



SINTEF RAPPORT

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

TITTEL

Flystøysonenegrens for en helikopterlandingsplass på Laderud Nordre, Saksumdal, Lillehammer.

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien

OPPDRAGSGIVER(E)

Corvus AS

RAPPORTNR. STF90 A05018	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Bjørn Olav Lien	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-03652-6	PROSJEKTNR. 90E101.16	ANTALL SIDER OG BILAG 22
ELEKTRONISK ARKIVKODE STF90 A05018.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien <i>lg</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Rolf Tore Randeberg <i>RTT</i>	
ARKIVKODE	DATO 2005-01-20	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kristen Østern Pettersen, forskningssjef <i>okp</i>	

SAMMENDRAG

Det er beregnet støysonenegrens etter metodene beskrevet i retningslinje T-1277 fra Miljøverndepartementet. I tillegg er det beregnet kartleggingsgrenser relatert til forskrift til forurensningsloven (grenseverdiforskriften).

Beregningene er foretatt med NORTIM, det norskutviklede programmet som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse.

Resultatene viser at bygningene på gården Laderud Nordre blir liggende innenfor støysonen I. En mindre bygning (uthus) på Laderud Søre ligger på yttergrensen av støysonen I. Bolighuset på Laderud Nordre ligger innenfor kartleggingsgrensen i grenseverdiforskriften. Med normal fasadeisolasjon vil det ikke være behov for tiltak på bygningen for å tilfredsstille krav til innendørs støynivå.

Støysonene skal inntas i Lillehammer kommunes planverk og må derfor oversendes kommunen i henhold til bestemmelsene i retningslinje T-1277. Resultatene foreligger på digitalt format i tillegg til de figurer som er vist i denne rapport.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Helikopter støy	Helicopter Noise
EGENVALGTE	Saksumdal	Saksumdal

STF90 A05018

RAPPORT

Flystøysoneregrenser for en helikopterlandingsplass på Laderud Nordre, Saksumdal, Lillehammer.

Idar Ludvig Nilsen Granøien

SINTEF IKT

Januar 2005



SINTEF RAPPORT

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

TITTEL

Flystøysonegrenser for en helikopterlandingsplass på Laderud Nordre, Saksumdal, Lillehammer.

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien

OPPDRAGSGIVER(E)

Corvus AS

RAPPORTNR. STF90 A05018	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Bjørn Olav Lien	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-03652-6	PROSJEKTNR. 90E101.16	ANTALL SIDER OG BILAG 22
ELEKTRONISK ARKIVKODE STF90 A05018.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien <i>lg</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Rolf Tore Randeberg <i>RTT</i>
ARKIVKODE	DATO 2005-01-20	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kristen Østern Pettersen, forskningssjef <i>Odd.K.Pettersen</i>	

SAMMENDRAG

Det er beregnet støysonegrenser etter metodene beskrevet i retningslinje T-1277 fra Miljøverndepartementet. I tillegg er det beregnet kartleggingsgrenser relatert til forskrift til forurensningsloven (grenseverdiforskriften).

Beregningene er foretatt med NORTIM, det norskutviklede programmet som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse.

Resultatene viser at bygningene på gården Laderud Nordre blir liggende innenfor støysone I. En mindre bygning (uthus) på Laderud Søre ligger på yttergrensen av støysone I. Bolighuset på Laderud Nordre ligger innenfor kartleggingsgrensen i grenseverdiforskriften. Med normal fasadeisolasjon vil det ikke være behov for tiltak på bygningen for å tilfredsstille krav til innendørs støynivå.

Støysonene skal inntas i Lillehammer kommunes planverk og må derfor oversendes kommunen i henhold til bestemmelsene i retningslinje T-1277. Resultatene foreligger på digitalt format i tillegg til de figurer som er vist i denne rapport.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Helikopter støy	Helicopter Noise
EGENVALGTE	Saksumdal	Saksumdal

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
2.2 Måleenheter	5
2.3 Flystøysoner.....	6
2.3.1 Definisjon av flystøysoner.....	7
2.3.2 Retningslinjer for arealutnyttelse innenfor støysonene	7
2.3.3 Generelle merknader til støysonene	8
2.4 Beregningsmetode	8
2.4.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget.....	9
2.4.2 Beregningsprogrammet NORTIM.....	9
2.5 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven.....	10
3. OMGIVELSER	11
3.1 Digitalt kartgrunnlag	11
3.2 Digital terrengmodell	11
4. FLYTRAFIKK	12
4.1 Trafikk i følge operatør	12
4.2 Oppsummering av trafikk.....	12
5. FLYTYPER	12
5.1 Flytyper i bruk.....	12
6. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER	13
6.1 Destinasjoner.....	13
6.2 Flygeprosedyrer.....	13
6.3 Rullebaner	13
6.4 Flytraséer	13
6.5 Flygeprofiler.....	14
7. SKALERING AV TRAFIKK	14
8. BEREGNINGSPARAMETERE	14
8.1 Beregningsenheter.....	14
8.2 NORTIM beregningskontroll	15
9. RESULTATER	15
9.1 Maksimumstrafikk i konsesjonssøknad	15
9.2 Kartleggingsgrenser i hht forurensningsloven	18
10. LITTERATUR	20

1. INNLEDNING

SINTEF IKT har fra Corvus AS gjennom VEDELER Advokatfirma hatt oppdrag for beregning av flystøysonegrenser for en planlagt helikopterlandingsplass på gården Laderud nordre i Saksumdal i Lillehammer kommune. Det er søkt Luftfartstilsynet om konsesjon for plassen til ikke allmenn bruk. Behov for støysonekart er framkommet under høring i forbindelse med søknaden.

Datagrunnlaget for støyberegningen er innhentet fra grunneier Bjørn Olav Lien, for den fysiske plassering og tilhørende inn- og utflygingsruter. Opplysninger om trafikkmengder er gitt av Bertram Vedeler. Digitalt kartunderlag er levert av Lillehammer kommune.

Denne rapporten gjennomgår grunnlaget for støyberegninger generelt og viser det datagrunnlag som er lagt inn for denne beregningen spesielt. Resultatene fremkommer som koter på kart, men vil i tillegg kunne leveres på elektronisk format (Sosi-filer).

2. GENERELT OM FLYSTØY

I dette kapitlet vil flystøyens egenskaper og virkninger, Miljøverndepartementets sonedefinisjoner og retningslinjer for arealdisponeringer, samt beregningsmetode for flystøy, bli kort og summarisk behandlet. For nærmere utdyping vises til referanselisten i Kap. 10.

2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger

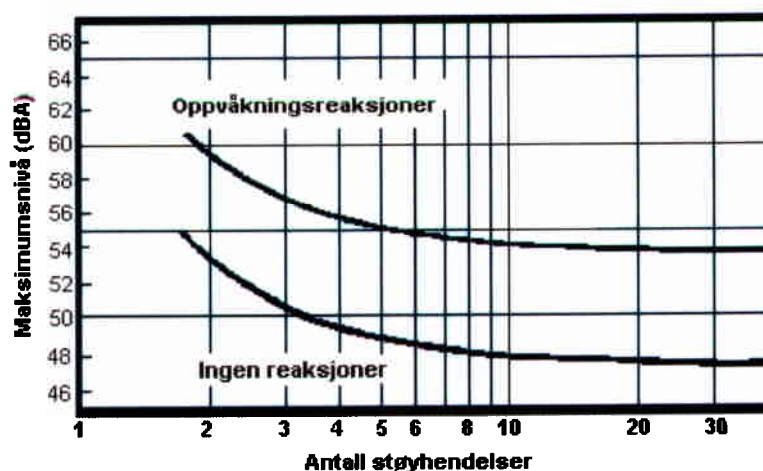
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. 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: 1) Forstyrrelse av søvn eller hvile og 2) 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** (søvndybde) 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. søvnstadieendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

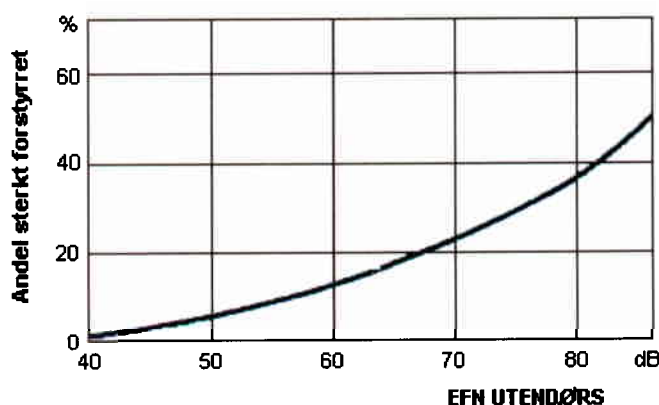
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de **ulemper** som en opplever at flystøyen medfører i den perioden man er våken. De mest vanlige beskrivelser er knyttet til **stress og irritasjon**, samt **forstyrrelser ved samtale og lytting** til radio, fjernsyn og musikk (se 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].

2.2 Måleenheter

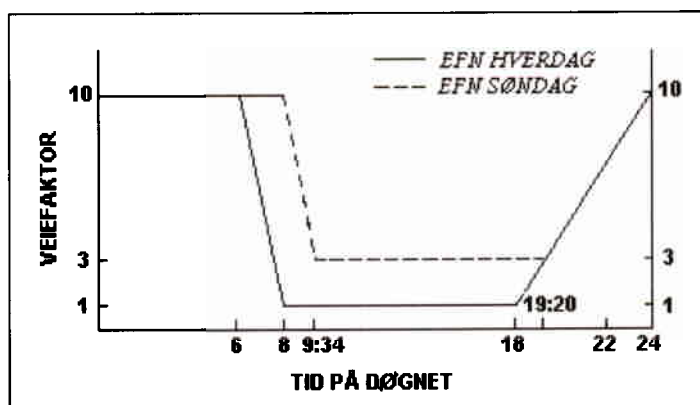
En sammensatt støyindikator, som på en enkel måte skal karakterisere den totale flystøybelastning, og derved være en indikator for flest mulige virkninger, må ta hensyn til følgende faktorer ved støyen: Nivå (styrke), spektrum (farge), karakter, varighet samt tid på døgnet. Måleenheten for flystøy må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

Vurdering av flystøy i Norge skal baseres på lydnivåmålinger i dBA. Det er utarbeidet to spesielle enheter som benyttes i karakterisering av flystøy, nemlig Ekvivalent Flystøynivå (EFN) og Maksimum Flystøynivå (MFN), som er nærmere definert i ref. [6].

MFN er 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). MFN får betydning særlig i tilfeller med lite trafikk eller dersom en spesielt støyende flytype trafikkerer regelmessig, men ikke dominerer trafikkbildet. Det regnes separat maksimumsnivå for natt (22–07) og dag (07–22). MFN fra nattrafikk kan få betydning dersom den medfører nivåer som gir større ulemper enn det som beregnet ekvivalentnivå for flyplassens totaltrafikk skulle innebære.

Et ekvivalentnivå tar hensyn til nivå, varighet og hyppighet av hver støyhendelse ved å summere all lydenergi. Målestørrelsen EFN er definert for best mulig å avspeile sammenheng mellom ulempene og støyhendelsens tidspunkt på døgnet, ved hjelp av en tidsrelatert veiefaktor (se Figur 2-3). Denne veiefaktor skiller seg fra de som benyttes i andre land ved at den er kontinuerlig jevnt varierende. De vanligste andre (inter-)nasjonale måleenheter for ekvivalent flystøy har trinnvise forskjeller mellom dag, kveld og natt. Veiefaktor 10 på natt er felles for alle varianter.

Ved beregning og måling av EFN teller flybevegelser på natt som 10 bevegelser på dagtid. For hverdager er natt fra kl. 00:00 til 06:00 og dag fra 08:00 til 18:00. I periodene morgen (06:00–08:00) og kveld (18:00–24:00) er det glidende overgang fra vektfaktor 10 til 1 på morgen og 1 til 10 på kveld. For søndag er nattperioden forlenget til kl. 08:00 og dagveieing er her lik 3.



Figur 2-3. Veiekurve for EFN. Veiefaktor, $K_i(t)$, relatert til faktiske bevegelser, som funksjon av tid på døgnet [6].

Det matematiske uttrykket for EFN er

$$EFN = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \left(\frac{p_i}{p_0} \right)^2 \cdot K_i(t) dt \right]$$

der i er ukedag 1–7, T er døgnet 24 timer, p_i er A-veiet støyinnivå for flystøyhendelsen, p_0 er referanse lydtryknivå (20 μ Pa) og $K_i(t)$ er veiefaktor som vist i Figur 2-3. Et matematisk uttrykk for $K_i(t)$ finnes i ref. [6].

2.3 Flystøysoner

Miljøverndepartementet har gitt nye reviderte retningslinjer, T-1277, om utnyttelse av areal innenfor definerte støysoner [7]. Disse retningslinjene er utgitt i 1999 og erstatter retningslinje T-

22/84, som var grunnlag for bestemmelse av støysonekart fram til 1999. Både definisjon av grenseverdier og anbefalt arealutnyttelse ble endret da ny retningslinje ble innført.

Retningslinjene er knyttet opp mot plan og bygningsloven, men har også referanse til byggeforskriften og skal sees i sammenheng med annet lovverk, som forurensningsloven, luftfartsloven og kommunehelsetjenesteloven.

2.3.1 Definisjon av flystøysoner

Området rundt flyplasser deles inn i 4 støysoner som nummereres med romertall I–IV. Støysone IV ligger nærmest rullebanesystemet og har de høyeste støynivå, mens støysone I strekker seg lengst fra flyplassen. Støysonene avgrenses etter følgende kriterier:

- Støysone IV: Området hvor
EFN er høyere enn 70 dB *eller*
MFN er høyere enn 105 dB på dag (07–22) *eller*
MFN er høyere enn 100 dB på natt (22–07)
- Støysone III: Området utenfor støysone IV hvor
EFN er høyere enn 65 dB *eller*
MFN er høyere enn 100 dB på dag (07–22) *eller*
MFN er høyere enn 85 dB på natt (22–07)
- Støysone II: Området utenfor støysone III hvor
EFN er høyere enn 60 dB *eller*
MFN er høyere enn 95 dB på dag (07–22) *eller*
MFN er høyere enn 80 dB på natt (22–07)
- Støysone I: Området utenfor støysone II hvor
EFN er høyere enn 50 dB *eller*
MFN er høyere enn 80 dB på dag (07–22).

2.3.2 Retningslinjer for arealutnyttelse innenfor støysonene

Miljøverndepartementets retningslinjer for arealbruk innenfor støysoner gjelder både for planlegging av arealbruk og for behandling av enkeltsaker etter plan og bygningsloven. Kommunene er pålagt å benytte retningslinjene ved planlegging av:

1. Områder eller bygning med støyfølsomt bruksformål ved eksisterende flyplass.
2. Ny flyplass eller endring av eksisterende flyplass som medfører økende støynivå.

Retningslinjene definerer de følgende områdene, A, og bygningene, B, som støyfølsomme.

- A. Gravlunder, friområde, friluftsområde og område som er regulert til dette for framtidig bruk.
- B. Boliger, hotell, skoler, barnehager, helseinstitusjoner, fritidsboliger, kirker, kulturbygg og andre bygninger med tilsvarende bruksformål.

Retningslinjens kapittel 3 tar utgangspunkt i at utendørsareal skal ha et tilfredsstillende støynivå, både for støyfølsomme bygninger og områder. Områdene A bør derfor ikke etableres i noen av støysonene. For etablering av bygninger innenfor støysonene gjelder også krav til innendørs støynivå i henhold til Byggeforskriften. Retningslinjene for regulering av arealdisponering og etablering av bygninger i støysonene er som følger:

STØYSONE I

I støysone I må kommunene ut fra en totalvurdering (blant annet hensyn til mulige støyplager) avgjøre om etablering av bygninger med støyfølsomt bruksformål er tilrådelig.

STØYSONE II

I støysone II bør kommunene ikke tillate etablering av bygninger med støyfølsomt bruksformål, eller etablering av flyplass som medfører at tilsvarende eksisterende bygninger havner i sonen.

I områder som allerede er utbygd og hvor det er knapp tilgang på alternative utbyggingsareal, kan kommunene tillate oppføring av enkeltbygg eller et fåtall nye bygninger med støyfølsomt bruksområde. Under samme forutsetning kan kommunene tillate at eksisterende bygninger utvides til flere boenheter eller at det gjøres bruksendringer.

STØYSONE III

I støysone III skal kommunene ikke tillate etableringer av bygninger med støyfølsomt bruksformål, eller etablering av flyplass som medfører at tilsvarende eksisterende bygninger havner i sonen.

Kommunene kan tillate gjenoppbygging, ombygging og utvidelse av eksisterende bebyggelse under forutsetning om at det ikke øker antall boenheter. Eksisterende boliger kan reguleres til boligformål.

STØYSONE IV

I støysone IV skal kommunene ikke tillate etablering av bygninger med støyfølsomt bruksformål.

2.3.3 Generelle merknader til støysonene

Flystøykommisjonen uttalte i ref. [3] som foreløpig målsetning at mindre enn 10 % av en gjennomsnitts befolkning skal føle seg sterkt forstyrret av flystøyen. Sammenholdt med Figur 2-2 tilsier dette at byggegrense for nye boliger legges på 55 EFN, dvs halvveis ute i støysone I. Nyere undersøkelser understøtter dette [4, 5].

Den arealutnyttelse som de nye retningslinjene legger opp til representerer i så måte et skritt i retning av innfrielse av Flystøykommisjonens målsetning. I definisjonene av sonegrenser er det også lagt større vekt på å sikre uforstyrret søvn på natt, ved både å senke grensene for maksimumsnivå på natt med 5 dBA og ved at natt i denne sammenheng økes til 9 timer fra kl 22 om kvelden til kl 7 om morgenen, mot tidligere fra 23 til 06.

Retningslinjene gir kommunene anledning til unntak fra hovedbestemmelsene dersom lokale forhold tilsier dette. Administrasjonen av dispensasjonsmulighetene var i de tidligere retningslinjer overlatt til Fylkesmennene gjennom departementets rundskriv T-1/86 [8]. Rollen til Fylkesmannen er endret til råd og rettledning for kommunene, men også ansvar for kontroll av at kommunenes planer overholder kravene. T-1/86 vil bli revidert, men gjelder til så lenge, dog relatert til de nye retningslinjer.

2.4 Beregningsmetode

Vurdering av flystøy etter Miljøverndepartementets retningslinjer gjøres normalt 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 2.4.2), 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. Sammenligninger av lang tids målinger og beregninger for tilsvarende trafikk har gitt avvik på i gjennomsnitt under 0.5 dBA [9].

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

2.4.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

Vedlegg 3 til retningslinjene fra Miljøverndepartementet viser hvordan grunnlaget for beregning av flystøysonегrenser skal settes sammen. Flystøybelastningen beregnes normalt for sommertid, fordi ulempene med støy ansees å være størst på denne årstiden. Dette begrunnes i økt aktivitet utendørs og ønsket om å sove med åpne vinduer. Normalt vil også trafikken være størst i sommerhalvåret.

Som trafikkgrunnlag benyttes døgngjennomsnittet for den travleste sammenhengende 3-måneders periode på sommerstid (mellom 1.mai og 30.september). Man regner dermed å fange opp de viktigste utløste ulemper ved den støybelastning flytrafikken medfører.

I spesielle tilfelle kan trafikken være større på vinterstid, men på grunn av noe reduserte ulemper legges vintertrafikk bare til grunn dersom den er mer enn dobbelt så stor som sommertrafikken.

Militær øvelsestrafikk inngår i trafikkgrunnlaget dersom slike øvelser forekommer så ofte som annet hvert år. Øvelsestrafikken beregnes som et døgnmiddel for den 3-måneders periode som øvelsen inngår i, på samme måte som den regelmessige trafikk.

På grunn av den spesielle impulskarakter støy fra helikoptre kan ha, anbefalte Flystøykommissjonen tidligere at helikopterstøy skulle vurderes 5 dB høyere enn målt eller beregnet nivå. En rekke nyere undersøkelser, bl.a. en utredning utført for Luftfartsverket [10], konkluderer klart med at en generell 5 dB impuls-korreksjon for helikopter ikke samsvarer med folks sjenanseopplevelse slik man tidligere har trodd. I de nye retningslinjene fra Miljøverndepartementet, er tidligere praksis med impuls-korreksjon av helikopterstøy derfor tatt ut.

2.4.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [11]. Dette programmet er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndigheter og basert på rutiner fra programmet Integrated Noise Model (INM), som er utviklet for det amerikanske luftfartsverket FAA.

Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater. NORTIM kan også inkludere helikopter på en bedre måte enn tidligere modeller. Videre kan programmet beregne korrekt MFN-konturer for totaltrafikken, samt sonегrenser hvor hensyn til både EFN og MFN på dag og natt er ivaretatt. Andre støy mål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, LEQ, for dag og for natt eller for hele det dimensjonerende middeldøgn.

SINTEF har også utviklet program som foretar nødvendig statistisk behandling av trafikkdata, forenkler innlesing av beregningsgrunnlaget og uttegning av kart og resultater. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

NORTIM er i 2002 modernisert ved at nye algoritmer er utviklet for beregning av bakkedemping og direktivitet [9]. Disse algoritmer erstatter tidligere algoritmer for beregning av lateral demping.

Beregningsprogrammet inneholder en database for 239 ulike flytyper. Databasen er i hovedsak en kopi av INM 6.0c databasen [12], men supplert med profiler fra NOISEMAP [13] og med korrigerede støydata for 2 flyfamilier [9]. Ved bruk av en liste over substitutter (inkludert i [12]) for flytyper som ikke inngår i databasen, kan det beregnes støy fra omlag 500 forskjellige 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 [14, 15] eller egne målinger.

2.5 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 [16].

Forskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak. For støy er kartleggingsgrensen satt til døgnekvivalent nivå (LEQ24h) 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 [17] er det i ref. [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 (LEQ24h):

Flyplasstype	Dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense
Regionale flyplasser	Propellfly	18 dBA	53 dBA (35+18)
Stamruteplasser og militære flyplasser	Eldre (kap.2) jetfly eller jagerfly	23 dBA	58 dBA (35+23)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	26 dBA	61 dBA (35+26)

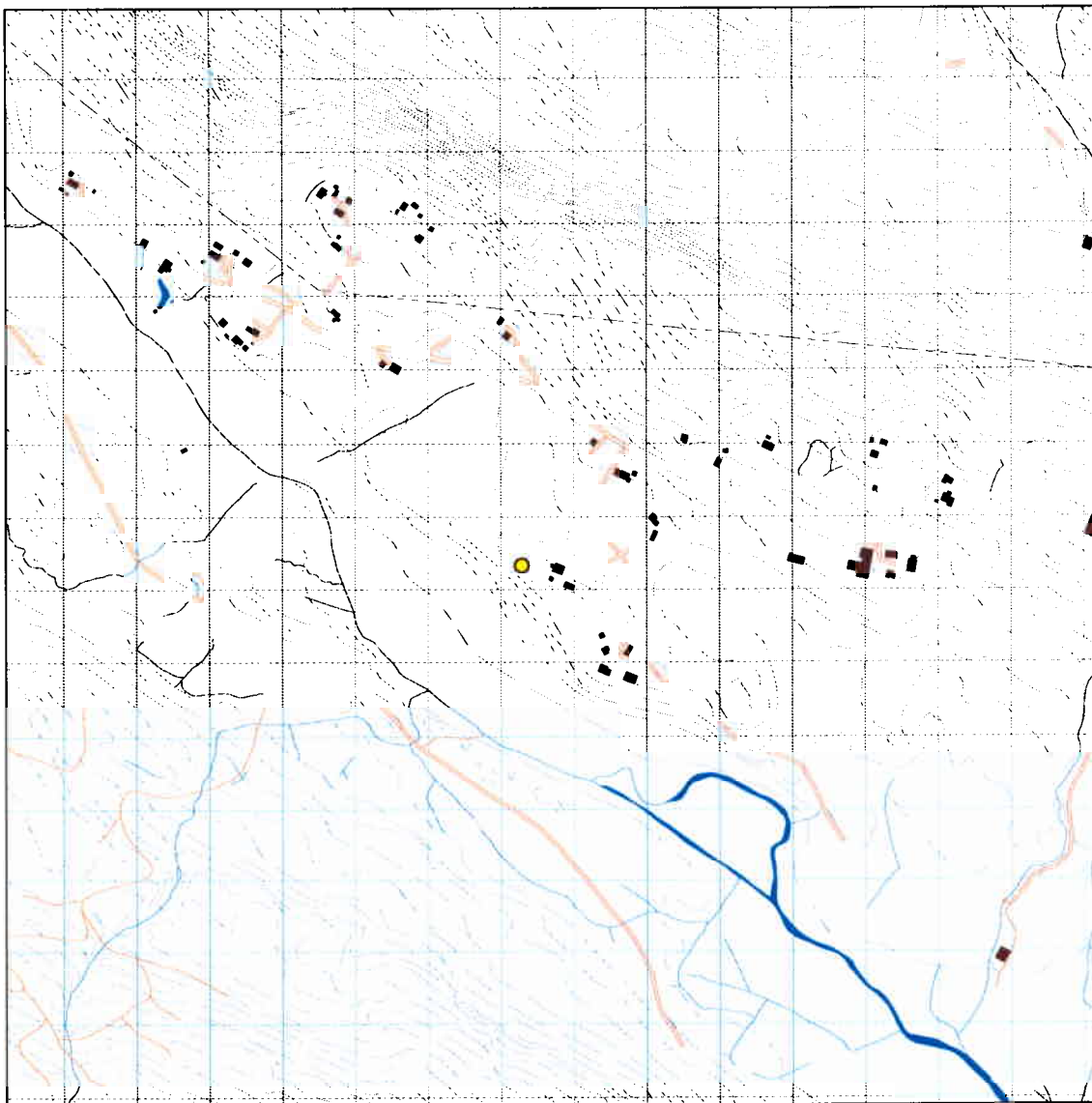
Tabell 2-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

3. OMGIVELSER

Landingsplassen er planlagt på gården Laderud nordre i Saksumdal i Lillehammer kommune.

3.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartunderlag inngår som illustrasjonsbakgrunn for beregningsgrunnlag og resultater. Kartverket er levert fra Lillehammer kommune på sosi-format i koordinatsystem NGO akse 3. Et utsnitt er vist i figuren nedenfor og den påtenkte landingsplass er markert med en gul sirkel. I kartet er det lagt inn et rutenett med 100 meters avstand mellom linjene.



Figur 3-1 Kartunderlag med landingsplassen markert. M 1:10 000

3.2 Digital terrengmodell

Det er trukket ut digital topografi fra det digitale kartet ved hjelp av programvaren TopoAccess utviklet ved SINTEF IKT.

4. FLYTRAFIKK

Det søkes konsesjon for en trafikkmengde på 400 bevegelser med helikopter pr. år med inntil 12 bevegelser pr. uke. For å ta høyde for den mest travle perioden, legges det i støyberegningene inn trafikkmengde tilsvarende maksimumsperiodene og at denne strekker seg over 3 sammenhengende måneder.

4.1 Trafikk i følge operatør

Etter beskrivelse fra Bjørn Olav Lien vil avganger med helikopteret skje på morgenen fra klokken sju av. Retur vil normalt være ved femtiden på ettermiddagen. I grunnlaget er dette fordelt slik at det i løpet av den dimensjonerende uka legges en avgang hvert 20 minutt fra 07:10 og utover. Tilsvarende legges det en landing hvert 20 minutt fra kl 16:10 og utover. Alle bevegelser vil skje med en helikoptertype, nemlig EC 120 Colibri.

4.2 Oppsummering av trafikk

Pr uke vil dette gi en trafikkmengde som vist i de følgende tabeller.

TO	LA	SumOper
		6
		6

Tabell 4-1 Totalt trafikkmengde i løpet av travel uke.

Hour	SumOper
7	3
8	3
16	3
17	3

Tabell 4-2 Fordeling av trafikken over døgnet.

5. FLYTYPER

5.1 Flytyper i bruk

Det er behov for å identifisere helikoptertypen med data i støydatabasen før beregning kan gjennomføres. Helikopter på den aktuelle størrelse representeres med samlebetegnelsen LHEL, lett helikopter som har støydata som for en MBB Bo105. Støyberegningene vil dermed være robust i forhold til hvilken helikoptertype som benyttes i denne klassen.

Atype	NewAtype	Noise ID
EC120	LHEL	BO105

Tabell 5-1 Substitusjon og identifikasjon av støydata for lett helikopter.

6. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

6.1 Destinasjoner

Det er i grunnlaget ikke angitt hvor helikopteroppdragene vil gå rent geografisk. Det er derfor regnet med at destinasjonene er ukjente. Det antas at flygningene vil foregå opp eller ned Saksumdal og det er beregnet at halvparten av bevegelsene skjer i hver av disse to retninger.

6.2 Flygeprosedyrer

Det etableres prosedyrer for landing og avgang for denne simulering med hovedretning opp- og nedover Saksumdal med 50/50 fordeling av trafikken i disse retninger.

6.3 Rullebaner

Landingsplassen defineres som 2 rullebaner i motsatt retning av hverandre i nord syd retning i en lengde av 20 meter og med samme bredde. Koordinatene for endepunktene er vist i den følgende tabell. Høyde for rullebanen er antatt til 340 meter over havet.

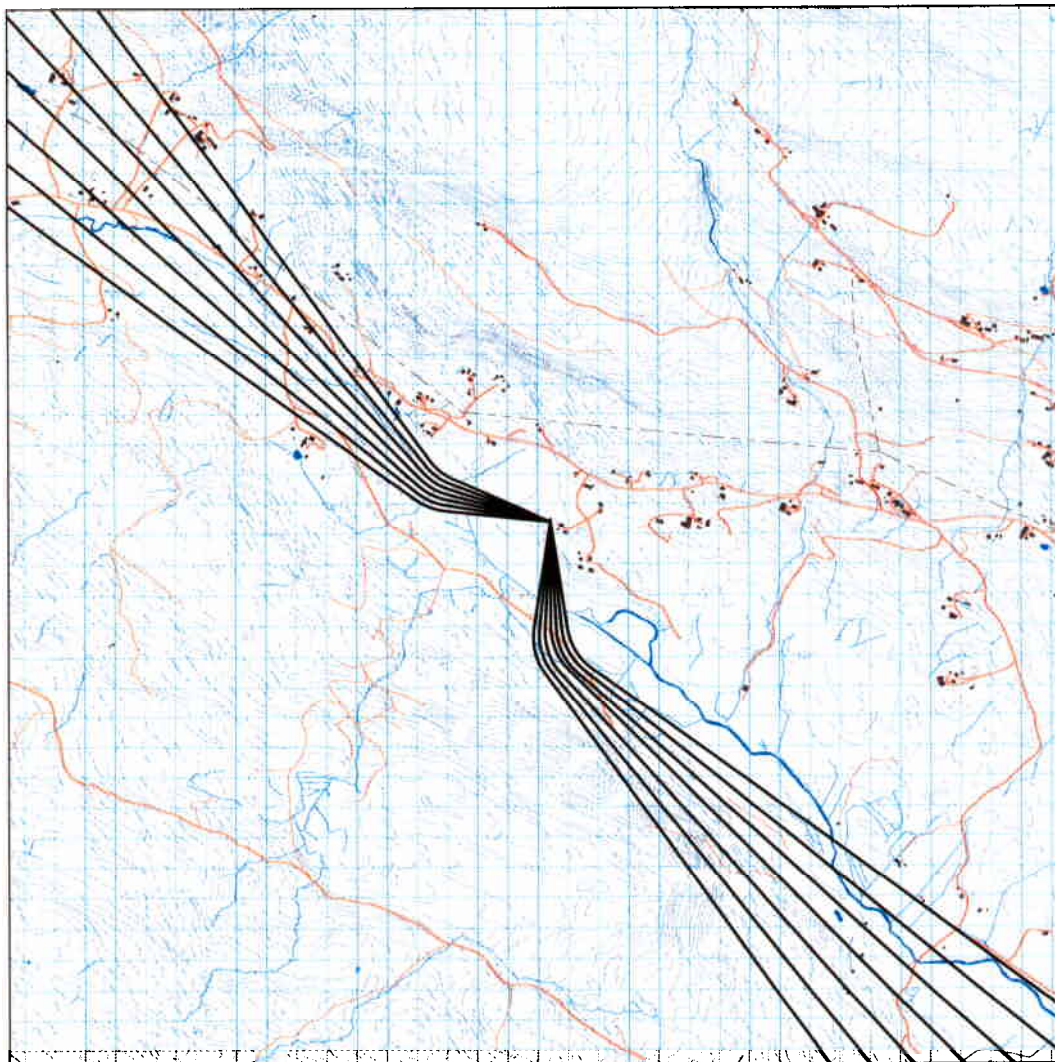
RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
18	-24167	346934	340	-24167	346914	340	180	20
36	-24167	346914	340	-24167	346934	340	0	20

Tabell 6-1 Koordinater for rullebaner i NGO akse 3.

6.4 Flytraséer

For hver av prosedyrene omtalt ovenfor etableres et sett med traséer for landinger og avganger. Det etableres to korridorer i retning 180° og 285° etter anvisning fra oppdragsgiver. Disse korridorer utformes tilsvarende de hinderfrie flater som definert i [20]. I korridorene legges et sett med traséer som representerer en statistisk spredning av trafikken i korridoren. Fordelingen av trafikken i korridoren følger et forslag til revisjon av standarden i [19]. Korridorene svinger på hovedkurs 350 meter fra landingsplassen.

På den følgende figur er traséene fremstilt på kartbakgrunn. Traséene har vært oversendt og er godkjent av oppdragsgiver v/Lien.



Figur 6-1 Traséer for inn og utflyging. M 1:25 000

6.5 Flygeprofiler

Med flygeprofil menes vertikalprofil for landing og avgang, dvs høyde og hastighet som funksjon av avstand. Det legges inn standard profiler for landing og avgang. Avgang er basert på beste klatrerate for Bo 105 og tilhørende hastighet. Landing simuleres med 4° glidebanevinkel.

7. SKALERING AV TRAFIKK

NORTIM inneholder rutiner for å skalere et trafikkgrunnlag til et annet scenario. Dette benyttes oftest for å benytte en eksisterende situasjon som grunnlag for en prognose. I dette tilfellet er det kun den travleste situasjon som beregnes. Det tilsvarer den maksimumsuken som det søkes konsesjon for. Alle skaleringsfaktorer settes derfor til 1.0.

8. BEREGNINGSPARAMETERE

8.1 Beregningsenheter

Beregningen i NORTIM utføres automatisk for flere enheter samtidig. Den følgende tabell viser hvilke enheter som inngår og nedre grense for hver av indikatorene.

UnitName	Threshold	Reference
EFN	50	Default
LDEN	50	Default
LDN	50	Default
LEQ	50	Default
LEQ_DAY	50	Default
LEQ_EVENING	50	Default
LEQ_NIGHT	50	Default
MFN_DAY	80	Default
MFN_NIGHT	80	Default
TA	200	Default
ZONE	50	Default

Tabell 8-1 Beregningsenheter og nedre grense for hver av dem.

8.2 NORTIM beregningskontroll

Det beregnes for et gjennomsnittsdøgn i den travleste uken. Bergningene foretas i kvadratiske blokker med den gitte punktavstand på 64 fot, tilsvarende ca 19.5 meter.

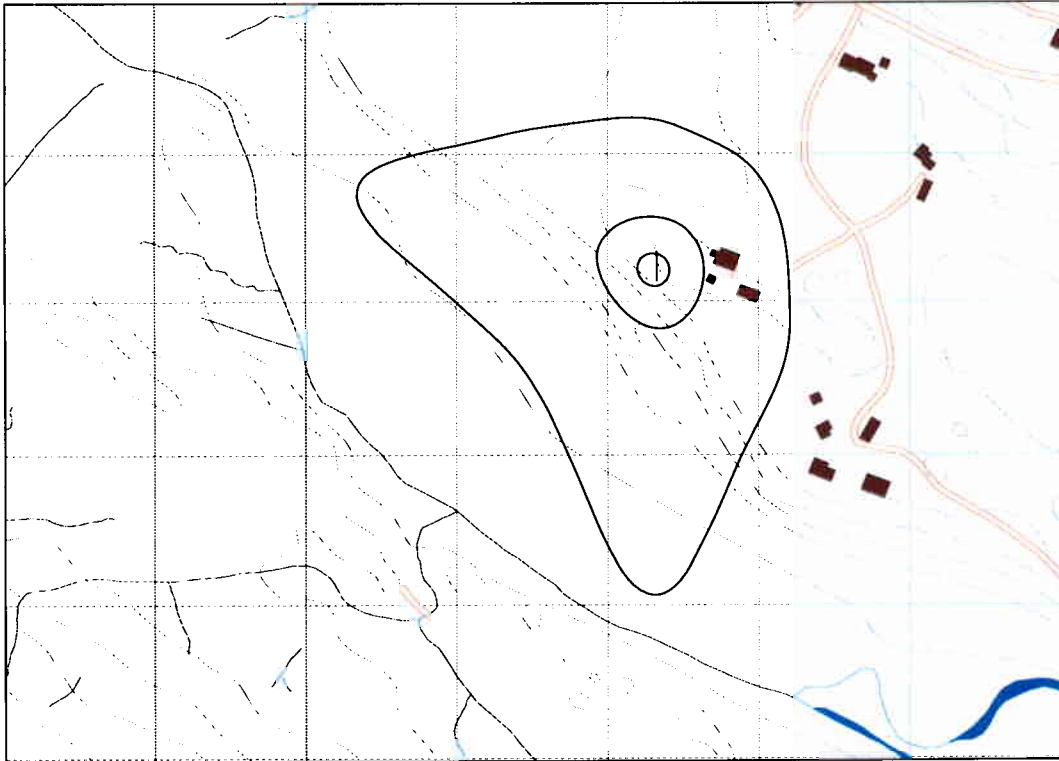
9. RESULTATER

For å dekke det nødvendige område har programmet beregnet i totalt 36 864 punkter.

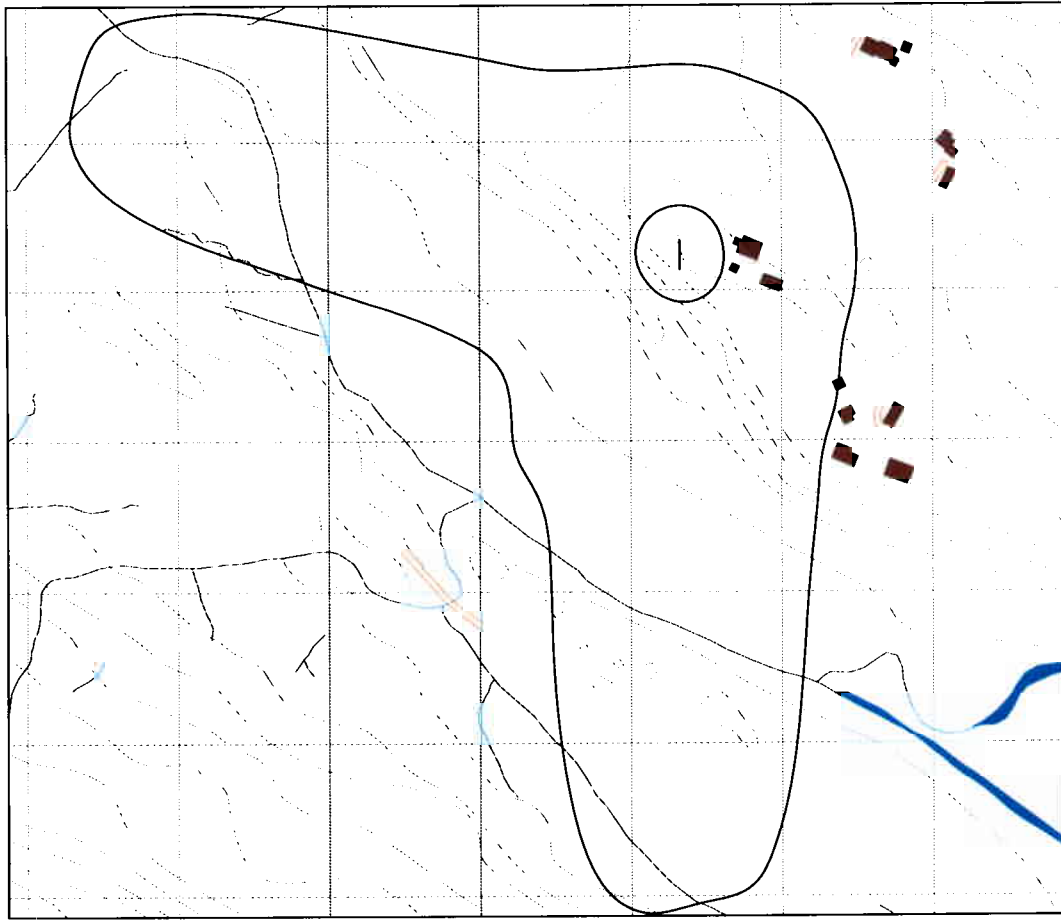
9.1 Maksimumstrafikk i konsesjonssøknad

Det er beregnet for en uke som representerer den travleste 3 måneders periode. Det er forventet at dette representerer den mest realistiske travle periode også innenfor de kommende 10 – 20 år. Beregningene omfatter EFN, MFN på dag, samt støysonegrenser. De følgende figurer viser derfor EFN, MFN på dag og støysonegrenser trukket i henhold til retningslinje T-1277.

Kotene for EFN og MFN_{dag} som vises er de som skal være med på å dimensjonere støysonegrensene slik de er definert i retningslinjen. Det vil si at ytterste kurve for hver figur sammenlignes og ytterste støysonegrense dannes ved å legge disse oppå hverandre og trekke en ny kurve som omfatter begge. Samme teknikk benyttes deretter for nest ytterste kurve osv.

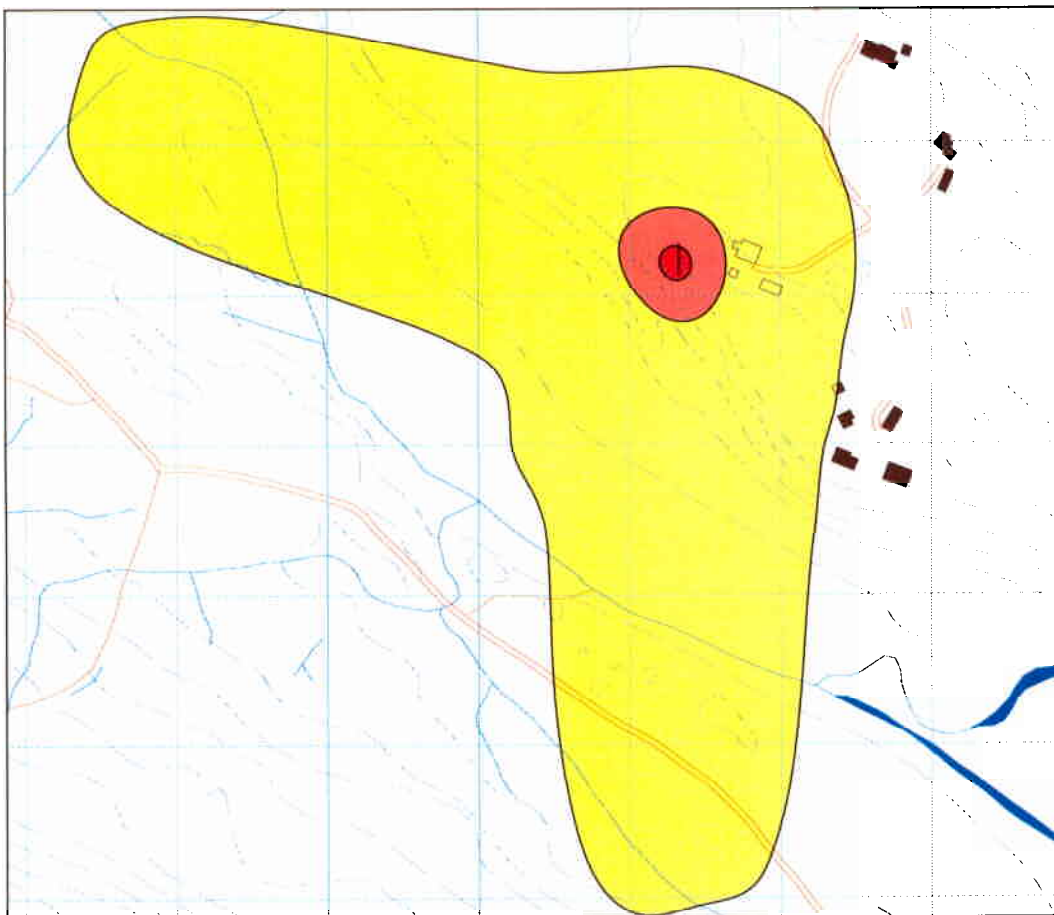


Figur 9-1 Ekvivalent flystøynivå for maksimumssituasjonen. Kotene viser EFN 50, 60 og 65 dBA, regnet utenfra. M 1:5 000.



Figur 9-2 Maksimum flystøynivå på dag for maksimumssituasjonen. Kotene viser MFN_{dag} 80 og 95 dBA regnet utenfra. M 1:5 000.

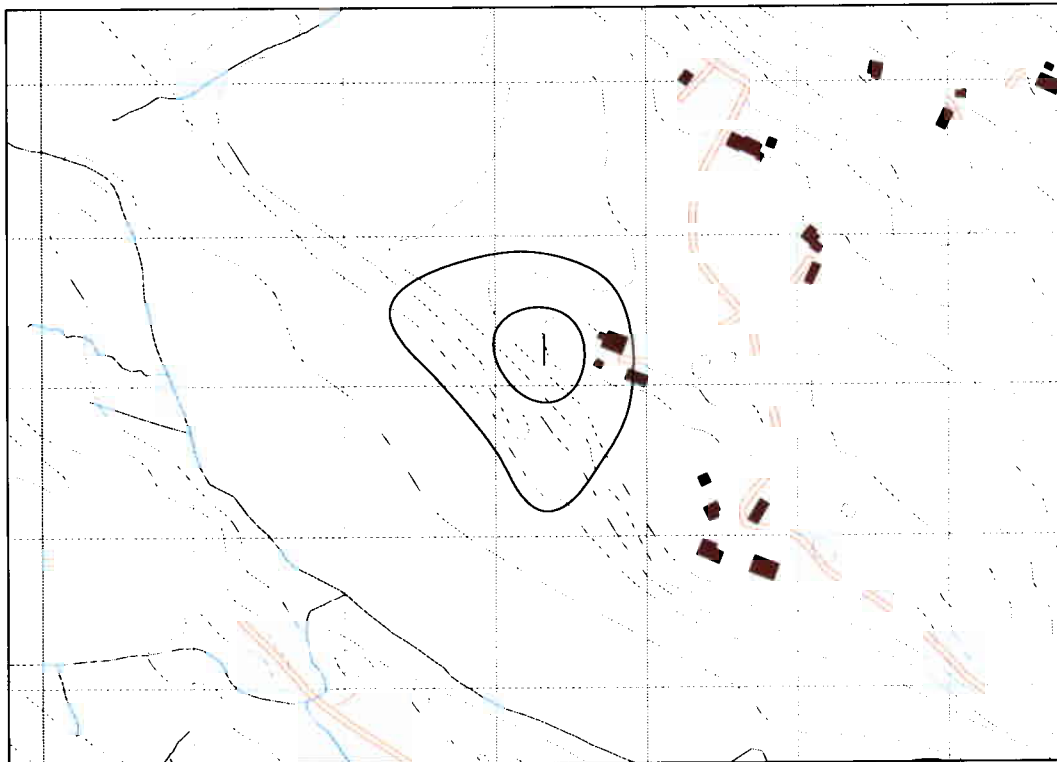
Sammenligning av resultatene for de to enhetene EFN og MFN viser at ytterste støysonegrense vil være dominert av MFN_{dag} på 80 dBA, mens støysone II og III er dimensjonert av EFN 60 og 65 dBA. Støysonekartet er vist i neste figur.



Figur 9-3 Støysoner for maksimumssituasjonen for landingsplassen på Laderud nordre. Støyzone I (gul), II (rosa) og III (rød). M 1:5 000.

9.2 Kartleggingsgrenser i hht forurensingsloven

I tillegg til støysonkartet beregnes også kartleggingsgrenser relatert til forskriften til forurensningsloven [16]. Helikopterlandingsplasser behandles med samme verdier for fasadeisolasjon som for regionale flyplasser i henhold til Tabell 2-1. Det følgende kartet viser kartleggingsgrense og tentativ tiltaksgrense for den beregnede situasjon.



Figur 9-4 Kartleggingsgrenser relatert til grenseverdiforskriften. Kotene viser utendørs LEQ_{24h} 53 og 60 dBA (hhv kartleggings og tentativ tiltaksgrense).

Det fremgår av kartet at bolighuset på Laderud nordre ligger akkurat på kartleggingsgrensen. Med normal fasadeisolasjon vil det her med stor sannsynlighet være et innendørs støynivå fra helikopteraktiviteten som ligger under tiltaksgrensen på LEQ_{24h} 42 dBA.

10. 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:
T-1277 RETNINGSLINJER ETTER PLAN- OG BYGNINGSLOVA OM AREALBRUK I
FLYSTØYSONER
<http://odin.dep.no/md/norsk/regelverk/rikspolitiske/022005-990564>
Lagt inn 8. mars 1999 av Statens forvaltningstjeneste, ODIN-redaksjonen
- AREALBRUK I FLYSTØYSONER.
Retningslinjer T-1277, Oslo, April 1999 (Papirutgaven).
- [8] Miljøverndepartementet:
RETNINGSLINJER FOR FYLKESMANNENS MEDVIRKNING SOM STATLIG
FAGMYNDIGHET FOR STØY VED PLANER ETTER BYGNINGS-LOVEN OG
VEGLOVEN.
Rundskriv T-1/86, 25 Februar 1986
- [9] 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.

- [10] T. Gjestland, I. Granøien, K. H. Liasjø, H. Olsen:
STØYSJENANSE. SAMMENLIGNING AV STØY FRA HELIKOPTER OG JETFLY.
SINTEF DELAB Rapport STF40 A91118, Trondheim, september 1991.
- [11] 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
- [12] 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.
- [13] 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
- [14] G. G. Fleming, E.J. Rickley:
HNM - HELIPORT NOISE MODEL, VERSION 2.2. USER'S GUIDE.
Federal Aviation Administration, Report No. DOT/FAA/EE-94-01, February 1994
- [15] Miljøstyrelsen:
STØJ FRA FLYVEPLADSER
Veiledning fra miljøstyrelsen Nr 5, 1994
- [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).
Dette er nyeste utgave av forskriften som første gang kom ut i 1997
- [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] 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)

[20] Luftfartstilsynet:

FORSKRIFT 16. APRIL 2004 NR 629 OM UTFORMING AV SMÅ
HELIKOPTERLANDINGSPLASSER (BSL E 3-6)

Oslo 20.05.2004.