

Rapport

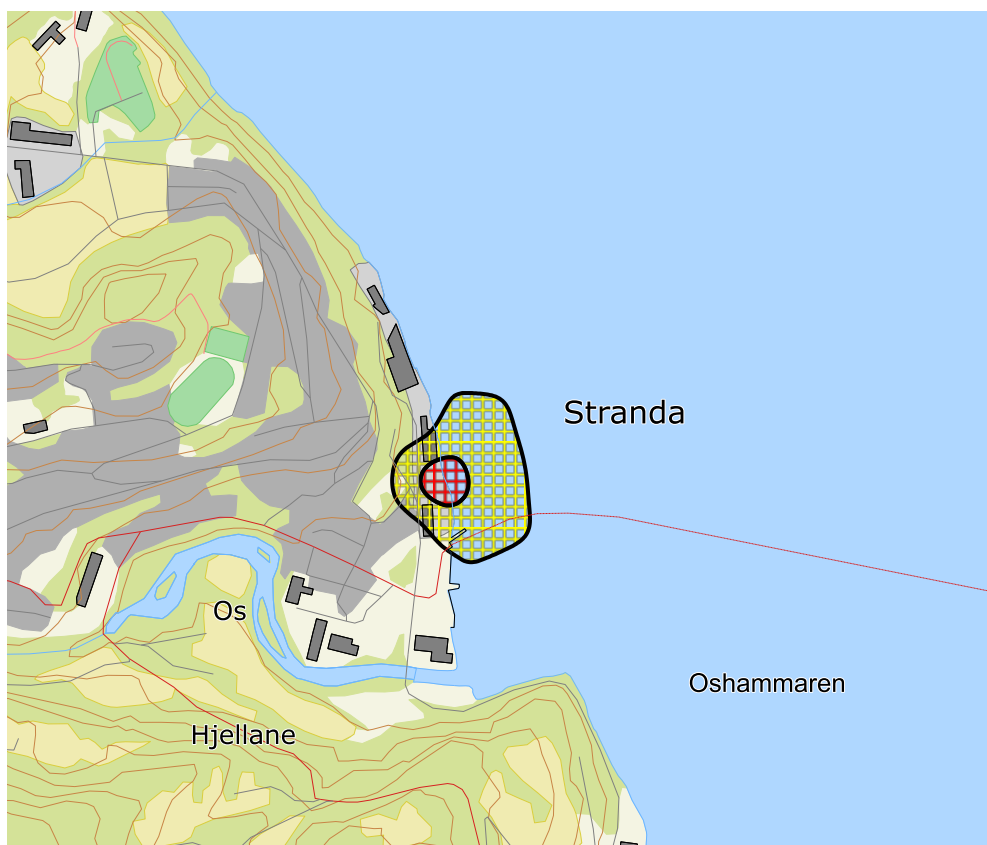
Støysoner for tre helikopterlandingsplasser i Stranda kommune

Etter retningslinje T-1442/2016

Forfatter(e)

Truls Berge

Rolf T. Randeberg



SINTEF Digital

Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: [Institute Phone]
E-mail: info@sintef.no

Foretaksregister:
919 303 808 MVA

Rapport

Støysoner for tre helikopterlandingsplasser i Stranda kommune

| RAPPORTNR | PROSJEKTNR | VERSJON | DATO |
|------------|------------|---------|------------|
| 2019:00245 | 102019560 | 1 | 2019-02-20 |

EMNEORD:

Akustikk; Fly; Støy

FORFATTER(E)Truls Berge
Rolf T. Randeberg**OPPDRA GSGIVER(E)**

Stranda kommune

OPPDRA GSGIVERS REF.

Asle Johan Bergseth Konnerth

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

33

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

ISBN

978-82-14-06836-8

SAMMENDRAG

Denne rapporten viser grunnlag for og resultater fra beregninger av helikopterstøy for tre landingsplasser i Stranda kommune etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2016.

Beregning av støy er utført med NORTIM 4.5 som tar hensyn til topografien ved beregning av lydutbredelse.

**UTARBEIDET AV**

Truls Berge

KONTROLLERT AV

Herold Olsen

GODKJENT AV

Erik Swendgaard

Innholdsfortegnelse

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Innledning | 4 |
| 2 | Generelt om flystøy | 5 |
| 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 |
| 3 | Miljøverndepartementets retningslinje | 8 |
| 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 | 10 |
| 3.3.2 | Beregningsprogrammet NORTIM | 10 |
| 4 | Kartlegging i henhold til forskrift til forurensingsloven | 11 |
| 4.1 | Innendørs støy | 11 |
| 4.1.1 | Beregning med normtall for fasadedempning | 11 |
| 4.1.2 | Beregning med frekvensspekter | 11 |
| 4.2 | Strategisk støykartlegging | 12 |
| 5 | Omgivelser | 13 |
| 6 | Aktiviteten ved landingsplassene | 14 |
| 6.1 | Sentrum | 14 |
| 6.2 | Beredskapssenteret | 14 |
| 6.3 | Kjølen gjenvinningsstasjon | 14 |
| 7 | Inn- og utflygingstraséer | 15 |
| 7.1 | Sentrum | 15 |
| 7.2 | Beredskapssenteret | 16 |
| 7.3 | Kjølen gjenvinningsstasjon | 17 |
| 8 | Beregningsparametere | 18 |
| 8.1 | Beregningsenheter | 18 |
| 8.2 | Beregning i enkeltpunkt | 18 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 8.3 | NORTIM beregningskontroll..... | 18 |
| 9 | Resultater relatert til retningslinje T-1442/2016 | 19 |
| 9.1 | Støysonekart for dagens situasjon..... | 19 |
| 9.2 | Kartlegging av stille soner | 23 |
| 10 | Resultater relatert til forurensningsloven | 25 |
| 10.1 | Kartlegging av innendørs støynivå..... | 25 |
| 10.2 | Kartlegging av utendørs støynivå..... | 27 |
| 11 | Litteratur..... | 32 |

1 Innledning

På oppdrag for Stranda kommune har SINTEF Digital gjennomført beregninger av støysonekart etter retningslinje T-1442/2016 for tre helikopterlandingsplasser i kommunen, tilknyttet aktivitet i forbindelse med Åknes/Tafjord-prosjektet. De tre landingsplassene er:

- Sentrum
- Beredskapssenteret
- Kjølen gjenvinningsstasjon

Den forrige beregningen [1] ble utført for to av disse landingsplassene, Sentrum og Beredskapssenteret. Beregningene er gjort med trafikk i henhold til oppdaterte konsesjonsvilkår gitt av Luftfartstilsynet. Med unntak av Sentrum er inn- og utflygingstraséer ikke basert på den forrige beregningen, men på innspill fra operatørene og Stranda kommune.

Grunnlaget for beregningen, inkludert trafikkmengder og -fordelinger, plassering av landingsplasser, inn- og utflygingstraséer har vært til kvalitetskontroll hos Stranda kommune.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Asle Johan Bergseth Konnerth. Ved SINTEF Digital er oppdraget behandlet av Truls Berge og Rolf Tore Randeberg, med sistnevnte som prosjektleder.

2 Generelt om flystøy

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

2.1 Akustiske størrelser

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

2.2 Flystøyens egenskaper og virkninger

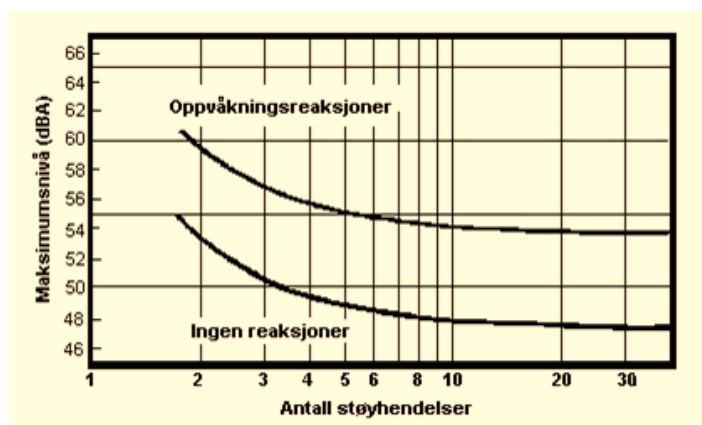
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

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

2.2.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

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

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



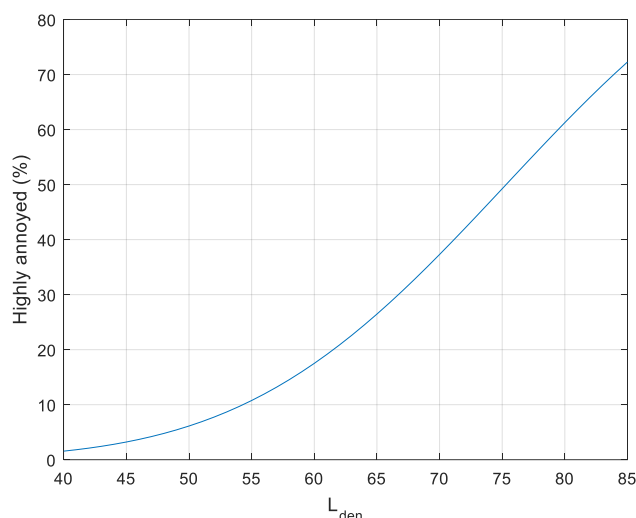
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [2].

Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjans 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 **ulemper** som en opplever at flystøyen medfører i den perioden man er våken. De mest vanlige beskrivelser er knyttet til **stress og irritasjon**, samt **forstyrrelser ved samtale og lytting** til TV/radio og musikk. Kartlegging av folks reaksjoner gjøres normalt gjennom spørreundersøkelser og man søker å finne resultater som er representative for gjennomsnittet av befolkningsgrupper. Slike undersøkelser har vært gjennomført i stor skala både internasjonalt og i Norge.

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



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

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

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

3 Miljøverndepartementets retningslinje

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

3.1 Måleenheter

L_{den} er det mål som EU har innført som en felles måleenhet for ekvivalentnivå. Måleenheten legger forskjellig vekt på en støyhendelse i forhold til når på døgnet hendelsen forekommer. På kveld legges det til 5 dB til den reelle støyen og på natt adderes 10 dB. Et tillegg på 5 dB på ekvivalentnivået tilsvarer at ett fly på kveld teller som drøyt tre på dagtid, mens ett fly på natt teller som ti på dag. T-1442/2016 følger den internasjonalt mest vanlige inndelingen av døgnet ved at dagtid er definert fra kl. 07 til 19, kveld er mellom kl. 19 og 23, mens natta strekker seg fra kl. 23 til 07.

Maksimumsnivået L_{5AS} er i [7] definert som det lydnivå "som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs. et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser". Denne enheten kommer bare til anvendelse for hendelser som forekommer på natt mellom 23 og 07, og var ment å skulle erstatte måleenheten MFN på natt. L_{5AS} vil imidlertid ikke identifisere de nivå som kan skape problem for søvnforstyrrelse relatert til Figur 2-1. Antallet "hendelser" vil kunne variere fra flyplass til flyplass og fra område til område ved en og samme flyplass. Når dimensjonerende nivå defineres til å være en prosentdel, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representerer.

Retningslinje T-1442/2016 definerer ikke begrepet "hendelse". Det betyr at det ikke er gitt hvor mye støy som skal til for at man skal inkludere noe som en hendelse. I veilederen til T-1442/2016 [7] er det angitt at L_{5AS} beregnes som MFN_{23-07} .

3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442/2016 definerer to støysoner, gul og rød sone, til bruk i arealplanlegging. I tillegg benyttes betegnelsen *hvit sone* om området utenfor støysonene. Kommunene anbefales også å etablere *grønne soner* på sine kart for å markere *stille områder som etter kommunens vurdering er viktige for natur- og friluftsinnteresser*. Hvit og grønn sone skal med andre ord ikke betraktes som støysoner.

3.2.1 Definisjon av støysoner

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

De to støysonene er i retningslinjen definert som vist i Figur 3-1. Det fremgår at hver sone defineres med to kriterier. Hvis ett av kriteriene er oppfylt på et sted, så faller stedet innenfor den aktuelle sonen – det er med andre ord et "eller" mellom kolonnene.

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

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

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

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

3.2.3 Kartlegging av stille områder

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

3.3 Beregningsmetode

Vurdering av flystøy etter Miljøverndepartementets retningslinjer gjøres kun mot støysonegrenser som er beregnet, dvs. at man ikke benytter målinger lokalt for å fastsette hvor grensene skal gå. Den beregningsmodellen som benyttes i Norge (se avsnitt 3.3.2), er imidlertid basert på en database som representerer en sammenfatning av et omfattende antall målinger. Skulle beregningene vært erstattet med målinger, så måtte det gjøres meget lange måleserier for å oppnå samme presisjonsnivå som det beregningsprogrammet gir.

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

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

Veilederen til T-1442/2016 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC [8] om at det skal benyttes et årsmiddel av trafikken. Det betyr at støysoner skal representere et middeldøgn for hele året. Dersom trafikken er sterkt sesongpreget (turisttrafikk) brukes gjennomsnitt av de tre måneder som har mest trafikk. Militære øvelser som forekommer minst annethvert år, skal inngå i trafikkgrunnlaget.

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [9, 10] eller spesialutgaver av dette (REGTIM og RADTIM). Programmene er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndighetene. Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater.

NORTIM beregner i en og samme operasjon de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjen L_{den} og MFN_{23-07} (som erstatning for L_{5AS}). Andre støymål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, L_{Aeq} , for hvert døgnssegment i det dimensjonerende middeldøgn. Beregningsresultatene fremkommer i tabellariske oversikter og/eller som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

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

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

Ved bruk av en liste over substitutter for flytyper som ikke inngår i databasen, kan det beregnes støy fra omlag 650 forskjellige typer fly. I tillegg er det mulig å legge inn brukerdefinerte data for fly- og helikoptertyper som ikke er definert i databasen. I slike situasjoner hentes data fra andre anerkjente kilder eller egne målinger.

4 Kartlegging i henhold til forskrift til 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 [18].

4.1 Innendørs støy

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

4.1.1 Beregning med normtall for fasadedempning

Flystøy beregnes primært for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Ettersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt utredning om fasadeisolasjon [19], som er revidert av Brekke og Strand [20], er det valgt tre forskjellige normtall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Tabell 4-1 viser grenseverdiene for beregnet utendørs døgnkvivalent 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) |

Beregninger foretatt for offshore helikopter i den reviderte rapporten [20] viser tilsvarende fasadeisolasjon på minimum 23 dBA for bygningstyper oppført etter 1970. Målinger utført på bygninger rundt de to største offshorebasene har således vist eksempler på at fasadeisolasjon mot denne typen trafikk kan ligge i størrelsesorden 26 dBA [21].

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

4.1.2 Beregning med frekvensspekter

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

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

4.2 Strategisk støykartlegging

Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC [8], befolkningens behov for informasjon og som grunnlag for handlingsplaner. Forskriften gir i vedlegg minstekrav til hva som skal beregnes og rapporteres. Denne del av kartleggingen gjelder for utendørs nivå og det er krav til flere støykart, samt opptelling av antall boliger og andre bygninger med støyømfintlig bruksområde innenfor intervaller av støynivå for både L_{den} og L_{night} .

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

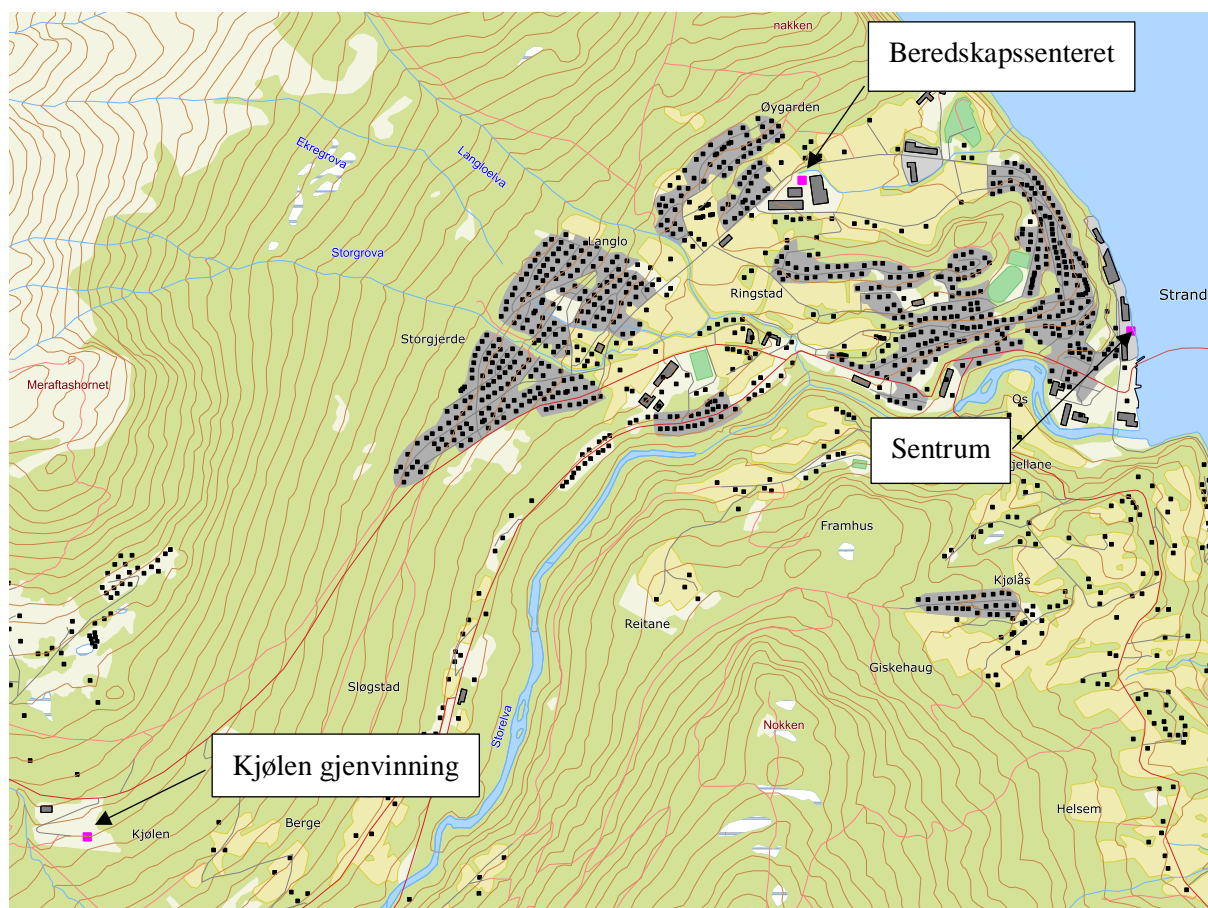
5 Omgivelser

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

Tabell 5-1 viser koordinater for landingsplassene Sentrum, Beredskapssenteret og Kjølen gjenvinningsstasjon. Alle kartkoordinater er gitt i UTM/EUREF Zone 33.

Tabell 5-1. Posisjoner til rullebaner.

| RWY | Sted | Fra øst | Fra nord | Til øst | Til nord | Retning | Lengde |
|-----|----------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|--------|
| H11 | Beredskapssenteret | 82103 | 6935295 | 82133 | 6935295 | 90 | 30 |
| H12 | Beredskapssenteret | 82133 | 6935295 | 82103 | 6935295 | 270 | 30 |
| H21 | Sentrum | 83346 | 6934725 | 83376 | 6934725 | 90 | 30 |
| H22 | Sentrum | 83376 | 6934725 | 83346 | 6934725 | 270 | 30 |
| H31 | Kjølen gjenvinningsstasjon | 79401 | 6932812 | 79431 | 6932812 | 90 | 30 |
| H32 | Kjølen gjenvinningsstasjon | 79431 | 6932812 | 79401 | 6932812 | 270 | 30 |



Figur 5-1. Landingsplassene i Sentrum, ved Beredskapssenteret, og ved Kjølensletta gjenvinningsstasjon, med omgivelser. Landingsplassene er markert rosa. M 1:20 000.

6 Aktiviteten ved landingsplassene

Stranda kommune har angitt de trafikkmengder og helikoptertyper som er aktuelle for de tre landingsplassene. Trafikken fordeles med 90 % på dagtid (07–19) og 10 % på kveld (19–23) for alle tre landingsplasser.

6.1 Sentrum

Tabell 6-1 viser antall bevegelser ved Sentrum. Alle bevegelser ved denne landingsplassen er med helikoptertypen SA350.

Tabell 6-1. Antall bevegelser for Sentrum.

| Type | Antall |
|---------|--------|
| Landing | 200 |
| Avgang | 200 |
| Totalt | 400 |

6.2 Beredskapssenteret

Tabell 6-2 viser antall bevegelser ved Beredskapssenteret. Alle bevegelser ved denne landingsplassen er med helikoptertypen SA350.

Tabell 6-2. Antall bevegelser for Beredskapssenteret.

| Type | Antall |
|---------|--------|
| Landing | 1250 |
| Avgang | 1250 |
| Totalt | 2500 |

6.3 Kjølen gjenvinningsstasjon

Tabell 6-3 viser antall bevegelser totalt ved Kjølen gjenvinningsstasjon og Tabell 6-4 antall bevegelser per type helikopter.

Tabell 6-3. Antall bevegelser for Kjølen gjenvinningsstasjon.

| Type | Antall |
|---------|--------|
| Landing | 1250 |
| Avgang | 1250 |
| Totalt | 2500 |

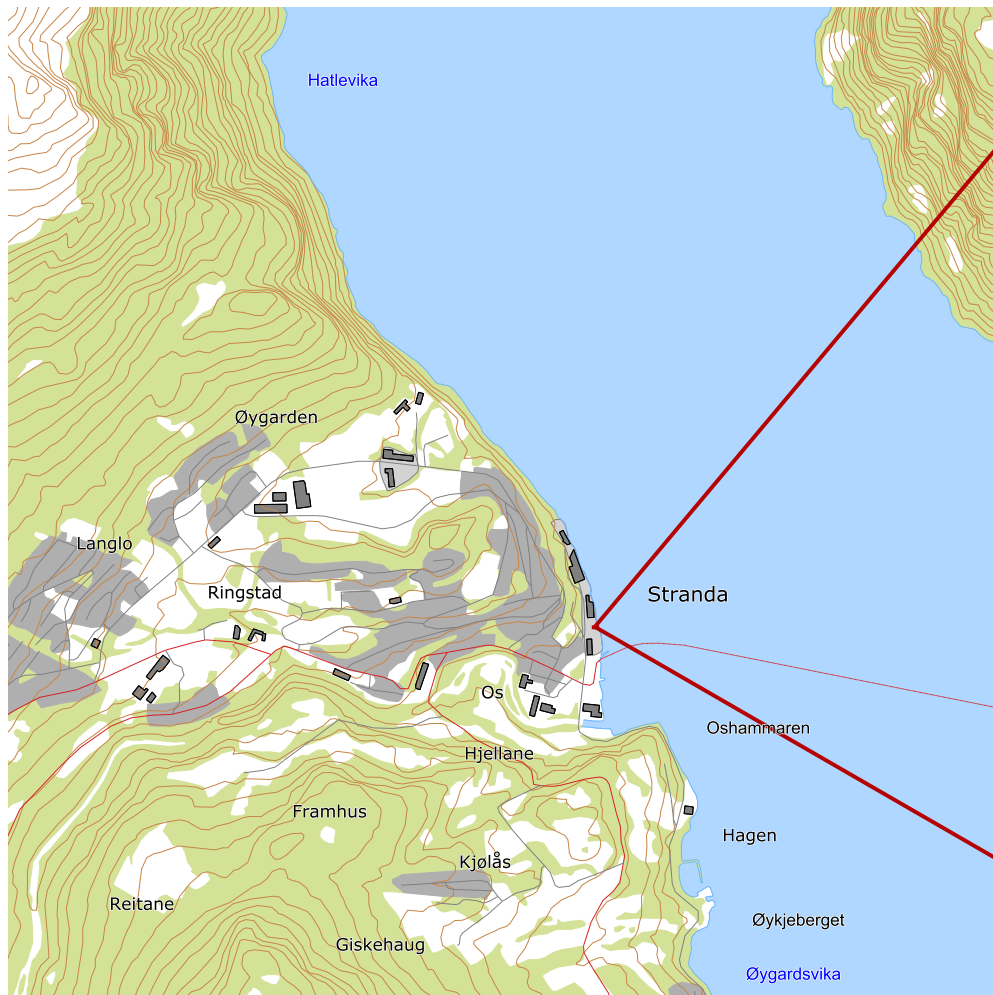
Tabell 6-4. Antall bevegelser per type helikopter for Kjølen gjenvinningsstasjon.

| Type | Antall |
|------------|--------|
| SA350 | 2400 |
| Super Puma | 100 |
| Totalt | 2500 |

7 Inn- og utflygingstraséer

7.1 Sentrum

Figur 7-1 viser traséer for inn- og utflyging fra helikopterlandingsplassen i Stranda sentrum.

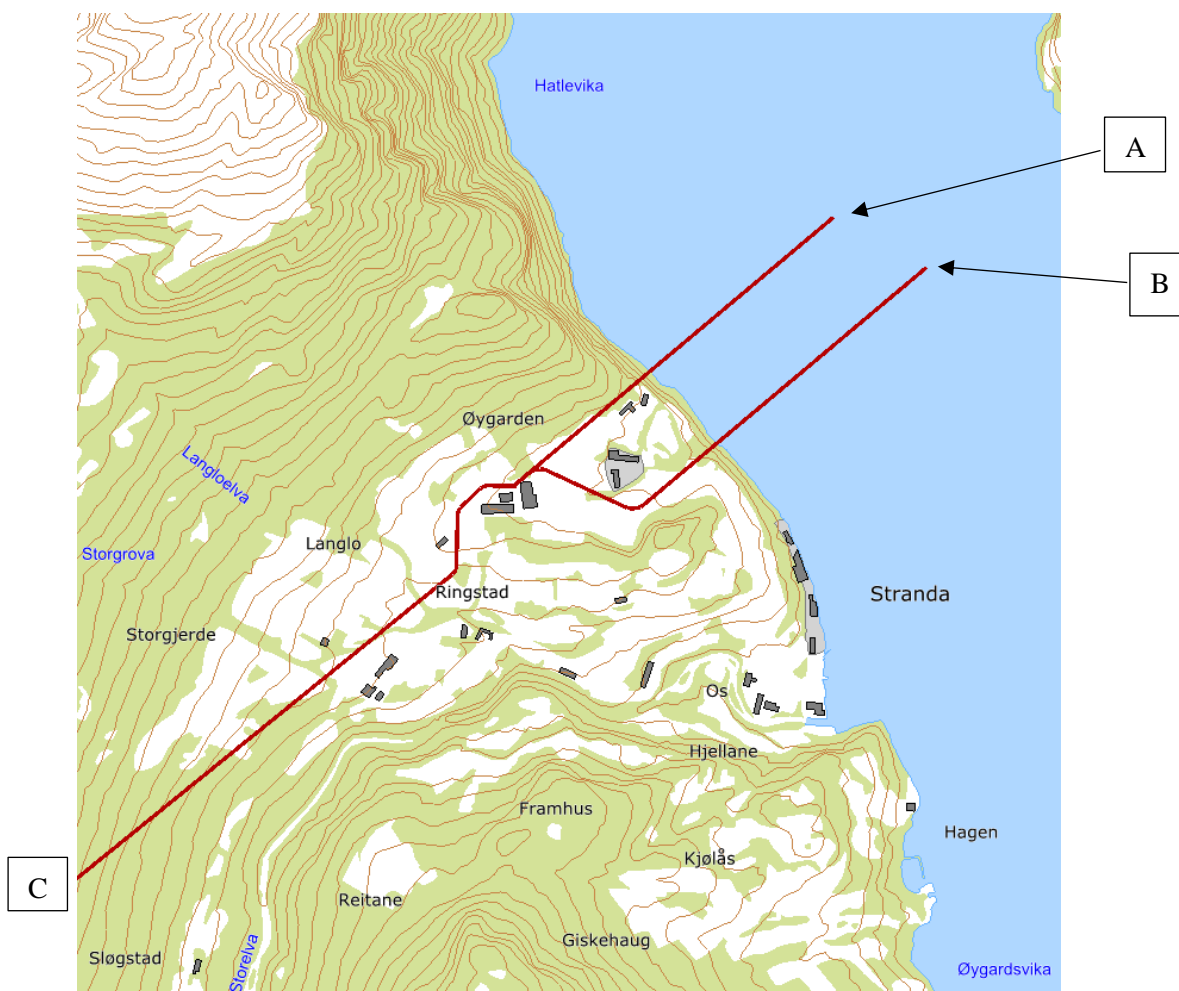


Figur 7-1. Traséer for helikopterlandingsplassen i Stranda sentrum. M 1:25 000.

Trafikken er antatt jevnt fordelt med 50 % på hver av de to traséene.

7.2 Beredskapssenteret

Figur 7-2 viser traséer for inn- og utflyging fra helikopterlandingsplassen ved Beredskapssenteret.



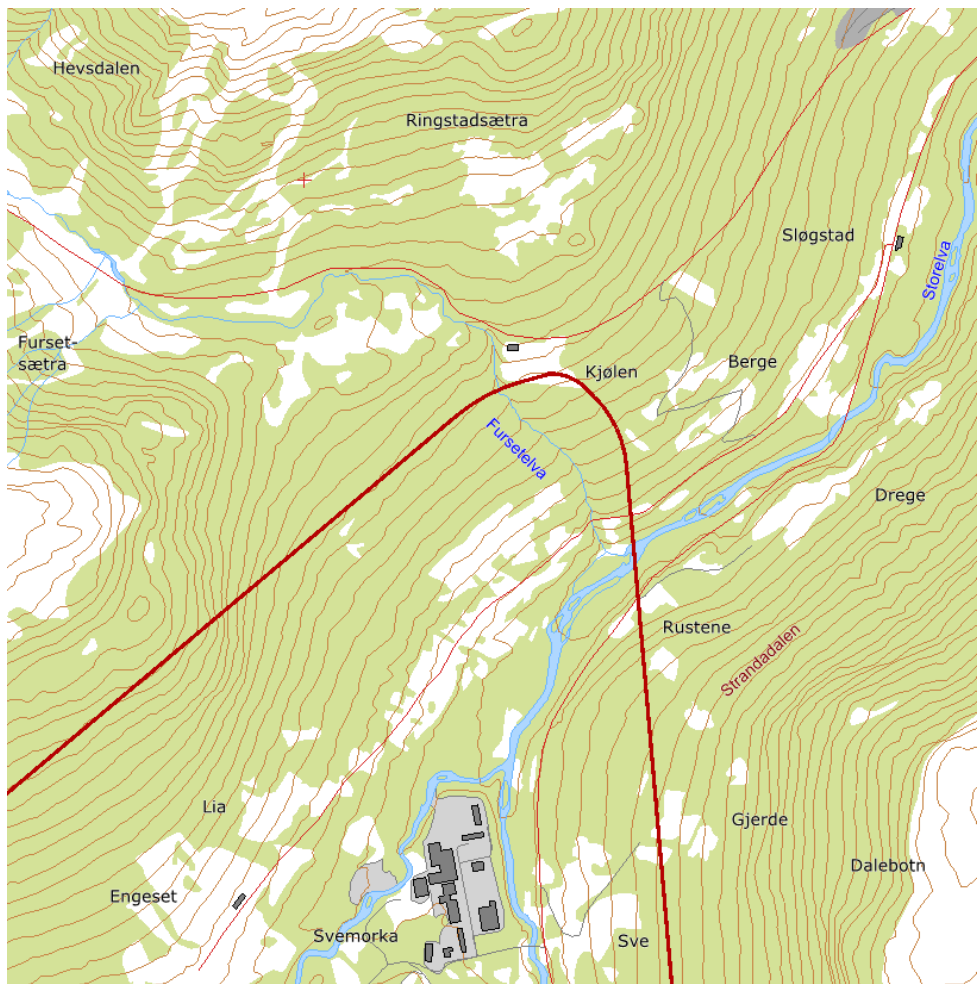
Figur 7-2. Traséer for helikopterlandingsplassen ved Beredskapssenteret. M 1:25 000.

Trafikken er antatt fordelt som følger:

- Avgang/landing H11/H12 – A: 60 %
- Avgang landing H11/H12 – B: 30 %
- Avgang/landing H12/H11 – C: 10 %

7.3 Kjølen gjenvinningsstasjon

Figur 7-3 viser foreslåtte traséer for inn- og utflyging fra helikopterlandingsplassen ved Kjølen gjenvinningsstasjon.



Figur 7-3. Traséer for helikopterlandingsplassen ved Kjølen gjenvinningsstasjon. M 1:25 000.

Trafikken er antatt jevnt fordelt med 50 % på hver av de to traséene.

8 Beregningsparametere

8.1 Beregningsenheter

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

8.2 Beregning i enkeltpunkt

Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert per 2018-12-06.

8.3 NORTIM beregningskontroll

Grunnlagsberegningene for T-1442 og kartlegging etter forurensningsforskriften foretas med en oppløsning på 64 fot (19,5 meter) mellom hvert punkt, og med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

9 Resultater relatert til retningslinje T-1442/2016

9.1 Støysonekart for dagens situasjon

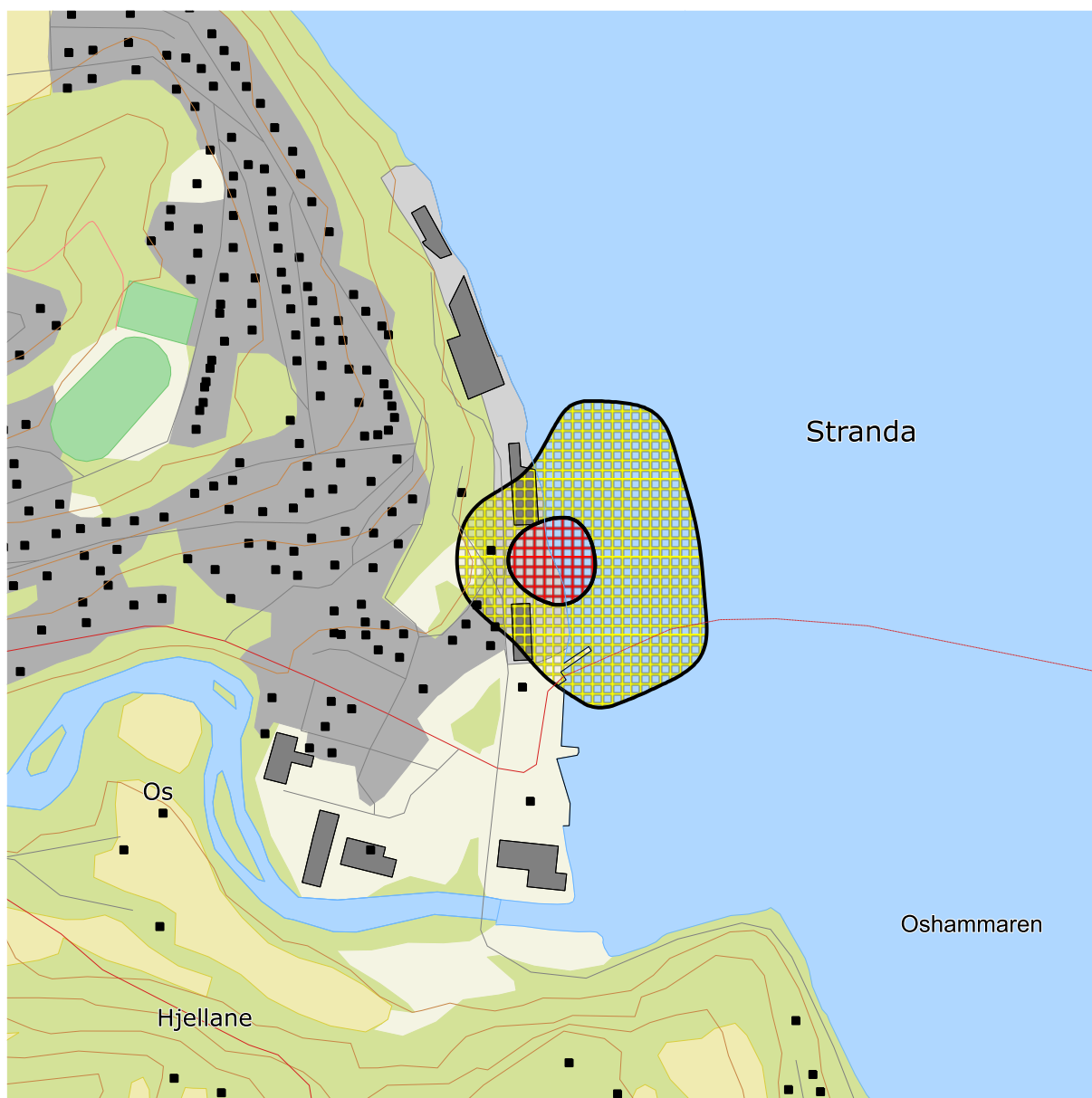
I henhold til retningslinjen skal støysonene settes sammen som en kombinasjon av støykonturer for L_{den} og L_{5AS} . Da det ikke er planlagt trafikk på natt er det bare ekvivalentnivået L_{den} som dimensjonerer støysonene.

Tabell 9-1 angir areal i dekar for henholdsvis rød og gul sone for de tre helikopterlandingsplassene.

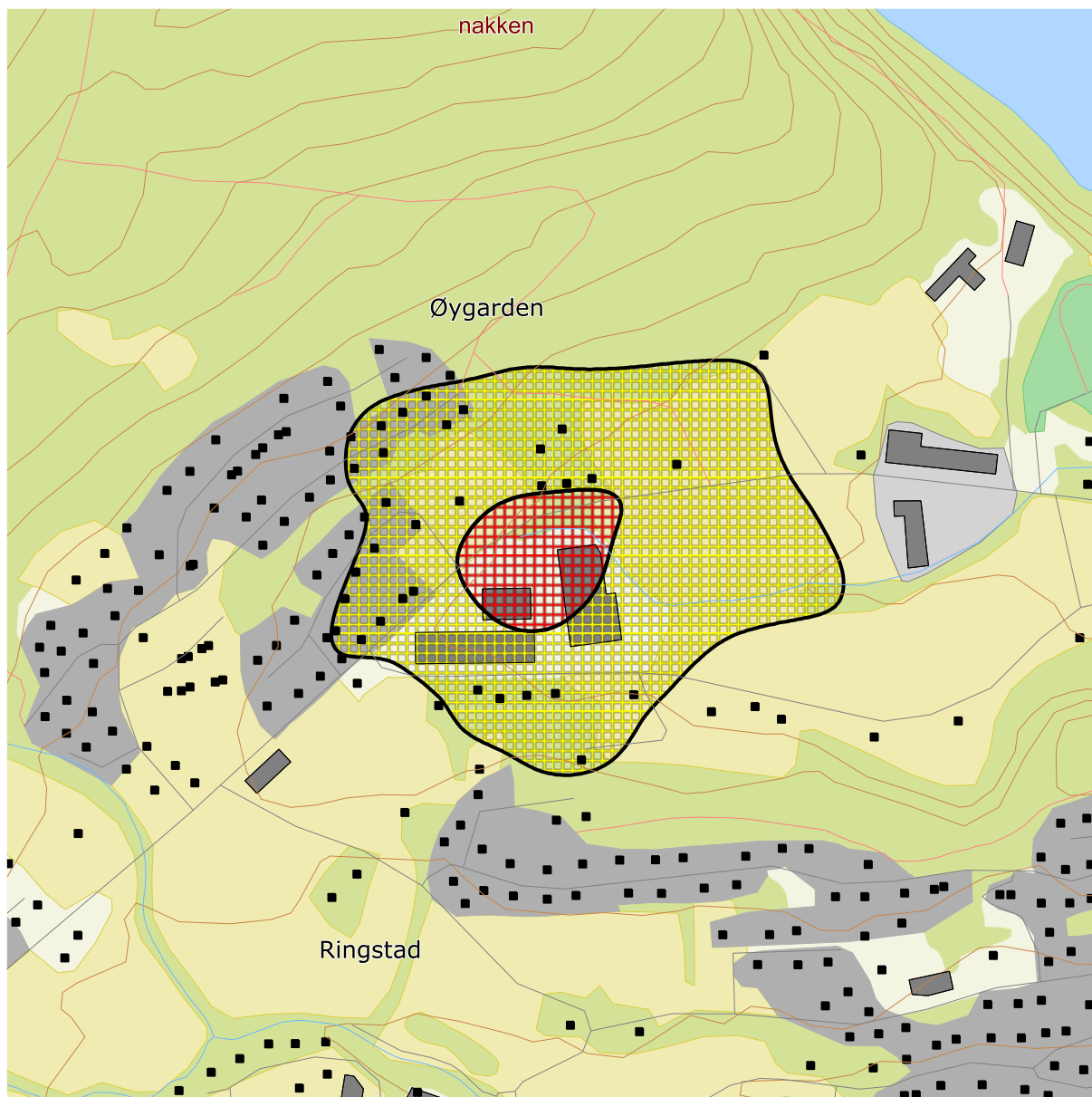
Figur 9-1 til Figur 9-3 viser støysonekart med rød og gul sone for landingsplassene ved henholdsvis Sentrum, Beredskapssenteret og Kjølen gjenvinningsstasjon. Yttergrense av gul sone er definert av L_{den} 52 dBA og yttergrense av rød sone tilsvarer L_{den} 62 dBA.

Tabell 9-1. Areal i støysoner.

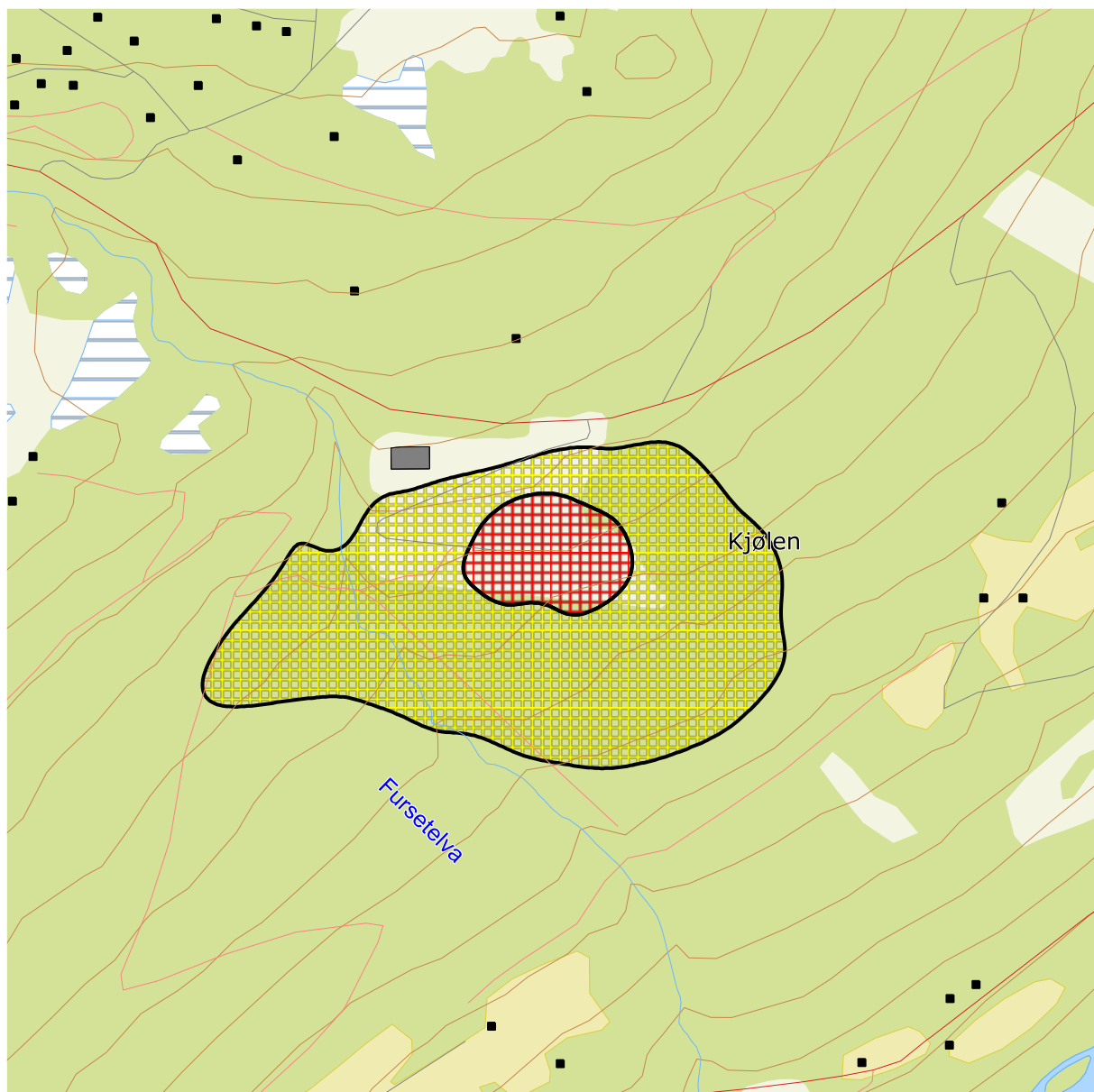
| Støysone | Sentrum | Beredskaps-senteret | Kjølen gjenvinningsstasjon |
|------------|---------|---------------------|----------------------------|
| Rød | 7,1 da | 20,7 da | 18,6 da |
| Gul | 58,2 da | 157,3 da | 140,2 da |



Figur 9-1. Rød og gul støysone for landingsplassen i Sentrum. M 1:7 500.



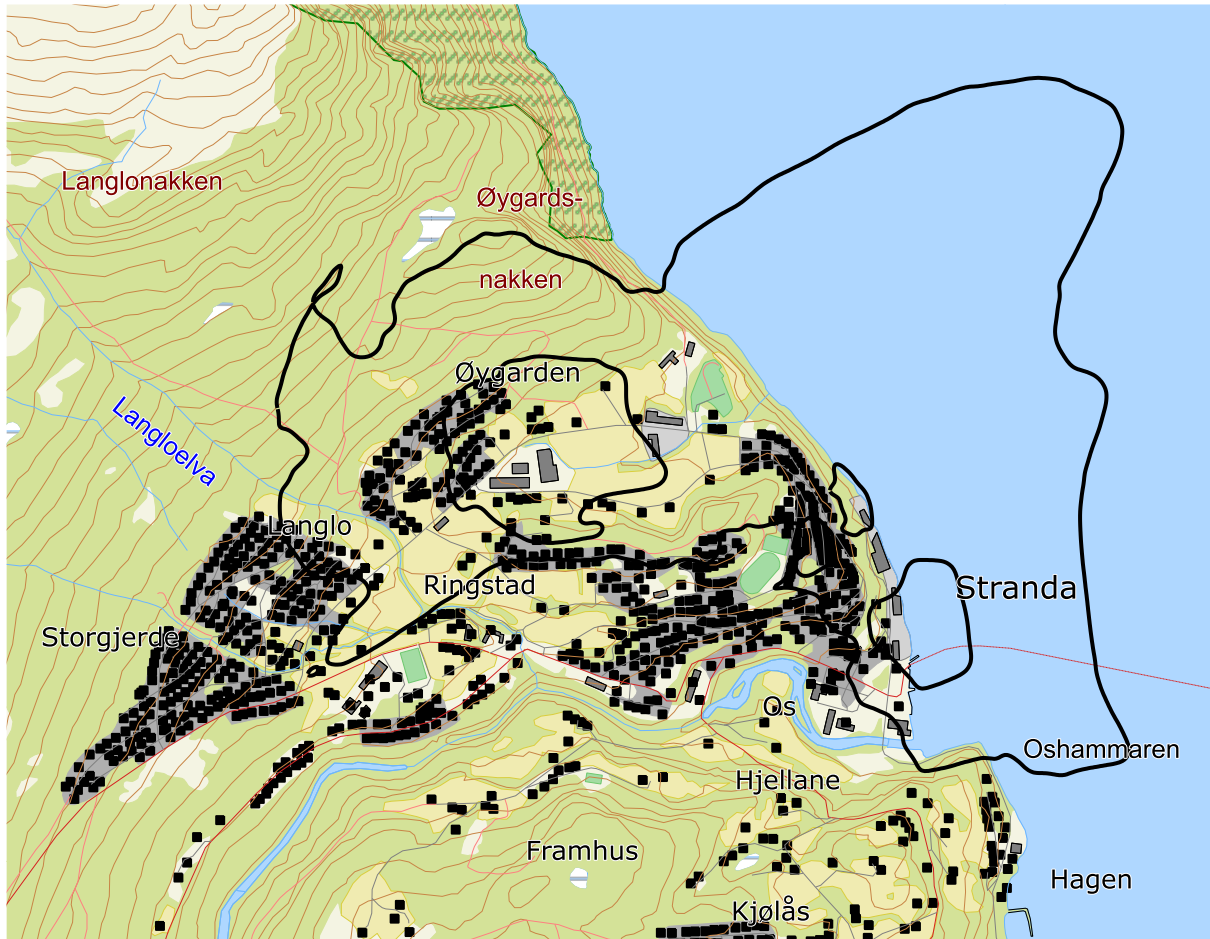
Figur 9-2. Rød og gul støysone for landingsplassen ved Beredskapssenteret. M 1:7 500.



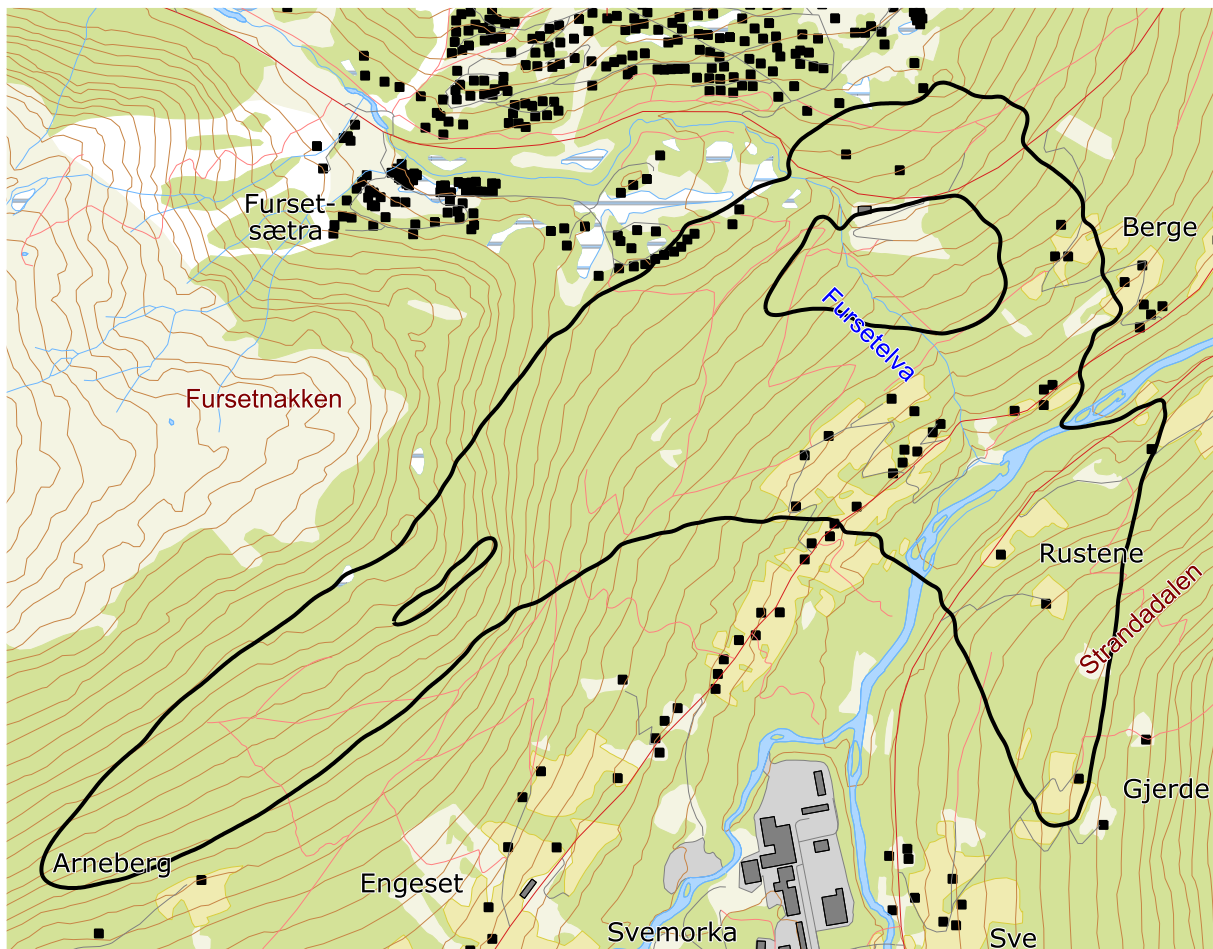
Figur 9-3. Rød og gul støysone for landingsplassen ved Kjølén gjenvinningsstasjon. M 1:7 500.

9.2 Kartlegging av stille soner

Som grunnlag for å kunne definere stille soner har SINTEF utarbeidet kartene i Figur 9-4 og Figur 9-5 som viser konturer for L_{den} 40 og 50 dBA for henholdsvis Sentrum/Beredskapssenteret og for Kjølens gjenvinningsstasjon.



Figur 9-4. Sentrum og Beredskapssenteret, L_{den} 40 (ytterst) og 50 dBA. M 1:20 000.



Figur 9-5. Kjølens gjenvinningsstasjon, L_{den} 40 (ytterst) og 50 dBA. M 1:20 000.

10 Resultater relatert til forurensningsloven

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

10.1 Kartlegging av innendørs støynivå

Kartlegging av innendørs støynivå gjøres iht. Forurensningsforskriften [18], Del 2, kapittel 5, avsnitt II. Det legges til grunn at støy fra helikopter er relativt lavfrekvent, og det er derfor valgt å benytte flyplasstype "Regionale flyplasser" i Tabell 4-1 for å definere kartleggingsgrensen for utendørs støynivå. En grense på $L_{Aeq,24h}$ 54 dBA utendørs frittfeltnivå svarer til en reduksjon på 19 dBA i fasader relativt til frittfeltnivå og gir 35 dBA innendørs nivå som angitt i Forurensningsforskriften. I tilfeller hvor det er andre støykilder som bidrar like mye som helikoptertrafikken (som f.eks. en veg), så skal kartleggingsgrensen flyttes 3 dB lenger ut, dvs. til 51 dBA. Tentativ tiltaksgrense på innendørs nivå 42 dBA svarer til frittfeltnivå på 61 dBA utendørs.

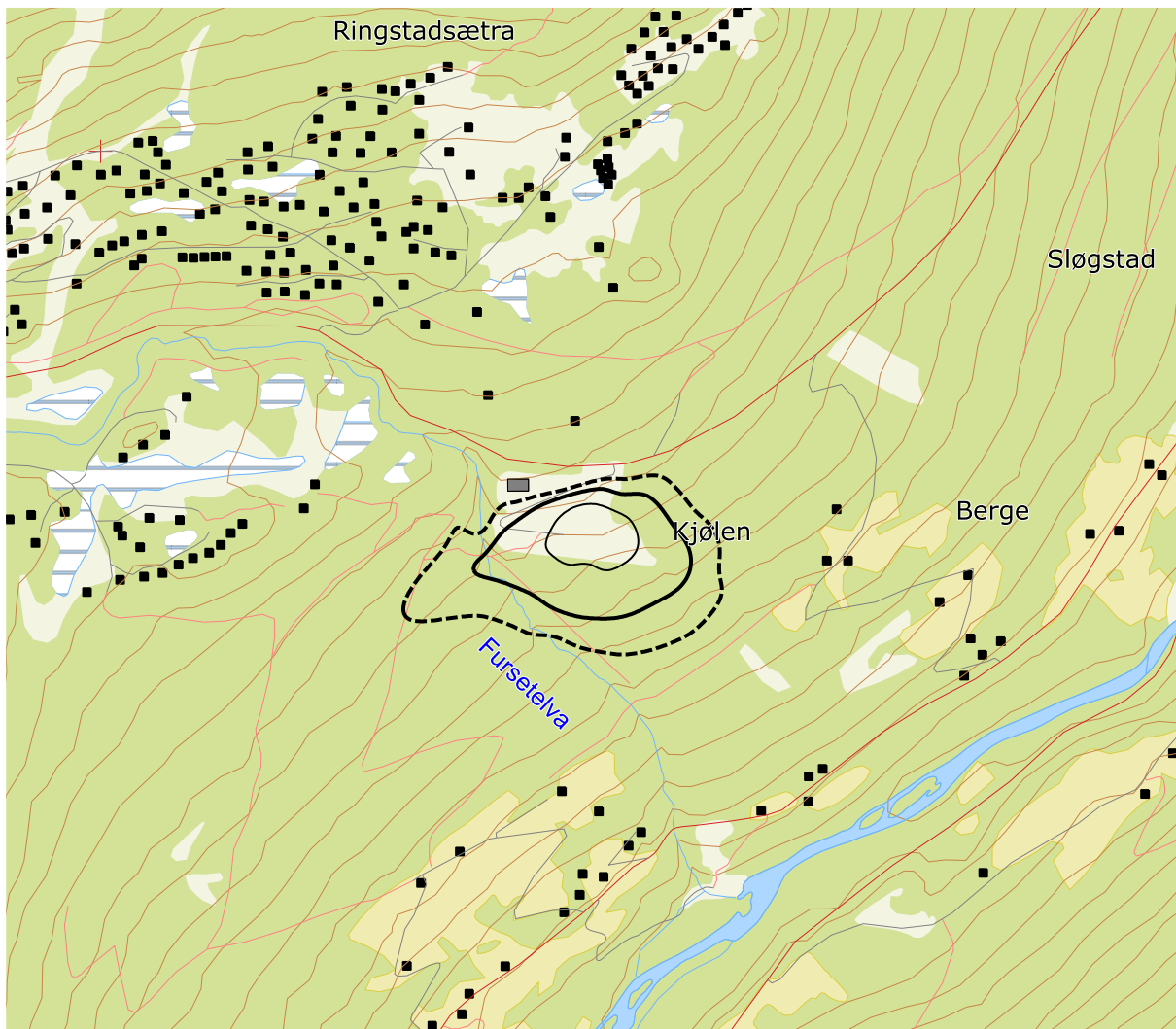
Tabell 10-1 angir antall bosatte, boliger, helsebygninger og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå og tiltaksgrense samlet for alle tre landingsplassene. Figur 10-1 og Figur 10-2 angir konturene for $L_{Aeq,24h}$ 51, 54 og 61 dBA for de tre landingsplassene.

Tabell 10-1. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå.

| $L_{Aeq,24h}$ | Bosatte | Boliger | Skolebygninger | Helsebygninger | Fritidsboliger |
|---------------|---------|---------|----------------|----------------|----------------|
| 51 – 54 | 88 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| 54 – 61 | 35 | 11 | 0 | 0 | 0 |
| > 61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Figur 10-1. Sentrum og Beredskapssenteret, kartleggingsgrenser. $L_{Aeq,24h}$ 51(ytterst), 54 og 61 dBA. M 1:15 000.



Figur 10-2. Kjølén gjeninningsstasjon, kartleggingsgrenser. $L_{Aeq,24h}$ 51(ytterst), 54 og 61 dBA. M 1:15 000.

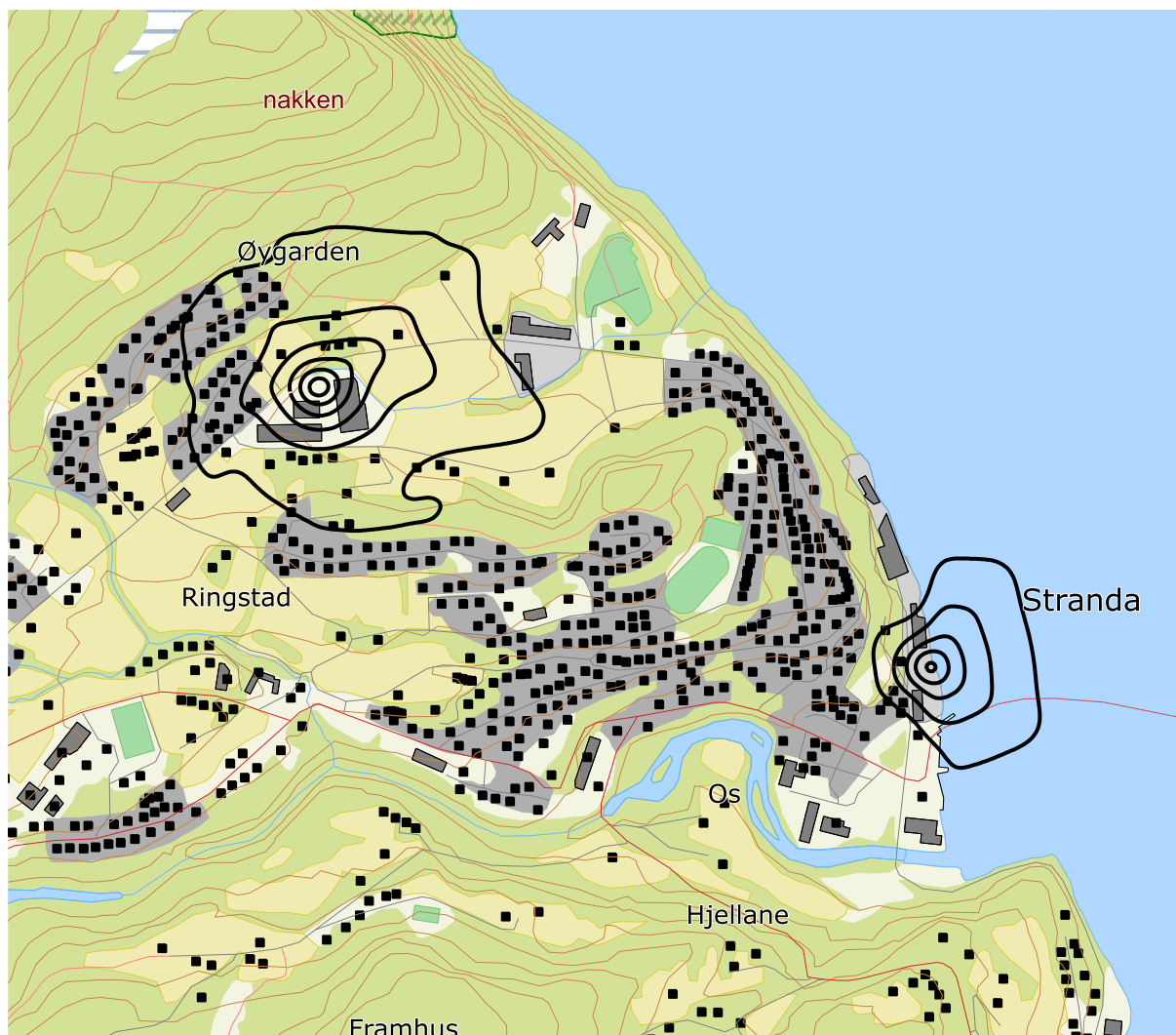
10.2 Kartlegging av utendørs støynivå

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

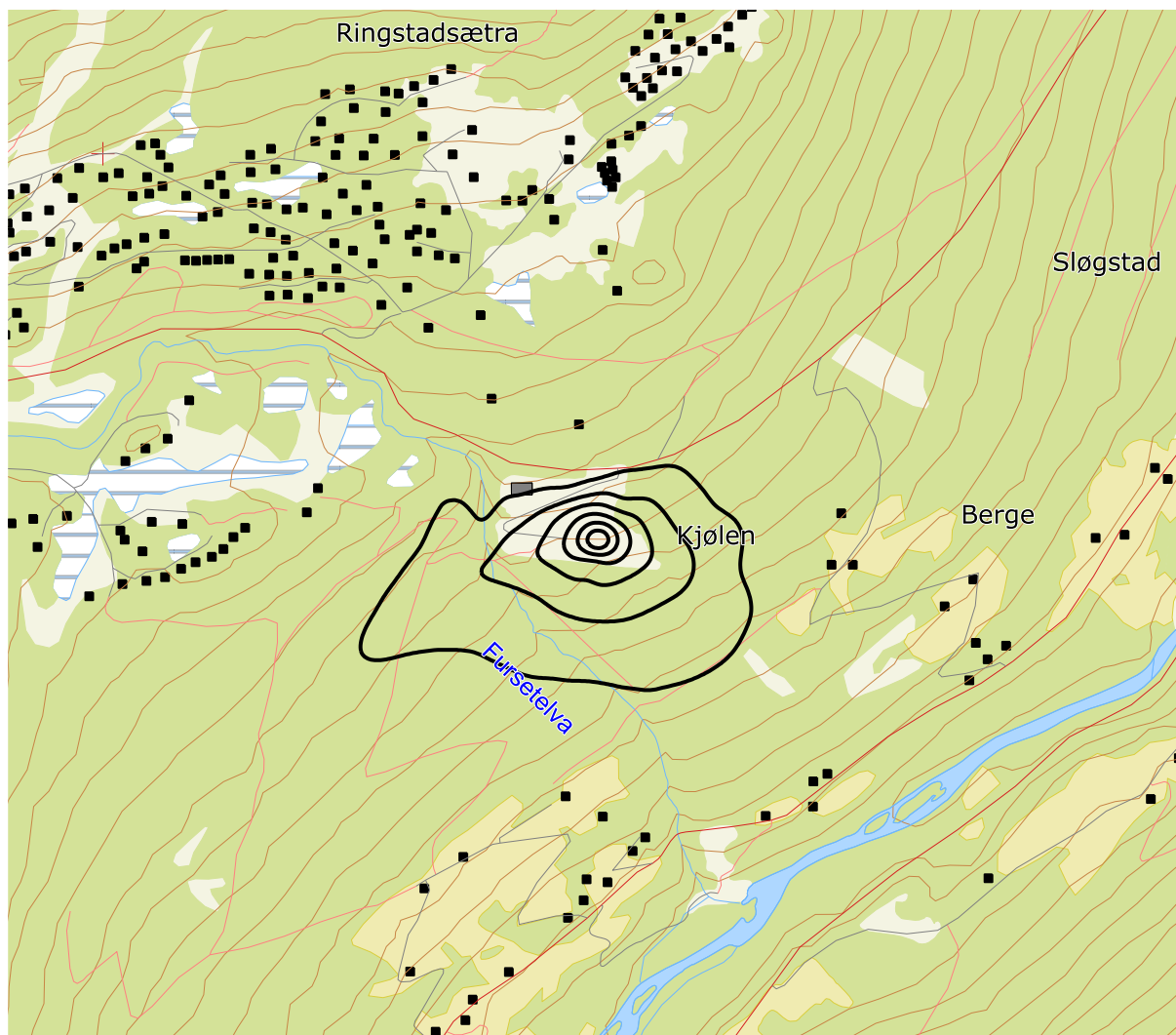
Tabell 10-2 viser en samlet beregning av antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med L_{den} over 50 dBA, for alle tre helikopterlandingsplassene. Figur 10-3 og Figur 10-4 viser konturer for L_{den} 50, 55, 60, 65, 70 og 75 dBA for de tre landingsplassene.

Tabell 10-2. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{den} -nivå.

| L_{den} | Bosatte | Boliger | Skolebygninger | Helsebygninger | Fritidsboliger |
|-----------|---------|---------|----------------|----------------|----------------|
| 50 – 55 | 180 | 48 | 1 | 0 | 0 |
| 55 – 60 | 24 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| 60 – 65 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 65 – 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 70 – 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| > 75.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Figur 10-3. Sentrum og Beredskapssenteret, L_{den} i 5 dB trinn fra 50 dBA (ytterst). M 1:15 000.

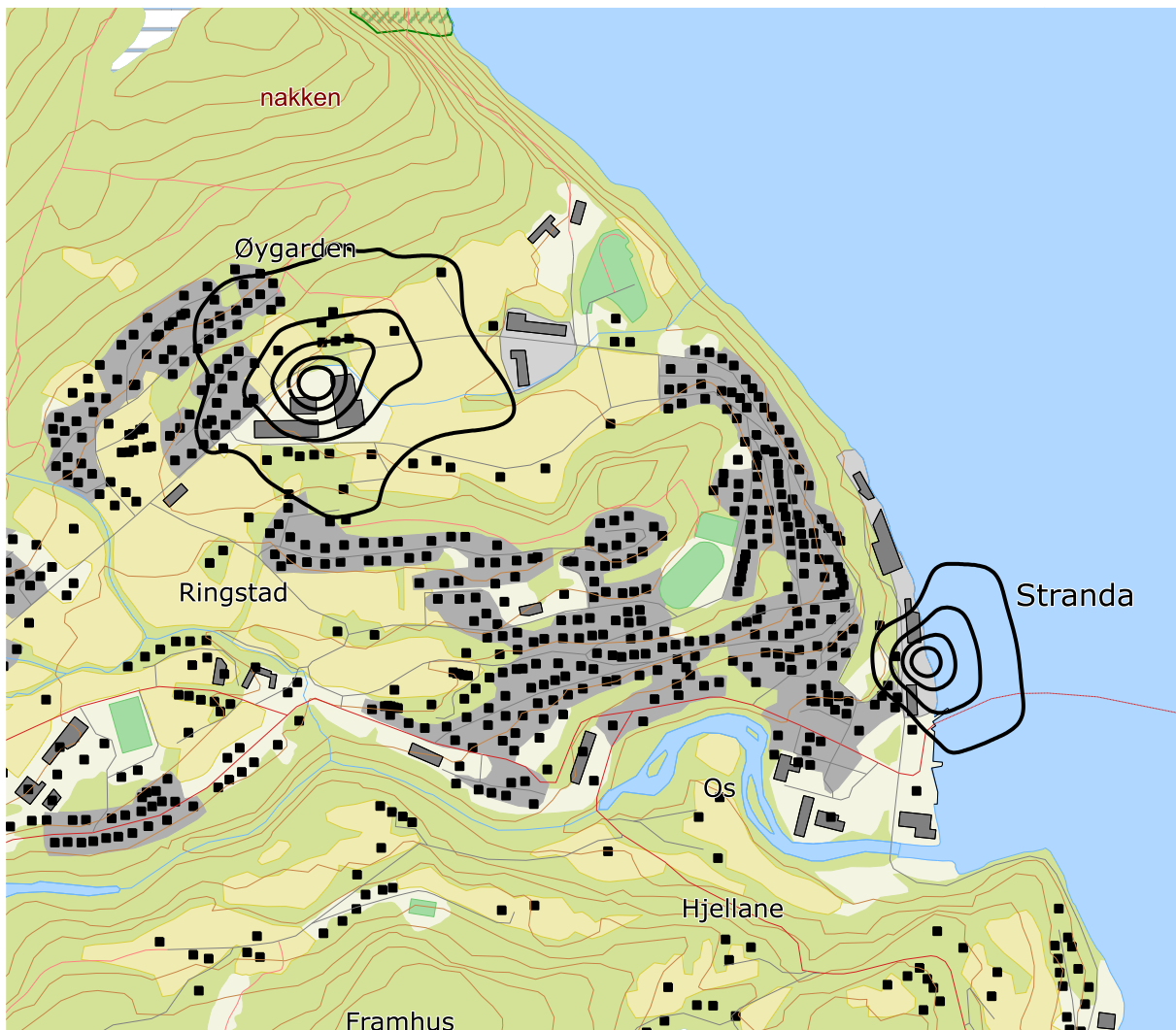


Figur 10-4. Kjølén gjenvinningsstasjon, L_{den} i 5 dB trinn fra 50 dBA (ytterst). M 1:15 000.

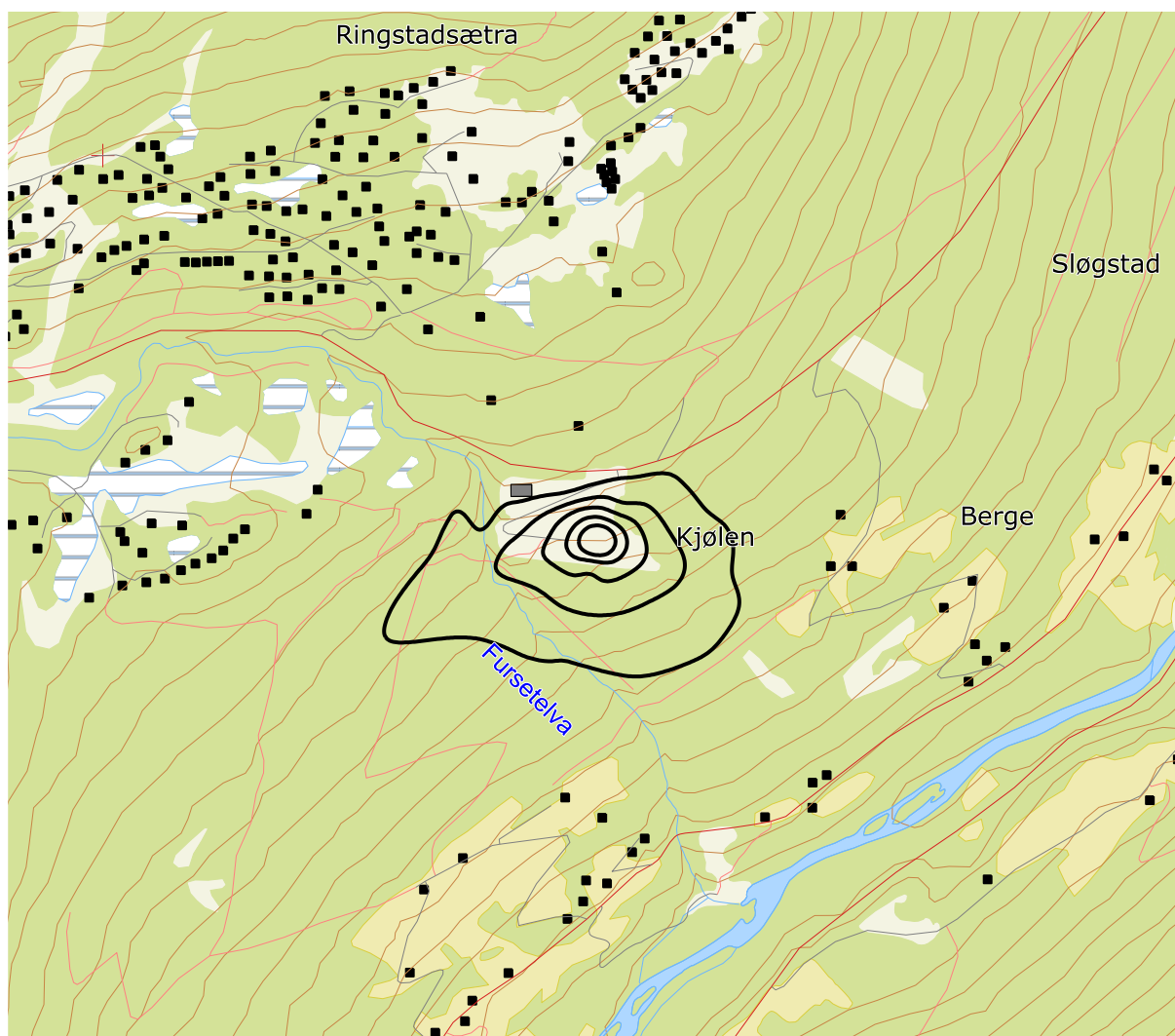
Tabell 10-3 viser en samlet beregning av antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med $L_{Aeq,24h}$ over 50 dBA, for alle tre helikopterlandingsplassene. Figur 10-5 og Figur 10-6 viser konturer for $L_{Aeq,24h}$ 50, 55, 60, 65 og 70 dBA for de tre landingsplassene.

Tabell 10-3. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå.

| $L_{Aeq,24h}$ | Bosatte | Boliger | Skolebygninger | Helsebygninger | Fritidsboliger |
|---------------|---------|---------|----------------|----------------|----------------|
| 50 – 55 | 151 | 39 | 1 | 0 | 0 |
| 55 – 60 | 27 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| 60.– 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 65 – 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| > 70.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



Figur 10-5. Sentrum og Beredskapssenteret, $L_{Aeq,24h}$ i 5 dB trinn fra 50 dBA (ytterst). M 1:15 000.



Figur 10-6. Kjølén gjenvinningsstasjon, $L_{Aeq,24h}$ i 5 dB trinn fra 50 dBA (ytterst). M 1:15 000.

Det er ingen planlagt aktivitet om natten, slik at det ikke er aktuelt med beregning av L_{night} -nivå.

11 Litteratur

1. Granøien, I.L.N. and R.T. Randeberg, *Støysoner etter T-1442 for to helikopterlandingsplasser i Stranda kommune*. Desember 2006.
2. Griefahn, B. *MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE*. in *Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem*. juli 1993. Nice, Frankrike.
3. Miedama, H.M.E. and C.G. Oudshorn, *Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals*. *Environmental health perspectives*, 2001. **109**(4): p. 409-416.
4. Gjestland, T., et al., *RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU*. november 1990, ELAB-RUNIT Report STF40 A90189: Trondheim, .
5. Gjestland, T., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *RESPONSE TO NOISE AROUND VERNES AND BODØ AIRPORTS*. august 1994, SINTEF DELAB Report STF40 A94095: Trondheim, .
6. Gelderblom, F., T. Gjestland, and I.L.N. Granøien, *UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER*. 2016: Trondheim.
7. Klima- og Miljødepartementet, *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*. desember 2016, Retningslinje T-1442/2016: Oslo.
8. *DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise*, EC, Editor. 2002.
9. Olsen, H., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM*. april 1995, SINTEF DELAB Report STF40 A95038: Trondheim, .
10. Randeberg, R.T., H. Olsen, and I.L.N. Granøien, *NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION*. juni 2007, Report SINTEF A1683: Trondheim, .
11. Granøien, I.L.N., R.T. Randeberg, and H. Olsen, *CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES*. desember 2002, SINTEF Report STF40 A02065: Trondheim, .
12. Plovsing, B. and J. Kragh, *COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL*. desember 2000, Nord2000 DELTA Report: Lyngby, .
13. Storeheier, S.Å., et al., *AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS*. mars 2002, SINTEF Report STF40 A02032: Trondheim, .
14. Koopmann, J., et al., *Aviation Environmental Design Tool (AEDT) 2b User Guide*. 2015, U.S. Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center: Washington DC, USA.
15. Lundberg, W.R., *BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT*. februar 1990, AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB: Ohio, .
16. OSL, *Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data*. August 2015.
17. Augusta Westland, *AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies*. p. 30.
18. Miljøverndepartementet, *FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)*. juni 2004, Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5): Oslo, .

19. Brekke, A., *NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II*. juni 1998, Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave: Oslo, .
20. Brekke, A., *ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER*. oktober 2013, Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, .
21. Osmundsen, E., *MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREKNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA*. 2011, Miljøakustikk AS.
22. Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available from: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>.