

Rapport

Støysoner etter T-1442/2012 for Ski flyplass

Forfatter(e)

Idar Ludvig Nilsen Granøien
Femke Berre Gelderblom



Foto: Follo Flyklubb/Driftshåndbok-ENSI

SINTEF IKT

Postadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 Trondheim

Sentralbord: 73593000
Telefaks:

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

Rapport

Støysoner etter T-1442/2012 for Ski flyplass

EMNEORD:

Akustikk; støy

VERSJON

1.0

DATO

2014-03-03

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien
Femke Berre Gelderblom

OPPDRAGSGIVER(E)

NOR AVIATION AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

Ole Petter Berger

PROSJEKTNR

102007227

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

24, ingen vedlegg

SAMMENDRAG

Det er utarbeidet støysonekart for Ski flyplass i henhold til reglene i Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2012. Støyberegningene foretas med NORTIM, verktøyet som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse. Støysonekartet er basert på flytrafikken for en prognose for aktiviteten som inkluderer trafikk med helikopter i tillegg til småflyaktiviteten.

Beregningene viser at det ikke er bebyggelse med støyømfintlig bruksformål innenfor støysonene relatert til retningslinjen eller innenfor kartleggingsgrensene for flystøy alene relatert til forurensningsforskriften.

UTARBEIDET AV

Idar Ludvig Nilsen Granøien

KONTROLLERT AV

Rolf Tore Randeberg

GODKJENT AV

Odd Kristen Østern Pettersen

RAPPORTNR

SINTEF A25973

ISBN

978-82-14-05345-6

GRADERING

Åpen

SIGNATUR


SIGNATUR


SIGNATUR


GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2014-02-28	Første utkast til rapport

1.0	2014-03-03	Endelig utgave
-----	------------	----------------

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	4
2	GENERELT OM FLYSTØY	5
2.1	Flystøyens egenskaper og virkninger	5
2.1.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy	5
2.1.2	Generell sjenanse som følge av flystøy	6
3	MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE	7
3.1	Måleenheter	7
3.2	Støysoner til arealplanlegging	8
3.2.1	Definisjon av støysoner	8
3.2.2	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer	8
3.3	Beregningsmetode	9
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnet	9
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM	9
4	KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSINGSLOVEN	11
4.1	Innendørs støy	11
4.1.1	Strategisk støykartlegging.....	11
5	OMGIVELSER	12
5.1	Digitalt kartgrunnlag	12
5.2	Digital terrengmodell	13
5.3	Rullebaner	13
6	AKTIVITETEN PÅ SKI FLYPLASS	14
6.1	Dagens aktivitet	14
7	FLYMØNSTER OG FORDELING AV TRAFIKKEN	16
7.1	Trasémønster	16
7.2	Flygeprofiler	17
8	BEREGNINGSPARAMETERE	18
8.1	Beregning av flystøy	18
9	RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442	19
10	RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN	21
11	LITTERATUR	23

1 INNLEDNING

SINTEF er engasjert av Nor Aviation AS for å utarbeide støysonekart for Ski flyplass, i forbindelse med at selskapet søker om å overta og fornye konsesjonen for flyplassen. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Ole Petter Berger, som har supplert underlag for støyberegningen.

Prosjektet er utført ved SINTEF IKT av Femke B. Gelderblom og Idar L. N. Granøien med sistnevnte som prosjektleder. Prosjektansvarlig i SINTEF IKT har vært Odd Kr. Ø. Pettersen.

Denne rapporten har et standard format med gjennomgang av grunnlagsmateriale for regelverket i Norge, presentasjon av beregningsprogrammet, beskrivelse av dataunderlaget og til slutt resultatene fra beregningene.

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

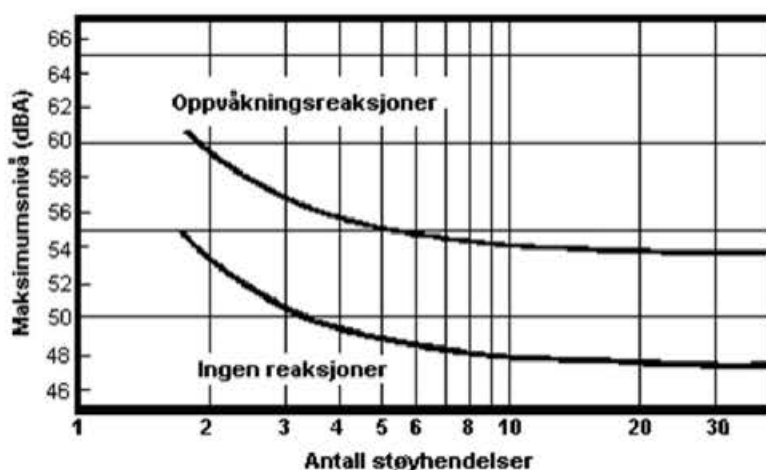
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

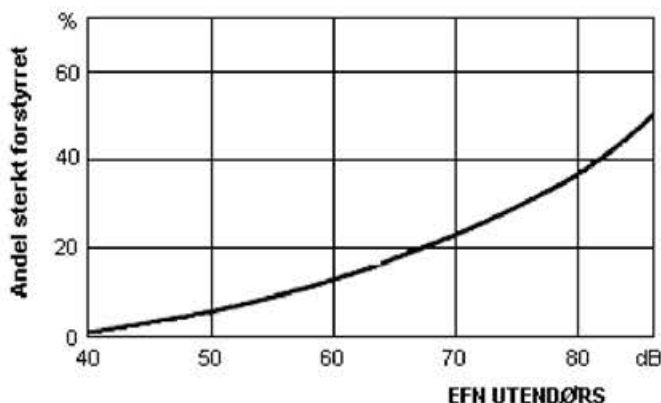
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

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

En stor undersøkelse fra Fornebu 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 juli 2012 ut retningslinje T-1442/2012 for behandling av støy fra forskjellige støykilder [7]. Denne erstattet retningslinje T-1442 fra januar 2005. T-1442 endret i sin tid 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 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 prosentstø, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representerer.

Retningslinje T-1442/2012 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-1442/2012 [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.

Tabell 3-1. Oppsummering av måleenheter.

Måleenhet	Forklaring
L_{den}	A-veiet ekvivalent lydtryknivå for et helt døgn, korrigert for dag-, kveld- og nattperioder, henholdsvis 0 dB, 5 dB og 10 dB.
L_{5AS}	Det A-veide nivå målt med tidskonstant «Slow» på 1 sek som overskrides i 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode (T-1442 benytter 8-timers nattperiode 23-07) dvs et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser.
$L_{p,Aeq,T}$ L_{AeqT}	Det ekvivalente lydnivået (angis også som L_{Aeq}) er et mål på gjennomsnittlig (energimidlet) nivå for støy over en bestemt periode T (oftest 24 timer).
L_{night}	A-veiet ekvivalentnivå for 8-timers nattperiode 23-07.
$L_{p,AFmax}$	A-veiet maksimalt nivå målt med tidskonstant «Fast».

3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442/2012 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 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 3-2. 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	L_{den} 52 dB	L_{5AS} 80 dB	L_{den} 62 dB	L_{5AS} 90 dB

3.2.2 Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer

Ansvar for utarbeidelse av kart som viser støysonene legges til tiltakshaver ved nye anlegg, mens anleggseier eller driver har ansvar for eksisterende anlegg. De ansvarlige oversender kartene 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 støysonkart for dagens situasjon og aktivitetsnivå og en prognose 10–20 år fram i tid. Kartet som oversendes kommunen skal settes sammen som en verste situasjon av de to beregningsalternativene.

Kommunene skal inkludere og synliggjøre 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-1442/2012 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

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

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 dB [11].

Beregningsprogrammet inneholder en database for 275 ulike flytyper. Databaseen 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.

4 KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURESNINGSLOVEN

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.

4.1 Innendørs støy

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 utredning om fasadeisolasjon [17], som er revidert av Brekke og Strand [18], er det valgt tre forskjellige tall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 4-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltsnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	19 dBA	54 dBA (35+19)
Stamruteplasser / militære flyplasser	Jagerfly	25 dBA	60 dBA (35+25)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	27 dBA	62 dBA (35+27)

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

4.1.1 Strategisk støykartlegging

Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC, befolkningens behov for informasjon og som grunnlag for handlingsplaner. Forskriften gir i vedlegg minstekrav til hva som skal beregnes og rapporteres. Denne del av kartleggingen gjelder for utendørs nivå og det er krav til flere støykart, opptelling av antall boliger og andre bygninger med støyømfintlig bruksområde innenfor intervaller av støy nivå for både L_{den} og L_{night} .

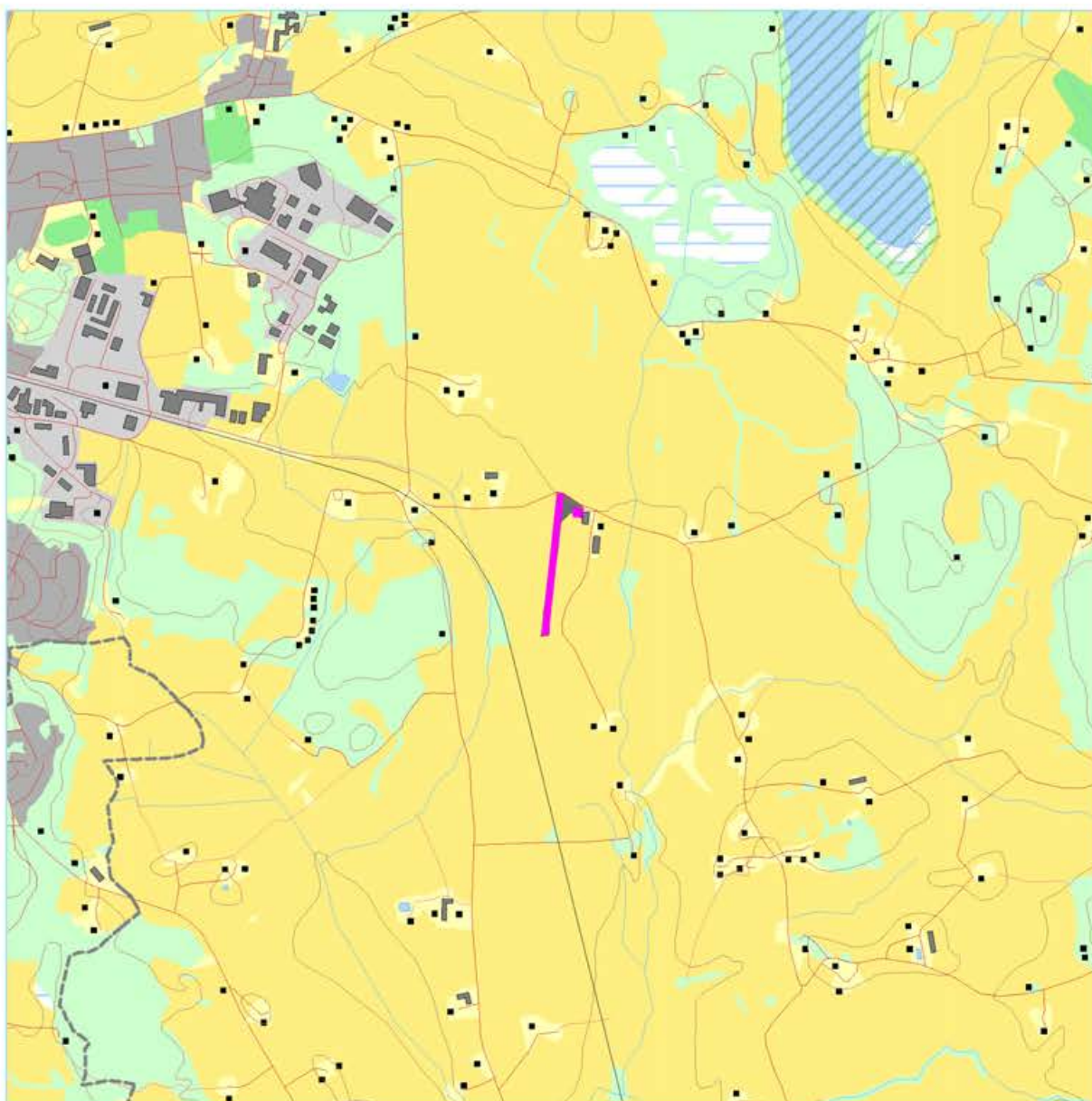
Strategisk støykartlegging skal utføres på flyplasser med mer enn 50 000 sivile bevegelser pr år. I dette tallet inngår ikke militær trafikk eller skoleflyging, men denne trafikken skal likevel regnes med når kartleggingen foretas.

5 OMGIVELSER

Ski flyplass er en klubbflyplass med gressbanedekke og konsesjonsinnehaver er Follo flyklubb. Flyplassen ligger øst for Ski sentrum ved gården Kjeppestad Østre.

5.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kart er basert delvis på SOSI fil levert av oppdragsgiver, delvis på nedlasting fra © Kartverket [19]. Kartet er fra N50 i UTM Euref89 sone 32 for Ski og Ås kommune og det er utvalgte tema herfra som benyttes. I figuren under er rullebanen og helikopterplass markert med rosa.



Figur 5-1. Oversikt over flyplassen og dens omgivelser. Målestokk 1:25 000.

5.2 Digital terrengmodell

Digital terrengmodell er lastet ned fra © Kartverket for hele landet [19]. Et utsnitt av dette benyttes for å beregne topografiens betydning for lydutbredelsen. Topografidata består av høydeinformasjon i (desi)meter over havet for et punktmønster med 10 meter avstand mellom hvert punkt i nordlig og østlig retning. I beregningen legges mønet på hangaren ved oppstillingsområdet inn som en skjerm med 8 meters høyde.

5.3 Rullebaner

Rullebanen benevnes 01/19. Den defineres i begge retninger for beregningene. I tillegg er det lagt inn en helikopterlandingsplattform inn mot hangaren i nordenden av flyplassen.

Tabell 5-1. Koordinater for rullebanene i UTM Euref89 sone 32.

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Width	Direction	Length
01	605848.3	6620043.3	605904.3	6620563	20	6.2	523
19	605904.3	6620563	605848.3	6620043.3	20	186.2	523
HN	605953.4	6620494.4	605985.6	6620490.9	30	96.2	32

6 AKTIVITETEN PÅ SKI FLYPLASS

I flystøyberegningen inngår normalt trafikk for et helt år og oversikten over forventet framtidig aktivitet er angitt summarisk av oppdragsgiver.

6.1 Dagens aktivitet

Det vil bli søkt om konsesjon for opptil 3 000 flybevegelser pr år. Flyplassen er i følge driftshåndboka² åpen fra 1. mai til og med 31. oktober slik at aktiviteten med klubbfly foregår i dette tidsrommet. Det er anslått at aktiviteten til Follo flyklubb med småfly vil være på om lag 1 200 bevegelser. Helikopteraktiviteten ventes å holde seg på 1 500 – 1 800 bevegelser i året med en fordeling på om lag 25 – 30 % på vinter og 70 – 75 % på sommeren. I beregningene er det lagt inn 1 800 bevegelser.

Det er angitt at aktivitet med småfly fordeler seg med PA 28 Cherokee (40 %), Cessna 172 (45 %) og Cessna 182 (15 %). Helikoptertyper er AS 350 (35 %), EC 120B (35 %) og R44 (30 %).

Det er lagt inn at 25 % av aktiviteten med klubbfly skjer etter kl. 19, mens 10 % av helikopteraktiviteten foregår i kveldsperioden. Det er ingen trafikk mellom i nattperioden kl. 23 – 07. Det er anslått at 2/3 av bevegelsene med småfly er landingsrunder, dvs at det kjøres i gjennomsnitt to landingsrunder for hver start og full stopp landing.

Tabell 6-1. Antall fly og helikopterbevegelser på årsbasis.

ACtyp	Operation	SumOper
AS350	LA	315
AS350	TO	315
C172	LA	90
C172	TG ³	180
C172	TO	90
C182	LA	30
C182	TG	60
C182	TO	30
EC120B	LA	270
EC120B	TO	270
PA28	LA	80
PA28	TG	160
PA28	TO	80
R44	LA	315
R44	TO	315

² Ski Flyplass Driftshåndbok, revidert 23. mai 2013.

³ TG (Toch and Go) består av en landing og en avgang og teller som to bevegelser.

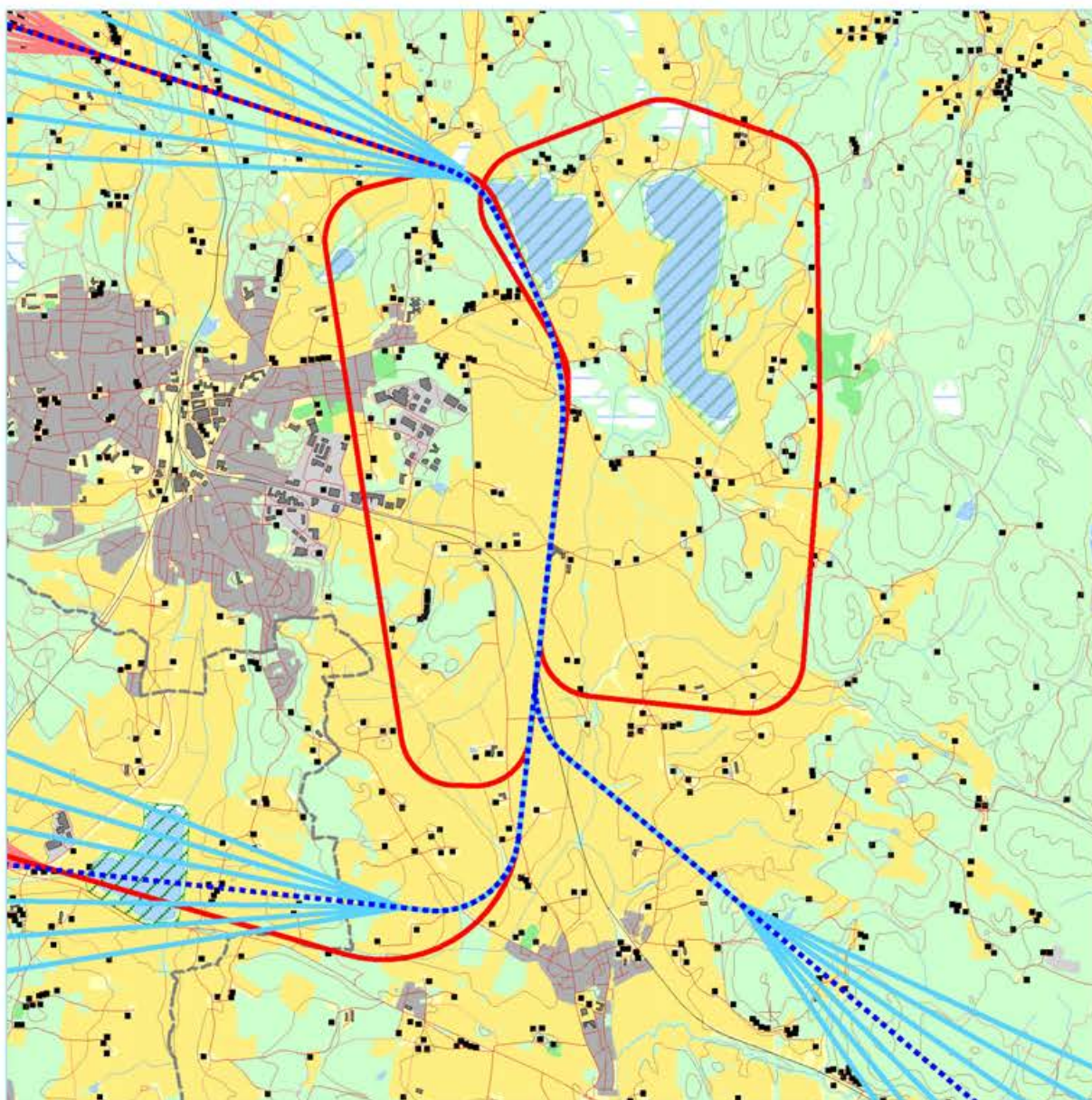
Databasen har egne data for AS350, C172 og PA28. I tråd med anbefalinger fra leverandøren av databasen [14], simuleres C182 med data for C206. R44 simuleres med data for R22, mens EC120B modelleres med LHEL, lett helikopter, som er basert på data for Bo105.

7 FLYMØNSTER OG FORDELING AV TRAFIKKEN

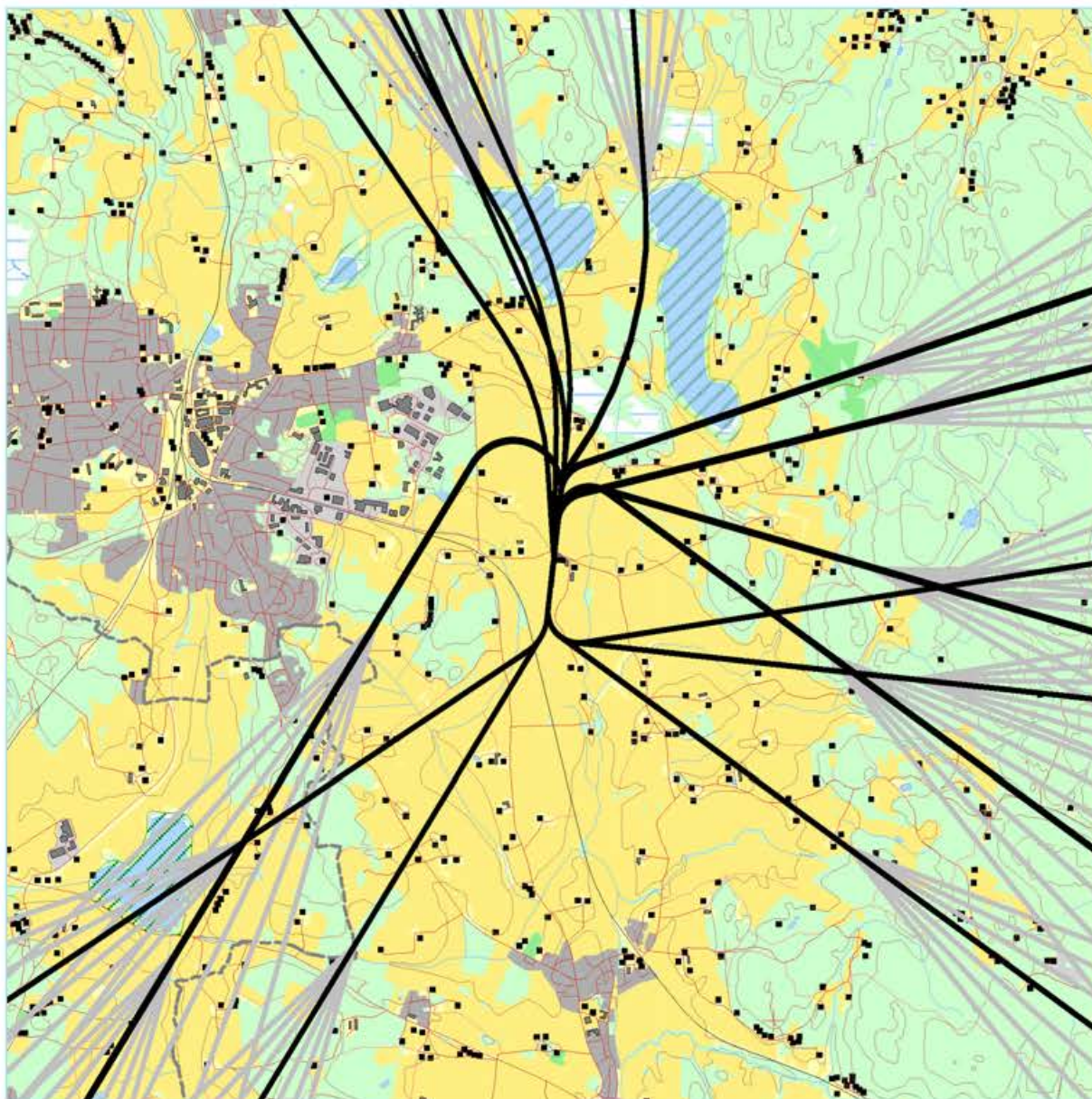
Det antatt at rullebaneretning brukes 50/50 for all trafikk.

7.1 Trasémønster

Flymønsteret rundt Ski flyplass er lagt inn som vist i de figurer som følger. For småflyaktiviteten er grunnlaget basert på kartene i Driftshåndboka. I trasékartene er det vist hvordan en modell for statistisk spredning vil fordele trafikken rundt de viste hovedtraséer. Her benyttes en standardisert metode som sprer aktivitet sideveis med en tilnærmet Gaussisk fordeling.



Figur 7-1. Avganger (blå) og landinger (rød) med statistisk spredning for propellfly. M 1:50 000.



Figur 7-2. Landings- og avgangstraséer for helikopter med statistisk spredning. M 1:50 000.

I tillegg legges det inn traséer for taxiing med fly til og fra oppstillingsplassen ved hangaren.

7.2 Flygeprofiler

Med flygeprofiler menes normalt en beskrivelse av flyenes vertikale bane definert med høyde, hastighet og motorsetting som funksjon av avstand. Avgangsprofilene er definert av flyenes egenskaper og hentes fra programmets database. For landinger er det lagt inn glidebanevinkel på 3° til begge rullebaner og profiler for dette hentes også fra databasen for hver enkelt flytype som inngår i beregningen. Helikopter legges inn med 6° glidebane.

For helikopter legges det i tillegg inn 3 minutter med motorkjøring på bakken før hver avgang og 2 minutter etter hver landing.

8 BEREGNINGSPARAMETERE

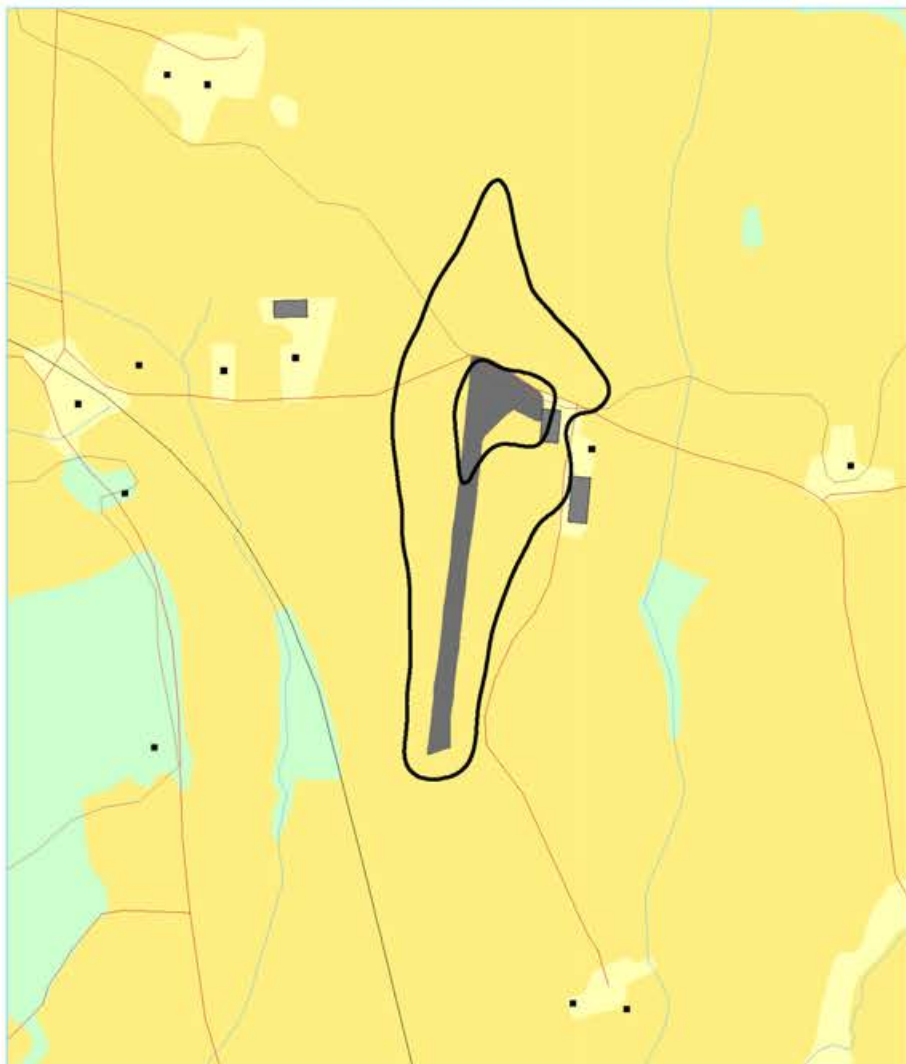
8.1 Beregning av flystøy

Det beregnes flystøy for de enheter som er relatert til retningslinje T-1442 og forurensningsforskriften. Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Alle opplysninger om bygninger er hentet fra databasen til Norges Eiendommer og er oppdatert pr. 2014-02-24.

Beregningene av flystøy foretas med en oppløsning på 64 fot (ca. 19.5 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

9 RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

Resultatene av støyberegningene vises i form av kurver på kart. Det vises normalt ett kart for hver støyenhet som inngår i grunnlaget for konstruksjon av støysonkart etter T-1442, dvs. for L_{den} og L_{5AS} (MFN₂₃₋₀₇) for flystøy og L_{den} og L_{5AF} for modellflyaktiviteten. I dette tilfellet er det ikke aktivitet på natt slik at L_{5AS} for flystøy ikke beregnes. Det betyr igjen at det er L_{den} alene som gir støysonkartet for flystøy.



Figur 9-1. L_{den} 52 og 62 dBA for omsøkt situasjon. Målestokk 1:10 000.



Figur 9-2. Gul og rød støysone for Ski flyplass. Målestokk 1:10 000.

Tabell 9-1. Areal av støysonene.

Støysone	Areal (da)
Gul	140.7
Rød	13.6

Beregningene viser at det ikke er bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor støysonene.

10 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

I dette kapittel vises beregninger relatert til forurensningsforskriften normalt i form av kotekart og tabeller med antall berørte støyømfintlige bygninger og antall bosatte. Antall bygninger beregnes først. Deretter, ut fra et fylkesjustert, gjennomsnittlig antall personer bosatt pr boligtype, anslås antall berørte personer.

I forhold til krav om kartlegging av innendørs støynivå henvises til bakgrunnsbeskrivelse i kapittel 4. Beregningene med NORTIM gjelder bare for utendørs støynivå i frittfelt, men kan omsettes til innendørs nivå for de dårligste støyisolerte boliger, som likevel har standard utførelse, ved hjelp av Tabell 4-1.

Jamført med tabellen korresponderer kartleggingsgrense i henhold til forurensningsforskriften med et utendørs nivå på $L_{Aeq,24h}$ på 54 dBA for propellfly.

Beregningene viser at det er svært lite berørt område utenfor flyplassen. Punktregninger på alle bygninger som har et støyømfintlig bruksformål viser også at det ikke er slike bygninger innenfor kartleggingsgrensene for dagens situasjon. For prognosesituasjonen er det vist antall bygninger og beregnet berørte innenfor kartleggingsgrensene i den følgende tabellen.

Tabell 10-1 Antall berørte personer og bygninger innenfor intervall av $L_{Aeq,24h}$.

Kommune nr.	Intervall	Personer	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
605	51.0 -- 54.0	0	0	0	0	0
605	54.0 -- 61.0	0	0	0	0	0
605	61.0 ->	0	0	0	0	0

I den følgende figur vises de samme 3 kurver for $L_{Aeq,24h}$. Den midterste er kartleggingsgrensen for flystøy alene, den ytterste er kartleggingsgrense for flystøy og annen støy som er like sterk, mens den innerste er en tentativ tiltaksgrense. Innenfor den innerste vil man normalt kunne forvente at bolighus som ikke allerede er gjort tiltak på, kan ha behov for det.

Resultatene viser at det ikke er kartleggingsplikt etter forurensningsloven.



Figur 10-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsforskriften. Kotene viser $L_{Aeq,24h}$ 51 (stiplet), 54 og 61 dBA. Målestokk 1:10 000.

11 LITTERATUR

- [1] B. Griefahn, "MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE," in *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, *et al.*, "RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU," ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990.
- [5] T. Gjestland, *et al.*, "RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.," SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994.
- [6] A. Krokstad, *et al.*, "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, juli 2012.
- [8] Statens Forurensningstilsyn, "VEILEDER TIL MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (STØYRETNINGSLINJEN)," Publikasjon TA-2115/2005, Oslo, august 2005.
- [9] H. Olsen, *et al.*, "TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM," SINTEF DELAB Report STF40 A95038, Trondheim, april 1995.
- [10] R. T. Randeberg, *et al.*, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [11] I. L. N. Granøien, *et al.*, "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, desember 2002.
- [12] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [13] S. Å. Storeheier, *et al.*, "AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS," SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, mars 2002.
- [14] G. Fleming, *et al.*, "INTEGRATED NOISE MODEL (INM) VERSION 6.0 TECHNICAL MANUAL," U.S. Department of Transportation, Washington DC, juni 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, februar 1990.
- [16] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.
- [17] A. 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] A. Brekke, "ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER.," Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, oktober 2013.
- [19] U. Digital terrengmodell 10 m. © *Kartverket*. Available: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no