

# Rapport

## Oppdaterte beregninger av flystøy for Kristiansand lufthavn Kjevik

Støysoner etter T-1442/2012

**Forfatter(e)**

Idar Ludvig Nilsen Granøien  
Jakob Vennerød



**SINTEF IKT**

Postadresse:  
Postboks 4760 Sluppen  
7465 Trondheim

Sentralbord: 73593000  
Telefaks: 73594302

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

# Rapport

## Oppdaterte beregninger av flystøy for Kristiansand lufthavn Kjevik

Støysoner etter T-1442/2012

EMNEORD:  
Akustikk  
Flystøy

**VERSJON**  
1.0

**DATO**  
2015-03-06

**FORFATTER(E)**  
Idar Ludvig Nilsen Granøien  
Jakob Vennerød

**OPPDRAGSGIVER(E)**  
Avinor

**OPPDRAGSGIVERS REF.**  
Inger Rudvin

**PROSJEKTNR**  
102008641

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**  
44 inklusive 1 vedlegg

### SAMMENDRAG

Det er utarbeidet reviderte støysoner for Kristiansand lufthavn Kjevik etter retningslinje T-1442/2012 og forurensningsforskriften. Beregning av støy er utført med NORTIM versjon 4.2 som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse. I tråd med retningslinjen er det to scenarier som er belyst; situasjonen i 2013 basert på loggført trafikk og en prognose for 2025.

**UTARBEIDET AV**  
Idar Ludvig Nilsen Granøien

SIGNATUR



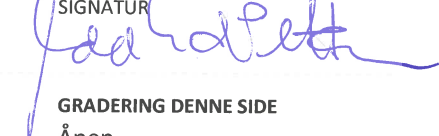
**KONTROLLERT AV**  
Rolf Tore Randeberg

SIGNATUR



**GODKJENT AV**  
Odd Kristen Østern Pettersen

SIGNATUR



**RAPPORTNR**      **ISBN**  
SINTEF A26806      978-82-14-05892-5

**GRADERING**  
Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**  
Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2015-02-04	Første utkast til sluttrapport

1.0	2015-03-06	Endelig versjon
-----	------------	-----------------

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>GENERELT OM FLYSTØY</b> .....	<b>6</b>
2.1	Flystøyens egenskaper og virkninger .....	6
2.1.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy.....	6
2.1.2	Generell sjenanse som følge av flystøy .....	7
<b>3</b>	<b>MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE</b> .....	<b>8</b>
3.1	Måleenheter .....	8
3.2	Støysoner til arealplanlegging.....	9
3.2.1	Definisjon av støysoner .....	9
3.2.2	Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer .....	9
3.3	Beregningsmetode.....	10
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnlaget .....	10
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM .....	10
<b>4</b>	<b>KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN</b> .....	<b>12</b>
4.1	Innendørs støy .....	12
4.1.1	Strategisk støykartlegging .....	12
<b>5</b>	<b>OMGIVELSER</b> .....	<b>13</b>
5.1	Digitalt kartgrunnlag og topografi .....	13
5.2	Digital terrengmodell .....	14
<b>6</b>	<b>FLYAKTIVITET</b> .....	<b>15</b>
6.1	Trafikk i følge journal .....	15
6.2	Trafikk i prognosen .....	17
<b>7</b>	<b>FLYTYPER</b> .....	<b>18</b>
7.1	Flytyper i bruk .....	18
7.2	Kildedata for fly.....	19
<b>8</b>	<b>DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER</b> .....	<b>20</b>
8.1	Destinasjoner .....	20
8.2	Flygeprosedyrer .....	21
8.3	Flytraséer .....	21
8.4	Flygeprofiler .....	27
<b>9</b>	<b>SKALERING AV TRAFIKK</b> .....	<b>28</b>
9.1	Trafikkskalering etter flytype .....	28
9.2	Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer .....	28



9.3	Trafikkskalering etter tidspunkt.....	28
<b>10</b>	<b>BEREGNINGSPARAMETERE .....</b>	<b>29</b>
10.1	Beregningsenheter.....	29
10.2	Beregning i enkeltpunkter .....	29
10.3	NORTIM beregningskontroll .....	29
<b>11</b>	<b>RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442 .....</b>	<b>30</b>
<b>12</b>	<b>RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN .....</b>	<b>36</b>
12.1	Kartlegging av innendørs støynivå.....	36
<b>13</b>	<b>Litteratur.....</b>	<b>39</b>
<b>A</b>	<b>Vedlegg med detaljer på trafikkstatistikk .....</b>	<b>41</b>

## 1 INNLEDNING

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en revidert støykartlegging av Kristiansand lufthavn Kjevik. Siste kartlegging var i 2006, utført av OSL AS med basisår 2004 og prognoseår 2015, se referanse[1]. Totaltrafikken i 2013 var omtrent på samme nivå som i 2004, men sammensetning av den er endret og det er en større økning i trafikken med jetfly enn hva prognosen den gang lød på. I forhold til 2004 var det en økning på 24 % for jetfly fram til 2013, mens prognosen for 2015 la opp til en 14 % økning.

Prosjektansvarlig hos Avinor har vært Inger Rudvin med Kåre Helge Liasjø som faglige kontaktperson. Prosjektet er utført ved SINTEF IKT av Jakob Vennerød 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. Datagrunnlaget er i noen grad en videreføring av tidligere arbeider, se referanse.

## 2 GENERELT OM FLYSTØY

Hensikten med dette kapitlet er å gi en forenklet innføring om hvordan flystøy virker på mennesker. Framstillingen baserer seg på anerkjent viten fra det internasjonale forskningsmiljøet.

### 2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger

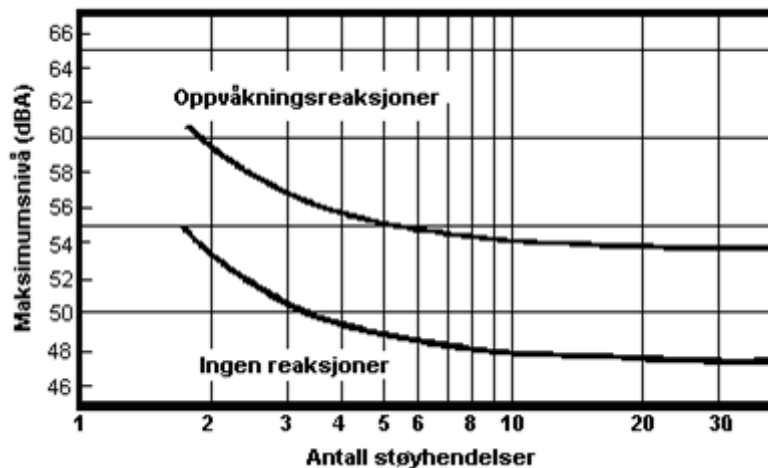
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. Flystøyens frekvensinnhold er slik at de største bidrag ligger i ørets mest følsomme område og det er derfor lett å skille denne lyden ut fra annen bakgrunnsstøy; så lett at man ofte hører flystøy selv om selve støynivået ikke beveger seg over nivået bakgrunnsstøyen.

Folk som utsettes for flystøy rapporterer flere ulemper. De to viktigste typer er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller sjenanse. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader begrenses 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. [2]. 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 [2].

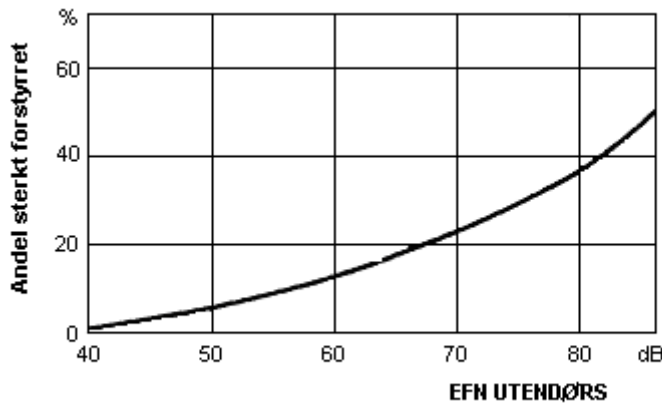
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

### 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 [3-7] 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. [4] viser en gjennomsnittts 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 [5]. Tilsvarende funn ble gjort ved Værnes og i Bodø [6].



**Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall sterkt forstyrret av flystøy som funksjon av ekvivalent flystøynivå utendørs [4].**

### 3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

Miljøverndepartementet ga i juli 2012 ut retningslinje T-1442/2012 for behandling av støy fra forskjellige støykilder [8]. 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. [7] 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 [8] 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 prosent, 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 [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.

**Tabell 3-1. Oppsummering av måleenheter.**

Måleenhet	Forklaring
$L_{den}$	A-veiet ekvivalent lydtrykknivå 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 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 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/EC<sup>1</sup> 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 [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. 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. 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

---

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

utelukkende empirisk utviklet, mens de nye er en blanding av empiri og teori. Bakkedemping er basert på en teoretisk modell [13], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [14] 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 [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.



## 4 KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble første gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven, ble senest revidert i 2004 [17] 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's utredning om fasadeisolasjon [18], som er revidert av Brekke og Strand [19], 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
<b>Regionale flyplasser</b>	Propellfly	19 dBA	54 dBA (35+19)
<b>Stamruteplasser / militære flyplasser</b>	Jagerfly	25 dBA	60 dBA (35+25)
<b>Stamruteplasser</b>	Støysvake jetfly	27 dBA	62 dBA (35+27)

Tiltak på bygninger skal gjøres dersom innendørs støynivå 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

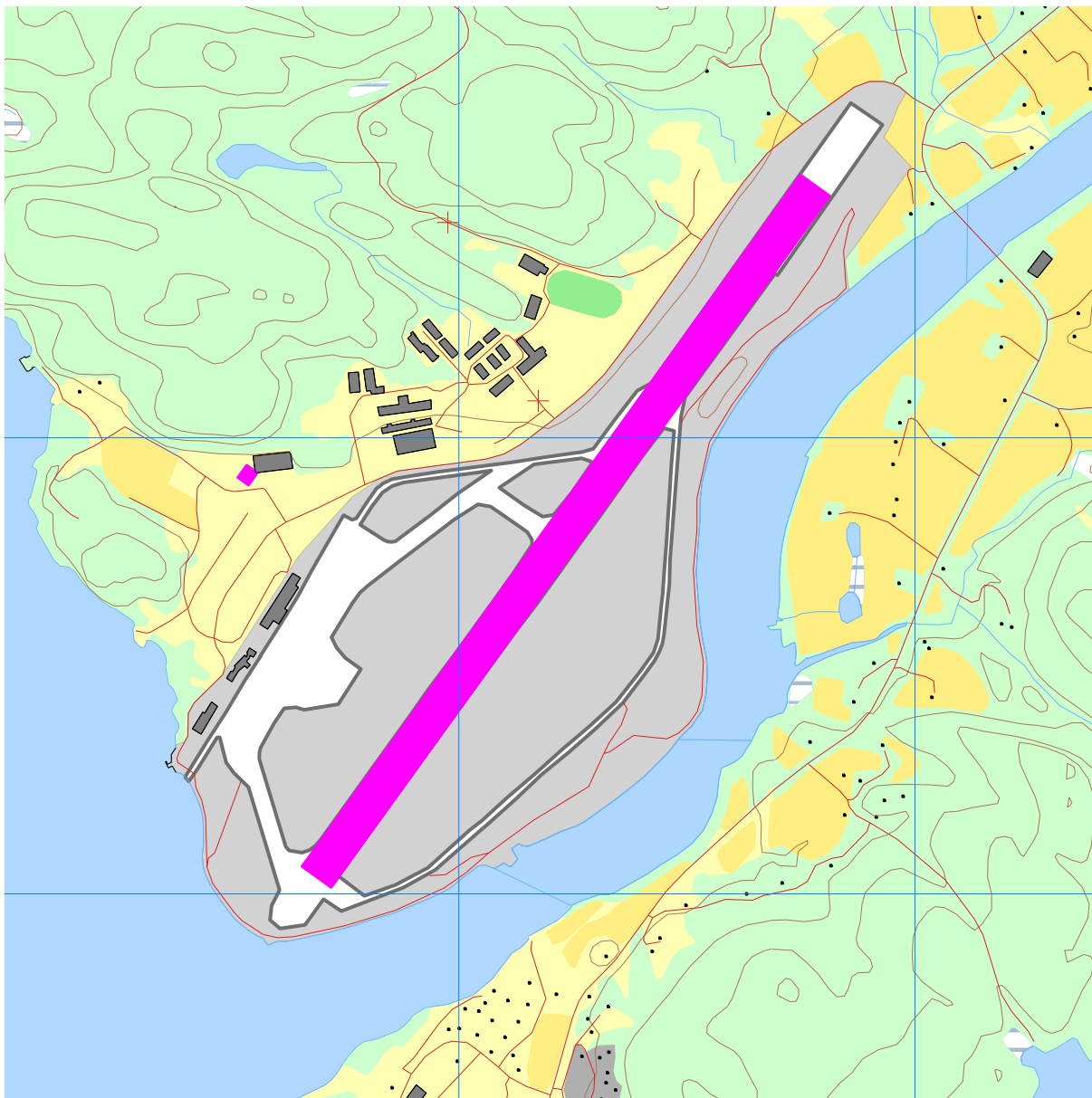
Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstillere EU direktiv 2002/49/EC, befolkningens behov for informasjon og som grunnlag for handlingsplaner. Forskriften gir i vedlegg minstekrav til hva som skal beregnes og rapporteres. Denne del av kartleggingen gjelder for utendørs nivå og det er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

### 5.1 Digitalt kartgrunnlag og topografi

Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverket sine gratis tjenester, ref. [20]. Kartunderlaget er basert på N50 serien i UTM Euref89 sone 32, mens topografien er representert med en punkttetthet på 10 x 10 meter. I figuren under er rullebanen slik den inngår i beregningene markert med rosa.



**Figur 5-1. Rullebaner markert med rosa flater. M 1:15 000.**

Informasjon om banesystemet er hentet fra AIP og koordinater er transformert til dette systemet ved hjelp av programmet SkTrans versjon 2014-03-11 fra Kartverket. I den følgende tabellen er rullebanen lagt inn med terskel som endepunkter og bredde 80 m, siden betong/asfaltdekket har denne bredden. Merk at selve rullebanebredden er definert til 45 m. Landingsplass for helikopter er lagt ved helikopterhangar nord for terminalen, utenfor flyplassområdet. Rullebanene legges automatisk inn som akustisk harde flater.

**Tabell 5-1. Koordinater for rullebanene.**

RWY	Fra Øst	Fra Nord	Til Øst	Til Nord	Retning (gr)	Lengde (m)
04	445687	6451036	446781	6452553	36	1870
22	446781	6452553	445687	6451036	216	1870
HLA	445527	6451904	445547	6451932	36	34
HTO	445547	6451932	445527	6451904	216	34

## 5.2 Digital terrengmodell

Digital terrengmodell er tidligere levert av ©Kartverket for hele landet [20]. Et utsnitt av dette benyttes for å beregne topografiens betydning for lydubredelsen. Topografidata består av høydeinformasjon i desimeter over havet for et punktmønster med 10 meter avstand mellom hvert punkt i nordlig og østlig retning

## 6 FLYAKTIVITET

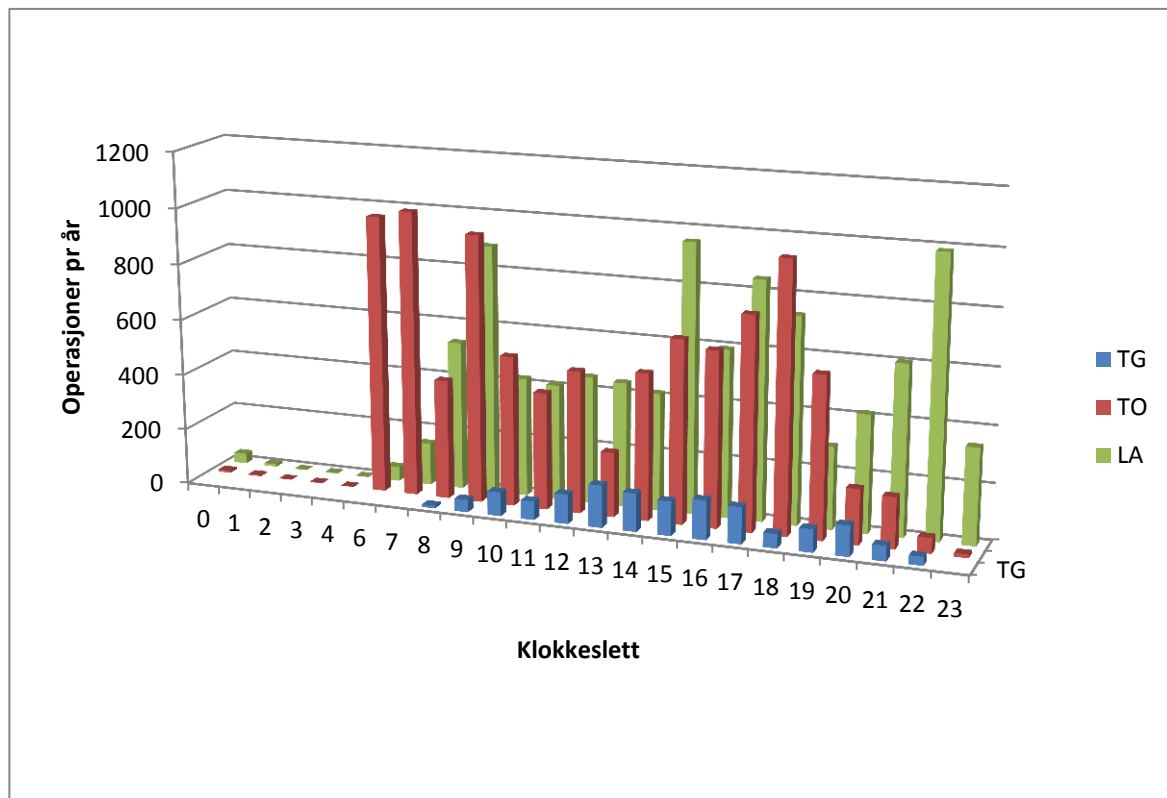
I henhold til retningslinje T-1442 skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregningen av støysonene. I dette tilfellet er trafikken for 2013 benyttet som utgangspunkt for beregningen. I tabeller og figurer i denne rapporten vises derfor tallene for 2013. For beregningen av ti års prognosen er det valgt å benytte prognosetall for 2025. Trafikken skaleres i henhold til Avinors midlertidige prognose pr. dato<sup>2</sup>.

### 6.1 Trafikk i følge journal

Journal på elektronisk format er levert av Avinor og importert i NORTIM. I det følgende er det vist tabeller og figurer som summerer opp trafikken ut fra journalen.

**Tabell 6-1. Antall flybevegelser i 2013.**

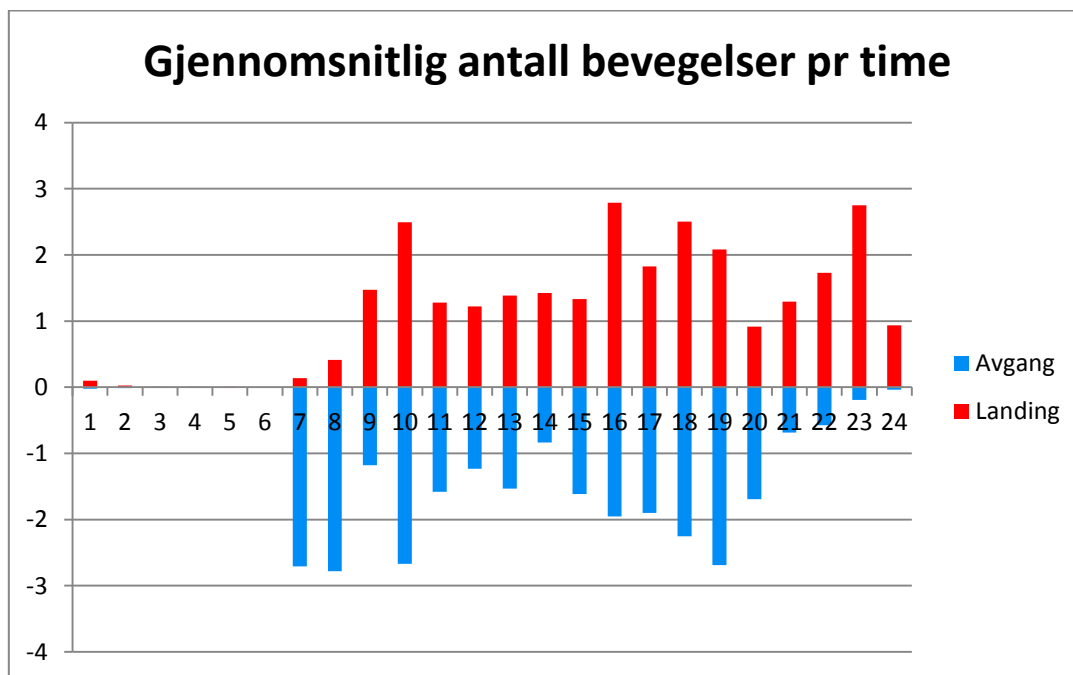
TO_LA	Antall operasjoner
Landing	9604
Touch & Go <sup>3</sup>	1318
Avgang	9618
<b>SUM</b>	<b>20540</b>



**Figur 6-1. Antall bevegelser på årsbasis fordelt over døgnet.**

<sup>2</sup> PROGNOSE PR 2014, mottatt pr. mail 14.10.2014 fra Avinor er merket "midlertidig pr. dato". Denne benyttes i påvente av offisielle prognoser.

<sup>3</sup> Merk at landingsrunder (Touch & Go) her er telt to ganger, siden de er opplistet både i landings- og avgangsjournalen. Derfor skaleres landingsrundene med en faktor 0.5 i beregningene for å få riktig antall operasjoner.



**Figur 6-2. Antall bevegelser pr time for en gjennomsnittsdag i 2013.**

I den følgende tabellen er antall operasjoner fra den elektroniske journalen summert pr. type flyging og sammenlignet med publisert statistikk fra Avinor.

**Tabell 6-2. Antall operasjoner per type flyging.**

FLT-kode	Beskrivelse	Antall operasjoner	Ant. Avinor <sup>4</sup>
1	Ruteflyging	14916	14916
2	Ikke regelbundet trafikk	841	838
3	Fraktflyging	605	605
4	Kontinentalsokkelflyging (m/helikopter)	6	4
5	Annen kommersiell helikopterflyging	397	
6	Annen kommersiell flyging	51	51
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	2	
12	Ambulanseflyging	269	269
13	Skole- og instruksjonsflyging	1046	671
14	Posisjonsflyging	84	
15	Teknisk retur flyging	4	
16	Kontrollflyginger	18	
17	Allmenn flyging	2136	1608
21	Militær flyging	154	
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	1	

<sup>4</sup> Avinors flytrafikkstatistikk, <https://avinor.no/konsern/om-oss/trafikkstatistikk/#!arkiv-6222>. Militære flyginger er ikke tatt med i denne statistikken. I tillegg er landingsrunder (Touch & Go) kun telt som to hendelser (avgang/landing) selv om det reelle antallet er høyere. Dette forklarer avvikene for flygingsart 13 og 17. Korrigert for disse forskjeller vil den offisielle statistikken gi 20 533 bevegelser.

FLT-kode	Beskrivelse	Antall operasjoner	Ant. Avinor <sup>4</sup>
23	Militær skoleflyging	5	
26	Militær kontrollflyging	2	
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	3	
	Annen sivil flyging (tilsvarer kode 5, 14, 15, 16)		503
	<b>SUM</b>	<b>20540</b>	<b>19465</b>

## 6.2 Trafikk i prognosen

Prognosen fra Avinor angir vekst i rute, charter og fraktflyginger fra totalt 16 359 i 2013 til 18 496 i 2025. Vekstfaktor for den samlede trafikken i disse kategorier er da om lag 1.131 og dette legges til grunn for prognosen som benyttes i beregningene her. Samme vekstfaktor benyttes også for posisjonsflyging ettersom dette er aktivitet knyttet til rutetrafikk i stor grad. For de øvrige typer flyging er det ikke forventet noen endring i omfanget.

Ut over den angitte vekst er det også forventet en fornyelse av flyparken.

## 7 FLYTYPER

### 7.1 Flytyper i bruk

Koding av flytypenavn i journalen er gjort i tråd med ICAO dokument 8643, <http://www.icao.int/publications/DOC8643/Pages/default.aspx>. I databasen til beregningsprogrammet har flytypene andre betegnelser og det er derfor en del av forbehandling av data å oversette typenavn til de som databasen inneholder. I de tilfeller hvor det er flytyper som det ikke er data for i databasen, benyttes substitutter etter en godkjent liste.

Det er også benyttet samlebetegnelser for mindre fly, GASEPF og GASEPV, for en-motors småfly med stempelmotorer og propell med henholdsvis faste og vribare propellblad. Dersom det ikke kan fastslås enkelt hvilken propelltype flyet har benyttes substitutten COMSEP som støymessig ligger mellom de to ovennevnte. To-motors småfly med stempelmotorer samles i gruppen BEC58P. For helikopter som ikke har egne data er det benyttet betegnelsene LHEL, MHEL og THEL for lett, middels og tungt helikopter. Disse tre klassene modelleres med data for henholdsvis BO105, SA365 og SK61.

ICAO kode oversettes til databasenavn og flytyper som ikke finnes i databasen substitueres. De 147 flytypene reduseres dermed til 53 flytypenavn fra databasen, se Tabell 13-1 i vedlegget. Fra tilsendt trafikkinformasjon blir fordelingen av flytyper slik som vist i Tabell 7-1, hvor også flytyper med tilnærmet samme operasjonsmønster er sortert i grupper for å forenkle beregningsgrunnlaget.

Siden KLM ikke bruker visual approach til bane 22, legges det inn en egen flytype, E190KLM, med samme støydata som E190. I databasen blir F10062 kopiert til F10062KLM for å kunne skille trafikken. Dermed blir E190KLM og F70 (kun flydd av KLM) erstattet med F10062KLM.

**Tabell 7-1. Bevegelser pr flytype i databasen for 2013.**

Flytype databasenavn	Gruppe	Antall bevegelser	Flytype databasenavn	Gruppe	Antall bevegelser
757PW	JET	6	CNA441	TP	4
7373B2	JET	640	CNA500	JET	319
737400	JET	66	CNA750	JET	18
737500	JET	106	COMSEP	P0	260
737700	JET	2098	DC3	P0	10
737800	JET	2628	DHC6	TP	272
A320	JET	258	DHC8	TP	4
A32123	JET	26	DHC830	TP	7091
A7D	JET	2	EC35	H	62
MHEL	H	15	EMB145	JET	2
BAE146	JET	22	F10062	JET	809
BEC58P	P0	127	F10062KLM	KLM	1740
C130	TP	51	F5AB	JET	4
C130HP	TP	25	FAL20	JET	24
CIT3	JET	14	GASEPF	P0	126
CL600	JET	12	GASEPV	P0	129
CL601	JET	2	GIV	JET	2
CNA172	P0	902	HS748A	TP	181
CNA206	P0	169	IA1125	JET	4
CNA20T	P0	460	L188	TP	2

Flytype databasenavn	Gruppe	Antall bevegelser
<b>LEAR35</b>	JET	30
<b>LHEL</b>	H	12
<b>MD81</b>	JET	4
<b>MU3001</b>	JET	64
<b>PA28</b>	PO	1130
<b>PA30</b>	PO	10
<b>PA31</b>	PO	4

Flytype databasenavn	Gruppe	Antall bevegelser
<b>R22</b>	H	191
<b>S92</b>	H	14
<b>SA350</b>	H	363
<b>SABR80</b>	JET	8
<b>SF340</b>	TP	4
<b>THEL</b>	H	14

**Tabell 7-2. Antall operasjoner pr gruppe fly og helikopter.**

Gruppe	Beskrivelse	Antall
<b>H</b>	Helikopter	671
<b>JET</b>	Jetfly	7168
<b>KLM</b>	Jetfly (KLM)	1740
<b>PO</b>	Småfly (GA)	3327
<b>TP</b>	Turboprop	7634
	<b>SUM</b>	<b>20540</b>

For prognosen i 2025 er det forventet at det er tre flytyper som vil bli faset ut og erstattet med nyere varianter som vist i den neste tabellen.

**Tabell 7-3. Forventet utskifting av flytyper.**

Dagens flytype	Flytype i prognosen
<b>B737-3B2</b>	B737-800
<b>B737-400</b>	B737-700
<b>B737-500</b>	B737-700

## 7.2 Kildedata for fly

Støydata for de enkelte flytypene baseres på de datasettene som finnes i NORTIMs database og er altså fra den internasjonale databasen.



## 8 DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

For å beregne støy fra flytrafikken er det nødvendig å vite hvor flyene flyr. Siden det ikke finnes en automatisk sporing av flygebaner på Kristiansand lufthavn i form av radarmålinger, må denne informasjonen avledes av oppføringene i journalen, etablerte operative flygeprosedyrer og øvrig lokal kunnskap om typisk anvendte traséer. Dette kapittelet angir hvilke flytraséer trafikken er fordelt på, og hvordan disse relateres til rullebanebruk og destinasjoner. Destinasjon benyttes i denne rapport både som betegnelse for hvor flyene kommer fra og hvor de skal. Fordelingen som gjennomføres her er i stor grad basert på informasjon fra AVINOR v/Kåre H. Liasjø<sup>5</sup>.

### 8.1 Destinasjoner

Destinasjoner som er angitt i den elektroniske journalen gjenkjennes i listen i Location Indicators (ICAO Doc 7910). Det er angitt 67 forskjellige destinasjoner i grunnlaget. Disse gjenkjennes og samles i grupper ut fra hvilken retning de ligger i og hvilke prosedyrer de vil følge inn og ut fra flyplassen. Plassering i gruppe er vist i Tabell 13-2 i vedlegget der også avstand i form av "Stage Length" er vist. De valgte gruppene og tilhørende trafikkmengder er vist i den følgende tabell.

**Tabell 8-1. Antall bevegelser på hver destinasjonsgruppe.**

Gruppe	Operasjon	Antall operasjoner
LOKAL	Landing	287
LOKAL	Touch & Go	998
LOKAL	Avgang	287
Nord	Landing	3527
Nord	Touch & Go <sup>6</sup>	219
Nord	Avgang	3511
Nordvest	Landing	2009
Nordvest	Touch & Go	14
Nordvest	Avgang	1985
Nordøst	Landing	73
Nordøst	Touch & Go	32
Nordøst	Avgang	65
Sør	Landing	105
Sør	Avgang	96
Sørvest	Landing	1303
Sørvest	Avgang	1304
Sørøst	Landing	1561
Sørøst	Touch & Go	31
Sørøst	Avgang	1574
Vest	Landing	724
Vest	Touch & Go	24
Vest	Avgang	782
Øst	Landing	15

<sup>5</sup> Elektronisk post datert ti 23.09.2014 11:40.

<sup>6</sup> Når Touch & Go bevegelser har andre destinasjoner enn Kjevik, så skyldes det at de kommer fra en annen flyplass og gjør landingsrunder, eventuelt drar til en annen flyplass etter å ha gjennomført landingsrunder.

Gruppe	Operasjon	Antall operasjoner
Øst	Avgang	14
SUM		20540

## 8.2 Flygeprosedyrer

Det etableres prosedyrer for landing og avgang til hver destinasjonsgruppe, en til hver av rullebaneretningene, og for hver flytypekategori. Prosedyrene baseres på informasjon fra AIP.

For alle prosedyrene, unntatt helikopterprosedyrer, er det antatt 60 % avgang på bane 04, og 60 % landing på bane 22. Helikopterprosedyrene er lagt slik at alle avganger og landinger foregår ved landingsplassen. Det er også lagt inn prosedyrer for flytaksing før avgang og etter landing.

**Tabell 8-2. Fordeling av bruk av rullebane på type flyging og bevegelse.**

Flykategori	Gruppering	Bevegelse	Bane 04	Bane 22	Bane HTO	Bane HLA
Fly	Alle	Avgang	60 %	40 %		
		Landing	40 %	60 %		
Helikopter	Alle	Avgang			100 %	
		Landing				100 %

## 8.3 Flytraséer

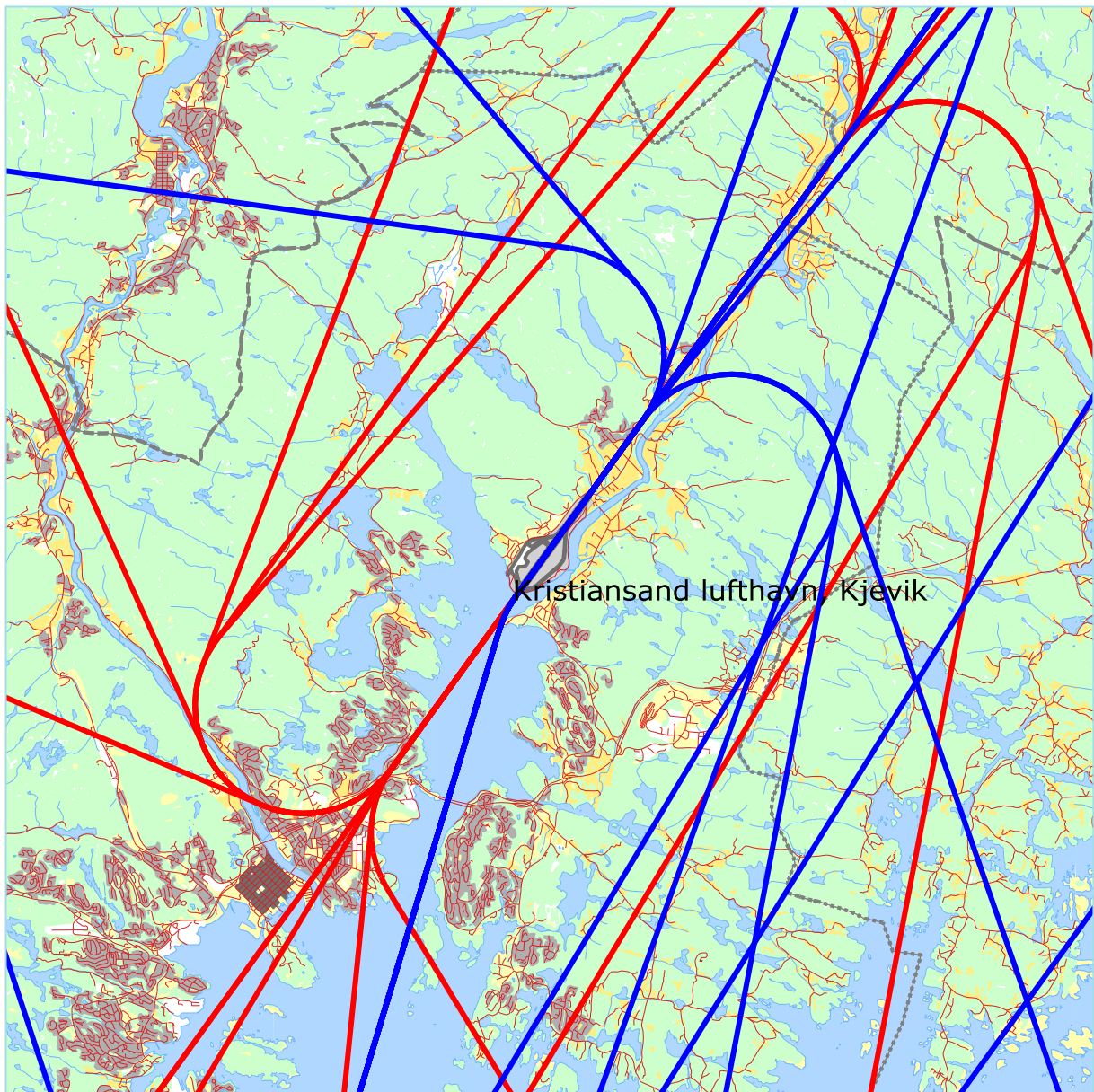
For hver flykategori utarbeides traséer for landinger og avganger. For bane 04 og 22 er det lagt inn både instrumentprosedyrer og visuelle prosedyrer. For jetfly følger 10 % av avgangene SID, mens 90 % følger SID et stykke før de tar av direkte mot sjekkpunkt for destinasjon. Turbopropfly svinger ved 1500 fot direkte mot sjekkpunkt. For landinger følger 75 % instrumentprosedyrer, mens 25 % bruker visual approach. Unntaket er KLM som ikke bruker visual approach. For helikopter og småfly er det kun visuelle prosedyrer. Helikopter flyr rett ut i alle retninger, mens småfly flyr inn fra/ut mot sjekkpunktene ÅLEFJÆR og STEMMANE som beskrevet i AIP.

For alle prosedyrene etableres en hovedtrasé. I tillegg etableres traséer for statistisk spredning av trafikken etter standard metode for landinger og avganger [21]. Traséene tar utgangspunkt i AIP for Kjevik og prosedyrebeskrivelser fra AVINOR.

**Tabell 8-3. Fordeling av instrument/visuelle traséer.**

Flykategori	Vis/Inst	Instrument/SID	Visuell
JET	Avgang	10 %	90 %
	Landing	75 %	25 %
KLM	Avgang	10 %	90 %
	Landing	100 %	0 %
TP	Avgang	0 %	100 %
	Landing	75 %	25 %
P0/H	TO/LA	0 %	100 %

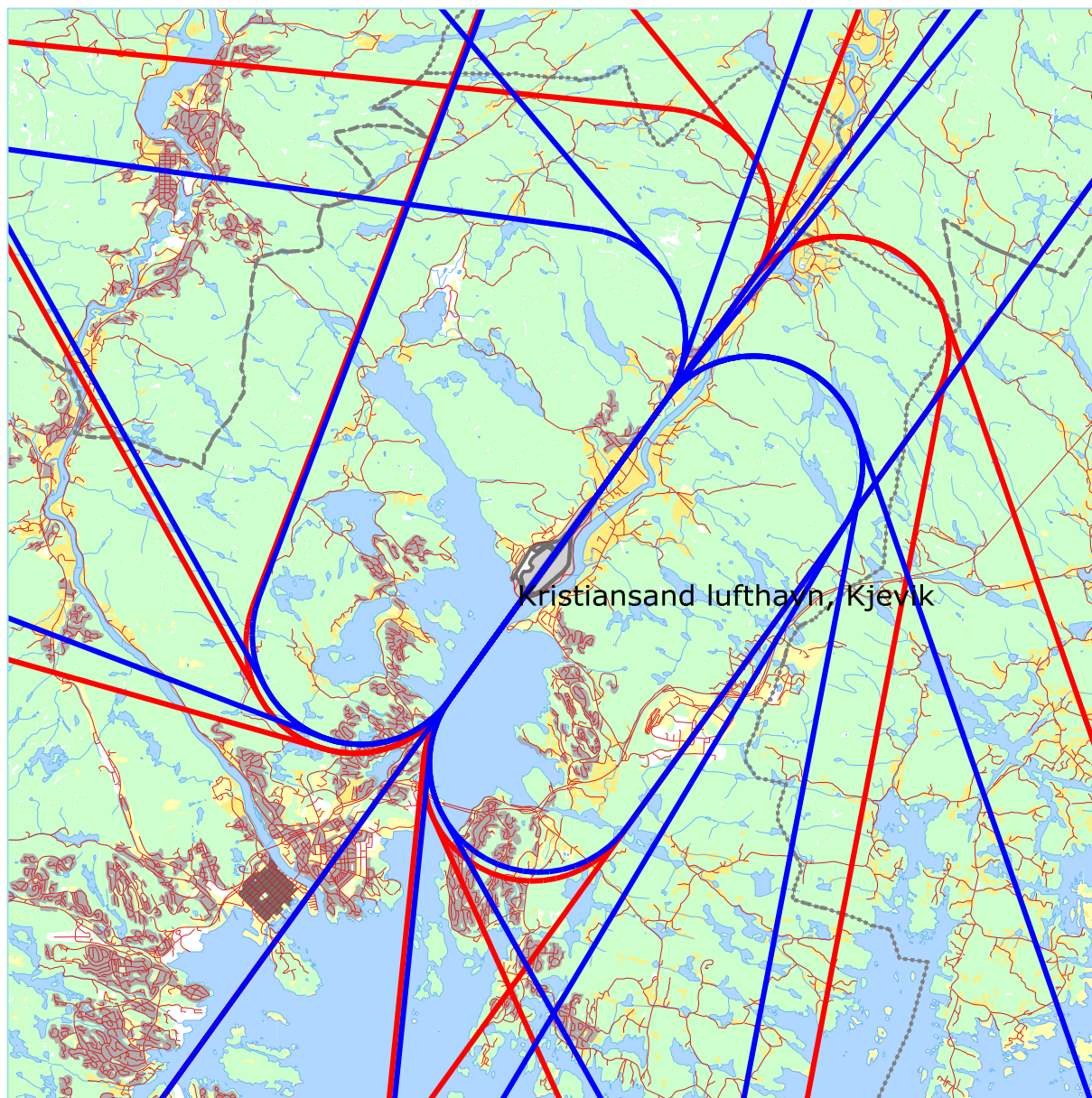
De følgende kart viser traséer tegnet på kartgrunnlag i målestokk 1:125 000, unntatt Figur 8-5, som er i 1:75 000, og Figur 8-6, som er i målestokk 1:20 000. For oversiktens skyld er spredtraséene ikke vist på figurene. Under hver figur viser en tabell hvor mange operasjoner det er på de ulike grupper av destinasjoner.



**Figur 8-1. Avgangs- og landingstraséer for jetfly. Målestokk 1:125 000.**

Avganger		
Retning	Flykategori	Antall operasjoner
LOKAL	JET	2
Nord	JET	2474
Nordvest	JET	170
Nordøst	JET	13
Sør	JET	88
Sørvest	JET	1294
Sørøst	JET	330
Vest	JET	56
Øst	JET	11

Landing		
Retning	Flykategori	Antall operasjoner
LOKAL	JET	2
Nord	JET	2469
Nordvest	JET	176
Nordøst	JET	18
Sør	JET	91
Sørvest	JET	1294
Sørøst	JET	307
Vest	JET	59
Øst	JET	10

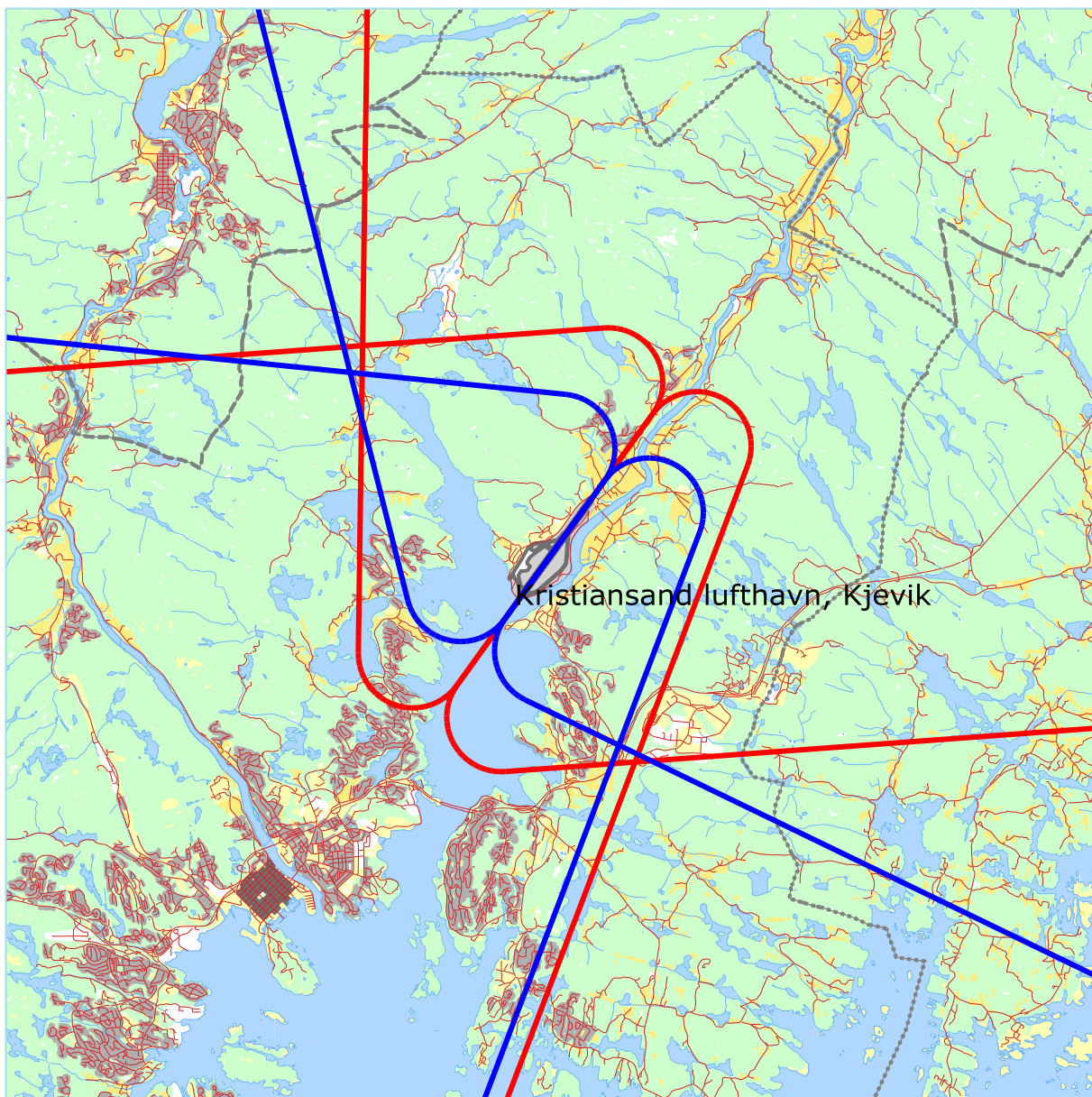


**Figur 8-2. Avgangs- og landingstraséer for turbopropfly. Målestokk 1:125 000.**

Avganger		
Retning	Flykategori	Antall operasjoner
LOKAL	TP	8
Nord	TP	192
Nordvest	TP	1761
Nordøst	TP	9
Sør	TP	3
Sørvest	TP	3
Sørøst	TP	1187
Vest	TP	628
Øst	TP	1

Landinger		
Retning	Flykategori	Antall operasjoner
LOKAL	TP	8
Nord	TP	218
Nordvest	TP	1787
Nordøst	TP	9
Sør	TP	1
Sørvest	TP	1
Sørøst	TP	1183
Vest	TP	582
Øst	TP	1

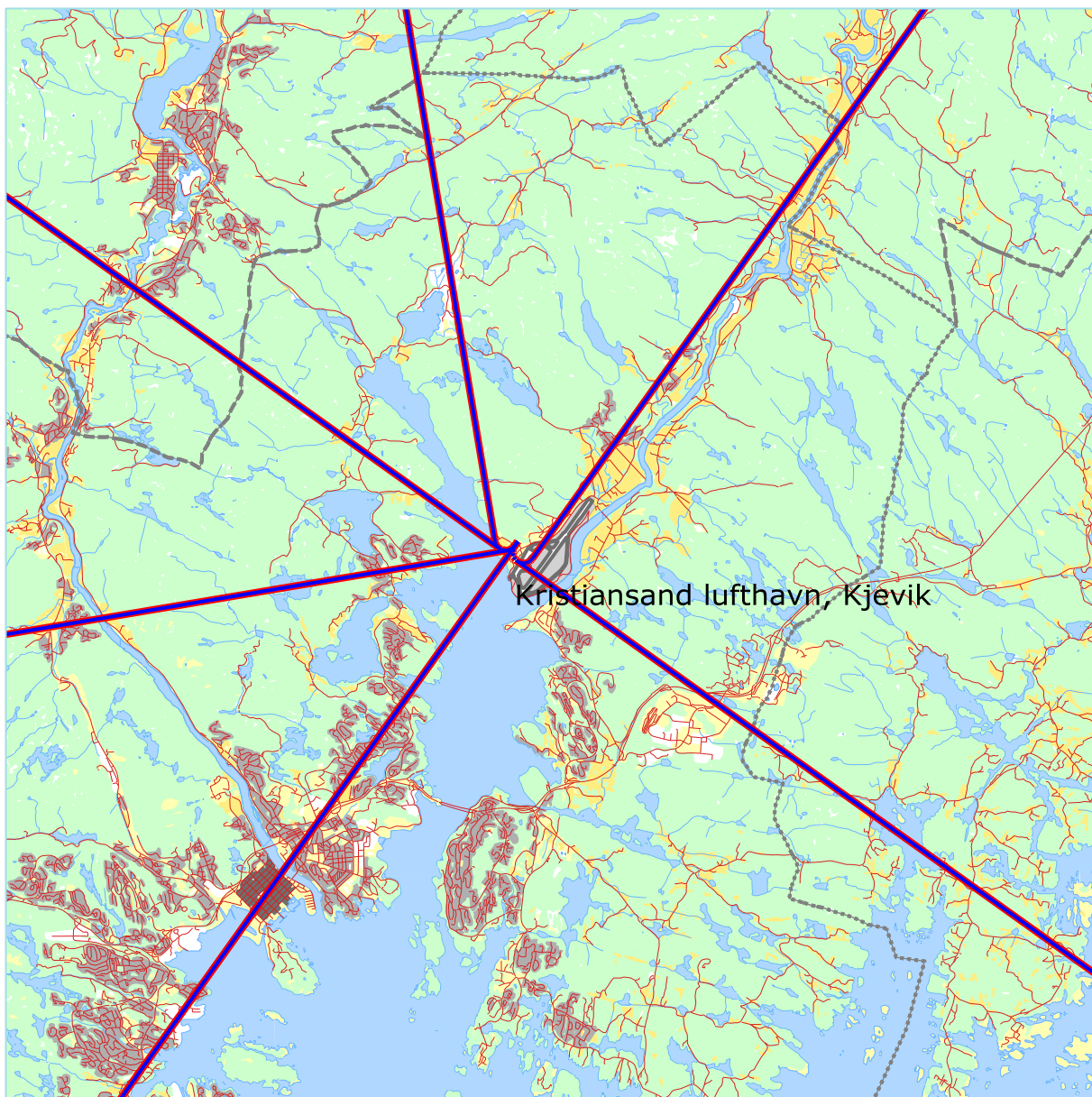




**Figur 8-3. Avgangs- og landingstraséer for småfly. Målestokk 1:125 000.**

Avganger		
Retning	Flykategori	Antall operasjoner
LOKAL	P0	246
Nord	P0	611
Nordvest	P0	51
Nordøst	P0	34
Sør	P0	5
Sørvest	P0	7
Sørøst	P0	52
Vest	P0	80
Øst	P0	2

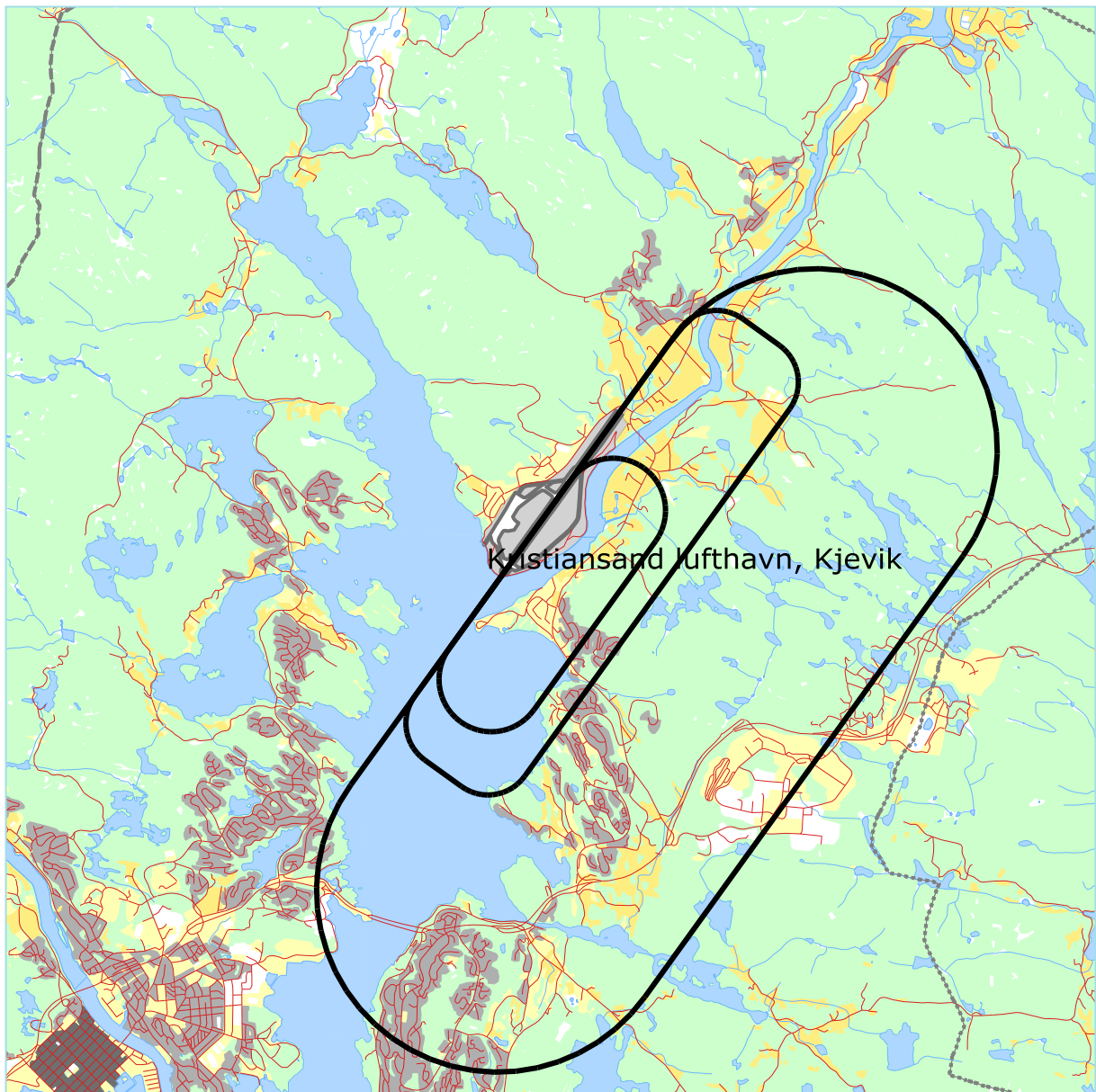
Landing		
Retning	Flykategori	Antall operasjoner
LOKAL	P0	246
Nord	P0	591
Nordvest	P0	43
Nordøst	P0	39
Sør	P0	13
Sørvest	P0	7
Sørøst	P0	67
Vest	P0	67
Øst	P0	4



**Figur 8-4. Avgangs- og landingstraséer for helikopter. Målestokk 1:125 000.**

Avganger		
Retning	Flykategori	Antall operasjoner
LOKAL	H	31
Nord	H	234
Nordvest	H	3
Nordøst	H	9
Sørøst	H	5
Vest	H	18

Landinger		
Retning	Flykategori	Antall operasjoner
LOKAL	H	31
Nord	H	249
Nordvest	H	3
Nordøst	H	7
Sørvest	H	1
Sørøst	H	4
Vest	H	16

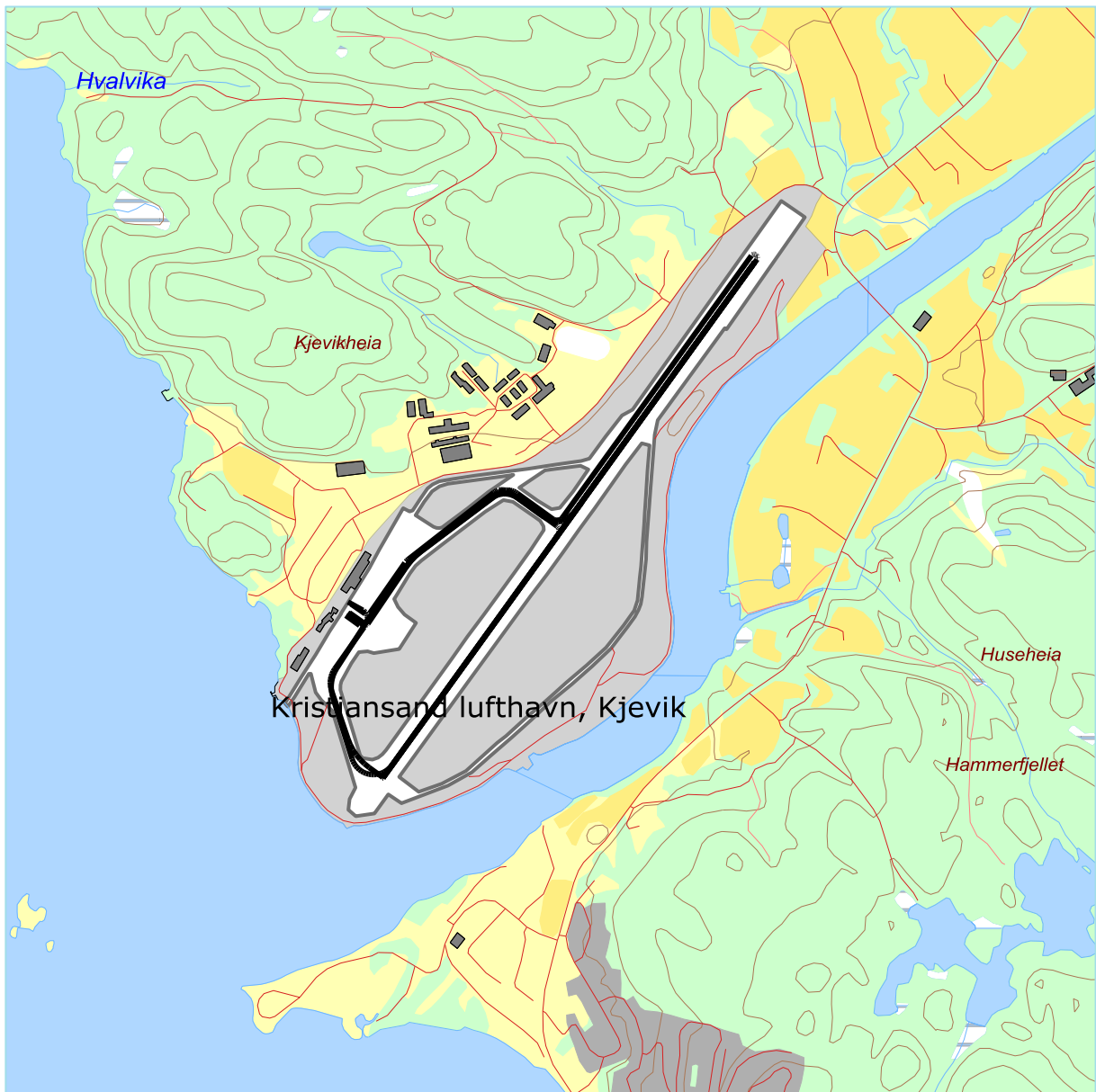


**Figur 8-5. Landingsrunder (Touch & Go) for fly og helikopter. Målestokk 1:75 000.**

Retning	Flykategori	Antall operasjoner
LOKAL	TP	8
Nord	TP	40
Nordvest	TP	12
LOKAL	P0	968
Nord	P0	149
Nordvest	P0	2
Nordøst	P0	32

Retning	Flykategori	Antall operasjoner
Sørøst	P0	1
Vest	P0	10
Sørøst	JET	30
Vest	JET	14
LOKAL	H	30
Nord	H	30





Figur 8-6. Traséer for taksing med fly. Målestokk 1:20 000.

#### 8.4 Flygeprofiler

Med flygeprofiler menes høyde, hastighet og motorpådrag som funksjon av avstand fra terskelpunkt for både landinger og avganger. For avganger er referansepunktet lik startpunktet for avgangen, det vil si der bremsene slås av og akselerasjonen starter. For landinger er referansepunktet den terskel som overflys rett før flyet når bakken.

Flydatabasen inneholder datasett for både landings- og avgangsprofiler for flytypene som inngår i databasen. Disse data er for sivile fly fra INM databasen fra FAA (ref.[15]), mens militære fly har sine data fra OMEGA databasen utgitt av USAF (ref.[16]).

Avgangsprofilene for hver flytype er bestemt av avgangsvekt, som er funksjon av hvor langt flyet skal gå til destinasjon (StageLength). For landinger er det lagt inn glidebane med 3.4 graders helning på bane 04 og 3.5 graders helning på bane 22, som beskrevet i AIP. For helikopter er det lagt inn 6 graders helning på glidebanen.



## **9 SKALERING AV TRAFIKK**

Skalering av trafikkmengder benyttes for å kompensere for eventuelt manglende datagrunnlag for dagens situasjon samt for å skalere trafikken til andre situasjoner, som f. eks. en prognose. NORTIM er lagt opp til å kunne skalere langs flere akser.

### **9.1 Trafikkskalering etter flytype**

Skalering for prognosen for 2025 er vist i kapittel 6.2. Flyingskategori 1, 2, 3 og 14 skaleres med faktoren 1.131.

### **9.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer**

Det antas at trafikken i prognosen har samme fordeling på destinasjoner som i dagens situasjon. Utover skaleringer beskrevet over er det derfor ikke skalert med hensyn på prosedyrer og traséer.

### **9.3 Trafikkskalering etter tidspunkt**

Det legges ingen forskyving av trafikken over døgnet i forhold til statistikken fra 2013, kun den prosentvise økning som omtalt over.

## **10 BEREGNINGSPARAMETERE**

### **10.1 Beregningsenheter**

Det beregnes for alle enheter som er relatert til retningslinje T-1442 og Forurensningsforskriften.

### **10.2 Beregning i enkeltpunkter**

Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle bygninger med støyømfintlige bruksområder innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert pr 2014-10-06.

### **10.3 NORTIM beregningskontroll**

Grunnlagsberegningene for T-1442 og kartlegging etter forurensningsforskriften foretas med en oppløsning på 256 fot (78 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

## 11 RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

Resultatene av støyberegningene vises i form av kurver på kart. Normalt vises ett kart for hver støyenhet som inngår i grunnlaget for konstruksjon av støysonkart etter T-1442, dvs. for  $L_{DEN}$  og  $L_{5AS}$  ( $MFN_{23-07}$ ).

Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre enheter for støynivå enn de som vises her. Disse foreligger på SOSI filformat og leveres oppdragsgiver på elektronisk form. De er ikke vist her av plasshensyn og ut fra ønske om å begrense omfanget av resultatfigurer.

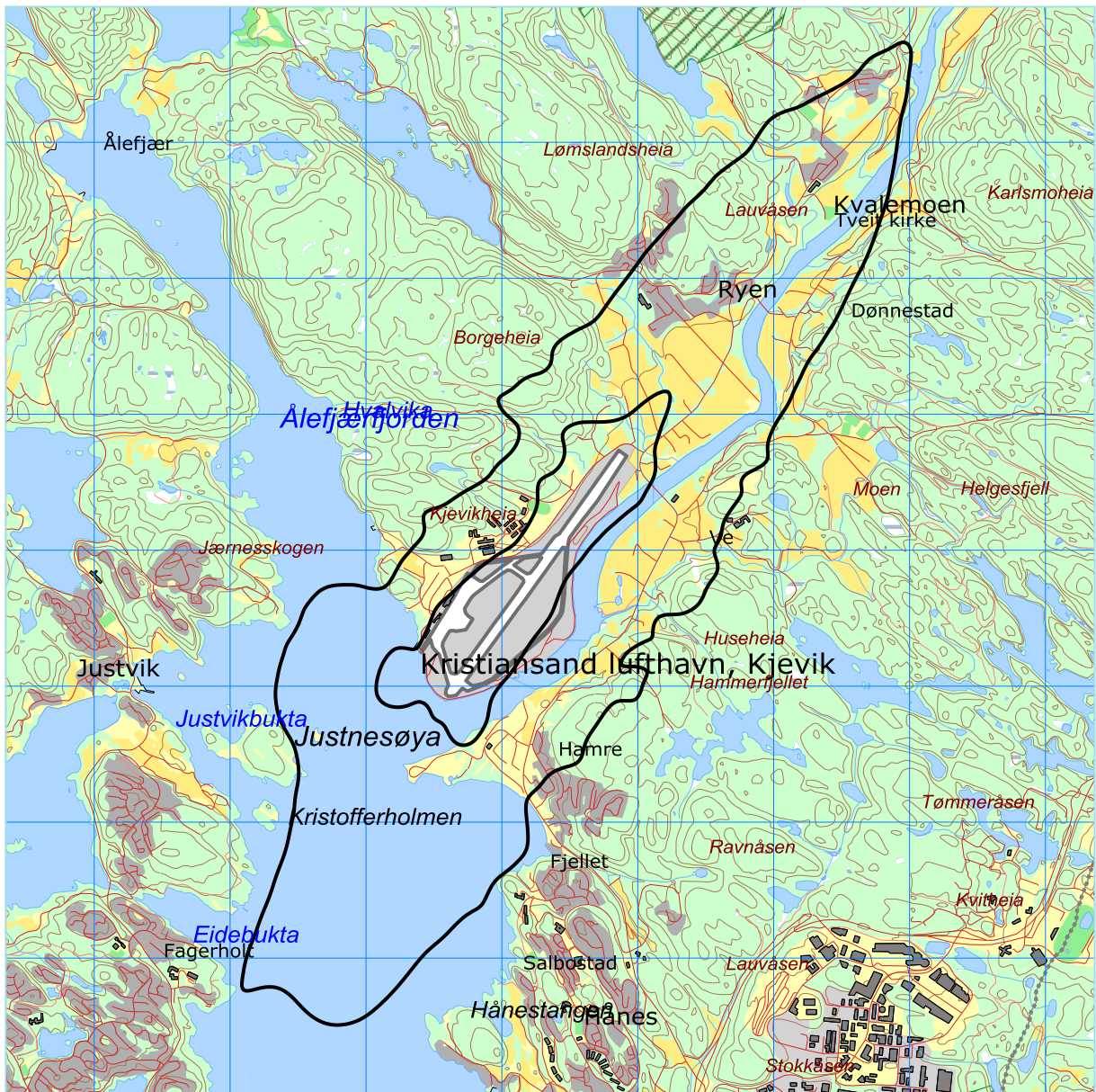
**Tabell 11-1. Areal innenfor støysoner for de to scenarier.**

Støysone	Areal (km <sup>2</sup> )	
	2013	2025
Rød	1.80	2.07
Gul	10.7	12.1

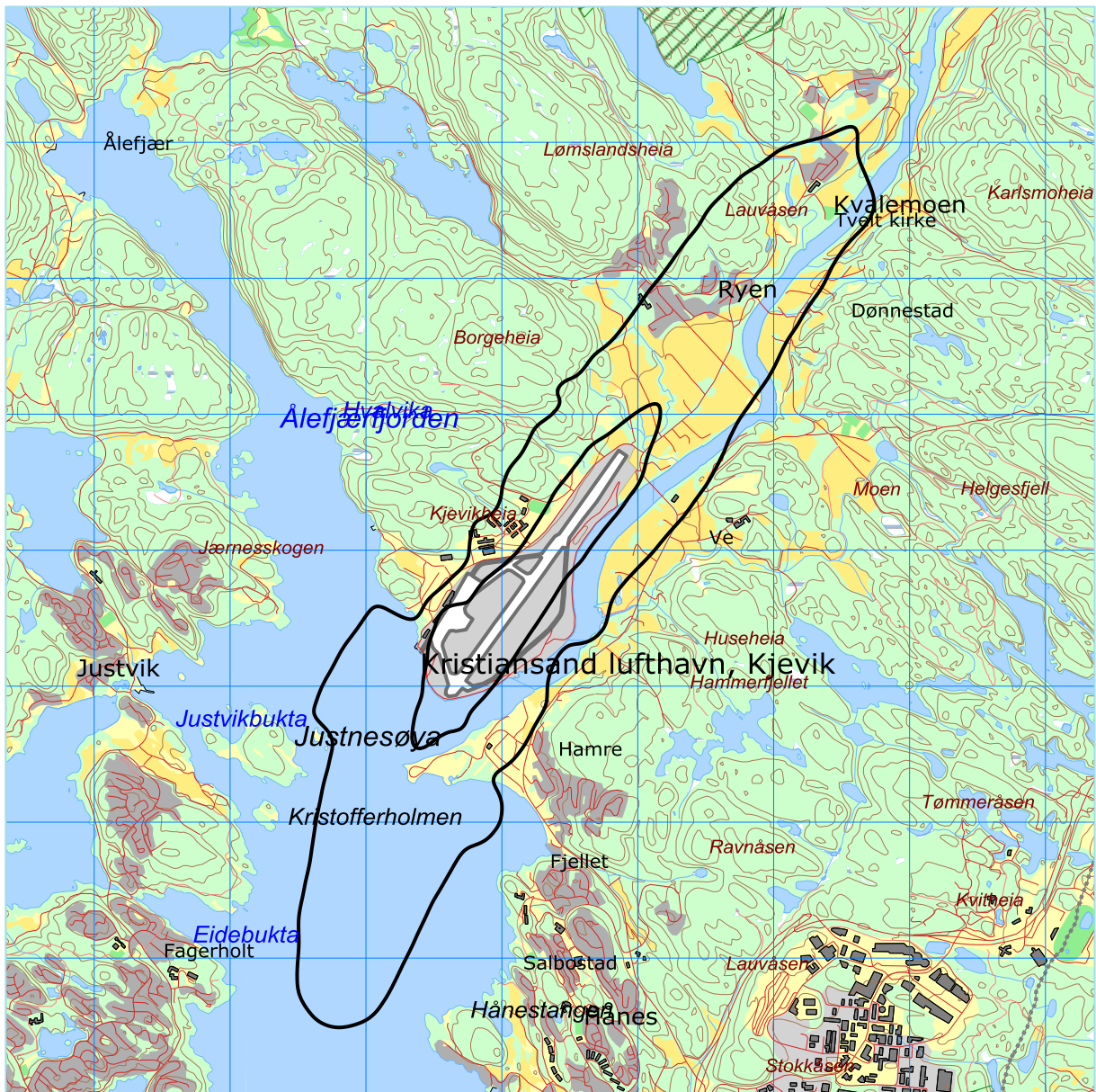
En del av arealet ligger over sjø. Tabellen viser at det er en moderat økning i støysonenes utbredelse fra basisåret til prognoseåret 2025, i gjennomsnitt tilsvarende trafikkøkningen for rutetrafikken.

I de følgende kapitler vises støykoter for  $L_{DEN}$  og  $L_{5AS}$  for de to scenariene for seg. Kartene viser to kurver hver, tilsvarende grenseverdiene for gul og rød sone. Det er valgt å beholde samme målestokk og utsnitt for alle figurene for enklere å kunne sammenligne dem i mellom.

Til slutt vises støysonkart slik det er definert i T-1442 hvor det settes sammen av verste situasjon av dagens situasjon og prognosen.

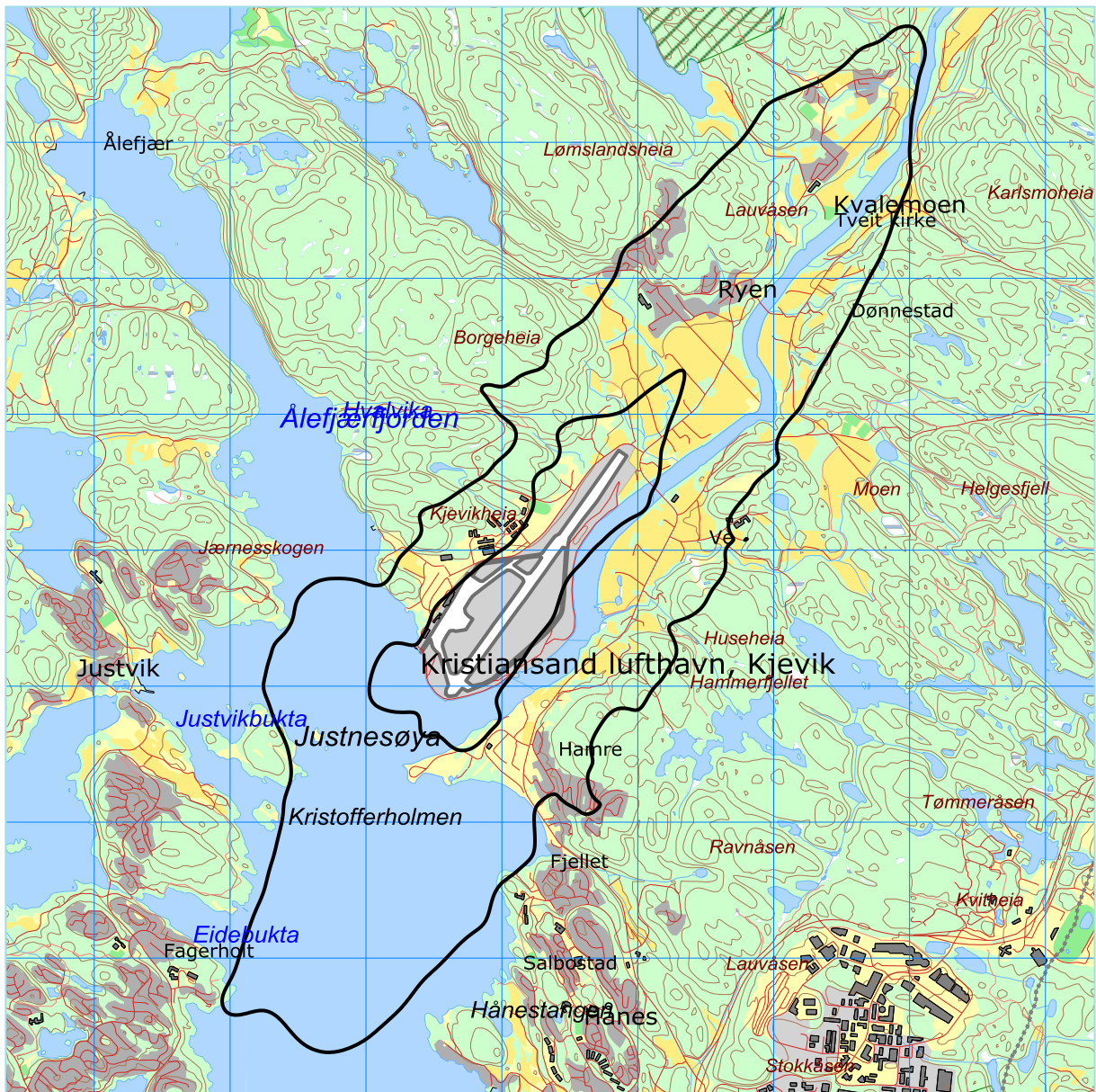


Figur 11-1.  $L_{den}$  for dagens situasjon. Kurvene viser 52 og 62 dBA. M 1:50 000.

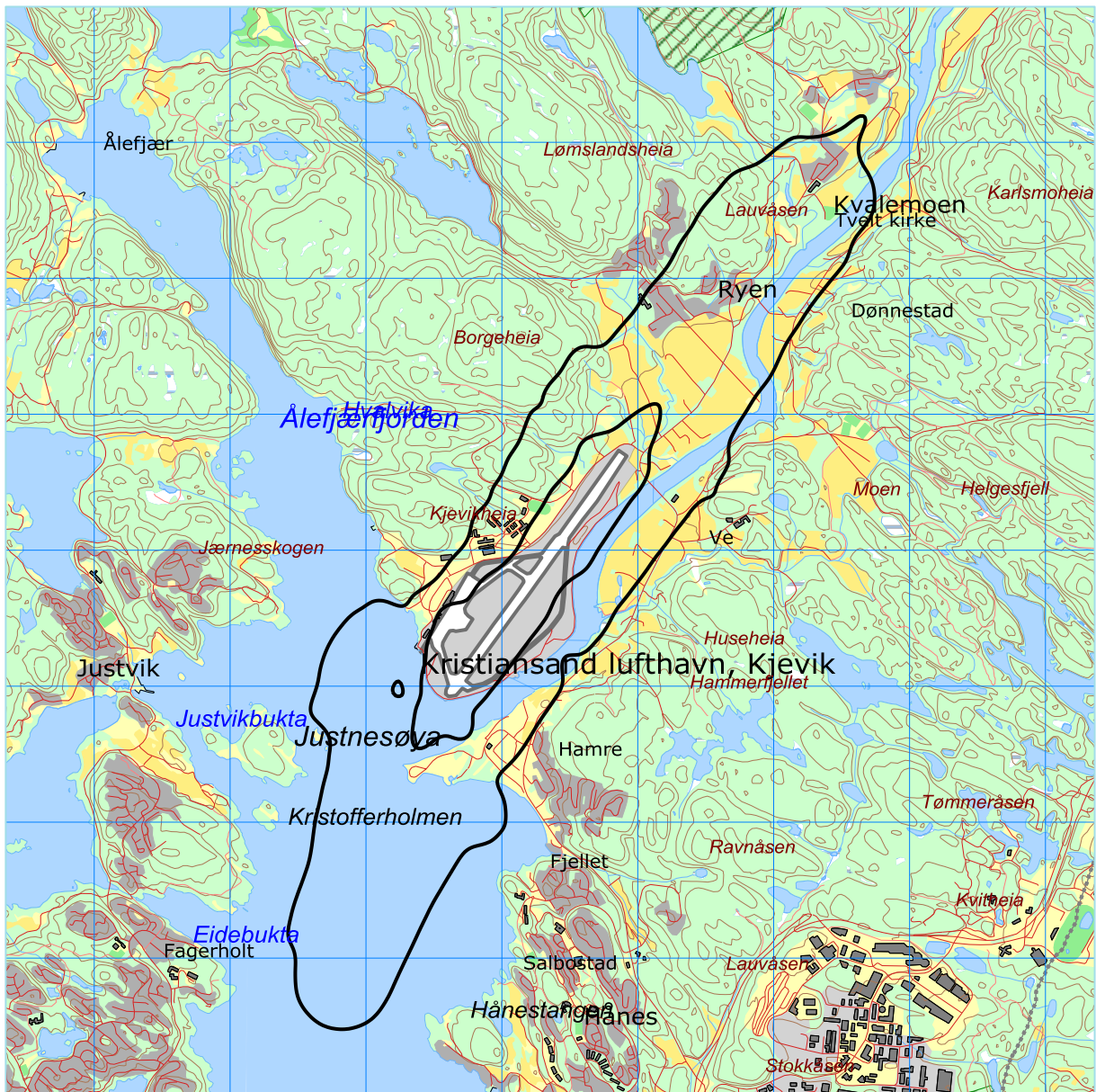


Figur 11-2.  $L_{5AS}$  (MFN<sub>23-07</sub>) for dagens situasjon. Kurvene viser 80 og 90 dBA. M 1:50 000.



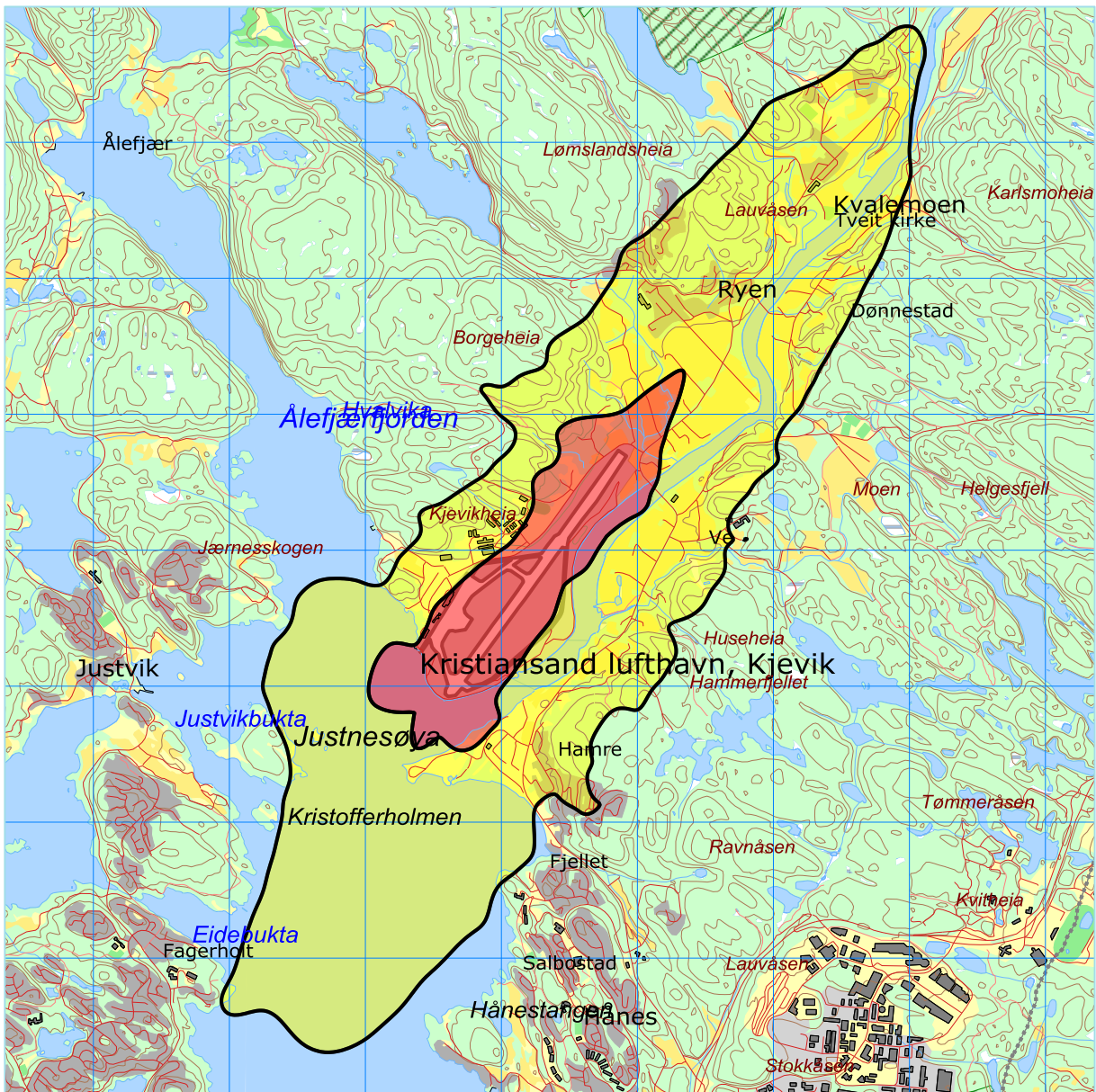


Figur 11-3.  $L_{den}$  for prognosen i 2025. Kurvene viser 52 og 62 dBA. M 1:50 000.



Figur 11-4.  $L_{5AS}$  for prognosen i 2025. Kurvene viser 80 og 90 dBA. M 1:50 000.





**Figur 11-5. Støysoner etter T-1442 for perioden 2013 – 2025 for Kristiansand lufthavn Kjevik. M 1:50 000.**

Støysonekartet er 100 % dimensjonert av  $L_{den}$  for prognoseåret. Resultatene viser også at topografien rundt flyplassen har en markant effekt på støysonegrensene.



## 12 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

I dette kapitlet vises beregningsresultater relatert til forurensningsloven i form av tabeller med antall berørte støyømfintlige bygninger, samt figurer med kumulative fordelinger. I og med at antallet bevegelser på årsbasis er langt under 50 000, så begrenses kartleggingen til å se på innendørs støy nivå.

### 12.1 Kartlegging av innendørs støy nivå

I henhold til **Tabell 4-1** er kartleggingsgrensen for Kristiansand lufthavn Kjevik for flystøy alene på  $L_{EQ24h}$  62 dBA utendørs frittfeltnivå. Det korresponderer med en reduksjon på 27 dBA i fasader relativt til frittfeltnivå og gir 35 dBA innendørs nivå. For kartlegging i områder med andre kilder til stede, er grensen 3 dB lavere. Tentativ tiltaksgrense på innendørs nivå 42 dBA gir et tilsvarende frittfeltnivå på 69 dBA utendørs.

De følgende tabellene viser hvor mange støyømfintlige bygninger som befinner seg innenfor grensene for dagens situasjon og prognosen for 2025. Detaljerte lister vil oversendes oppdragsgiver separat. Utstrekningen av kartleggingsgrensene for prognosen er vist i egen figur.

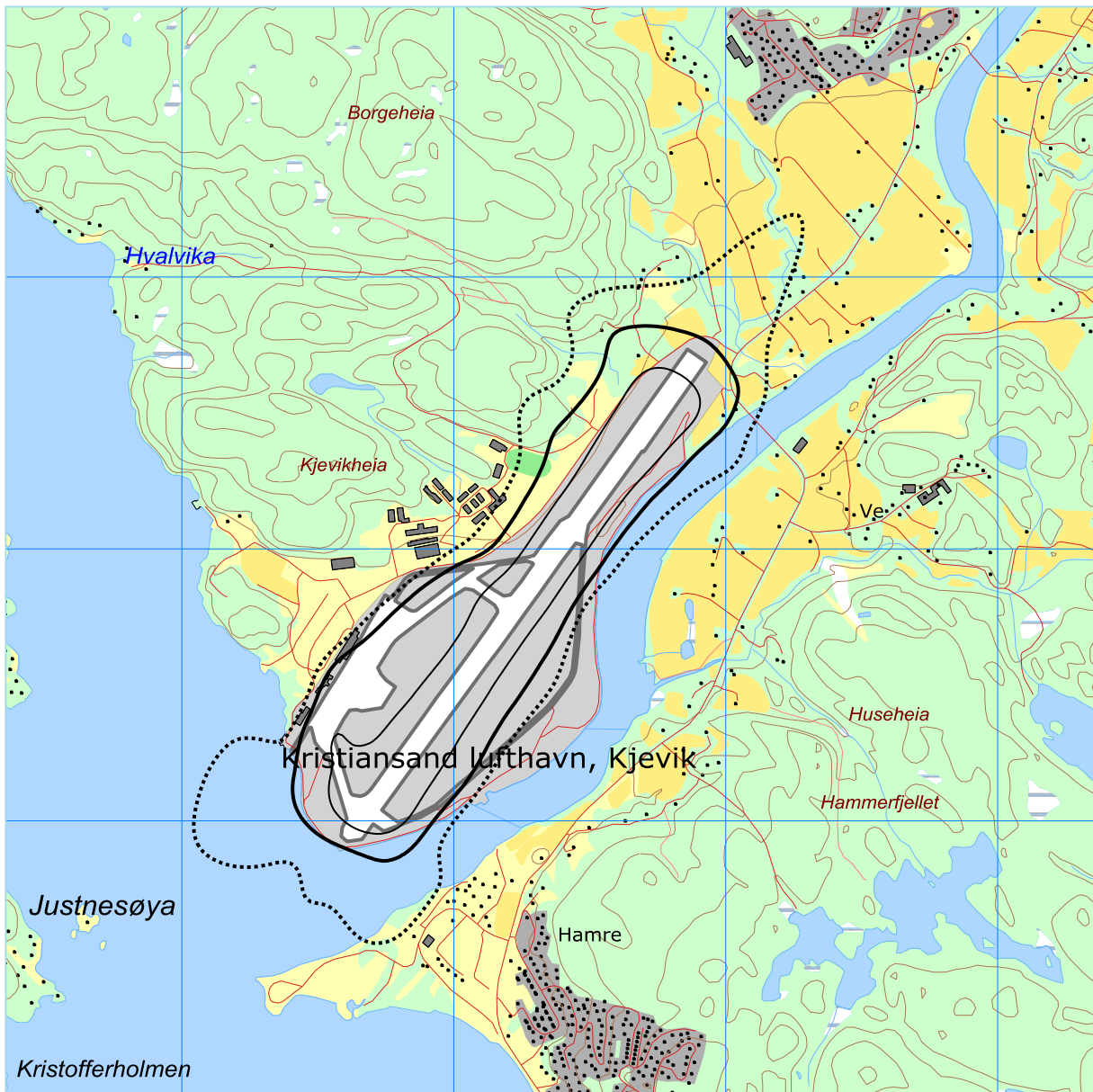
Ut fra et gjennomsnitt av antall personer som bor i forskjellige typer boliger er det beregnet hvor mange mennesker som er bosatt innenfor de gitte støyintervaller.

**Tabell 12-1. Antall bosatte, boliger, skoler og helseinstitusjoner innenfor kartleggingsnivå for dagens situasjon.**

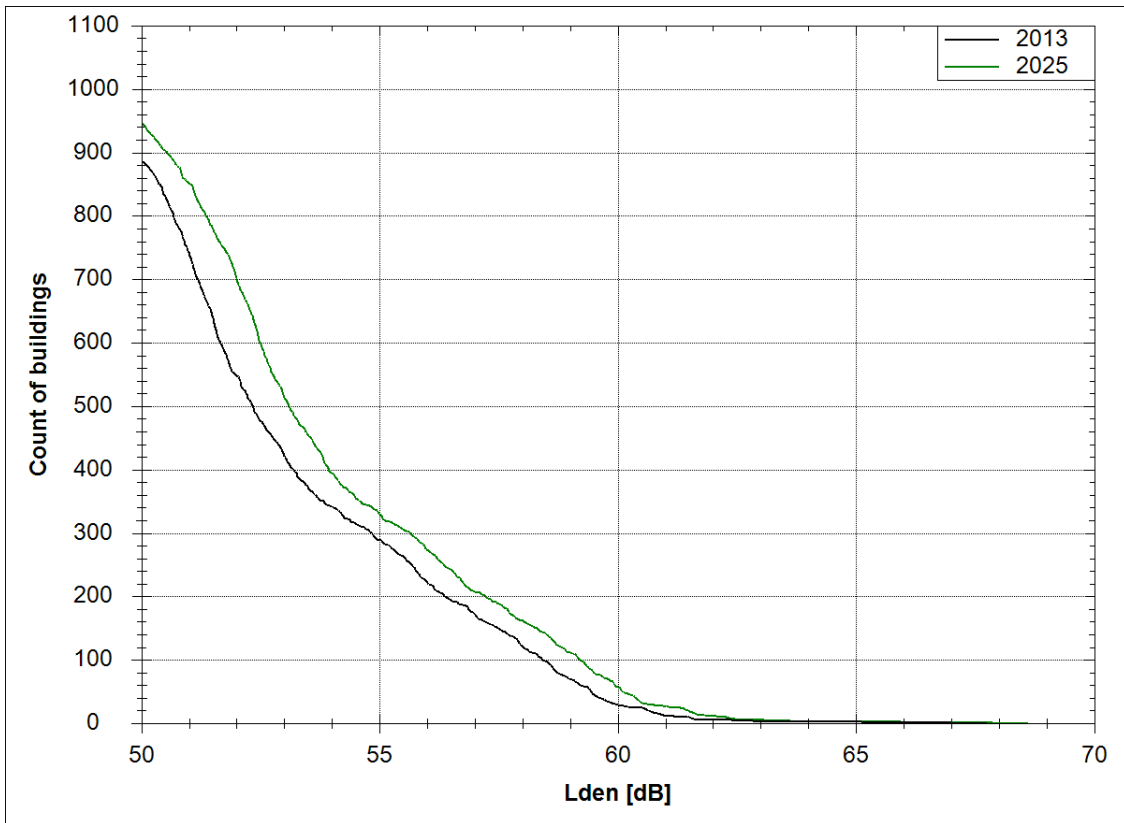
LEQ24h(dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger
59.0 -- 62.0	8	3	0	0
62.0 -- 69.0	6	2	0	0
> 69.0	0	0	0	0

**Tabell 12-2. Antall bosatte, boliger, skoler og helseinstitusjoner innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjon 2025.**

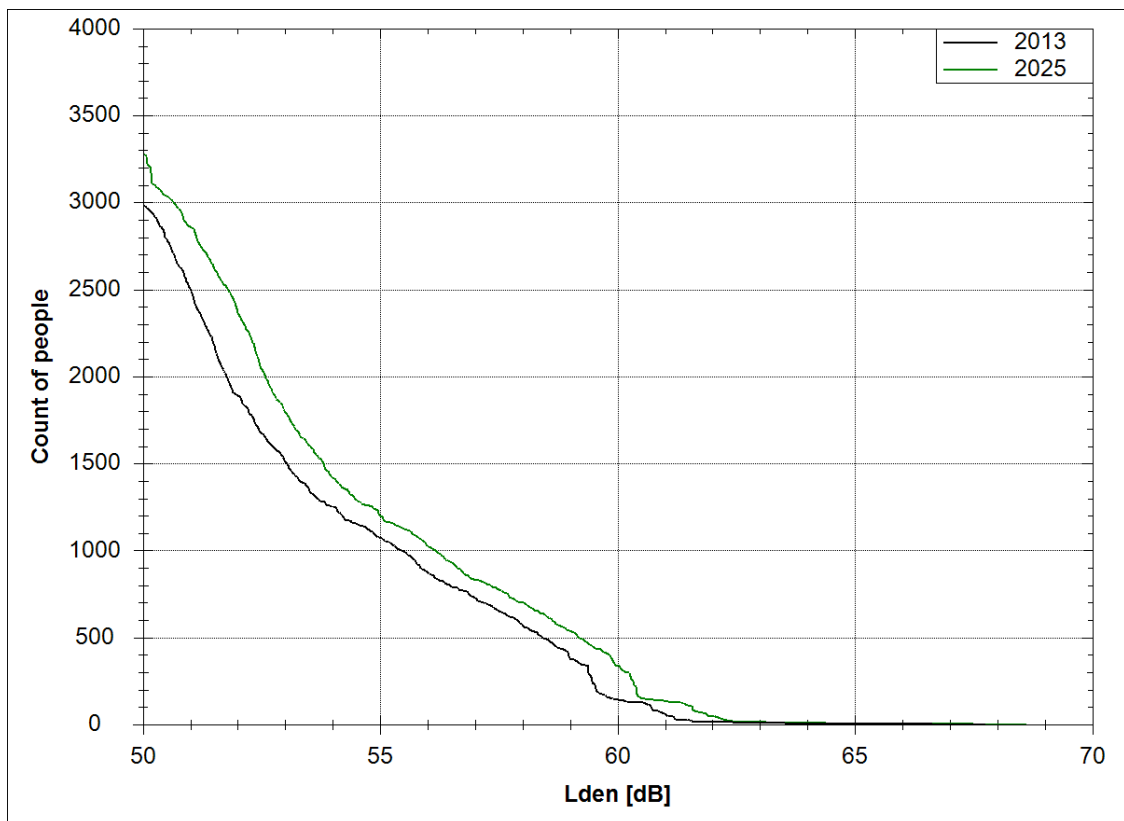
LEQ24h(dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger
59.0 -- 62.0	16	6	0	0
62.0 -- 69.0	9	3	0	0
> 69.0	0	0	0	0



**Figur 12-1. Kartleggingsgrenser for prognosen.  $L_{EQ24h}$  59 (stiplet), 62 og 69 (tynn strek) dBA.  
M 1:25 000.**



**Figur 12-2. Kumulativ fordeling av antall bygninger med støyømfintlig bruk som funksjon av  $L_{den}$ .**



**Figur 12-3. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for støy som funksjon av  $L_{den}$ .**

### 13 Litteratur

- [1] T. E. Moen, "Støysoneberegninger for Kristiansand Lufthavn Kjevik for 2004 og 2015," OSL AS 2006.
- [2] 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.
- [3] T. Gjestland, "VIRKNINGER AV FLYSTØY PÅ MENNESKER," ELAB-rapport STF44 A82032, Trondheim, april 1982.
- [4] Flystøykommisjonen, "STØYBEGRENSNING VED BODØ FLYPLASS," Rapportnr. TA-581, Oslo, mars 1983.
- [5] T. Gjestland, *et al.*, "RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU," ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990.
- [6] T. Gjestland, *et al.*, "RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.," SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994.
- [7] A. Krokstad, *et al.*, "FLYSTØY; FORSLAG TIL MÅLEENHETER, BEREGNINGSMETODE OG SONEINDELING," ELAB-rapport STF44 A81046, revidert utgave, Trondheim, mars 1982.
- [8] Miljøverndepartementet, "RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING," Retningslinje T-1442, Oslo, juli 2012.
- [9] Miljødirektoratet, "VEILEDER TIL RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (T-1442/2012)," Veileder M-128, Oslo, februar 2014.
- [10] 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.
- [11] R. T. Randeberg, *et al.*, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [12] 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.
- [13] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [14] S. Å. Storeheier, *et al.*, "AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS," SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, mars 2002.
- [15] G. Fleming, *et al.*, "INTEGRATED NOISE MODEL (INM) VERSION 6.0 TECHNICAL MANUAL," U.S. Department of Transportation, Washington DC, juni 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, februar 1990.
- [17] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>

- [21] "REPORT ON STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL AIRPORTS," in *European Civil Aviation Conference*, Strasbourg, desember 2005.

## A Vedlegg med detaljer på trafikkstatistikk

Tabell 13-1. Oversettelse av flytypenavn fra ICAO kode til databasenavn.

Type	Databasenavn	Type	Databasenavn	Type	Databasenavn
A320	A320	C25A	CNA500	E190	F10062
A321	A32123	C25B	CNA500	E190KLM	F10062KLM
AA5	GASEPF	C25C	CNA500	E230	GASEPV
AC11	GASEPV	C30J	C130	EA50	CNA500
AS50	SA350	C310	BEC58P	EC20	LHEL
ASTR	IA1125	C404	BEC58P	EC35	EC35
AT43	DHC830	C501	CNA500	EC55	LHEL
AT72	HS748A	C510	CNA500	EXPR	GASEPV
ATP	HS748A	C525	CNA500	F2TH	FAL20
B214	THEL	C550	MU3001	F50	DHC830
B350	DHC6	C560	MU3001	F70	F10062KLM
B412	MHEL	C56X	MU3001	FA20	FAL20
B462	BAE146	C650	CIT3	FA50	FAL20
B733	7373B2	C680	CNA750	FA7X	FAL20
B734	737400	C77R	GASEPF	G115	GASEPV
B735	737500	C82R	GASEPV	GA8	GASEPV
B736	737700	CL30	CL600	GLEX	SABR80
B737	737700	CL60	CL600	GLF4	GIV
B738	737800	CN35	HS748A	GLST	GASEPV
B739	737800	COL4	COMSEP	H207	GASEPV
B752	757PW	CRJ2	CL601	H25B	LEAR35
BE20	DHC6	CRJ9	F10062	J328	CL600
BE24	GASEPV	D228	DHC6	JABI	COMSEP
BE33	GASEPV	D328	DHC8	L410	DHC6
BE36	GASEPV	DA40	GASEPV	LA4	GASEPV
BE58	BEC58P	DA42	BEC58P	LJ31	LEAR35
BE76	BEC58P	DC3	DC3	LJ35	LEAR35
BE9T	CNA441	DDDD	COMSEP	LJ45	LEAR35
BL8	GASEPF	DH8A	DHC8	LNC2	GASEPF
C130	C130HP	DH8C	DHC830	M20P	GASEPV
C152	CNA172	DH8D	DHC830	MCR1	COMSEP
C160	HS748A	DHC6	DHC6	MD87	MD81
C172	CNA172	DLTA	COMSEP	MF17	GASEPF
C182	CNA206	DR40	GASEPF	P28A	PA28
C185	CNA206	DV20	GASEPV	P28R	GASEPV
C206	CNA206	E135	CL600	P28T	GASEPV
C208	CNA20T	E145	EMB145	P3	L188
C210	CNA206	E170	F10062	P68T	CNA441

Type	Databasenavn
PA12	GASEPV
PA18	GASEPF
PA23	BEC58P
PA24	GASEPV
PA30	PA30
PA31	PA31
PA32	GASEPV
PA34	BEC58P
PA38	GASEPF
PC12	GASEPV
PC6T	DHC6
R22	R22

Type	Databasenavn
R44	R22
RAV5	COMSEP
RJ1H	BAE146
RJ85	BAE146
RV4	GASEPF
RV6	GASEPF
S61	THEL
S92	S92
SB20	SF340
SB91	GASEPF
SIRA	GASEPF
SKAR	GASEPF

Type	Databasenavn
SR20	COMSEP
SR22	COMSEP
SUBA	GASEPF
SW4	DHC6
T33	A7D
TAMP	GASEPF
TBM7	GASEPV
ULAC	COMSEP
VAMP	F5AB

**Tabell 13-2. Tilordning av destinasjon til retning/gruppe og avstand (SL=Stage Length).**

Destinasjon	Retning	StageLength
BIKF	Vest	2
BIRK	Vest	2
EBAW	Sør	1
EBBR	Sør	1
EBOS	Sørvest	1
EDAZ	Sørøst	1
EDCP	Sørøst	1
EDDB	Sørøst	2
EDDC	Sørøst	1
EDDE	Sør	1
EDDF	Sørøst	2
EDDH	Sørøst	2
EDDK	Sør	1
EDDL	Sørøst	2
EDDM	Sør	2
EDDP	Sør	1
EDDT	Sørøst	2
EDDW	Sørøst	2
EDHL	Sørøst	2
EDLP	Sørøst	2
EDLW	Sørøst	2
EDMS	Sør	2
EDNY	Sør	2
EDRZ	Sør	2
EDVK	Sørøst	2
EDWB	Sør	1
EDXF	Sørøst	2
EDXO	Sør	1
EDXW	Sørøst	2

Destinasjon	Retning	StageLength
EDXY	Sør	1
EETN	Øst	2
EFHK	Nordøst	2
EFMA	Nordøst	2
EFTP	Nordøst	2
EGBP	Sørvest	2
EGCC	Sørvest	1
EGGD	Sørvest	2
EGGW	Vest	2
EGHH	Sørvest	2
EGKB	Vest	2
EGKK	Vest	2
EGLC	Sørvest	1
EGLF	Vest	2
EGLK	Sørvest	2
EGMC	Sørvest	1
EGMH	Sørvest	1
EGNC	Sørvest	1
EGNH	Sørvest	1
EGNM	Vest	2
EGNS	Sørvest	1
EGNX	Vest	2
EGPB	Vest	2
EGPD	Vest	2
EGPF	Vest	2
EGPH	Vest	2
EGPO	Vest	1
EGSC	Vest	2
EGSH	Sørvest	1

Destinasjon	Retning	StageLength
EGSS	Vest	2
EGSU	Sørvest	1
EGTE	Sørvest	2
EGWU	Vest	2
EHAM	Sørvest	2
EHBK	Sørvest	2
EHGG	Sørvest	2
EHRD	Sørvest	2
EHTE	Sør	1
EINN	Vest	2
EKAH	Sørøst	1
EKAT	Sørøst	1
EKBI	Sørøst	1
EKCH	Sørøst	1
EKEB	Sørøst	1
EKEL	Sørøst	1
EKFU	Sør	1
EKKA	Sørøst	1
EKOD	Sørøst	1
EKPB	Sørøst	1
EKRD	Sørøst	1
EKRK	Sørøst	1
EKSB	Sørøst	1
EKSN	Sørøst	1
EKSS	Sørøst	1
EKSV	Sørøst	1
EKTD	Sørøst	1
EKTS	Sørøst	1
EKVD	Sør	1
EKVJ	Sørøst	1
EKYT	Sørøst	1
ELLX	Sør	2
ENAL	Nord	1
ENAR	Nordøst	1
ENBL	Nord	1
ENBN	Nord	1
ENBO	Nord	1
ENBR	Nordvest	1
ENCN	LOKAL	1
ENDU	Nord	1
ENEG	Nord	1
ENFG	Nord	1
ENFL	Nordvest	1
ENFY	Vest	1
ENGM	Nord	1
ENHA	Nord	1

Destinasjon	Retning	StageLength
ENHD	Vest	1
ENHS	Nord	1
ENJB	Nord	1
ENKB	Nord	1
ENKJ	Nord	1
ENKL	Nord	1
ENLI	Vest	1
ENLK	Nord	2
ENML	Nord	1
ENNO	Nordvest	1
ENOL	Nord	1
ENOP	Nord	1
ENOV	Nord	1
ENRM	Nord	1
ENRO	Nord	1
ENRV	Nordøst	1
ENRY	Nordøst	1
ENSD	Nordvest	1
ENSG	Nordvest	1
ENSI	Nordøst	1
ENSM	Nordøst	1
ENSN	Nord	1
ENSO	Vest	1
ENTC	Nord	1
ENTO	Nord	1
ENUH	Nordøst	1
ENVA	Nord	1
ENVE	Nord	1
ENXL	Sørvest	1
ENXW	Nordvest	1
ENZV	Vest	1
EPGD	Sørøst	2
EPKK	Sørøst	2
EPKT	Sørøst	2
EPWA	Sørøst	2
ESGG	Nordøst	1
ESGP	Nordøst	1
ESGR	Øst	1
ESGT	Nordøst	1
ESKK	Øst	1
ESME	Sørøst	1
ESMI	Nordøst	1
ESMS	Nordøst	1
ESMT	Sørøst	1
ESMY	Øst	1
ESNO	Nordøst	1



Destinasjon	Retning	StageLength
ESNV	Nordøst	1
ESOW	Øst	1
ESSA	Nordøst	1
ESSB	Nordøst	1
ESSD	Nordøst	1
ESSF	Øst	1
ESSL	Nordøst	1
ESTL	Sørøst	1
ETMN	Sørøst	2
EVRA	Øst	2

Destinasjon	Retning	StageLength
EYKA	Øst	2
EYVI	Øst	2
GCLP	Sørvest	4
GCTS	Sørvest	4
HEGN	Sørøst	4
LCLK	Sørøst	3
LDDU	Sørøst	3
LDPL	Sør	2
LDSP	Sørøst	2
LEAL	Sørvest	3

I Tabell 13-2 er destinasjonene for flyging samlet i grupper etter hvilken himmelretning destinasjonene ligger i forhold til Kjevik. Gruppenavn er valgt ut i fra prosedyrenavn for avganger fra Kjevik, og svarer til vanlige destinasjoner. I tillegg viser tabellen enheten StageLength (SL) som er en indikator for avstanden til destinasjonen, som igjen bestemmer flyets stigeprofil under avgang. Avstand deles inn i intervaller som vist i Tabell 13-3.

**Tabell 13-3. Sammenheng mellom StageLength (SL) og avstand i nautiske mil (NM).**

SL	Avstand til destinasjon
1	0 – 500 NM
2	500 – 1000 NM
3	1000 – 1500 NM
4	1500 – 2500 NM
5	2500 – 3500 NM



Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)