

# Rapport

## Støysoner for Trondheim lufthavn Værnes

Basert på trafikken for 2015 og prognose for 2026

### Forfatter(e)

Idar Ludvig Nilsen Granøien



Foto: Jonas Renhult Skaug

# Rapport

## Støysoner for Trondheim lufthavn Værnes

Basert på trafikken for 2015 og prognose for 2026

**EMNEORD:**

Akustikk; Flystøy

**RAPPORTNR**

SINTEF A27567

**VERSJON**

1.0

**DATO**

2016-02-23

**FORFATTER(E)**

Idar Ludvig Nilsen Granøien

**OPPDRAGSGIVER(E)**

Avinor AS

**OPPDRAGSGIVERS REF.**

Inger Rudvin

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

49 inklusive vedlegg

**GRADERING**

Unrestricted

**GRADERING DENNE SIDE**

Unrestricted

**ISBN**

978-82-14-05929-8

**SAMMENDRAG**

Det er utført beregninger av flystøy ved Trondheim lufthavn Værnes basert på trafikken i 2015 og en ti års prognose i henhold til retningslinje T-1442/2012 fra Klima- og Miljøverndepartementet. Beregningene er utført med programmet NORTIM som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse.

**UTARBEIDET AV**

Idar Ludvig Nilsen Granøien

**KONTROLLERT AV**

Rolf Randeberg

**GODKJENT AV**

Odd Pettersen

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2016-02-10	Første utkast til sluttrapport

---

1.0	2016-02-23	Publisert rapport
-----	------------	-------------------

# 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>KARTEGGING 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>14</b>
5.1	Digitalt kartgrunnlag og topografi .....	14
<b>6</b>	<b>FLYAKTIVITET</b> .....	<b>16</b>
6.1	Trafikk i følge journal .....	16
6.2	Trafikk i prognosen .....	17
<b>7</b>	<b>FLYTYPER</b> .....	<b>18</b>
7.1	Flytyper i bruk.....	18
<b>8</b>	<b>DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER</b> .....	<b>20</b>
8.1	Destinasjoner .....	20
8.2	Flygeprosedyrer .....	20
8.3	Traséer .....	21
8.4	Flygeprofiler.....	28
<b>9</b>	<b>SKALERING AV TRAFIKK</b> .....	<b>29</b>
9.1	Trafikkskalering etter flygingskategori .....	29
9.2	Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer.....	29
9.3	Trafikkskalering etter tidspunkt .....	29



<b>10</b>	<b>BEREGNINGSPARAMETERE .....</b>	<b>30</b>
10.1	Beregningsenheter .....	30
10.2	Beregning i enkeltpunkter .....	30
10.3	NORTIM beregningskontroll .....	30
<b>11</b>	<b>RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442/2012 .....</b>	<b>31</b>
<b>12</b>	<b>RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN .....</b>	<b>35</b>
12.1	Kartlegging av innendørs støynivå.....	35
12.2	Strategisk støykartlegging .....	37
<b>13</b>	<b>LITTERATUR.....</b>	<b>43</b>
<b>A</b>	<b>Vedlegg: Detaljerte lister over tilpasning av grunnlaget. ....</b>	<b>45</b>

## **1 INNLEDNING**

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å revidere støysonekartet for Trondheim lufthavn Værnes i henhold til retningslinje T-1442/2012 for dagens situasjon og en prognose ti år fram i tid. Arbeidet er i stor grad en videreføring av tidligere kartlegging, jfr. rapport SINTEF A21828 [1], men med oppdaterte prosedyrer.

Hos oppdragsgiver har kontaktperson vært Inger Rudvin, med Jarl Øvstedal som prosjektansvarlig. Ved SINTEF IKT, avdeling akustikk er prosjektet bearbeidet av Idar Ludvig Nilsen Granøien, med Rolf Tore Randeberg som kvalitetssikrer og Odd Kristen Østern Pettersen som prosjektansvarlig.

Beregningsgrunnlaget har vært kvalitetssikret og justert etter kommentarer fra Avinor på Værnes ved sikkerhets- og kvalitetssjef Sonja Englund og operativ sjef TWR/APP Magne Jerpstad. Pål Hengebøl hos Avinor sentralt har sjekket måten nye RNAV prosedyrer er implementert på i grunnlaget.

## 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

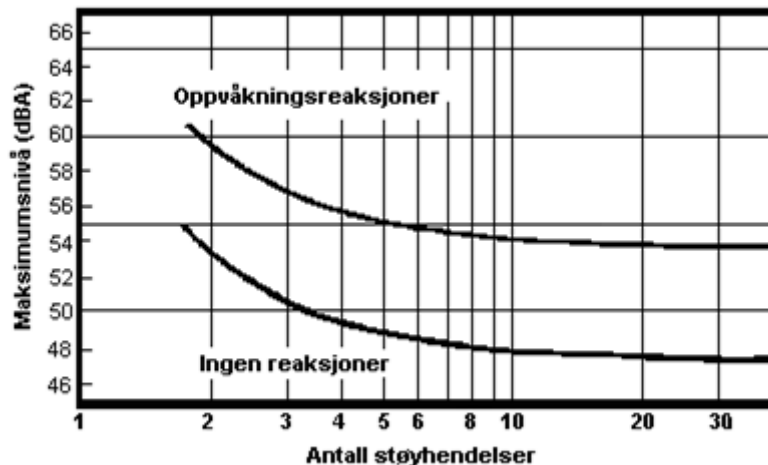
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

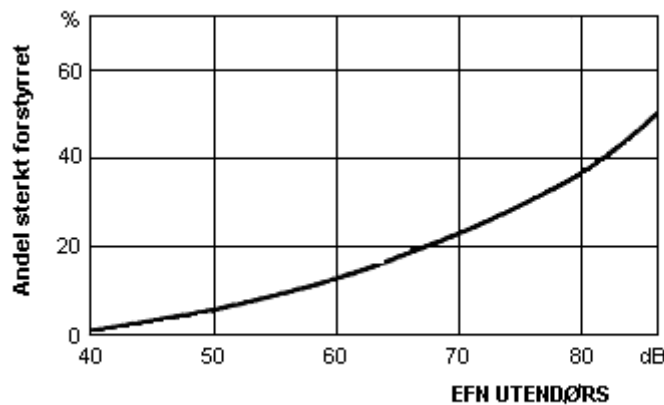
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

### 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. 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.

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 kveld legges det til 5 dB til den reelle støyen og på natt adderes 10 dB. Et tillegg på 5 dB på ekvivalentnivået tilsvarer at ett fly på kveld teller som drøyt 3 på dagtid, mens ett fly på natt teller som 10 på dag. T-1442/2012 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.

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 prosentsats, 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 for tidsrommet 23–07.

**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-1442/2012 benytter 8-timers nattperiode 23-07) dvs et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser. I beregninger erstattes måleenheten med $MFN_{natt}$ .
$L_{p,Aeq,T}$ $L_{AeqT}$	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.
$L_{p,ASmax}$	A-veiet maksimalt nivå målt med tidskonstant «Slow».
$MFN_{natt}$	$MFN_{natt}$ er definert som det 3dje høyeste nivå $L_{p,ASmax}$ som opptrer i perioden kl. 23-07 i løpet av en uke. Dette erstatter $L_{5AS}$ i beregninger.

### 3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442/2012 definerer 2 støysoner, gul og rød sone til bruk i arealplanlegging. I tillegg benyttes betegnelsen ”hvit sone” om området utenfor støysonene. Kommunene anbefales også å etablere ”grønne soner” på sine kart for å markere ”stille områder som etter kommunens vurdering er viktige for natur- og friluftsinnteresser”. Hvit og grønn sone skal med andre ord ikke betraktes som støysoner.

#### 3.2.1 Definisjon av støysoner

Støysonene defineres slik at det i ytterkant av gul sone kan forventes at inntil 10 % av en gjennomsnitts befolkning vil føle seg sterkt plaget av støyen. Det betyr at det vil være folk som er plaget av støy også utenfor støysonene.

De to støysonene er i retningslinjen definert som vist i den følgende tabell. Det fremgår at hver sone defineres med 2 kriterier. Hvis ett av kriteriene er oppfylt på et sted, så faller stedet innenfor den aktuelle sonen – det er med andre ord et ”eller” mellom kolonnene.

**Tabell 3-2. Kriterier for soneinndeling. Ytre grense i dB, frittfeltsverdier.**

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

#### 3.2.2 Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer

Ansvar for utarbeidelse av kart som viser støysonene legges til tiltakshaver ved nye anlegg, mens anleggseier eller driver har ansvar for eksisterende anlegg. De ansvarlige oversender kartene til kommunen og har også et ansvar for å oppdatere kartene dersom det skjer vesentlige endringer i støysituasjonen. Normalt skal kartene vurderes hvert 4.–5. år.

Det skal utarbeides støysonkart for dagens situasjon og aktivitetsnivå og en prognose 10–20 år fram i tid. Kartet som oversendes kommunen skal settes sammen som en verste situasjon av de to beregningsalternativene.

Kommunene skal inkludere og synliggjøre støysonekartene i kommuneplan. Retningslinjen har flere forslag til hvordan dette kan gjøres. For varige støykilder er det foreslått å legge sonene inn på selve kommuneplankartet som støybetinget restriksjonsområde. Det anbefales at kommunene tar inn bestemmelser tilknyttet arealutnyttelse innenfor støysonene og at det skal stilles krav til reguleringsplan for all utbygging av støyømfintlig bebyggelse innenfor rød og gul sone.

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

- **rød sone**, nærmest støykilden, angir et område som ikke er egnet til støyfølsomme bruksformål, og etablering av ny støyfølsom bebyggelse skal unngås.
- **gul sone** er en vurderingssone, hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold.

### 3.3 Beregningsmetode

Vurdering av flystøy etter Miljøverndepartementets retningslinjer gjøres kun mot støysonegrenser som er beregnet, dvs. at man ikke benytter målinger lokalt for å fastsette hvor grensene skal gå. Den beregningsmodellen som benyttes i Norge (se avsnitt 3.3.2), er imidlertid basert på en database som representerer en sammenfatning av et omfattende antall målinger. Skulle beregningene vært erstattet med målinger, så måtte det 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 trafikkgrunlaget

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 betyr at støysoner skal representere et middeldøgn for hele året. Dersom trafikken er sterkt sesongpreget (turisttrafikk) brukes gjennomsnitt av de 3 måneder (på sommeren) som har mest trafikk.

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

#### 3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

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

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

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

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]. I tillegg benyttes data fra målinger foretatt av OSL for de to mest benyttede offshore helikoptre [17] og data fra fabrikken for det nye redningshelikopteret [18].

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 [19] 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 døgnequivivalent 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 [20], som er revidert av Brekke og Strand [21], 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 døgnequivivalent 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)

Beregninger foretatt i den reviderte rapporten [21] viser tilsvarende normtall for fasadeisolasjon for offshore helikopter er på 23 dB for bygningstyper oppført etter 1970. De fleste bygninger rundt flyplassene har imidlertid høyere reduksjonstall og eksponeres av støy også fra andre deler av flytrafikken. Målinger utført på bygninger rundt de to største offshorebasene har således vist eksempler på at fasadeisolasjon mot denne typen trafikk kan ligge i størrelsesorden 26 dB [22] eller høyere. Kartleggingsgrense basert på tabell 4.1 (Stamruteplasser) benyttes derfor også for disse flyplassene.

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

#### 4.1.1 Strategisk støykartlegging

Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC, befolkningens behov for informasjon og som grunnlag for handlingsplaner. Forskriften gir i vedlegg minstekrav til hva som skal beregnes og rapporteres. Denne del av kartleggingen gjelder for utendørs nivå og det er krav til flere støykart, 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.

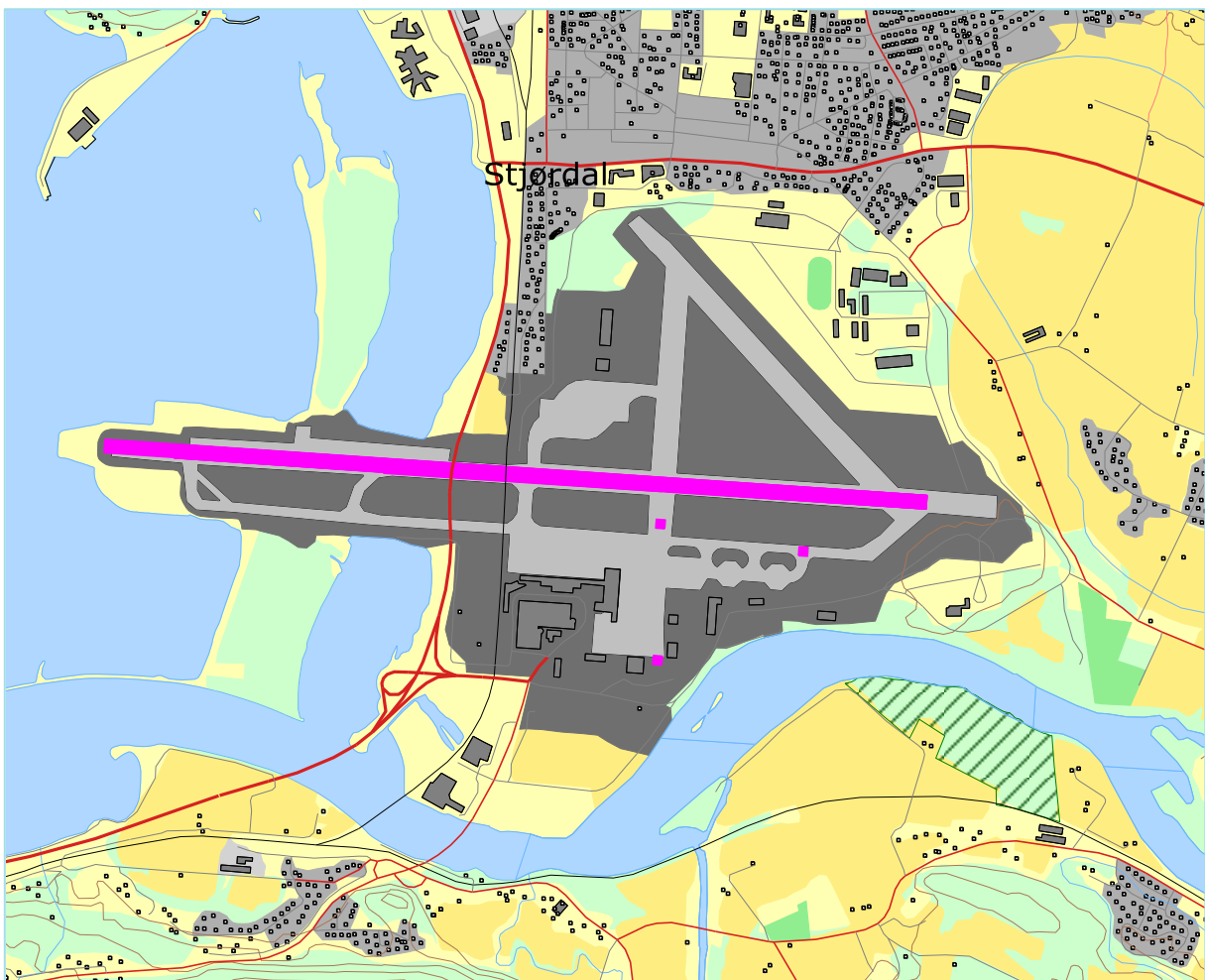
## 5 OMGIVELSER

I beregningen av flystøy legges digitalt kart og terreng inn som grunnlag.

### 5.1 Digitalt kartgrunnlag og topografi

Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverket sine gratis tjenester, ref. [23]. Kartunderlaget er basert på N50 serien i UTM Euref89 sone 33, mens topografien er representert med en punkttetthet på 10 x 10 meter. Kartunderlaget har imidlertid ikke med seg den siste forlengelsen av taksebanen i vest.

I figuren under er rullebanene slik de inngår i beregningene markert med rosa. Videre er bygninger med støyfølsomt bruksformål markert med et kvadrat på referansepunktet. Data for disse bygningene er hentet fra Norsk Eiendomsinformasjon via Infoland i januar 2016.



**Figur 5-1 Rullebaner og helikopterplattformer markert med rosa flater. M1:25 000.**

Hovedrullebanen har betegnelse 09/27. For bevegelser på bane 27 er start avgang og referansepunkt landinger lagt på terskelpunktet med unntak av avganger for turboprop som i 70 % av tilfellene starter avgang fra taksebane A6 (krysset med nord/syd banen, jfr. Figur 5-2). For bevegelser på bane 09 er avganger for jetfly i 50 % av tilfellene beregnet å starte helt i vest ved A1, 50 % ved terskel. For turboprop på avgang 09 antas 25 % å starte fra terskel, mens 75 % starter fra A4. I beregningene er det også lagt inn tre landingsplasser for helikopter etter anvisning fra Avinor. Disse er ikke kunngjort ennå, men forventes å bli det i nær framtid. Koordinater for de forskjellige alternativer er vist i den følgende tabellen.

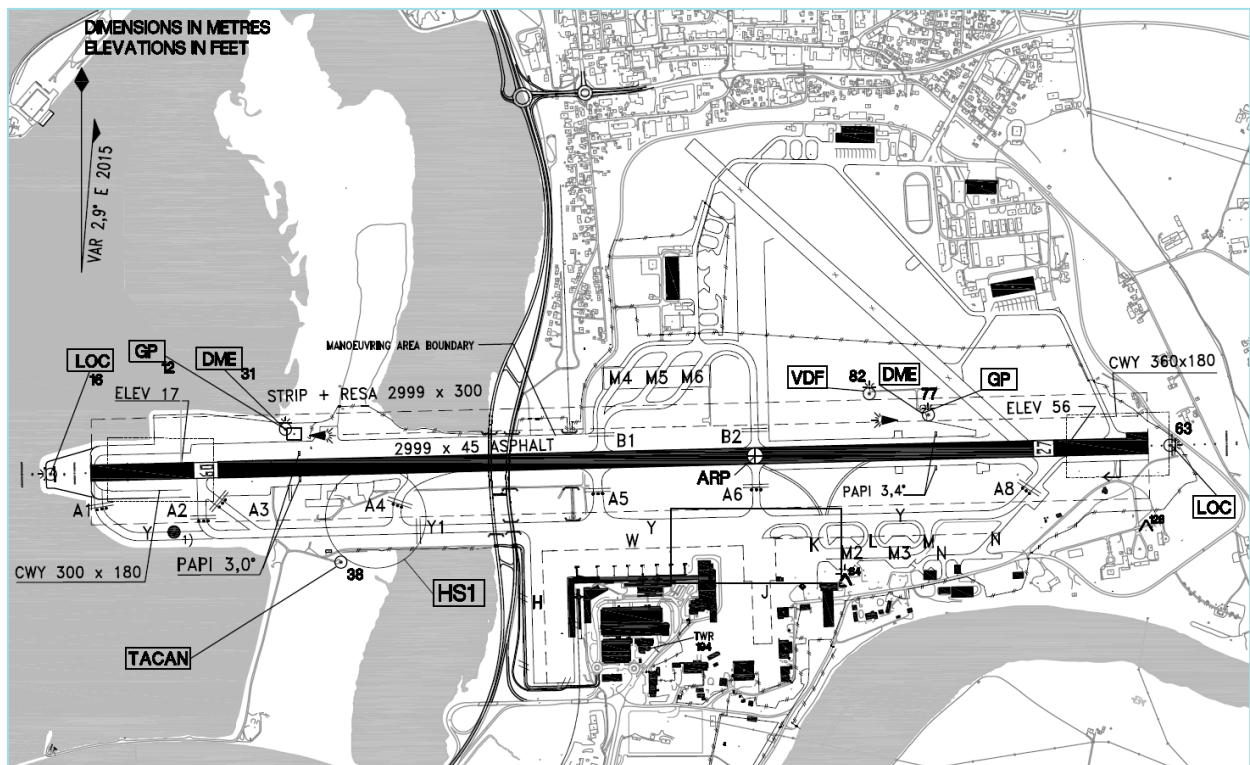
**Tabell 5-1 Koordinater for rullebaner og helikopterlandingsplasser.**

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Direction	Length
<b>09</b>	295263	7043152	297773	7042981	94	2516
<b>09A1</b>	295029	7043169	297773	7042981	94	2751
<b>09A4</b>	295961	7043101	297773	7042981	94	1816
<b>27</b>	297773	7042981	295263	7043152	274	2516
<b>27A6</b>	296889	7043040	295263	7043152	274	1630
<b>H2</b>	296884	7042894	296886	7042924	4	30
<b>HM</b>	297347	7042818	297377	7042816	94	30
<b>HS</b>	296874	7042439	296877	7042468	5	30

Retninger som er angitt i tabellen er relativt til nord-aksen i UTM89 sone 33.

Rullebanene er lagt inn med vertikalprofil som angitt i hinderkart fra AIP<sup>2</sup>, AD 2 ENVA 3-3. I beregningene vil rullebanene bli lagt inn som akustisk harde flater med bredde på 45 meter for hovedrullebanen og 30 meter på helipad.

I figuren under er det tatt inn et utsnitt av Aerodrome Chart fra AIP. Det vil senere i rapporten bli referert blant annet til taksebaner for påkjøring ved avganger.



**Figur 5-2 Utsnitt av flyplasskart for Trondheim lufthavn Værnes. Fra AIP.**

<sup>2</sup> AIP Norway, AMDT 02/16 - 03 MAR 2016.

## 6 FLYAKTIVITET

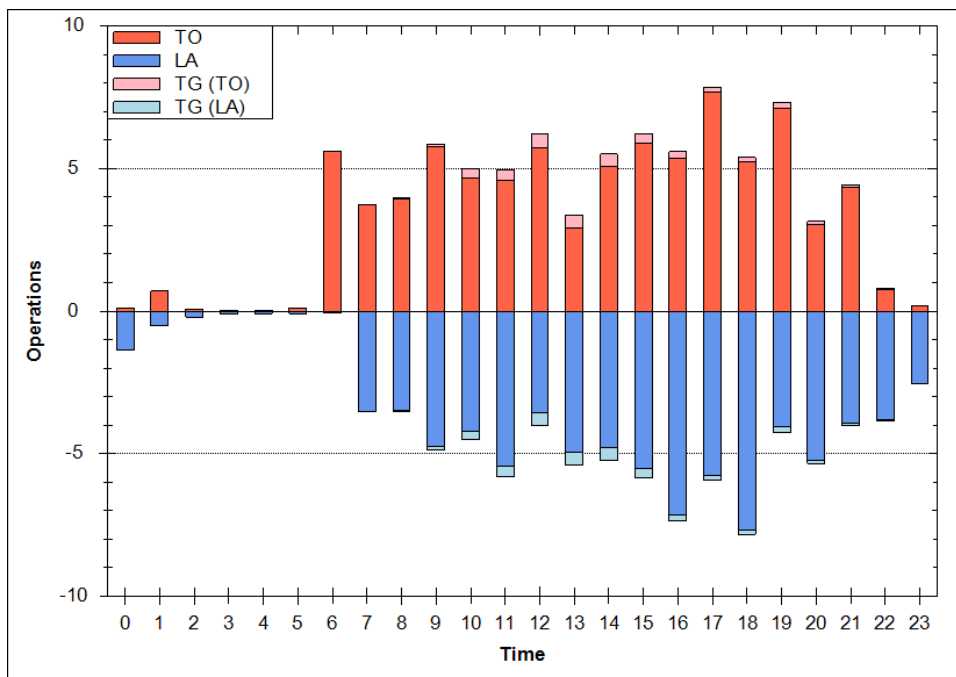
I henhold til retningslinje T-1442/2012 skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregningen av støysonene. I dette tilfellet er trafikken for 2015 benyttet som utgangspunkt for beregningen. I tabeller og figurer i denne rapporten vises derfor tallene for 2015. For beregningen av ti års prognosen er det valgt å benytte prognosetall for 2026. Trafikken skaleres i henhold til prognose fra TØI, høyt alternativ<sup>3</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 2015.**

Operasjon	Antall
Landing	30190
Touch/Go	2572 <sup>4</sup>
Avgang	30132



**Figur 6-1 Antall bevegelser pr time for en gjennomsnittsdag i 2015.**

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

<sup>3</sup> TØI: "Flytrafikkprognoser for Stavanger, Bergen og Trondheim 2014-40", Arbeidsdokument 3160 Avinor, Harald Thune-Larsen, 29.januar 2015.

<sup>4</sup> Antall bevegelser = sum landinger og avganger i landingsrunder.

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

Kode	Beskrivelse	Sum bevegelser	Antall Avinor <sup>5</sup>
1	Ruteflyging	50489	50490
2	Ikke regelbundet trafikk	1950	1901
3	Fraktflyging	1517	1517
4	Kontinentalsokkelflyging (m/helikopter)	2	2
5	Annen kommersiell helikopterflyging	1777	
6	Annen kommersiell flyging	132	132
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	9	
12	Ambulanseflyging	2078	2080
13	Skole- og instruksjonsflyging	1736	612
14	Posisjonsflyging	392	
15	Teknisk retur flyging	45	
16	Kontrollflyginger	9	
17	Allmenn flyging	2524	1826
21	Militær flyging	212	
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	8	
23	Militær skoleflyging	2	
24	Militær posisjonsflyging	1	
26	Militær kontrollflyging	2	
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	8	
28	Luftfartøy som deltar i militærøvelser	1	
	Annen sivil flyging (samlebetegnelse fra Avinors statistikk)		2083
	<b>Totalt</b>	62894	60643

I Avinor sine offisielle statistikk er antallet flyginger i T/G representert med bare én landing og ditto avgang hver gang slike økter gjennomføres uansett hvor mange runder som flys. I journalen er det 556 oppføringer på T/G med totalt 2572 bevegelser. Det vil si at det reelt sett er 2016 flere bevegelser enn hva statistikken viser. Dette tallet utgjør det meste av avviket mellom de to summene i tabellen over. I tillegg er de militære bevegelsene holdt utenfor Avinor sin statistikk og de utgjør her 234 bevegelser. Legges disse to tallene (2016 + 234) til rapportert tall fra Avinor gir dette 62 893 bevegelser. Avviket er da på én bevegelse mellom de to kildene og trafikkgrunnet anses derfor å være av høy kvalitet.

## 6.2 Trafikk i prognosen

Prognosen fra TØI angir vekst i rute, charter og fraktflyginger samlet. Pr. 2026 gir prognose for høyt alternativ at trafikken vil nå 64 790 bevegelser. Dette gir en vekst for denne trafikken på 20.08 % og dette legges til grunn for 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.

<sup>5</sup> Avinors flytrafikkstatistikk publisert på internett <https://avinor.no/konsern/om-oss/trafikkstatistikk/trafikkstatistikk>

## 7 FLYTYPER

### 7.1 Flytyper i bruk

Koding av flytypenavn i den elektroniske journalen er gjort i tråd med ICAO dokument 8643 <http://www.icao.int/publications/DOC8643/Pages/default.aspx>. Det er i alt 179 forskjellige koder som er registrert over året. 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. I Vedlegg Tabell 13-1 er det vist hvordan flytypenavn oversettes fra ICAO betegnelse til databasenavn.

**Tabell 7-1 Bevegelser pr flytype i databasen for 2015, samt gruppeinndeling.**

Flytype databasenavn	Gruppe	Antall bevegelser	Flytype databasenavn	Gruppe	Antall bevegelser
717200	JET	150	CL601	JET	8
7373B2	JET	54	CNA172	P	1682
737400	JET	32	CNA182	P	58
737500	JET	8	CNA206	P	118
737700	JET	15150	CNA441	T	157
737800	JET	14818	CNA500	JET	43
747200	JET	2	CNA750	JET	2
74720B	JET	2	COMSEP	P	107
747400	JET	4	CVR580	T	6
757PW	JET	162	DC3	T	9
A310	JET	8	DC870	JET	12
A319	JET	18	DHC6	T	2732
A320	JET	94	DHC8	T	11206
A320-211	JET	340	DHC830	T	6344
A320-232	JET	351	EC135	HS	49
A33034	JET	94	EMB145	JET	8
A340	JET	4	EMB170	JET	70
A340-642	JET	2	EMB190	JET	1861
BAE146	JET	8	F10062	JET	100
BEC58P	P	66	F16	JAG	22
C130HP	TS	30	F18	JAG	4
C17	JET	2	FAL20	JET	144
CL600	JET	12	GASEPF	P	2041
			GASEPV	P	72



Flytype databasenavn	Gruppe	Antall bevegelser
<b>GIV</b>	JET	12
<b>GV</b>	JET	1335
<b>HS748A</b>	TS	984
<b>IA1125</b>	JET	2
<b>L1011</b>	JET	2
<b>L188</b>	TS	14
<b>LEAR35</b>	JET	57
<b>LHEL</b>	HS	208
<b>MD81</b>	JET	2

Flytype databasenavn	Gruppe	Antall bevegelser
<b>MHEL</b>	HM	51
<b>MU3001</b>	JET	52
<b>PA28</b>	P	137
<b>PA31</b>	P	82
<b>SA330</b>	HS	30
<b>SA350</b>	HS	1522
<b>SABR80</b>	JET	2
<b>SF340</b>	T	18
<b>THEL</b>	HS	118

Jetflyene B737-300, -400 og -500 er nesten helt borte fra lista i 2015 og forventes skiftet ut innen 2026 og erstattes med henholdsvis B737-800, -800 og -600. B737-800 har kraftigere motorer enn sine forgjengere, bruker større skyvekraft under avgang og støyer derfor noe mer.

Det er videre antatt at det ikke blir regelmessige besøk av nye norske jagerfly av typen F-35. Jagerflybevegelser holdes derfor uendret med hensyn på flytyper og omfang for prognosen.

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

ACcat	Gruppe	SumOper
<b>HM</b>	Militært helikopter	51
<b>HS</b>	Sivilt helikopter	1927
<b>JAG</b>	Jagerfly	26
<b>JET</b>	Jetfly	35027
<b>P</b>	Småfly, GA	4363
<b>T</b>	Turbopropfly	20472
<b>TS</b>	Turboprop fraktfly	1028



## 8 DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

For å beregne støy fra flytrafikken er det nødvendig å vite hvor flyene flyr. 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.

I denne undersøkelsen støtter vi oss i stor grad på tidligere arbeider supplert med nye opplysninger fra Avinor. Siden forrige kartlegging er det installert et traséovervåkingsanlegg ved lufthavnen, men driftstiden for dette er så kort at informasjon derfra ikke er benyttet.

### 8.1 Destinasjoner

Destinasjoner som er angitt i den elektroniske journalen gjenkjennes i listen i Location Indicators (ICAO Doc 7910). Det er angitt 246 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.**

TO_LA	Gruppe	SumOper
<b>Landing</b>	Lokal	1468
<b>T/G</b>	Lokal	2511
<b>Avgang</b>	Lokal	1397
<b>Landing</b>	Nord	7446
<b>T/G</b>	Nord	2
<b>Avgang</b>	Nord	7501
<b>Landing</b>	Sør	14294
<b>T/G</b>	Sør	7
<b>Avgang</b>	Sør	14260
<b>Landing</b>	Sørvest	6606
<b>T/G</b>	Sørvest	17
<b>Avgang</b>	Sørvest	6504
<b>Landing</b>	Vest	122
<b>T/G</b>	Vest	35
<b>Avgang</b>	Vest	210
<b>Landing</b>	Øst	254
<b>Avgang</b>	Øst	260

Når det er notert T/G bevegelser med annen destinasjon enn "lokal", så har disse landingsrundene vært foretatt av et fly som enten kom fra og/eller dro til en annen destinasjon enn Værnes.

### 8.2 Flygeprosedyrer

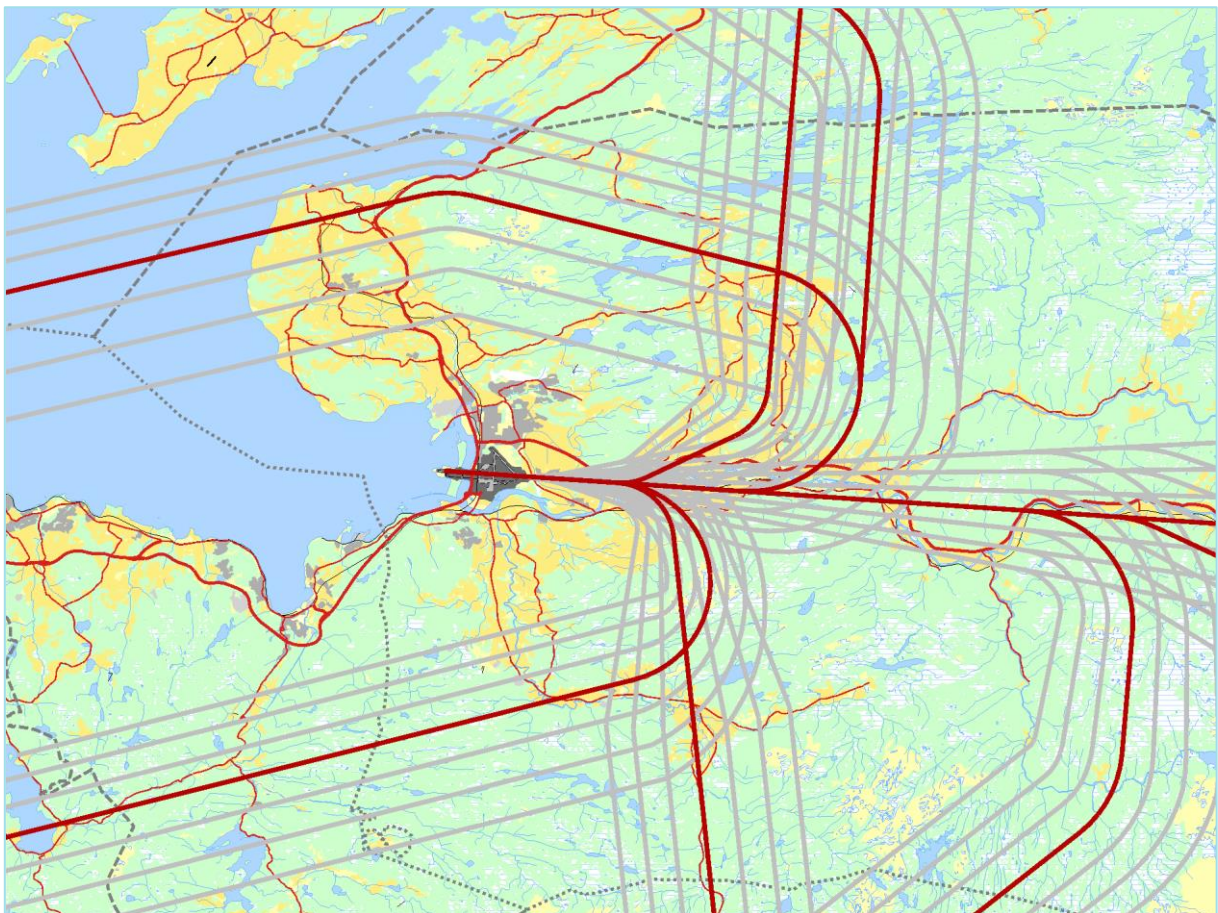
I beregningsgrunnlaget etableres prosedyrer til de forskjellige destinasjonsgruppene for landinger og avganger til aktuelle rullebaner. Generelt vil det alltid (med unntak for småfly og noe helikoptertrafikk) være etablert prosedyrer som er basert på instrument flyging, både for landinger og avganger. I tillegg legges inn prosedyrer for visuell innflyging og for avganger som forlater instrumentprosedyren og setter direkte kurs ut av kontrollsonen. Det etableres prosedyrer for alle flygrupper til og fra alle aktuelle destinasjonsgrupper.

I fordelingen av trafikken er det lagt til grunn at systemet med rullebane i bruk benyttes. På hovedrullebanen 09/27 er det lagt inn en 60/40 fordeling av trafikken både for landinger og avganger. Dette er basert på langtids vindstatistikk og i tråd med tidligere beregninger.

### 8.3 Traséer

For hver kombinasjon av prosedyre og flygruppe konstrueres en trasé. Denne følger den ideelle linjen for prosedyren. I tillegg genererer NORTIM en statistisk spredning om denne traséen etter internasjonal standard [24]. Det benyttes i alt 6 spredetraséer for hver hovedtrasé. Denne modellen skal ivareta avdrift og eventuelle avvik fra prosedyrene og er illustrert i to figurer henholdsvis for avganger og landinger.

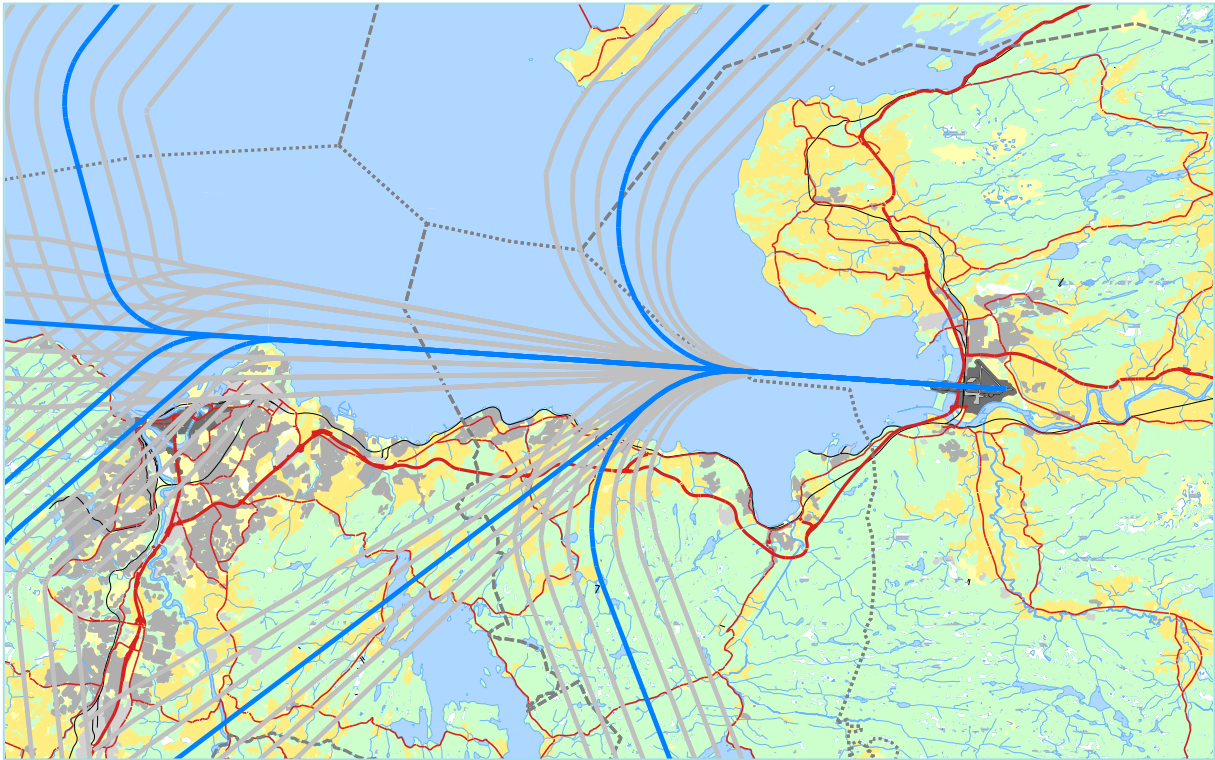
De følgende figurene viser traséer for landinger og avganger med forskjellige kategorier av fly; jetfly, turboprop, GA og helikopter. Traséene er fargelagt blå for landinger, røde for avganger. Noen av temakodene i kartbakgrunnen er sløyfet for å spare lagringsplass. Det er også benyttet forskjellige kartutsnitt og målestokk for å tilpasse til de enkelte operasjoner.



**Figur 8-1 Avgangstraséer for jetfly på bane 09 med sideveis spredning. M 1:250 000.**

Ved konstruksjon av avgangstraséene er det lagt inn en 50/50 fordeling på startpunkt mellom A1 og A2 (terskel) på bane 09. Videre er det lagt inn 50/50 fordeling mellom svingpunkt etter oppnådd 2500 fots høyde og svingpunkt etter full SID<sup>6</sup>.

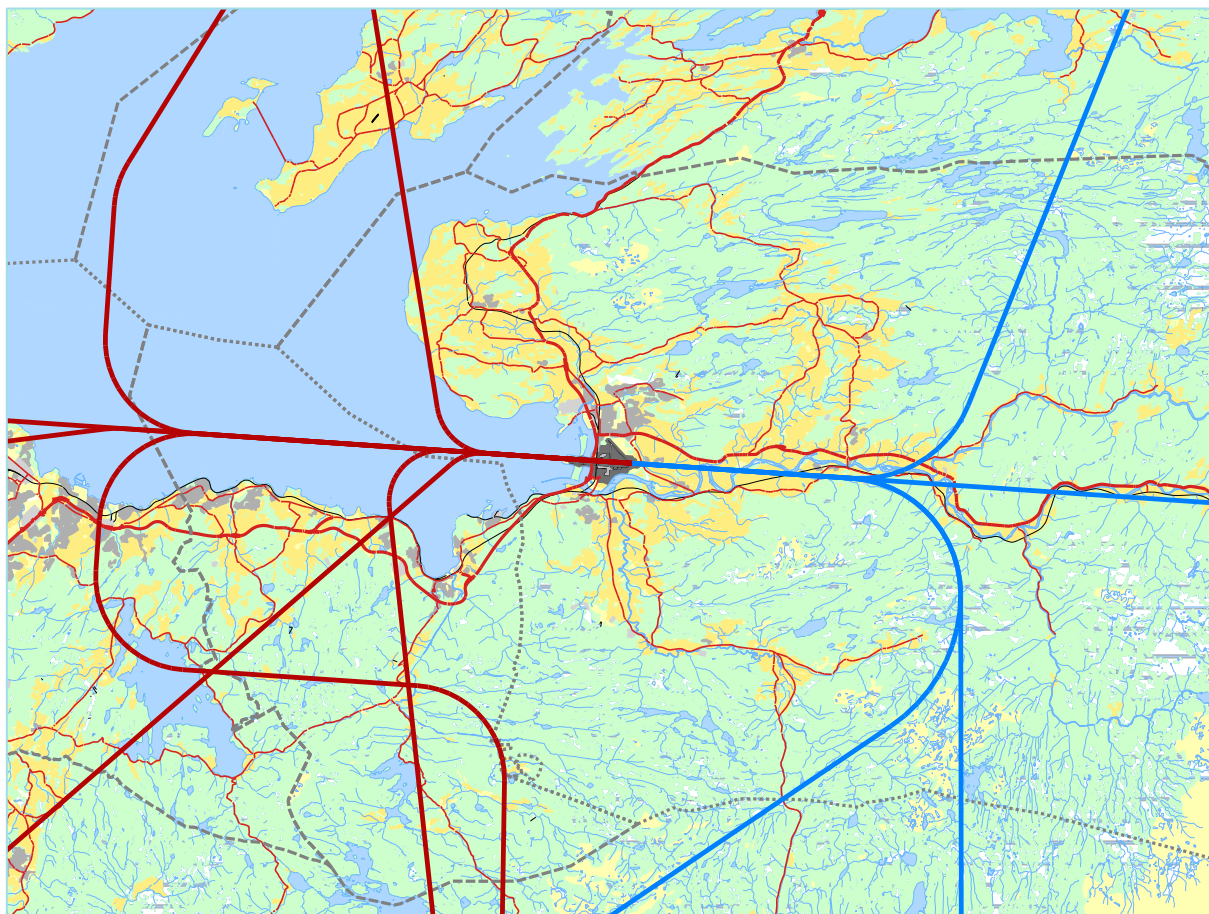
<sup>6</sup> STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE



**Figur 8-2 Landingstraséer for jettfly på bane 09 med sideveis spredning. M 1:250 000.**

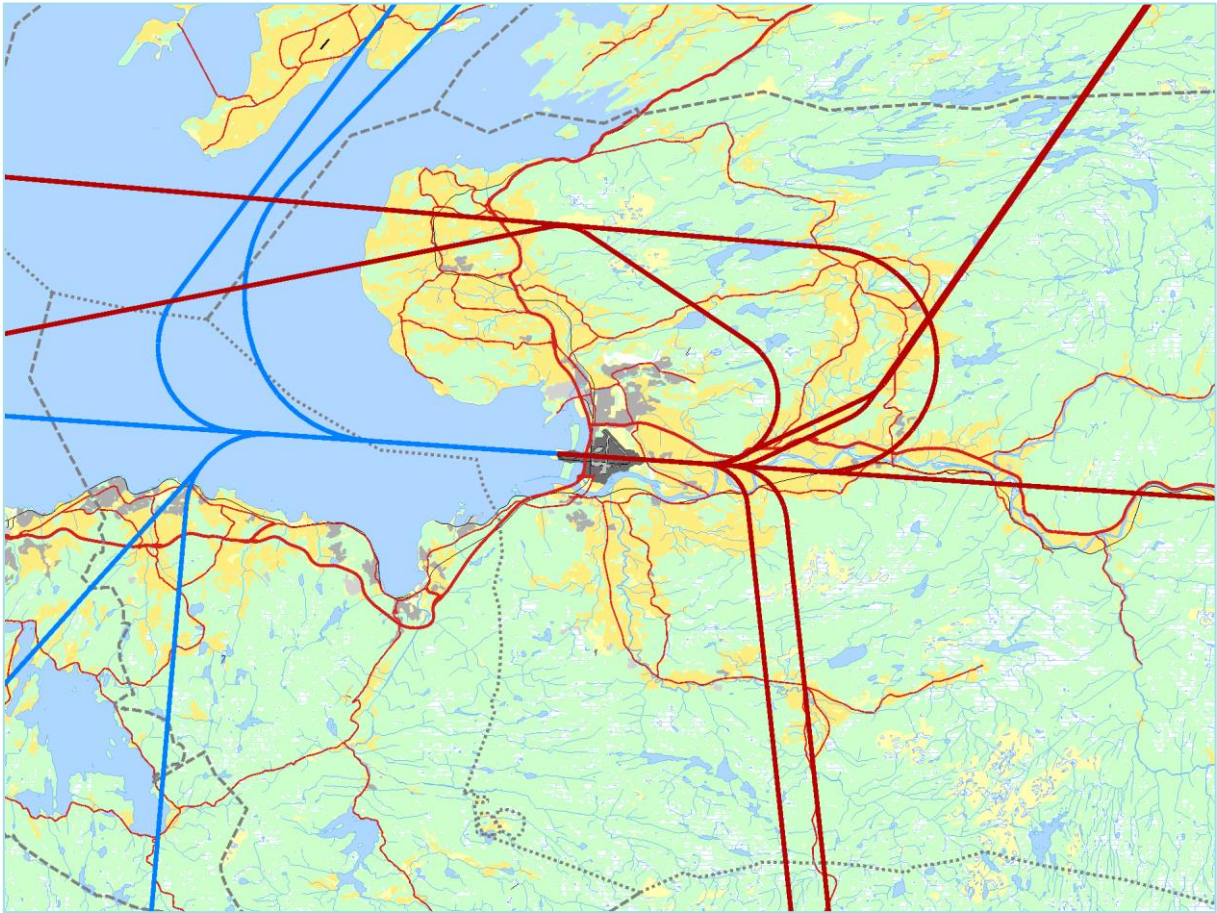
For landinger på bane 09 er det 50/50 fordeling mellom kort og lang finale. Traséene med kortere finale er basert på nye RNAV prosedyrer som vil bli innført snart, men er benyttet her fordi de i liten grad avviker fra det som er flyselskapenes egne prosedyrer i dag.





**Figur 8-3 Landings- og avgangstraséer for jetfly på bane 27. M 1:300 000.**

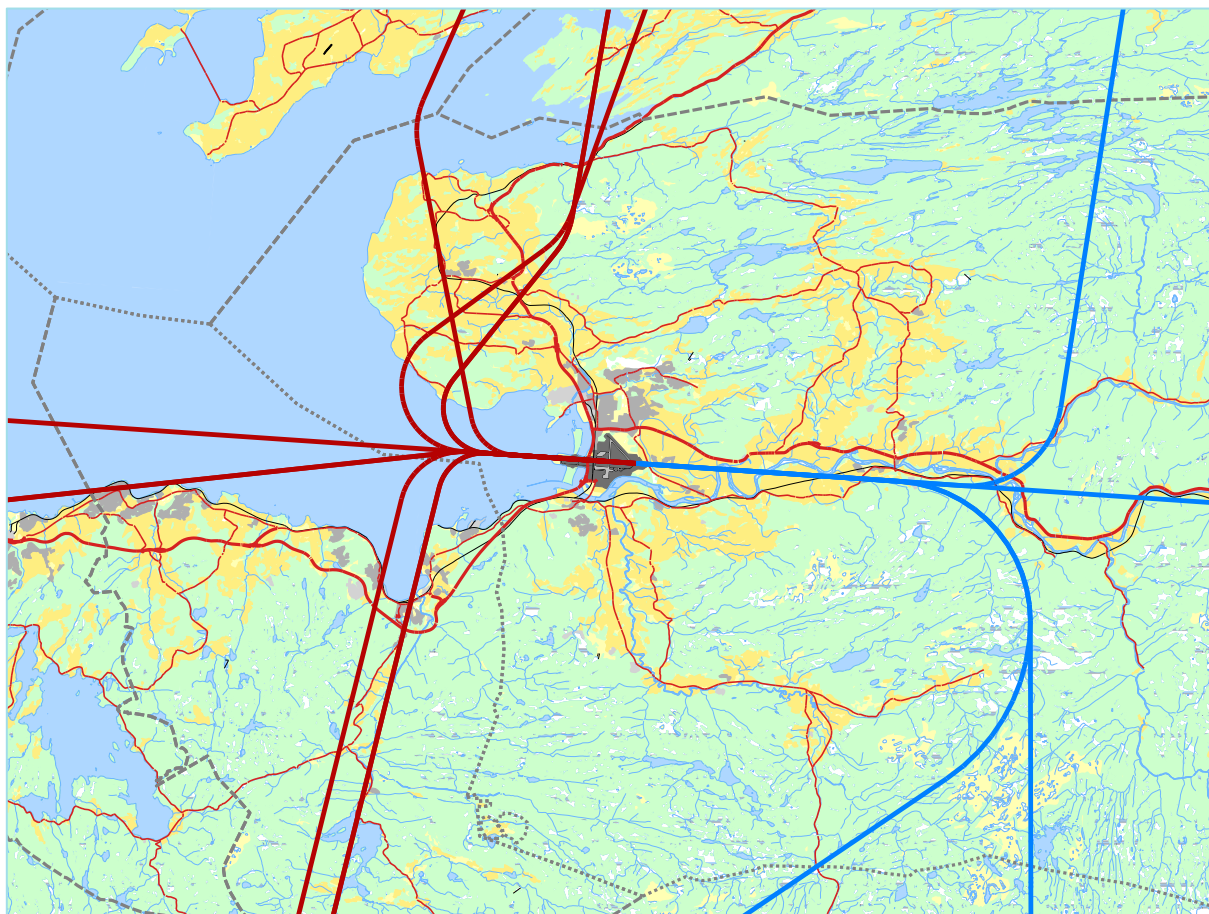
Også her er det lagt inn 50/50 fordeling mellom svingpunkt etter oppnådd 2500 fots høyde og svingpunkt etter full SID



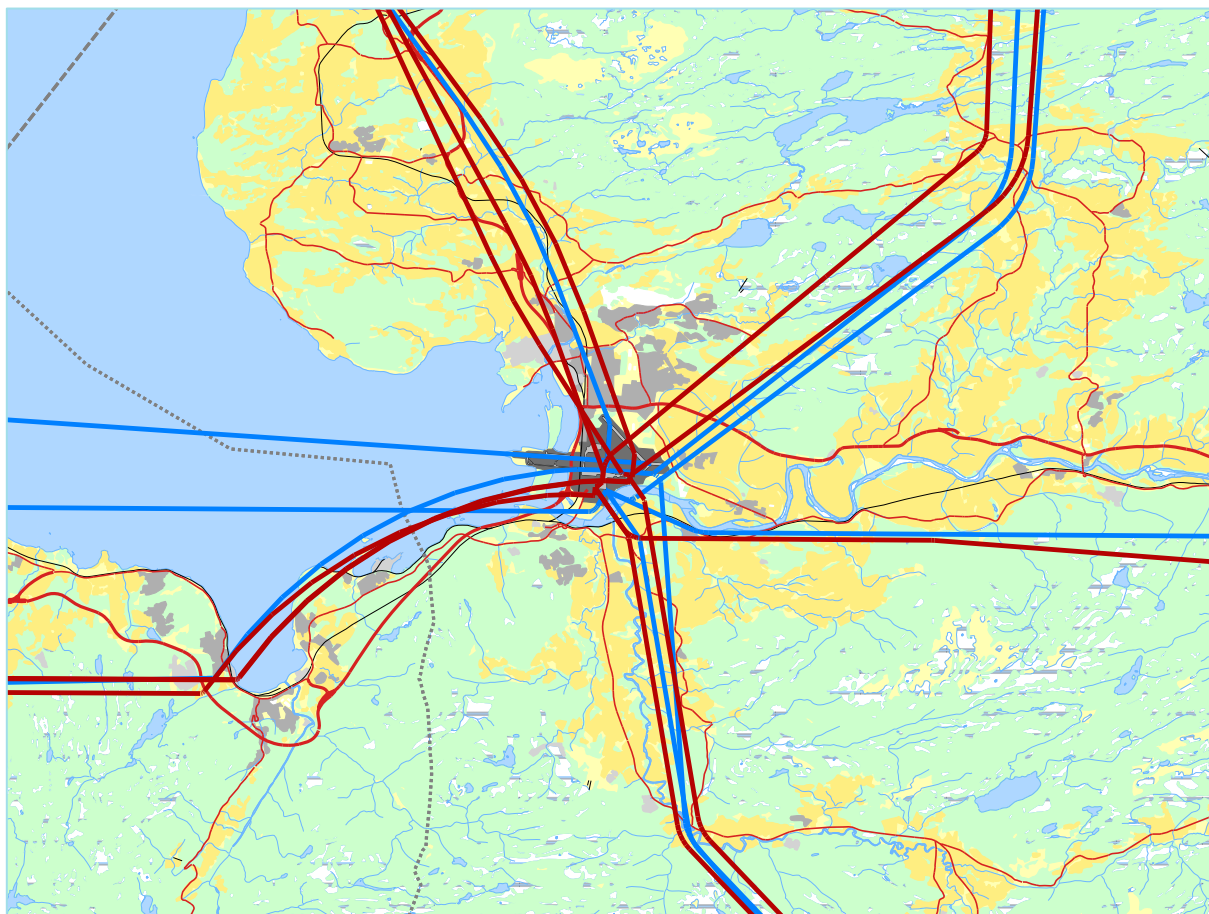
**Figur 8-4 Landings- og avgangstraséer for turboprop på bane 09. M 1:250 000.**

Ved avgang på bane 09 for turboprop er det lagt inn en fordeling som gir at 75 % av avgangene starter etter påkjøring fra taksebane A4. Ved avganger fra bane 27 (som vises i neste figur) er det lagt inn at 75 % starter fra A6.

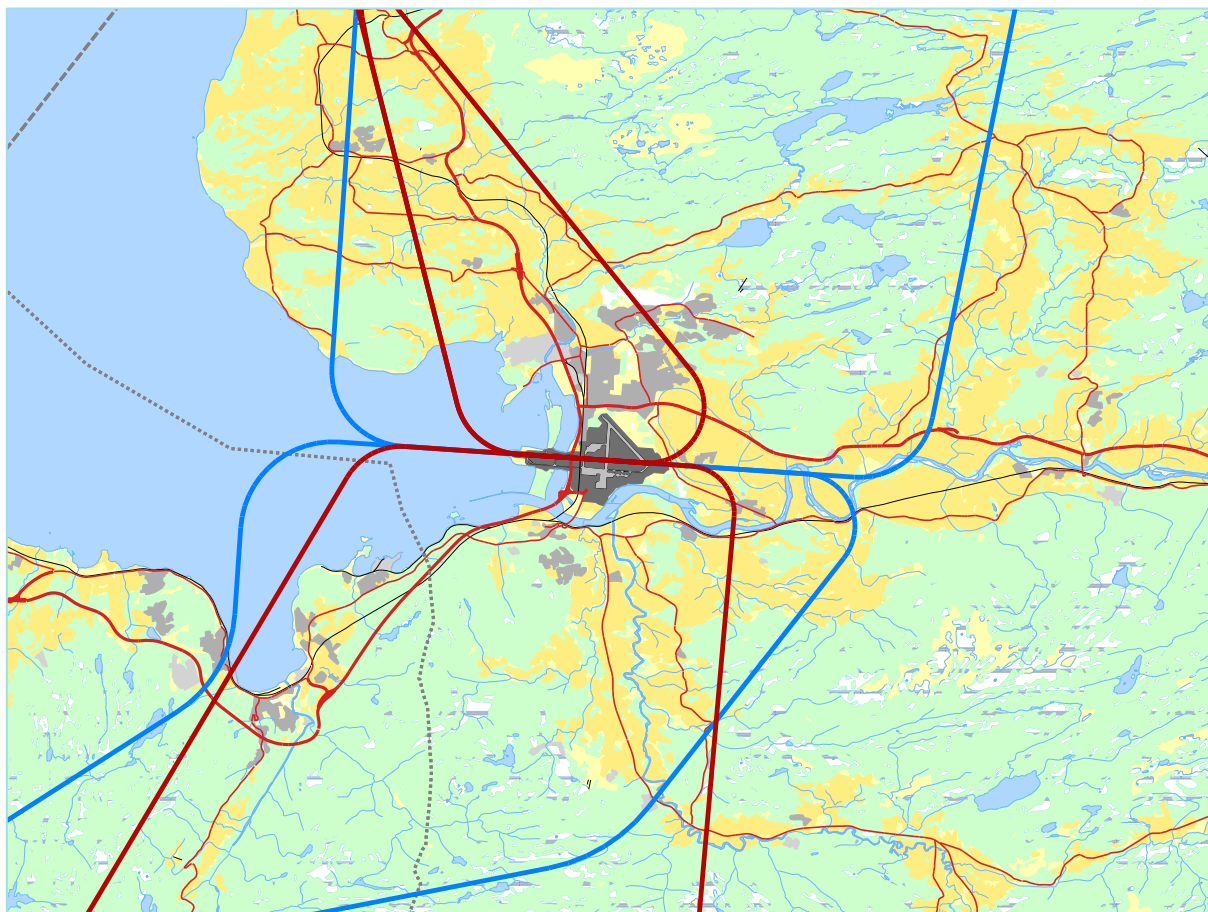




**Figur 8-5 Landings- og avgangstraséer for turboprop på bane 27. M 1:250 000.**

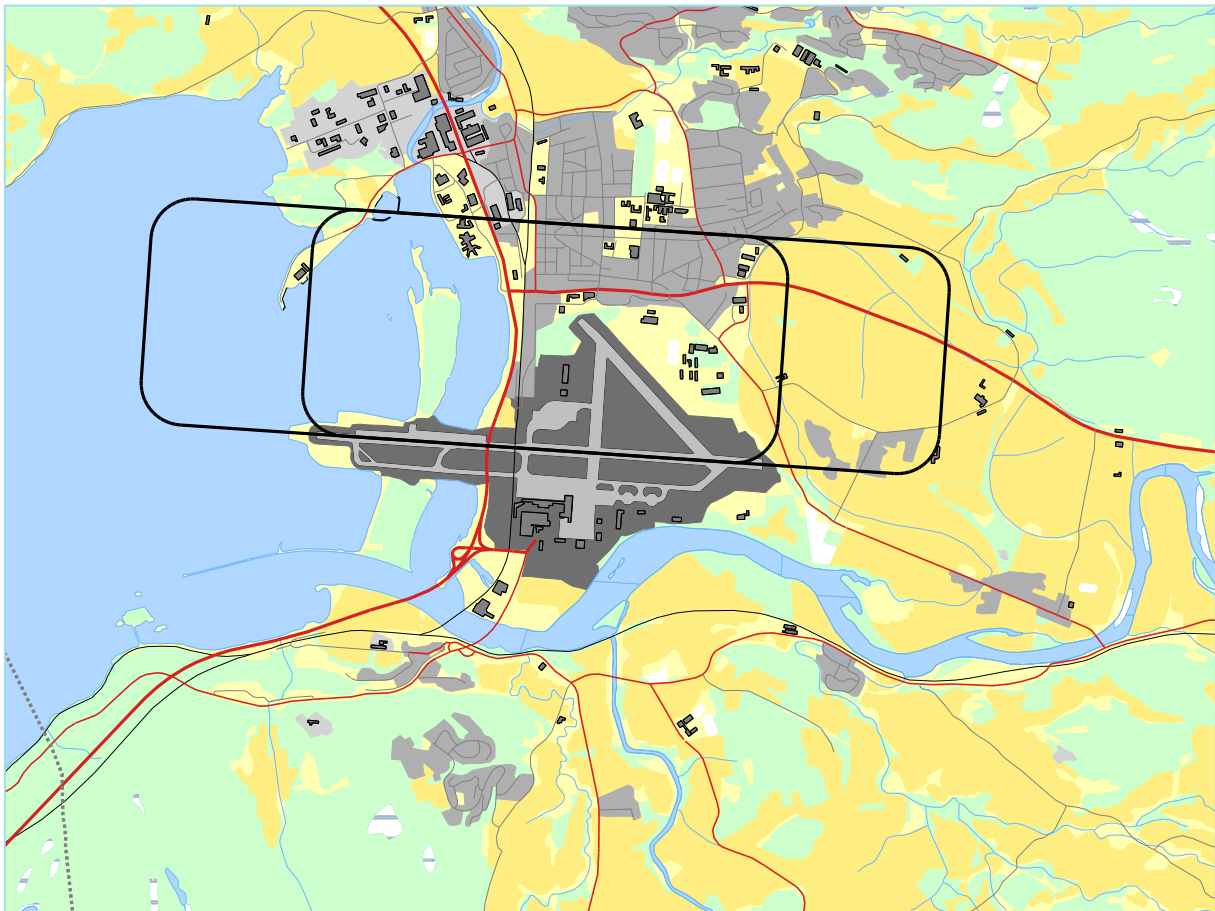


**Figur 8-6 Landings- og avgangstraséer for helikopter. M 1:150 000.**



**Figur 8-7 Landings- og avgangstraséer for småfly/GA. M 1:150 000.**





**Figur 8-8 Touch and Go traséer for småfly/GA. M 1:50 000.**

Landingsrunder for småfly gjøres konsekvent på nordsiden av flyplassen Det betyr at det flys med venstresvinger når bane 09 er i bruk og høyresvinger når 27 brukes. Det er lagt inn at sving starter ved rullebaneenden på avgangsdelen og at det landes med en kort finale på ca. 1 km.

I de få tilfellene hvor større fly foretar landingsrunder er det antatt at dette foregår sør av flyplassen med et videre flymønster enn for småfly. Hyppigheten er imidlertid svært liten og det er derfor valgt ikke å legge inn en egen figur for dette.

## 8.4 Flygeprofiler

Med flygeprofiler menes høyde, hastighet og motorpådrag som funksjon av avstand fra terskelpunkt for landinger og startpunkt for avganger. For avganger er referansepunktet 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]).

Landingsprofiler er lagt inn med 3° glidebane på bane 09; 3.4° på bane 27 samsvarende med instrumentprosedyrer. For helikopter forutsettes innflyging på 6° profil. Avgangsprofilene for fly følger standard profiler fra databasen basert på hvor langt de skal fly (Stage Length). For helikopter er stigeprofilene basert på beste klatrate med tilhørende hastighet.

## **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 flygingskategori**

**Skalering for prognosen for 2026 er vist i kapittel 6.2. Flygingskategori 1, 2, 3 og 14 (jfr.**

Tabell 6-2) skaleres med faktoren 1.2008, mens de øvrige kategorier er uendret.

## **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 2015, kun den prosentvise økning som omtalt over.

## **10 BEREGNINGSPARAMETERE**

### **10.1 Beregningsenheter**

Det beregnes for alle enheter som er relatert til retningslinje T-1442/2012 og Forurensningsforskriften.

### **10.2 Beregning i enkeltpunkter**

Det gjøres punktregninger i koordinatpunktene for alle bygninger med støyømfintlige bruksområder innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert pr 2016-01-12. For hver type boligbygg eller boenhet beregnes et antall personer knyttet til boligen. Dette beregnes ut fra et gjennomsnitt av antall personer som bor i forskjellige typer boliger.

### **10.3 NORTIM beregningskontroll**

Grunnlagsberegningene for T-1442/2012 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-1442/2012

Resultatene av støyberegningene vises i form av tabeller og kurver på kart. Normalt vises ett kart for hver måleenhet som inngår i grunnlaget for konstruksjon av støysonkart etter T-1442/2012, dvs. for  $L_{den}$  og  $L_{5AS}$  (MFN<sub>23-07</sub>).

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.**

Areal (km <sup>2</sup> )		
Støysoner	2015	2026
<b>Rød</b>	8.85	10.10
<b>Gul</b>	34.90	38.70

En del av det angitte arealet ligger over sjø både for dagens situasjon og prognosen. Tabellen viser at det er en klar økning i støysonenes utbredelse fra basisåret til prognoseåret 2026.

**Tabell 11-2 Antall boliger, beboere og andre bygg med støyømfintlig bruksformål innenfor støysonegrensener for dagens situasjon.**

$L_{den}$	Beboere	Boliger	Skolebygg	Helsebygg	Fritidsbygg
<b>52.0 -- 62.0</b>	7040	1779	47	15	38
<b>62.0 -&gt;</b>	475	169	0	0	0

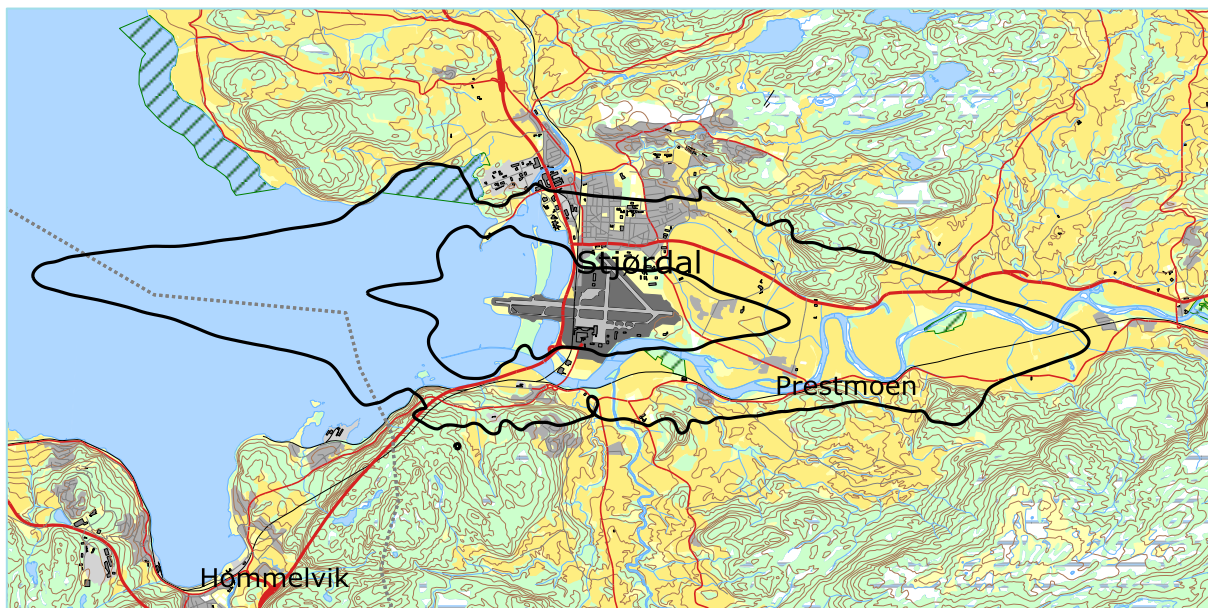
**Tabell 11-3 Antall boliger, beboere og andre bygg med støyømfintlig bruksformål innenfor støysonegrensener for prognosesituasjon 2026.**

$L_{den}$	Beboere	Boliger	Skolebygg	Helsebygg	Fritidsbygg
<b>52.0 -- 62.0</b>	8068	2138	47	15	56
<b>62.0 -&gt;</b>	520	184	1	0	0

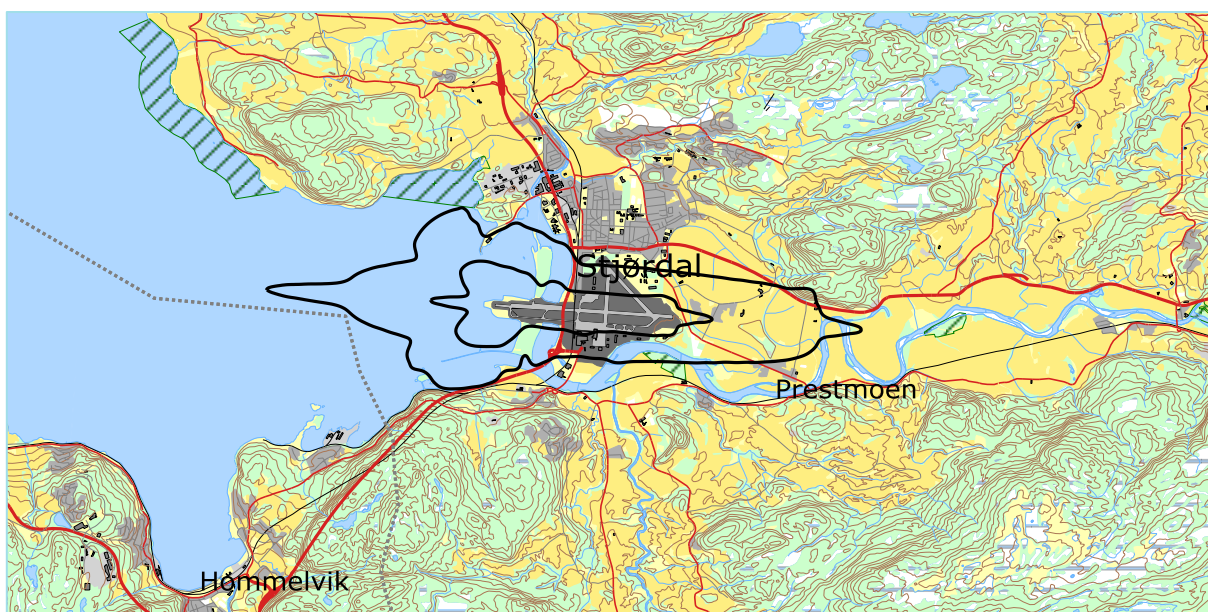
I de følgende kapitler vises støykoter for  $L_{den}$  og  $L_{5AS}$  for de to scenariene for seg. Kartene viser to nivåkurver for hver av måleenhetene, tilsvarende grenseverdiene for gul og rød sone. Det er valgt å beholde samme målestokk og utsnitt for alle figurene for enklere å kunne sammenligne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

Dernest vises støysonekartet for perioden 2015-26 slik det er definert i T-1442/2012 hvor det settes sammen av verste situasjon av dagens situasjon og prognosen.

Til slutt i dette kapitlet vises kart for stilleområder i form av to koter for  $L_{den}$ . Retningslinjen anbefaler at det kartlegges "stille områder". Disse er definert med to verdier av  $L_{den}$ ; henholdsvis 40 dBA i rurale områder og 50 dBA i urbane. Beregning ned til  $L_{den}$  40 dBA er beheftet med større usikkerhet enn for støysonene.

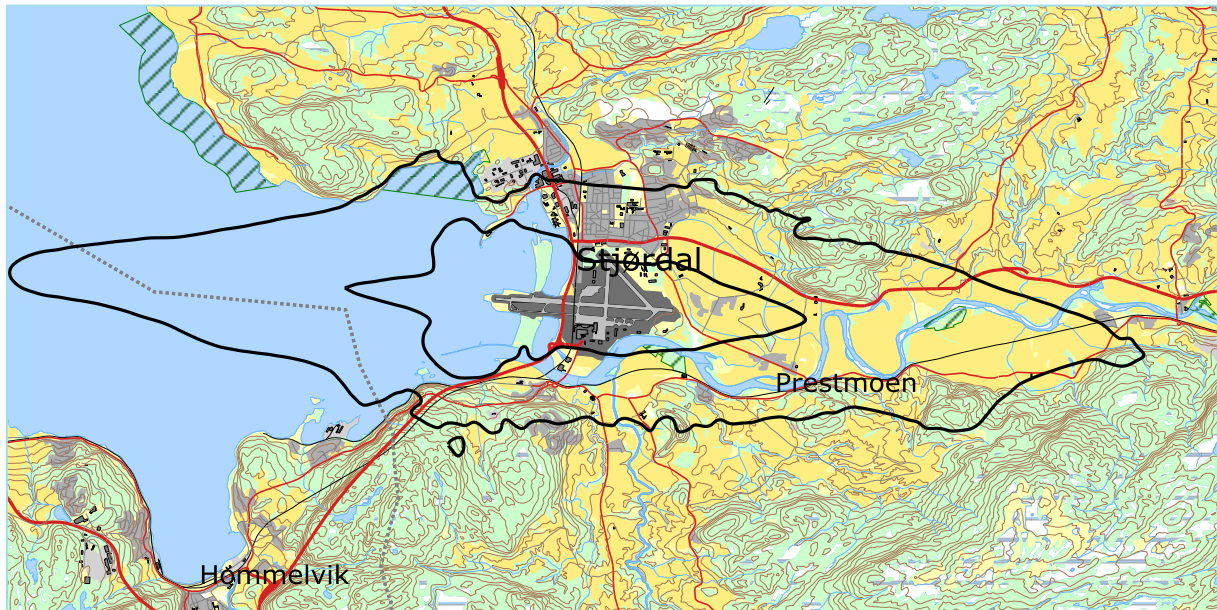


**Figur 11-1  $L_{den}$  for dagens situasjon 2015. Kurvene viser  $L_{den}$  52 og 62 dBA. M 1:125 000.**

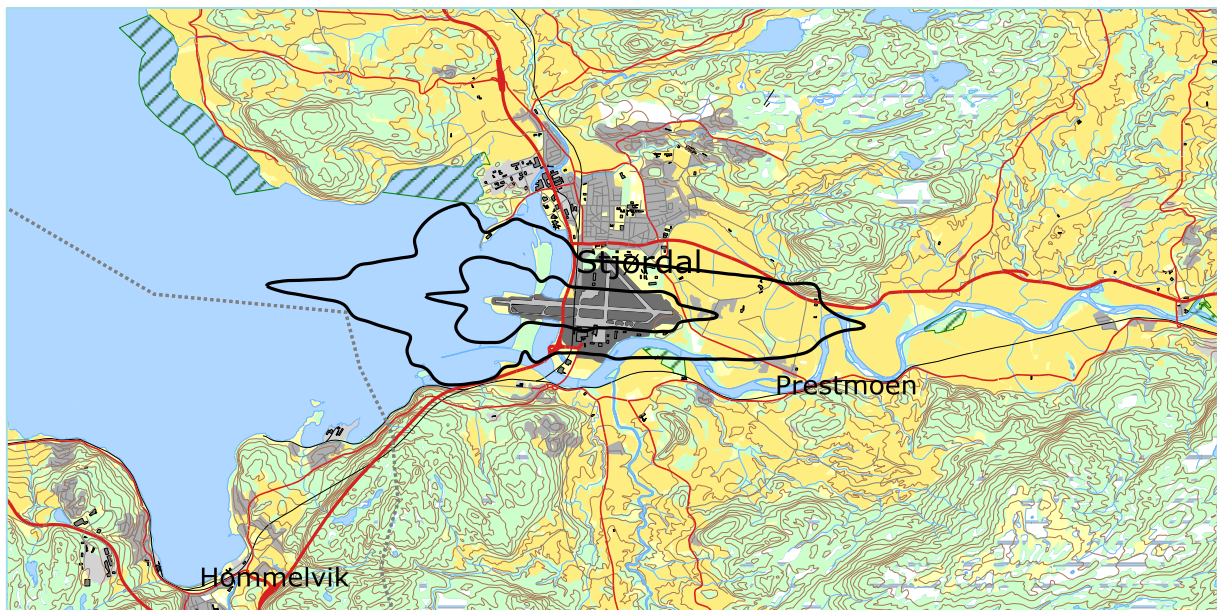


**Figur 11-2  $L_{5AS}$  for dagens situasjon 2015. Kurvene viser  $L_{5AS}$  80 og 90 dBA. M 1:125 000.**





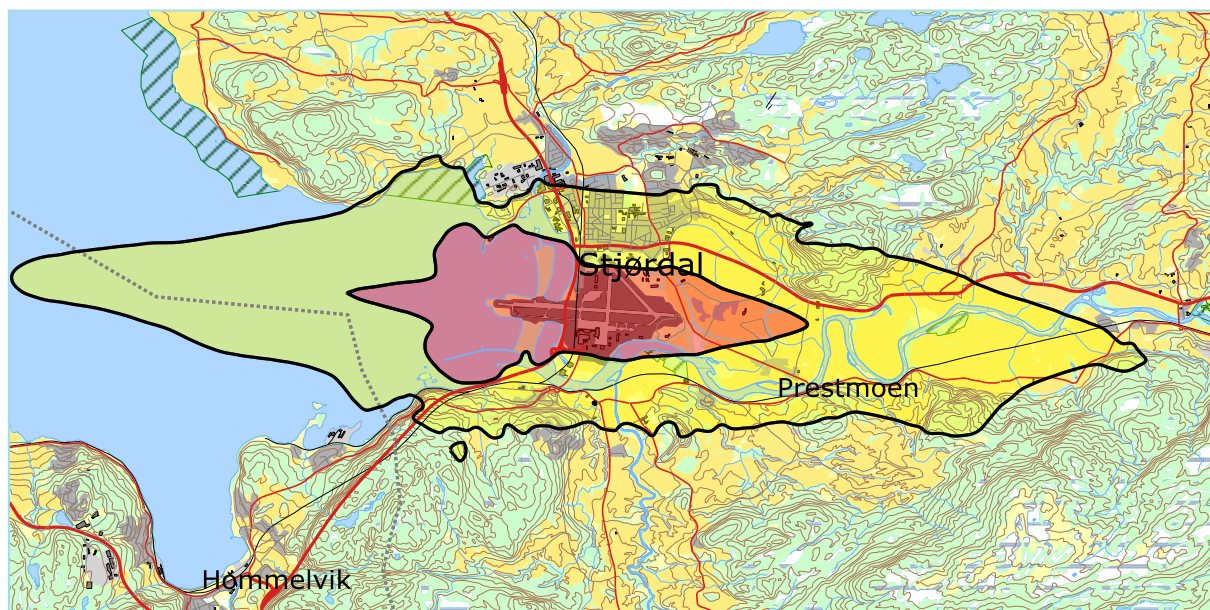
**Figur 11-3  $L_{den}$  for prognosesituasjon 2026. Kurvene viser  $L_{den}$  52 og 62 dBA. M 1:125 000.**



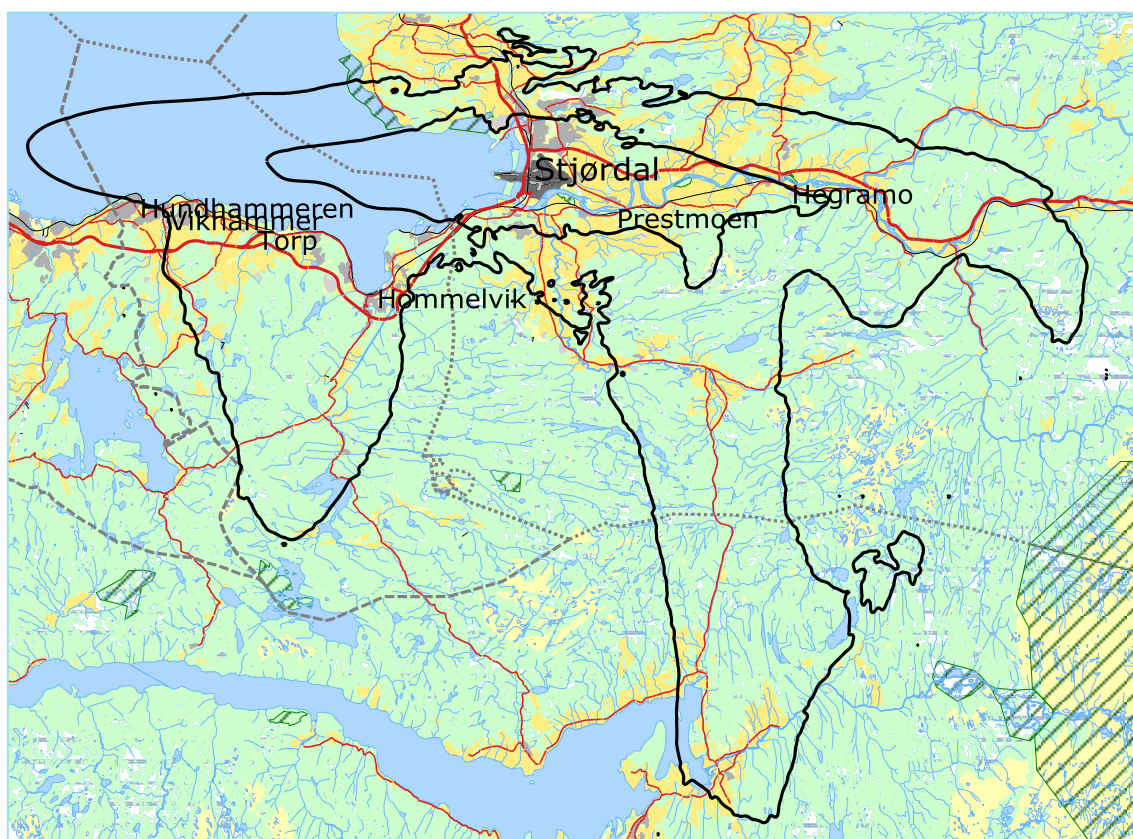
**Figur 11-4  $L_{5AS}$  for prognosesituasjon 2026. Kurvene viser  $L_{5AS}$  80 og 90 dBA. M 1:125 000.**

Med den relativt beskjedne utstrekning av konturene for maksimumsnivå på natt, så vil støysonene være totalt dimensjonert av  $L_{den}$ . Støysoner for prognosesituasjon vil være verste situasjon for perioden fram til 2026 og er vist i den følgende figuren. Dernest vises kartet som illustrerer (mangelen på) stille områder.





**Figur 11-5 Gul og rød støysone etter T-1442 for perioden fram til 2026. M 1:125 000.**



**Figur 11-6  $L_{den}$  for prognosesituasjon 2026. Kurvene viser 40 og 50 dBA. M 1:200 000.**

Alle områder utenfor ytterste kurve i dette kartet kan karakteriseres som stille områder i forhold til flystøy etter definisjonen i T-1442/2012. Mellom de to kurvene vil tilrettelagte områder i tettbebygd strøk kunne karakteriseres som stille. Innenfor den innerste er det pr. definisjon ikke stille områder.



## 12 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

I dette kapitlet vises beregningsresultater relatert til Forurensningsforskriften [19] i form av tabeller med antall berørte støyømfintlige bygninger, samt figurer med kumulative fordelinger. I henhold til **Tabell 4-1** er kartleggingsgrensen for Trondheim lufthavn Værnes for flystøy alene på  $L_{Aeq24h}$  62 dBA utendørs frittfeltsnivå. Det korresponderer med en reduksjon på 27 dBA i fasader relativt til frittfeltsnivå 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 frittfeltsnivå på 69 dBA utendørs.

De følgende tabellene viser hvor mange støyømfintlige bygninger som befinner seg innenfor disse grensene for dagens situasjon og prognosen for 2026. Detaljerte lister vil oversendes oppdragsgiver separat. Utstrekningen av de ulike 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.

### 12.1 Kartlegging av innendørs støy nivå

I dette kapitlet er det vist tabeller og kart som tilfredsstiller kravene i § 5-4 i forskriften.

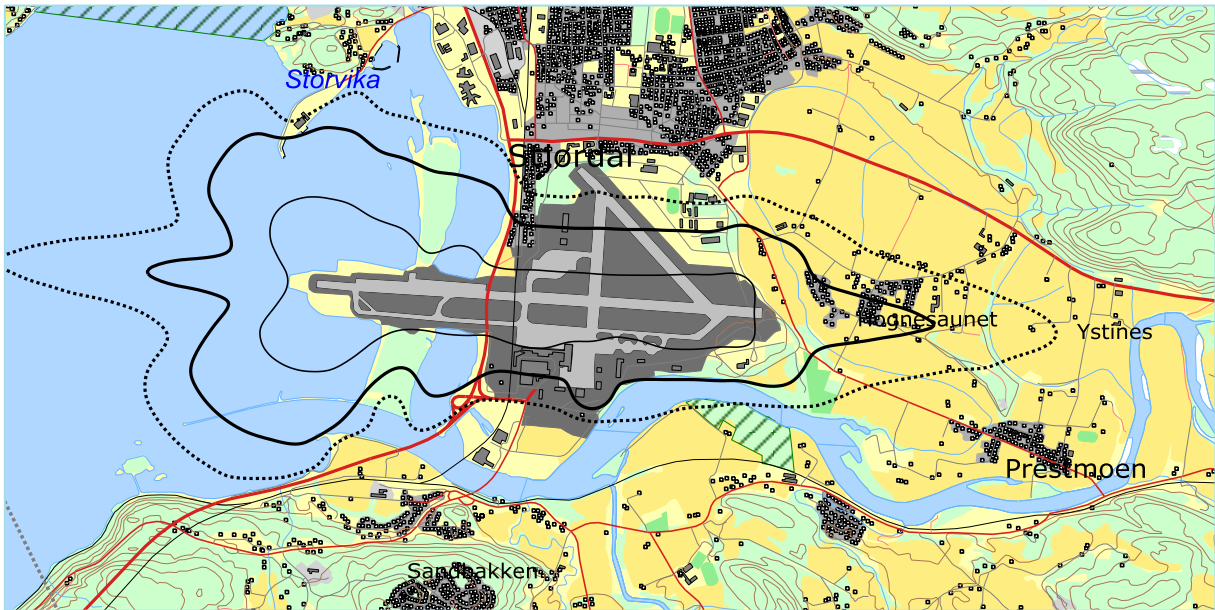
**Tabell 12-1 Antall bosatte, boliger, skoler og helseinstitusjoner innenfor kartleggingsnivå for dagens situasjon.**

$L_{Aeq24h}$ (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger
<b>59.0 -- 62.0</b>	299	107	0	0
<b>62.0 -- 69.0</b>	140	48	0	0
<b>&gt; 69.0</b>	0	0	0	0

**Tabell 12-2 Antall bosatte, boliger, skoler og helseinstitusjoner innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjon 2026.**

$L_{Aeq24h}$ (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger
<b>59.0 -- 62.0</b>	235	89	1	0
<b>62.0 -- 69.0</b>	242	81	0	0
<b>&gt; 69.0</b>	0	0	0	0

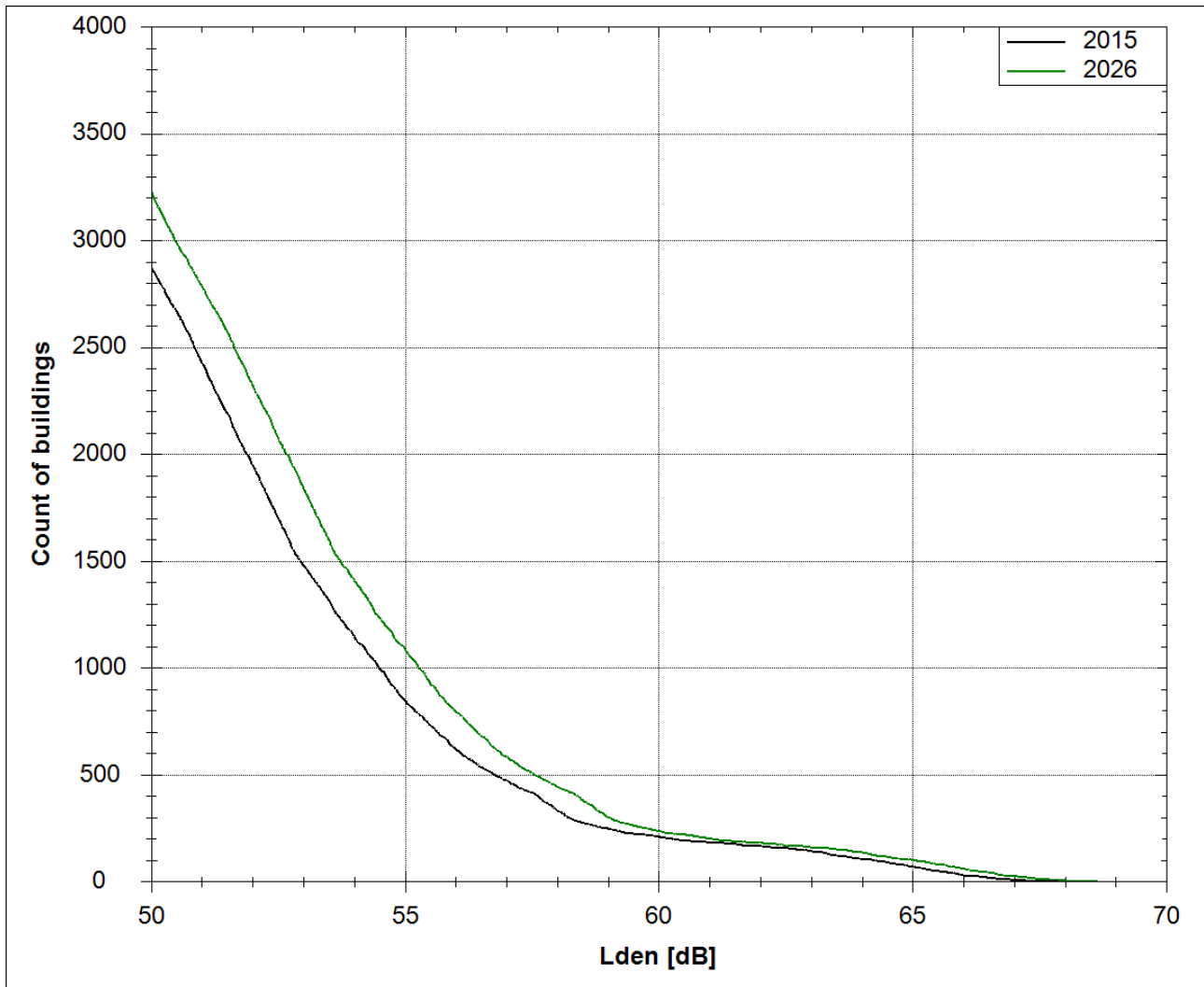
I figuren under er det vist konturer for prognosesituasjonen som korresponderer med nivågrensene i tabellen over. I dette kartet er alle bygningene med støyømfintlig bruksformål markert med et hvitt kvadrat. Det går fram av kartet at det er to områder hvor det er tettest med boliger innenfor kartleggingsgrensen, nemlig Værnesmoen og Hognesaunet. Ingen av boligene ligger innenfor tentativ tiltaksgrense og det er en viss sannsynlighet for at boligene er kartlagt tidligere (av Forsvarsbygg). Det vil derfor være tilstrekkelig å sjekke disse ut med nye inngangsnivå for å se om de holder kravene i forskriften. For Værnesmoen er det som før nødvendig å regne støy fra veg og jernbane i tillegg.



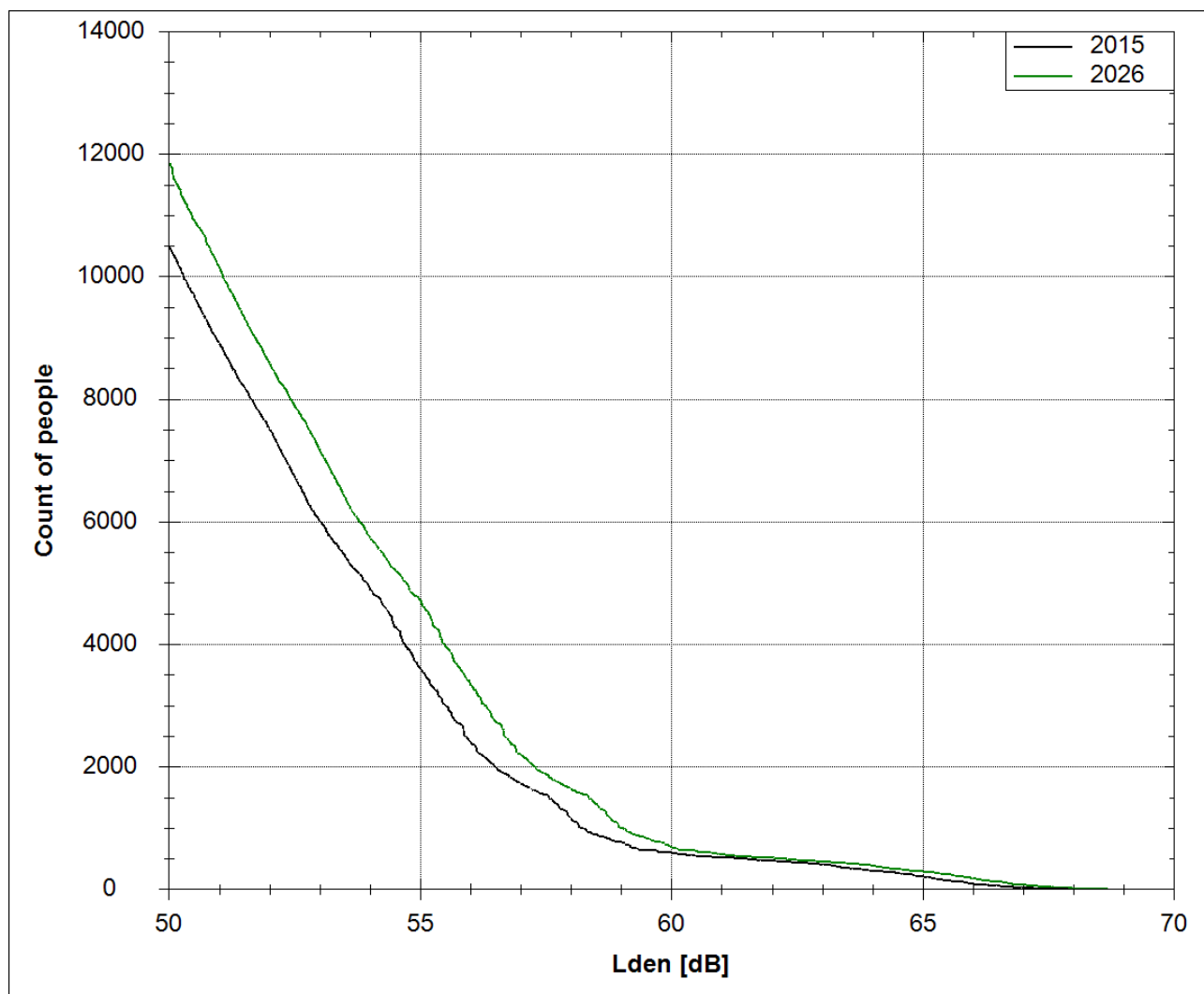
Figur 12-1 Kartleggingsgrenser for prognosesituasjonen.  $L_{Aeq24h}$  59 (stiplet), 62 (tykk strek) og 69 dBA (tynn strek). M 1:50 000.

## 12.2 Strategisk støykartlegging

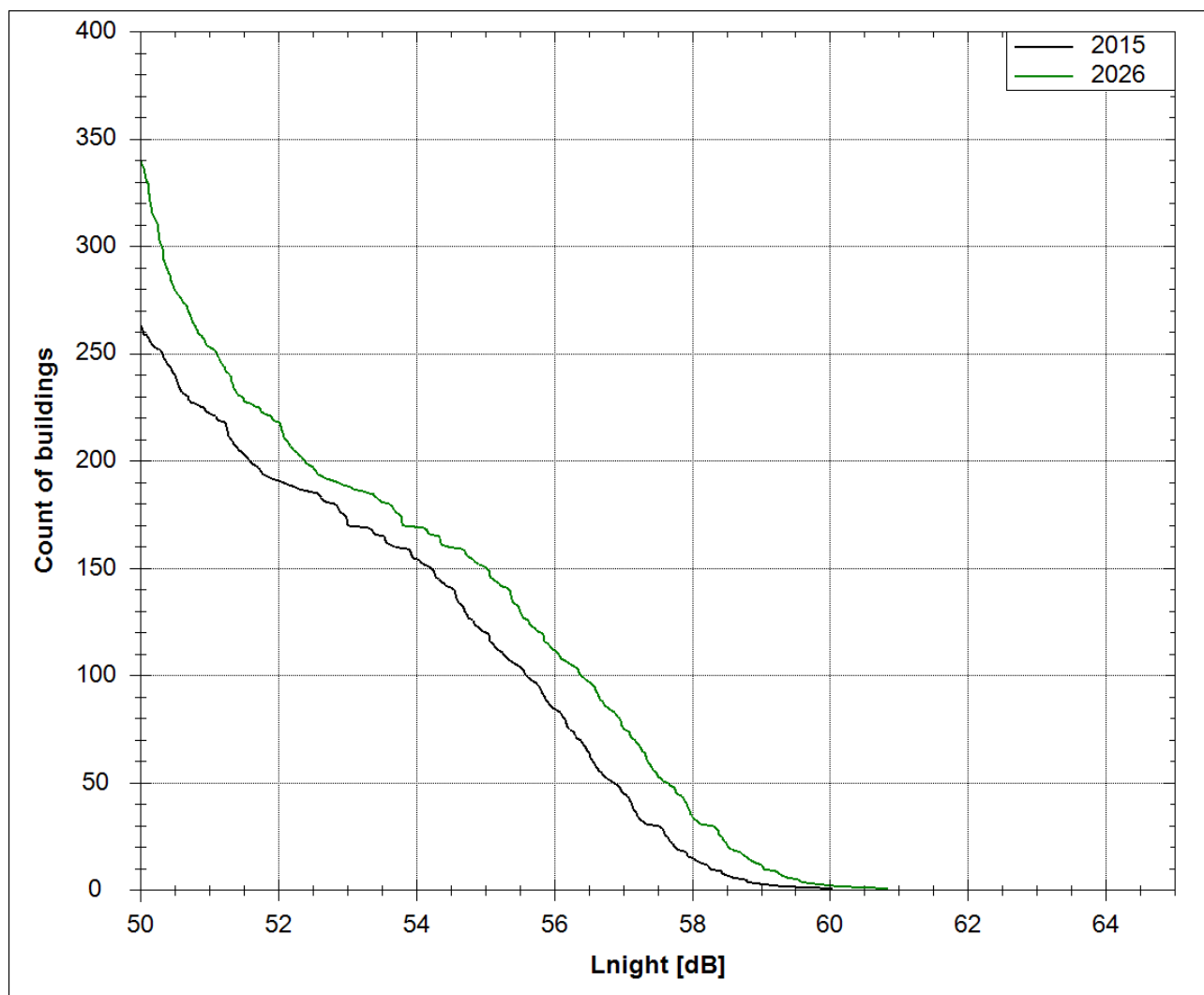
I dette kapitlet vises resultater som etterspørres i Forurensningsforskriftens kapittel 5, vedlegg 2 [19]. Figurene under viser kumulative fordelinger av antall bygninger med støyømfintlig bruk og antall bosatte personer som opplever et utendørs støynivå over et gitt nivå. Det er vist fordelinger for  $L_{den}$  og  $L_{night}$ .



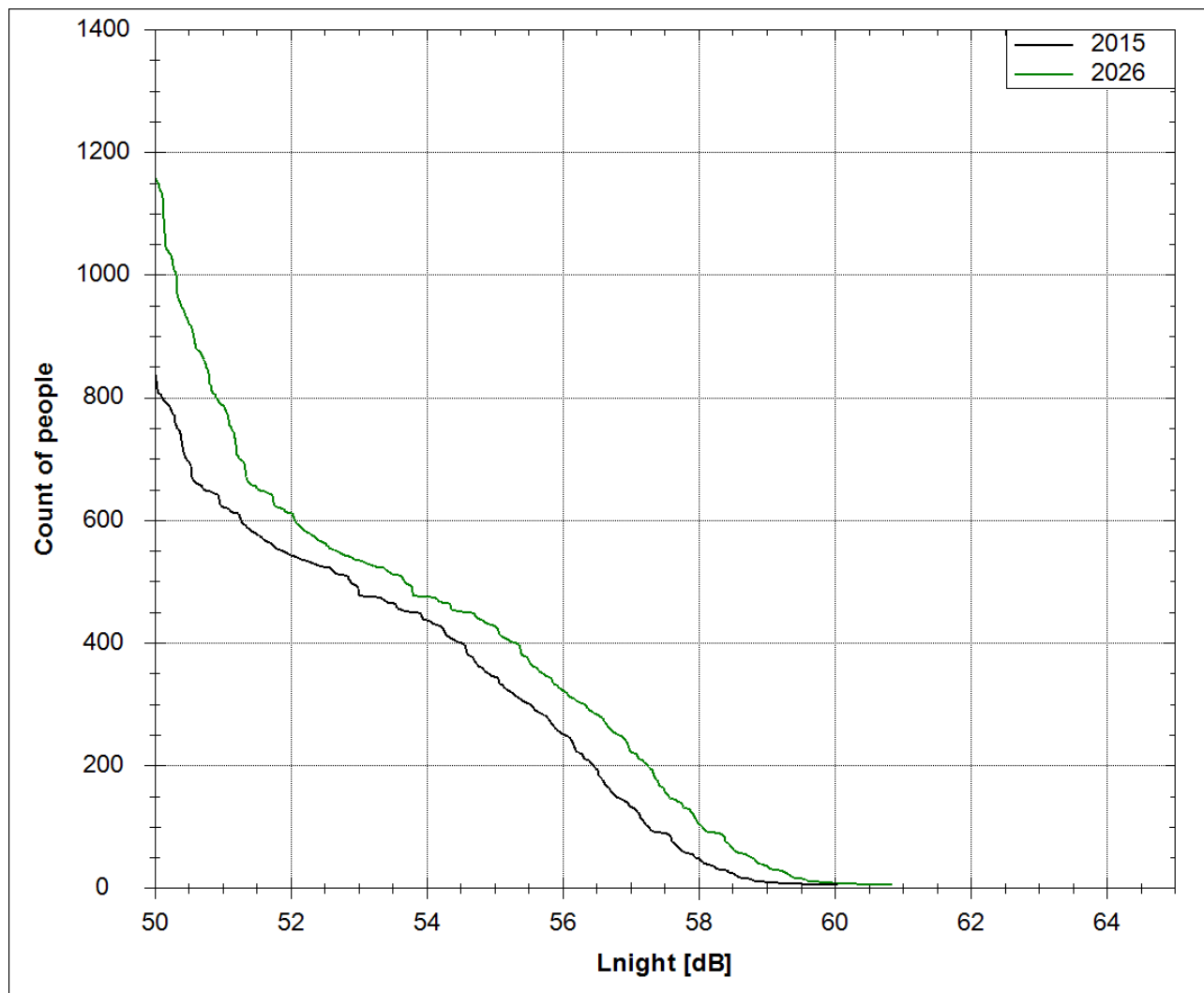
Figur 12-2 Kumulativ fordeling av antall bygninger med støyømfintlig bruk som funksjon av  $L_{den}$ .



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



**Figur 12-4 Kumulativ fordeling av antall bygninger med støyømfintlig bruk som funksjon av  $L_{night}$ .**



**Figur 12-5 Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for støy som funksjon av  $L_{\text{night}}$  (utendørs).**

De samme forhold er framstilt i tabellene under.

**Tabell 12-3 Antall boliger og beboere innenfor 5 dB intervaller av  $L_{\text{den}}$  for dagens situasjon.**

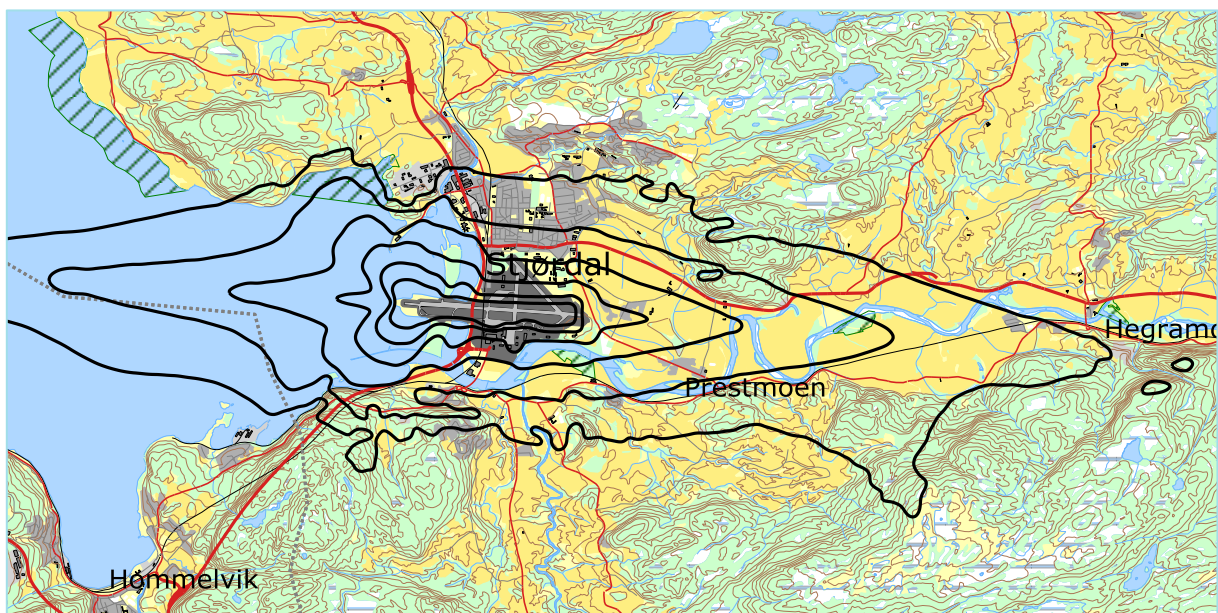
$L_{\text{den}}$	Beboere	Boliger
50.0 -- 55.0	6892	2029
55.0 -- 60.0	3006	634
60.0 -- 65.0	381	139
65.0 -- 70.0	217	73
70.0 -- 75.0	0	0
75.0 ->	0	0

**Tabell 12-4 Antall boliger og beboere innenfor 5 dB intervaller av  $L_{\text{night}}$  for dagens situasjon.**

$L_{\text{night}}$	Beboere	Boliger
50.0 -- 55.0	495	143
55.0 -- 60.0	338	119
60.0 -- 65.0	6	1
65.0 -- 70.0	0	0
70.0 ->	0	0

**Tabell 12-5 Totalt areal innenfor ulike  $L_{\text{den}}$  konturverdier for dagens situasjon.**

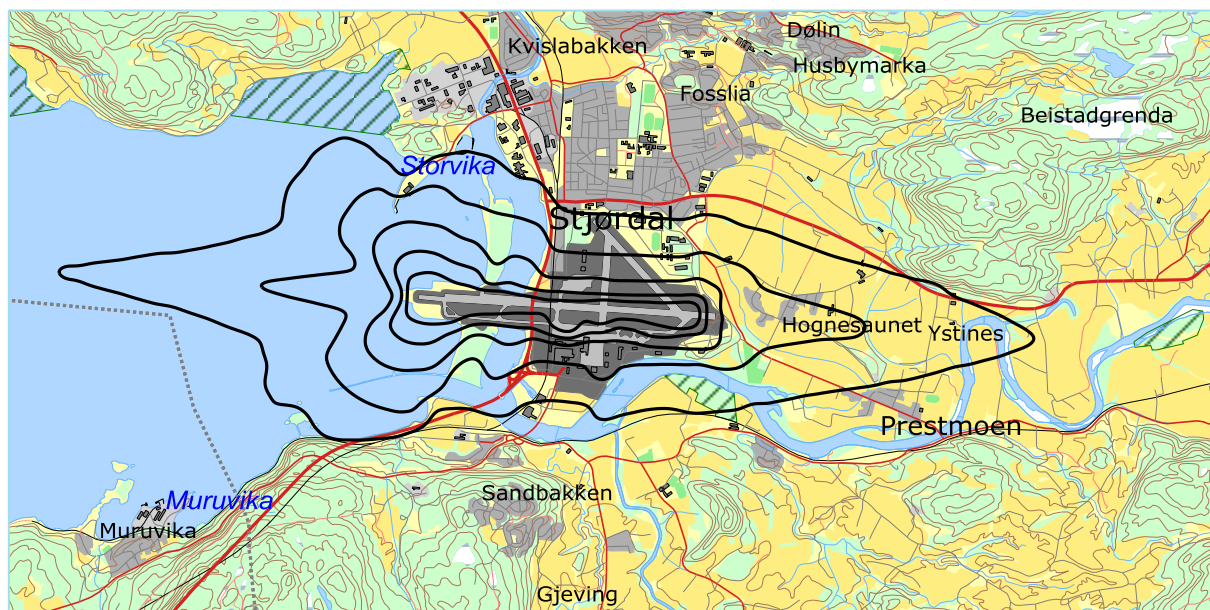
$L_{\text{den}}$ (dBA)	Totalt areal (km <sup>2</sup> )
55	27.63
65	5.36
75	1.3



**Figur 12-6  $L_{\text{den}}$  i 5 dB intervaller fra 50 til 75 dBA for dagens situasjon. M 1:125 000.**

$L_{\text{den}}$  50 dBA strekker seg litt vestover utenfor rammen, men kun over sjø.





**Figur 12-7  $L_{\text{night}}$  i 5 dB intervaller fra 50 til 70 dBA for dagens situasjon. M 1:75 000.**



### 13 LITTERATUR

- [1] I. L. N. Granøien and F. Haukland, "OPPDATERT OG UTVIDET STØYKARTLEGGING FOR TRONDHEIM LUFTHAVN VÆRNES," SINTEF Trondheim SINTEF A21828, Januar 2012.
- [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] Flystøykommissjonen, "STØYBEGRENSNING VED BODØ FLYPLASS," Rapportnr. TA-581, Oslo, mars 1983.
- [5] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien, and J. M. Fields, "RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU," ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990.
- [6] T. Gjestland, K. H. Liasjø, and I. L. N. Granøien, "RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.," SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994.
- [7] A. Krokstad, O. K. Ø. Pettersen, and S. Å. Storeheier, "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, K. H. Liasjø, and 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] R. T. Randeberg, H. Olsen, and I. L. N. Granøien, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [12] I. L. N. Granøien, R. T. Randeberg, and H. 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, desember 2002.
- [13] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [14] S. Å. Storeheier, R. T. Randeberg, I. L. N. Granøien, H. Olsen, and A. Ustad, "AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS," SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, mars 2002.
- [15] G. Fleming, J. D'Aprile, J. Gulding, J. Olmstead, and P. Gerbi, "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] O. AS, "Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data," August 2015 August 2015.
- [18] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies," October 2014
- [19] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.

- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] E. Osmundsen, "MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREKNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA," Miljøakustikk AS2011.
- [23] Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>
- [24] "REPORT ON STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL AIRPORTS," in *European Civil Aviation Conference*, Strasbourg, desember 2005.

## A Vedlegg: Detaljerte lister over tilpasning av grunnlaget.

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

ACtype	NewACtyp
A124	74720B
A139	SA330
A321	A320-211
A333	A33034
A343	A340
A346	A340-642
AC11	GASEPV
AC90	CNA441
AEST	BEC58P
AN12	L188
AN24	CVR580
AN26	CVR580
AS32	SA330
AS50	SA350
AS65	MHEL
ASTR	IA1125
AT45	DHC830
AT72	DHC830
AT75	DHC830
AT76	DHC830
ATP	HS748A
B06	MHEL
B212	MHEL
B214	THEL
B26	DC3
B350	DHC6
B412	MHEL
B462	BAE146
B712	717200
B733	7373B2
B734	737400
B735	737500
B736	737700
B737	737700
B738	737800
B742	747200
B744	747400

ACtype	NewACtyp
B752	757PW
BE10	CNA441
BE20	DHC6
BE30	DHC6
BE58	BEC58P
BE76	BEC58P
BE9L	CNA441
BE9T	CNA441
BK17	MHEL
BN2P	BEC58P
C130	C130HP
C150	CNA172
C172	CNA172
C175	CNA172
C180	CNA182
C182	CNA182
C185	CNA182
C206	CNA206
C208	DHC6
C210	CNA206
C25A	CNA500
C25B	CNA500
C295	HS748A
C303	BEC58P
C30J	C130HP
C402	BEC58P
C510	CNA500
C525	CNA500
C550	MU3001
C560	MU3001
C56X	MU3001
C680	MU3001
C750	CNA750
CL2T	DHC6
CL30	CL600
CL60	CL600
CN35	HS748A

ACtype	NewACtyp
CRJ2	CL601
CRJ7	CL601
CRJ9	GV
D228	DHC6
D328	DHC6
DA2	GASEPF
DA40	GASEPV
DA42	BEC58P
DC3T	DC3
DDDD	COMSEP
DH2T	DHC6
DH8A	DHC8
DH8B	DHC8
DH8C	DHC830
DH8D	DHC830
DHC2	GASEPV
DR40	GASEPF
DV20	GASEPV
E135	CL600
E145	EMB145
E170	EMB170
E190	EMB190
EA50	CNA500
EC20	LHEL
EC25	SA330
EC30	SA350
EC35	EC135
EC45	MHEL
EH10	THEL
F100	F10062
F16	F16N
F2TH	FAL20
F70	F10062
F900	FAL20
FA20	FAL20
FA7X	FAL20
GALX	GIV

Atype	NewAtype
GAZL	MHEL
GLAS	GASEPF
GLEX	SABR80
GLF4	GIV
GLF5	GV
H25B	LEAR35
H500	LHEL
HR20	COMSEP
J3	GASEPF
J328	CL600
K35R	DC870
KL07	GASEPF
L101	L1011
LGEZ	GASEPF
LJ31	LEAR35
LJ35	LEAR35
LJ45	LEAR35
LJ55	LEAR35
LNC2	GASEPF
LNC4	COMSEP

Atype	NewAtype
LYNX	MHEL
M20P	GASEPV
M20T	GASEPV
MCR1	COMSEP
MD87	MD81
MF17	GASEPF
P180	SF340
P28A	PA28
P28R	GASEPV
P3	L188
P68	BEC58P
P68T	CNA441
PA18	GASEPF
PA34	BEC58P
PAY3	CNA441
PC12	GASEPV
PC6T	DHC6
PRM1	CNA500
R200	GASEPF
R22	LHEL

Atype	NewAtype
R44	LHEL
RC3	GASEPV
RJ85	BAE146
RV4	GASEPF
RV6	GASEPF
RV8	COMSEP
S61	THEL
SB20	SF340
SB91	GASEPF
SF34	SF340
SR20	COMSEP
SR22	COMSEP
SW4	DHC6
TB20	GASEPF
TBM8	DHC6
TRIN	GASEPF
UF10	COMSEP
ULAC	GASEPF
VL3	COMSEP
AA5	GASEPF

Tabell 13-2 Gruppering av destinasjoner.

NewDepDest	DepDestGroup	SL
BIEG	Vest	2
BIKF	Vest	2
BIRK	Vest	2
CYFB	Vest	4
CYMX	Vest	5
CYYT	Vest	6
EBMB	Sør	2
EBOS	Sør	2
EDAB	Sør	2
EDDB	Sør	2
EDDH	Sør	2
EDDK	Sør	2
EDDL	Sør	2
EDDM	Sør	2
EDDP	Sør	2
EDDS	Sør	2
EDDV	Sør	2
EDFH	Sør	2

NewDepDest	DepDestGroup	SL
EDLE	Sør	2
EDRZ	Sør	2
EDWB	Sør	2
EDXW	Sør	2
EETN	Øst	2
EFHF	Øst	2
EFHK	Øst	2
EFKU	Øst	2
EFOU	Øst	2
EFPO	Øst	2
EFTP	Øst	2
EFVA	Øst	2
EGAC	Sørvest	2
EGBB	Sørvest	2
EGBP	Sørvest	2
EGCN	Sørvest	2
EGGW	Sørvest	2
EGJJ	Sørvest	2

NewDepDest	DepDestGroup	SL
EGKB	Sørvest	2
EGKK	Sørvest	2
EGLC	Sørvest	2
EGLF	Sørvest	2
EGNX	Sørvest	2
EGPB	Sørvest	1
EGPD	Sørvest	2
EGPF	Sørvest	2
EGPK	Sørvest	2
EGPN	Sørvest	2
EGSC	Sørvest	2
EGSS	Sørvest	2
EGTK	Sørvest	2
EGWU	Sørvest	2
EHAM	Sørvest	2
EHGG	Sørvest	2
EHRD	Sørvest	2
EIDL	Sørvest	2
EIWT	Sørvest	2
EKAH	Sør	1
EKBI	Sør	1
EKCH	Sør	1
EKKA	Sør	1
EKRK	Sør	1
EKSB	Sør	1
EKVG	Sør	1
EKVJ	Sør	1
EKYT	Sør	1
ENAL	Sørvest	1
ENAN	Nord	1
ENAT	Nord	1
ENBL	Sørvest	1
ENBN	Nord	1
ENBO	Nord	1
ENBR	Sørvest	1
ENCN	Sør	1
ENDR	Vest	1
ENDU	Nord	1
ENEG	Sørvest	1
ENEV	Nord	1
ENFA	Sørvest	1

NewDepDest	DepDestGroup	SL
ENFD	Sørvest	1
ENFG	Sør	1
ENFL	Sørvest	1
ENGM	Sør	1
ENHA	Sør	1
ENHD	Sørvest	1
ENHF	Nord	1
ENHK	Nord	1
ENJB	Sør	1
ENKB	Sørvest	1
ENKJ	Sør	1
ENKR	Nord	1
ENLK	Nord	1
ENLU	Sør	1
ENMH	Nord	2
ENML	Sørvest	1
ENMS	Nord	1
ENNA	Nord	1
ENNK	Nord	1
ENNM	Nord	1
ENNO	Sør	1
ENOL	Vest	1
ENOP	Sør	1
ENOV	Sørvest	1
ENRA	Nord	1
ENRK	Sør	1
ENRM	Nord	1
ENRO	Sør	1
ENRV	Sør	1
ENRY	Sør	1
ENSB	Nord	2
ENSD	Sørvest	1
ENSG	Sørvest	1
ENSH	Nord	1
ENSK	Nord	1
ENSM	Sør	1
ENSN	Sør	1
ENSO	Sørvest	1
ENST	Nord	1
ENSU	Sørvest	1
ENTC	Nord	1

NewDepDest	DepDestGroup	SL
ENTO	Sør	1
ENVA	Lokal	1
ENZV	Sørvest	1
ENZZ	Lokal	1
EPBY	Sør	2
EPGD	Sør	2
EPKK	Sør	2
EPKT	Sør	2
EPWA	Sør	2
EPWR	Sør	2
ESGG	Sør	1
ESGJ	Sør	1
ESGL	Sør	1
ESGP	Sør	1
ESGT	Sør	1
ESKD	Sør	1
ESKM	Sør	1
ESKN	Sør	1
ESMS	Sør	1
ESMT	Sør	1
ESMY	Sør	1
ESND	Sør	1
ESNL	Sør	1
ESNM	Sør	1
ESNN	Øst	1
ESNQ	Nord	1
ESNU	Øst	1
ESNV	Øst	1
ESOE	Sør	1
ESOK	Sør	1
ESOW	Sør	1
ESPA	Øst	1
ESSA	Sør	1
ESSB	Sør	1
ESSD	Sør	1
ESSK	Øst	1
ESSL	Sør	1
ESSP	Sør	1
ESST	Sør	1
ESTA	Sør	1
ESUT	Øst	1

NewDepDest	DepDestGroup	SL
ESVS	Øst	1
ESZZ	Øst	1
ETAR	Sør	2
EVRA	Øst	2
EYVI	Øst	2
GCLP	Sør	4
GCRR	Sør	4
GCTS	Sør	4
KADW	Vest	5
KDPA	Vest	5
KEWR	Vest	5
KLCK	Vest	5
KMSP	Vest	6
KSAV	Vest	6
KSUS	Vest	6
LBBG	Sør	3
LBSF	Sør	3
LBWN	Sør	3
LCLK	Sør	3
LDDU	Sør	3
LDSP	Sør	3
LEAL	Sør	3
LEBB	Sør	3
LEBL	Sør	3
LELC	Sør	3
LEMD	Sør	3
LEMG	Sør	3
LEPA	Sør	3
LFLI	Sør	3
LFLY	Sør	2
LFMH	Sør	3
LFMN	Sør	2
LFMV	Sør	3
LFOB	Sør	2
LFPB	Sør	2
LFPO	Sør	2
LFQQ	Sør	2
LFRS	Sør	2
LFSB	Sør	2
LFST	Sør	2
LGKO	Sør	3

NewDepDest	DepDestGroup	SL
LGKP	Sør	4
LGKR	Sør	3
LGRP	Sør	3
LGSA	Sør	3
LGSR	Sør	3
LHDC	Sør	3
LIMF	Sør	3
LIML	Sør	3
LIPE	Sør	3
LIPX	Sør	3
LIPZ	Sør	3
LIRF	Sør	3
LIRQ	Sør	3
LKPR	Sør	2
LKTB	Sør	2
LKVM	Sør	2
LOWI	Sør	3
LOWS	Sør	2
LPFR	Sør	3
LPMA	Sør	4

NewDepDest	DepDestGroup	SL
LPPT	Sørvest	4
LROP	Sørvest	3
LSGG	Sør	2
LSGS	Sør	3
LSZH	Sør	2
LTAI	Sør	3
LTBA	Sør	3
LTBS	Sør	3
LZIB	Sør	3
MDPC	Vest	6
OEJN	Øst	5
OMSJ	Øst	5
UBBB	Øst	4
UKBB	Øst	3
UKDD	Øst	3
ULLI	Øst	2
ULMM	Øst	2
UUMO	Øst	2
ZZZZ	Sør	1



Teknologi for et bedre samfunn

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