

# Rapport

## Støysoner etter T-1442/2021 for Bodø helikopterlandingsplass Nordlandssykehuset

### Forfatter(e):

Leo Heggem Hauge, Idar Ludvig Nilsen Granøien

### Rapportnummer:

2022:01503 - Åpen

### Oppdragsgiver(e):

Nordlandssykehuset HF

SINTEF Digital  
Postadresse:  
Postboks 4760 Torgarden  
7465 Trondheim  
Sentralbord: 40005100  
info@sintef.no

Foretaksregister:  
NO 919 303 808 MVA

# Rapport

## Støysoner etter T-1442/2021 for Bodø helikopterlandingsplass Nordlandssykehuset

### EMNEORD

Helikopter; Akustikk;  
Flystøy

### VERSJON

1.0

### DATO

2022-12-22

### FORFATTER(E)

Leo Heggem Hauge, Idar Ludvig Nilsen Granøien

### OPPDRAGSGIVER(E)

Nordlandssykehuset HF

### OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

Helge Vebjørn Antonsen

### PROSJEKTNUMMER

102028539

### ANTALL SIDER OG VEDLEGG

22

### SAMMENDRAG

Det er beregnet nytt støysonekart for helikopterplass ved Nordlandssykehuset, Bodø. Beregningene er gjort ved hjelp av NORTIM, det norske flystøyprogrammet som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse. Støysonekart er utarbeidet for dagens situasjon og for en 10-års prognose.

### UTARBEIDET AV

Leo Heggem Hauge

SIGNATUR

### KONTROLLERT AV

Rolf Tore Randeberg

SIGNATUR

### GODKJENT AV

Erik Swendgaard

SIGNATUR

COMPANY WITH  
MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
ISO 9001 • ISO 14001  
ISO 45001

### RAPPORT NR.

2022:01503

### ISBN

978-82-14-07975-3

### GRADERING

Åpen

### GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1.0	2022-12-22	Endelig utgave

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GENERELT OM FLYSTØY .....</b>	<b>5</b>
2.1	Akustiske størrelser .....	5
2.2	Flystøyens egenskaper og virkninger .....	5
2.2.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy .....	5
2.2.2	Generell plage av flystøy .....	6
<b>3</b>	<b>MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE .....</b>	<b>8</b>
3.1	Måleenheter .....	8
3.2	Støysoner til arealplanlegging .....	8
3.2.1	Definisjon av støysoner .....	8
3.2.2	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer .....	9
3.2.3	Kartlegging av stille områder .....	9
3.3	Beregningsmetode .....	9
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnlaget .....	9
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM .....	9
<b>4</b>	<b>KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSINGSLOVEN .....</b>	<b>11</b>
4.1	Innendørs støy .....	11
4.1.1	Beregning med normtall for fasadedempning .....	11
4.2	Strategisk støykartlegging .....	12
<b>5</b>	<b>OMGIVELSER .....</b>	<b>13</b>
5.1	Digitalt kartgrunnlag .....	14
5.2	Rullebane .....	14
<b>6</b>	<b>HELIKOPTERAKTIVITET .....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>TRAFIKKMØNSTER .....</b>	<b>16</b>
7.1	Flygeprofiler .....	16
<b>8</b>	<b>BEREGNING OG RESULTATER .....</b>	<b>17</b>
8.1	Støysoner etter retningslinje T-1442/2021 .....	17
8.2	Resultater relatert til Forurensingsforskriften .....	20
<b>9</b>	<b>Litteratur .....</b>	<b>21</b>

## 1 INNLEDNING

SINTEF er engasjert av Nordlandssykehuset HF for å utarbeide støysonekart for helikopterlandingsplassen ved Nordlandssykehuset. Prosjektansvarlig hos oppdragsgiver har vært Helge Vebjørn Antonsen. Prosjektet er en oppdatering av tilsvarende oppgave fra 2016<sup>1</sup>.

Prosjektet er utført ved SINTEF Digital, faggruppe Akustikk med Leo Heggem Hauge som prosjektleder. Prosjektansvarlig i SINTEF Digital har vært Erik Swendgaard.

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

---

<sup>1</sup> Rapport SINTEF A27539: Støysoner etter T-1442 for Bodø helikopterlandingsplass Nordlandssykehuset. 2016-02-05

## 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

<b>A-vekting</b>	A-vekting benyttes som en parameter for å ta høyde for lydspekteret som det menneskelige øret kan oppfatte.
<b><math>L_{ASmaks}</math></b>	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.
<b><math>L_{pA}</math></b>	Momentant A-veid lydtrykknivå
<b><math>L_{den}</math></b>	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.
<b><math>L_{dn}</math></b>	Tidsveid ekvivalentnivå med 10 dB tillegg for natt (22–07). Brukes internasjonalt på samme måte som DENL. I løpende tekst benyttes også skrivemåten DNL.
<b><math>L_{Aeq}</math></b>	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 $L_{den}$ .
<b><math>MFN_T</math></b>	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

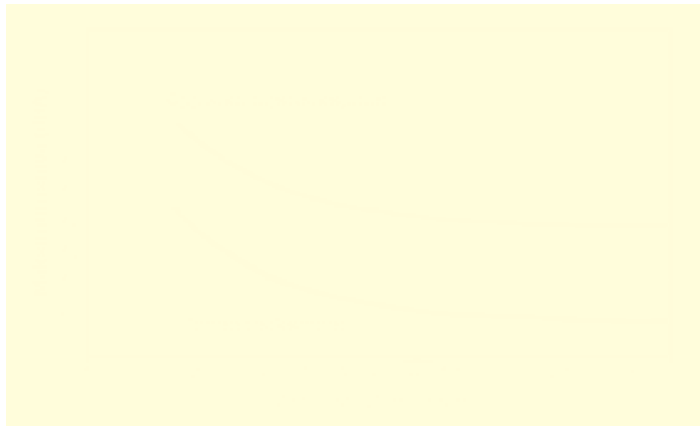
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. 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. [1, 2]. 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.



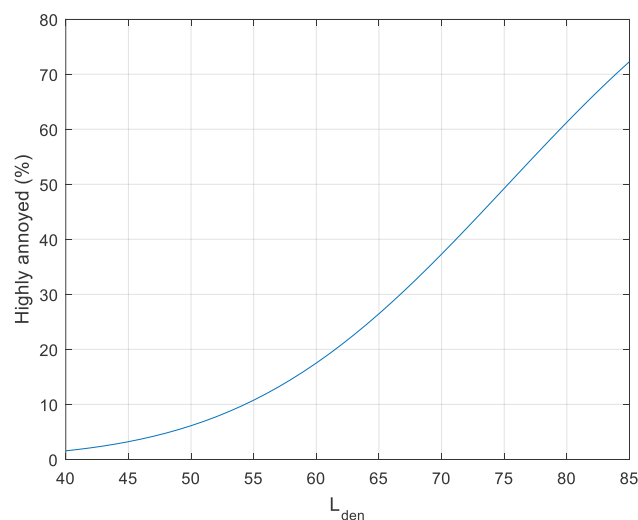
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring.  
Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

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

### 2.2.2 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. [2]. 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 [2].



Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall personer sterkt plaget av flystøy som funksjon av ekvivalentnivå utendørs [2].

Undersøkelsene rundt 1990 i Norge [3, 4] 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 [5] 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 sist oppdatert i 2021 [6]. 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-1442/2021 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 [6] 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-1442/2021 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 den kilde-spesifikke veilederen til T-1442/2021 [6], M-2061, er det angitt at  $L_{5AS}$  beregnes som  $MFN_{23-07}$ .

#### 3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442/2021 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.

Tabell 3-1. Kriterier for soneinndeling. Ytre grense i dB, frittfeltsverdier.

	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 bør utarbeides støysonekart for dagens situasjon og aktivitetsnivå og en prognosesituasjon 10–20 år fram i tid. Kartet som oversendes kommunen bør settes sammen som en verste situasjon av de to beregningsalternativene.

Kommunene er ansvarlig for å 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** er i utgangspunktet ikke egnet til støyfølsomme bruksformål.
- **gul sone** er en vurderingszone, hvor det må planlegges godt for å oppnå 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 trafikkgrunnet

Veilederen til T-1442/2021 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC [7] 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 [8, 9] 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 døgnsegment 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 [10] 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 [11], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [12] 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 [10].

Beregningsprogrammet inneholder en database for over 300 ulike flytyper. Databasen er importert fra internasjonalt tilgjengelige kilder, i hovedsak fra USA, AEDT [13] og NOISEMAP [14] og med korrigerede støydata for to flyfamilier [10]. I tillegg benyttes data fra målinger foretatt av OSL for de to mest benyttede offshore helikoptre [15] og data fra fabrikken for det nye redningshelikopteret [16].

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 FORURENSINGSLOVEN

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 [17].

### 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.

#### 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's utredning om fasadeisolasjon [18], som er revidert av Brekke og Strand [19], er det valgt 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 ( $L_{Aeq,24h}$ ) og er hentet fra M-128, tidligere veileder til T-1442 [6].

Tabell 4-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadedempning i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltsnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	22 dBA	57 dBA (35+ 22)
Stamruteplasser / militære flyplasser	Jagerfly	27 dBA	62 dBA (35+27)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	27 dBA	62 dBA (35+27)
Offshoretransport	Sikorsky S-92	20 dBA	55 dBA (35+20)
Annen anvendelse i Norge	Andre typer helikoptre	23 dBA	58 dBA (35+23)

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.

For flyplasser hvor det ikke er én støymessig klart dominerende flytype beregnes innendørs nivå iht. metode beskrevet i ref. [20]. I korte trekk innebærer metoden at utendørs støynivå  $L_{Aeq,24h}$  beregnes separat for hver av flykategoriene i tabellen over. Deretter beregnes innendørs  $L_{Aeq,24h}$  for hver av kategoriene ved å anta fasadeisolasjon som gitt i tabellen over. Til slutt blir samlet innendørs nivå  $L_{Aeq,24h}$  beregnet som effektsummen av bidragene fra hver kategori.

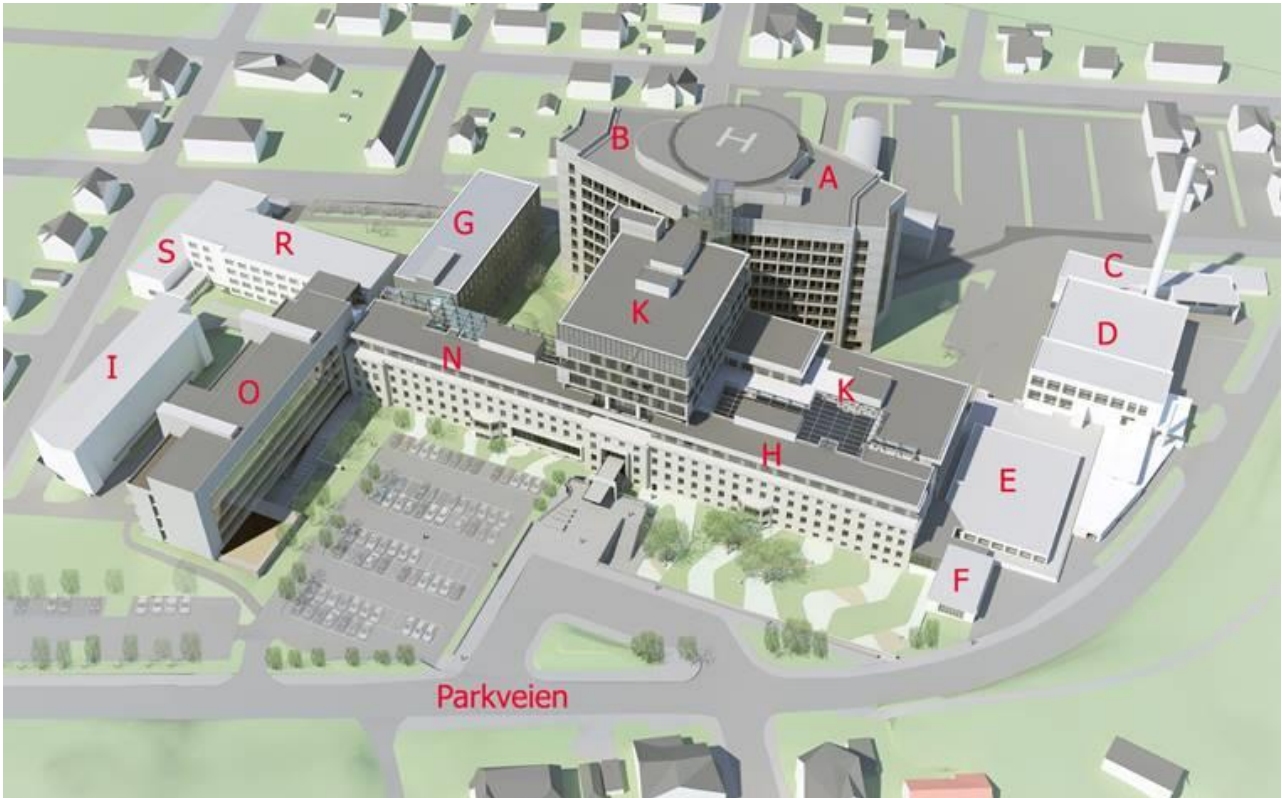
## 4.2 Strategisk støykartlegging

Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC [7], 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 støy nivå 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

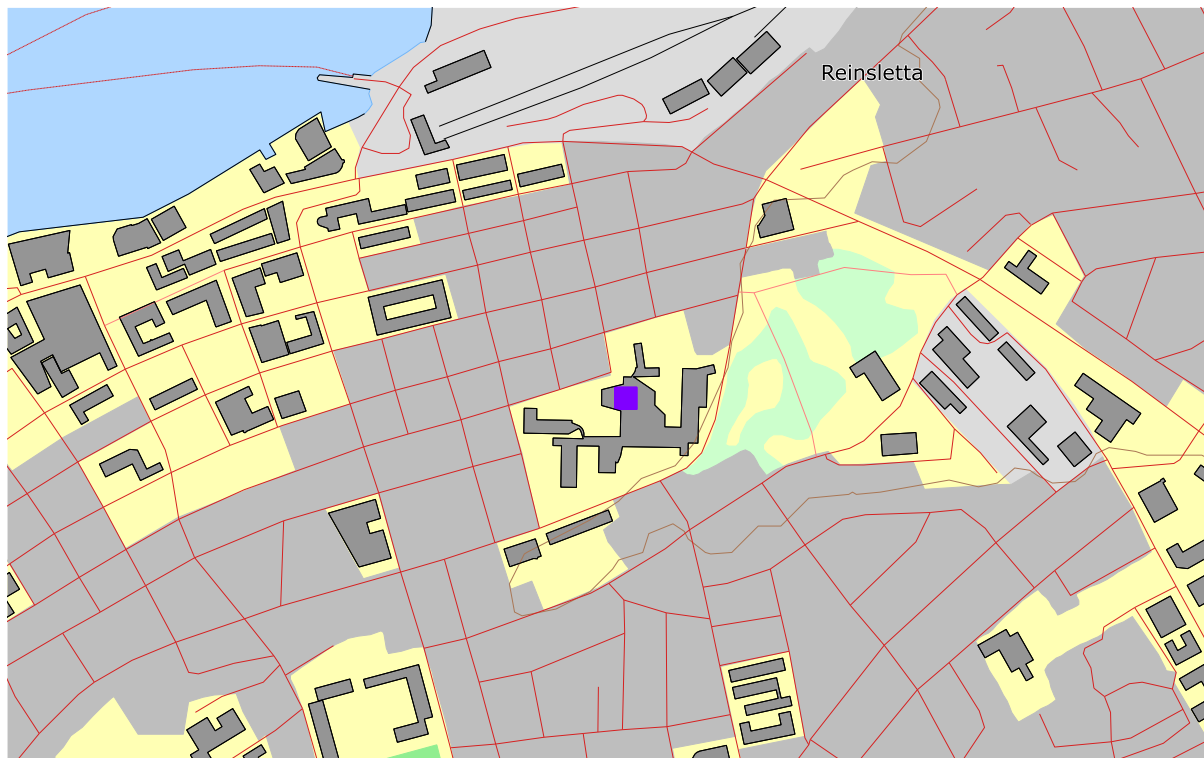
Helikopterlandingsplassen ved Nordlandssykehuset Bodø ligger på taket til hovedbygningen, plassering av landingsplassen er vist i den følgende figur.



Figur 5-1. Områdekart av sykehuset. Helikopterplass, lokalisert på toppen av hovedbygget merket som A og B i figuren. Figur mottatt fra oppdragsgiver.

## 5.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverket sine gratis tjenester [21]. Topografien er representert med en punkttetthet på 10 x 10 meter. Kartet er fra N50 serien i UTM Euref89 sone 33 og det er utvalgte tema herfra som benyttes som bakgrunnskart i denne rapporten. I noen av kartene er bygninger som er definert å ha et støyømfintlig bruksformål markert med et kvadrat (sorte bokser). Opplysninger om disse bygningene er hentet fra Infoland, Norsk Eiendomsregister 28.11.2022.



Figur 5-2. Nordlandssykehuset Bodø helikopterplass med omgivelser. Landingsplassen er markert med lilla farge. M 1:10 000.

## 5.2 Rullebane

Landingsplassene legges i NORTIM inn som en rullebane i to retninger; i dette tilfellet i retning øst/vest. Tabell 5-1 viser koordinater for landingsplassene. Koordinatene i tabellen er i UTM EUREF89 sone 33.

Tabell 5-1. Posisjoner til rullebaner

Navn	Fra øst	Fra nord	Til øst	Til nord	Retning	Lengde
09	474005	7463082	474034	7463082	90	29
27	474034	7463082	474005	7463082	270	29

## 6 HELIKOPTERAKTIVITET

Trafikkmengde for 2022 og 2032 er mottatt fra oppdragsgiver og er basert på journal for 2021/2022, se Tabell 6-1. Trafikktallene for prognoseåret 2032 er estimert ut ifra forventet fremtidig trafikkutvikling for landingsplassen.

Trafikktallene viser at det er trafikk fra de nye redningshelikoptrene AW101 som står for hoveddelen av trafikken. I tillegg er det aktivitet fra Norsk Luftambulansse med helikoptertypene AW139 og H145T2. Trafikken er i hovedsak med H145T2 men det er noen få avganger med trafikk fra AW139 i retning Tromsø.

Digital journal for 2021/2022 er benyttet for å estimere den prosentvise fordelingen på dag, kveld og natt, se Tabell 6-2. Oppvarming og nedkjøling av helikoptrene er satt til 3 minutter for avgang og 2 minutter for landing.

Tabell 6-1. Antall operasjoner

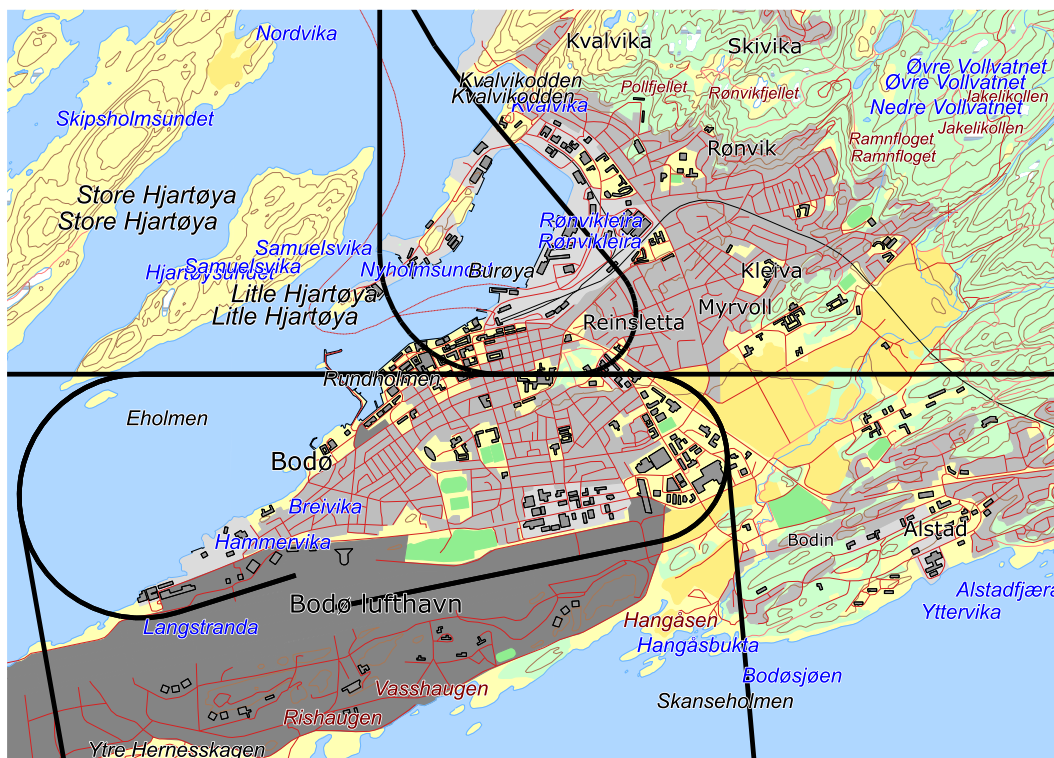
Helikoptertype	Operasjonstype	Antall bevegelser 2022	Antall bevegelser 2032
AW139	Landing	2	5
	Avgang	2	5
H145T2	Landing	33	51
	Avgang	33	51
AW101	Landing	127	196
	Avgang	127	196

Tabell 6-2. Trafikkfordeling mellom dag, kveld og natt.

Helikoptertype	kl 07-19	kl. 19-23	kl. 23-07
AW139	74 %	17 %	9 %
H145T2	74 %	17 %	9 %
AW101	65 %	15 %	19 %

## 7 TRAFIKKMØNSTER

Inn- og utflyging til landingsplattformen vil i stor grad gå i øst/vestlig retning. Avganger fra plattformen med AW101 vil i de aller fleste tilfeller gå mot basen på Bodø Lufthavn. Det er opplyst om at helikopter fra luftambulansen vil returnere til basene Harstad / Tromsø (nordover) eller Brønnøysund (sørover) med en antatt fordeling på 50 / 50 mellom de to basene. Se Figur 7-1 under. Ut fra vindstatistikken er det antatt at 60% av bevegelsene vil ha vestlig retning, og 40 % mot øst. Traseene er lagt inn med en statistisk spredning, dvs. at trafikken fordeles tilnærmet Gaussisk på hovedtrasé (svart) og seks spredtraséer (lys blå) [22].



Figur 7-1. Traseer for inn- og utflyging. M 1:50 000.

Det er gjort en forenkling ved at alle innflygninger er antatt å gå rettlinjet inn fra øst eller vest.

### 7.1 Flygeprofiler

Med flygeprofiler menes normalt en beskrivelse av den vertikale bane definert med høyde, hastighet og motorsetting som funksjon av avstand. Profilene for avgang og landing til AW101 er lagt inn på bakgrunn av opplysninger fra 330 skvadronen i Bodø. For avgang er det lagt inn en stigningsvinkel på 25° for de første 500 meterne ut fra plattformen, deretter reduseres stigningsvinkelen til ca. 9° for de neste 500 meterne. For landinger er det lagt inn en vinkel på 12 – 22°. De siste 20 meterne inn mot landingsplassen er det lagt inn en vinkel på ca. 37°. Det gjøres oppmerksom på at AW101 har brattere inn- og utflyvningsvinkel enn det som var benyttet i den forrige beregningen. Siden helikoptrene klatrer raskere opp i luften vil dette resultere i noe lavere støynivå til omgivelsene siden en får større avstand mellom helikopteret og bakkeplan.

I beregninger av støy fra helikopterverksomhet legges det normalt inn tre minutter med motorkjøring (motor og rotor på tomgang) på plattform før hver avgang og to minutter etter hver landing.

## 8 BEREGNING OG RESULTATER

Med det grunnlag som er beskrevet foran er det foretatt beregninger av støy på bakken for de to scenarioene: Dagens situasjon og 10 års prognose. Beregningene er gjennomført med programmet NORTIM som tar hensyn til topografien ved beregning av lydutbredelse. Digital topografi har punkttetthet på 10 x 10 meter. I modellen er kun hovedbygget (der helikopterlandingsplassen er lokalisert) og den tilknyttede høyblokken som er lagt inn. Ellers er det ikke tatt hensyn til refleksjoner eller skjerming fra bygninger rundt landingsplassen. Det er benyttet programmets høyeste oppløsning med en punkttetthet i grunnberegningen på 64 x 64 fot, tilsvarende ca. 19,5 x 19,5 meter.

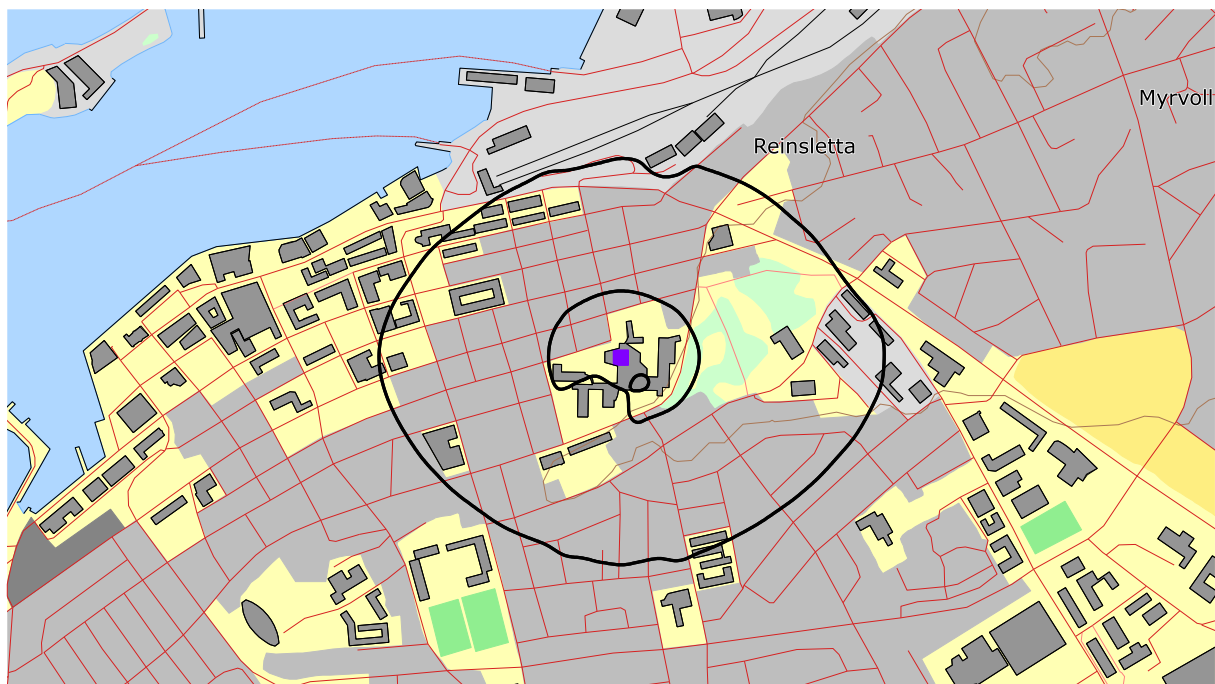
I tillegg punktberregnes alle bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor beregningsområdet. Data for bygninger er hentet ut fra Norges Eiendommer 2022-11-28. Resultatene framkommer som støysoner for de to situasjonene og i form av tabeller over antall berørte bygninger innenfor gitte grenser. Støysonene er utelukkende bestemt av ekvivalentnivået. Resultatene foreligger også på SOSI filer.

### 8.1 Støysoner etter retningslinje T-1442/2021

Resultatene fra støyberegningene vises på de følgende kartene. Ifølge retningslinje T-1442 skal støysonekartet lages med grunnlag i støykoter for enhetene  $L_{den}$  og  $L_{5AS}$  (MFN23-07). I tillegg er det i veilederen til T-1442, M-128, gitt en anbefaling om at det skal presenteres den situasjonen som gir høyest støy nivå, en "verste-tilfelle-kombinasjon" av de ulike situasjonene.

$L_{den}$  for 2022 er vist i Figur 8-1. Tabell 8-1 viser antall bygg og personer som ligger i de ulike sonene.

Beregningsmetoden for MFN forutsetter i praksis at det er minst 3 støyende hendelser om natten i løpet av en gjennomsnittlig uke. I henhold til oppgitt trafikkmengde og døgnfordeling vil det være færre enn 3 støyende hendelser om natten i løpet av en gjennomsnittlig uke. Beregning av  $L_{5AS}$  (MFN23-07) faller derfor bort, det vil si at støysonekartet er definert av  $L_{den}$  alene.

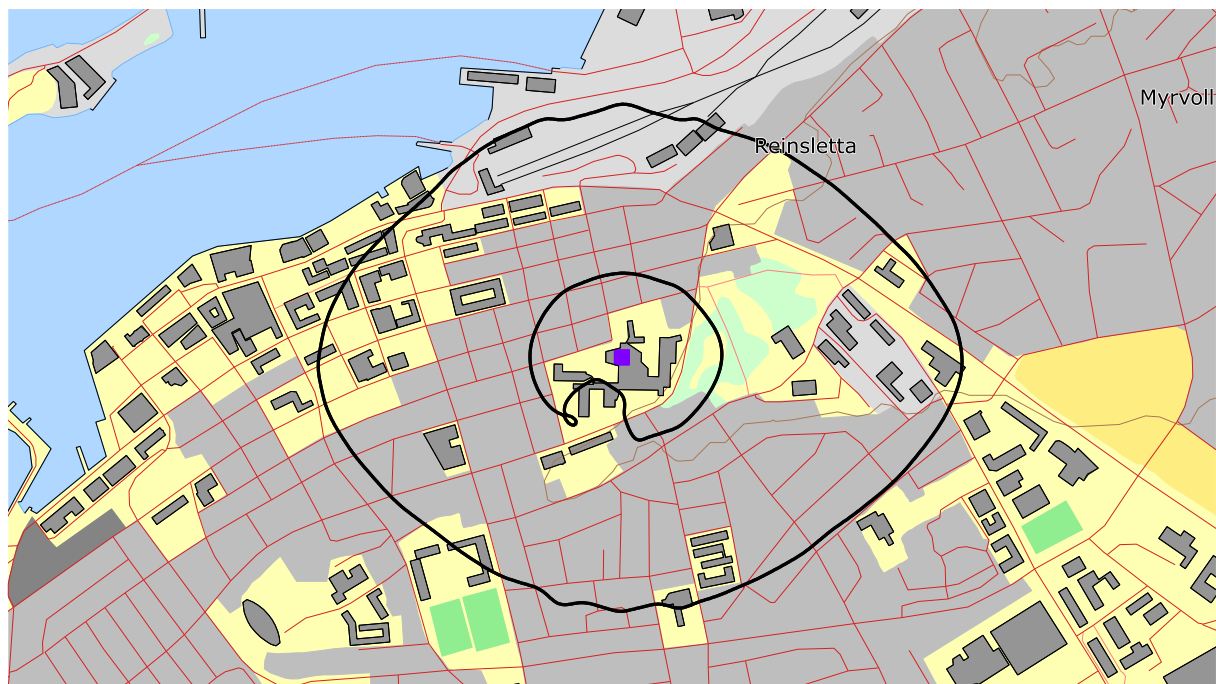


Figur 8-1.  $L_{den}$  52 og 62 dB for år 2022. M 1:15 000.

Tabell 8-1. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål som funksjon av  $L_{den}$  for trafikken i 2022.

$L_{den}$	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
52,0 – 62,0 dB	466	7	3	0
62 dB >	22	0	3	0

Følgende kart viser resultat for prognosesituasjon 2032.



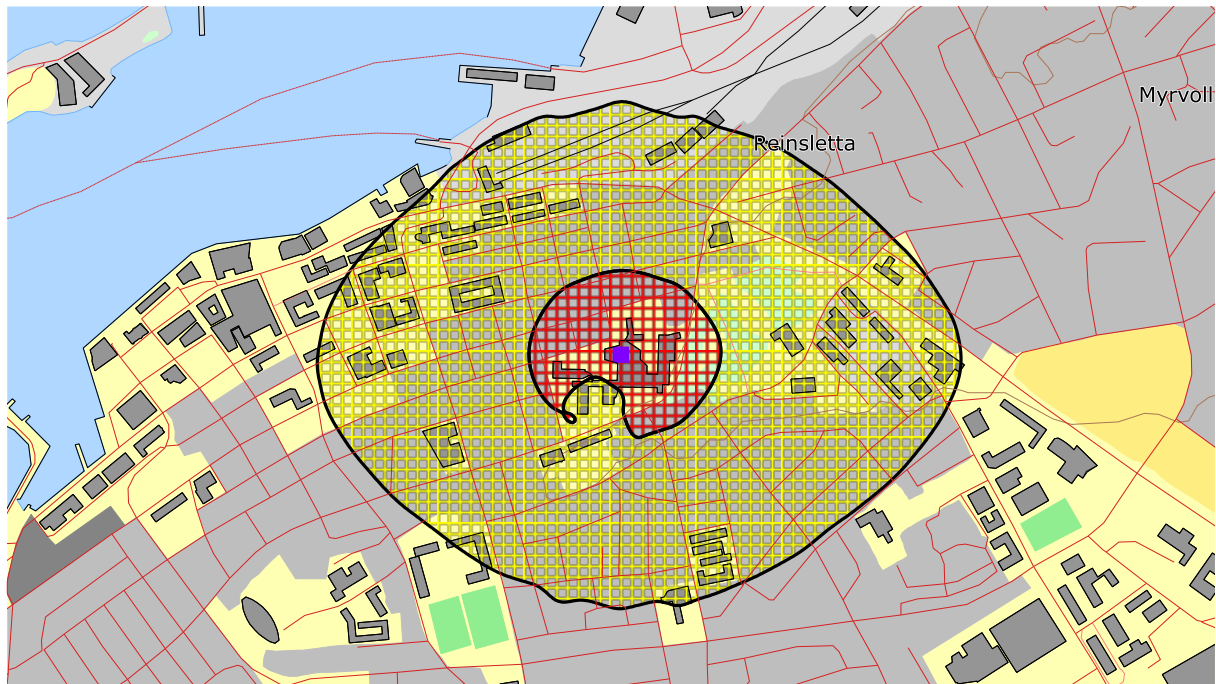
Figur 8-2.  $L_{den}$  52 og 62 dB for prognosesituasjon år 2032. M 1:15 000.

Tabell 8-2. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål som funksjon av  $L_{den}$  for prognosesituasjonen.

$L_{den}$	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
52,0 – 62,0 dB	629	8	3	0
62 dB >	50	1	3	0

Av de to foregående figurer går det frem at det er  $L_{den}$  for prognosesituasjonen som alene definerer støysonekartet slik det er definert i retningslinjen. Tabell 8-2 angir derfor antall bygninger innenfor gul og rød støysone.

Støysonekartet er vist i den følgende figur.



Figur 8-3. Støysonekart for Nordlandssykehuset helikopterlass. M 1:15 000.

## 8.2 Resultater relatert til Forurensingsforskriften

For eventuelle tiltak på bygninger med støyfølsomt bruksformål, gjelder kravene i Forurensingsforskriften. I dette kapitlet er det vist støykoter og opptellinger av antall bygninger i henhold til disse kravene. Som beskrevet i kapittel 4 skal kartlegging og eventuelle tiltak skje på bakgrunn av innendørs ekvivalentnivå.

NORTIM beregner i utgangspunktet bare utendørs støynivå. Ved å ta utgangspunkt i et lavt estimat av fasadedemping til boliger med standard utførelse (Tabell 4-1) kan det beregnes hvilke utendørs støynivå som tilsvarer kartleggings- og tiltaksgrensene gitt i forskriften. For helikopterlandingsplasser blir kartleggingsgrensen  $L_{Aeq24h}$  55 dBA, mens tentativ tiltaksgrense blir 62 dBA. Tabell 8-3 viser hvor mange støyfølsomme bygninger som ligger i de ulike støyintervallene.

Tabell 8-3. Antall støyutsatte bygninger som funksjon av  $L_{Aeq24h}$ -nivå.

$L_{Aeq24h}$	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
55,0 – 62,0 dB	113	1	0	0
> 62,0 dB	3	0	3	0

## 9 Litteratur

- [1] 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.
- [2] 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, no. 4, pp. 409-416, 2001.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] F. Gelderblom, T. Gjestland, and I. L. N. Granøien, "UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER," TrondheimSINTEF A27596, Mars 2016 2016.
- [6] Klima- og Miljødepartementet, "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging," Retningslinje T-1442/2021, Oslojuni 2021, Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/retningslinje-for-behandling-av-stoy-i-arealplanlegging/id2857574/>.
- [7] *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.
- [8] 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.
- [9] R. T. Randeberg, H. Olsen, and I. L. N. Granøien, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [10] 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.
- [11] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] OSL, "Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data," August 2015 August 2015.
- [16] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies," October 2014
- [17] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.

- [18] A. Brekke, "NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II," Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave, Oslo, juni 1998.
- [19] A. Brekke, "ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER.," Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, oktober 2013.
- [20] H. Olsen and R. T. Randeberg, "Beregning av flystøy - Metode for dominerende flytype," 102022220-00002, 2020-01-23 2020.
- [21] Kartverket, "Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart @ kartverket. Available from <https://www.kartverket.no/api-og-data/kartgrunnlag-fastlands-norge>".
- [22] "REPORT ON STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL AIRPORTS," in *European Civil Aviation Conference*, Paris, December 2014, no. 4th edition: ECAC-CEAC.