

SINTEF A4183 – Åpen

RAPPORT



Foto Rakkestad Flyplass AS

Flystøysoner etter T-1442 for Rakkestad flyplass

Idar Ludvig Nilsen Granøien

SINTEF IKT

Desember 2007

**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

Flystøysoner etter T-1442 for Rakkestad flyplass

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien

OPPDRAGSGIVER(E)

Rakkestad Flyplass AS

RAPPORTNR. SINTEF A4183	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Thor-Egil Larsen	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04382-2	PROSJEKTNR. 90E102.33	ANTALL SIDER OG BILAG 31
ELEKTRONISK ARKIVKODE SINTEF A4183.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Herold Olsen
ARKIVKODE	DATO 2007-12-18	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Truls Gjestland, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Det er beregnet nye flystøysoner for Rakkestad flyplass i henhold til retningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet. Beregningen er utført med NORTIM, som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse.

Beregningene er basert på at rullebanen på Rakkestad forlenges med 250 meter i syd for i alt fire trafikkscenarier: 10 000 årlige bevegelser og 20 000 årlige bevegelser med henholdsvis trafikkandel på helikopter som i 2006 (20 %) eller redusert til en tiendepart.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Fly Støy	Aircraft Noise
EGENVALGTE	Rakkestad	General Aviation

INNHALDSFORTEGNELSE

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 RETNINGSLINJER	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	9
3.3 Beregningsmetode	9
3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnet	9
3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM.....	10
3.4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven	10
4. OMGIVELSER	12
4.1 Digitalt kartgrunnlag	12
4.2 Digital terrengmodell	13
4.3 Bygningsdata	13
5. FLYTRAFIKK	14
5.1 Trafikk i følge tårnjournal	14
5.2 Oppsummering av trafikk 2006	14
5.3 Prognoser, beregningsscenarioer	14
6. FLYTYPER	15
6.1 Flytyper i bruk	15
6.2 Kildedata for fly	15
6.3 Oppsummering av flydata	15
7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER	16
7.1 Flygeprosedyrer.....	16
7.2 Rullebaner	16
7.3 Flytraséer	16
7.4 Flygeprofiler	19
8. SKALERING AV TRAFIKK	20
8.1 Trafikkskalering etter flytype	20
8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer.....	20
8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt	20
9. BEREGNINGSPARAMETERE.....	20
9.1 Beregningsenheter	20
9.2 Beregning i enkeltpunkter	20
9.3 NORTIM beregningskontroll	20

10. RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442	21
10.1 10.000 bevegelser pr år	21
10.2 20.000 bevegelser pr år	22
10.3 10.000 bevegelser pr år med redusert helikopteraktivitet	23
10.4 20.000 bevegelser pr år med redusert helikopteraktivitet	24
11. RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN.....	25
11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak	26
12. Andre RESULTATER.....	28
12.1 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA	28
13. LITTERATUR	29

1. INNLEDNING

Rakkestad Flyplass AS v/Thor-Egil Larsen har bedt SINTEF IKT om å utarbeide nytt støysonekart i forbindelse med at flyplassen skal forlenges med 250 meter og det skal utarbeides ny reguleringsplan. Det har tidligere vært utført beregninger av støybelastningen ved flyplassen, rapportert i 1996, SINTEF rapport STF40 F96071, ref. [21].

Ved SINTEF IKT har oppdraget vært utført ved avdeling Akustikk med Idar Ludvig Nilsen Granøien som prosjektleder.

Denne rapporten gjennomgår bakgrunnsmateriale for undersøkelsen, både bestemmelser som ligger til grunn og noe av bakgrunnen for disse, i tillegg til det datagrunnlag som inngår i beregningene. I tillegg viser også rapporten de resultater som beregningene gir.

Den nye beregningen utføres i tråd med retningslinje T-1442 fra Miljøverndepartementet.

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

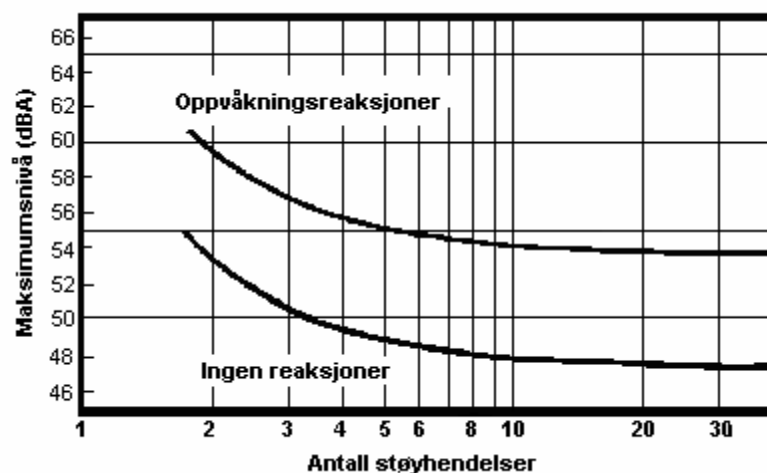
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. 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** (søvn dybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking. (Disse betraktninger kan ikke anvendes for andre typer trafikkstøy hvor støynivået varierer mindre og ikke er totalt fraværende i perioder slik som flystøy kan være.)

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



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

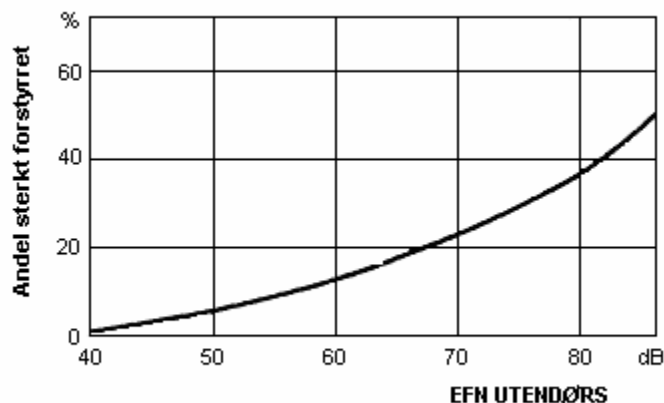
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de *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 gjennomsnittsmiddelkurve 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

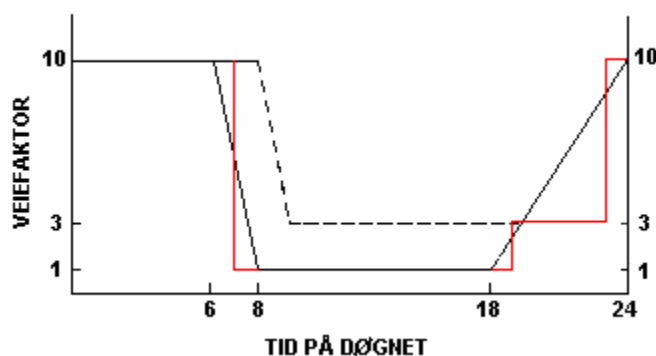
Miljøverndepartementet har i januar 2005 samlet retningslinjer for behandling av støy fra forskjellige støykilder i en ny retningslinje, T-1442 [7]. For flystøy erstatter denne T-1277 fra 1999 [8]. Den nye retningslinjen endrer både måleenheter og definisjoner av støysoner. Vi har i dette kapitlet valgt 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_{5AS} .

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 tilsvarende dette en vektning 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 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.

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

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. Dette er i tråd med uttalt intensjon om at overgang fra MFN til L_{5AS} alene ikke skulle medføre endringer.

3.2 Støysoner til arealplanlegging

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 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.

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

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

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 støysonkartene 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 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 og at datagrunnlaget gir en riktig beskrivelse av flygemønsteret rundt flyplassen, så må det derfor gjøres meget lange måleserier for å oppnå samme presisjonsnivå som det beregningsprogrammet gir.

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

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

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

Veilederen til 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 trafikkgrunnet.

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_{Aeq} , 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 beregningsgrunnet 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 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 275 ulike flytyper. Databasen 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 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.

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].

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

Forskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak. For støy er kartleggingsgrensen 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 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 ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 3-2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

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)

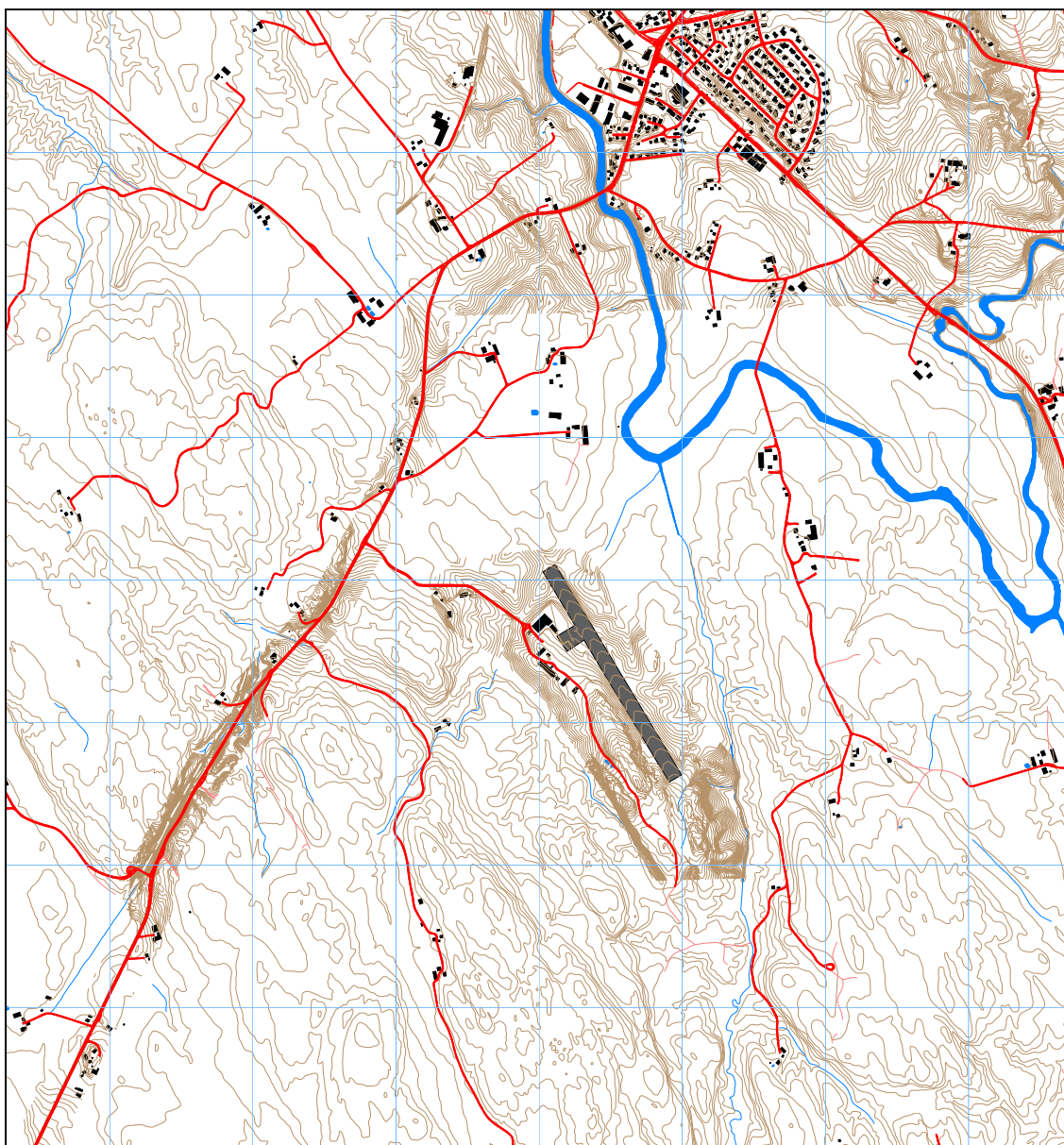
4. OMGIVELSER

4.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag er levert av Rakkestad kommune i form av SOSI fil basert på grunnkart. Koordinatsystem er UTM Euref 89 sone 32.

Tabell 4-1 Digitalt kartunderlag.

Name	ICAO_code	OrigoEast	OrigoNorth	CoordSys	CoordAxis	Description
Rakkestad Flyplass	ENRK	633000	6587000	7	32	Grunnkart



Figur 4-1 Basiskart for undersøkelsen. Rutestørrelse 500 meter. M 1:25.000.

Rullebanen på kartet utgjøres av en 18 meter bred asfaltstripe og skuldre på 16 meter på hver side med gress.

Datagrunnlag versjon 2
Dato: 18.12.07. Tid: 13:04

Filnavn: U:\prosjekt\9021-Akustikk\KO\90E102.33_Rakkestad_T1442_IG\Arkiv\Rapportering\SINTEF A4183.doc

4.2 Digital terrengmodell

Digital topografi er stilt til rådighet fra Avinor. Topografien har en punkttetthet på 25 x 25 meter.

4.3 Bygningsdata

Det er gjort uttrekk fra databasen *Norges Eiendommer* tilhørende Norsk Eiendomsinformasjon as, det såkalte GAB registeret. Uttrekket er gjort 3. september 2007 og omfatter bygninger med adresser og eiere, gårds og bruksnummer etc., samt nord- og øst- koordinater. Ut fra bygningstype som er angitt i databasen, sorteres det ut bygninger som er definert som "støyømfintlige" i retningslinjen.

5. FLYTRAFIKK

5.1 Trafikk i følge tårnjournal

Det foreligger ikke en journal med tidspunkt for landinger og avganger. Derimot har oppdragsgiver supplert en oversikt med antall starter pr fly (identifisert med registreringsnummer) for 2006 for brukerne av plassen. Denne statistikken legges til grunn for beregningen. I statistikken opereres det med begrepet ”antall starter”. En start betyr her enten normal avgang eller avgangsdelen i touch and go landingsrunder (TG). Oppdragsgiver har oppgitt at det normalt er 4 TG runder pr tur. Dette betyr at 20 % av startene i statistikken er rene avganger fra brake release, men 80 % er i TG runder. Dette er lagt inn både for fixwing fly og for helikopter.

I og med at tidspunkter ikke er oppgitt, er det lagt inn en døgnfordeling på trafikken som samsvarer med erfaringstall for allmenn flyging fra andre flyplasser, se ref [22]. Det er antatt at det ikke er bevegelser mellom kl 23 og kl 07. Flyplassens driftshåndbok [23] åpner for flyging etter kl 06 på morgenen, men det er ikke lagt inn trafikk så tidlig. Ut fra erfaringstallene er det beregnet at 29 % av trafikken foregår på kveldstid, mellom kl 19 og 23, mens 71 % foregår mellom kl 07 og 19.

5.2 Annen trafikk

I tillegg til trafikken fra 2006 legges det inn bevegelser med turboprop og små jetfly. Det er antatt at fra 2009 vil det kunne komme et innslag av 1-2 % turboprop og mindre del jet, anslagsvis 0.5 %. Denne aktiviteten legges inn på dagtid og det velges flytypene CNA441 og CNA 500. I NORTIM databasen representerer CNA441 for eksempel Beech King Air (90 og 100), Cessna Caravan og Conquest, (Rockwell) Commander og Piper Cheyenne. CNA500 er representativ for flere varianter av Cessna Citation, Mitsubishi Diamond og andre lignende business jet. Aktiviteten legges inn med 1.5 % av total aktivitet for CNA441 og 0.5 % for CNA500 med kun normalavganger og –landninger.

5.3 Oppsummering av trafikk 2006

Tabell 5-1 Antall bevegelser på Rakkestad i 2006 (unntatt enkeltstarter og NF verksted, se nedenfor).

TO_LA	SumOper
LA	606.6
TG	2426.4
TO	606.6

Av dette utgjør helikopter 612 starter fordelt på 123 avganger og 491 TG runder.

Totalantallet inkluderer imidlertid ikke ”enkelstarter” og ”NF verksted” som ikke er spesifisert på flytyper i oversikten fra oppdragsgiver. Tallene for disse, hhv 32 og 259 legges til ved å skalere antall bevegelser registrert pr fixwing flytype med faktoren 1.1203, slik at totalt antall avganger på 2006 blir 3324.

5.4 Prognoser, beregningsscenarier

Det skal beregnes for 4 ulike scenarier basert på trafikken i 2006.

1. 10.000 bevegelser pr år.
2. 20.000 bevegelser pr år.
3. 10.000 bevegelser pr år, men med andelen helikoptertrafikk redusert til 2 %.
4. 20.000 bevegelser pr år, men med andelen helikoptertrafikk redusert til 2 %.

For scenario 1 og 3 legges inn 150 bevegelser med CNA441 og 50 med CNA550. Antallet doubles i scenario 2 og 4.

6. FLYTYPER

6.1 Flytyper i bruk

Flytypene som trafikkerer Rakkestad er funnet ved å søke opp registreringsnummer i Luftfartstilsynets fartøyregister. I NORTIM databasen er det data for flere vanlige flytyper, men flytypenavn må omsettes til databasens navn for å finne støydata og flyegenskaper. Det er også benyttet samlebetegnelse for mindre fly, GASEPF og GASEPV, for enmotors småfly med stempelmotor og propell henholdsvis med fast og variabel pitch. BEC58P benyttes på samme måte som en samlebetegnelse på små tomotors propellfly med stempelmotor. I andre tilfeller er det brukt substitutter etter en internasjonalt anerkjent liste. Den følgende tabellen angir hvilke flytyper som trafikkerer og den betegnelsen de har i databasen.

Tabell 6-1 Oversetting av flytypenavn til databasens betegnelser.

ACtype	NewACtyp	ACtype	NewACtyp
C172	CNA172	PA23	BEC58P
C182	CNA206	PA28-140	PA28
C210	CNA206	PA28-161	PA28
DA40	GASEPV	PA28-180	PA28
F152	CNA172	PA28-181	PA28
F172	CNA172	PA34-200T	BEC58P
G109	GASEPF	R44	R22

6.2 Kildedata for fly

Støydata hentes fra databasen som beskrevet i avsnitt 3.3.2, for hver av de 7 resterende flytypene.

6.3 Oppsummering av flydata

Etter substitusjon er det følgende antall bevegelser registrert på hver flytypebetegnelse.

Tabell 6-2 Antall bevegelser pr flytype i 2006 (ikke justert for NF verksted og enkeltstarter).

NewACtyp	SumOper
BEC58P	290.4
CNA172	597.6
CNA206	120
GASEPF	289.2
GASEPV	122.4
PA28	1483.2
R22	736.8

7. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

Trafikkstatistikken gir ikke informasjon om hvor flyene går eller kommer fra. Driftshåndboka har prosedyrebeskrivelser som legges til grunn for å fordele trafikken rundt flyplassen.

7.1 Flygeprosedyrer

Driftshåndbokas innflygingskart inneholder informasjon om ruting fra fire sjekkpunkter og inn mot flyplassen, landingsrunder og utflyging mot tre sjekkpunkter.

7.2 Rullebaner

Den eksisterende rullebanen på Rakkestad flyplass har en total lengde på 860 meter. Koordinater for terskelpunkter for rullebanen legges normalt inn. Som terskelpunkter er regnet punktene 30 meter inn fra asfaltkant i begge baneender slik at total avstand mellom punktene er 800 meter. I dette prosjektet legges imidlertid inn en ny terskel i sydenden (bane 33) i og med at rullebanen skal forlenges med 250 meter.

Koordinatene for tersklene er lest ut fra det digitale kartet som benyttes i undersøkelsen. Høyde for terskel bane 15 er hentet fra driftshåndboka for flyplassen [23], mens høyden for den nye terskelen er skjønnsmessig lest av kartkotene og en antatt planering av området.

Tabell 7-1 Rullebanens koordinater i UTM89 sone 32.

RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
15	633046	6587016	100.6	633589	6586117	117	149	1050
33	633589	6586117	117	633046	6587016	100.6	329	1050

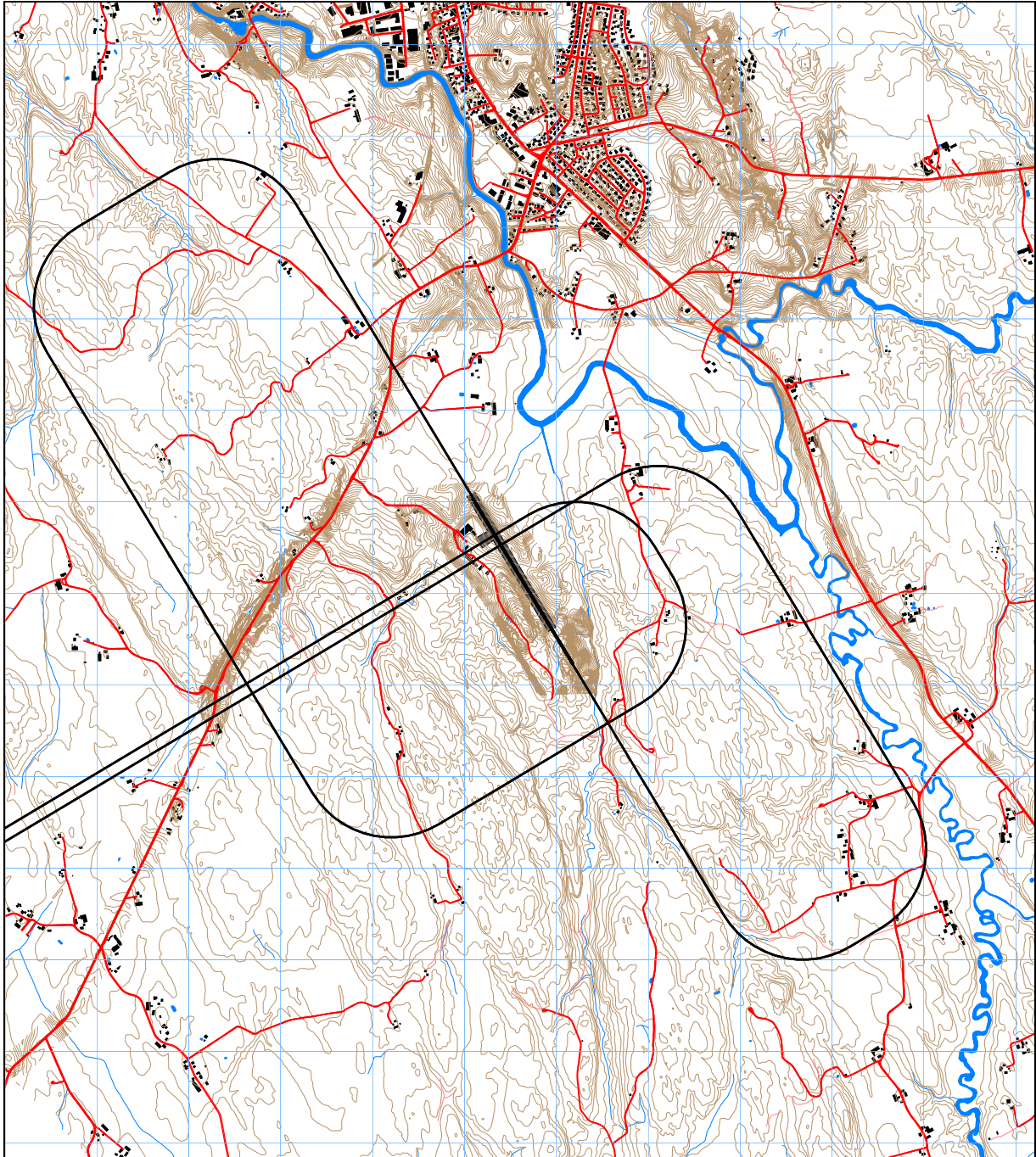
Rullebanen legges inn med en bredde på 18 meter som tilsvarer den asfalterte delen. Denne vil i beregningene bli ansett som akustisk hard.

Trafikken fordeles med 60 % på bane 15, 40 % på bane 33.

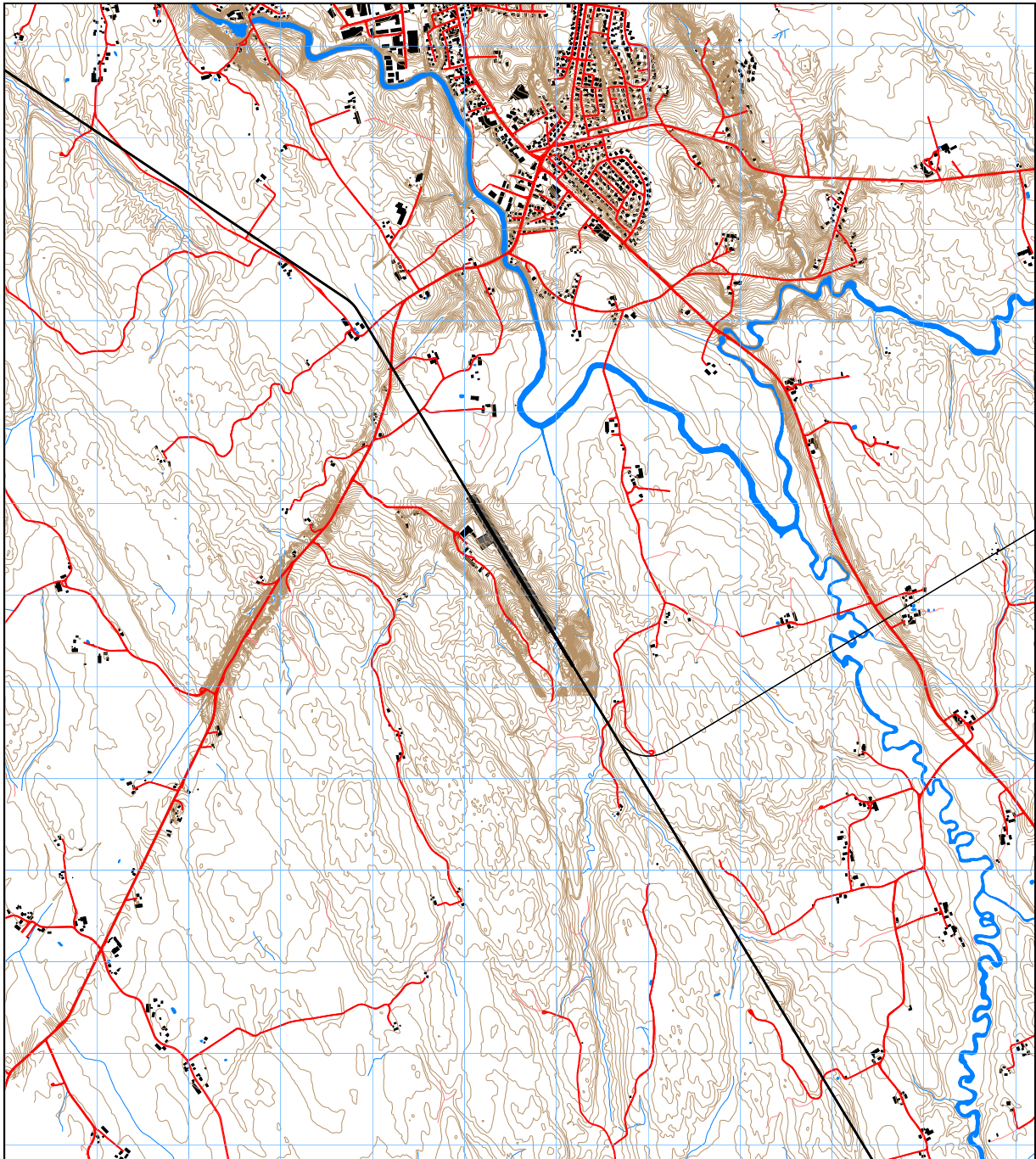
7.3 Flytraséer

Det vises her et sett med traséer for henholdsvis landinger, avganger og landingsrunder. Dette er svært forenklet i forhold til forrige beregning, men er i tråd med det som er beskrevet i [23]. Traségrunnlaget har vært til kvalitetskontroll og er justert etter denne i tråd med oppdragsgivers anføringer.

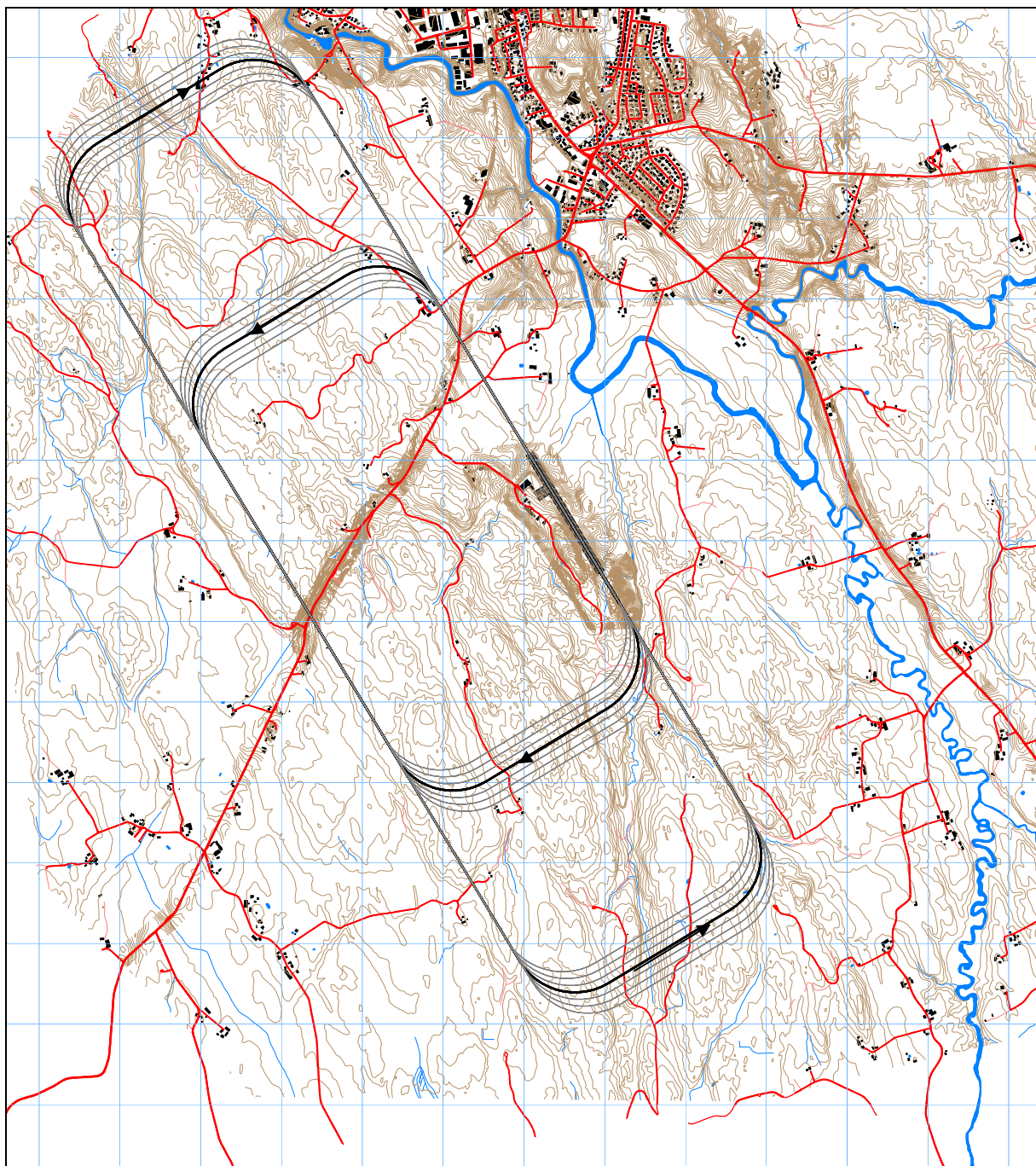
For ordinære landinger og avganger legges det inn spredning lateralt etter en internasjonal anbefalt metode [20]. Spredning på T&G gjøres manuelt ut fra lokale forhold. I de følgende kartene er ikke spredning etter internasjonal standard vist, derimot er spredning på landingsrundene tatt med for dokumentasjon.



Figur 7-1 Traséer for landing på Rakkestad flyplass. M 1:35.000.



Figur 7-2 Traséer for avgang fra Rakkestad flyplass. M 1:35.000.



Figur 7-3 Landingsrunder på Rakkestad flyplass. M 1:40.000.

7.4 Flygeprofiler

Alle høydeprofiler er justert slik at de flater ut på 2000 fot AMSL innenfor ca 5 NM av flyplassen for landinger og avganger. For landingsrundene er utflatingshøyde lagt til 1500 fot AMSL, som tilsvarer ca 1150 fot over rullebanen.

8. SKALERING AV TRAFIKK

I dette kapittelet foretas skaleringer av grunnlagstallene for flybevegelser i 2006 til i alt fire scenarier.

1. Med basis i 2006 skaleres trafikken til 10.000 bevegelser pr år.
2. Med basis i 2006 skaleres trafikken til 20.000 bevegelser pr år.
3. Med basis i trafikken fra 2006 skalert til 10.000 bevegelser, men med andelen helikoptertrafikk redusert til 2 %.
4. Med basis i trafikken fra 2006 skalert til 20.000 bevegelser, men med andelen helikoptertrafikk redusert til 2 %.

8.1 Trafikkskalering etter flytype

Alle bevegelser med fixed wing fly skaleres med 1.1203 for å inkludere trafikken fra Norrønaflys verksted i grunnlaget, som ikke var spesifisert pr flytype, men er antatt jevnt fordelt ut over den flypark som trafikkerer flyplassen normalt.

Utgangspunkt for skaleringene er at 2006 hadde 3324 starter og dermed 6648 bevegelser. I tillegg til trafikken fra 2006 danner bevegelsene med turboprop og jet basis for scenariene. For scenario 1 og 3 utgjør turboprop og jet 200 bevegelser og det doble i scenario 2 og 4. Trafikken fra 2006 må derfor skaleres opp til henholdsvis 9.800 og 19.600 bevegelser for de to alternativene. Skalering for trafikken i 2006 blir dermed 1.4741 og respektive 2.9482 for de to trafikkmengder.

Skalering for å redusere andelen helikoptertrafikk fra 20 % til 2 % blir 0.1 for helikopter. For å opprettholde det antall årlige bevegelser som skal inngå må antallet flybevegelser økes tilsvarende. Skaleringsfaktor blir dermed $0.98/0.8=1.225$ for fly for de to siste scenarier (aggregert med skaleringsfaktorer nevnt foran).

8.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer

Det er valgt å beholde dagens flymønster i alle de fire scenariene.

8.3 Trafikkskalering etter tidspunkt

Det er ingen endringer i døgnfordeling av trafikken i de fire scenarier sammenlignet med situasjonen i 2006.

9. BEREGNINGSPARAMETERE

9.1 Beregningsenheter

Det beregnes for de enheter som inngår i definisjon av støysonene etter T-1442 og forskriften til forurensningsloven.

9.2 Beregning i enkeltpunkter

Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet.

9.3 NORTIM beregningskontroll

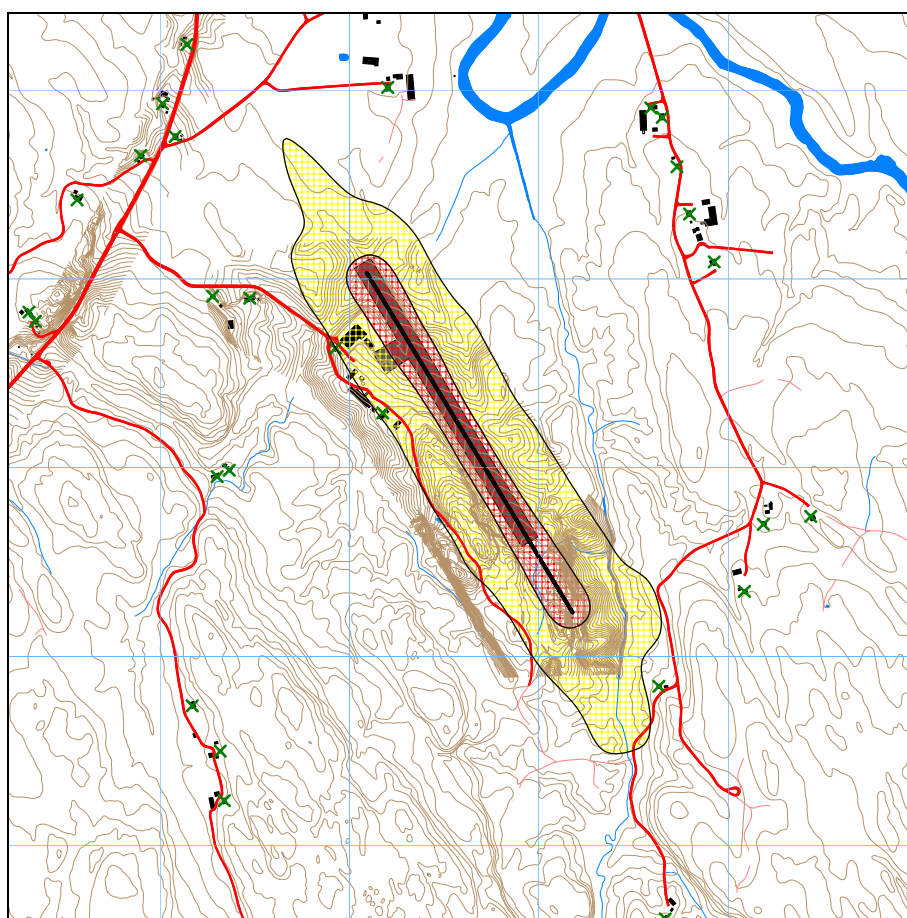
Beregningene foretas med en oppløsning på 64 fot (19.5 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

10.RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

Resultatene av støyberegningene vises i form av kurver på kart. Kartene er i målestokk 1:20.000 og det forlengede rullebanen er markert med en tykk strek. Rutemønsteret i kartet har 500 meters avstand mellom linjene. Samtlige kurver foreligger på SOSI filformat og leveres oppdragsgiver på elektronisk form, for uttegning på andre kart og i andre målestokker.

I og med at det ikke er trafikk på natt i perioden 23-07, vil det kun være måleenheten L_{den} som dimensjonerer støysonene. Gul støyzone ligger mellom L_{den} 52 og 62 dBA, mens rød sone har mer enn L_{den} 62 dBA.

10.1 10.000 bevegelser pr år

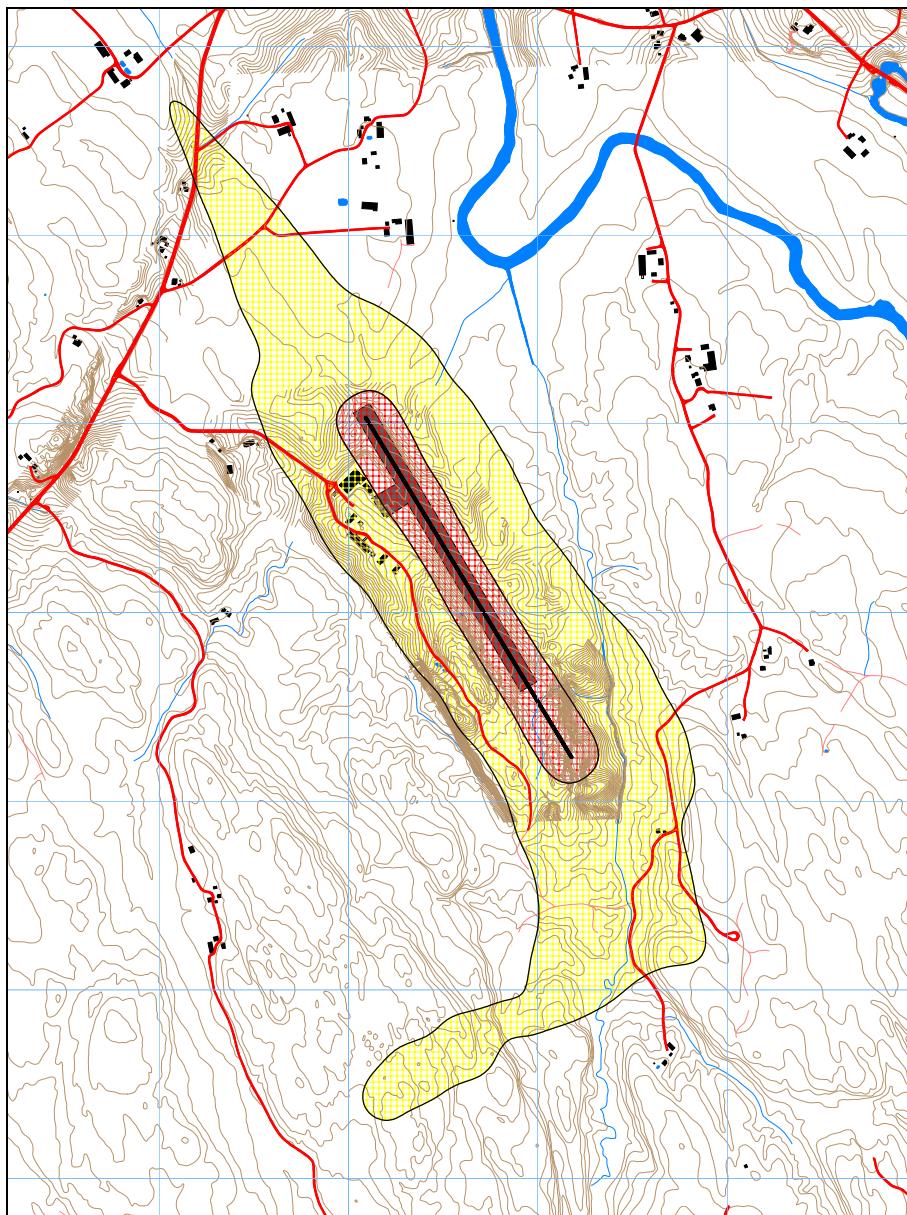


Figur 10-1 Støysoner etter T-1442 for 10.000 årlige bevegelser med trafikkfordeling som 2006. M 1:20.000.

Tabell 10-1 Areal i støysonene for scenario 1.

Støyzone	Areal (km ²)
Gul	0,41
Rød	0,12

10.2 20.000 bevegelser pr år

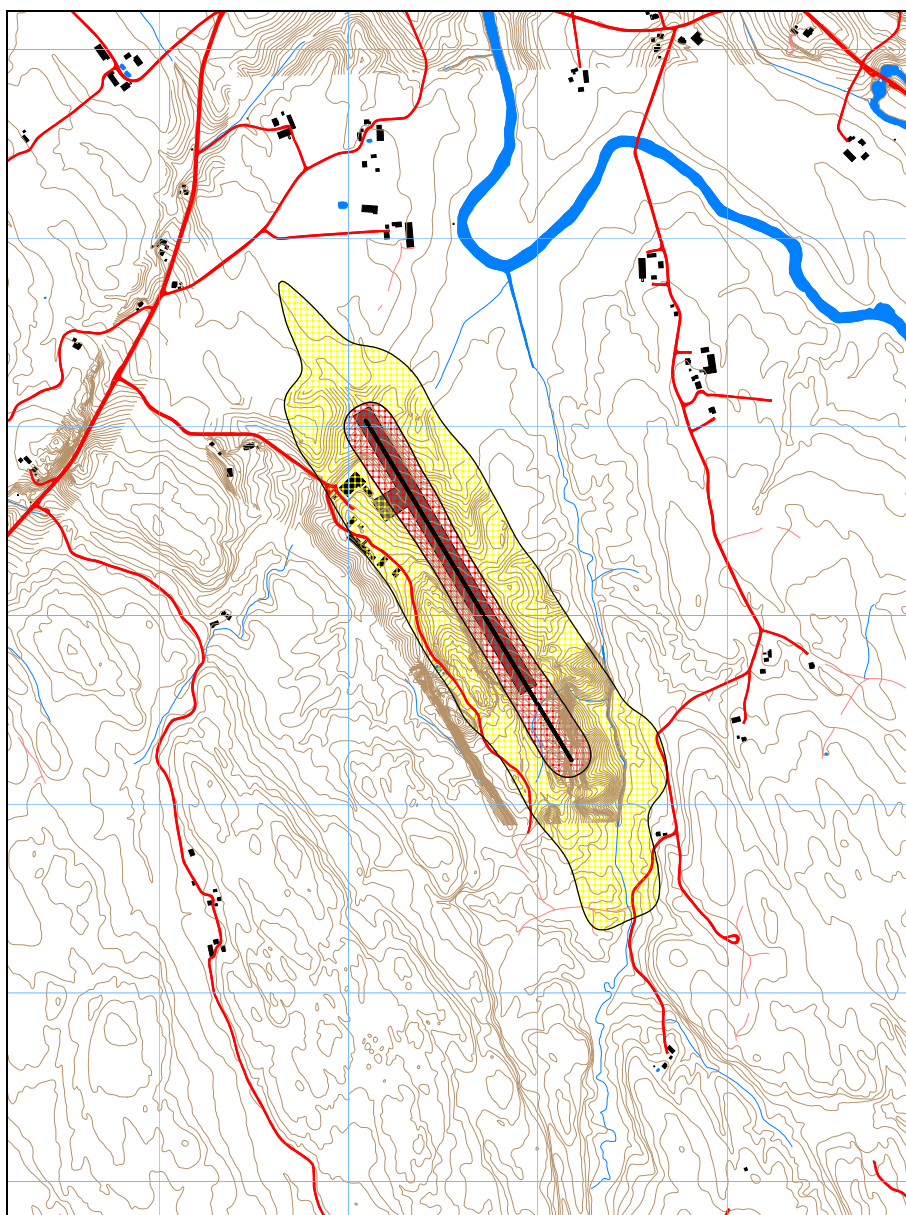


Figur 10-2 Støysoner etter T-1442 for 20.000 årlige bevegelser med trafikkfordeling som 2006. M 1:20.000.

Tabell 10-2 Areal i støysonene for scenario 2.

Støysone	Areal (km ²)
Gul	0,97
Rød	0,17

10.3 10.000 bevegelser pr år med redusert helikopteraktivitet

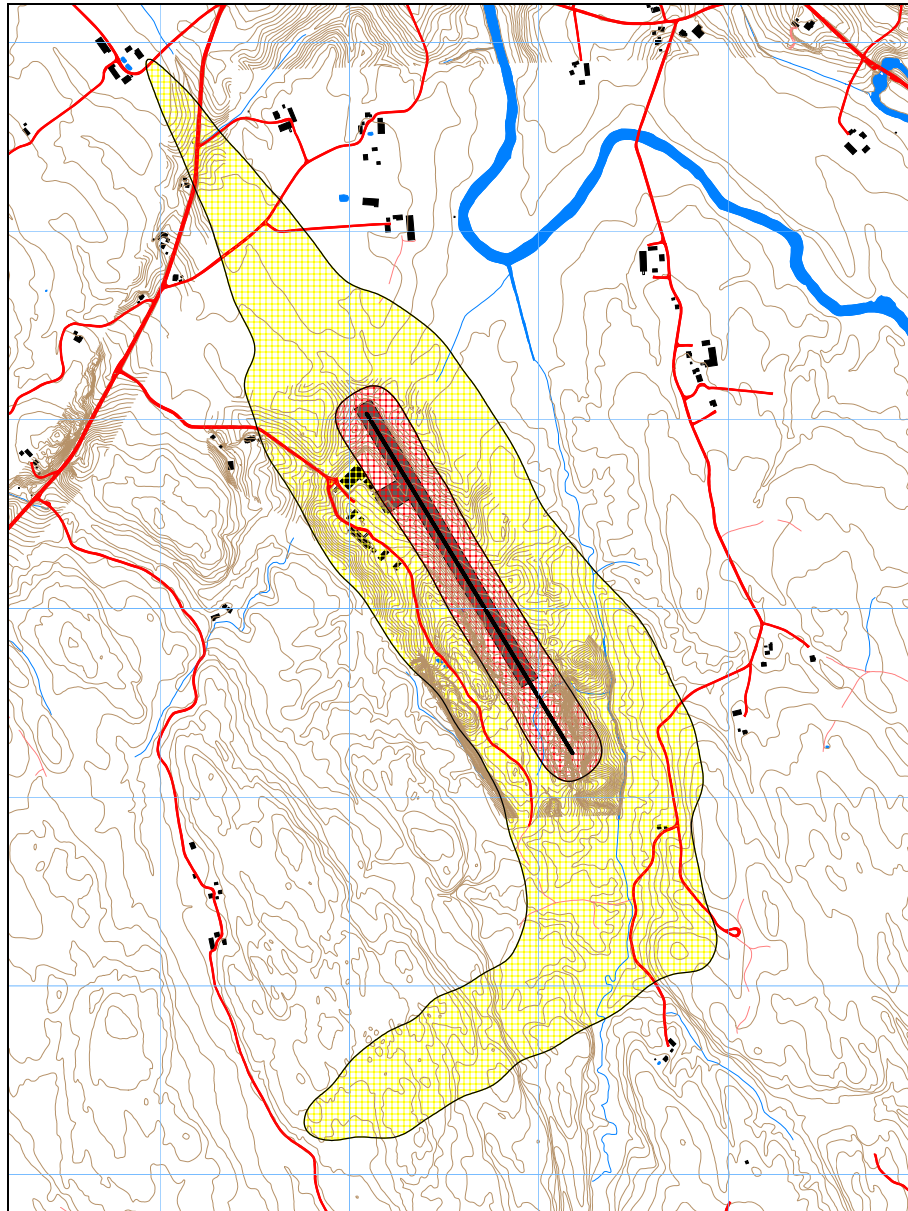


Figur 10-3 Støysoner etter T-1442 for 10.000 årlige bevegelser med redusert andel helikopter. M 1:20.000.

Tabell 10-3 Areal i støysonene for scenario 3.

Støysone	Areal (km ²)
Gul	0,47
Rød	0,13

10.4 20.000 bevegelser pr år med redusert helikopteraktivitet



Figur 10-4 Støysoner etter T-1442 for 20.000 årlige bevegelser med redusert andel helikopter. M 1:20.000.

Tabell 10-4 Areal i støysonene for scenario 4.

Støysone	Areal (km ²)
Gul	1,17
Rød	0,19

11.RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

Her presenteres beregninger relatert til forskriften til forurensingsloven. Beregningene presenteres i form av kotekart og tabeller med antall berørte støyømfintlige bygninger.

Samtlige kurver foreligger på SOSI filformat og leveres oppdragsgiver på elektronisk form, for uttegning på andre kart og i andre målestokker.

I henhold til Tabell 3-2 er kartleggingsgrensen for Rakkestad flyplass for fly alene på L_{EQ24h} (døgnkvivalent støynivå) 53 dBA. Med en standard fasadeisolasjon vil dette gi et innendørs nivå på 35 dBA eller lavere. Normalt vil det ikke forventes behov for tiltak før utendørsnivået er 7 dB høyere, dvs. 42 dBA. Det trekkes derfor en kurve (tentativ tiltaksgrense) for utendørs nivå 60 dBA (altså 53+7). I de tilfeller andre støykilder er til stede, og bidrar like mye som flystøy, er kartleggingsgrensen 3 dB lavere. Det er derfor også trukket en kurve for utendørs nivå 50 dBA (altså 53-3).

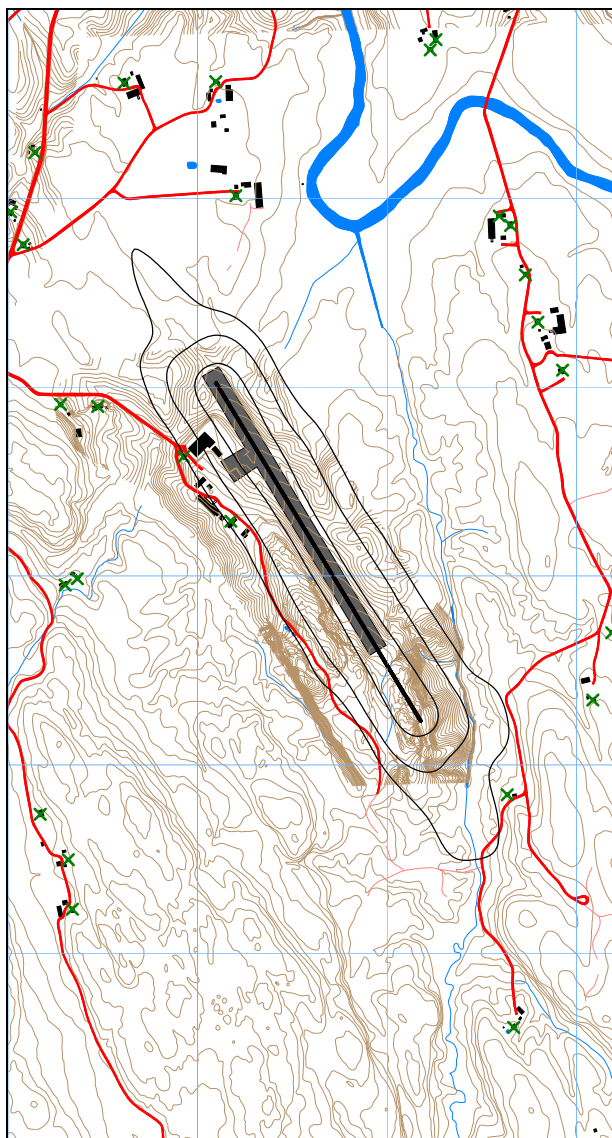
Figurene under viser disse tre kurvene (50, 53 og 60 dBA utenfra og inn) for de fire scenarier. I disse kartene er støyømfintlige bygninger hentet fra eiendomsregisteret market med et (grønt) kryss.

Det framgår av figurene at svært få bygninger er berørt. Antall bygninger innenfor de tre grenseverdier er summert opp i den følgende tabell. Alle de registrerte bygninger innenfor kartleggingsgrensene er boliger.

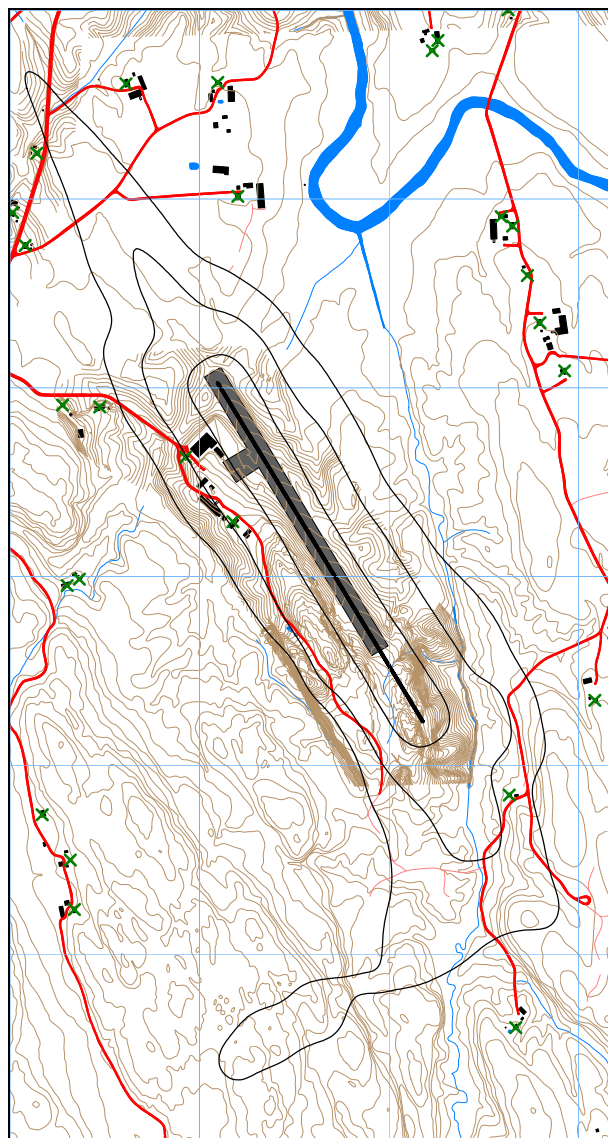
Grenser (dBA)	L_{eq24h}	10000 bevegelser Scenario 1	20000 bevegelser Scenario 2	10000 bevegelser Scenario 3	20000 bevegelser Scenario 4
50-53		1	1	2	2
53-60		0	2	0	2
Over 60		0	0	0	0

Det er altså 2 boliger som det bør kartlegges fasadeisolasjon på dersom trafikken økes til 20.000 årlige bevegelser. Støynivåene er likevel så lave i forhold til kravene i forurensningsforskriften at sannsynligheten for at boligene må tilleggisoleres med denne trafikkmengden er lav.

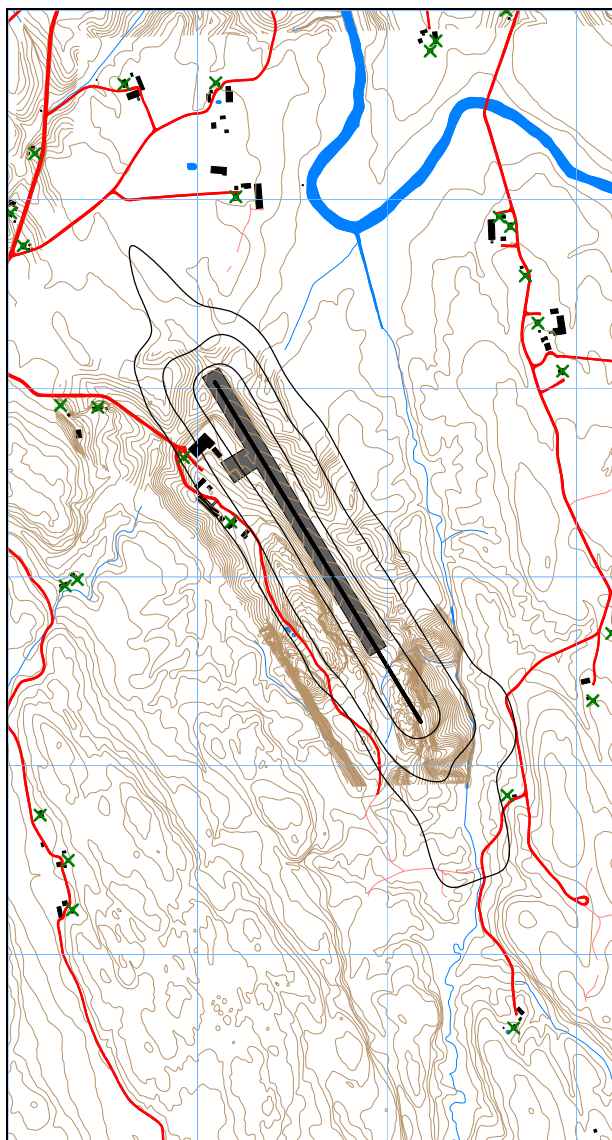
11.1 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak



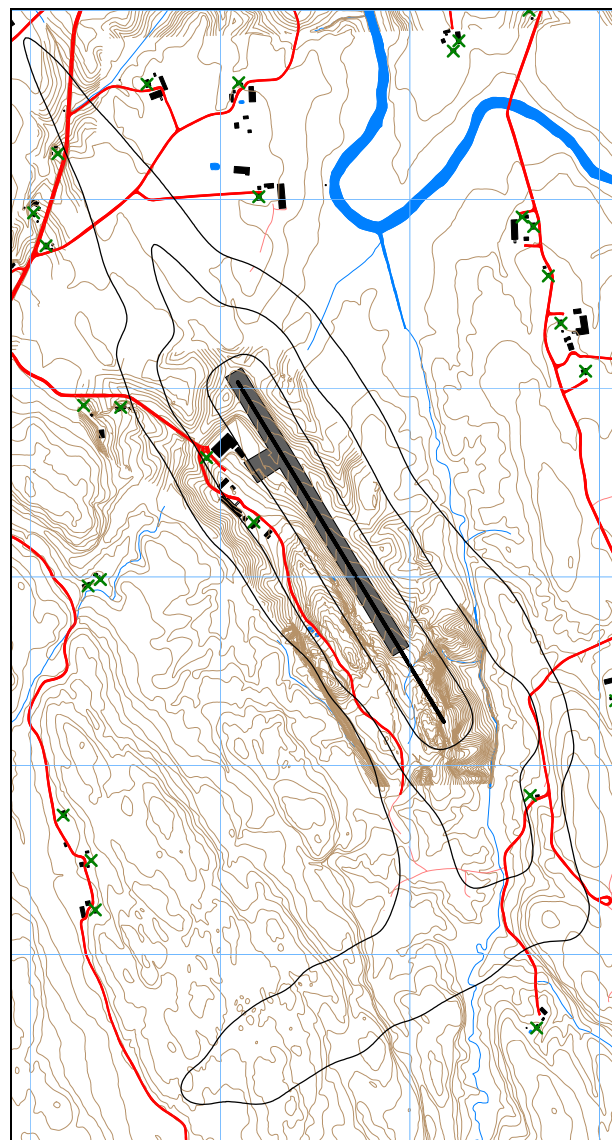
*Figur 11-1
Kartleggingsgrenser for
10.000 årlige bevegelser;
scenario 1. M 1:20.000.*



*Figur 11-2
Kartleggingsgrenser for
20.000 årlige bevegelser;
scenario 2. M 1:20.000.*



*Figur 11-3
 Kartleggingsgrenser for
 10.000 årlige bevegelser,
 scenario 3. M 1:20.000.*



*Figur 11-4
 Kartleggingsgrenser for
 20.000 årlige bevegelser,
 scenario 4. M 1:20.000.*

12.ANDRE RESULTATER

12.1 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA

I 1999 gjennomførte Miljøverndepartementet en kartlegging av antall personer utsatt for støy i Norge. Som en del av dette ble det beregnet antall personer med bosted innenfor døgnkvivalent støynivå (L_{EQ24h}) fra fly på 50 dBA og oppover i 5 dB trinn. Denne beregning følges opp for alle flyplasser som blir beregnet. Det er således gjort tellinger også for Rakkestad.

Tabellen under viser estimert antall personer innenfor hvert 5 dB-intervall, basert på beregninger i bygningspunktene og et gjennomsnitt av antall personer per type bygning.

Tabell 12.1. Antall personer bosatt innenfor hvert 5 dB intervall fra L_{eq24h} 50 dBA, for de fire scenarier.

Støyintervall	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
50 – 55	5	10	7	13
55 – 60	0	0	0	0
60 – 65	0	0	0	0
65 – 70	0	0	0	0
70 ->	0	0	0	0

13. 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
SONEINNDELING.
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.lovdatabasen.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 byggforskningssinstitutt 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] REPORT ON STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL AIRPORTS. VOLUME 2: TECHNICAL GUIDE.
ECAC.CEAC Doc.29 3rd Edition, Strasbourg, 07/12/2005.
- [21] Herold Olsen, Kåre H. Liasjø, Idar L. N. Granøien:
FLYSTØYBELASTNING VED RAKKESTAD FLYPLASS, ÅSTORP.
SINTEF rapport STF40 F96071, Trondheim november 1996.
- [22] Idar L. N. Granøien:
SMÅFLYPLASS I OSLO-OMRÅDET. FLYSTØYSONER.
SINTEF rapport STF40 A91157, Trondheim november 1991.
- [23] DRIFTSHÅNDBOK RAKKESTAD FLYPLASS ENRK.
Revisjonsstatus: 2007-01-26.