

2019:00970 - Åpen

# Rapport

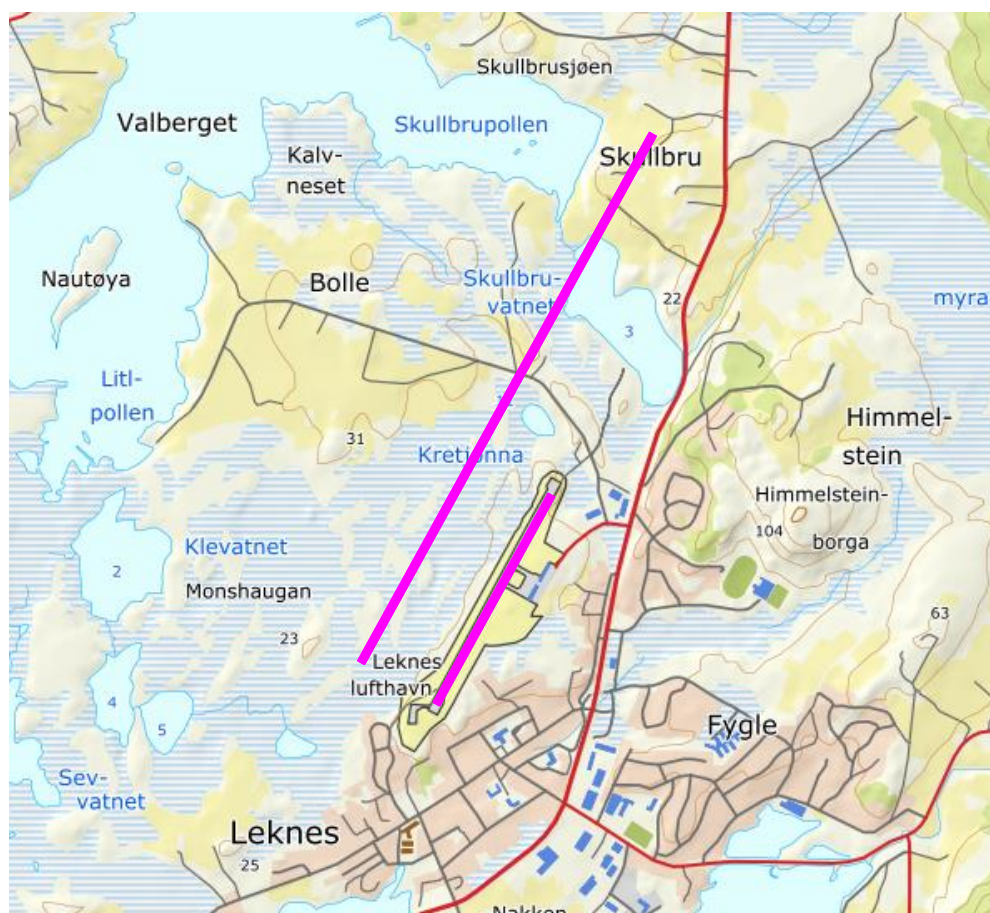
## Flystøysoner for Leknes lufthamn

Støysoner etter T-1442/2016

### Forfatter(e)

Joakim Bustad

Rolf Tore Randeberg, Idar L. N. Granøien



# Rapport

## Flystøysoner for Leknes lufthamn

### Støysoner etter T-1442/2016

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2019:00970	102021265	3.0	2019-09-30

**EMNEORD:**Beregninger; Akustikk;  
Flystøy**FORFATTER(E)**Joakim Bustad  
Rolf Tore Randeberg, Idar L. N. Granøien**OPPDRAUGSGIVER(E)**

Avinor AS

**OPPDRAUGSGIVERS REF.**  
Michael James Newman**ANTALL SIDER:**  
67**GRADERING**  
Åpen**GRADERING DENNE SIDE**  
Åpen**ISBN**  
978-82-14-06369-1**SAMMENDRAG**

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en støykartlegging av Leknes lufthamn, etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2016. Beregning av støy er utført med NORTIM 4.5 som tar hensyn til topografien ved beregning av lydutbredelse. Det er gjort beregninger for gjennomført trafikk i 2018 og for en prognose for 2029. Det er også vist resultater for prognosen hvor bare støybidrag fra jetfly er tatt med. For prognosesituasjonen er det lagt til grunn at rullebanen blir forlenget og flyttet mot nordvest.

**UTARBEIDET AV**  
Joakim Bustad**KONTROLLERT AV**  
Herold Olsen**GODKJENT AV**  
Erik Swendgaard

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2019-09-13	Utgitt versjon.
2	2019-09-25	Revidert versjon med korrigert type jetfly for prognosen, og ekstra beregninger for prognose med bidrag bare fra jetfly.
3	2019-09-30	Diverse korrigeringer.

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>GENERELT OM FLYSTØY .....</b>	<b>6</b>
2.1	Akustiske størrelser .....	6
2.2	Flystøyens egenskaper og virkninger .....	6
2.2.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy .....	6
2.2.2	Generell plage av flystøy .....	7
<b>3</b>	<b>MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE .....</b>	<b>9</b>
3.1	Måleenheter .....	9
3.2	Støysoner til arealplanlegging .....	9
3.2.1	Definisjon av støysoner .....	9
3.2.2	Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer .....	10
3.2.3	Kartlegging av stille områder .....	10
3.3	Beregningsmetode .....	10
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnlaget .....	11
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM .....	11
<b>4</b>	<b>KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN .....</b>	<b>12</b>
4.1	Innendørs støy .....	12
4.1.1	Beregning med normtall for fasadedempning .....	12
4.1.2	Beregning med frekvensspekter .....	12
4.2	Strategisk støykartlegging .....	13
<b>5</b>	<b>OMGIVELSER .....</b>	<b>14</b>
5.1	Digitalt kartgrunnlag .....	14
<b>6</b>	<b>FLYAKTIVITETEN VED LEKNES LUFTHAMN .....</b>	<b>15</b>
6.1	Trafikk ifølge tårnjournalen .....	15
6.2	Prognoser .....	17
<b>7</b>	<b>FLYGEPROSEDYRER .....</b>	<b>18</b>
7.1	Traséer for inn- og utflyging for dagens situasjon, med eksisterende rullebane .....	18
7.2	Traséer for inn- og utflyging for prognosesituasjonen, med ny rullebane .....	25
<b>8</b>	<b>BEREGNINGSPARAMETRE .....</b>	<b>31</b>
8.1	Beregningsenheter .....	31
8.2	Beregning i enkeltpunkt .....	31
8.3	NORTIM beregningskontroll .....	31

<b>9</b>	<b>RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442.....</b>	<b>32</b>
9.1	Støysonekart for dagens situasjon .....	32
9.2	Støysonekart for prognosesituasjonen .....	33
9.3	Støysonekart for prognosesituasjonen med bare jetfly .....	34
9.4	Samlet støysonekart for dagens situasjon og prognosesituasjonen .....	35
9.5	Kartlegging av stille soner .....	36
<b>10</b>	<b>RESULTATER RELATERT TIL FORURENSNINGSLOVEN .....</b>	<b>39</b>
10.1	Kartlegging av innendørs støynivå .....	39
10.2	Kartlegging av utendørs støynivå .....	46
<b>11</b>	<b>LITTERATUR.....</b>	<b>64</b>
<b>12</b>	<b>Tillegg.....</b>	<b>66</b>

## 1 INNLEDNING

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en støyberegning for Leknes lufthavn, for dagens trafikk og for en tiårs prognose. Den siste kartleggingen av støyen ble utført av OSL/Avinor i 2011 [1]. Grunnlaget for beregningene er loggført trafikk for 2018.

For prognosen er det lagt til grunn en lengre rullebane enn dagens, og flyttet nordvestover ca. 340 meter.

Michael J. Newman har vært kontaktperson hos Avinor. Prosjektet er utført ved SINTEF Digital med Rolf Tore Randeberg som prosjektleder, og med Joakim Bustad som prosjektmedarbeider. Prosjektansvarlig i SINTEF Digital har vært Erik Swendgaard.

Beregningene for Leknes lufthavn, er gjennomført med beregningsprogrammet NORTIM, versjon 4.5.

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

## 2 GENERELT OM FLYSTØY

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

### 2.1 Akustiske størrelser

$L_{ASmaks}$	Det A-veide maksimumsnivået for en støyhendelse (f.eks. en landing) målt med tidskonstant "slow", 1 sek. I flystøysammenheng benyttes ofte den forenklete skrivemåten $L_{maks}$ eller $L_{max}$ , idet A-veiting og 1 sek integrasjonstid er underforstått.
$L_{pA}$	Momentant A-veid lydtryknivå
$L_{den}$	Tidsveid ekvivalentnivå med 5 dB tillegg for kveld (19–23) og 10 dB tillegg for natt (23–07). Størrelsen skal normalt beregnes som et gjennomsnitt for hele året. Dette er hovedindeksen i det norske støyregelverket, og indeksen som anbefales av EU for å beskrive vanlig samfunnsstøy. I løpende tekst benyttes også skrivemåten DENL.
$L_{dn}$	Tidsveid ekvivalentnivå med 10 dB tillegg for natt (22–07). Brukes internasjonalt på samme måte som DENL. I løpende tekst benyttes også skrivemåten DNL.
$L_{Aeq}$	A-veid ekvivalentnivå. Korrekt skrivemåte i henhold til ISO er $L_{pAT}$ , der T angir midlingstiden, f.eks. døgn. I løpende tekst benyttes ofte $L_{AEQ}$ eller bare LEQ. Andre brukte varianter av denne er $L_{day}$ , $L_{evening}$ , $L_{night}$ eller tilsvarende norske døgnbenevnelse, der disse er definert gjennom periodene for $L_{den}$ .
$MFN_T$	Statistisk representativt maksimum flystøynivå for en døgnperiode T. Denne benyttes for nattperioden (23–07). Krav til hyppighet er at maksimumsnivået må opptre minimum tre ganger per uke.

### 2.2 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 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 på bakgrunnsstøyen. Flystøy har også et betydelig innslag av lavfrekvente komponenter som gjør at den lett trenger inn i bygninger.

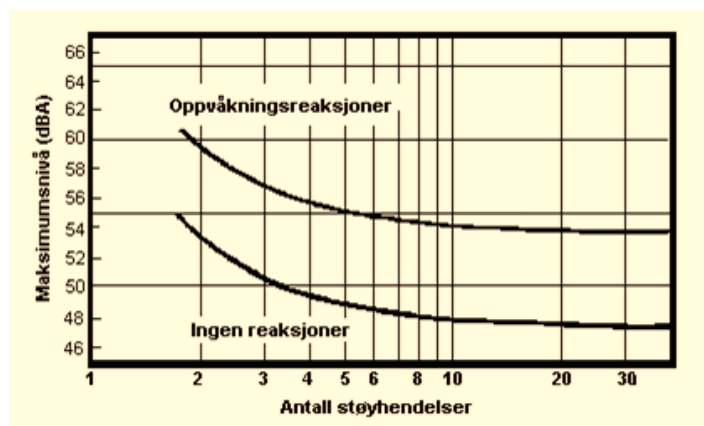
De to viktigste typer ulemper forbundet med flystøy er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller plage. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader med få unntak begrenses seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

#### 2.2.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

Det har vært bred internasjonal enighet om at **vekking** som følge av flystøy kan medføre en risiko for helsevirkninger på lang sikt, se litteraturlisten ref. [2, 3]. Det er **ikke** samme enighet på hvorvidt **endring av søvnstadium** (søvn dybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking.

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 støy nivå 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 støy nivå og antall hendelser [2].**

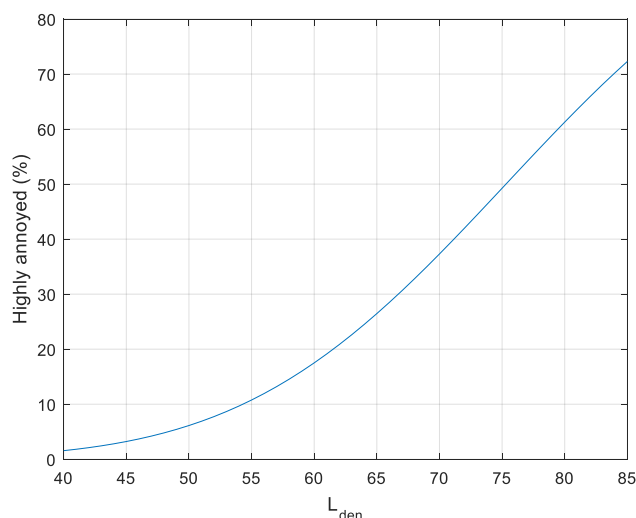
Figuren viser at man tåler høyere støy nivå uten å vekkes dersom støy nivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjansje for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

### 2.2.2 Generell plage av flystøy

Generell støyplage kan betraktes som en sammenfatning av de **ulemp** 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 TV/radio og musikk. Kartlegging av folks reaksjoner gjøres normalt gjennom spørreundersøkelser og man søker å finne resultater som er representative for gjennomsnittet av befolkningsgrupper. Slike undersøkelser har vært gjennomført i stor skala både internasjonalt og i Norge.

Sammenfatning av slike undersøkelser er også foretatt flere ganger og den mest omfattende og den som oftest refereres til er publisert av Miedema og Oudshorn, ref. [3]. Den vanligste parameteren som man rapporterer er hvor stor andel av befolkningen som sier seg svært plaget (highly annoyed) som funksjon av ekvivalent støy nivå. Både  $L_{den}$  og  $L_{dn}$  er slike nivåstørrelser hvor det i tillegg gjøres en vektning av når på døgnet støyhendelsen forekommer. Den følgende figuren viser andel sterkt plaget som funksjon av  $L_{den}$  slik den er sammenfattet i [3].





**Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall personer sterkt plaget av flystøy som funksjon av ekvivalent støynivå utendørs [3].**

Undersøkelsene rundt 1990 i Norge [4, 5] ble foretatt rundt Fornebu, Bodø og Værnes og inngår som en del av bakgrunns materialet i undersøkelsen til Miedema og Oudshorn. Resultatene herfra skiller seg ikke vesentlig ut fra middelkurven.

Senere undersøkelser i Norge [6] viser at for fire av fem undersøkte flyplasser så er reaksjonene lavere enn kurven i Figur 2-2, mens én av de fem viser sterkere reaksjoner. De fire med lavere respons er Bodø, Sola, Tromsø og Værnes, mens reaksjonene rundt Gardermoen skiller seg ut i motsatt retning. Årsaken til høyere respons her er antatt å være todelt; dels et vedvarende konfliktnivå mellom flyplass og naboer rundt Gardermoen, dels at tettere trafikk medfører færre stille perioder hvor man får tatt seg inn igjen.

### 3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442) ble fastsatt av Klima- og miljødepartementet i januar 2005. Retningslinjen ble revidert i 2012 og oppdatert i 2016 [7]. Før 2005 var retningslinjen basert på måleenheter utviklet i Norge i starten av 1980-tallet. T-1442 må kunne sies å representere en tilpasning til EU sitt direktiv fra 2001 siden den legger  $L_{den}$  til grunn for beregning av ekvivalentnivå. Den har likevel definert et statistisk representativt maksimumsnivå som er ment benyttet for vurdering av støy på natt. For flystøy er denne betegnet  $L_{5AS}$ .

#### 3.1 Måleenheter

$L_{den}$  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 hendelsen 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 tre på dagtid, mens ett fly på natt teller som ti på dag. T-1442/2016 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 [7] definert som det lydnivå "som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs. et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser". Denne enheten kommer bare til anvendelse for hendelser som forekommer på natt mellom 23 og 07, og var ment å skulle erstatte måleenheten 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-1442/2016 definerer 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-1442/2016 [7] er det angitt at  $L_{5AS}$  beregnes som  $MFN_{23-07}$ .

#### 3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442/2016 definerer to 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 ble definert slik at det i ytterkant av gul sone kan forventes at inntil 10 % av en gjennomsnitts befolkning vil føle seg svært 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 Tabell 3-1. Det fremgår at hver sone defineres med to 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 3-1. 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 støysonekart 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 støysonekart 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 sine arealplaner. 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.

### 3.2.3 Kartlegging av stille områder

Kartlegging av stille områder er omtalt i et eget kapittel i retningslinjen. Kommunene anbefales å synliggjøre avgrensede områder som er viktige for rekreasjonsaktivitet i sine arealplaner som grønne soner. I tettbebyggelse defineres stille områder som eksempelvis parker, kirkegårder, skog som har et støynivå som er under  $L_{den}$  på 50 dBA. Utenfor tettbebygde strøk settes nivågrensen til 40 dBA.

## 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 trafikkgrunnlaget

Veilederen til T-1442/2016 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC [8] 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 tre måneder som har mest trafikk.

Militære øvelser som forekommer minst annethvert år, skal inngå i trafikkgrunnlaget.

### 3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [9, 10] eller spesialutgaver av dette (REGTIM og RADTIM). Programmene er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndighetene. 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 de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjen  $L_{den}$  og  $MFN_{23-07}$  (som erstatning for  $L_{5AS}$ ). Andre støymål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået,  $L_{Aeq}$ , for hvert døgnssegment i det dimensjonerende middeldøgn.

Beregningsresultatene fremkommer i tabellariske oversikter og/eller som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

NORTIM programmene ble i 2002 endret ved at nye algoritmer for beregning av bakkedemping og direktivitet [11] ble tatt i bruk. Årsaken var at flyparken har andre karakteristika enn den som ble benyttet da de grunnleggende rutiner ble utviklet sent på 1970-tallet. De gamle rutiner var utelukkende empirisk utviklet, mens de nye er en blanding av empiri og teori. Bakkedemping er basert på en teoretisk modell [12], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [13] og således empiriske. Etter endringene viser sammenligninger av lang tids målinger og beregninger for tilsvarende trafikk et avvik på i gjennomsnitt under 0.5 dB [11].

Beregningsprogrammet inneholder en database for over 300 ulike flytyper. Databasen er importert fra internasjonalt tilgjengelige kilder, i hovedsak fra USA, AEDT [14] og NOISEMAP [15] og med korrigerte støydata for to flyfamilier [11]. I tillegg benyttes data fra målinger foretatt av OSL for de to mest benyttede offshore helikoptre [16] og data fra fabrikken for det nye redningshelikopteret [17].

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 gang gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven og omtales som forurensningsforskriften. Den ble revidert sist gang i 2004 [18].

### 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.

#### 4.1.1 Beregning med normtall for fasadedempning

Flystøy beregnes primært 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. Ettersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt utredning om fasadeisolasjon [19], som er revidert av Brekke og Strand [20], er det valgt tre forskjellige normtall 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. Tabell 4-1 viser grenseverdiene for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ( $L_{Aeq,24h}$ ):

Tabell 4-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltsnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	22 dBA	57 dBA (35+22)
Stamruteplasser / militære flyplasser	Jagerfly	25 dBA	60 dBA (35+25)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	27 dBA	62 dBA (35+27)

Beregninger foretatt for offshore helikopter i den reviderte rapporten [20] viser tilsvarende fasadeisolasjon på minimum 23 dBA for bygningstyper oppført etter 1970. 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 dBA [21].

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.

#### 4.1.2 Beregning med frekvensspekter

I enkelte tilfeller med blandet trafikk med ulikt frekvensinnhold kan metoden beskrevet i forrige avsnitt være noe upresis. Det er derfor utviklet en forbedret metode hvor det beregnes et anslag av **innendørs støynivå**, som kan sammenholdes direkte med kartleggingsgrensene og den tentative tiltaksgrensen. Metoden tar hensyn til frekvensinnholdet i hver enkelt flygning. Effektene av kunstige og naturlige skjærmer beregnes for hver enkelt frekvens. Ved beregning av innendørs nivå benyttes to ulike reduksjonsspekter for fasaden, for Hustype II og IV i ref. [20]. Førstnevnte representerer hus bygget rundt 1970-1980 med isolert tak og kaldt loft, og benyttes i de aller fleste tilfeller. Hustype IV representerer boligblokker, og benyttes for bygningstyper hvor vegger typisk er murt eller støpt. På

grunn av disse forenklingene vil det beregnede innendørsnivået **ikke** kunne erstatte en faglig utredning som tar hensyn til den aktuelle bygningskonstruksjonen i hvert enkelt tilfelle.

## 4.2 Strategisk støykartlegging

Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC [8], 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, samt opptelling 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 per 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

Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverket sine gratis tjenester [22]. Topografien er representert med en punkttetthet på 10×10 meter.

Alle kartkoordinater er gitt i UTM/EUREF Zone 33.

I denne rapporten er følgende rullebaner definerte:

- 02
- 20
- 02H, for landing og avgang med helikopter
- 20H, for landing og avgang med helikopter

**Tabell 5-1. Posisjoner til rullebaner, dagens situasjon.**

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Direction	Length (m)
<b>02</b>	442064.47	7560179.16	442521.81	7561010.87	28.8	949
<b>20</b>	442521.81	7561010.87	442064.47	7560179.16	208.8	949
<b>02H</b>	442248	7560512	442274	7560559	29	54
<b>20H</b>	442302	7560608	442274	7560559	209.7	56

For prognosesituasjonen er rullebanen flyttet og forlenget.

**Tabell 5-2. Posisjoner til rullebaner, prognosesituasjonen.**

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Direction	Length (m)
<b>02</b>	441765	7560345	442925	7562446	28.9	2400
<b>20</b>	442925	7562446	441765	7560345	208.9	2400
<b>20H</b>	442369	7561439	442345	7561395	208.6	50
<b>02H</b>	442345	7561395	442369	7561439	28.6	50

Legg merke til at SINTEF bruker betegnelsene 02/20 for rullebanene, som det står i AIP, og ikke 03/21 som Avinor bruker i sin rapport fra 2011 [1].

## 6 FLYAKTIVITETEN VED LEKNES LUFTHAMN

Ifølge retningslinje T-1442 skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregningen av støysoner. I dette tilfellet er trafikken for 2018 benyttet som utgangspunkt for beregningene for dagens situasjon, og deler av trafikkgrunnlaget for 2018 sammen med foreslått tidtabell for 2030 som grunnlag for beregningene for prognosesituasjonen (2029).

### 6.1 Trafikk ifølge tårnjournalen

Avinor har levert tårnjournal for Leknes lufthavn for 2018. Det var i alt 32,5 landingsrunder, noe som utgjør 0,5 % av flygningene. Av beregningstekniske årsaker har SINTEF valgt å ta ut disse, da det ikke vil gi signifikant utslag på flystøyberegningene.

Nedenfor er det gitt en oversikt over trafikkgrunnlaget for dagens situasjon (2018).

**Tabell 6-1. Antall flybevegelser i 2018.**

TO_LA	SumOper
TO	2975
LA	3395
Totalt	6370

**Tabell 6-2. Antall bevegelser per type flyging i 2018.**

FLT	FLTDescription	SumOper
1	Ruteflyging	5134
2	Ikke regelbundet trafikk	19
5	Annen kommersiell helikopterflyging	29
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	5
12	Ambulanseflyging	810
13	Skole- og instruksjonsflyging	33
14	Posisjonsflyging	10
15	Teknisk retur flyging	2
16	Kontrollflyginger	5
17	Allmenn flyging	278
21	Militær flyging	20
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	19
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	6
	Totalt	6370

I journalen fra Avinor er det benyttet koding av flytypenavn etter ICAO dokument 8643, <http://www.icao.int/anb/ais/8643/index.cfm>. 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 stempelmotor og propell henholdsvis med fast og variabel pitch. BEC58P benyttes på samme måte som en samlebetegnelse på små to-motors propellfly med stempelmotor. 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.

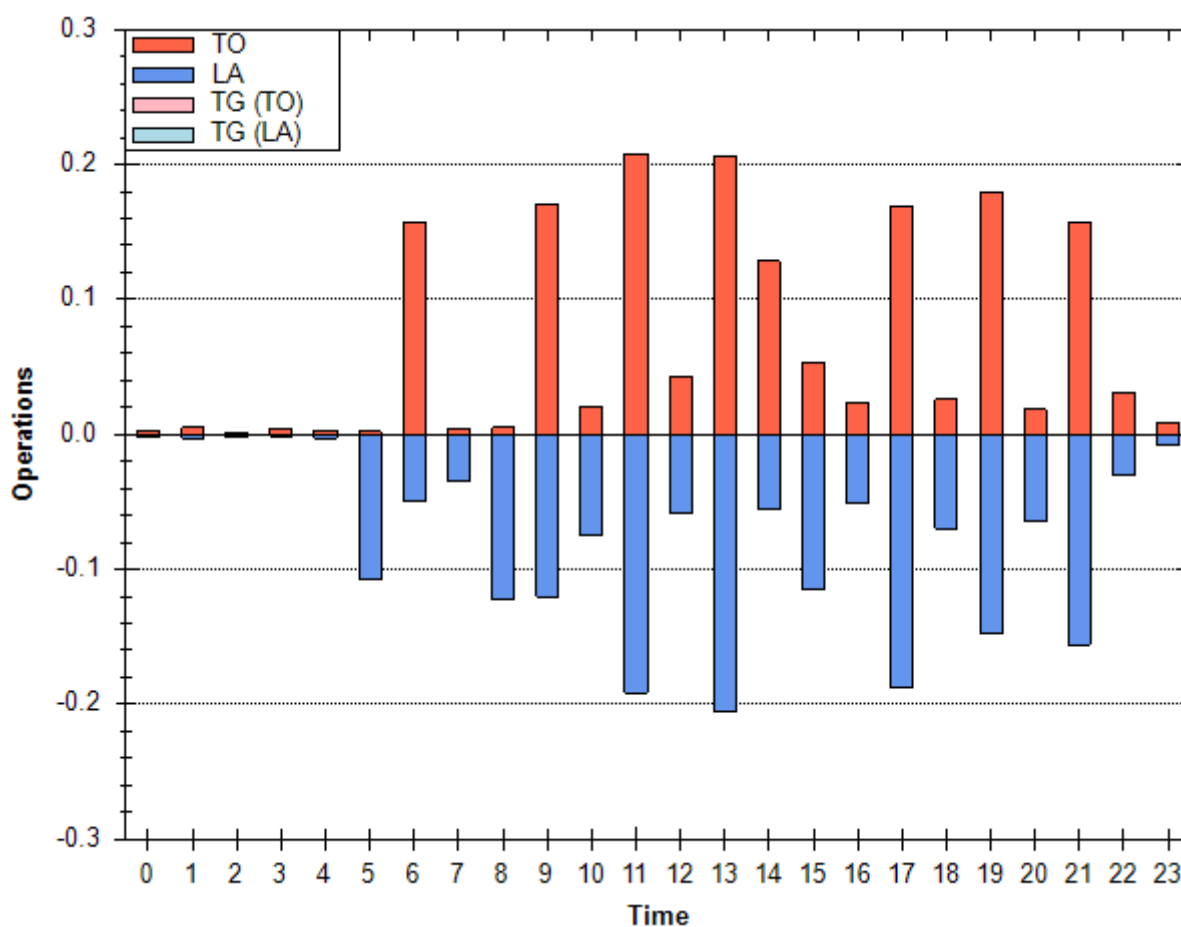
I alt er det registrert 53 forskjellige flytyper ved Leknes lufthavn i løpet av 2018. I kapittel 12 vises alle disse flytypene og hvordan typenavn er oversatt til de navn som finnes i databasen. Etter oversetting og substituering er antallet forskjellige flytyper redusert til 24. Liste over flytyper etter



substituering er vist i Tabell 6-3. Figur 6-1 viser trafikkfordelingen over et estimert gjennomsnittsdøgn.

**Tabell 6-3. Antall bevegelser per type fly i 2018.**

NewACtyp	SumOper
DHC8	5143
DHC6	807
CNA172	137
Andre	283



**Figur 6-1. Antall bevegelser per time for et gjennomsnittsdøgn i 2018.**

Flytyper som har tilnærmet samme operasjonsmønster samles videre i grupper for å forenkle beregningsgrunnlaget. I kapittel 12 vises hvordan flytypene tilordnes en gruppe (ACcat). Det er valgt fem forskjellige grupper, som vist i Tabell 6-4.

**Tabell 6-4. Inndeling av flytyper i grupper.**

ACcat	Forklaring	SumOper
Ambulanse	Ambulansefly	807
H	Helikopter	111
Jet	Jetfly	5
P	Småfly	295
Turbo	Turbopropellfly	5152
		6370

## 6.2 Prognoser

Flystøy beregnes normalt for dagens situasjon og en tiårs prognose. For beregning av situasjonen i 2029 har Avinor oversendt tidtabell for passasjertrafikken. For prognosen bytter SINTEF ut alle ruteflygninger (flygningstype 1) fra 2018 med flygningene i tidtabellen.

SINTEF legger til grunn ingen vesentlig endring for helikopterflyginger, ambulansflyginger, eller andre flyginger.

**Tabell 6-5. Antall flybevegelser i 2029.**

TO_LA	SumOper
TO	3245
LA	3175
Totalt	6420

**Tabell 6-6. Antall flybevegelser per type flyging i 2029, avrundet til heltall.**

FLT	FLTDescription	SumOper
1	Ruteflyging	5184
2	Ikke regelbundet trafikk	19
5	Annen kommersiell helikopterflyging	29
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	5
12	Ambulanseflyging	810
13	Skole- og instruksjonsflyging	33
14	Posisjonsflyging	10
15	Teknisk retur flyging	2
16	Kontrollflyginger	5
17	Allmenn flyging	278
21	Militær flyging	20
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	19
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	6
	Totalt	6420

**Tabell 6-7. Antall bevegelser per type fly i 2029.**

NewACtyp	SumOper
DHC8	3562
7378MAX	1632
DHC6	807
CNA172	137
Andre	282

## 7 FLYGEPROSEDYRER

SINTEF legger til grunn samme rullebanefordeling som ble brukt i Avinors rapport *Flystøyberegninger for Leknes lufthavn 2007-2017* [1].

For turbopropellfly (i hovedsak rutefly) antas det at 60 % av trafikken lander på rullebane 02 og 40 % på bane 20. Siden ruteflyging sammen med ambulansflyging utgjør hele 93% av alle flygingene, så legger SINTEF til grunn samme fordeling for all flyging. En slik forenkling for de støysvake flyene vil ikke utgjøre noe vesentlig avvik på støysonene.

Avgangene fordeler seg med 30 % på rullebane 02 og 70 % på rullebanene 20.

Denne fordelingen mellom rullebanene er også lagt til grunn for prognosesituasjonen med ny rullebane.

I støyberegningene legges det inn en standard sideveis spredning av trafikken på de viste traséene. Det er lagt inn taksing for fly og helikopter fra rullebanen til terminalområdet.

### 7.1 Traséer for inn- og utflyging for dagens situasjon, med eksisterende rullebane

Traséene for de ulike flytypene er vist i Figur 7-1 til Figur 7-6.



**Figur 7-1. Traséer for ambulansefly for landing (blå) og avgang (rød) på rullebane 02.  
M 1:100 000.**





**Figur 7-2. Traséer for ambulansefly for landing (blå) og avgang (rød) på rullebane 20.  
M 1:100 000.**

Side 21 av 67





**Figur 7-4. Traséer for helikoptre og småfly for landing (blå) og avgang (rød) på rullebane 20. M 1:100 000.**



**Figur 7-5. Traséer for turbopropellfly for landing (blå) og avgang (rød) på rullebane 02.  
M 1:100 000.**





**Figur 7-6. Traséer for turbopropellfly for landing (blå) og avgang (rød) på rullebane 20. M 1:100 000.**

## 7.2 Traséer for inn- og utflyging for prognosesituasjonen, med ny rullebane

Traséene for de ulike flytypene er vist i Figur 7-7 til Figur 7-12.



**Figur 7-7. Traséer for ambulansefly for landinger (blå) og avganger (rød) for bane 02.  
M 1:100 000**





**Figur 7-8. Traséer for ambulansefly for landinger (blå) og avganger (rød) for bane 20.  
M 1:100 000**



**Figur 7-9. Traséer for jettfly, helikoptre og småfly for landinger (blå) og avganger (rød) på bane 02. M 1:100 000.**





**Figur 7-10. Traséer for jetfly, helikoptre og småfly  
for landinger (blå) og avganger (rød) på bane 20.  
M 1:100 000.**



**Figur 7-11. Traséer for turbopropellfly for landinger (blå) og avganger (rød) på bane 02.  
M 1:100 000.**





**Figur 7-12. Traséer for turbopropellfly for landinger (blå) og avganger (rød) på bane 20. M 1:100 000.**

## **8 BEREGNINGSPARAMETRE**

### **8.1 Beregningsenheter**

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

### **8.2 Beregning i enkeltpunkt**

Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert per 2019-09-09.

### **8.3 NORTIM beregningskontroll**

Grunnlagsberegningene for T-1442 og kartlegging etter forurensningsforskriften foretas med en oppløsning på 128 fot (39 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.



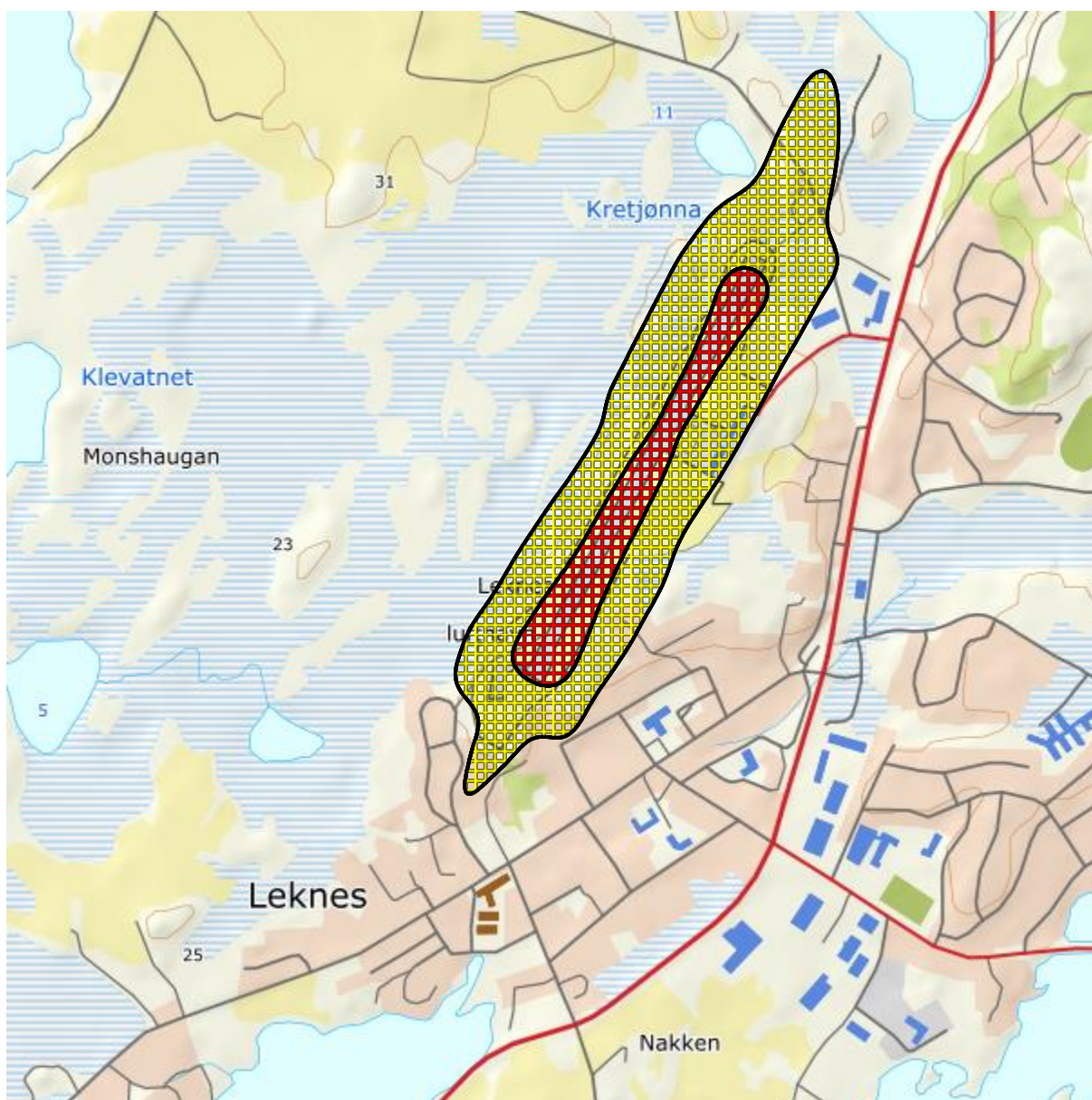
## 9 RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

### 9.1 Støysonekart for dagens situasjon

Støysonekart for dagens situasjon er vist under. Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre enheter for støynivå. 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 9-1. Areal i støysoner for 2018.**

Støysone	Areal (da)
Rød	91
Gul	344



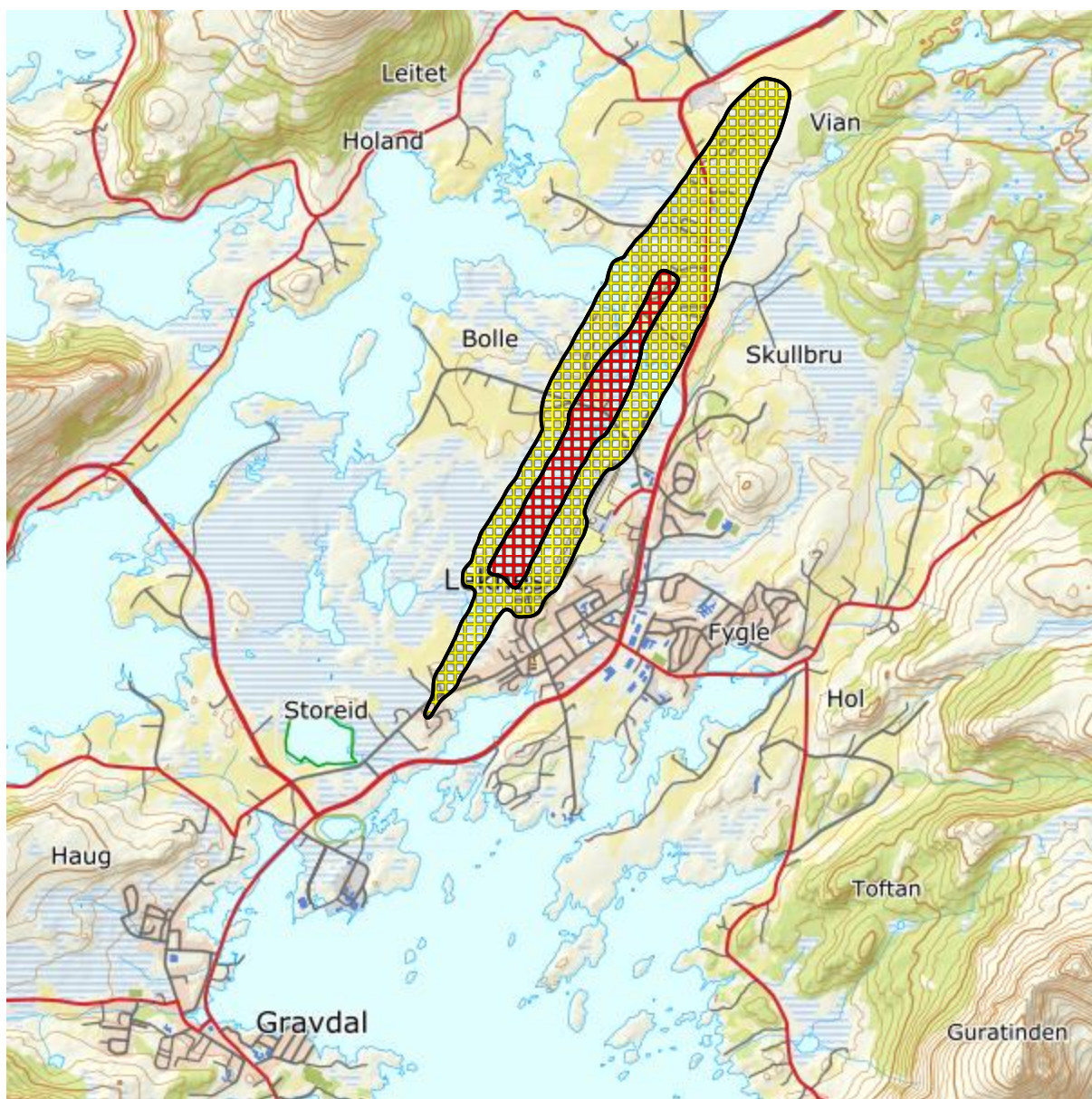
**Figur 9-1. Rød og gul støysone for Leknes lufthavn for dagens situasjon (2018). M 1:15 000.**

## 9.2 Støysonekart for prognosesituasjonen

Støysonekart for prognosesituasjonen er vist under. Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre enheter for støynivå. 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 9-2. Areal i støysoner for 2029.**

Støysone	Areal (da)
Rød	585
Gul	2218



**Figur 9-2. Rød og gul støysone for Leknes lufthavn for prognosesituasjonen (2029).  
M 1:50 000.**

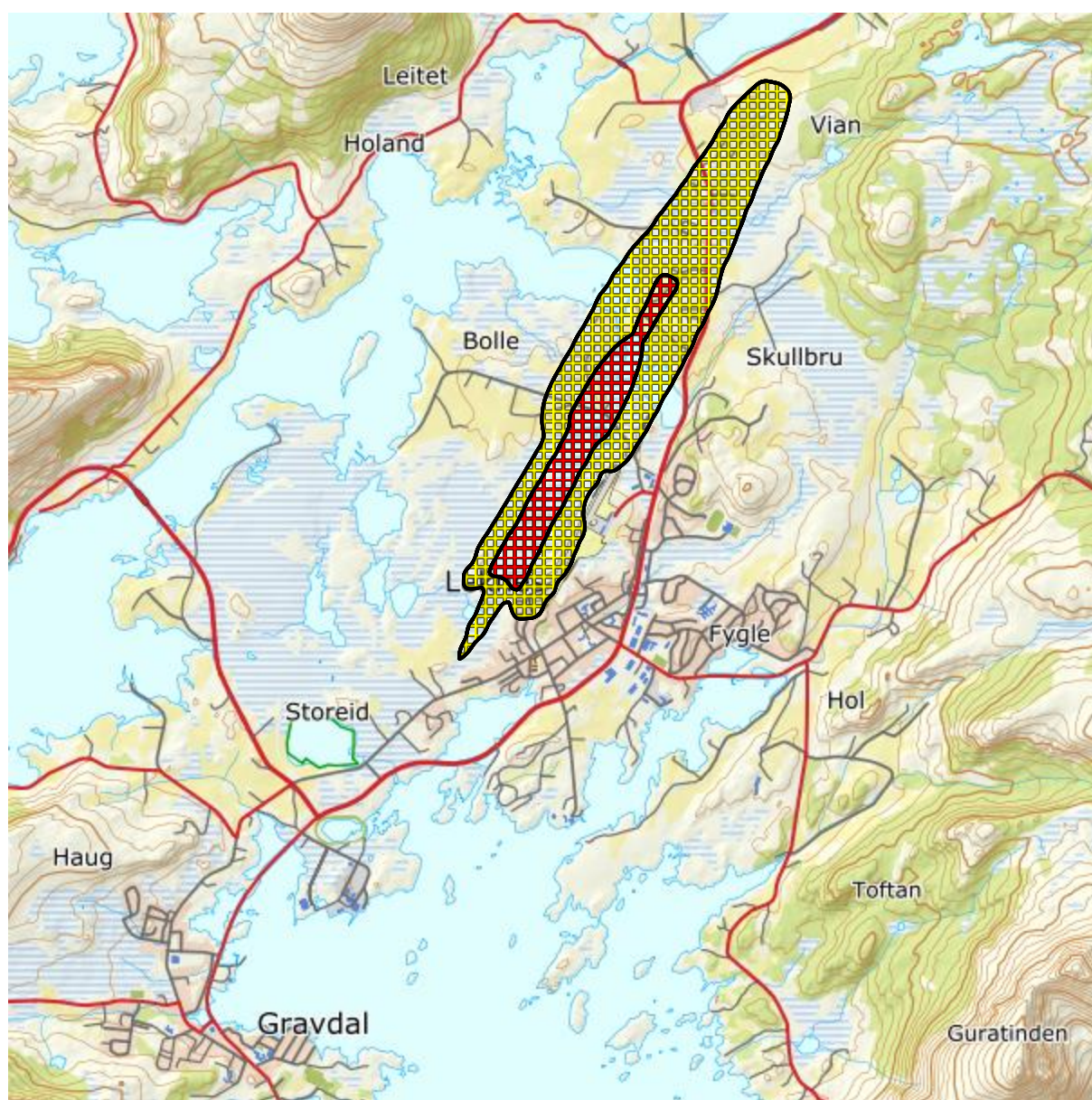


### 9.3 Støysonekart for prognosesituasjonen med bare jetfly

Støysonekart for prognosesituasjonen med bare jetfly er vist under. Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre enheter for støynivå. 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 9-3. Areal i støysoner for 2029 med bare jetfly.**

Støysone	Areal (da)
Rød	573
Gul	2062



**Figur 9-3. Rød og gul støysone for Leknes lufthamn for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly. M 1:50 000.**

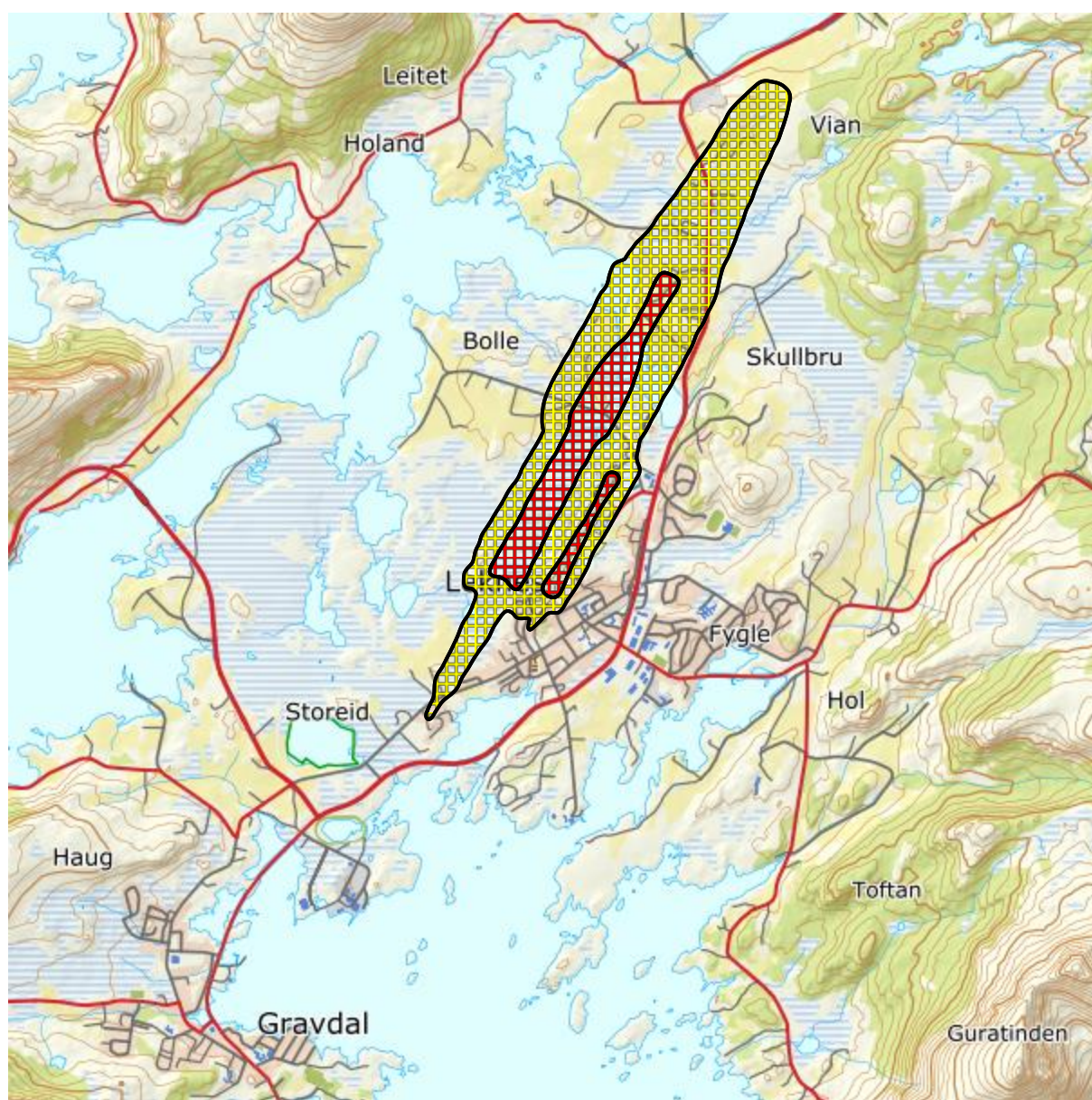


#### 9.4 Samlet støysonekart for dagens situasjon og prognosesituasjonen

Retningslinje T-1442/2016 angir at støysonene som skal oversendes kommunen skal settes sammen som en "verste-tilfelle-kombinasjon" av de to situasjonene. Støysonekart for "verste-tilfelle-kombinasjonen" er vist under. Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre enheter for støynivå. 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 9-4. Areal i støysoner for 2018 – 2029.**

Støysone	Areal (da)
Rød	675
Gul	2330

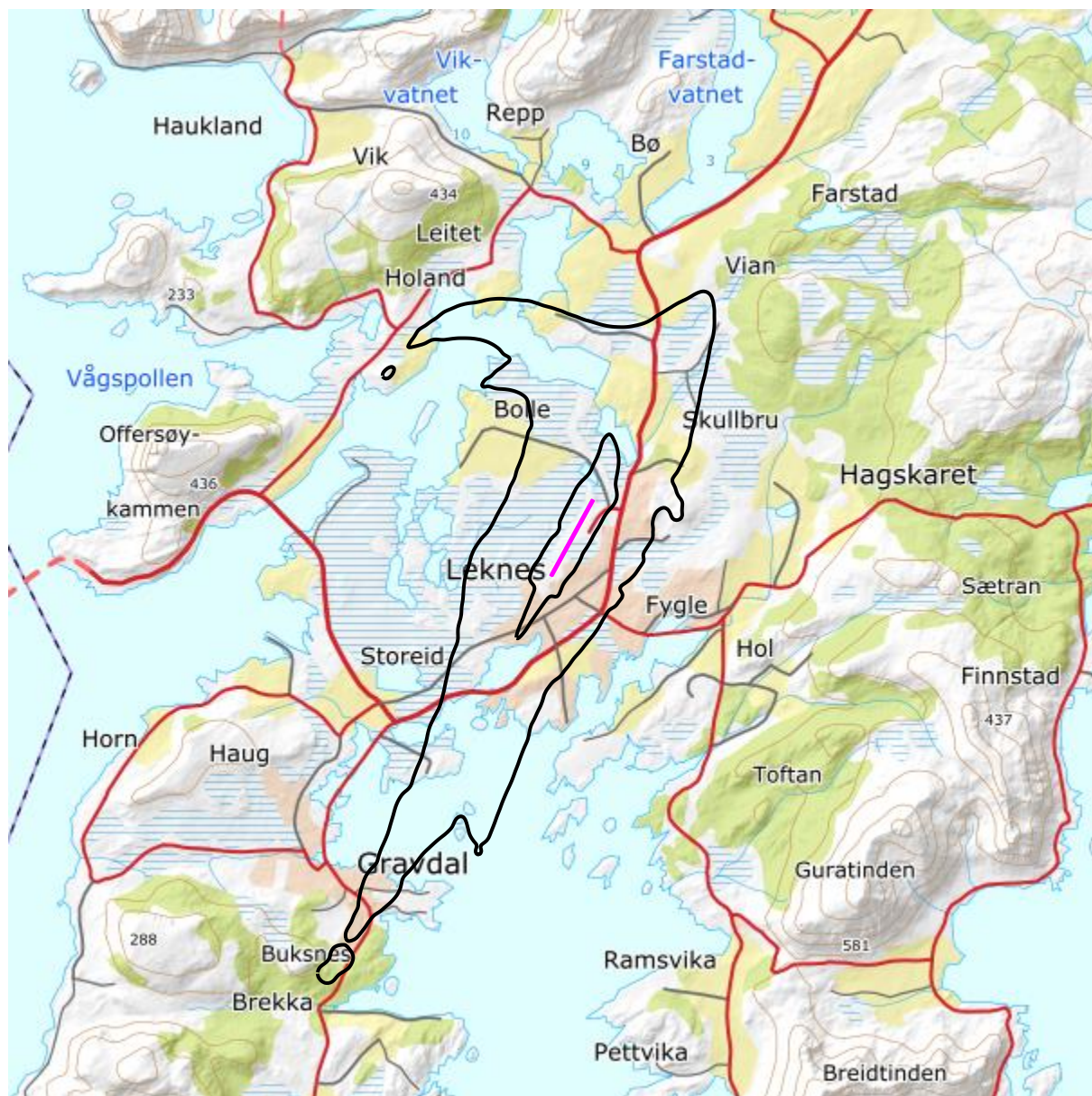


**Figur 9-4. Rød og gul støysone for Leknes lufthavn for perioden 2018 – 2029. M 1:50 000.**

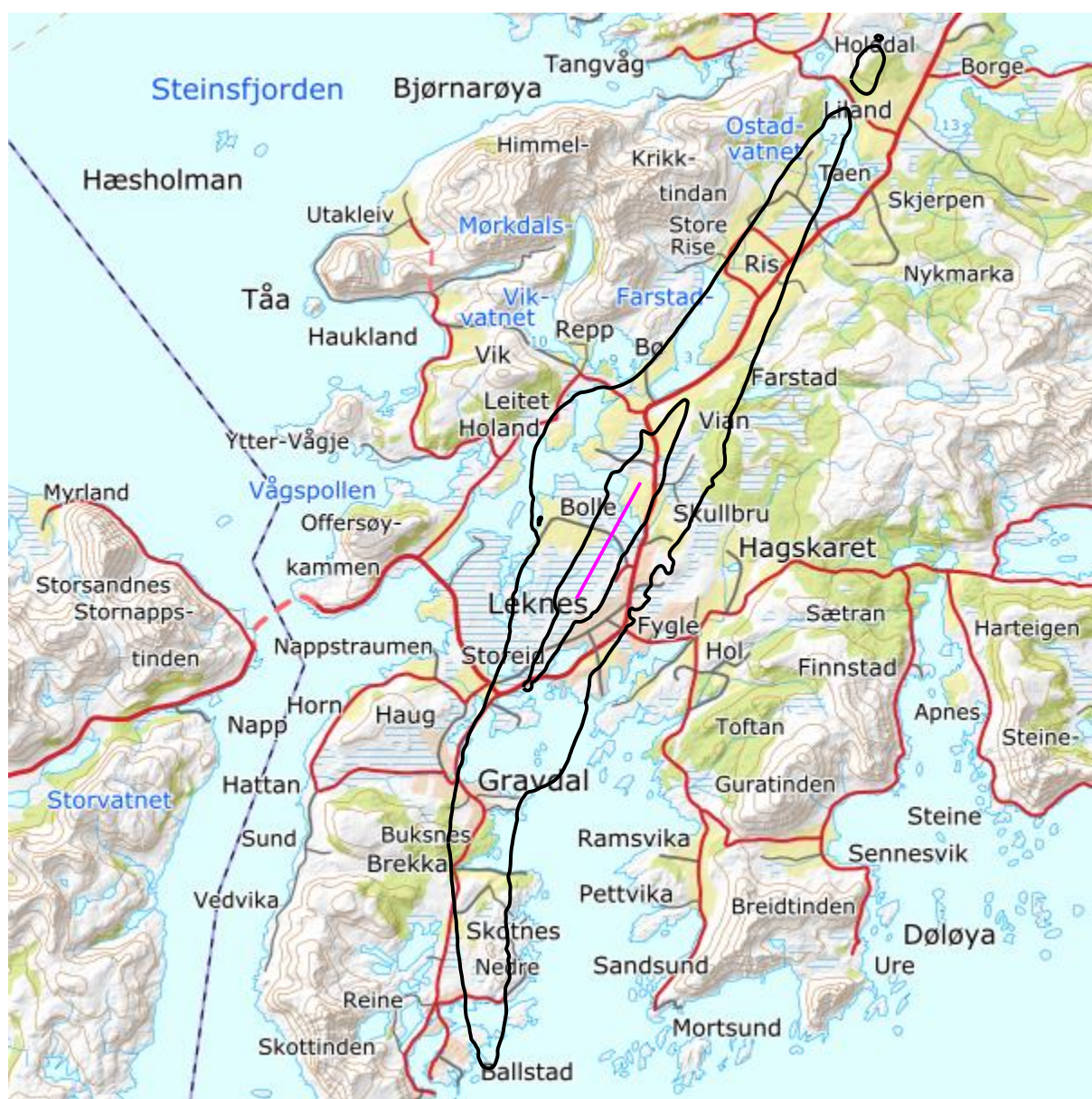


## 9.5 Kartlegging av stille soner

Som grunnlag for å kunne definere stille soner har SINTEF utarbeidet kart som viser grensene for  $L_{den}$  40 og 50 dBA, både for dagens situasjon og prognosesituasjonen.

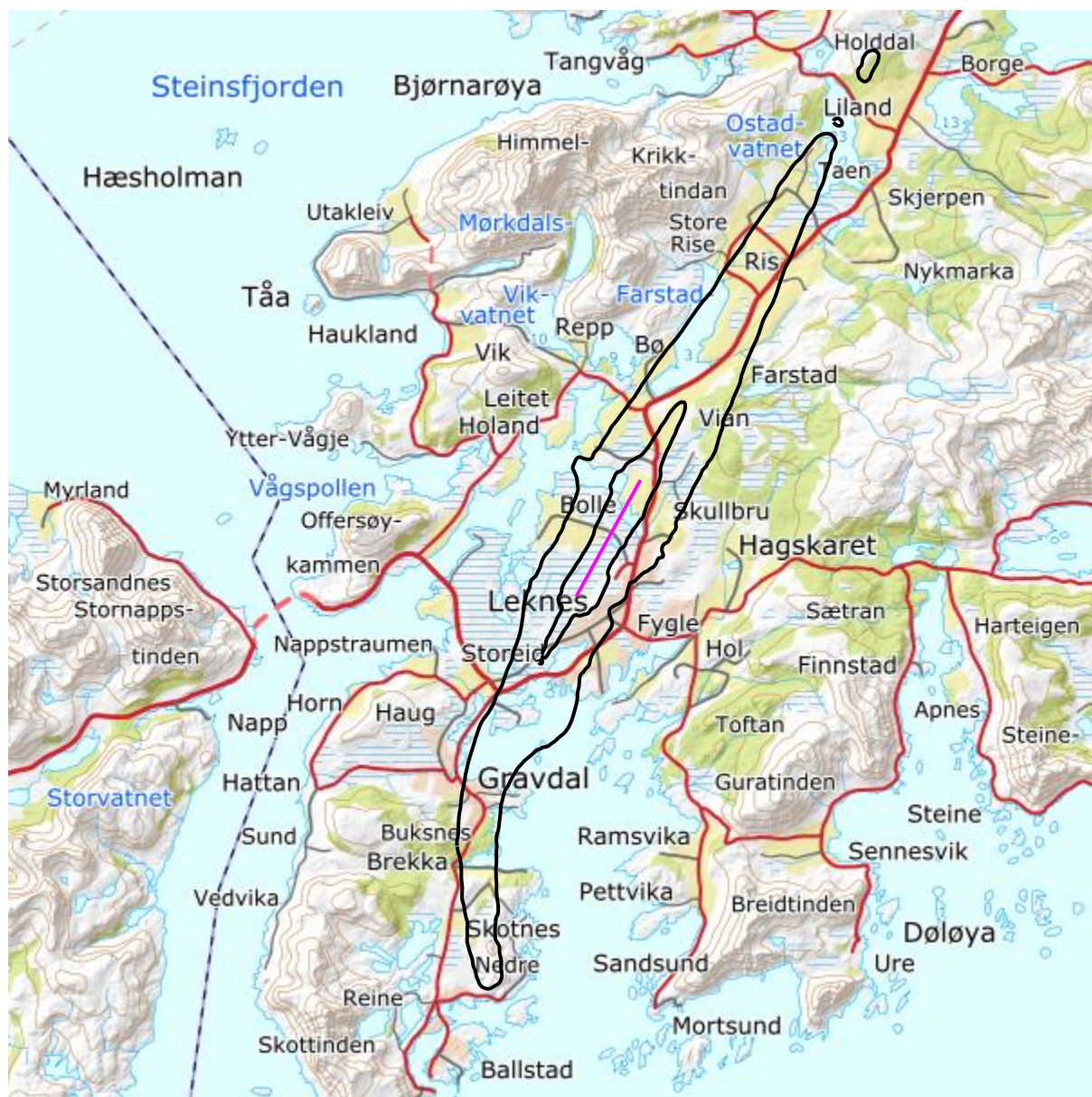


**Figur 9-5.  $L_{den}$  40 og 50 dBA for dagens situasjon (2018). M 1:75 000.**



**Figur 9-6.  $L_{den}$  40 og 50 dBA for prognosesituasjonen (2029). M 1:125 000.**





Figur 9-7.  $L_{den}$  40 og 50 dBA for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly. M 1:125 000.

## 10 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSNINGSLOVEN

I dette kapitlet vises normalt beregningsresultater relatert til Forurensningsloven i form av kart over kartleggings- og tiltaksgrenser, tabeller med antall berørte støyømfintlige bygninger og andre relaterte resultater.

### 10.1 Kartlegging av innendørs støynivå

Det legges til grunn at Leknes lufthamn beregnes som flyplasstype "Regionale flyplasser".

I henhold til Tabell **4-1** er kartleggingsgrensen for Leknes lufthamn for flystøy og helikopterstøy på  $L_{Aeq,24h}$  57 dBA utendørs frittfeltnivå. Det korresponderer med en reduksjon på 22 dBA i fasader relativt til frittfeltnivå og gir 35 dBA innendørs nivå. I tilfeller hvor det er andre støykilder som bidrar like mye som flytrafikken (som f.eks. en veg), så skal kartleggingsgrensen flyttes 3 dB lenger ut, dvs. til 54 dBA. Tentativ tiltaksgrense på innendørs nivå 42 dBA gir et tilsvarende frittfeltnivå på 64 dBA utendørs.

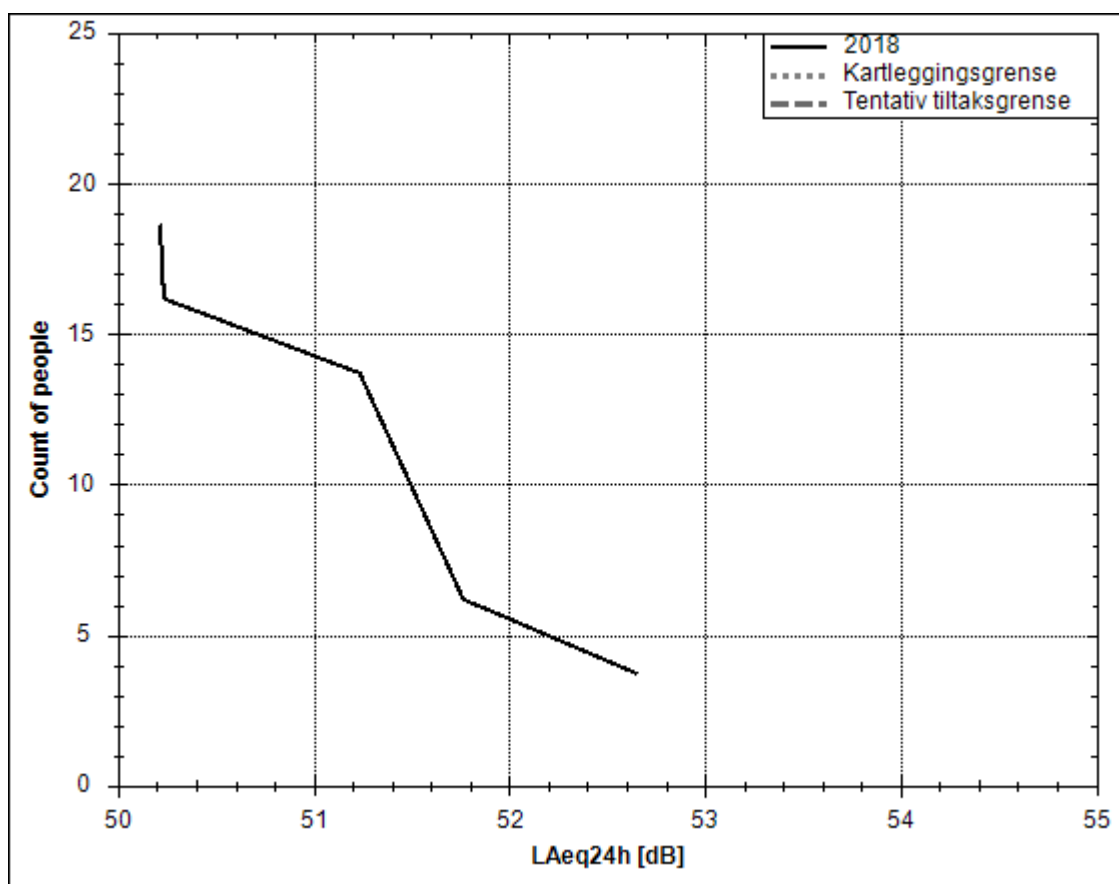
Det er også tatt med en beregning for prognosen (2029) hvor bare jetfly inngår. Iht. Tabell **4-1** blir da grenseverdiene beskrevet over flyttet 5 dB utover, slik at kartleggingsgrense blir 62 dBA og tentativ tiltaksgrense blir 69 dBA.



**Tabell 10-1. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for dagens situasjon (2018).**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
54.0 – 57.0	0	0	0	0	0
57.0 – 64.0	0	0	0	0	0
64.0 ->	0	0	0	0	0

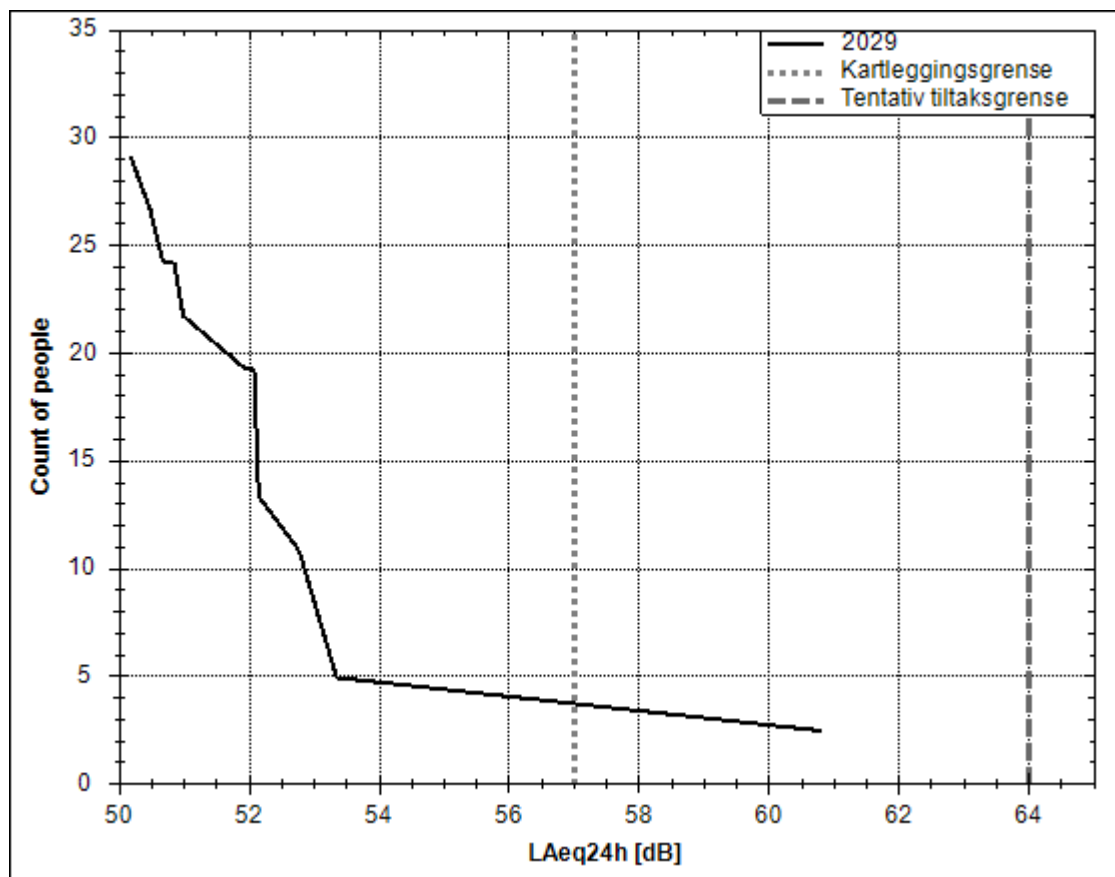
Det høyeste  $L_{Aeq,24h}$ -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er 52,7 dBA for dagens situasjon (2018).



**Figur 10-1. Kumulativ fordeling for dagens situasjon (2018).**

**Tabell 10-2. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjonen (2029).**

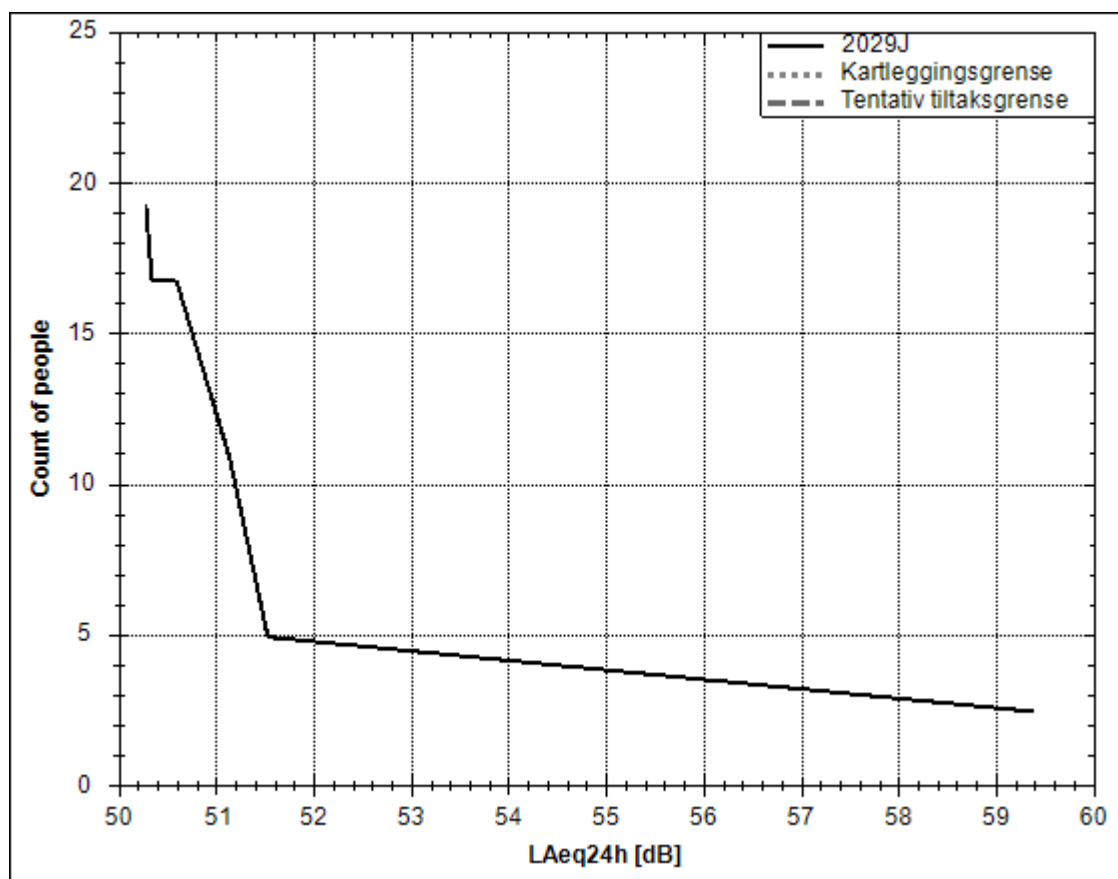
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
54.0 – 57.0	0	0	0	0	0
57.0 – 64.0	2	1	0	0	0
64.0 ->	0	0	0	0	0



**Figur 10-2. Kumulativ fordeling for prognosesituasjonen (2029).**

**Tabell 10-3. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly.**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
59.0 – 62.0	2	1	0	0	0
62.0 – 69.0	0	0	0	0	0
69.0 ->	0	0	0	0	0

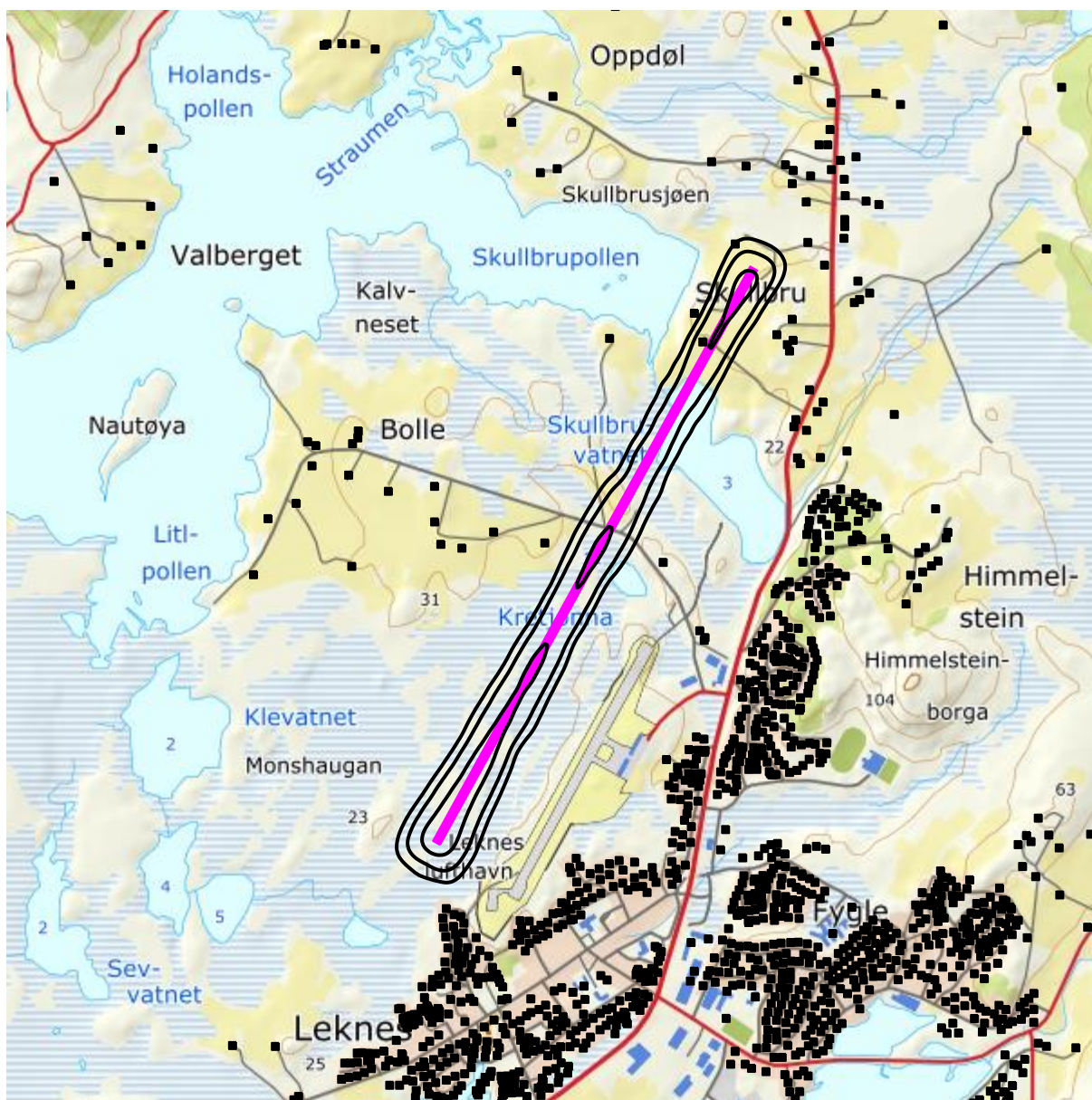


**Figur 10-3. Kumulativ fordeling for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly.**

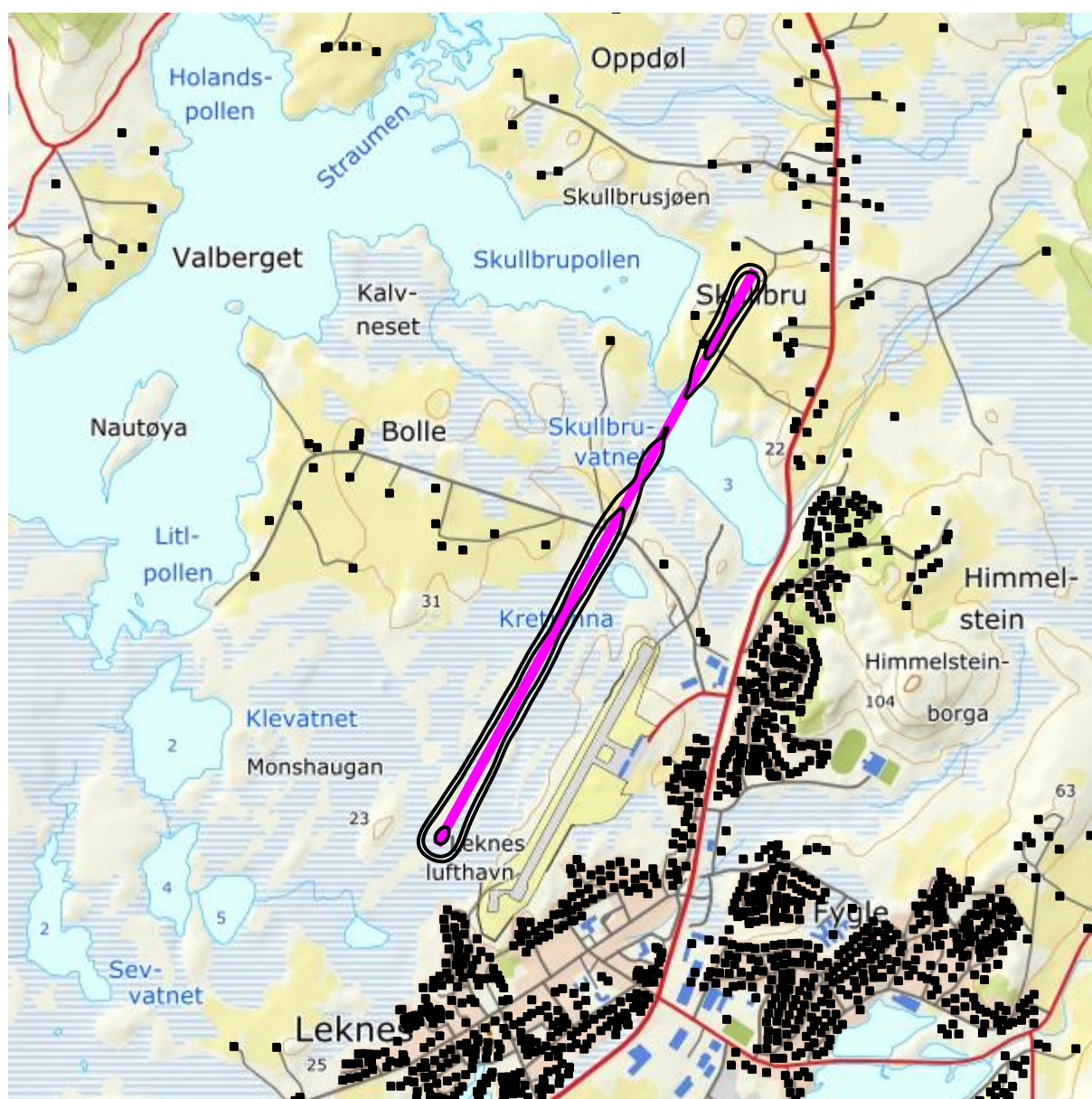


**Figur 10-4. Kartleggingsgrenser for dagens situasjon (2018).  $L_{Aeq,24h}$  54, 57 og 64 dBA.  
M 1:15 000.**





**Figur 10-5. Kartleggingsgrenser for prognosesituasjonen (2029).  $L_{Aeq,24h}$  54, 57 og 64 dBA.  
M 1:25 000.**



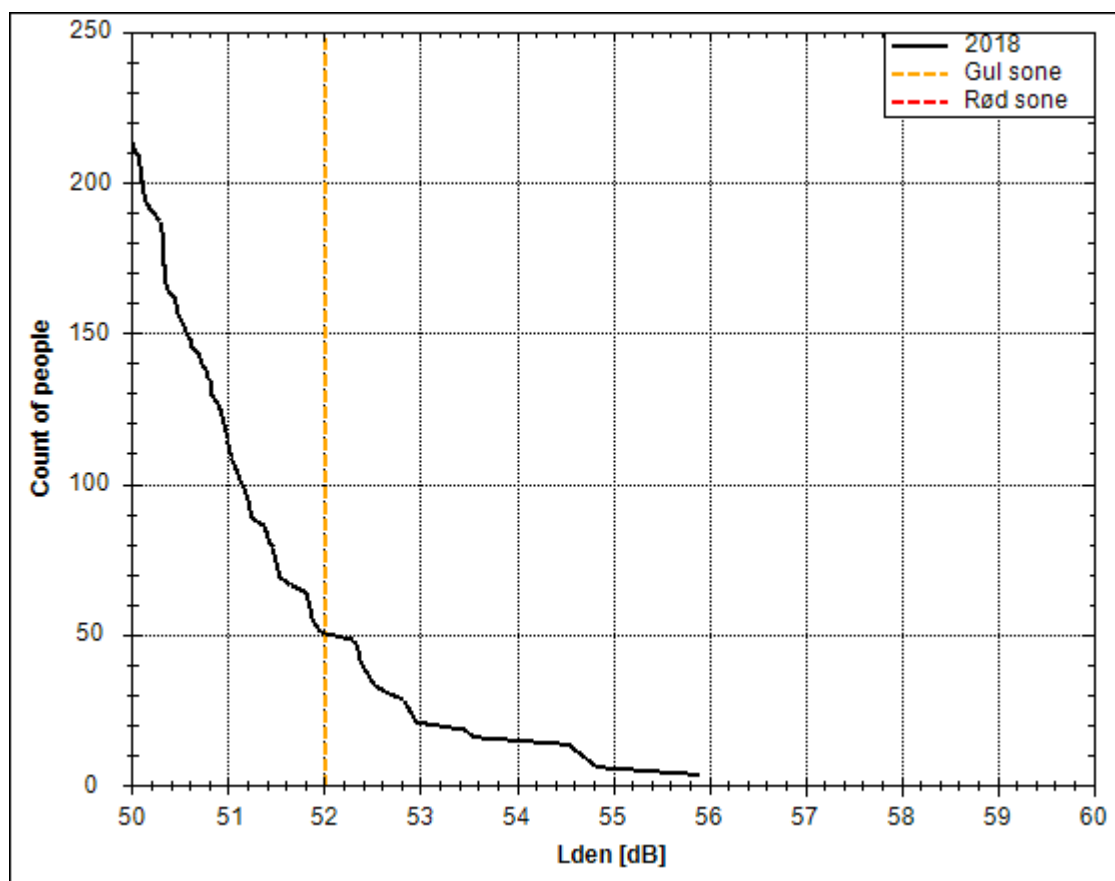
**Figur 10-6. Kartleggingsgrenser for prognosesituasjonen (2029) med bare jettfly.  
 $L_{Aeq,24h}$  59, 62 og 69 dBA. M 1:25 000.**

## 10.2 Kartlegging av utendørs støynivå

Strategisk støykartlegging gjennomføres i henhold til forurensningsforskriften, ref. [19], Del 2, kapittel 5, avsnitt III og vedlegg 2 til del 2.

**Tabell 10-4. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{den}$ -nivå for dagens situasjon (2018).**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	208	64	1	0	0
55.0 – 60.0	4	1	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

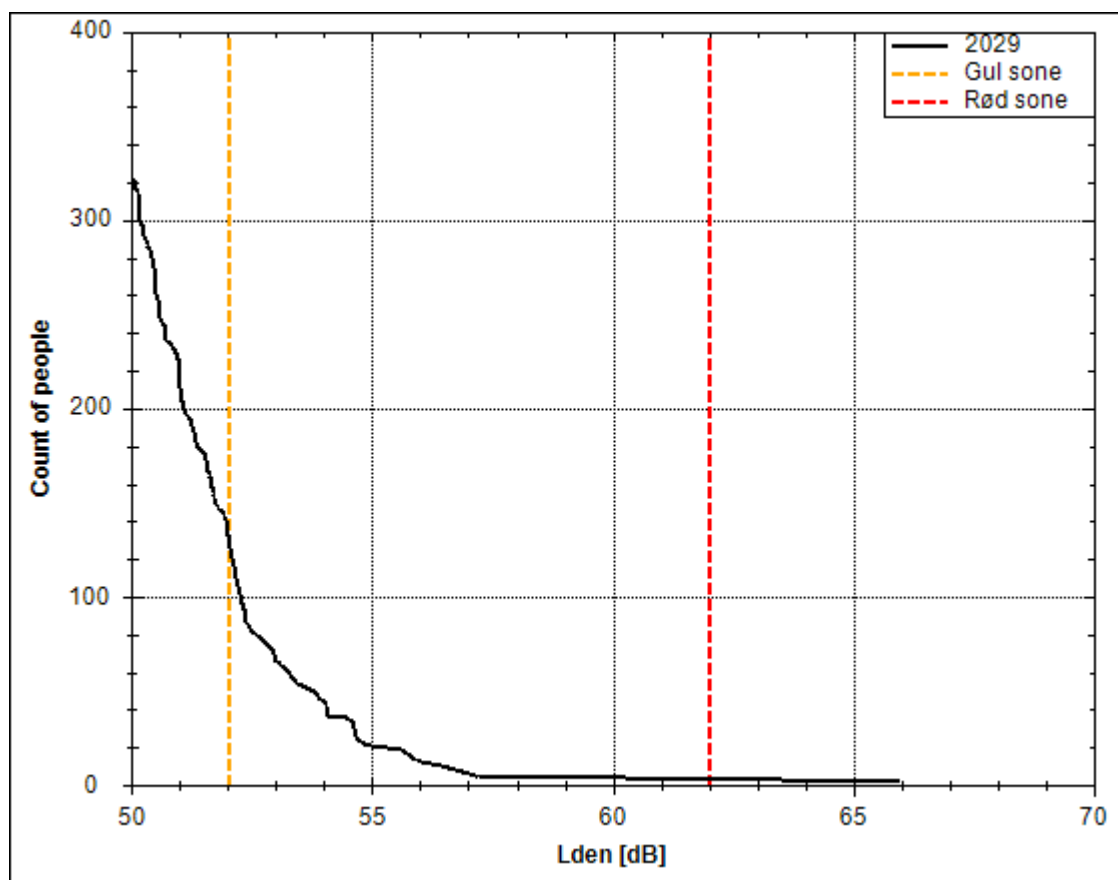


**Figur 10-7. Kumulativ fordeling for dagens situasjon (2018).**



**Tabell 10-5. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{den}$ -nivå for prognosesituasjonen (2029).**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	303	107	0	0	3
55.0 – 60.0	17	4	0	0	1
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	2	1	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0



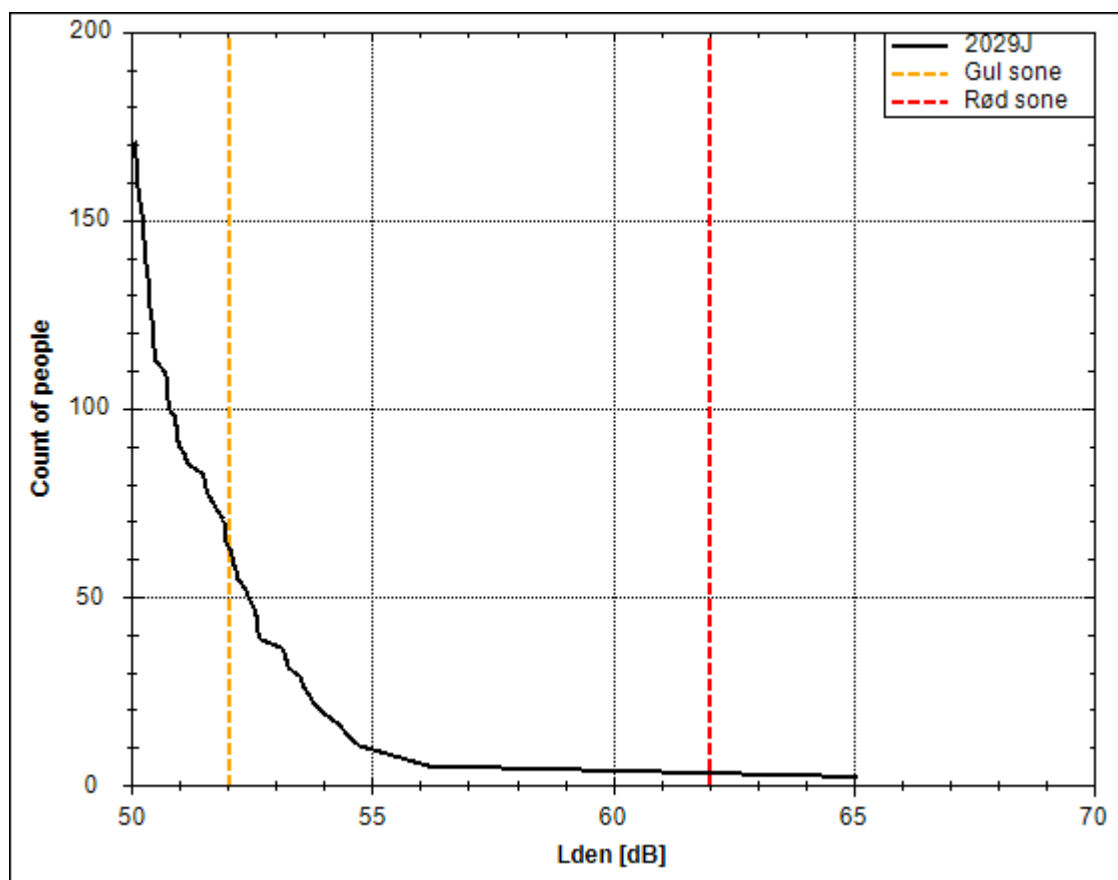
**Figur 10-8. Kumulativ fordeling for prognosesituasjonen (2029).**

Det bemerkes at den ene boligen som ligger i rød støysone vil rives for å bygge ny rullebane. Seks av boligene i gul sone vil også havne innenfor gjerdet til flyplassen.

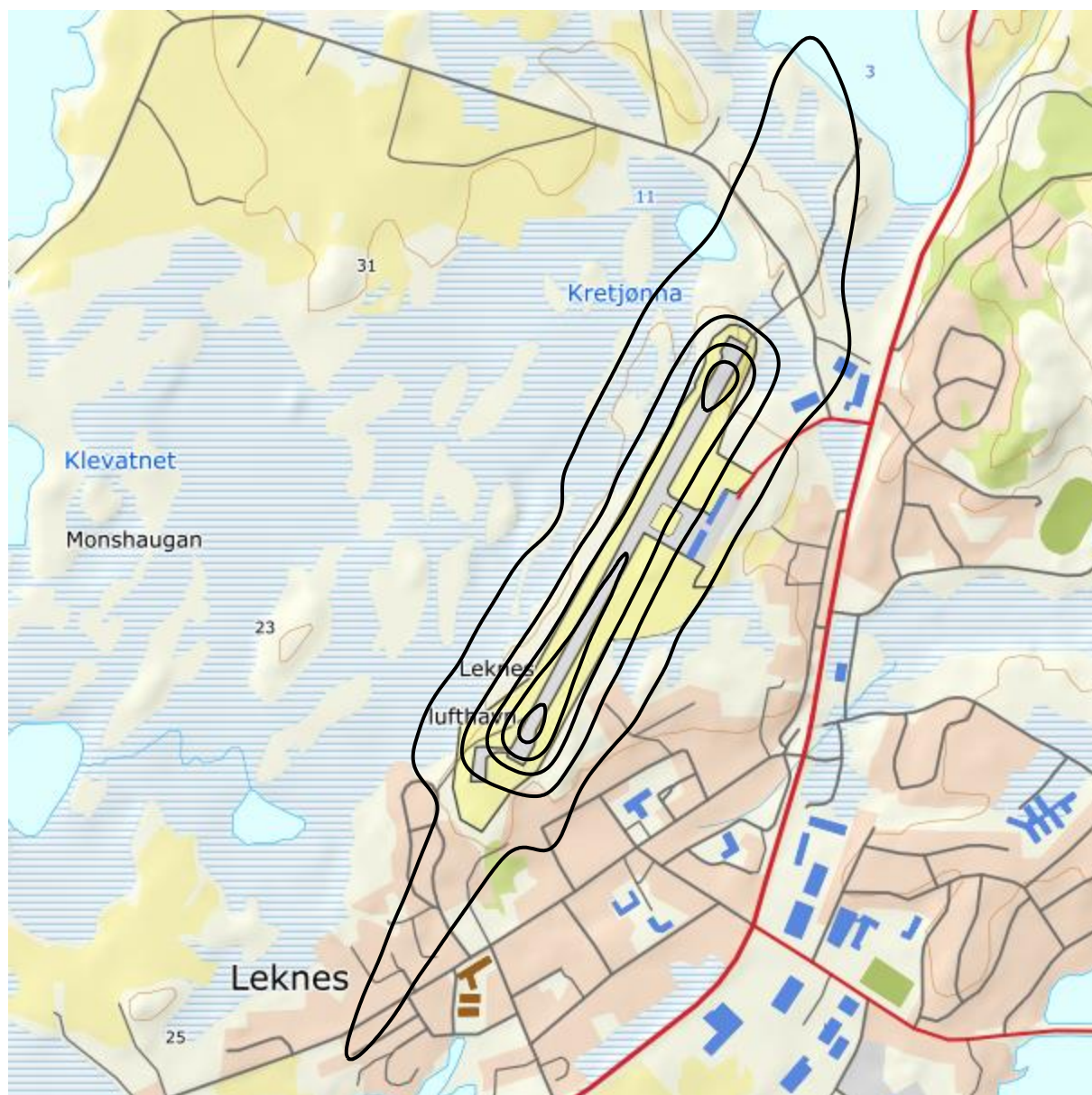


**Tabell 10-6. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{den}$ -nivå for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly.**

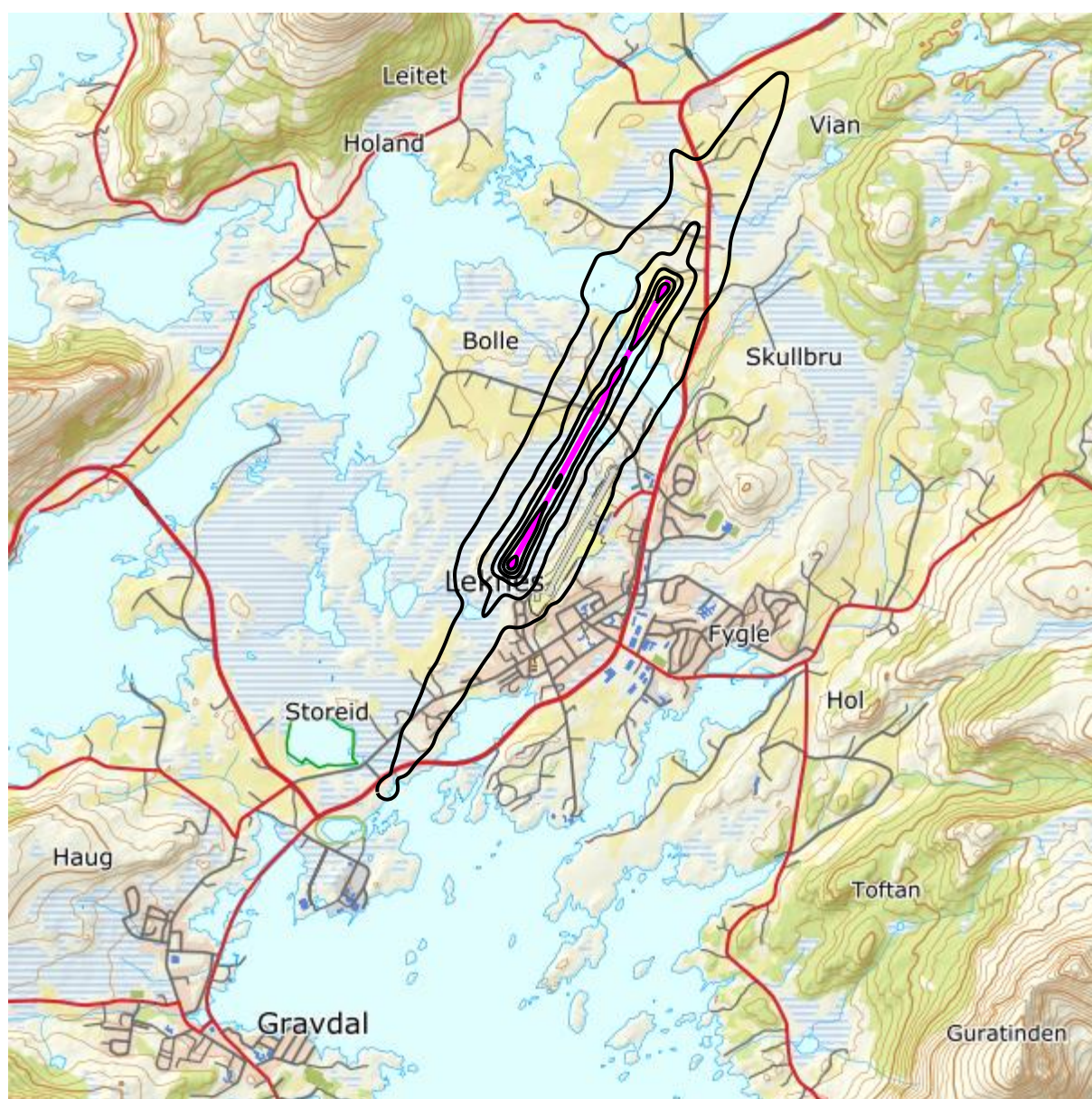
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	166	61	0	0	3
55.0 – 60.0	2	1	0	0	1
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	2	1	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0



**Figur 10-9. Kumulativ fordeling for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly.**

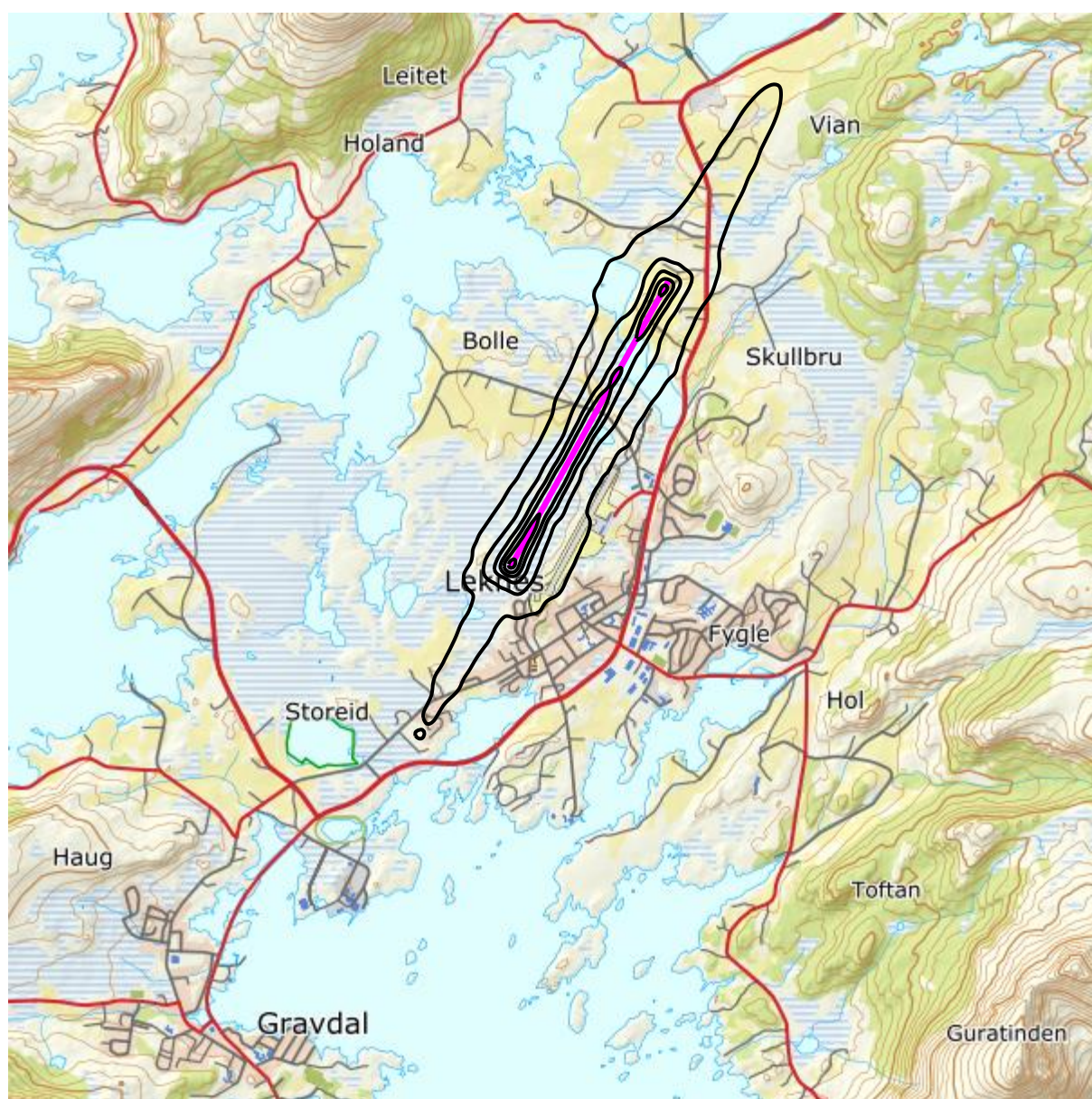


**Figur 10-10.  $L_{den}$  for dagens situasjon (2018) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.**



**Figur 10-11.  $L_{den}$  for prognosesituasjonen (2029) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:50 000.**





**Figur 10-12.  $L_{den}$  for prognosesituasjonen (2029) med bare jettfly, i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:50 000.**



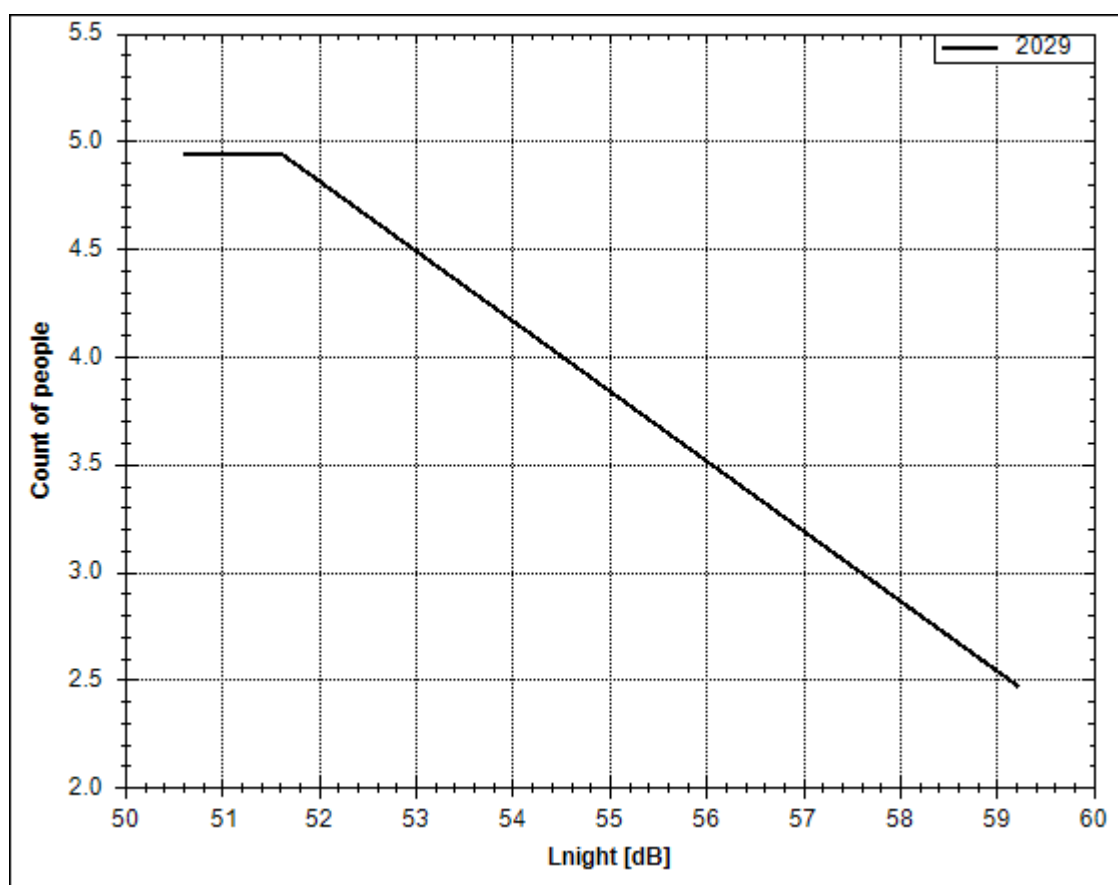
**Tabell 10-7. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{\text{night}}$ -nivå for dagens situasjon (2018).**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

Det høyeste  $L_{\text{night}}$ -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er 46,5 dBA for dagens situasjon. Ingen kumulativ fordeling å vise.

**Tabell 10-8. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{\text{night}}$ -nivå for prognosesituasjonen (2029).**

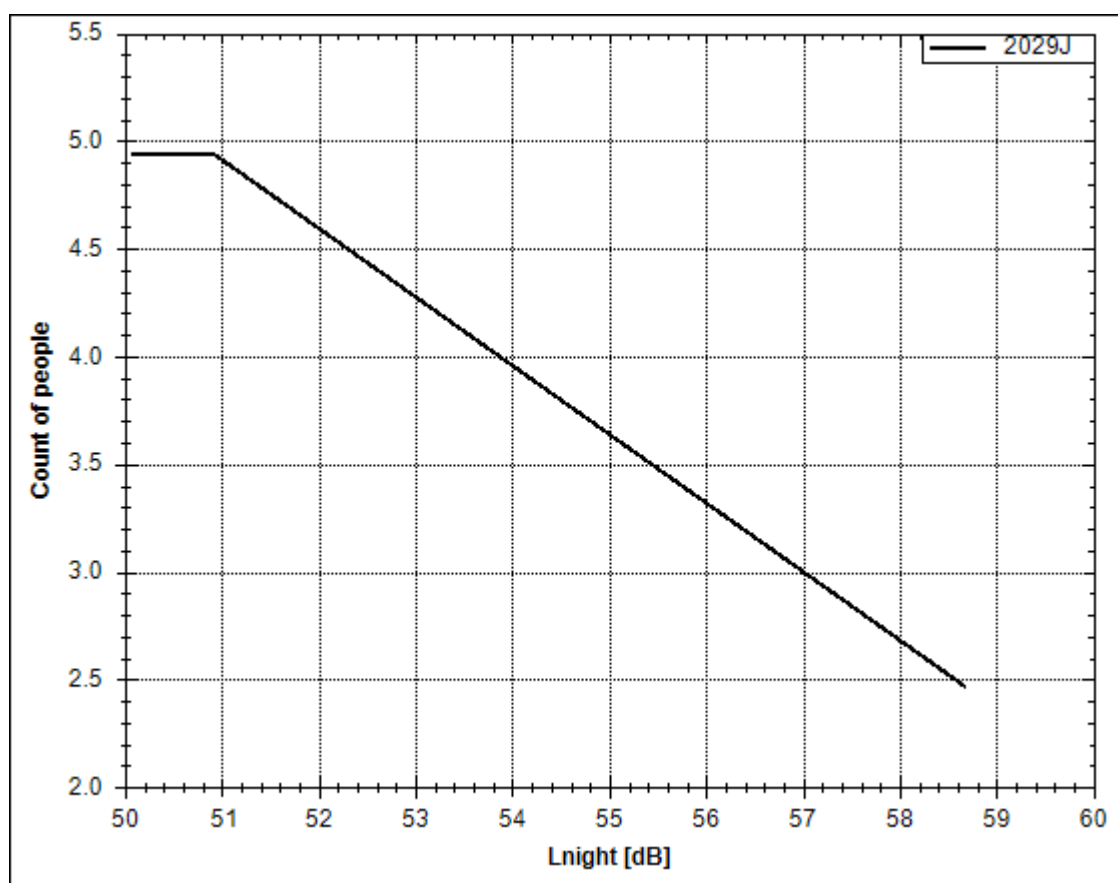
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	2	1	0	0	1
55.0 – 60.0	2	1	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0



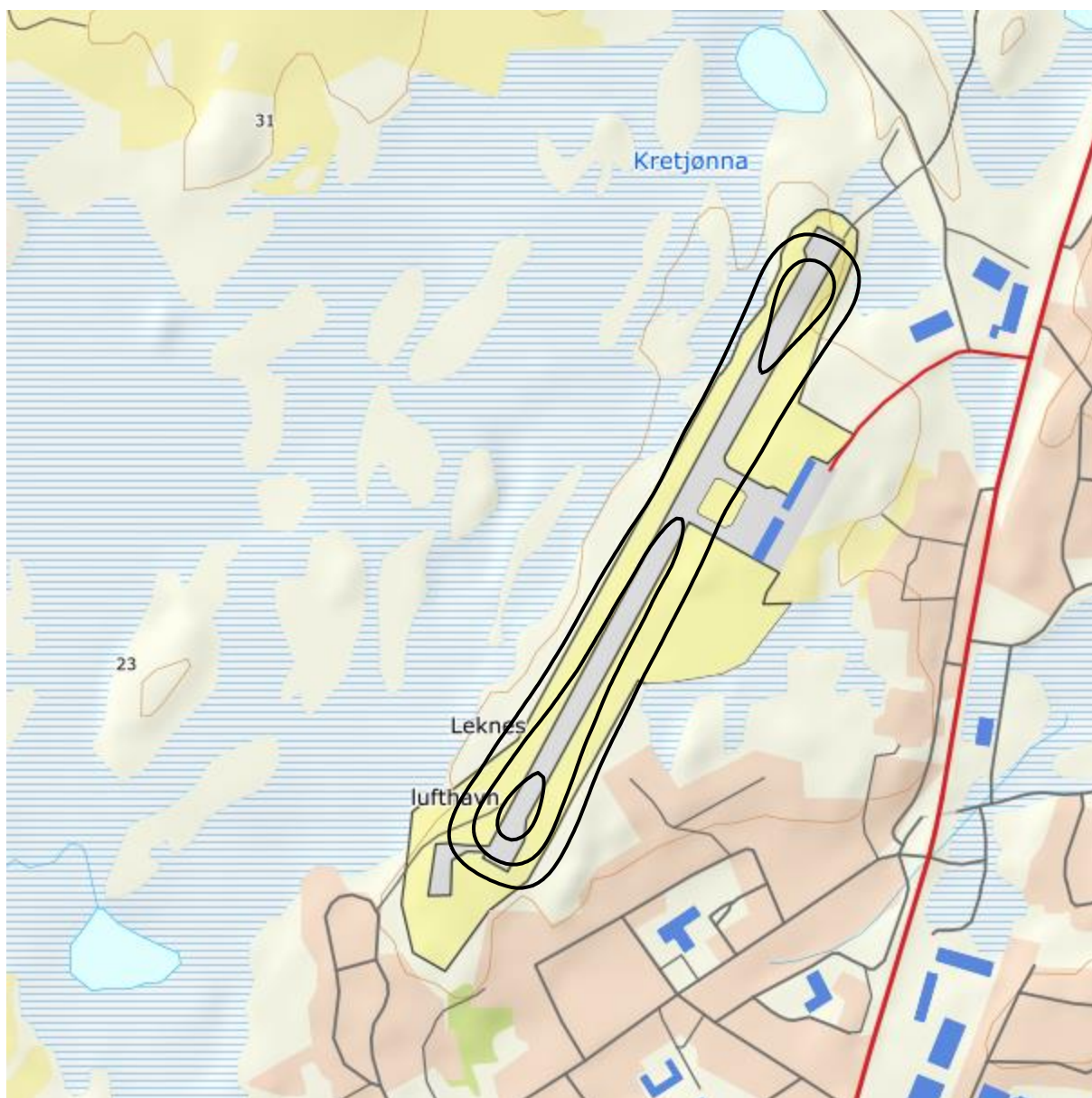
**Figur 10-13. Kumulativ fordeling for prognosesituasjonen (2029).**

**Tabell 10-9. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{\text{night}}$ -nivå for prognosesituasjonen (2029).**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	2	1	0	0	1
55.0 – 60.0	2	1	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0

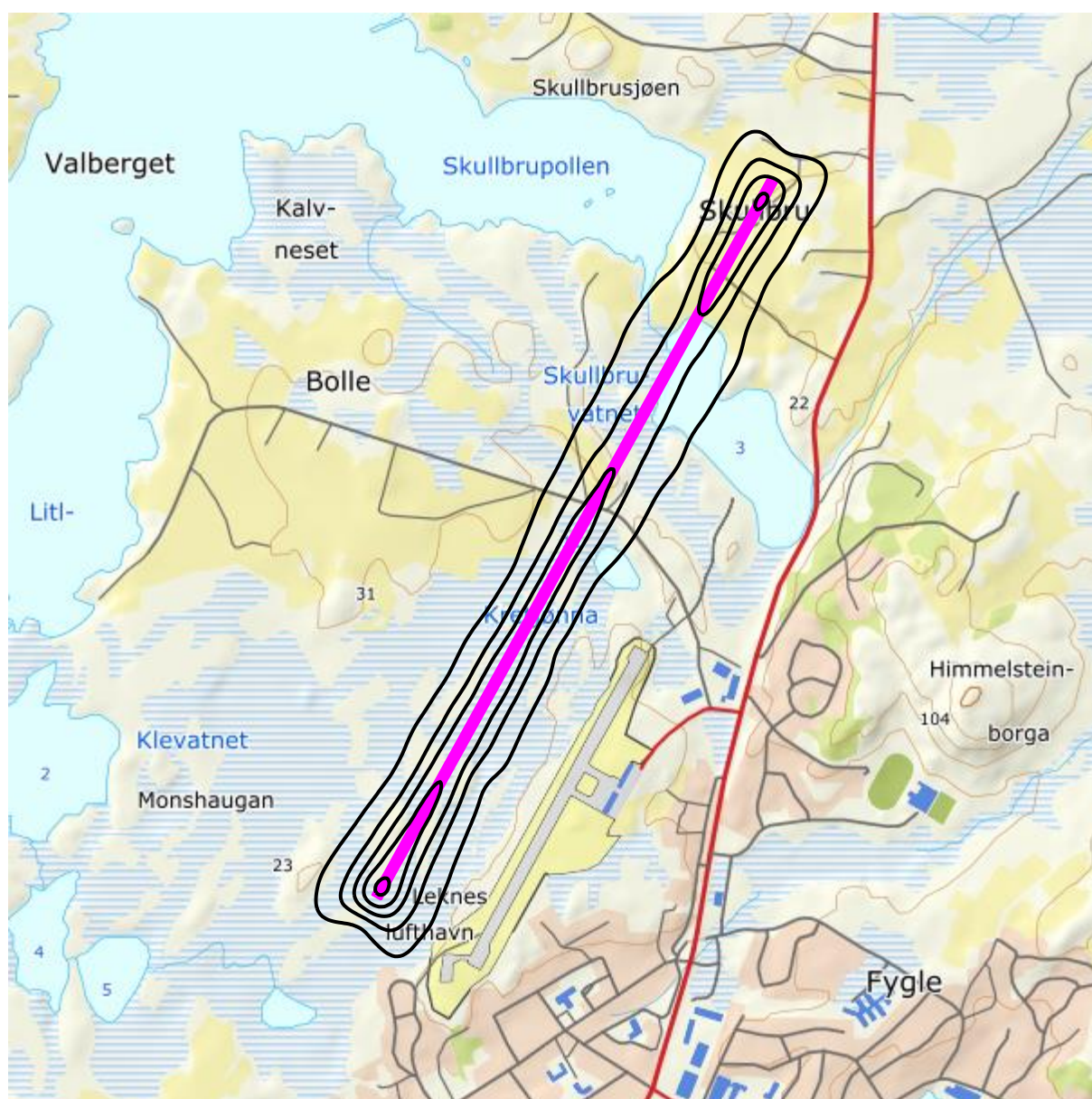


**Figur 10-14. Kumulativ fordeling for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly.**

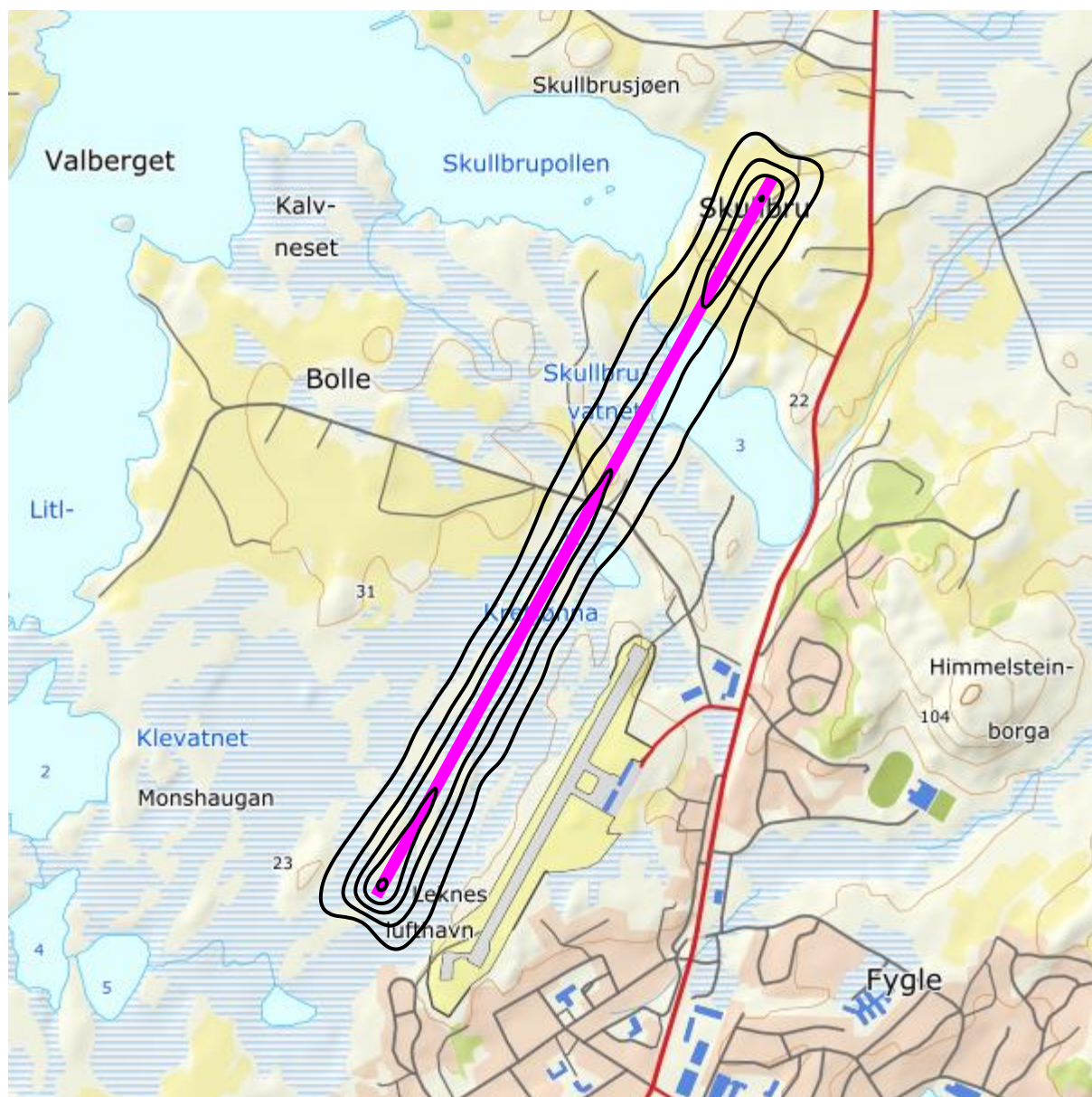


**Figur 10-15.  $L_{\text{night}}$  for dagens situasjon (2018) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:10 000.**





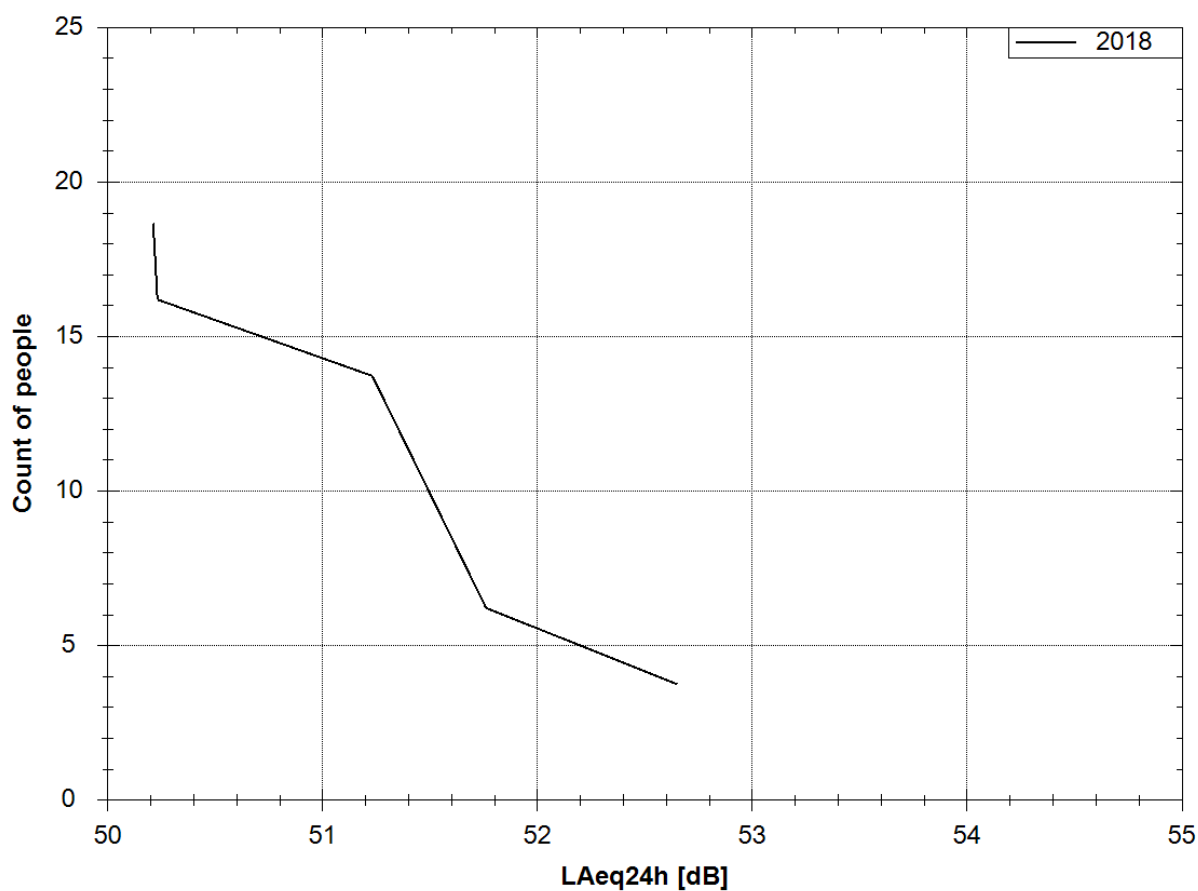
**Figur 10-16.  $L_{night}$  for prognosesituasjonen (2029) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:20 000.**



**Figur 10-17.  $L_{\text{night}}$  for prognosesituasjonen (2029) med bare jettfly, i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:20 000.**

**Tabell 10-10. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{Aeq,24h}$ -nivå for dagens situasjon (2018).**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	19	5	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0

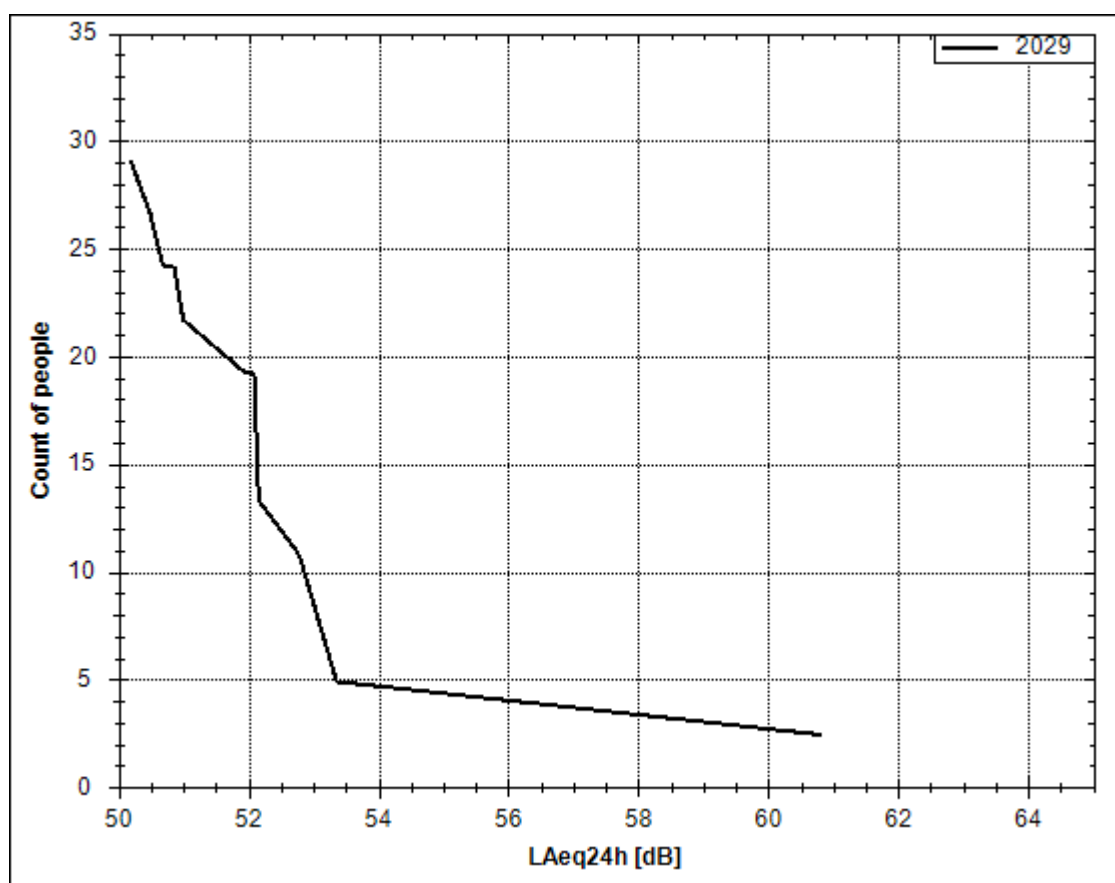


**Figur 10-18. Kumulativ fordeling for dagens situasjon (2018).**



**Tabell 10-11. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{Aeq,24h}$ -nivå for prognosesituasjonen (2029).**

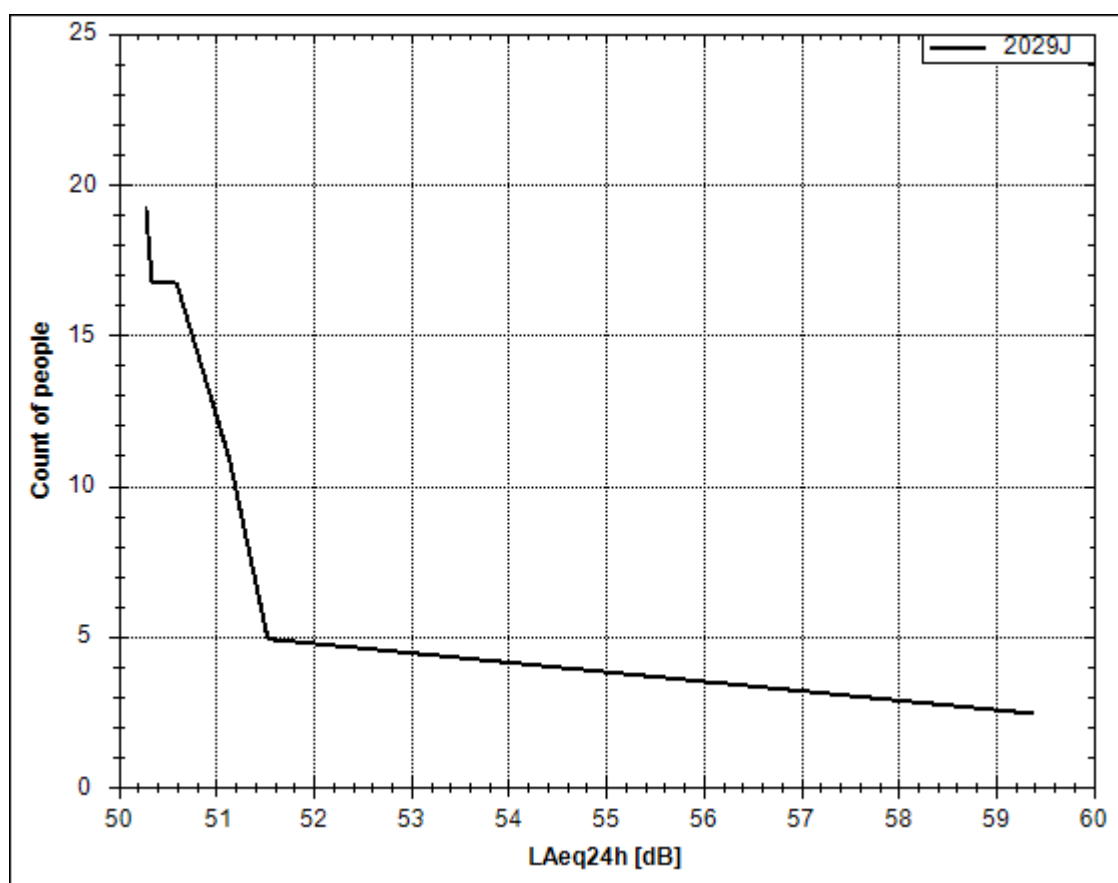
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	27	8	0	0	2
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	2	1	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0



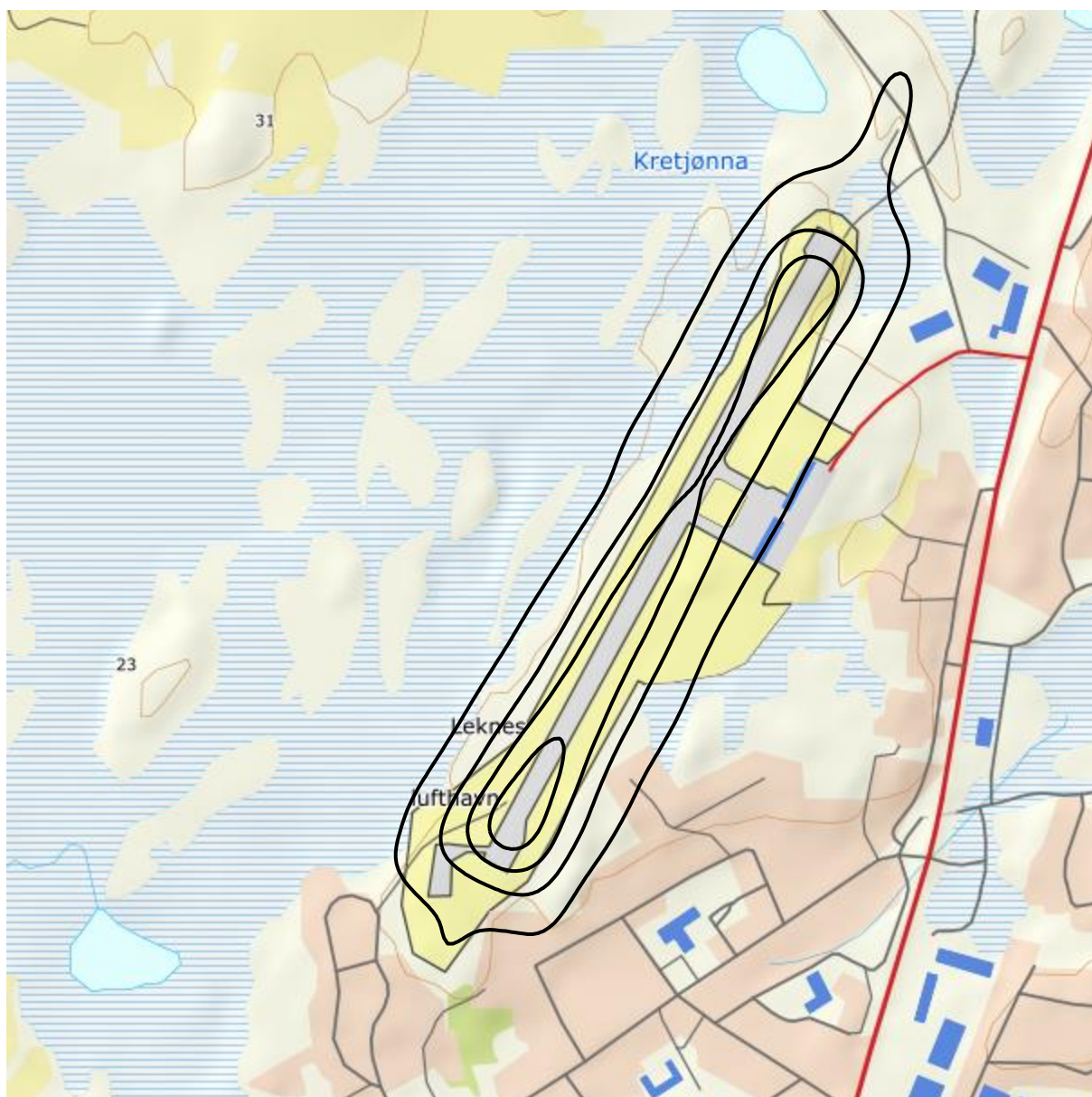
**Figur 10-19. Kumulativ fordeling for prognosesituasjonen (2029).**

**Tabell 10-12. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{Aeq,24h}$ -nivå for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly.**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	17	4	0	0	1
55.0 – 60.0	2	1	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0

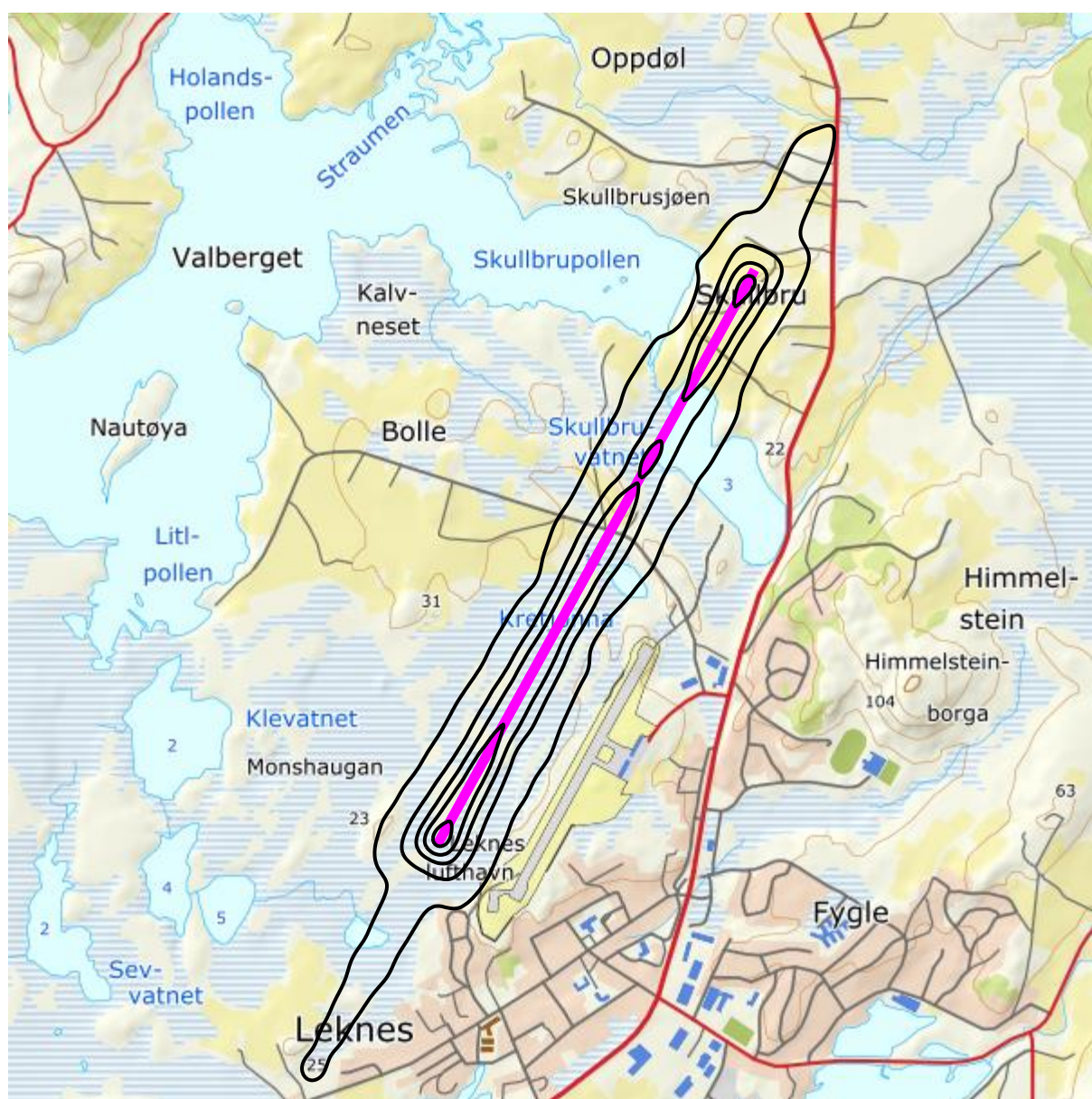


**Figur 10-20. Kumulativ fordeling for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly.**

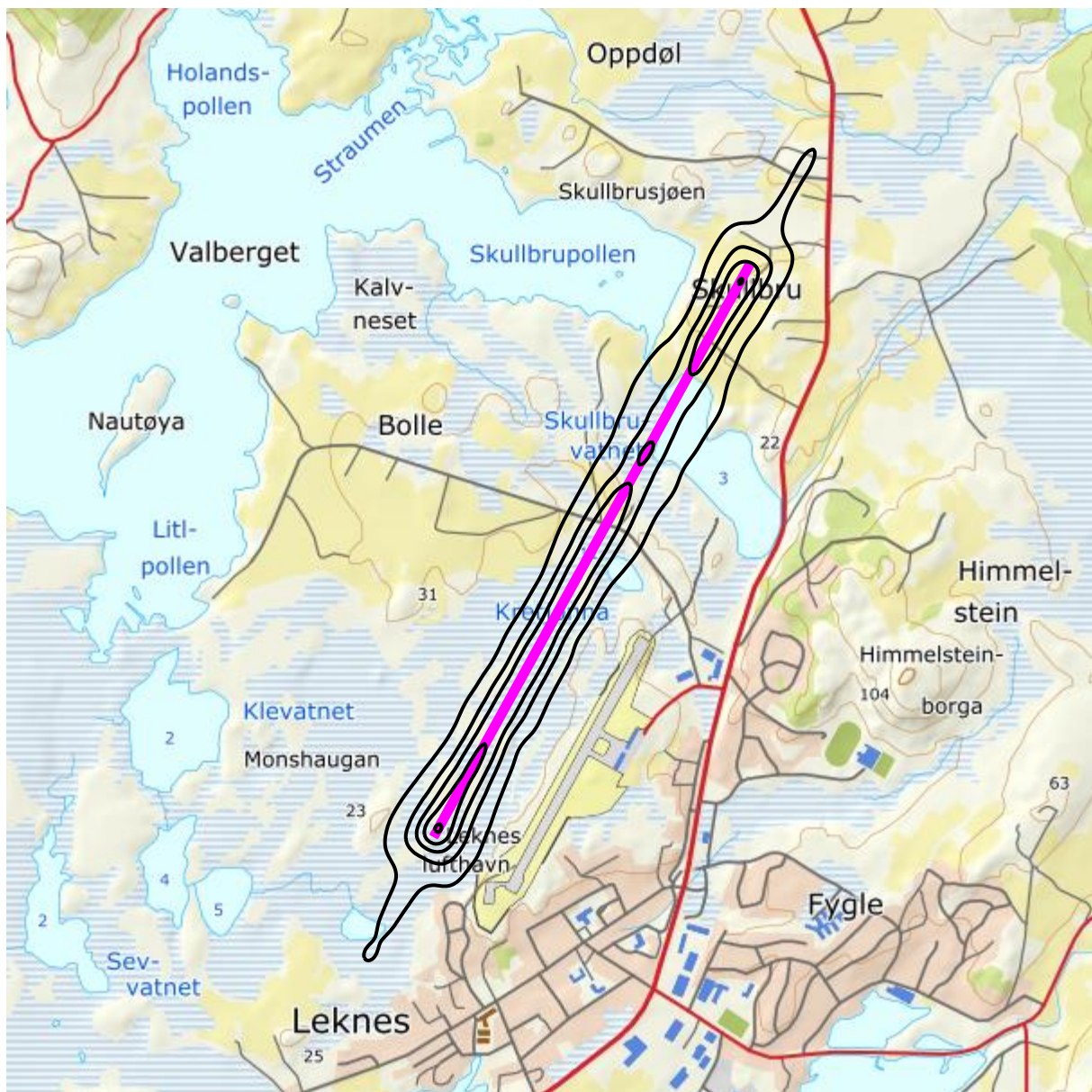


**Figur 10-21.  $L_{Aeq,24h}$  for dagens situasjon (2018) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.**





**Figur 10-22.  $L_{Aeq,24h}$  for prognosesituasjonen (2029) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:25 000.**



**Figur 10-23.  $L_{Aeq,24h}$  for prognosesituasjonen (2029) med bare jetfly, i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:25 000.**



## 11 LITTERATUR

1. Avinor, *Flystøyberegninger for Leknes lufthavn 2010-2020*. 2011. p. 40.
2. Griefahn, B. *MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE*. in *Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem*. juli 1993. Nice, Frankrike.
3. Miedama, H.M.E. and C.G. Oudshorn, *Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals*. Environmental health perspectives, 2001. **109**(4): p. 409-416.
4. Gjestland, T., et al., *RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU*. november 1990, ELAB-RUNIT Report STF40 A90189: Trondheim, .
5. Gjestland, T., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS*. august 1994, SINTEF DELAB Report STF40 A94095: Trondheim, .
6. Gelderblom, F., T. Gjestland, and I.L.N. Granøien, *UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER*. 2016: Trondheim.
7. Klima- og Miljødepartementet, *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*. desember 2016, Retningslinje T-1442/2016: Oslo.
8. *DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise*, EC, Editor. 2002.
9. Olsen, H., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM*. april 1995, SINTEF DELAB Report STF40 A95038: Trondheim, .
10. Randeberg, R.T., H. Olsen, and I.L.N. Granøien, *NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION*. juni 2007, Report SINTEF A1683: Trondheim, .
11. Granøien, I.L.N., 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*. desember 2002, SINTEF Report STF40 A02065: Trondheim, .
12. Plovsing, B. and J. Kragh, *COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL*. desember 2000, Nord2000 DELTA Report: Lyngby, .
13. Storeheier, S.Å., et al., *AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS*. mars 2002, SINTEF Report STF40 A02032: Trondheim, .
14. Koopmann, J., et al., *Aviation Environmental Design Tool (AEDT) 2b User Guide*. 2015, U.S. Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center: Washington DC, USA.
15. Lundberg, W.R., *BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT*. februar 1990, AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB: Ohio, .
16. OSL, *Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data*. August 2015.
17. AgustaWestland, *AW101-612 External Noise Data for NAWSARH Environmental Impact Studies*. p. 30.
18. Miljøverndepartementet, *FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)*. juni 2004, Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5): Oslo, .
19. Brekke, A., *NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II*. juni 1998, Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave: Oslo, .



20. Brekke, A., *ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER*. oktober 2013, Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, .
21. Osmundsen, E., *MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREKNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA*. 2011, Miljøakustikk AS.
22. Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available from: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>.

## 12 Tillegg

Dette tillegget gir ytterligere informasjon om beregningsgrunnlaget, og gir grunnlag for kvalitetskontroll av automatisk og manuell bearbeiding som er utført.

Tabell 12-1 viser de benevnelse for flytyper i elektroniske journal som er forskjellig fra typebetegnelse i databasen til NORTIM. Det er nødvendig å oversette disse benevnelsene til flytypebenevnelse som det eksisterer data for, for å kunne beregne støyutslippet. AType er benevnelse i elektronisk journal, mens NewATyp er benevnelse i NORTIMs database.

**Tabell 12-1. Oversetting av ICAO-benevnelse til benevnelse i database.**

AType	NewATyp	AType	NewATyp
A139	SA330	DR30	GASEPV
A210	COMSEP	DR40	GASEPF
AS50	SA350	E55P	CNA500
B212	B212	EC35	EC135
B412	MHEL	EC45	MHEL
BE10	CNA441	GLID	GASEPF
BE20	DHC6	JCRU	GASEPV
BX2	GASEPF	M20P	GASEPV
C172	CNA172	M20T	GASEPV
C175	CNA172	MCR1	GASEPF
C182	CNA182	MF17	GASEPF
C206	CNA206	MICO	COMSEP
C303	BEC58P	P28A	PA28
C340	BEC58P	P28T	GASEPV
C510	CNA510	PA11	GASEPF
C550	MU3001	PA31	PA31
CN35	HS748A	PA32	GASEPV
DA40	GASEPV	PA34	BEC58P
DA62	BEC58P	R200	GASEPF
DDDD	COMSEP	R44	SA350
DH8A	DHC8	RV6	GASEPF
DH8B	DHC8	S22T	COMSEP
DH8C	DHC830	S61	THEL
DHC2	GASEPV	SR22	COMSEP
DHC6	DHC6	TB20	GASEPF
DIMO	GASEPV	ULAC	GASEPF

For å forenkle beregningsgrunnlaget, blir flytyper som har tilnærmet samme operasjonsmønster samlet i flytypekategorier, som vist i Tabell 12-2.

**Tabell 12-2. Inndeling av flytyper i grupper.**

NewACtyp	Accat
B212	H
BEC58P	P
CNA172	P
CNA182	P
CNA206	P
CNA441	Turbo
CNA500	Jet
CNA510	Jet
COMSEP	P
DHC6	Ambulanse
DHC8	Turbo
DHC830	Turbo

NewACtyp	Accat
EC135	H
GASEPF	P
GASEPV	P
HS748A	Turbo
MHEL	H
MU3001	Jet
PA28	P
PA31	P
SA330	H
SA350	H
THEL	H