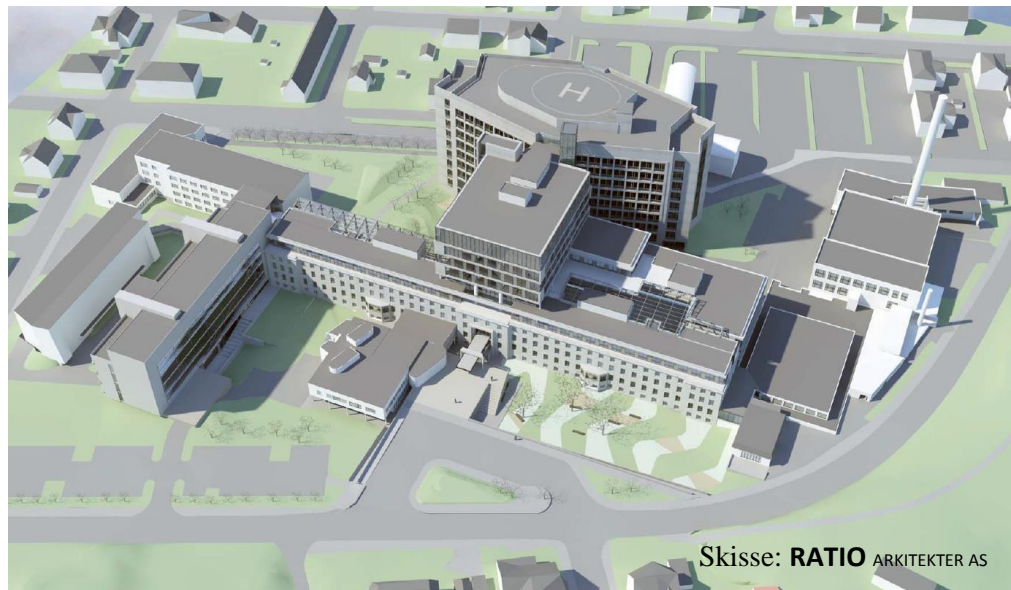


Rapport

Støysoner etter T-1442/2012 for Bodø Helikopterplass Nordlandssykehuset

Forfatter(e)

Idar Ludvig Nilsen Granøien
Femke Berre Gelderblom



SINTEF IKTPostadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 TrondheimSentralbord: 73593000
Telefaks:postmottak.ikt@sintef.no
www.sintef.no
Foretaksregister:
NO 948 007 029 MVA

Rapport

Støysoner etter T-1442/2012 for Bodø Helikopterplass Nordlandssykehuset

EMNEORD:

Akustikk; flystøy

VERSJON

1.0

DATO

2015-05-05

FORFATTER(E)Idar Ludvig Nilsen Granøien
Femke Berre Gelderblom**OPPDRAGSGIVER(E)**

Nordlandssykehuset HF

OPPDRAGSGIVERS REF.

Terje Winther

PROSJEKTNR

102007591

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

26, ingen vedlegg

SAMMENDRAG

Det er utarbeidet støysonekart for Bodø Helikopterplass Nordlandssykehuset i henhold til reglene i Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2012. Støyberegningene foretas med NORTIM, verktøyet som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse. Støysonekart er vist for en prognose for aktiviteten 10-20 år fram i tid, før og etter utskifting av redningshelikopter.

Beregningene viser at det er et stort antall bygninger med støyømfintlig bruksformål innenfor støysonene relatert til retningslinjen og innenfor kartleggingsgrensene for flystøy relatert til forurensningsforskriften. Det er imidlertid en usikkerhet knyttet til støydata for statiske operasjoner for det nye redningshelikopteret.

UTARBEIDET AV

Idar Ludvig Nilsen Granøien

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Rolf Tore Randeberg

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Odd Kristen Østern Pettersen

SIGNATUR**RAPPORTNR**

SINTEF A26911

ISBN

978-82-14-05900-7

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2014-05-20	Første utkast til rapport
0.2	2015-02-03	Utkast med nye beregninger med data for AW-101
0.3	2015-03-02	Utkast med redusert oppholdstid på plattform
1.0	2015-05-05	Publisert versjon med forbehold knyttet til manglende støydata for statistiske operasjoner

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	5
2	GENERELT OM FLYSTØY	6
2.1	Flystøyens egenskaper og virkninger	6
2.1.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy	6
2.1.2	Generell sjenanse som følge av flystøy	7
3	MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE	8
3.1	Måleenheter	8
3.2	Støysoner til arealplanlegging	9
3.2.1	Definisjon av støysoner	9
3.2.2	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer	9
3.3	Beregningsmetode	10
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnet	10
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM	10
4	KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSINGSLOVEN	12
4.1	Innendørs støy	12
4.1.1	Strategisk støykartlegging.....	12
5	OMGIVELSER	13
5.1	Digitalt kartgrunnlag	13
5.2	Digital terrengmodell	13
5.3	Rullebane	13
6	AKTIVITETEN PÅ BODØ HELIKOPTERPLASS SYKEHUSET	15
6.1	Fremtidig aktivitet.....	15
7	FLYMØNSTER OG FORDELING AV TRAFIKKEN	16
7.1	Trasémønster	16
7.2	Flygeprofiler	16
8	BEREGNINGSPARAMETERE	17
8.1	Beregning av flystøy	17
9	RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442	18
9.1	Situasjonen i åpningsåret.....	18
9.2	Situasjonen med nytt redningshelikopter	20
10	RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN	22

11	DRØFTING AV RESULTATENE.....	24
11.1	Manglende støydata for statiske operasjoner	24
11.2	Stipulerte profiler for AW-101	24
12	LITTERATUR.....	25

1 INNLEDNING

SINTEF er engasjert av Nordlandssykehuset for å utarbeide støysonekart for en ny helikopterplattform på taket av hovedbygningen. Prosjektansvarlig hos oppdragsgiver har vært Terje Winther. Tegningsunderlag er framskaffet av SAFETEC v/Jens Christen Rolfsen. Beregningsunderlaget har vært kontrollert av 330 skvadronen/Luftambulansetjenesten v/ Roy Inge Jenssen og justert som følge av tilbakemeldinger derfra.

Prosjektet er utført ved SINTEF IKT med Idar L. N. Granøien som prosjektleder. Prosjektansvarlig i SINTEF IKT har vært Odd Kr. Ø. Pettersen.

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

Undersøkelsen begrenser seg til å se på støyen fra denne virksomheten alene uten å ta med støy fra trafikken ved flyplassen i Bodø.

2 GENERELT OM FLYSTØY

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

2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger

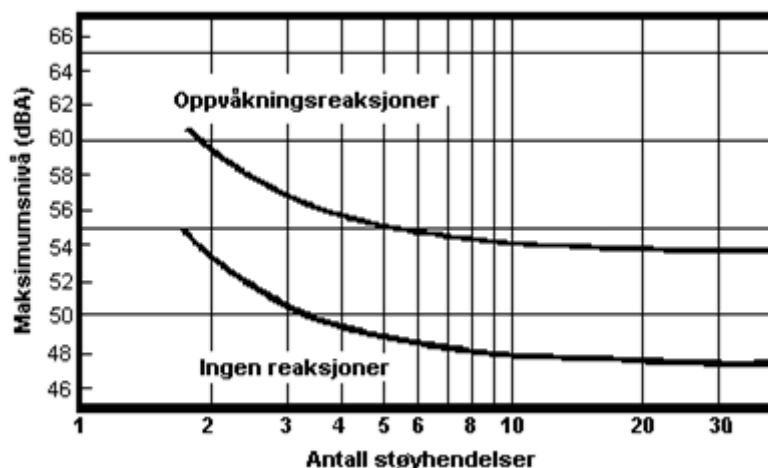
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

Folk som utsettes for flystøy rapporterer flere ulemper. De to viktigste typer er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller sjenanse. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader begrenser seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

Det er bred internasjonal enighet om at **vekking** som følge av flystøy kan medføre en risiko for helsevirkninger på lang sikt, se litteraturlisten ref. [1]. Det er **ikke** konsensus på hvorvidt **endring av søvnstadium** (søvn dybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking. (Disse betraktninger kan ikke anvendes for andre typer trafikkstøy hvor støynivået varierer mindre og ikke er totalt fraværende i perioder slik som flystøy kan være.)

Risiko for vekking er avhengig av hvor høyt støynivå en utsettes for (maksimumsnivå) og hvor mange støyhendelser en utsettes for i løpet av natten. Det er normalt store individuelle variasjoner på når folk reagerer på støyen. Derfor brukes oftest en gitt sannsynlighet for at en andel av befolkningen vekkes for å illustrere hvilke støynivå og antall hendelser som kan medføre vekking, som illustrert i Figur 2-1.



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

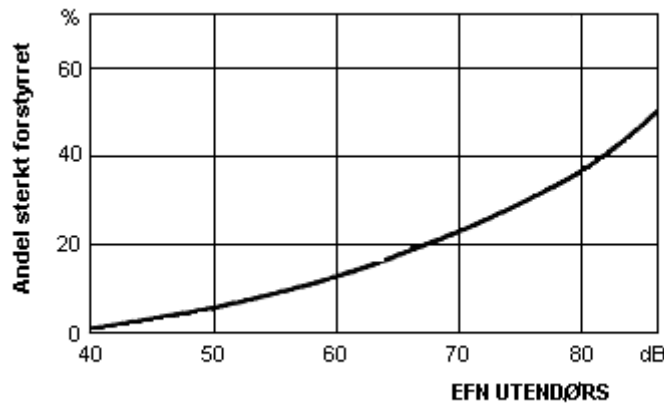
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de *ulemp*er som en opplever at flystøyen medfører i den perioden man er våken. De mest vanlige beskrivelser er knyttet til *stress og irritasjon*, samt *forstyrrelser ved samtale og lytting* til radio, fjernsyn og musikk (se [2-6] for en grundigere beskrivelse). Det er mulig å kartlegge disse faktorene enkeltvis og samlet gjennom spørreundersøkelser i støyutsatte områder.

Det er gjort en rekke undersøkelser hvor flystøy er relatert til ekvivalent støynivå, “gjennomsnittsnivået”. Figur 2-2 fra ref. [3] viser en gjennomsnitts middelkurve for de som ble ansett som de mest pålitelige av disse undersøkelsene. Antallet som føler seg “sterkt forstyrret” av flystøy er relatert til den norske måleenhet ekvivalent flystøynivå (EFN).

En stor undersøkelse fra Fornebu bekreftet i store trekk både kurveform og rapportert sjenanse for flystøy ved de normalt forekommende belastningsnivåer i boligområder innenfor flystøysonene [4]. Tilsvarende funn ble gjort ved Værnes og i Bodø [5].



Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall sterkt forstyrret av flystøy som funksjon av ekvivalent flystøynivå utendørs [3].

3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

Miljøverndepartementet ga i juli 2012 ut retningslinje T-1442/2012 for behandling av støy fra forskjellige støykilder [7]. Denne erstattet retningslinje T-1442 fra januar 2005. T-1442 endret i sin tid både måleenheter og definisjoner av støysoner.

3.1 Måleenheter

En sammensatt støyindikator, som på en enkel måte skal karakterisere den totale flystøybelastning, og derved være en indikator for flest mulige virkninger, må ta hensyn til følgende faktorer ved støyen: Nivå (styrke), spektrum (farge), karakter, varighet, samt tid på døgnet. Måleenheten for flystøy må i rimelig grad samsvare med de ulemper som vi vet flystøy medfører. Et høyt flystøynivå må indikere høy ulempe.

På begynnelsen av 1980-tallet ble det i Norge utarbeidet to spesielle enheter for karakterisering av flystøy, nemlig Ekvivalent Flystøynivå (EFN) og Maksimum Flystøynivå (MFN), begge basert på lydnivåmålinger i dBA. Enhetene ble definert i ref. [6] og lagt til grunn i retningslinjen fra 1984 og senere i 1999. Ved innføringen av ny retningslinje i 2005 ble enhetene erstattet med henholdsvis L_{den} og L_{5AS} .

L_{den} er det mål som EU har innført som en felles måleenhet for ekvivalentnivå. Måleenheten legger forskjellig vekt på en støyhendelse i forhold til når på døgnet hendelsene forekommer. På natt er vekt faktoren 10, på dag er den 1. På kveld adderer L_{den} 5 dB til støyhendelsene. Et tillegg på 5 dB tilsvarer at ett fly på kveld teller som drøyt 3 på dagtid, mens et fly på natt teller som 10 på dag. T-1442 følger den internasjonalt mest vanlige inndelingen av døgnet ved at dagtid er definert fra kl. 07 til 19, kveld er mellom kl. 19 og 23, mens natta strekker seg fra kl. 23 til 07.

MFN var definert som det høyeste A-veide lydnivå som regelmessig forekommer i et observasjonspunkt, og som klart kan tilskrives flyoperasjoner. "Regelmessig" ble definert til en hyppighet på minimum 3 ganger per uke. I T-1277 ble det regnet separat maksimumsnivå for natt (22–07) og dag (07–22). MFN var ment å skulle gi utslag dersom maksimumsnivå skulle gi større ulemper enn det som beregnet ekvivalentnivå skulle innebære.

Maksimumsnivået L_{5AS} er i [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 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 prosentstøt, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representerer.

Retningslinje T-1442/2012 definerer forøvrig ikke begrepet "hendelse". Det betyr at det ikke er gitt hvor mye støy som skal til for at man skal inkludere noe som en hendelse. I veilederen til T-1442/2012 [8] er dette imidlertid rettet på, slik at det er mulig å beregne størrelsen. Avklaringen i veilederen medfører at L_{5AS} beregnes som MFN på natt, med den forskjell at tidsrommet som betraktes er redusert med en time på kvelden, siden L_{5AS} beregnes for tidsrommet 23–07. Dette er i tråd med uttalt intensjon om at overgang fra MFN til L_{5AS} alene ikke skulle medføre endringer.

Tabell 3-1. Oppsummering av måleenheter.

Måleenhet	Forklaring
L_{den}	A-veiet ekvivalent lydtrykknivå for et helt døgn, korrigert for dag-, kveld- og nattperioder, henholdsvis 0 dB, 5 dB og 10 dB.
L_{5AS}	Det A-veide nivå målt med tidskonstant «Slow» på 1 sek som overskrides i 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode (T-1442 benytter 8-timers nattperiode 23-07) dvs et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser.
$L_{p,Aeq,T}$ L_{AeqT}	Det ekvivalente lydnivået (angis også som L_{Aeq}) er et mål på gjennomsnittlig (energimidlet) nivå for støy over en bestemt periode T (oftest 24 timer).
L_{night}	A-veiet ekvivalentnivå for 8-timers nattperiode 23-07.
$L_{p,AFmax}$	A-veiet maksimalt nivå målt med tidskonstant «Fast».

3.2 Støysoner til arealplanlegging

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

3.2.1 Definisjon av støysoner

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

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

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

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

3.2.2 Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer

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

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

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

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

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

3.3 Beregningsmetode

Vurdering av flystøy etter Miljøverndepartementets retningslinjer gjøres kun mot støysonegrenser som er beregnet, dvs. at man ikke benytter målinger lokalt for å fastsette hvor grensene skal gå. Den beregningsmodellen som benyttes i Norge (se avsnitt 3.3.2), er imidlertid basert på en database som representerer en sammenfatning av et omfattende antall målinger. Under forutsetning av at beregningsmodellen nyttes innenfor sitt gyldighetsområde og at datagrunnlaget gir en riktig beskrivelse av flygemønsteret rundt flyplassen, så må det derfor gjøres meget lange måleserier for å oppnå samme presisjonsnivå som det beregningsprogrammet gir.

Målinger kan nyttes som korrigerende supplement ved kompliserte utbredelsesforhold, ved spesielle flygeprosedyrer, eller når beregningsprogrammet eller dets database er utilstrekkelig.

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

I retningslinje T-1277 ble det lagt til grunn at den travleste sammenhengende 3-måneders periode på sommerstid (mellom 1. mai og 30. september) skulle benyttes som trafikkgrunnlag. Sommeren har vært valgt siden EFN ble innført som måleenhet, basert på en antakelse om at sommeren representerte den tid av året da støyen hadde størst negative utslag i forhold til utendørs aktivitet. Også det faktum at flere sover med åpent vindu om sommeren ble tillagt vekt.

Veilederen til T-1442/2012 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC¹ om at det skal benyttes et årsmiddel av trafikken. Det gis imidlertid en liten åpning for fortsatt å bruke 3 måneder på sommeren dersom trafikken er sterkt sesongpreget (turisttrafikk).

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

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [9, 10] eller spesialutgaver av dette (REGTIM og GMTIM). Programmene er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndigheter og var opprinnelig basert på rutiner fra programmet Integrated Noise Model (INM), utviklet for det amerikanske luftfartsverket, FAA. Programmene har imidlertid gjennomgått en betydelig modernisering og har svært lite igjen av den opprinnelige kildekode.

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

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

dimensjonerende middeldøgn. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

NORTIM programmene ble i 2002 endret ved at nye algoritmer for beregning av bakkedemping og direktivitet [11] ble tatt i bruk. Årsaken var at den moderne flyparken har andre karakteristika enn de som ble benyttet da de grunnleggende rutiner ble utviklet sent på 1970 tallet. De gamle rutiner var utelukkende empirisk utviklet, mens de nye er en blanding av empiri og teori. Bakkedemping er basert på en teoretisk modell [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 275 ulike flytyper. Databasen er i hovedsak en kopi av INM 6.0c databasen [14] og senere oppdateringer av denne, supplert med profiler fra NOISEMAP [15] og med korrigerede støydata for 2 flyfamilier [11]. Ved bruk av en liste over substitutter for flytyper som ikke inngår i databasen, kan det beregnes støy fra omlag 650 forskjellige typer fly. I tillegg er det mulig å legge inn brukerdefinerte data for fly- og helikoptertyper som ikke er definert i databasen. I slike situasjoner hentes data fra andre anerkjente kilder eller egne målinger.

4 KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble første gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven, ble senest revidert i 2004 [16] og omtales nå som forurensningsforskriften.

4.1 Innendørs støy

Forurensningsforskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak mot støy. Kartleggingsgrensen er satt til døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$) på 35 dBA innendørs når bare en støytype dominerer. Dersom flere likeverdige kilder er til stede, senkes kartleggingsgrensen for hver støykilde med 3 dB til 32 dBA.

Flystøy beregnes for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Det betyr at forskjellige flytyper har ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt's utredning om fasadeisolasjon [17], som er revidert av Brekke og Strand [18], er det valgt tre forskjellige tall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 4-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltsnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	19 dBA	54 dBA (35+19)
Stamruteplasser / militære flyplasser	Jagerfly	25 dBA	60 dBA (35+25)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	27 dBA	62 dBA (35+27)

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

4.1.1 Strategisk støykartlegging

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

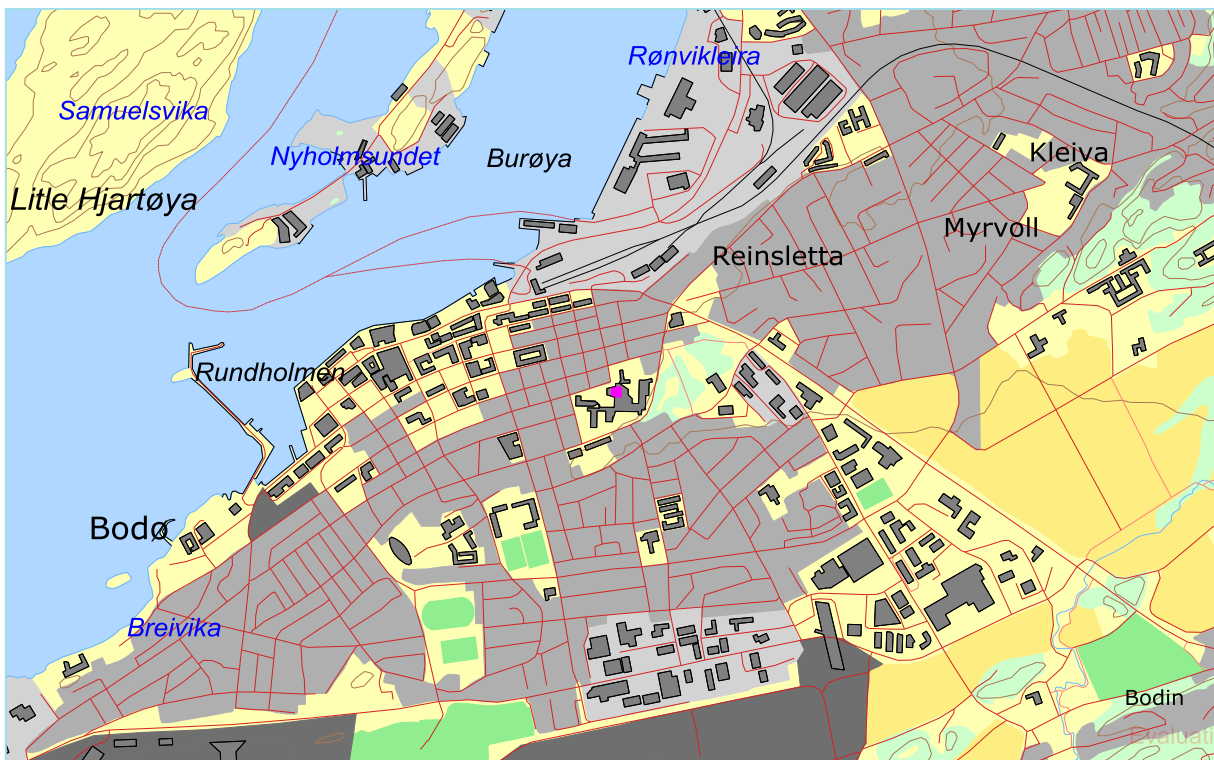
Strategisk støykartlegging skal utføres på flyplasser med mer enn 50 000 sivile bevegelser pr år. I dette tallet inngår ikke militær trafikk eller skoleflyging, men denne trafikken skal likevel regnes med når kartleggingen foretas.

5 OMGIVELSER

Bodø Helikopterplass Nordlandssykehuset er planlagt på taket til hovedbygningen på sykehuset, hvor en ny plattform anlegges.

5.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kart er basert på SOSI fil nedlastet fra © Kartverket [19]. Kartet er fra N50 serien i UTM Euref89 sone 33 for Bodø kommune, og det er utvalgte tema herfra som benyttes som bakgrunnskart i denne rapporten.



Figur 5-1. Landingsplassen på taket av sykehuset markert med rosa og dens omgivelser. M 1:25 000.

5.2 Digital terrengmodell

Digital terrengmodell er lastet ned fra © Kartverket for hele landet [19]. Et utsnitt av dette benyttes for å beregne topografiens betydning for lydutbredelsen. Topografidata består av høydeinformasjon i (desi)meter over havet for et punktmønster med 10 meter avstand mellom hvert punkt i nordlig og østlig retning.

5.3 Rullebane

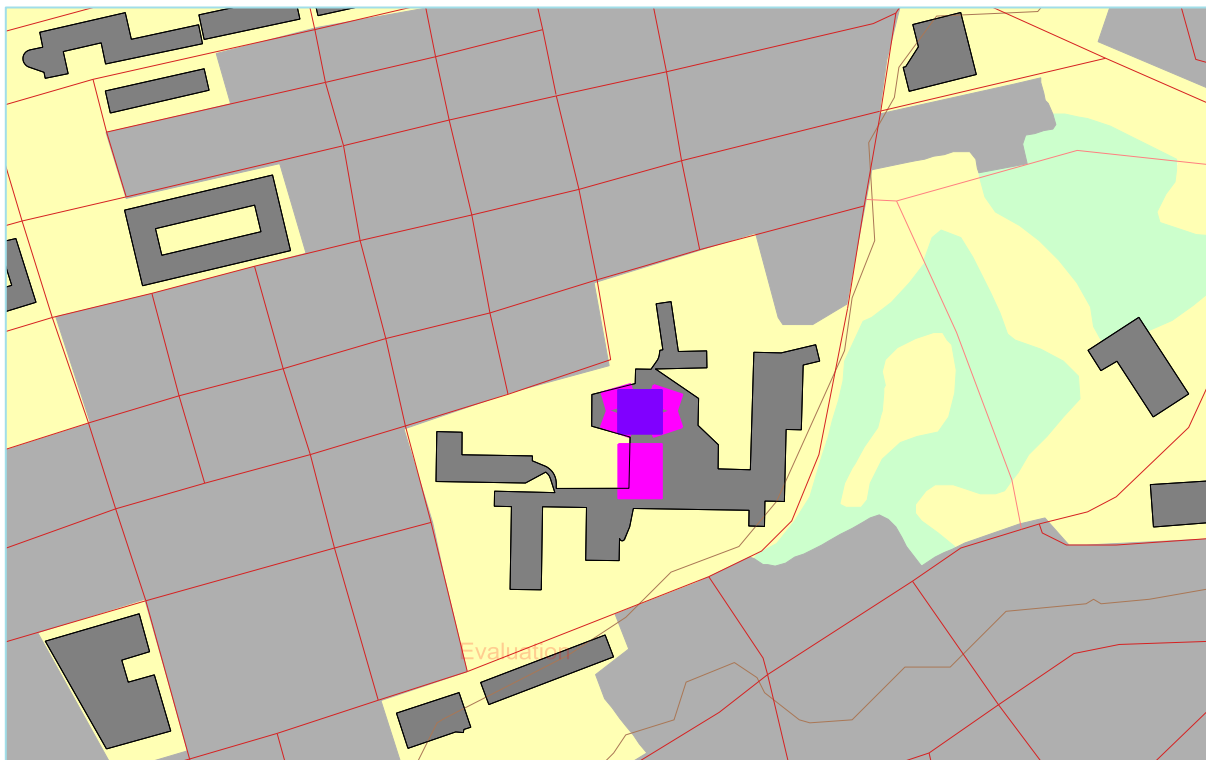
Landingsplassen legges i NORTIM inn som en rullebane i to retninger. Koordinatene i den følgende tabell er i UTM Euref89 sone 33.

Tabell 5-1. Landingsplassens koordinater.

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Direction	Length
09	474005	7463082	474034	7463082	90	29
27	474034	7463082	474005	7463082	270	29

Dette gir et senterpunkt på Ø 474019.5, N 7463082. Høyde på landingsplattformen er lagt inn som 62.7 moh. Taket på bygningen som plattformen står på legges inn som en flate på nivå 60.5 moh., mens Fløy K legges

inn med en høyde på 57.3 moh. Utstrekning på takflatene er som vist på den følgende figur, hvor landingsplassen er markert med lilla og takflatene er rosa. Disse takflatene vil delvis skjerme de nærmeste omgivelser mot støy fra helikopteret mens det står på plattformen.



Figur 5-2. Takflater og landingsplass markert på sykehusets tak. M 1:5 000.

6 AKTIVITETEN PÅ BODØ HELIKOPTERPLASS SYKEHUSET

I flystøyberegningen inngår trafikk for et helt år og det beregnes normalt for dagens situasjon og en prognose. I dette tilfellet er det lagt inn anslag på trafikk for åpningsåret og en prognosesituasjon som er representativ for situasjonen 10 år fram i tid.

6.1 Fremtidig aktivitet

Landingsplassen på sykehuset vil ha aktivitet knyttet både til ambulanseoppdrag og i treningsøyemed for Redningskvadronen. I åpningsåret er det antatt at trafikken foregår med dagens helikoptertype, mens det i prognosen er lagt inn redningshelikopteret som er under bestilling. Fordeling over døgnet er basert på statistikk fra landingsplasser på sykehus som ikke har baser.

Tabell 6-1. Antall helikopterbevegelser pr år.

ACtype	TO_LA	Åpningsår	Prognose
AW-101	LA		100
AW-101	TO		100
SK-61	LA	100	
SK-61	TO	100	

Tabell 6-2. Døgnfordeling av trafikken.

Døgnsegment	Prosentandel
Natt (23-07)	20 %
Dag (07-19)	64 %
Kveld (19-23)	16 %

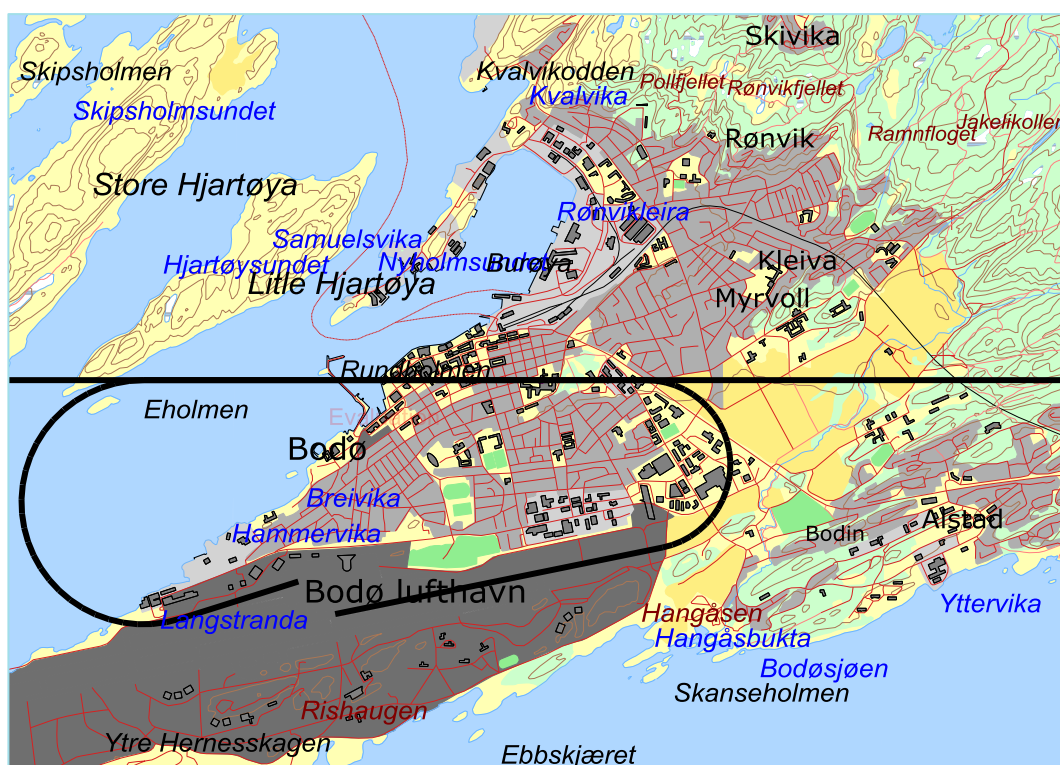
Databasen til NORTIM har støydata for SK-61 basert på [14] og er supplert med data for AW-101 basert på en målerapport fra produsenten [20].

7 FLYMØNSTER OG FORDELING AV TRAFIKKEN

Inn- og utflyging til landingsplattformen vil i stor grad gå i øst/vest retning. Avgangene fra plattformen vil i de aller fleste tilfeller gå mot basen på Bodø Lufthavn. Ut fra vindstatistikken er det antatt at 60 % av bevegelsene vil ha vestlig retning, 40 % mot øst.

7.1 Trasémønster

Flymønsteret rundt helikopterplassen er lagt inn som vist i figuren som følger. Ut over det som trasékartet viser legges det inn en modell for statistisk spredning som fordeler trafikken rundt de viste hovedtraséer. Her benyttes en standardisert metode som sprer aktivitet sideveis med en tilnærmet Gaussisk fordeling.



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

Det er gjort en forenkling ved at alle innflyginger er antatt å gå rettlinjet.

7.2 Flygeprofiler

Med flygeprofiler menes normalt en beskrivelse av den vertikale bane definert med høyde, hastighet og motorsetting som funksjon av avstand. For helikoptre er motorsetting erstattet med "flight modes" *ascend*, *descend* og *level flight*. Profilene for avgang er beregnet på bakgrunn av opplysninger fra 330 skvadronen på Sola og hastighet for *best rate of climb*. For landinger er det lagt inn glidebanevinkel på 3° både for SK-61 og for AW-101 og hastighet tilsvarende *best rate of descend*.

I beregninger av støy fra helikoptervirksomhet legges det normalt inn tre minutter med motorkjøring (motor og rotor i gang) på plattform før hver avgang og to minutter etter hver landing. I dette tilfellet vil ca. 50 % av turene være trening med inntil ett minutt mellom landing og avgang. Ved levering av pasient søkes det å redusere tiden til to og et halvt minutt slik at det i gjennomsnitt vil kunne være ca. 1.75 minutter mellom landing og avgang.

8 BEREGNINGSPARAMETERE

8.1 Beregning av flystøy

Det beregnes flystøy for de enheter som er relatert til retningslinje T-1442 og forurensningsforskriften. Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Alle opplysninger om bygninger er hentet fra databasen til Norges Eiendommer og er oppdatert pr. 2014-04-02.

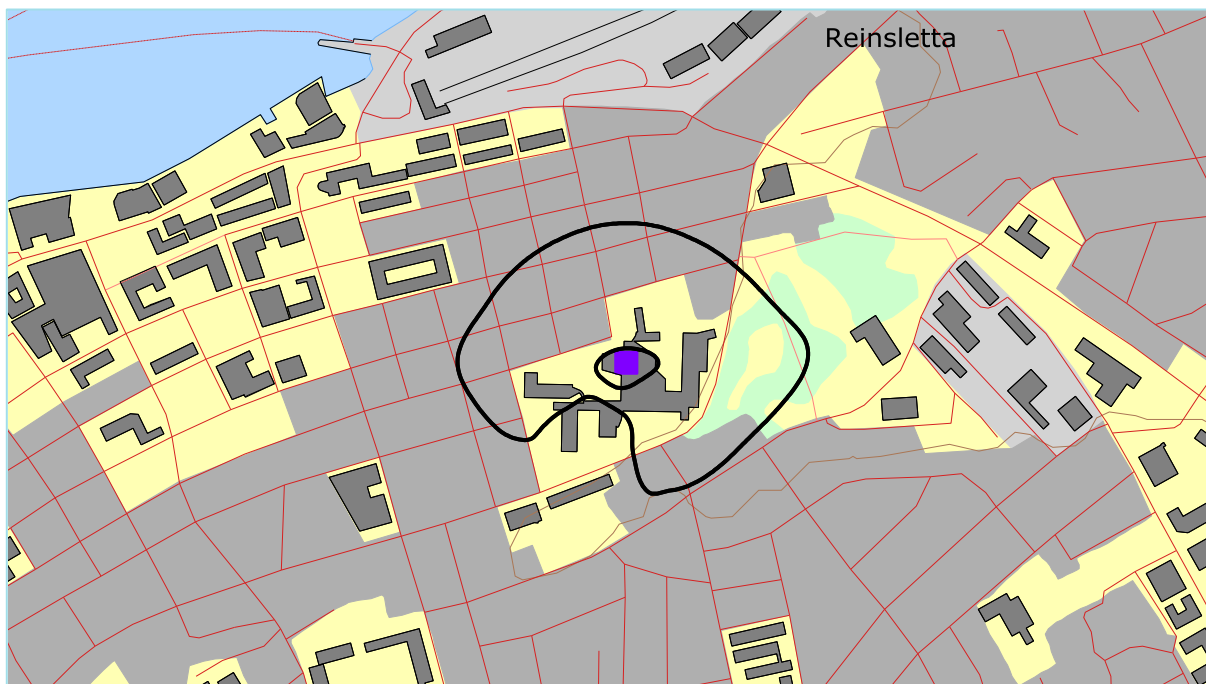
Beregningene av flystøy foretas med en oppløsning på 64 fot (ca. 19.5 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

9 RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

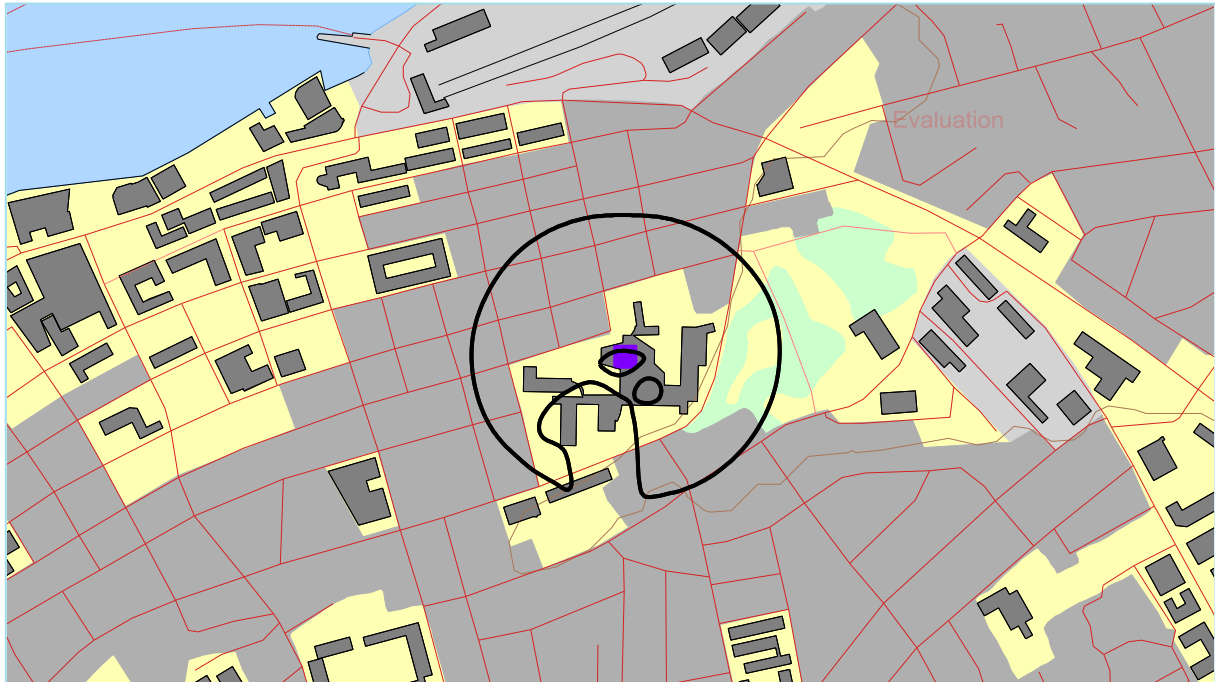
Resultatene av støyberegningene vises i form av kurver på kart. Det vises ett kart for hver støyenhet som inngår i grunnlaget for konstruksjon av støysonekart etter T-1442, dvs. for L_{den} og L_{5AS} (MFN₂₃₋₀₇).

9.1 Situasjonen i åpningsåret

I åpningsåret er det antatt at all trafikk utføres med det nåværende redningshelikopteret Sea King SK-61.



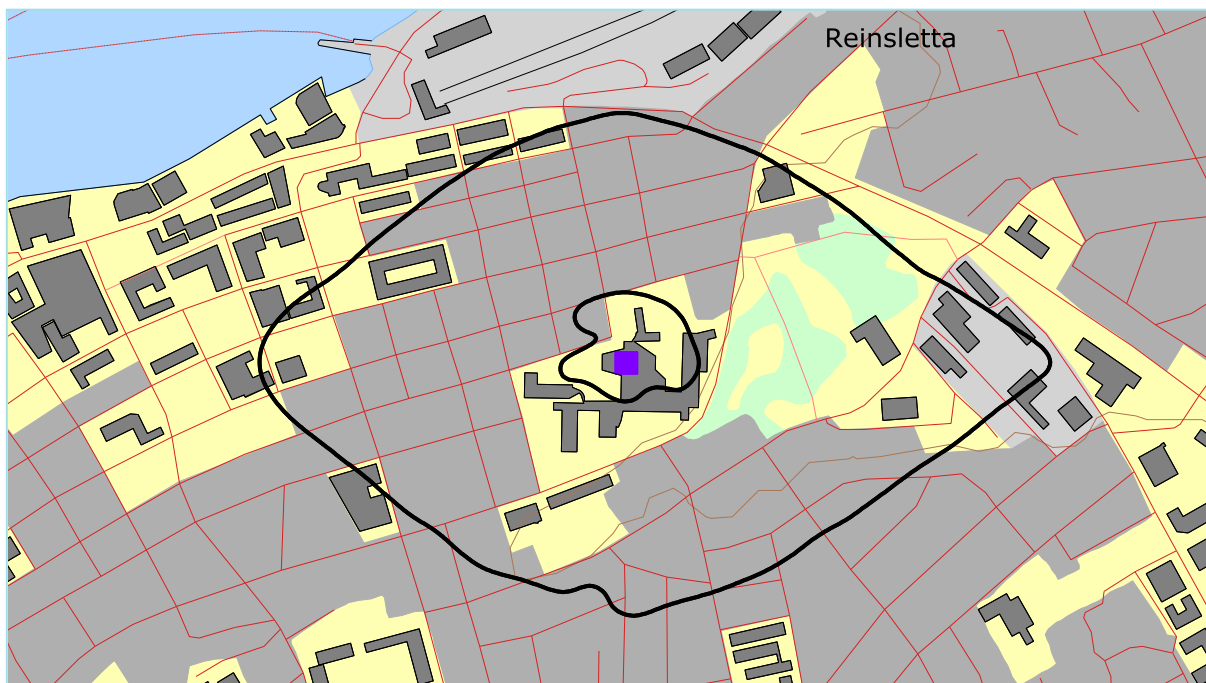
Figur 9-1. L_{den} 52 og 62 dBA for åpningsåret. Målestokk 1:10 000.



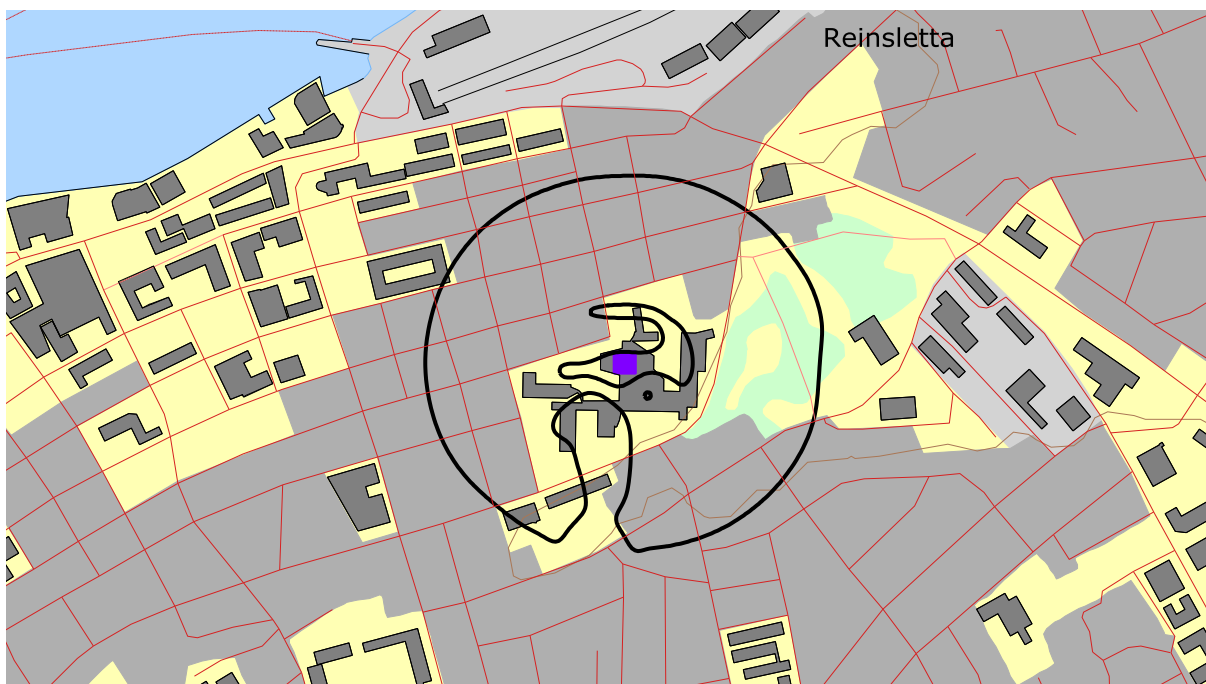
Figur 9-2. L_{5AS} 80 og 90 dBA for åpningsåret. Målestokk 1:10 000.

9.2 Situasjonen med nytt redningshelikopter

Basert på støydata for AW-101 vil støygrensene relatert til T-1442 bli som på de følgende figurene.

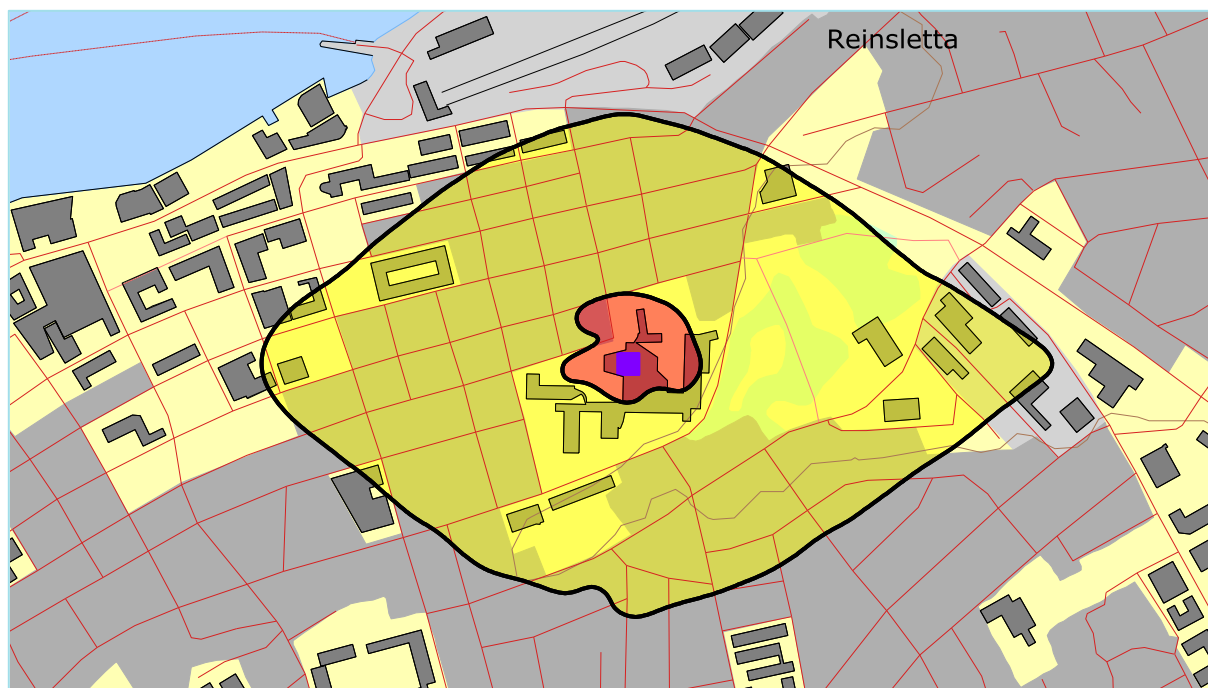


Figur 9-3. L_{den} 52 og 62 dBA med ny helikoptertype. Målestokk 1:10 000.



Figur 9-4. L_{5AS} 80 og 90 dBA med ny helikoptertype. Målestokk 1:10 000.

Når støysonene skal bestemmes legges verste situasjon av L_{den} 52 dBA og L_{5AS} 80 dBA oppå hverandre og yttergrensen danner gul sone, mens L_{den} 62 dBA og L_{5AS} 90 dBA danner grensen for rød sone. Det fremgår av figurene at det er L_{den} for prognosen som vil dimensjonere støysonekartet, som er vist på neste figur.



Figur 9-5. Støysoner for Bodø helikopterplass, Nordlandssykehuset.

Formen på støysonene tilsier at det er støy fra helikopteret mens det står på plattformen som bidrar mest.

Tabell 9-1. Areal av støysonene.

Støysoner	Areal (da)
Gul	412.7
Rød	18.7

Forutsatt at landingsplassen anses som er nytt tiltak, anbefaler T-1442 at innendørs støynivå i alle bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor gul sone kartlegges. Retningslinjen anbefaler at krav til innendørs støynivå settes til lydklasse C i NS8175. Det er foretatt en punktregning på hvert bygg innenfor beregningsområdet på den koordinat som er angitt for bygget i Eiendomsregisteret. Basert på dette er det talt opp hvor mange bygg som ligger i sonene.

Tabell 9-2. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor støysonene.

L_{den}	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
52.0 -- 62.0	337	6	3	0
62.0 ->	3	0	2	0

Oppdragsgiver vil få en liste over bygningene dette gjelder med tilhørende støynivå.

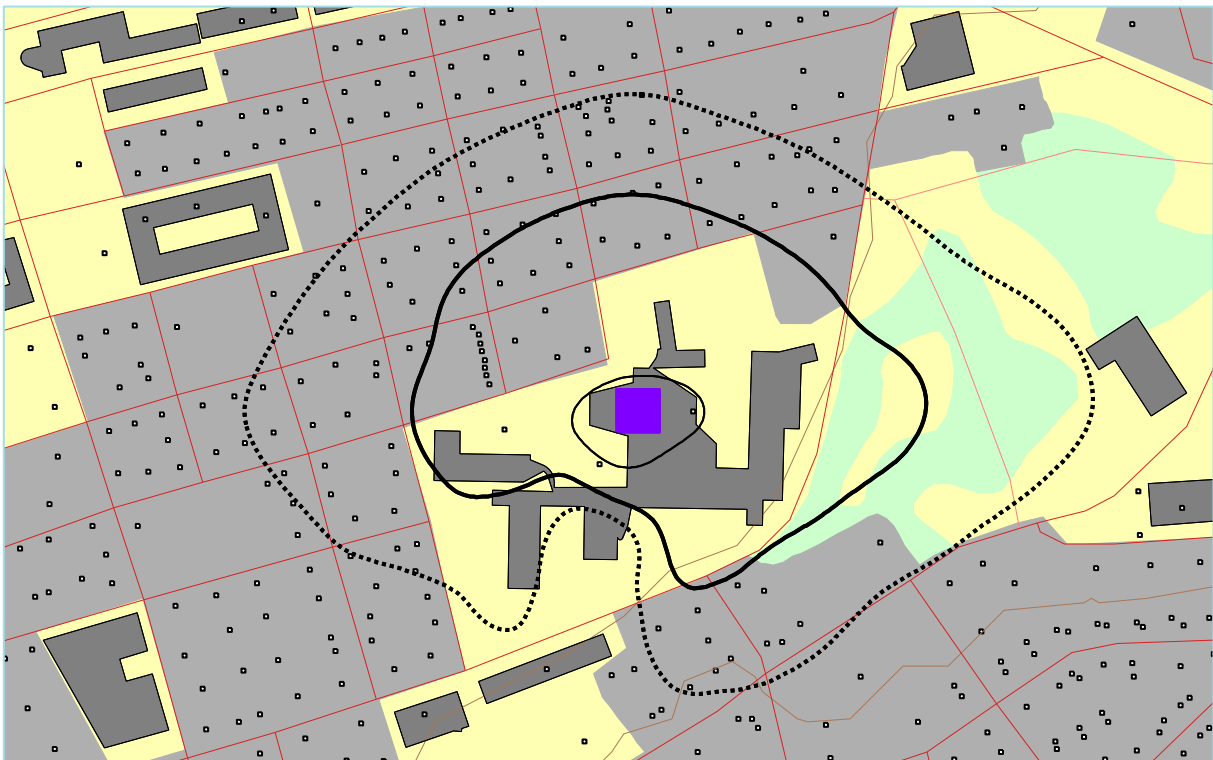
10 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

Forutsatt at tiltaket anses som nytt anbefaler retningslinjen kartlegging av alle bygninger med støyømfintlig bruksformål innenfor gul sone og foreslått krav til innendørs støynivå er satt til lydklasse C i NS8175. Dette er et langt strengere krav enn de som er fastsatt i forurensningsforskriften. I dette kapitlet er det vist resultater relatert til forskriften, dersom man ikke velger å følge anbefalingene i retningslinjen.

Beregninger relatert til forskriften vises normalt i form av kotekart og tabeller med antall berørte støyømfintlige bygninger og antall bosatte. Antall bygninger beregnes først. Deretter, ut fra et fylkesjustert, gjennomsnittlig antall personer bosatt pr boligtype, anslås antall berørte personer.

I forhold til krav om kartlegging av innendørs støynivå henvises til bakgrunnsbeskrivelse i kapittel 4. Beregningene med NORTIM gjelder bare for utendørs støynivå i frittfelt, men kan omsettes til innendørs nivå for de dårligste støyisolererte boliger, som likevel har standard utførelse, ved hjelp av Tabell 4-1. Jmført med tabellen korresponderer kartleggingsgrense i henhold til forurensningsforskriften med et utendørs nivå på $L_{Aeq,24h}$ på 54 dBA for propellfly og helikopter.

I de følgende figurer vises 3 kurver for $L_{Aeq,24h}$ for prognosen og konsesjonsgrensen. Den midterste kurven er kartleggingsgrensen for helikopterstøy alene, den ytterste er kartleggingsgrense for helikopterstøy dersom det er annen støy som er like sterk i området, mens den innerste er en tentativ tiltaksgrense. Innenfor den innerste vil man normalt kunne forvente at bolighus som ikke allerede er gjort tiltak på, kan ha behov for det.



Figur 10-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsforskriften for situasjonen med nytt helikopter. Kotene viser $L_{Aeq,24h}$ 51 (stiplet), 54 og 61 dBA. Målestokk 1:5 000.

Punktregninger på hver bygning gjøres med den koordinat som bygget er registrert med i Eiendomsregisteret. For større bygg vil dette derfor avvike fra hva man for eksempel vil ha på nærmeste fasade. I kartet er koordinaten til hvert bygg med støyømfintlig bruksformål markert med et lite kvadrat.

Tabell 10-1. Antall bygninger og berørte beboere innenfor kartleggingsgrenser med nytt helikopter.

L_{ekv24t}	Berørte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger
51.0 -- 54.0	360	78	1	0
54.0 -- 61.0	110	24	0	2
61.0 ->	0	0	0	1

Det vil fremgå av adresselisten som oversendes separat hvilke bygninger dette gjelder.

11 DRØFTING AV RESULTATENE

Beregningsresultatene er beheftet med en grad av usikkerhet knyttet til støynivå for statiske operasjoner. Dette gjelder begge helikoptertyper.

11.1 Manglende støydata for statiske operasjoner

Statiske operasjoner vil normalt ikke være dimensjonerende for støysoner fordi landingsplassene som oftest ligger på bakken. Dermed vil ikke utbredelsen fra denne delen av aktiviteten gi så stort bidrag. Med plattformen på taket av en høy bygning forsvinner den dempende funksjonen som bakken har på lydutbredelsen og for denne landingsplassen gir derfor aktiviteten et bidrag til støysonene. Det er derfor også grunn til å redusere oppholdet på taket til et minimum. I denne beregningen er det antatt at man har tatt slike forholdsregler og redusert oppholdet til om lag ett minutt for treningsturer og to og et halvt ved levering av pasient.

Databasens sett med støydata for SK-61 og de nye data for AW-101 omfatter ikke statiske operasjoner og standard rutine er å benytte verdier for den minst støyende av de dynamiske operasjonene til å modellere dette. Det vil si støydata for avganger/utkltring. Resultatet er med stor sannsynlighet på den konservative siden, dvs. at støysonene beregnes større enn hva som er tilfellet i praksis. I motsatt retning antas det at hoovring vil kunne gi noe mer støy enn beregnet.

Sammenligning mellom tilsvarende data for NH-90 gir som eksempel at "ground idle" er om lag 5-7 dBA lavere enn "ascend". Det er grunn til å anta at både Sea King og AW-101 kan ha tilsvarende forskjeller.

Før en omfattende kartlegging av innendørs støynivå på berørte nabobygninger påbegynnes er det derfor å anbefale at det enten foretas målinger på denne operasjonen for den dimensjonerende helikoptertypen eller at data innhentes fra leverandør/operatør.

11.2 Stipulerte profiler for AW-101

Avgangsprofilen for AW-101 er beregnet på bakgrunn av anslag på utflygingshastighet og hastighet på første del av avgangen fra 330 skvadronen på Sola. Så langt har man her ikke er bredt erfaringsgrunnlag for denne flytypen å bygge på. Det er derfor noe usikkerhet knyttet til hvordan utflygingen vil skje. Det er imidlertid landingsfasen som støyer mest og usikkerheten til avgangene maskeres derfor i noen grad. Det vil likevel være ønskelig enten å få målt eller simulert operasjonene.

12 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] T. Gjestland, "VIRKNINGER AV FLYSTØY PÅ MENNESKER," ELAB-rapport STF44 A82032, Trondheim, april 1982.
- [3] Flystøykommisjonen, "STØYBEGRENSNING VED BODØ FLYPLASS," Rapportnr. TA-581, Oslo, mars 1983.
- [4] T. Gjestland, *et al.*, "RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU," ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990.
- [5] T. Gjestland, *et al.*, "RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.," SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994.
- [6] A. Krokstad, *et al.*, "FLYSTØY; FORSLAG TIL MÅLEENHETER, BEREGNINGSMETODE OG SONEINDELING," ELAB-rapport STF44 A81046, revidert utgave, Trondheim, mars 1982.
- [7] Miljøverndepartementet, "RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING," Retningslinje T-1442, Oslo, juli 2012.
- [8] Miljødirektoratet, "VEILEDER TIL RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (T-1442/2012)," Veileder M-128, Oslo, februar 2014.
- [9] H. Olsen, *et al.*, "TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM," SINTEF DELAB Report STF40 A95038, Trondheim, april 1995.
- [10] R. T. Randeberg, *et al.*, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [11] I. L. N. Granøien, *et al.*, "CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES," SINTEF Report STF40 A02065, Trondheim, desember 2002.
- [12] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [13] S. Å. Storeheier, *et al.*, "AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS," SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, mars 2002.
- [14] G. Fleming, *et al.*, "INTEGRATED NOISE MODEL (INM) VERSION 6.0 TECHNICAL MANUAL," U.S. Department of Transportation, Washington DC, juni 2001.
- [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] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>
- [20] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAWSARH Environmental Impact Studies," October 2014



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no