rullebanen angitt av brukeren bestemmes
3. Koordinatene til hvert enkelt punkt i sjablon-støysonene transformeres, og roteres deretter *relativt terskelpunkt A* med vinkelen beregnet i punkt 2
4. Dersom det er krysset av for speiling blir hvert av koordinatene funnet i punkt 3 flyttet til punkt som befinner seg i samme avstand fra, og på motsatt side av, aksene gitt av rullebanen

7 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] Flystøykommissjonen:
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] 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.lovdata.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 byggforskningsinstitutt 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 Ludvig Nilsen Granøien:
STØYSONEKART FOR TYPISKE KLUBBFlyPLASSER, MED TILLEGG FOR
HOKKSUND FLYPLASS.
SINTEF rapport STF40 A99035, Trondheim, 5 juli 1999.