

Rapport

Beregning av helikopterstøy ved Haukeland universitetssykehus

Forfatter(e)

Rolf Tore Randeberg
Idar L. N. Granøien



SINTEF IKT

Postadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 Trondheim

Sentralbord:
Telefaks: 73594302

Foretaksregister:

Rapport

Beregning av helikopterstøy ved Haukeland universitetssykehus

EMNEORD:
Akustikk, helikopter,
støy, Bergen

VERSJON
1

DATO
2013-07-02

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

OPPDRAGSGIVER(E)
Helse Bergen HF

OPPDRAGSGIVERS REF.
Terje Sørensen

PROSJEKTNR
102004751

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
23

SAMMENDRAG

Det er gjennomført støyberegninger for Haukeland universitetssykehus relatert til Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i plansaker (T-1442/2012) samt forurensningsforskriften. Beregningen inkluderer også trafikk til/fra basen på Grønneviksøren, samt returtrafikk fra sykehuset til basen.

Støyberegningene er utført ved hjelp av programmet NORTIM som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse.

UTARBEIDET AV
Rolf Tore Randeberg

KONTROLLERT AV
Herold Olsen

GODKJENT AV
Odd Kr. Ø. Pettersen

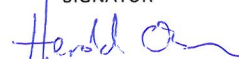
RAPPORTNR **ISBN**
SINTEF A24660 978-82-14-05326-5

GRADERING
Åpen

SIGNATUR



SIGNATUR



SIGNATUR



GRADERING DENNE SIDE
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2013-07-02	Utkast til sluttrapport

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING.....	4
2	GENERELT OM FLYSTØY.....	5
2.1	Flystøyens egenskaper og virkninger.....	5
2.1.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy.....	5
2.1.2	Generell sjenanse som følge av flystøy.....	6
3	MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE	7
3.1	Måleenheter	7
3.2	Støysoner til arealplanlegging.....	8
3.2.1	Definisjon av støysoner	8
3.2.2	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer	8
3.3	Beregningsmetode.....	9
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnet.....	9
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM	9
3.4	Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven	10
3.4.1	Innendørs støy.....	10
3.4.2	Strategisk støykartlegging	11
4	OMGIVELSER	12
4.1	Digitalt kartgrunnlag	12
4.2	Digital terrengmodell.....	13
5.3	Rullebaner	13
5	TRAFIKK.....	13
6	OPERASJONSMØNSTER	14
7	BEREGNINGRESULTATER.....	16
7.1	Støysoner	16
7.2	Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak.....	18
7.3	Kartlegging av utendørs støynivå.....	19
8	LITTERATUR.....	21

1 INNLEDNING

Helse Bergen HF har gitt SINTEF IKT i oppdrag å beregne samlet støy fra helikopteraktiviteten ved Haukeland universitetssykehus og tilknyttet base på Grønneviksøren i Bergen.

Prosjektansvarlig i Helse Bergen har vært sjefsingeniør Terje Sørensen. Ved SINTEF IKT er oppdraget bearbeidet ved avdeling Akustikk av forsker Rolf Tore Randeberg og senior prosjektleder Idar Ludvig Nilsen Granøien, med forskningssjef Odd Kr. Ø. Pettersen som prosjektansvarlig. Sweco Norge AS, ved Sigurd Solberg og Inge Hommedal, har bidratt med å skaffe kart- og trafikkdata for landingsplassene, samt annen nødvendig informasjon.

Det er utført lignende beregninger tidligere. SINTEF beregnet i 2004 støy for landingsplassen ved sykehuset [20]. Kilde Akustikk beregnet støy for basen ved Grønneviksøren, og beregnet også samlet støy fra de to landingsplassene [21]. De to beregningene ble imidlertid utført med forskjellige metoder.

Beregningene som er rapportert her er gjort i henhold til ny retningslinje (T-1442/2012) og med oppdaterte trafikkdata for dagens situasjon og en prognose som tilsvarer trafikkmengden i konsesjonssøknad. Beregningen er gjort *samlet* for de to landingsplassene (etter samme metode).

Denne rapporten inneholder en standard gjennomgang av beregningsreglene og bakgrunnen for dem, dernest presenteres datagrunnlaget og tilslutt vises resultatene relatert til retningslinje T-1442/2012 og forurensingsforskriften.

2 GENERELT OM FLYSTØY

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

2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger

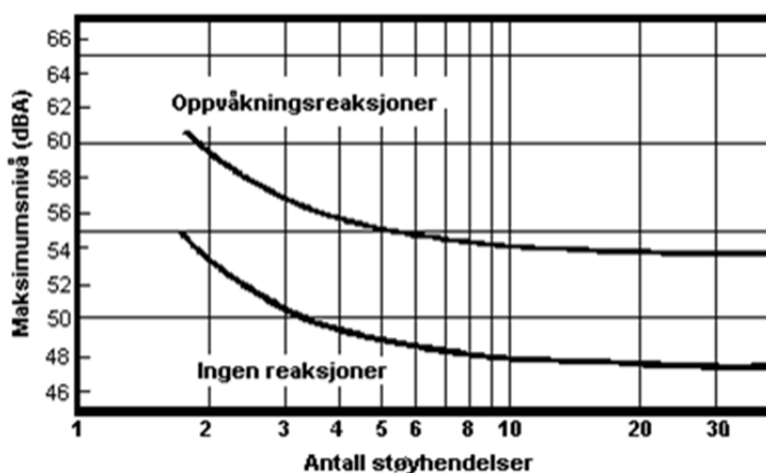
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

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

2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

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

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



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

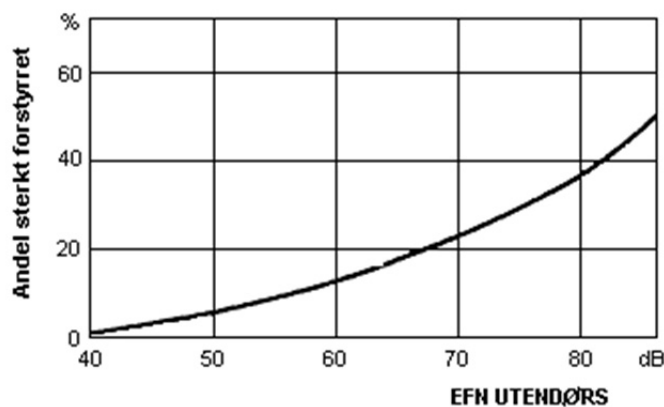
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

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 gjennomsnittlig 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 januar 2005 ut retningslinje T-1442 for behandling av støy fra forskjellige støykilder [7]. For flystøy erstattet denne T-1277 fra 1999. T-1442 endret 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 [7] 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 prosent, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representerer.

Retningslinje T-1442 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 [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 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	52 L_{den}	80 L_{5AS}	62 L_{den}	90 L_{5AS}

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 støyomfintlig 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 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

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

som er foreskrevet i retningslinjene. Beregning av MFN og EFN er således supplert med L_{den} og L_{5AS} . Andre støymål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, L_{Aeq} , for dag og for natt eller for hele det dimensjonerende middeldøgn. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

NORTIM programmene ble i 2002 endret ved at nye algoritmer for beregning av bakkedemping og direktivitet [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 dBA [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.

3.4 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.

3.4.1 Innendørs støy

Forurensningsforskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak mot støy. Kartleggingsgrensen er satt til døgnequivaleant nivå ($L_{Aeq,24h}$) på 35 dBA innendørs når bare en støytpe 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] er det i [18] valgt tre forskjellige tall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på de hustyper som gir minst demping i fasaden. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnequivaleant nivå ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 3-3. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltsnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	18 dBA	53 dBA (35+18)
Stamruteplasser / militære flyplasser	Jagerfly	23 dBA	58 dBA (35+23)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	26 dBA	61 dBA (35+26)

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.

3.4.2 Strategisk støykartlegging

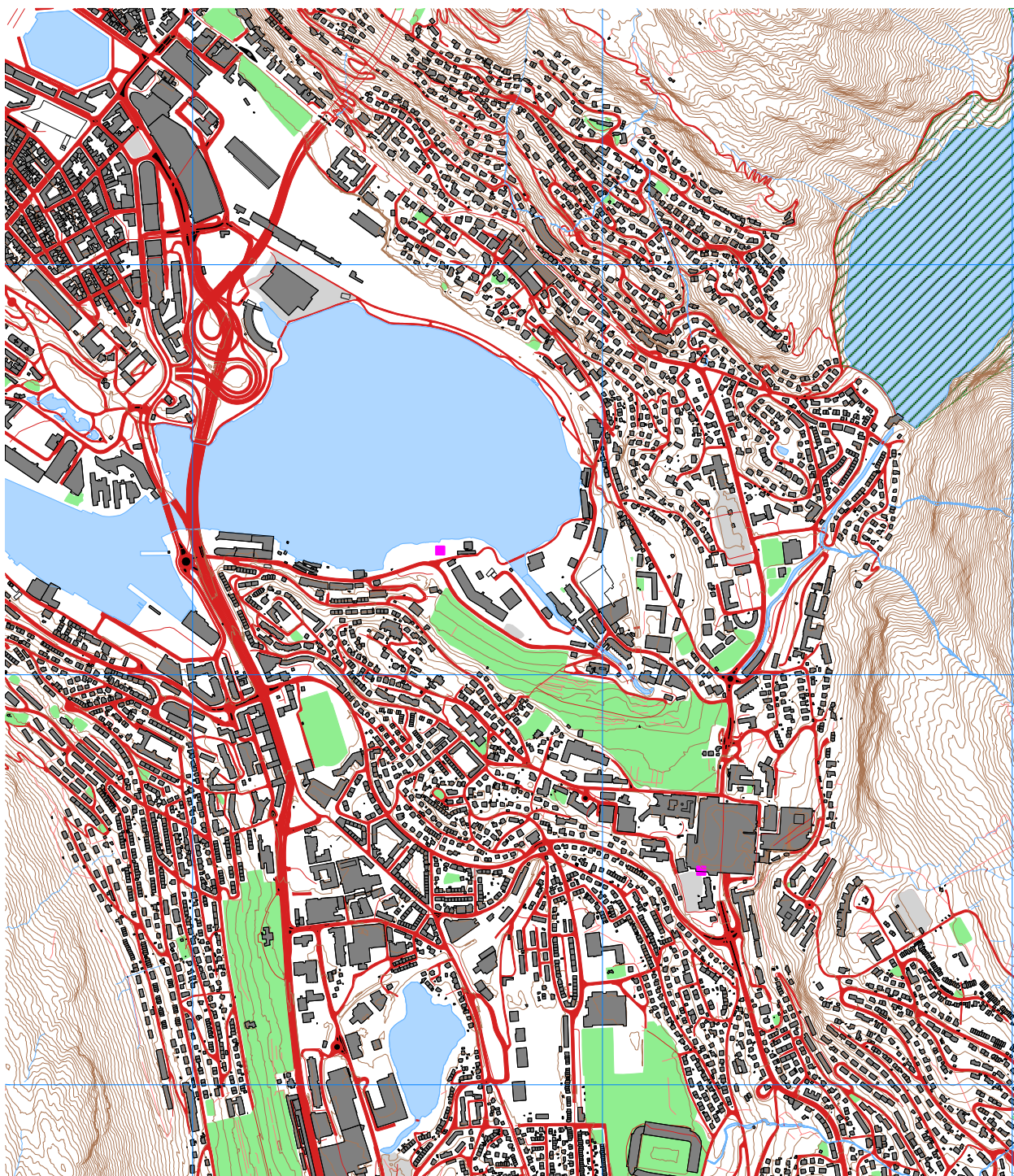
Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC, befolkningens behov for informasjon og som grunnlag for handlingsplaner. Forskriften gir i vedlegg minstekrav til hva som skal beregnes og rapporteres. Denne del av kartleggingen gjelder for utendørs nivå og det er krav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

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

4 OMGIVELSER

4.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kart er levert av Norsk Eiendomsinformasjon AS fra Statens kartverk sin serie N5. Kartet er i koordinatsystemer UTM Euref 89 i sone 32.



Figur 4-1. Oversikt over området rundt landingsplassene. Målestokk 1:15 000.

4.2 Digital terrengmodell

Digital terrengmodell er tidligere levert av Avinor for hele landet. 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 25 meter avstand mellom hvert punkt i nordlig og østlig retning.

Havnivå (terrenghøyde 0), som f.eks. Store Lungegårdsvann, legges automatisk inn som akustisk "hard" flate. I tillegg er det lagt inn hard flate for et område rundt landingsplassen ved basen på Grønneviksøren, med høyde 2 meter. Taket på sykehuset er på tilsvarende også lagt inn som hard flate, med høyde 75.5 meter.

Beregningsprogrammet NORTIM er til en viss grad i stand til å ta hensyn til skjermvirkning. Høyblokken ved sykehuset er derfor lagt inn som en akustisk skjerm.

5.3 Rullebaner

Landingsplassene legges av tekniske årsaker inn som "rullebaner" i NORTIM, med en lengde på 20 meter. Det legges inn en rullebane for hver hovedretning. Koordinatene er gitt i tabellen under.

Tabell 4-1. Koordinater for rullebanene

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Direction	Length
ENBG_E	298594	6699303	298614	6699303	90	20
ENBG_W	298614	6699303	298594	6699303	270	20
HUS_N	299241	6698512	299241	6698532	0	20
HUS_S	299241	6698532	299241	6698512	180	20

Merk: Forkortelsene "ENBG" og "HUS" er benyttet i resten av rapporten for hhv. basen på Grønneviksøren og landingsplassen på Haukeland universitetssykehus.

5 TRAFIKK

I henhold til retningslinje T-1442 skal beregningen inkludere trafikk for et helt år, og 2012 er valgt som grunnlagsår. Trafikkgrunnlaget som er benyttet angir antall operasjoner (landinger og avganger) fordelt på dag/kveld/natt for de to landingsplassene (sykehuset og basen). Det er også angitt hvilken base helikoptrene tilhører. Tabellene under oppsummerer trafikk tallene for 2012.

Tabell 5-1. Totalt antall landinger (LA) og avganger (TO).

TO_LA	HUS	ENBG	Totalt
LA	305	1105	1410
TO	299	1128	1427

Tabell 5-2. Antall landinger og avganger fordelt på dag/kveld/natt.

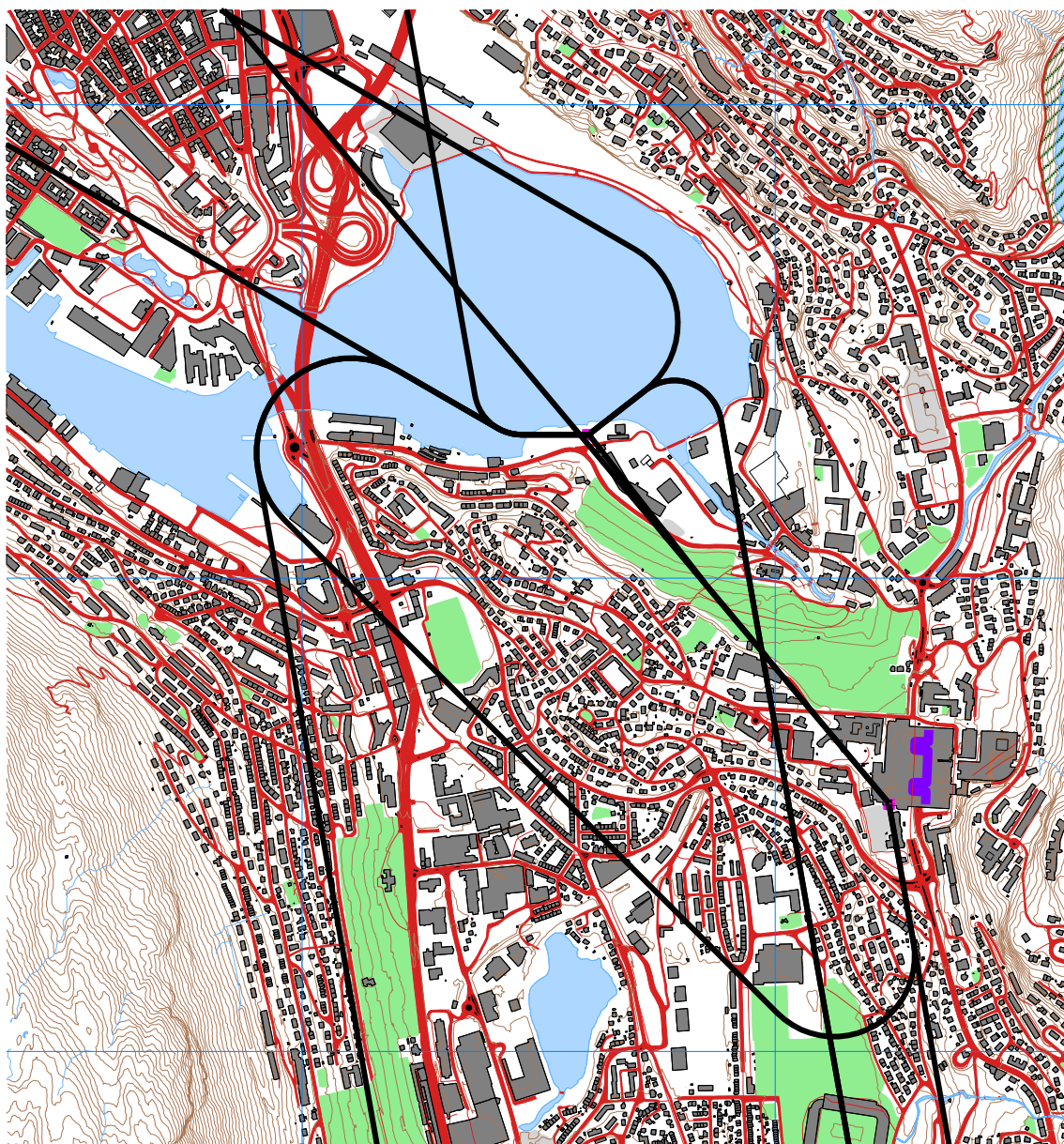
	SumOp	Dag		Kveld		Natt	
		LA	TO	LA	TO	LA	TO
ENBG	2233	37 %	39 %	7 %	7 %	5 %	5 %
HUS	604	38 %	39 %	5 %	5 %	7 %	6 %

Det er antatt at flygningene i all hovedsak skjer med helikoptertypen EC135. I beregningen er det lagt inn ca. 2.5 % flygningene til/fra basen på Grønneviksøren skjer med tungt helikopter (Sea King, S61).

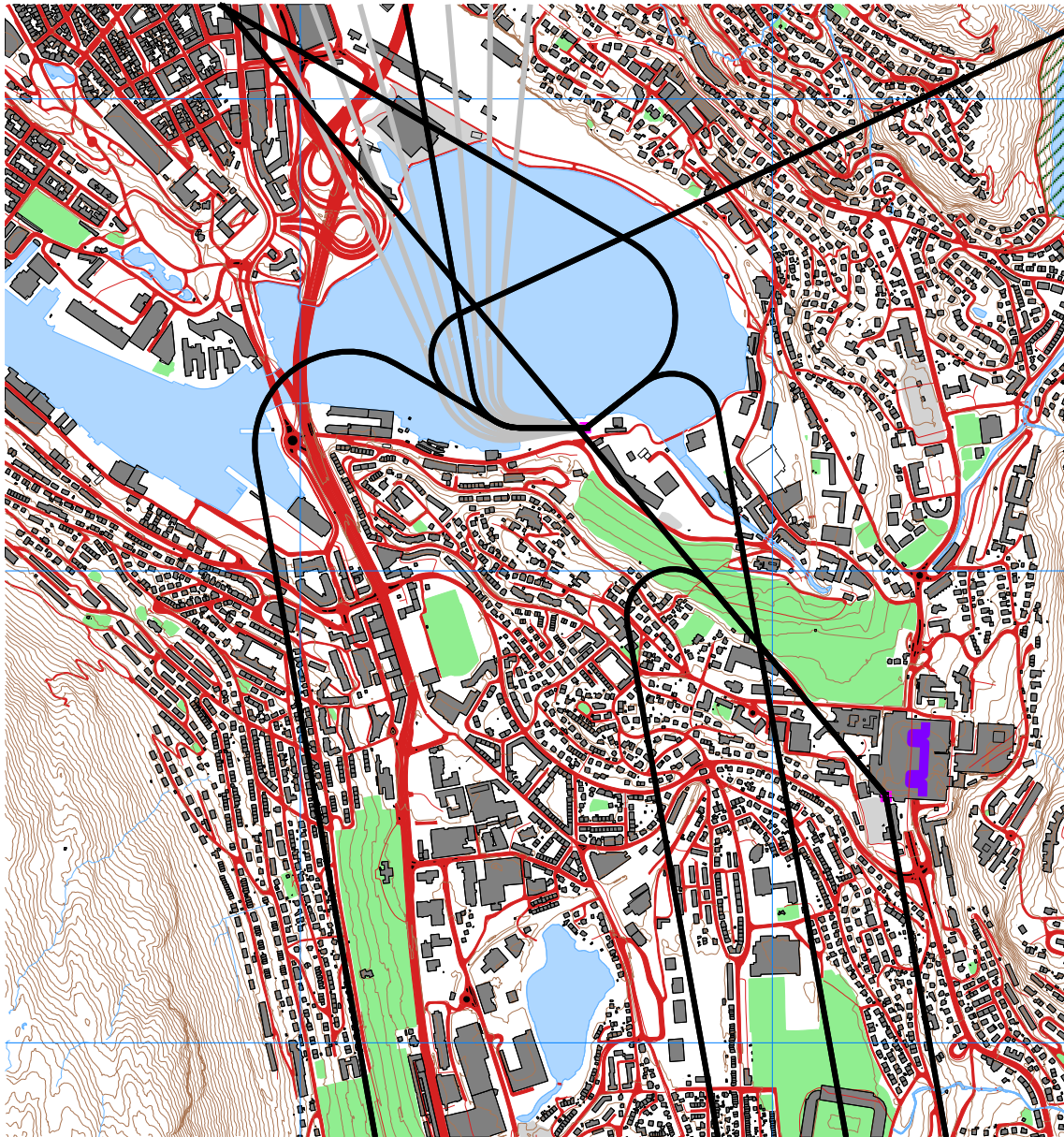
For prognosen er det lagt inn total trafikkmengde som angitt i konsesjonssøknad, dvs. 1600 bevegelser ved sykehuset og 2600 bevegelser ved basen. Dette gjøres ved en enkel skalering av trafikken for 2012.

6 OPERASJONSMØNSTER

For landingsplassen ved sykehuset er det antatt at 60 % av flygningene skjer i retning nordvest, mens 40 % skjer i retning sør. For basen på Grønneviksøren er det antatt at 40 % av trafikker skjer i vestre korridor, mens 60 % skjer i nordøstre korridor. Figurene på de neste sidene viser traséene som benyttes.



Figur 6-1. Traséer for flygninger knyttet til lokal base. M 1:15 000.



Figur 6-2. Traséer for flygninger knyttet til andre baser. M 1:15 000.

Trafikken på traséene fordeles på en hovedtrasé (som vist i figurene) og seks tilhørende traséer som representerer lateral spredning. Et eksempel på slik spredning er vist for én trasé i figuren over. Trafikken fordeles på hovedtrasé og spredetraséer i henhold til en standard [19].

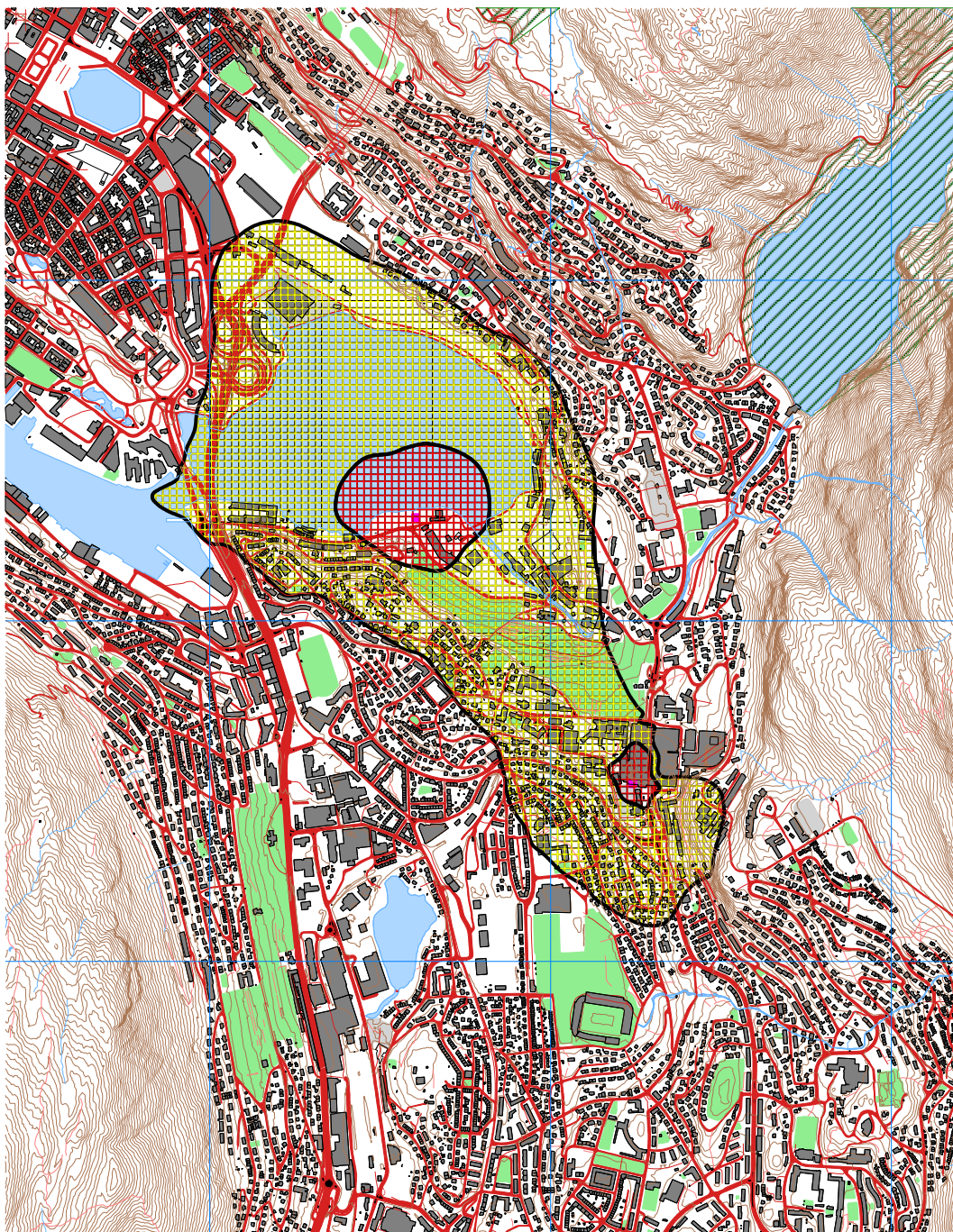
Det er lagt inn høydeprofiler for flygningene etter følgende kriterier:

- Avgang: Beste klatrate benyttes.
- Landing: Gjennomsynkning 600 fot per minutt.
- Retur fra sykehus til base (retning nordvest): Maksimum 500 ft over bakke, hastighet 60 kt.
- Retur fra sykehus til base (retning sør): Typisk 500 ft over bakke, hastighet 90 kt.

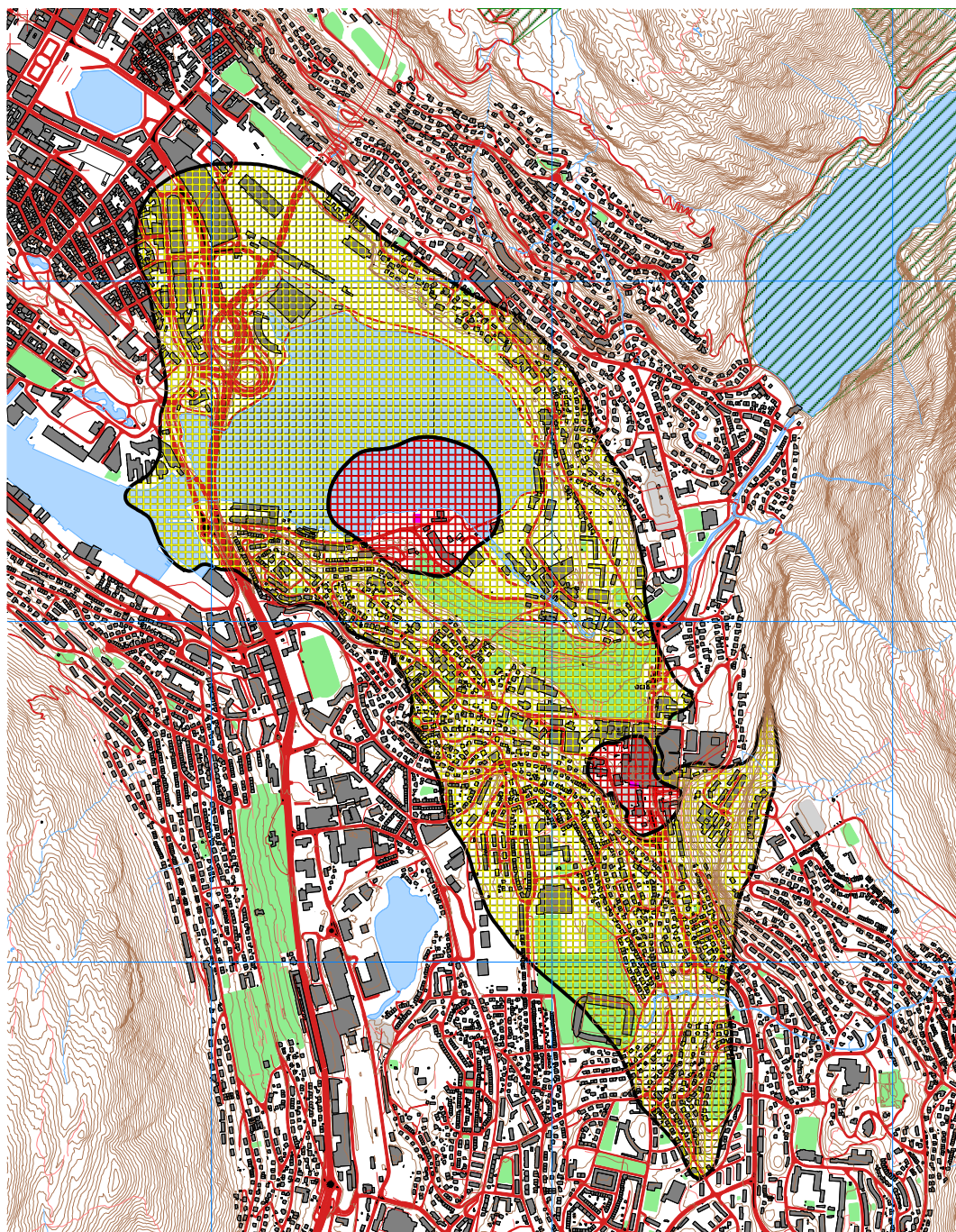
7 BEREGNINGRESULTATER

7.1 Støysoner

Beregninger som danner grunnlag for støysoner er foretatt i regulær grid med en punkttetthet på 64 fot, tilsvarende 19.5 meter, og med en mottakerhøyde på 4 meter (jf. retningslinje T-1442/2012).



Figur 7-1. Gul og rød støysoner for dagens situasjon. Målestokk 1:20 000.



Figur 7-2. Gul og rød støysone for trafikk i hht. konsesjonssøknad. Målestokk 1:20 000.

I henhold til retningslinje T-1442/2012 skal støysonekartet som oversendes kommunen være en "verste-tilfelle-kombinasjon" av dagens situasjon og prognosen. I dette tilfellet, hvor forskjellen mellom disse er en ren trafikkøkning, vil støysonene for prognosen (Figur 7-2) utgjøre de endelige støysonene.

Tabell 7-1. Areal av gul og rød støysone.

	Gul (daa)	Rød (daa)
Dagens situasjon	1377	143
Prognosesituasjon	2276	200

7.2 Innendørs støynivå – Kartlegging og tiltak

Det er i tillegg gjort punktregninger for alle bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor beregningsområdet. Koordinater for disse bygningene er hentet fra Norsk Eiendomsregister (GAB). Beregningshøyden er 4 meter, jf. retningslinje T-1442/2012.

Jf. Tabell 3-3 korresponderer kartleggingsgrense i henhold til forurensningsforskriften med et utendørs nivå på $L_{Aeq,24h}$ på 53 dBA for propellfly. Denne grensen er også benyttet for helikopter ettersom de to rotorene er de dominerende støykildene. For kartlegging i områder med andre kilder til stede (som støyer like mye) er grensen 3 dB lavere. Tentativ tiltaksgrense tilsvarer utendørs $L_{Aeq,24h}$ på 60 dBA.

De følgende tabellene viser hvor mange støyømfintlige bygninger som befinner seg innenfor grensene for dagens situasjon og prognosesituasjonen. Detaljerte lister vil oversendes oppdragsgiver separat og er unntatt offentlighet. Ut fra et gjennomsnitt av antall personer som bor i forskjellige typer boliger er det beregnet hvor mange mennesker som er bosatt innenfor de gitte støyintervaller.

Tabell 7-2. Antall bosatte, boliger, undervisnings- og helseinstitusjoner innenfor kartleggingsnivå for dagens situasjon.

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions
50.0 -- 53.0	1586	206	9	9
53.0 -- 60.0	1328	51		6
60.0 ->				1

Tabell 7-3. Antall bosatte, boliger, undervisnings- og helseinstitusjoner innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjon.

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions
50.0 -- 53.0	2738	331	15	1
53.0 -- 60.0	2262	223	7	14
60.0 ->				3

7.3 Kartlegging av utendørs støynivå

Basert på de samme beregninger som omtalt over, er det også gjort optellinger innenfor intervaller av støyenhetene L_{den} og L_{night} , samt gul/rød støysone.

Tabell 7-4. Antall bosatte, boliger, undervisnings- og helseinstitusjoner innenfor gul og rød støysone for dagens situasjon.

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions
Gul sone	4156	456	15	19
Rød sone				2

Tabell 7-5. Antall bosatte, boliger, undervisnings- og helseinstitusjoner innenfor gul og rød støysone for prognosesituasjon.

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions
Gul sone	8616	979	37	20
Rød sone				7

Tabell 7-6. Antall bosatte, boliger, undervisnings- og helseinstitusjoner innenfor 5 dB trinn av L_{den} for dagens situasjon.

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions
50.0 -- 55.0	7857	867	38	15
55.0 -- 60.0	1801	130	4	13
60.0 -- 65.0	5	1		2
65.0 -- 70.0				
70.0 -- 75.0				
75.0 ->				

Tabell 7-7. Antall bosatte, boliger, undervisnings- og helseinstitusjoner innenfor 5 dB trinn av L_{den} for prognosesituasjon.

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions
50.0 -- 55.0	18673	2197	91	27
55.0 -- 60.0	3725	350	16	9
60.0 -- 65.0	139	20		6
65.0 -- 70.0				2
70.0 -- 75.0				
75.0 ->				

Tabell 7-8. Antall bosatte, boliger, undervisnings- og helseinstitusjoner utsatt for utendørs støy på natten (L_{night}) over 50 dBA for dagens situasjon.

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions
50.0 -- 55.0	116	11		6
55.0 -- 60.0				1
60.0 -- 65.0				
65.0 -- 70.0				
70.0 ->				

Tabell 7-9. Antall bosatte, boliger, undervisnings- og helseinstitusjoner utsatt for utendørs støy på natten (L_{night}) over 50 dBA for prognosesituasjon.

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions
50.0 -- 55.0	1016	80	2	7
55.0 -- 60.0				4
60.0 -- 65.0				1
65.0 -- 70.0				
70.0 ->				

8 LITTERATUR

- [1] B. Griefahn:
MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE.
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, K. H. Liasjø, I. Granøien, J. M. Fields:
RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU.
ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990
- [5] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien:
RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.
SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994
- [6] A. Krokstad, O. Kr. Ø. Pettersen, S. Å. Storeheier:
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, 26. januar 2005
<http://odin.dep.no/md/norsk/dok/regelverk/retningslinjer/022051-200016/dok-bn.html>
- [8] Statens Forurensningstilsyn:
VEILEDER TIL MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (STØYRETNINGSLINJEN).
Publikasjon TA-2115/2005. Oslo august 2005
<http://www.sft.no/publikasjoner/luft/2115/ta2115.pdf>
- [9] H. Olsen, K. H. Liasjø, 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] Rolf Tore Randeberg, Herold Olsen, Idar L N Granøien:
NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION.
Report SINTEF A1683, Trondheim, 22. June 2007
- [11] Idar L N Granøien, Rolf Tore Randeberg, Herold 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, 16 December 2002

- [12] B. Plovsing, J. Kragh:
Nord2000. COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL.
DELTA Report, Lyngby, 31 Dec 2000
- [13] S Å Storeheier, R T Randeberg, I L N Granøien, H Olsen, A Ustad:
AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY
OF RESULTS.
SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, 3 March 2002
- [14] G. G.: Flemming et. al.:
INTEGRATED NOISE MODEL (INM) VERSION 6.0 TECHNICAL MANUAL.
U.S. Department of Transportation, Report No.: FAA-AEE-01-04, Washington DC, June 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, February 1990
- [16] Miljøverndepartementet:
FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN).
Forskrift FOR-2004-06-01-931, Oslo, juni 2004
<http://www.lovdata.no/for/sf/md/md-20040601-0931.html>
(Del 2, kapittel 5)
- [17] Arild 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] Kåre H. Liasjø:
MØTE OM KARTLEGGING AV FLYSTØY I HENHOLD TIL FORSKRIFTEN TIL
FORURENSNINGSLOVEN.
Referat fra møte i SFT Oslo, 25 juni 1999
- [19] REPORT ON STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL
AIRPORTS. VOLUME 2: TECHNICAL GUIDE.
ECAC.CEAC Doc.29 3rd Edition, Strasbourg, 07/12/2005.
- [20] Idar Ludvig Nilsen Granøien:
BEREGNING MED NORTIM AV HELIKOPTERSTØY FRA LANDINGSPLASS VED
HAUKELAND SYKEHUS.
SINTEF Rapport STF90 A04030, Trondheim, mars 2004.
- [21] Sigurd Solberg:
LANDINGSPLASS VED HAUKELAND SYKEHUS – STØYVURDERING.
Kilde Akustikk rapport 1852 – 1, Voss, april 2004.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no