

2017:00853 - Åpen

# Rapport

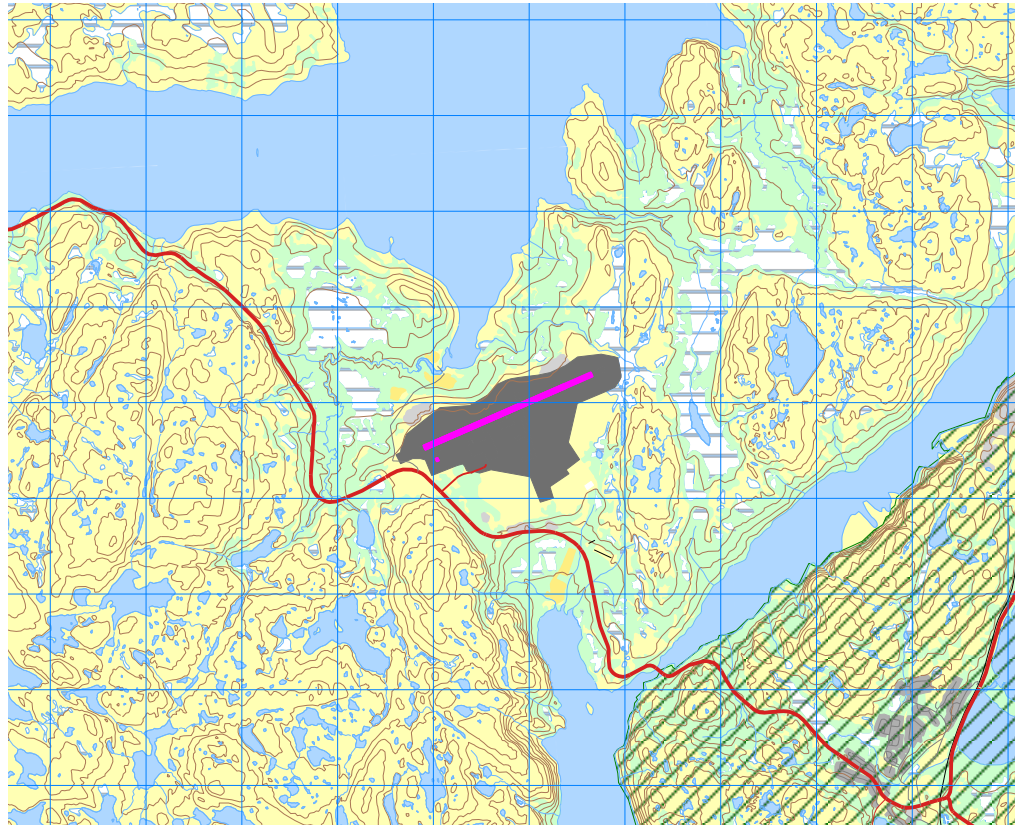
## Flystøysoner for Kirkenes lufthavn – Høybuktmoen

Støysoner etter retningslinje T-1442/2016

### Forfatter(e)

Rolf Tore Randeberg

Idar L. N. Granøien



**SINTEF Digital**

Akustikk

2017-12-18

SINTEF Digital

Postadresse:  
Postboks 4760 Sluppen  
7465 Trondheim

Telefaks: 73594302

Foretaksregister:  
NO 948 007 029 MVA

# Rapport

## Flystøysoner for Kirkenes lufthavn – Høybuktmoen

Støysoner etter retningslinje T-1442/2016

**EMNEORD:**Akustikk, flystøy,  
beregning**VERSJON**

1

**DATO**

2017-12-18

**FORFATTER(E)**Rolf Tore Randeberg  
Idar L. N. Granøien**OPPDRAGSGIVER(E)**

Avinor AS

**OPPDRAGSGIVERS REF.**

Michael J. Newman

**PROSJEKTNR**

102017179

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

3940

**SAMMENDRAG**

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en støykartlegging av Kirkenes lufthavn – Høybuktmoen 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 2016 og for en prognose for 2027.

**UTARBEIDET AV**

Rolf Tore Randeberg

**KONTROLLERT AV**

Herold Olsen

**GODKJENT AV**

Bengt Holter

**RAPPORTNR**

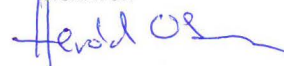
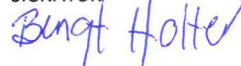
2017:00853

**ISBN**

978-82-14-06611-1

**GRADERING**

Åpen

**SIGNATUR****SIGNATUR****SIGNATUR****GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2017-12-15	Utgitt versjon

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>GENERELT OM FLYSTØY</b> .....	<b>6</b>
2.1	Akustiske størrrelser.....	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 støysonekart og implementering i kommunale planer .....	10
3.2.3	Kartlegging av stille områder .....	10
3.3	Beregningsmetode.....	10
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunlaget .....	10
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>FLYAKTIVITET</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	Dagens situasjon .....	18
7.2	Prognosesituasjonen 2027.....	22
7.3	Flygeprofiler.....	22
<b>8</b>	<b>BEREGNINGSPARAMETERE</b> .....	<b>23</b>
8.1	Beregningsenheter.....	23
8.2	Beregning i enkeltpunkt.....	23
8.3	NORTIM beregningskontroll .....	23
<b>9</b>	<b>RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442</b> .....	<b>24</b>



9.1	Støysoner .....	24
9.2	Kartlegging av stille soner .....	26
<b>10</b>	<b>RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN .....</b>	<b>28</b>
10.1	Kartlegging av innendørs støynivå .....	28
10.2	Kartlegging av utendørs støynivå .....	30
<b>11</b>	<b>LITTERATUR.....</b>	<b>36</b>
<b>12</b>	<b>TILLEGG .....</b>	<b>38</b>

## 1 INNLEDNING

SINTEF har på oppdrag for Avinor utført en støyberegning for Kirkenes lufthavn – Høybuktnoen for dagens trafikk og for en ti års prognose. Den forrige tilsvarende kartlegging av støy ble utført av SINTEF i 2008 [1]. Beregningene er utført med programmet NORTIM, versjon 4.5, og med loggført trafikk for 2016 som grunnlag.

Michael J. Newman har vært kontaktperson hos Avinor. Prosjektet er utført ved SINTEF Digital med Rolf Tore Randeberg som prosjektleder. Prosjektansvarlig i SINTEF Digital har vært Bengt Holter.

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-veiging 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 døgnbenevnelser, 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

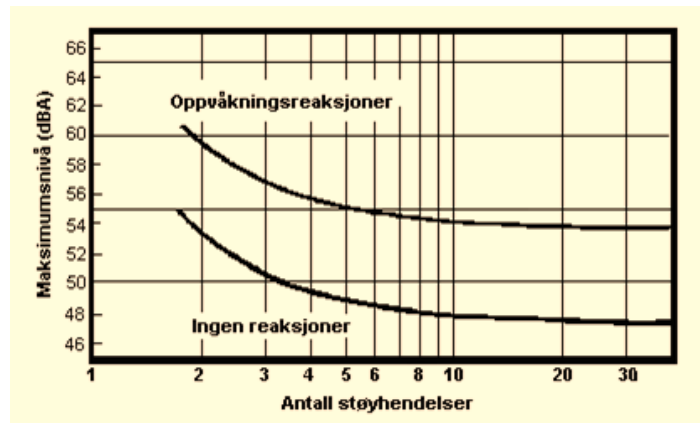
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. 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 begrenser 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** (søvnndybde) 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 støynivå og antall hendelser som kan medføre vekking, som illustrert i Figur 2-1.



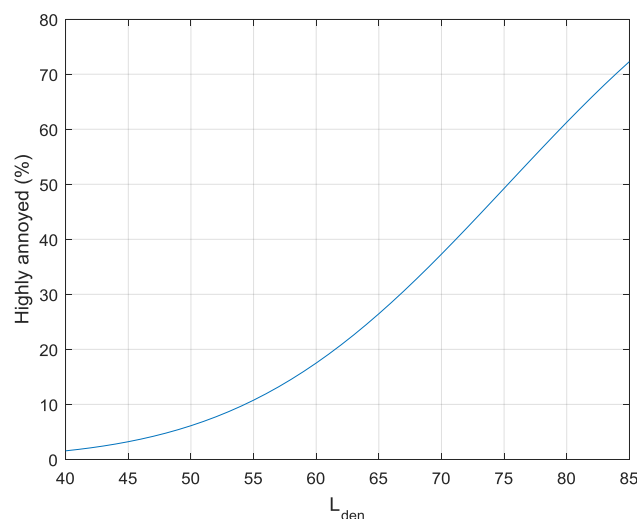
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [2].

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.

### 2.2.2 Generell plage av flystøy

Generell støyplage 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 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 støynivå. 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 prosentdel, 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 trafikkgrunlaget

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 trafikkgrunnet.

### 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 støy mål 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. Database 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. Etersom 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
<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 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  $L_{night}$ .

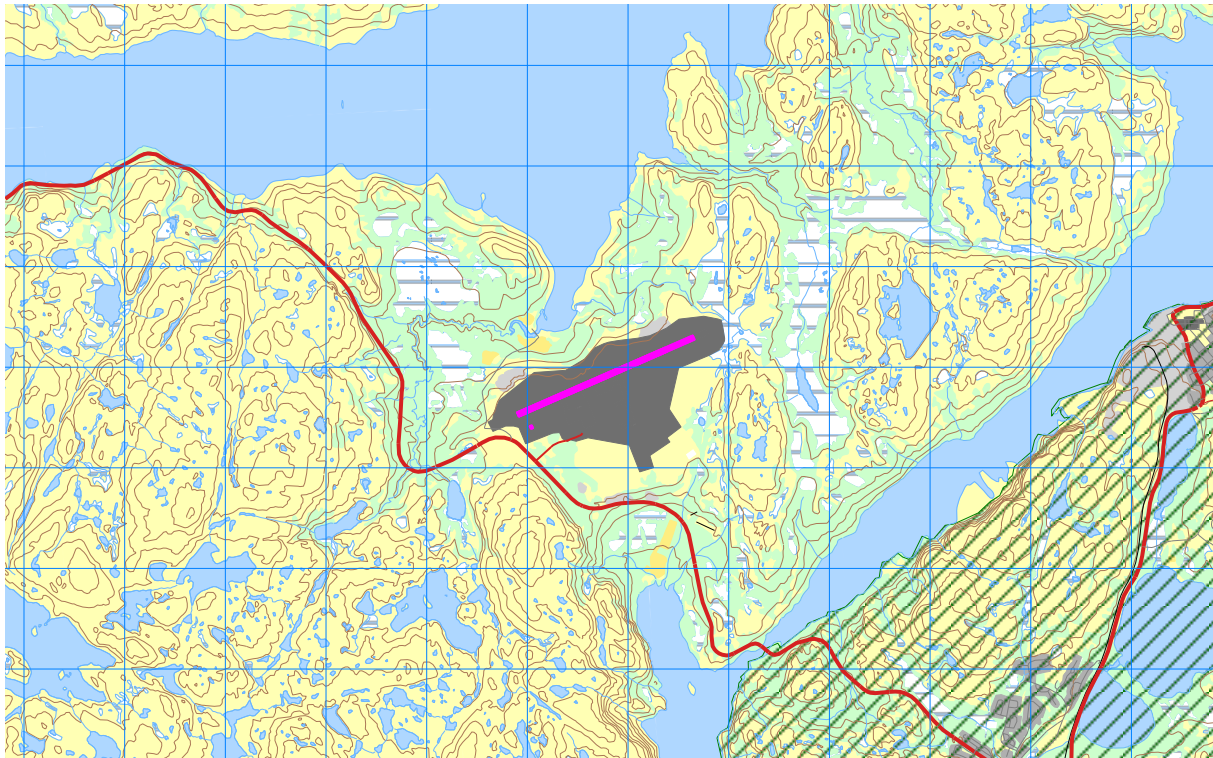
Strategisk støykartlegging skal utføres på flyplasser med mer enn 50 000 sivile bevegelser per år. I dette tallet inngår ikke militær trafikk eller skoleflyging, men denne trafikken skal likevel regnes med når kartleggingen foretas.

## 5 OMGIVELSER

Ved beregning av flystøy legges digitalt kart og terreng inn som grunnlag.

### 5.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverket sine gratis tjenester [22]. Kartunderlaget er basert på N50 serien i UTM Euref89 sone 35. Topografien er representert med en punkttetthet på 10×10 meter. Kartet under viser rullebane og helikopterlandingsplass slik de inngår i beregningene.



**Figur 5-1 Rullebane og helikopterlandingsplass markert med rosa flater. M 1:75 000.**

**Tabell 5-1 Koordinater for rullebane og helikopterlandingsplass.**

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Direction	Length
<b>06</b>	610907	7737530	612377	7738174	66	1605
<b>24</b>	612377	7738174	610907	7737530	246	1605
<b>06P</b>	610907	7737530	612652	7738295	66	1905
<b>24P</b>	612652	7738295	610907	7737530	246	1905
<b>HLA</b>	611030	7737400	611050	7737409	66	22
<b>HTO</b>	611050	7737409	611030	7737400	246	22
<b>HP06</b>	611896	7737952	611916	7737960	66	22
<b>HP24</b>	611916	7737960	611896	7737952	246	22

Dagens rullebane 06/24 er i prognosen forlenget med 300 meter og benevnes 06P/24P. Landingsplassen sør for vestre baneende benevnes HLA/HTO. For prognosen er det antatt at offshore helikopter vil benytte hovedrullebanen med start fra taksebane D. HP06/HP24 er benevnelsene på den delen av rullebanen som benyttes for dette.

## 6 FLYAKTIVITET

Retningslinje T-1442/2016 angir at trafikk for et helt år skal benyttes som grunnlag for beregning av støysoner. I dette tilfellet er trafikken for 2016 benyttet som utgangspunkt for beregningene.

### 6.1 Trafikk ifølge tårnjournalen

Avinor har levert elektronisk tårnjournal for Kirkenes lufthavn for 2016. Dette kapitlet gir en oversikt over trafikkgrunnet i de tilsendte filene.

**Tabell 6-1. Antall flybevegelser i 2016.**

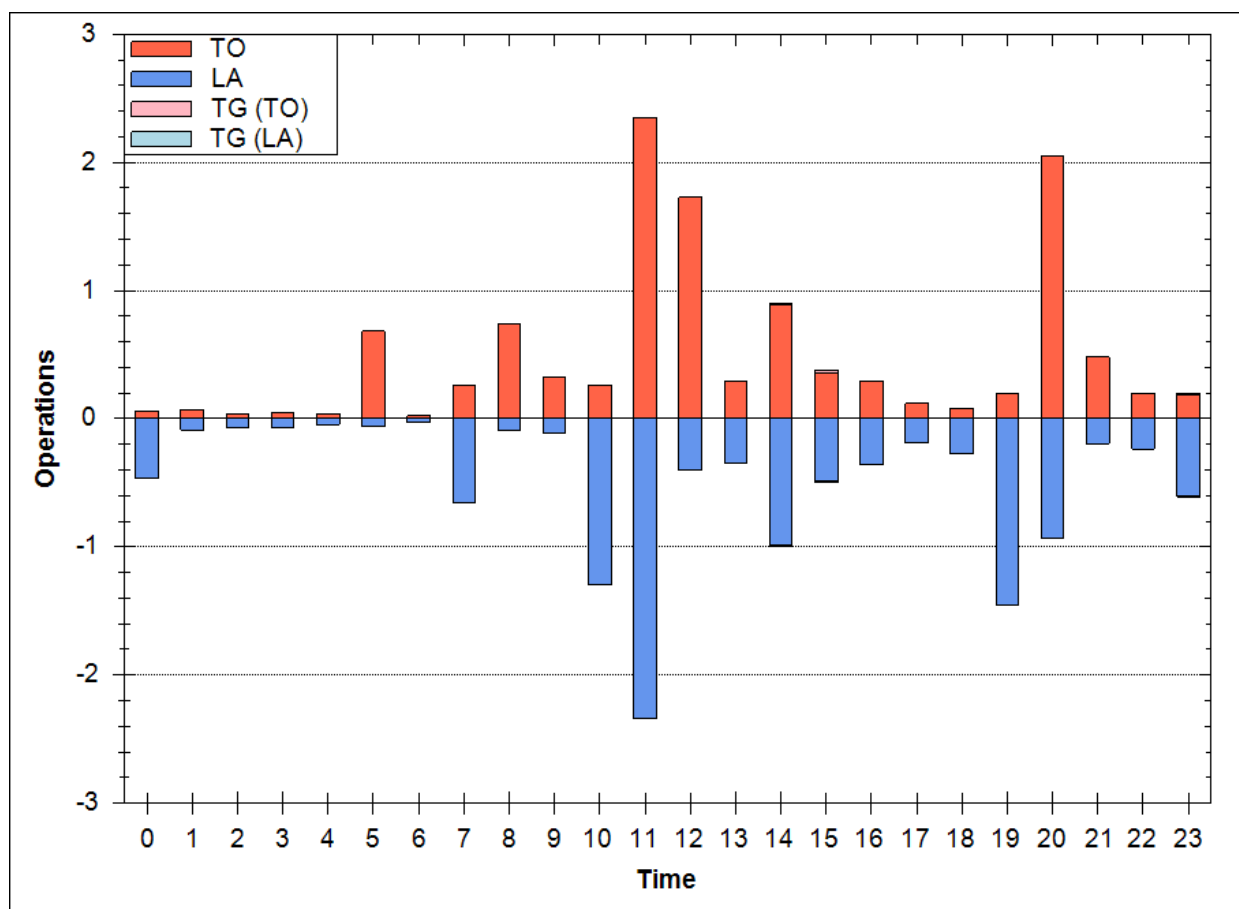
Operasjon	Antall
LA	4301
TG	26
TO	4305
Sum	8632

**Tabell 6-2. Antall flybevegelser per type flyging i 2016.**

FLT	Beskrivelse	Antall
1	Ruteflyging	6245
2	Ikke regelbundet trafikk	96
3	Fraktflyging	3
4	Kontinentalsokkelflyging (m/helikopter)	11
5	Annen kommersiell helikopterflyging	33
6	Annen kommersiell flyging	17
12	Ambulanseflyging	1694
13	Skole- og instruksjonsflyging	37
14	Posisjonsflyging	63
15	Teknisk retur flyging	6
16	Kontrollflyginger	17
17	Allmenn flyging	51
21	Militær flyging	343
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	4
24	Militær posisjonsflyging	1
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	4
29	Militær treningsflyging	3
30	Operativ militær flyging	4

**Tabell 6-3. Antall flybevegelser per type fly i 2016.**

Type fly	Antall
DHC8	4084
DHC6	1720
737700	1110
737800	851
DHC830	304
MHEL	287
Andre	276


**Figur 6-1. Antall bevegelser per time for et gjennomsnittsdøgn i 2016.**

Flytyper med liknende operasjonsmønster samles i grupper for å forenkle beregningsgrunnlaget. I kapittel 12 vises hvordan de ulike flytypene tilordnes en gruppe (ACcat). Det er valgt fire ulike grupper, som vist i Tabell 6-4.

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

ACcat	Forklaring	SumOper
GA	Små propellfly	100
HEL	Helikopter	370
JET	Rutefly med jetmotor	2029
TP	Rutefly med turbopropellmotor	6133

## 6.2 Prognoser

Vanligvis beregnes flystøy for dagens situasjon og for en ti års prognose. For situasjonen i 2027 har Avinor oversendt prognose fra TØI som angir at det ikke ventes noen vekst i trafikken ved Kirkenes lufthavn. Avinor forventer imidlertid en betydelig økning av offshore helikoptertrafikk. Med bakgrunn i dette er det for prognosen lagt inn de samme trafikkmengder som i dagens situasjon, med et tillegg av 1000 operasjoner med offshore helikopter (S-92). Av beregningstekniske årsaker er disse lagt enn som et tillegg til dagens trafikk, i stedet for en oppskalering av eksisterende trafikk.

Det er også forutsatt en viss utskiftning av flytyper til mer moderne typer. 737-700 og 737-800 forventes å bli erstattet med 737 MAX-varianter, og A320 med A320 NEO.

**Tabell 6-5. Antall flybevegelser i 2027.**

TO_LA	SumOper
LA	4801
TG	26
TO	4805
<b>Sum</b>	<b>9632</b>

**Tabell 6-6. Antall flybevegelser per type flyging i 2027.**

FLT	Beskrivelse	Antall
1	Ruteflyging	6245
2	Ikke regelbundet trafikk	96
3	Fraktflyging	3
4	Kontinentalsockelflyging (m/helikopter)	1011
5	Annen kommersiell helikopterflyging	33
6	Annen kommersiell flyging	17
12	Ambulanseflyging	1694
13	Skole- og instruksjonsflyging	37
14	Posisjonsflyging	63
15	Teknisk retur flyging	6
16	Kontrollflyginger	17
17	Allmenn flyging	51
21	Militær flyging	343
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	4
24	Militær posisjonsflyging	1
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	4
29	Militær treningsflyging	3
30	Operativ militær flyging	4



## 7 FLYGEPROSEDYRER

Flygeprosedyrene i denne rapporten er basert på forrige beregning [1], samt AIP og innspill fra Avinor. I tillegg til traséene vist i figurene på de neste sidene, blir det også lagt inn standard sideveis spredning av trafikken, hvor trafikken på hver prosedyre fordeles på en hovedtrase (som vist) og på seks spredetraséer. Hensikten med disse er å modellere evt. avdrift og avvik fra standard flygning.

### 7.1 Dagens situasjon

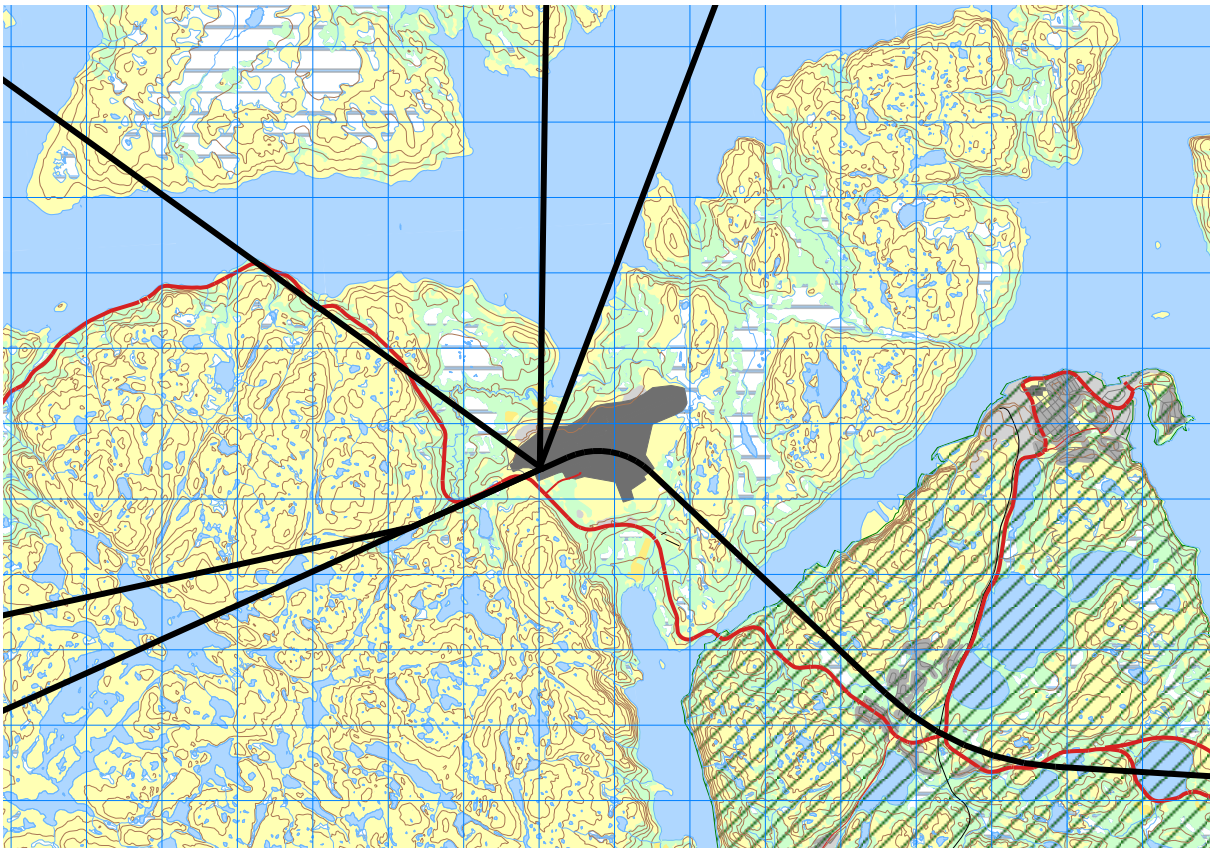
For flytypekategorien JET og TP er det antatt at:

- 60% av landingene er på rullebane 06 (og 40% er på rullebane 24).
- 40% av avgangene er fra rullebane 06 (og 60% er fra rullebane 24).

Unntakene er TP-avganger med destinasjon NNO/NORD, hvor fordelingen er 60/40 på bane 06/24.

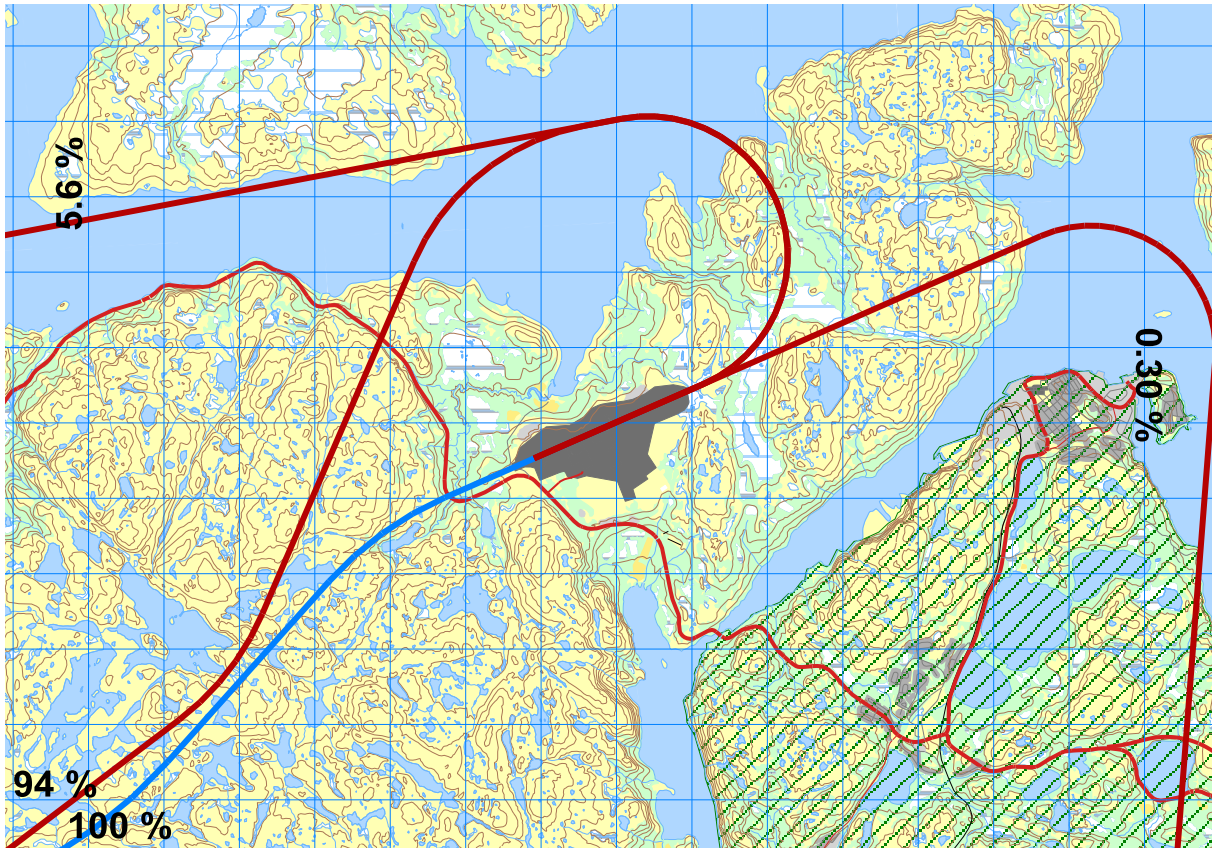
For flytypekategorien GA er fordelingen mellom rullebanene 50/50. For offshore helikopter i prognosesituasjonen antas det at bane HP06 benyttes ved 60% av avgangene, og at HP24 brukes til 60% av landingene.

Det er lagt inn taksing for fly fra rullebanen til terminalområdet.

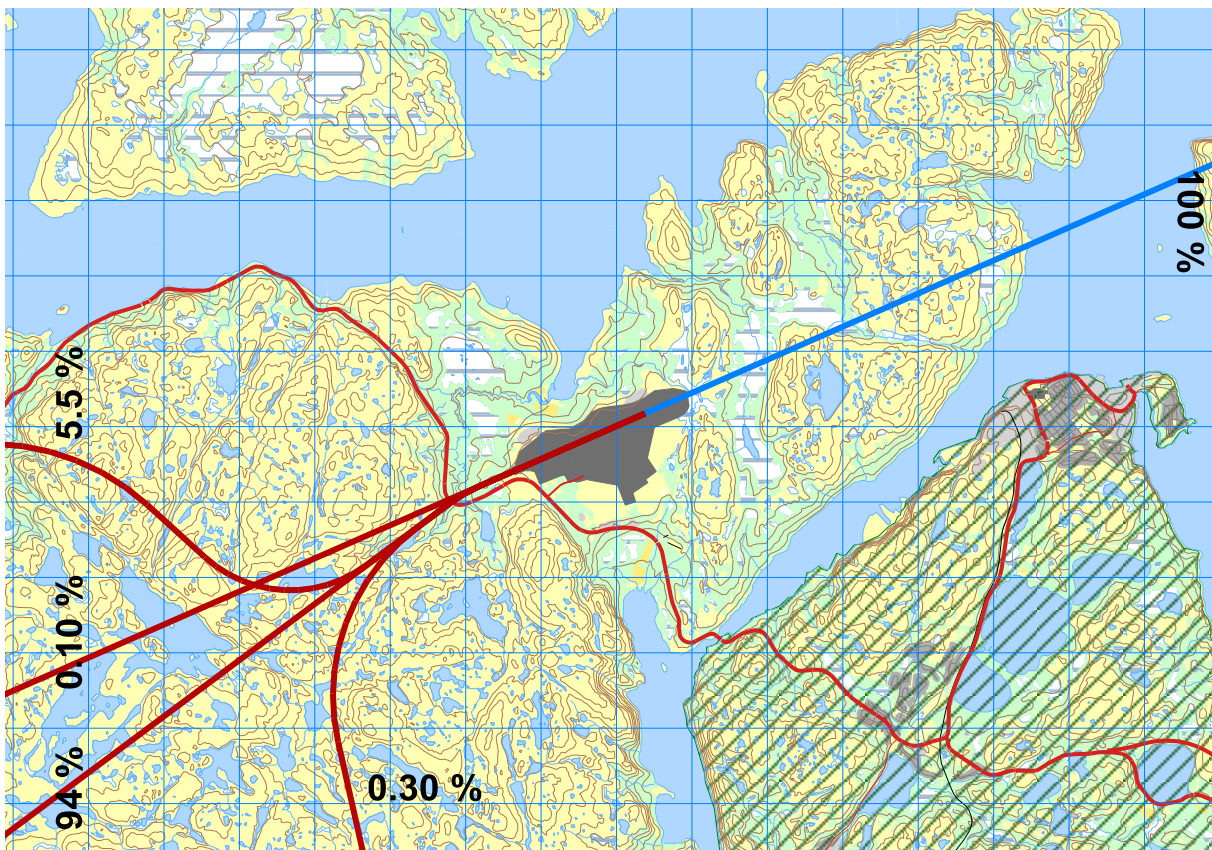


**Figur 7-1. Landings- og avgangstraséer for helikopter. M 1:100 000.**



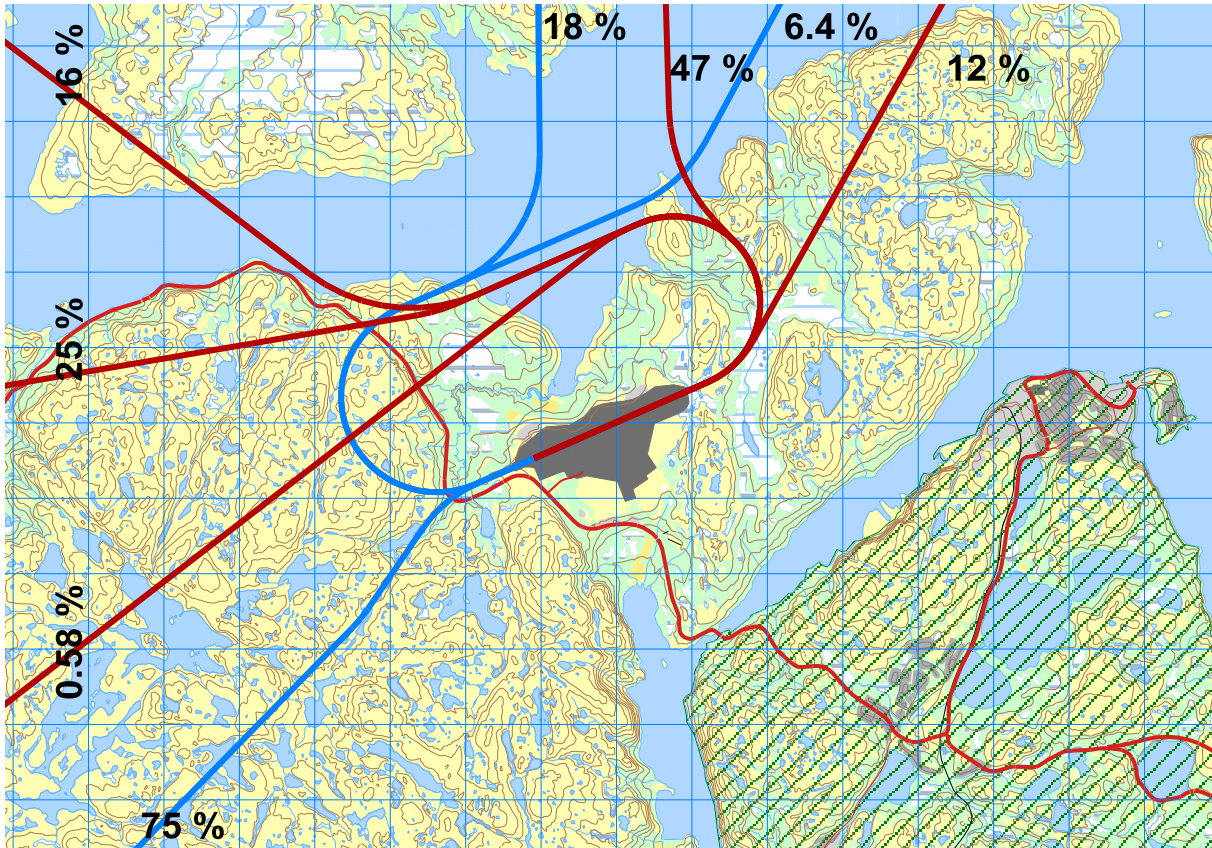


Figur 7-2. Traséer for avganger (rød) og landinger (blå) på bane 06 med jetfly. M 1:100 000.

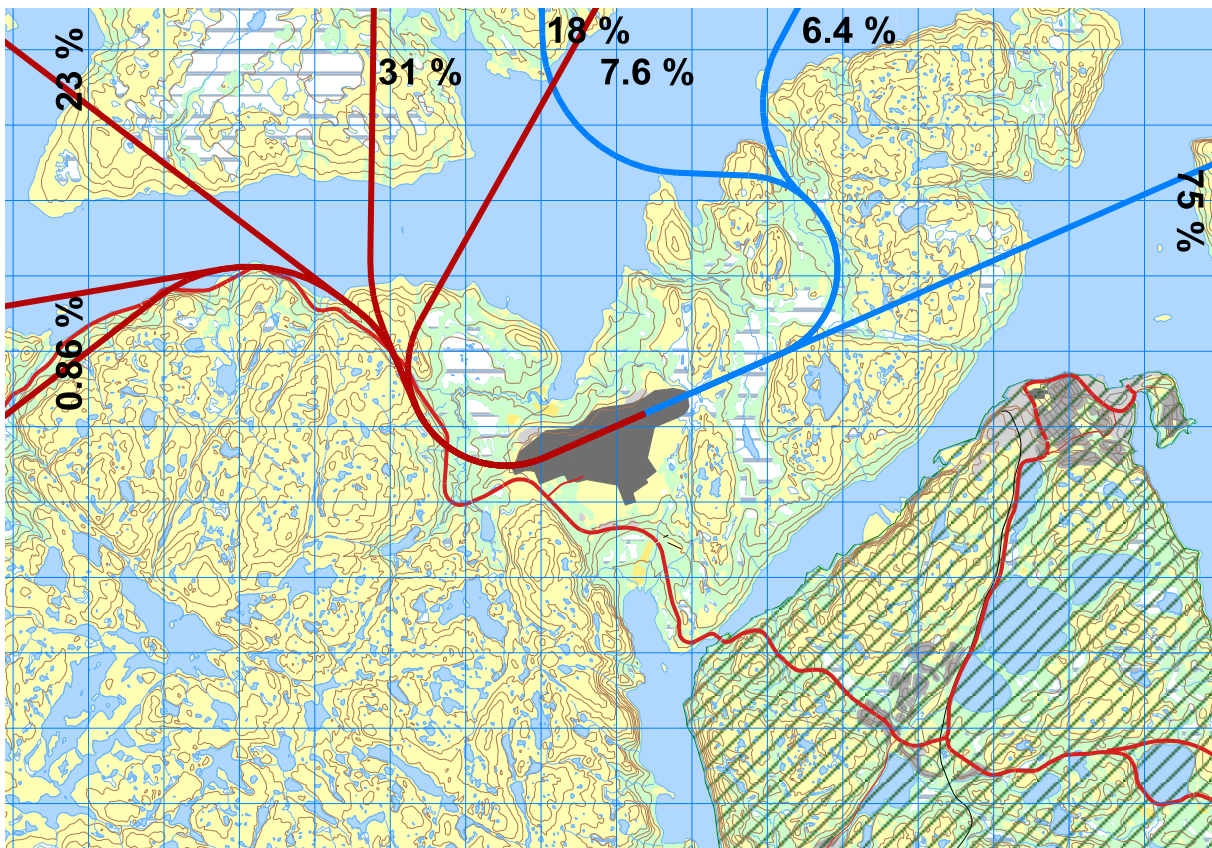


Figur 7-3. Traséer for avganger (rød) og landinger (blå) på bane 24 med jetfly. M 1:100 000.



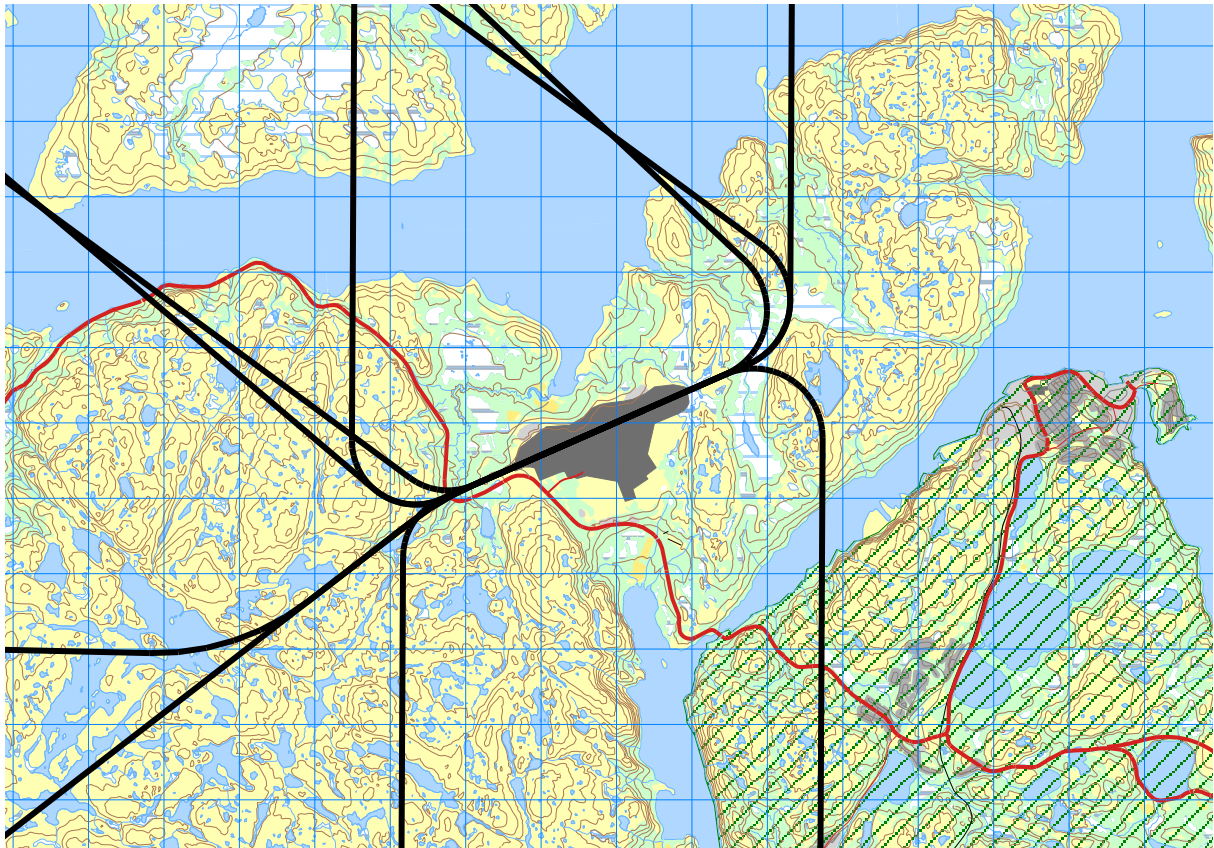


Figur 7-4. Traséer for avganger (rød) og landinger (blå) på bane 06 med turboprop. M 1:100 000.

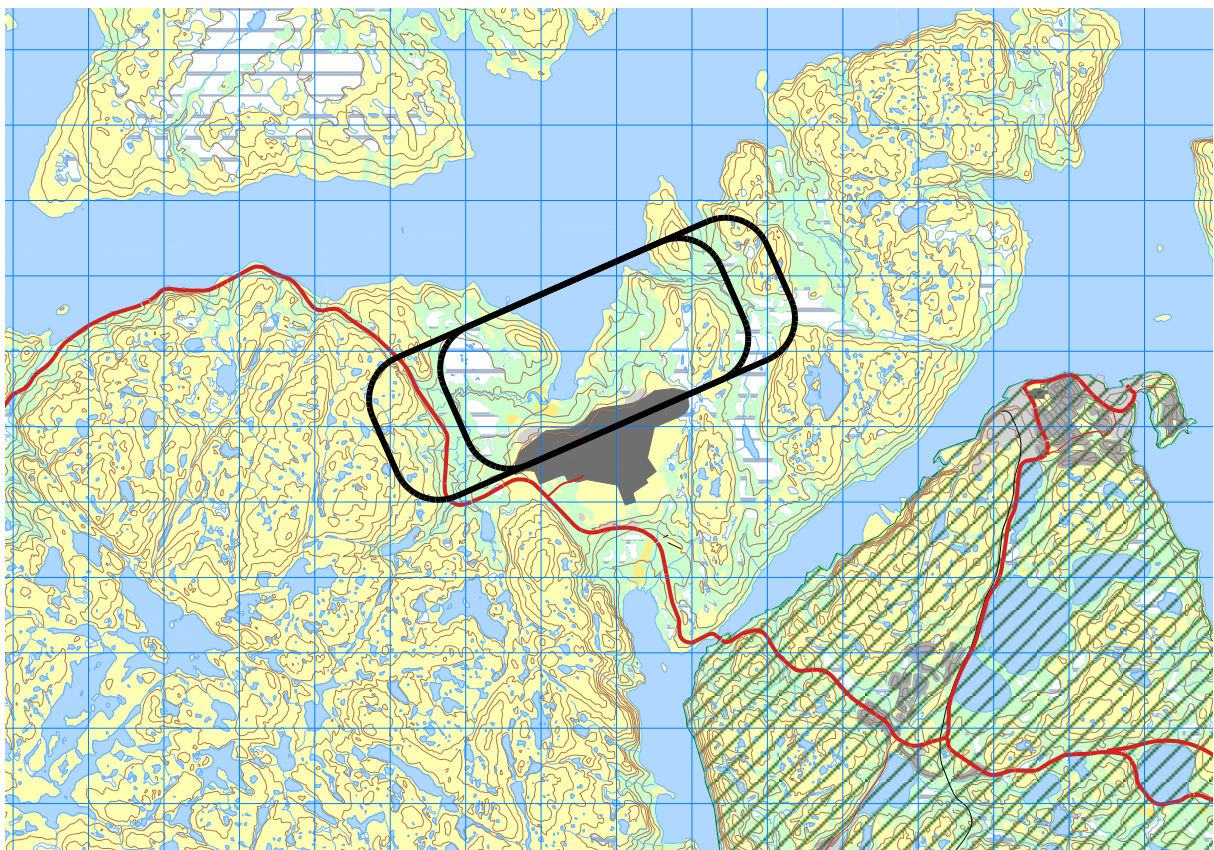


Figur 7-5. Traséer for avganger (rød) og landinger (blå) på bane 24 med turboprop. M 1:100 000.





**Figur 7-6. Landings- og avgangstraséer for småfly. M 1:100 000.**



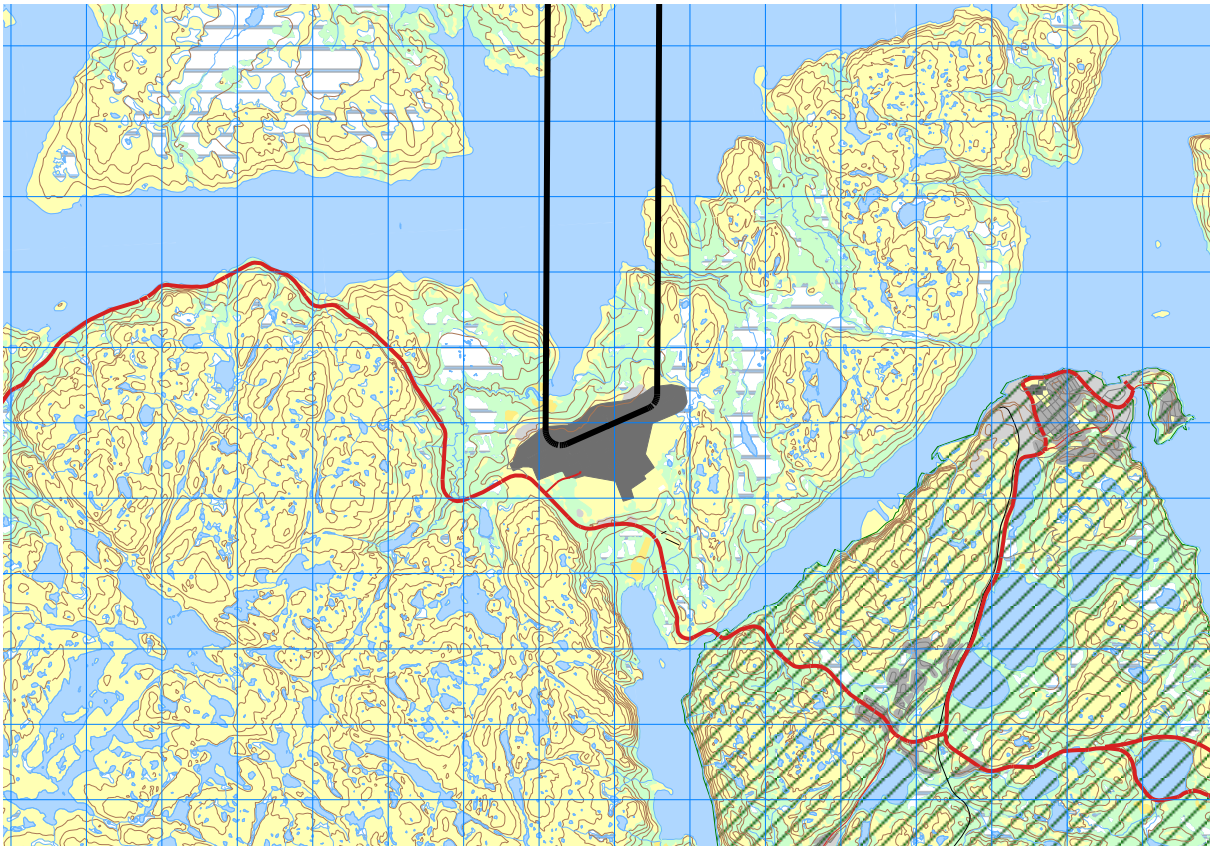
**Figur 7-7. Landingsrunder med småfly. M 1:100 000.**



## 7.2 Prognosesituasjonen 2027

I 2027 vil rullebanen være forlenget med 300 meter. Det er ikke angitt noen endring av traséer i prognosen, med unntak av at offshore helikopter vil ha inn- og utflyging langs hovedrullebanen til/fra TWY D.

Det antas derfor at trasékartene over vil være gyldige også for prognosen, men at Figur 7-1 suppleres med Figur 7-8.



**Figur 7-8. Landings- og avgangstraséer for offshore helikopter. M 1:100 000.**

## 7.3 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 AEDT databasen fra FAA [14], mens militære fly har sine data fra OMEGA databasen utgitt av USAF [15].

Landingsprofiler er lagt inn med 3.5° glidebane på bane 06 og 3.4° på bane 24 samsvarende med AIP. For helikopter forutsettes innflyging på 3° 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.

## **8 BEREGNINGSPARAMETERE**

### **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 2017-12-04.

### **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.

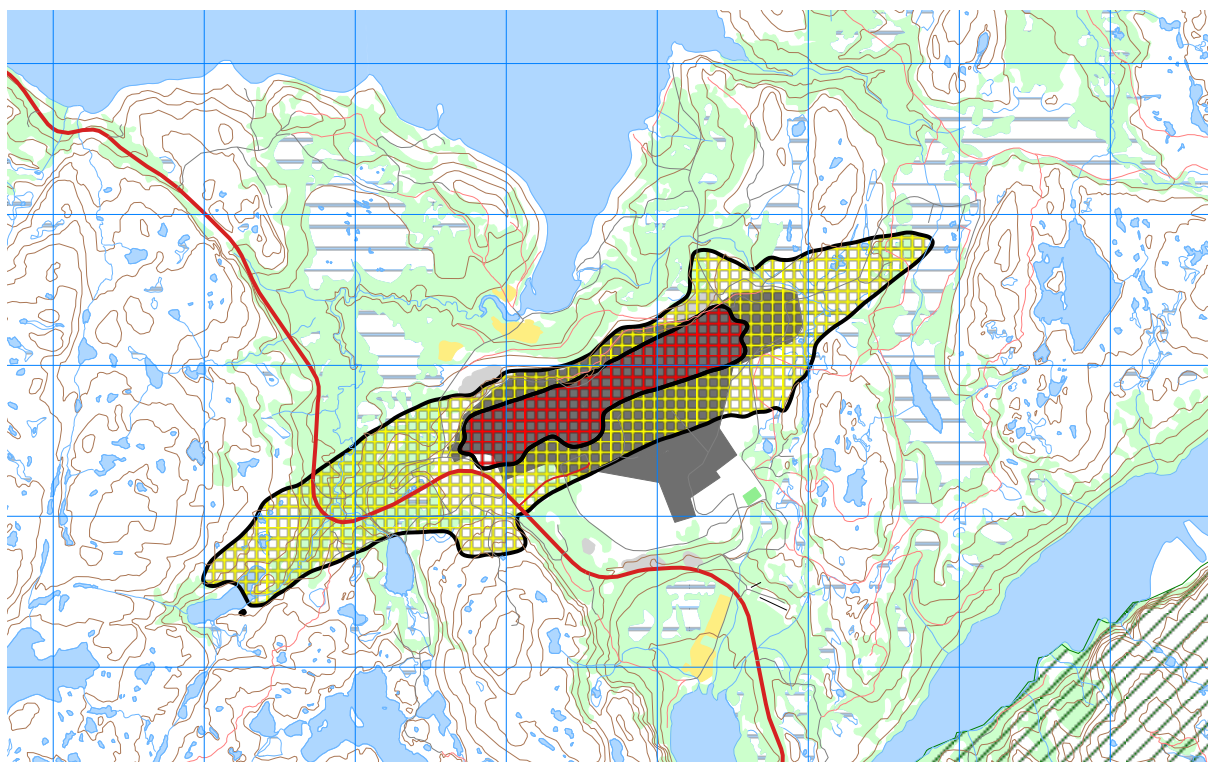
## 9 RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

### 9.1 Støysoner

Støysonekart for dagens situasjon og prognosesituasjonen er vist i Figur 9-1 og Figur 9-2, og en kombinasjon av disse er vist i Figur 9-3. Tabell 9-1 viser areal innenfor støysonene. 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.

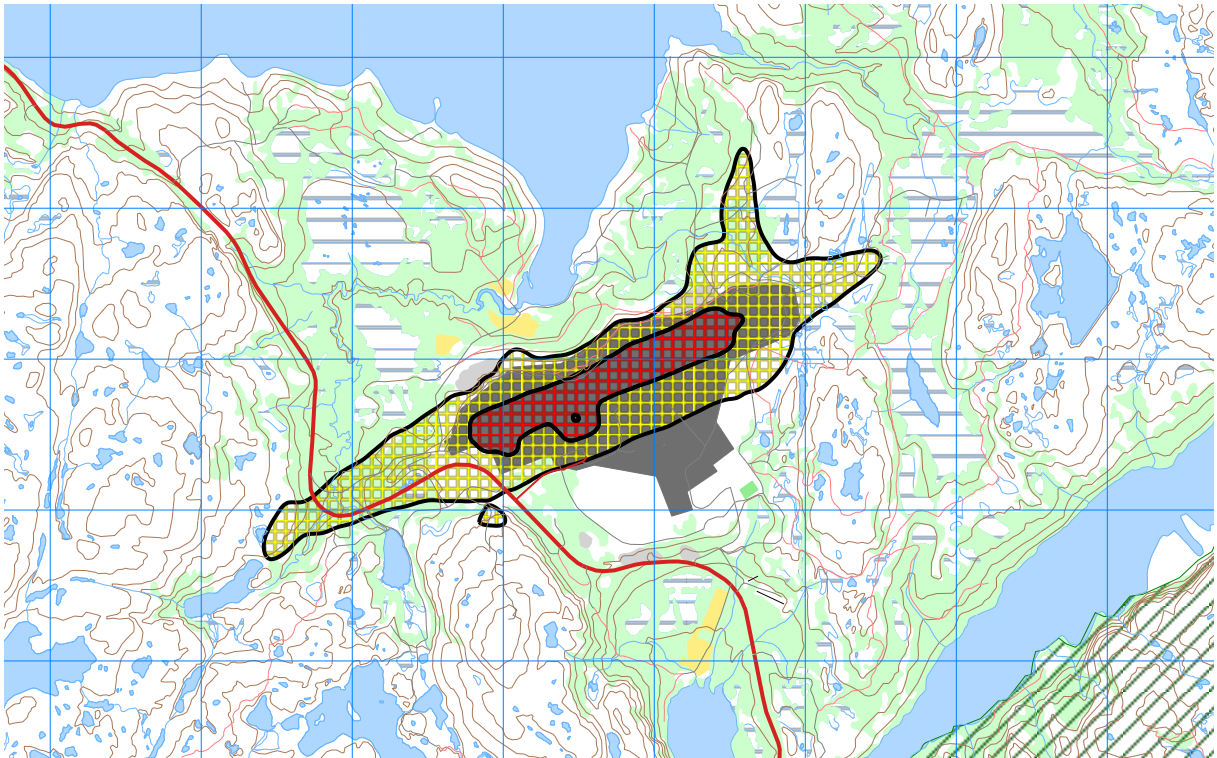
**Tabell 9-1. Areal i støysoner.**

Støysone	Areal i 2016 (da)	Areal i 2027 (da)	Areal for støysoner 2016 – 2027 (da)
Rød	673,8	537,6	673,9
Gul	2941,4	2180,0	3118,3



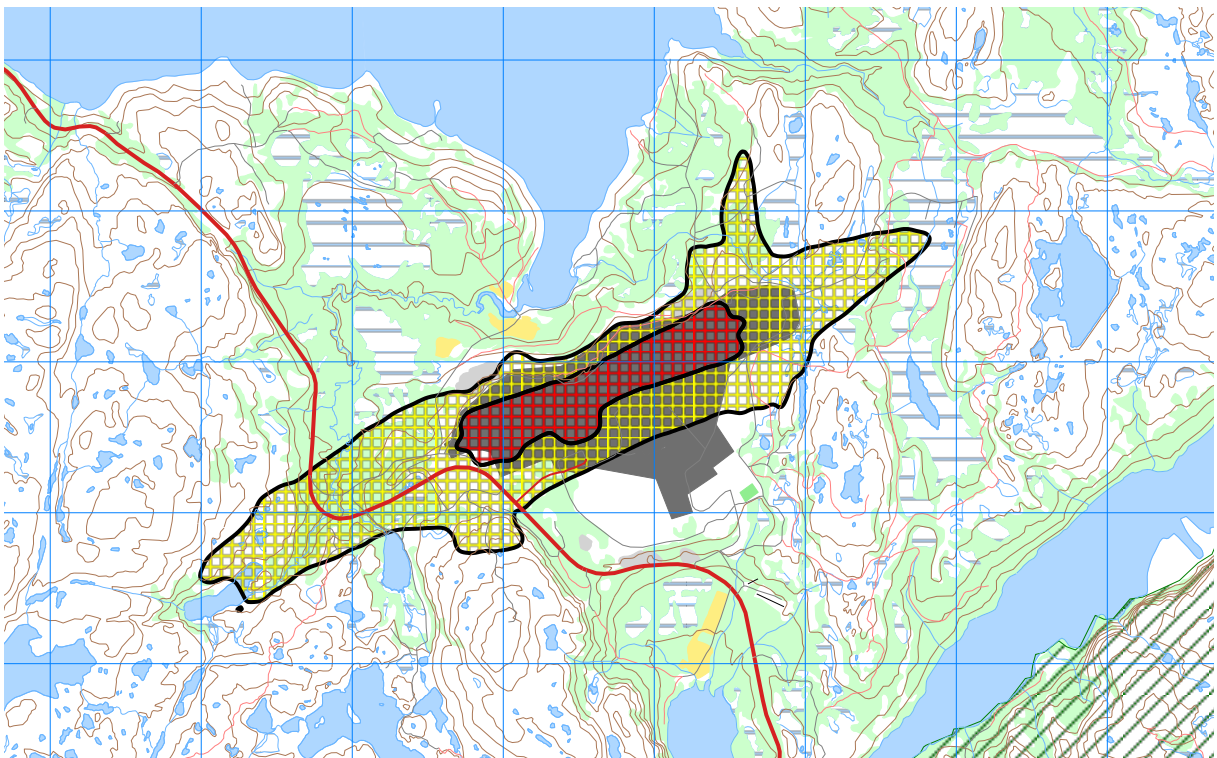
**Figur 9-1. Rød og gul støyzone for Kirkenes lufthavn for dagens situasjon (2016). M 1:50 000.**





**Figur 9-2. Rød og gul støysone for Kirkenes lufthavn for prognosesituasjonen (2027). M 1:50 000.**

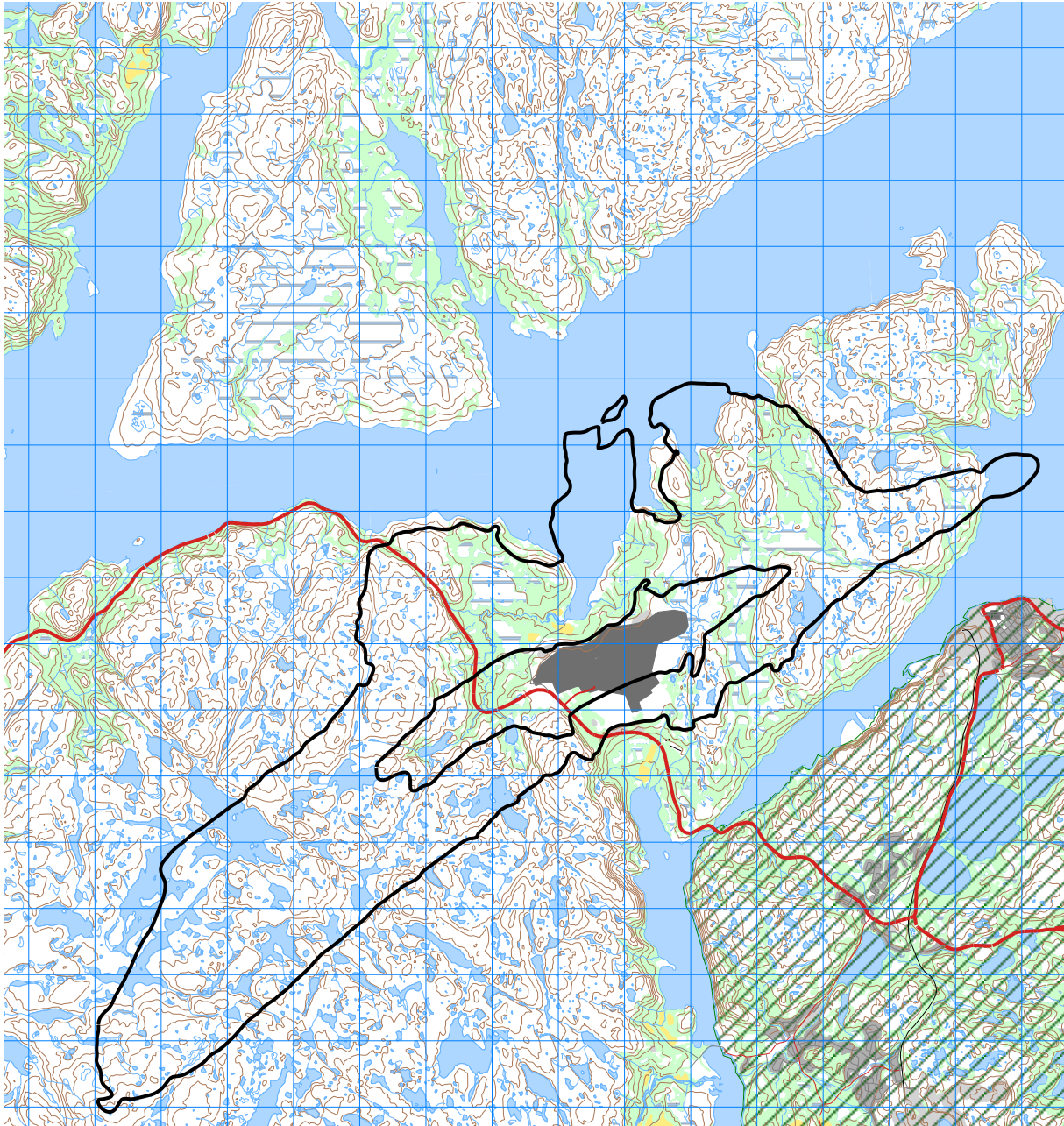
Retningslinje T-1442/2012 angir at støysonene som skal oversendes kommunen skal settes sammen som en "verste-tilfelle-kombinasjon" av de to situasjonene. I dette tilfellet er en slik kombinasjon dominert av dagens situasjon, men den forventede økningen i offshore helikoptertrafikk i prognosen gir også noen mindre bidrag. Kombinasjonen av situasjonene er vist i Figur 9-3, og representerer støysoner for Kirkenes lufthavn – Høybuktmoen i perioden 2016 – 2027.



**Figur 9-3. Rød og gul støysone for Kirkenes lufthavn for perioden 2016 – 2027. M 1:50 000.**

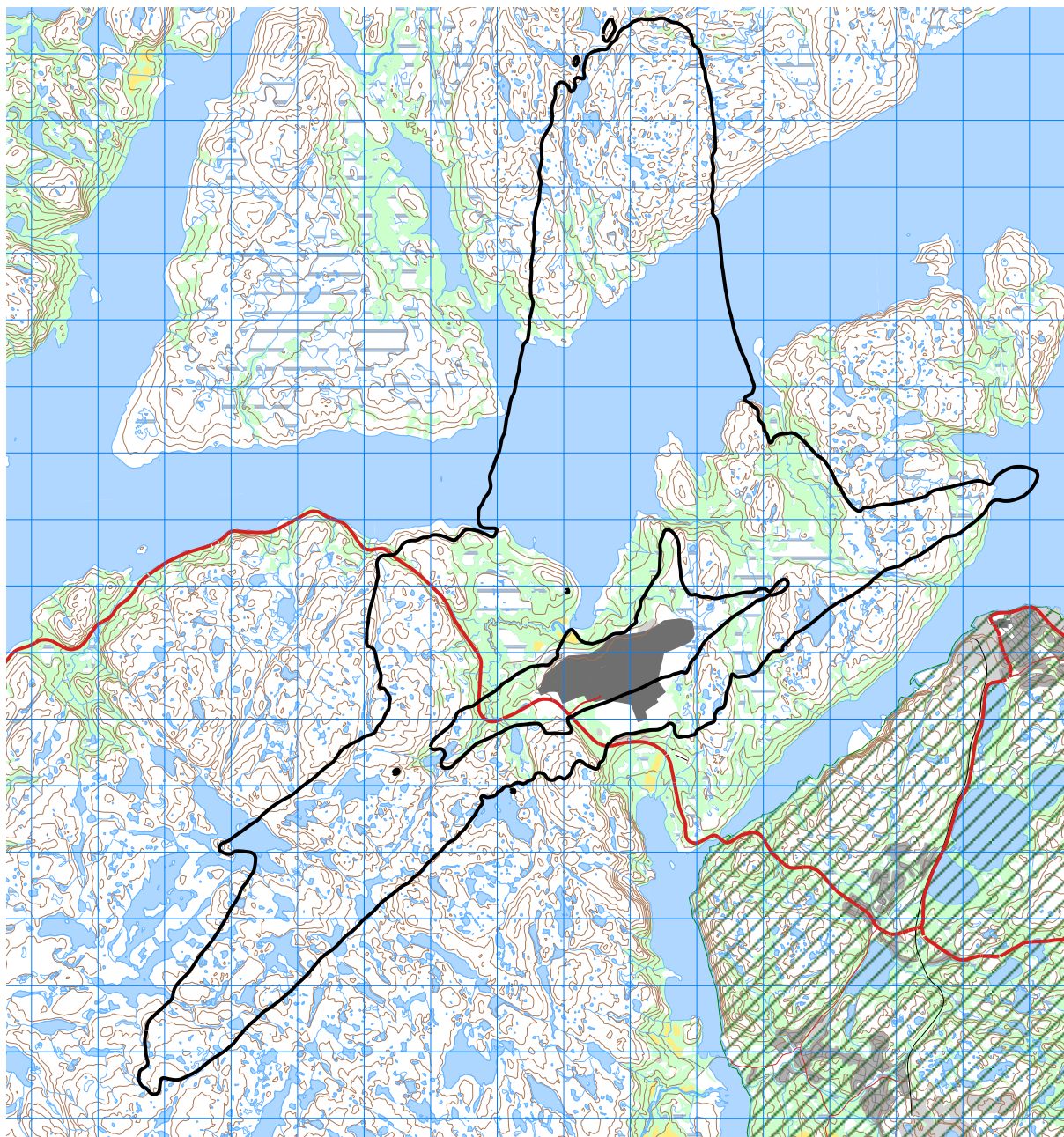
## 9.2 Kartlegging av stille soner

Som grunnlag for å kunne definere stille soner har SINTEF utarbeidet kart som viser grensene for  $L_{den}$  40 dB og 50 dB, både for dagens situasjon og prognosesituasjonen. Disse kartene er vist i Figur 9-4 og Figur 9-5.



**Figur 9-4.  $L_{den}$  40 og 50 dBA for dagens situasjon (2016). M 1:100 000.**





**Figur 9-5.  $L_{den}$  40 og 50 dBA for prognosesituasjonen (2027). M 1:100 000.**



## 10 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

I dette kapitlet vises 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

I henhold til Tabell 4-1 er kartleggingsgrensen for Kirkenes lufthavn for flystøy og helikopterstøy på  $L_{Aeq24h}$  62 dBA utendørs frittfeltnivå, da det forutsettes at støy fra jetfly dominerer. I prognosen vil bidraget fra lavfrekvente støykilder (turboprop og helikopter) bli signifikant, dog vil jetfly fremdeles dominere. Det korresponderer med en reduksjon på 27 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 59 dBA. Tentativ tiltaksgrense på innendørs nivå 42 dBA gir et tilsvarende frittfeltnivå på 69 dBA utendørs.

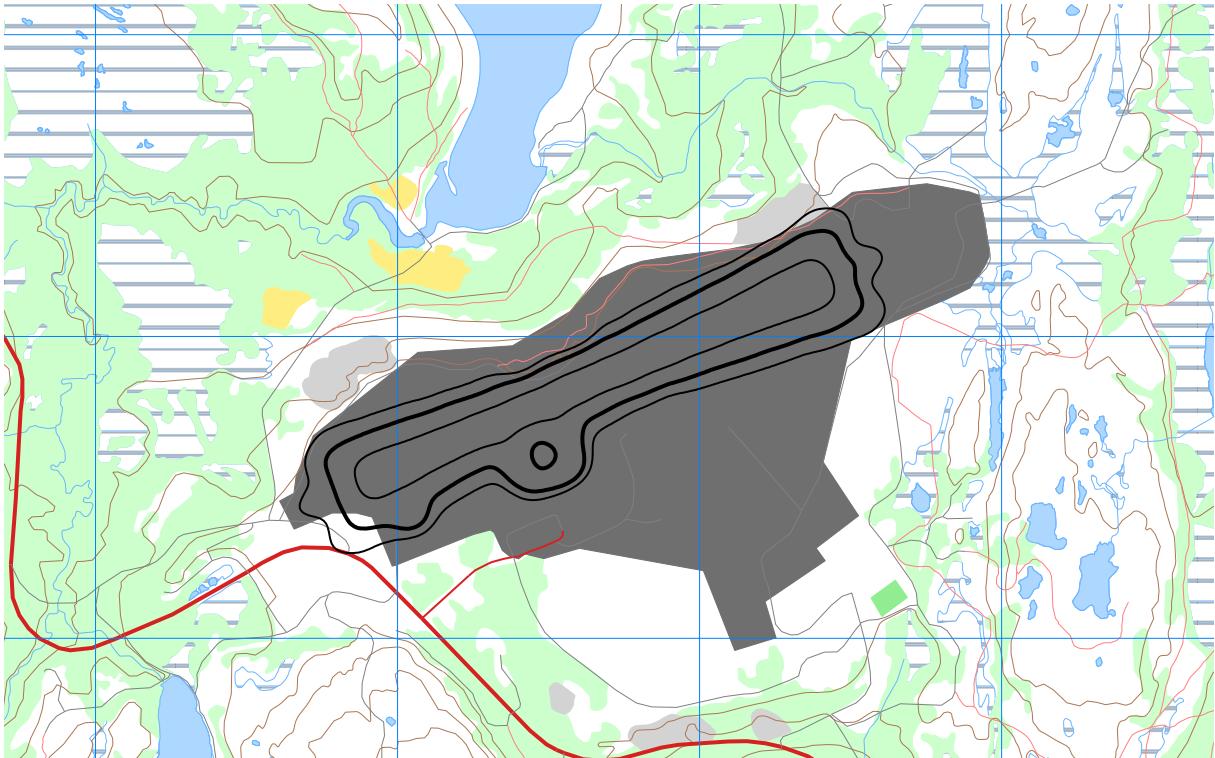
**Tabell 10-1. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for dagens situasjon (2016).**

Limits $L_{Aeq24h}$	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
59.0 – 62.0	0	0	0	0	0
62.0 – 69.0	0	0	0	0	0
69.0 ->	0	0	0	0	0

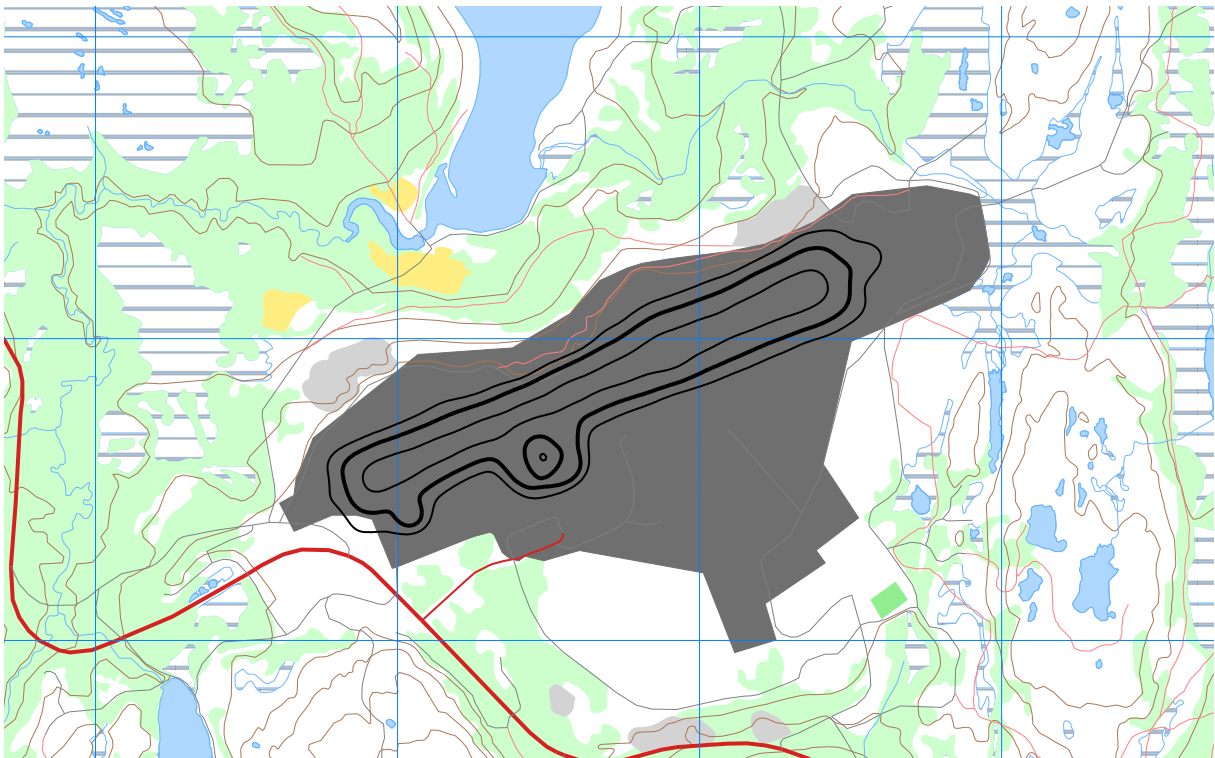
**Tabell 10-2. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjonen (2027).**

Limits $L_{Aeq24h}$	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
59.0 – 62.0	0	0	0	0	0
62.0 – 69.0	0	0	0	0	0
69.0 ->	0	0	0	0	0

Det høyeste  $L_{Aeq24h}$ -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er hhv. 53,4 dBA og 51,0 dBA for dagens situasjon og prognosesituasjonen.



**Figur 10-1. Kartleggingsgrenser for dagens situasjon (2016).  $L_{Aeq24h}$  59, 62 og 69 dBA.  
M 1:25 000.**



**Figur 10-2. Kartleggingsgrenser for prognosesituasjonen (2027).  $L_{Aeq24h}$  59, 62 og 69 dBA.  
M 1:25 000.**

## 10.2 Kartlegging av utendørs støynivå

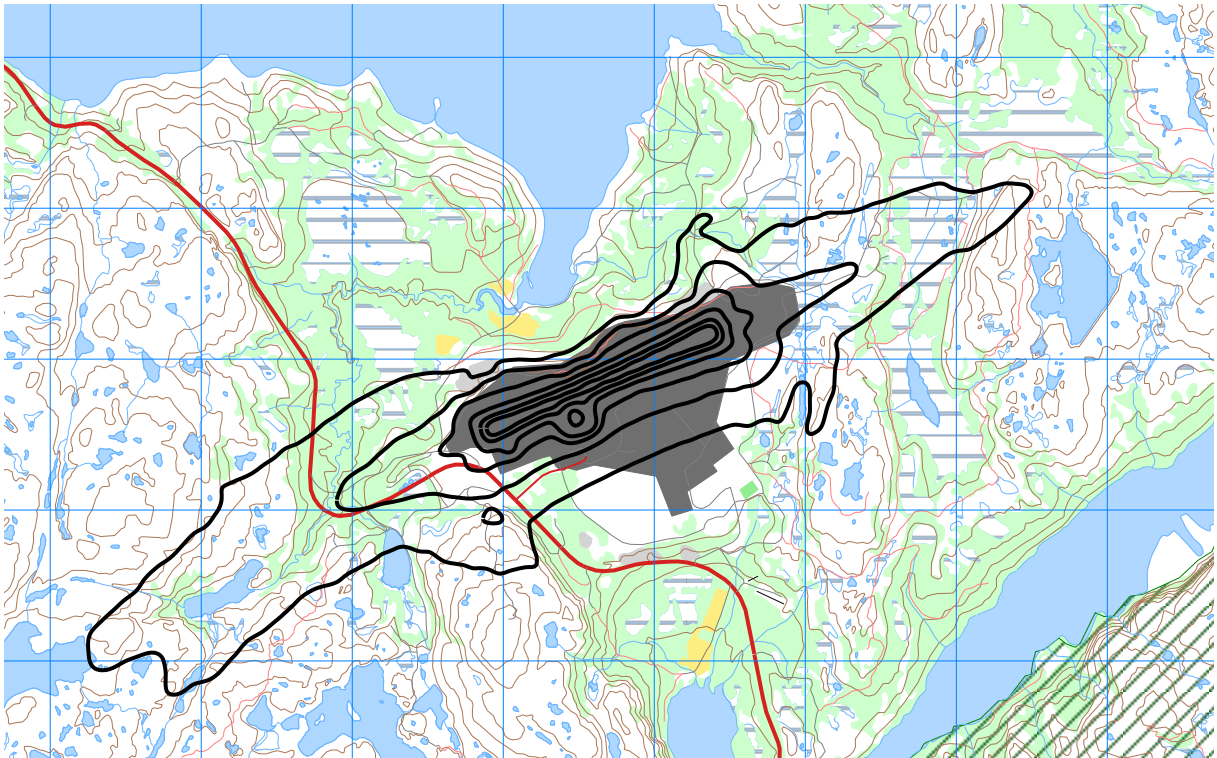
Strategisk støykartlegging gjennomføres i henhold til forurensningsforskriften [18], Del 2, kapittel 5, avsnitt III og vedlegg 2 til del 2.

**Tabell 10-3. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{den}$ -nivå for dagens situasjon (2016).**

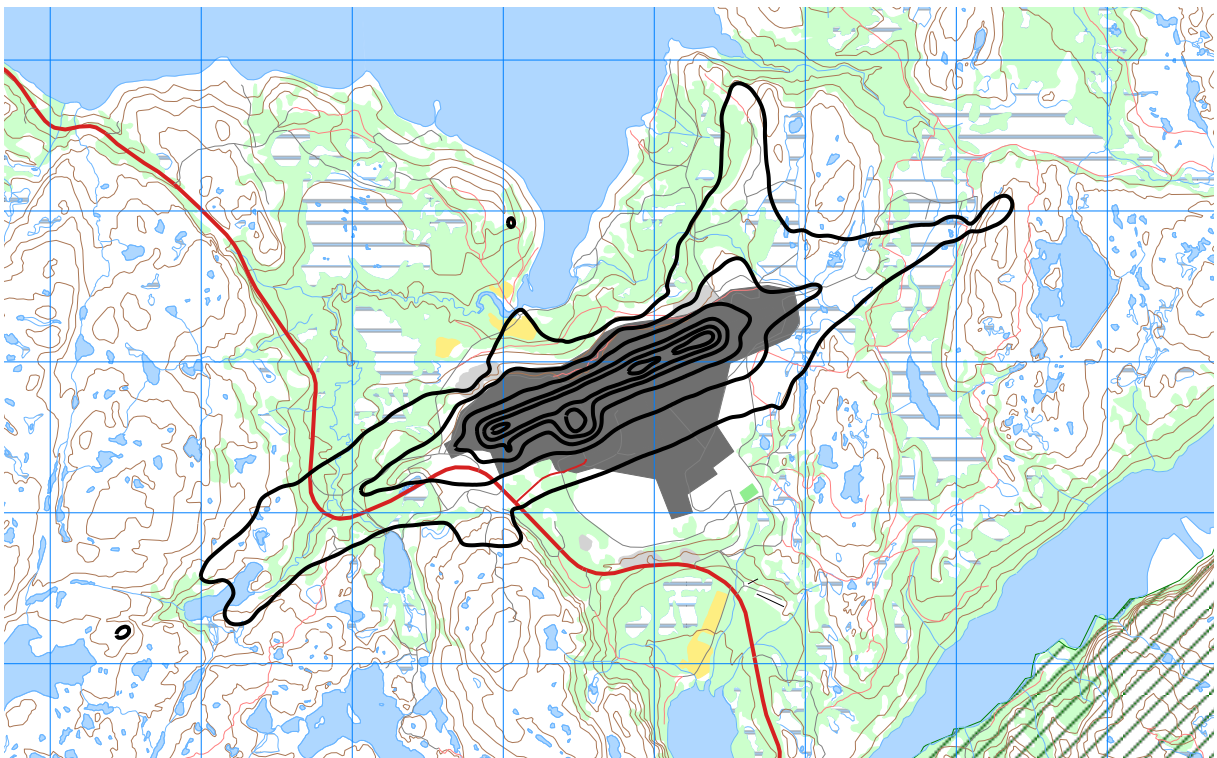
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	1
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

**Tabell 10-4. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{den}$ -nivå for prognosesituasjonen (2027).**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	2.47	1	0	0	1
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



**Figur 10-3.  $L_{den}$  for dagens situasjon (2016) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:50 000.**



**Figur 10-4.  $L_{den}$  for prognosesituasjonen (2027) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:50 000.**

**Tabell 10-5. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{\text{night}}$ -nivå for dagens situasjon (2016).**

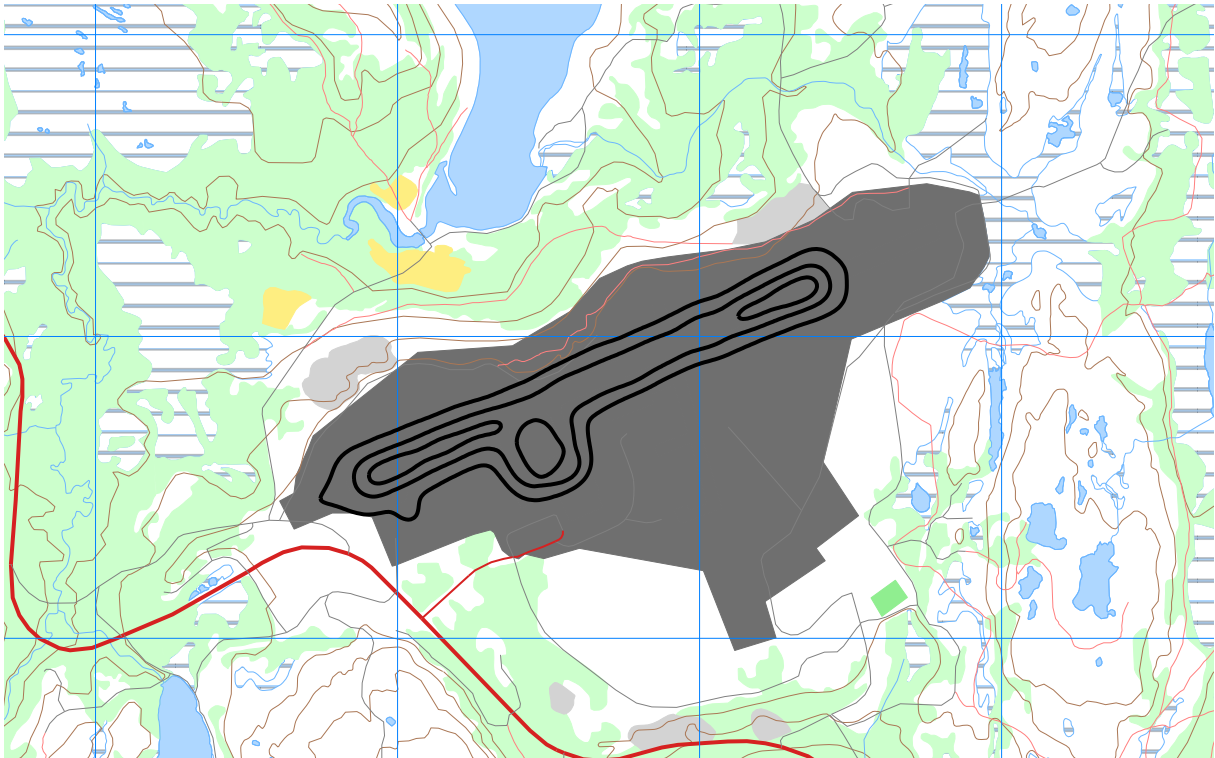
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

**Tabell 10-6. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{\text{night}}$ -nivå for prognosesituasjonen (2027).**

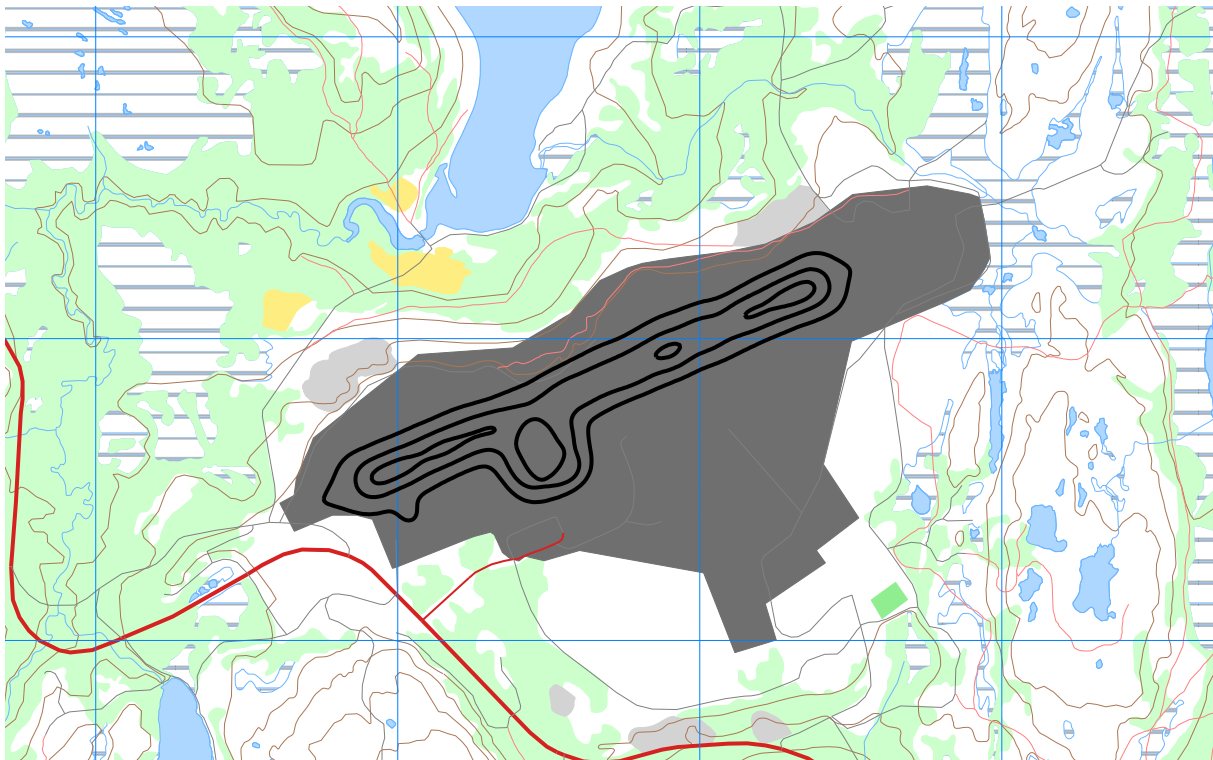
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

Det høyeste  $L_{\text{night}}$ -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er hhv. 43,7 dBA og 43,6 dBA for dagens situasjon og prognosesituasjonen.





**Figur 10-5.  $L_{\text{night}}$  for dagens situasjon (2016) i 5 dB trinn fra 50 dBA.  
Det er så lite trafikk på natt at bare kotene for 50, 55 og 60 dBA er definert. M 1:25 000.**



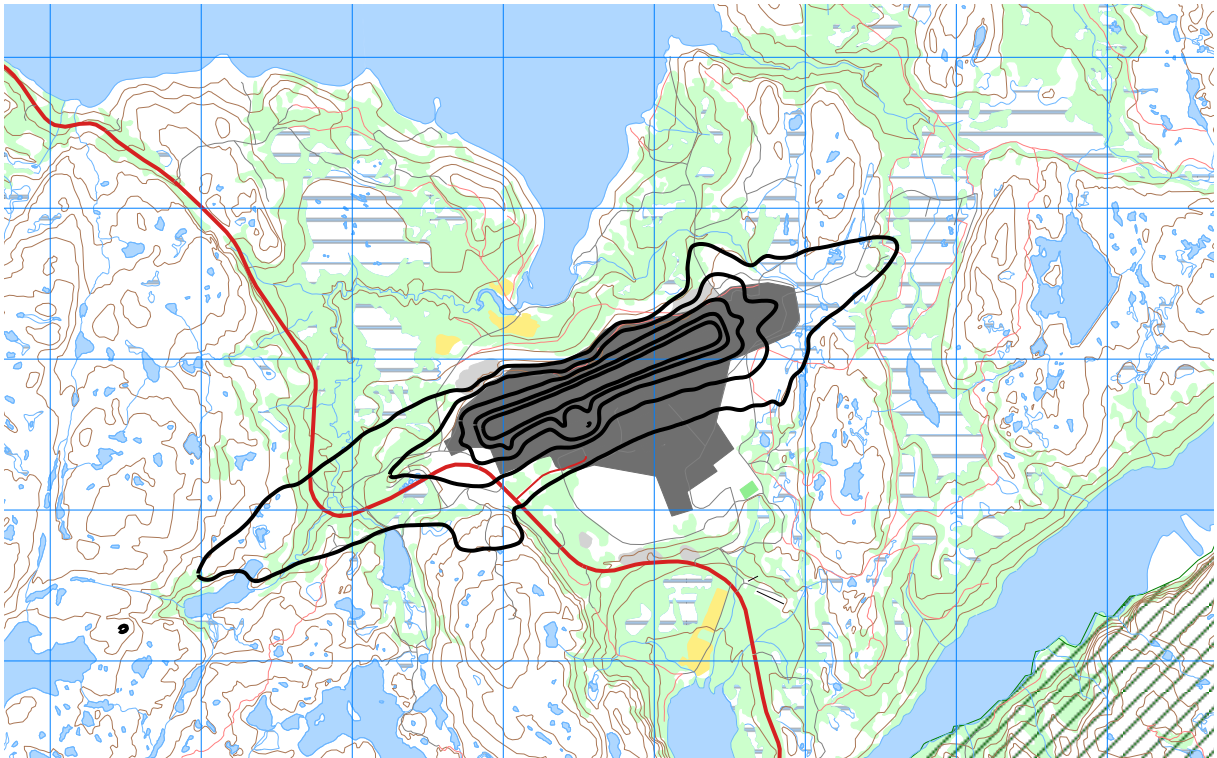
**Figur 10-6.  $L_{\text{night}}$  for prognosesituasjonen (2027) i 5 dB trinn fra 50 dBA.  
Det er så lite trafikk på natt at bare kotene for 50, 55, og 60 dBA er definert. M 1:25 000.**

**Tabell 10-7. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{Aeq24h}$ -nivå for dagens situasjon (2016).**

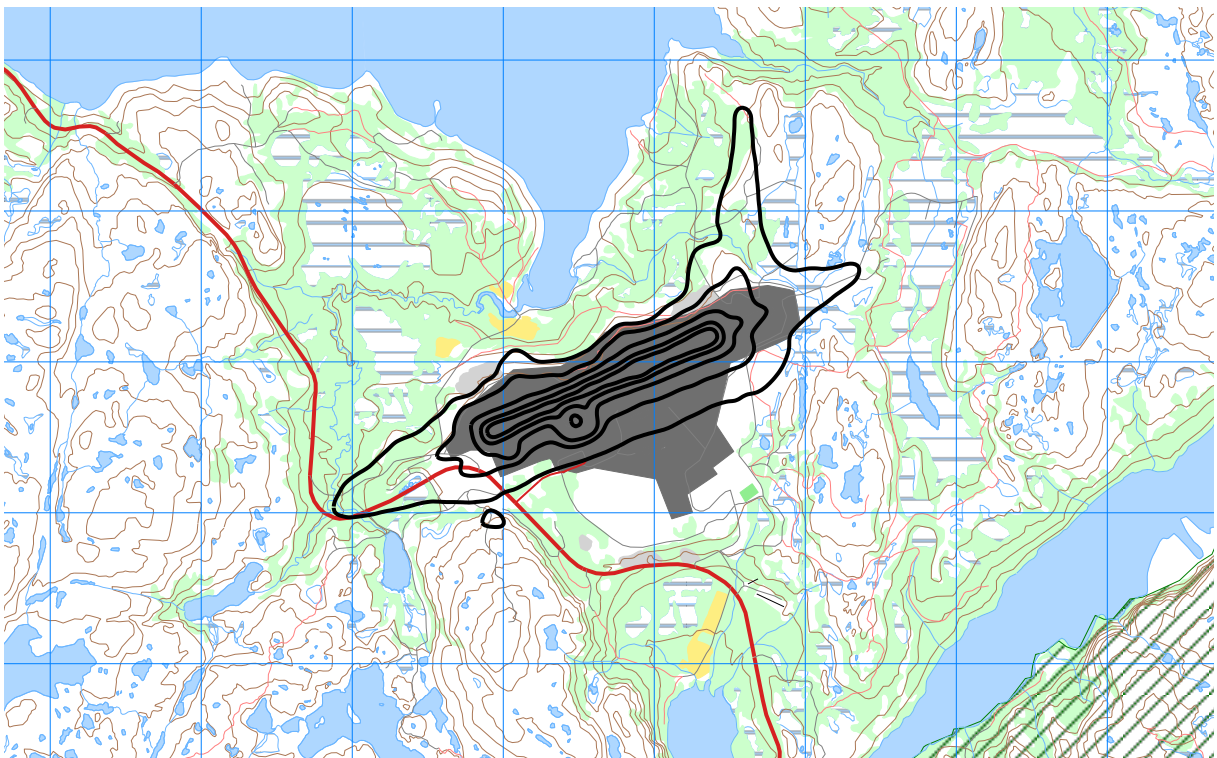
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	1
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0

**Tabell 10-8. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{Aeq24h}$ -nivå for prognosesituasjonen (2027).**

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	1
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 10-7.  $L_{Aeq24h}$  for dagens situasjon (2016) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:50 000.**



**Figur 10-8.  $L_{Aeq24h}$  for prognosesituasjonen (2027) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:50 000.**



## 11 LITTERATUR

- [1] F. H. Idar Ludvig Nilsen Granøien, "Støysoner for Kirkenes lufthavn, Høybuktkmoen etter retningslinje T-1442," SINTEF A4993, 2008-02-06 2008.
- [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] H. M. E. Miedama and C. G. Oudshorn, "Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals.," *Environmental health perspectives*, vol. 109, pp. 409-416, 2001.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] F. Gelderblom, T. Gjestland, and I. L. N. Granøien, "UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER," Trondheim SINTEF A27596, Mars 2016 2016.
- [7] Klima- og Miljødepartementet, "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging," Retningslinje T-1442/2016, Oslodesember 2016.
- [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, 2002.
- [9] 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.
- [10] R. T. Randeberg, H. Olsen, and I. L. N. Granøien, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [11] 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.
- [12] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [13] 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.
- [14] J. Koopmann, A. Zubrow, A. Hansen, S. Hwang, and M. Ahearn, "Aviation Environmental Design Tool (AEDT) 2b User Guide," U.S. Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center, Washington DC, USA2015.
- [15] 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.
- [16] OSL, "Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data," August 2015 August 2015.
- [17] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies," October 2014
- [18] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.

- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] E. Osmundsen, "MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA," Miljøakustikk AS2011.
- [22] Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available: <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 benevnelser for flytyper i elektroniske journal som er forskjellig fra typebetegnelse i databasen til NORTIM. Det er nødvendig å oversette disse benevnelser til flytypebenevnelser som det eksisterer data for, for å kunne beregne støyutslippet. ACtype er benevnelse i elektronisk journal, mens NewACtype er benevnelse i NORTIMs database.

Det er 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

**Tabell 12-1. Oversetting av ICAO benevnelser (ACtype) til benevnelser i database (NewACtype).**

ACtype	NewACtype	ACtype	NewACtype	ACtype	NewACtype
A210	COMSEP	C560	CNA560E	LGEZ	GASEPF
AN12	L188	DA40	GASEPV	LJ31	LEAR35
AS50	SA350	DH8A	DHC8	LJ35	LEAR35
AS55	SA355	DH8B	DHC8	LJ55	LEAR35
B212	THEL	DH8C	DHC830	LJ60	LEAR35
B350	DHC6	DH8D	DHC830	M20P	GASEPV
B412	MHEL	EC20	LHEL	M7	COMSEP
B736	737700	EC25	EC225	P28A	PA28
B737	737700	F100	F10062	P3	L188
B738	737800	F2TH	FAL20	PC12	GASEPV
B752	757PW	FA20	FAL20	R44	SA350
BE20	DHC6	GALX	GII	S61	THEL
BE40	LEAR35	GLEX	SABR80	SR20	COMSEP
C182	CNA182	GLF5	GV	ULAC	COMSEP
C30J	C130HP	H25B	LEAR35		

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 flytypekategorier.**

NewACtype	Accat	NewACtype	Accat	NewACtype	Accat
737700	JET	COMSEP	GA	GASEPF	GA
737800	JET	DHC6	TP	GASEPV	GA
757PW	JET	DHC8	TP	GII	JET
A320	JET	DHC830	TP	GV	JET
C130HP	TP	EC225	HEL	L188	TP
CNA182	GA	F10062	JET	LEAR35	JET
CNA560E	JET	FAL20	JET	LHEL	HEL

NewActyp	Accat
MHEL	HEL
PA28	GA
PA31	GA

NewActyp	Accat
SA350	HEL
SA355	HEL
SABR80	JET

NewActyp	Accat
THEL	HEL

Destinasjoner samles i grupper etter hvilken retning destinasjonene ligger i og hvilken rute som følges, som vist i Tabell 12-3.

**Tabell 12-3. Inndeling av destinasjoner i grupper.**

New DepDest	Sum Oper	DepDest Group
BIEG	2	VADLA
EDDL	1	SIVNU
EDDN	1	SIVNU
EDDT	1	SIVNU
EDGS	1	SIVNU
EEKE	1	SIVNU
EETN	3	SIVNU
EFHK	2	SIVNU
EFIV	1	SIVNU
EFOU	1	SIVNU
EFRO	1	SIVNU
EFTP	2	SIVNU
EGGW	2	SIVNU
EGHH	2	SIVNU
EHRD	1	VADLA
EKBI	2	SIVNU
EKCH	1	SIVNU
ENAN	19	VADLA
ENAT	670	SEIDA
ENBO	19	SIVNU
ENBR	3	SIVNU
ENBS	141	NORD
ENBV	97	NORD
ENCN	1	SIVNU
ENDU	41	VADLA

New DepDest	Sum Oper	DepDest Group
ENEV	13	VADLA
ENGM	1867	SIVNU
ENHF	160	SEIDA
ENHK	13	SEIDA
ENHV	17	SEIDA
ENKR	293	LOKAL
ENLK	1	VADLA
ENMH	283	SEIDA
ENNA	128	SEIDA
ENNK	1	SIVNU
ENOL	1	SIVNU
ENPB	24	PORSAN
ENRA	1	SIVNU
ENRY	1	SIVNU
ENSB	2	NORD
ENSK	2	VADLA
ENSR	7	VADLA
ENSS	687	NNO
ENTC	1972	VADLA
ENTO	1	SIVNU
ENVA	4	SIVNU
ENVD	2091	NORD
ENZV	1	SIVNU
EPGD	1	SIVNU
EPKT	4	SIVNU

New DepDest	Sum Oper	DepDest Group
EPPO	1	SIVNU
EPWA	3	SIVNU
ESGG	1	SIVNU
ESMS	1	SIVNU
ESNQ	3	SIVNU
ESNU	1	SIVNU
ESOW	1	SIVNU
ESPA	3	SIVNU
ESSA	4	SIVNU
ESSP	3	SIVNU
EVRA	2	SIVNU
EYVI	4	SIVNU
LEVT	1	SIVNU
LFLX	1	SIVNU
LICJ	1	SIVNU
LKPR	1	SIVNU
LOWI	1	SIVNU
LZIB	1	SIVNU
LZKZ	1	SIVNU
UKKK	1	VANOS
ULLI	2	VANOS
UUEE	2	VANOS
UUWW	2	VANOS



Teknologi for et bedre samfunn

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