

2019:00383 - Åpen

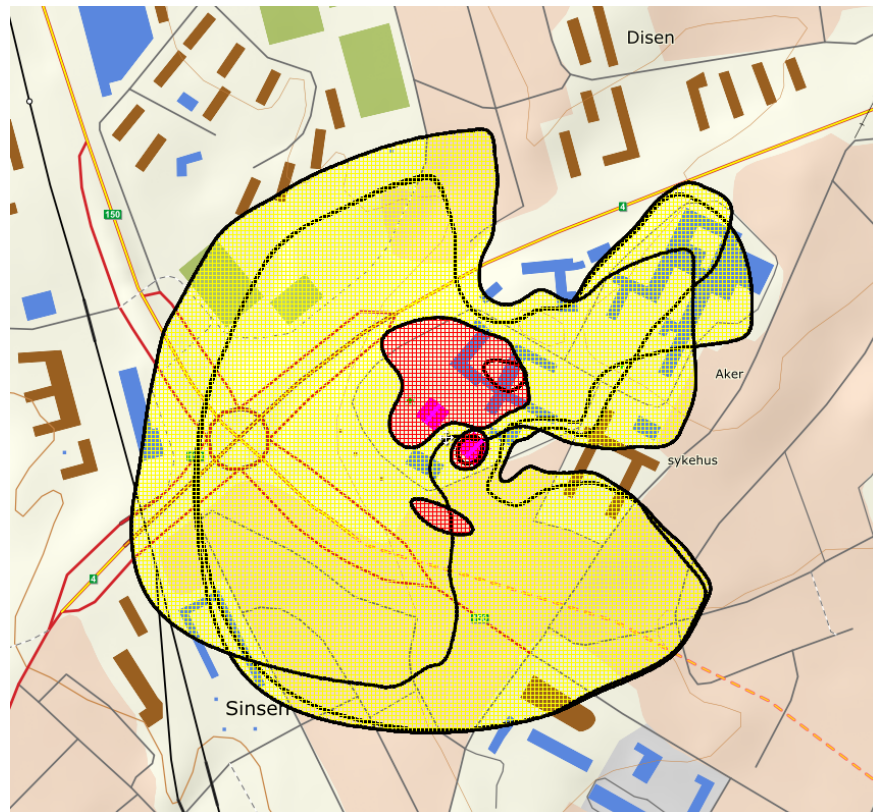
# Rapport

## Støy fra helikopter ved Aker sykehus – Alternative planer

### Forfatter(e)

Herold Olsen

Idar L. N. Granøien



**SINTEF Digital**

Acoustics

2019-03-29

# Rapport

## Støy fra helikopter ved Aker sykehus – Alternative planer

**EMNEORD:**Støy  
Helikopter  
Beregning**VERSJON**

1.0

**DATO**

2019-03-29

**FORFATTER(E)**Herold Olsen  
Idar L. N. Granøien**OPPDRAGSGIVER(E)**

Sykehusbygg

**OPPDRAGSGIVERS REF.**

Erlend Brobak

**PROSJEKTNR**

102020394

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

22

**SAMMENDRAG**

Det er utarbeidet støysonekart i henhold til Klima- og miljødepartementets retningslinje T-1442/2016 for helikoptertrafikk på tre alternative lokaliseringer av landingsplass på planlagt nytt Aker sykehus i Oslo. Variasjon mellom alternativene gjelder landingsplassens plassering og høyde, utforming av viktige fremtidige bygninger, og lokale korridorer for inn- og utflyging. Trafikksammensetning og mengde er felles for alle alternativene. Grunnlaget for støyberegningene er beskrevet av oppdragsgiver, og omfatter trafikk med ambulanse- og redningshelikopter.

Beregningene er utført ved hjelp av NORTIM, et verktøy som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse fra fly- og helikopteraktivitet. Beregningene viser støysonekart og antall potensielt berørte bygninger med støyømfintlig bruksformål innenfor støysonene.

**UTARBEIDET AV**

Herold Olsen

**SIGNATUR****KONTROLLERT AV**

Rolf Tore Randeberg

**SIGNATUR****GODKJENT AV**

Hans Erik Swendgaard

**SIGNATUR****RAPPORTNR**

2019:00383

**ISBN**

978-82-14-06837-5

**GRADERING**

Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2019-03-20	Uferdig utkast som beskriver beregningsgrunnlaget

---

0.2	2019-03-27	Utkast til rapport for kvalitetssikring
-----	------------	---

---

1.0	2019-03-29	Endelig utgave
-----	------------	----------------

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>GENERELT OM FLYSTØY .....</b>	<b>5</b>
2.1	Akustiske størrrelser.....	5
2.2	Flystøyens egenskaper og virkninger.....	5
2.2.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy.....	5
2.2.2	Generell plage av flystøy .....	6
<b>3</b>	<b>MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE .....</b>	<b>8</b>
3.1	Måleenheter .....	8
3.2	Støysoner til arealplanlegging.....	8
3.2.1	Definisjon av støysoner .....	8
3.2.2	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer.....	9
3.2.3	Kartlegging av stille områder .....	9
3.3	Beregningsmetode.....	9
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnet.....	10
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM .....	10
<b>4</b>	<b>OMGIVELSER .....</b>	<b>11</b>
4.1	Digitalt kartgrunnet og topografi .....	11
<b>5</b>	<b>TRAFIKKSAMMENSETNING .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>TRAFIKKMØNSTER.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>BEREGNING OG RESULTATER .....</b>	<b>16</b>
7.1	Støysoner etter retningslinje T-1442/2016.....	16
<b>8</b>	<b>LITTERATUR.....</b>	<b>22</b>

## 1 INNLEDNING

Sykehusbygg AS har gitt SINTEF i oppdrag å utarbeide støysonekart i henhold til Klima- og miljødepartementets retningslinje T-1442/2016 for helikoptertrafikk på tre alternative lokaliseringer av landingsplass på planlagt nytt Aker sykehus i Oslo. Variasjon mellom alternativene gjelder landingsplassens plassering og høyde, utforming av viktige fremtidige bygninger, og lokale korridorer for inn- og utflyging. Trafikksammensetning og mengde er felles for alle alternativene. Grunnlaget for støyberegningene er beskrevet av oppdragsgiver, og omfatter trafikk med ambulanse- og redningshelikopter.

De tre alternativene er identifisert og beskrevet kort i tabell 1-1.

**Tabell 1-1. Alternativer**

Alternativ	Beskrivelse
1A	Hovedkonsept 2018.
1B	Hovedkonsept med 42 m høyde-begrensning.
2A/2B	Plan- og bygningsetatens alternativ med hensyn til vernet bebyggelse. Underliggende alternativ 2A og 2B vurderes å gi samme støybelastning. De behandles derfor samlet i denne rapporten.

Kontaktperson for oppdragsgiver har vært Erlend Brobak hos Sykehusbygg AS. Ved SINTEF Digital, faggruppe for akustikk, er prosjektet bearbeidet av Herold Olsen og Idar Granøien, med Rolf Tore Randeberg som kvalitetssikrer og Erik Swendgaard som prosjektansvarlig. Idar har vært prosjektleder.

Denne rapporten følger et standard format, hvor det først presenteres grunnleggende informasjon om støyregelverket i Norge og om beregningsprogrammet som benyttes. Deretter presenteres beregningsgrunnlaget og til sist resultatene fra beregningene.

Beregningene viser støybelastningen på omgivelsene for planlagt helikopteraktivitet ved hver landingsplass.

## 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-veiting 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.

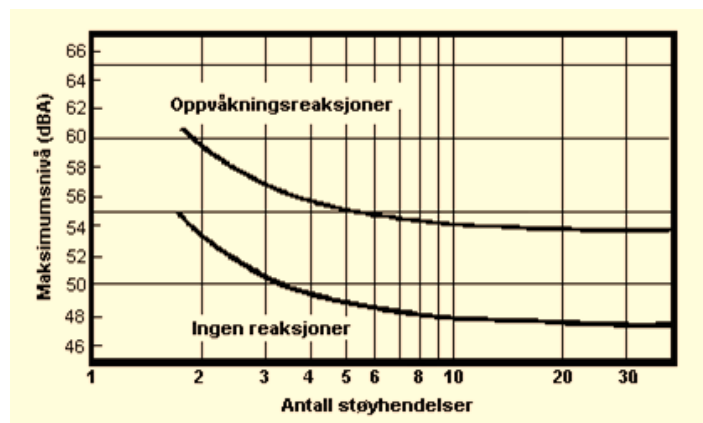
De to viktigste typer ulemper forbundet med flystøy er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller plage. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader med få unntak begrenser seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

#### 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. [1, 2]. Det er **ikke** samme enighet på hvorvidt **endring av søvnstadium** (søvn dybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking.

Risiko for vekking er avhengig av hvor høyt støynivå en utsettes for (maksimumsnivå) og hvor mange støyhendelser en utsettes for i løpet av natten. Det er normalt store individuelle variasjoner på når folk

reagerer på støyen. Derfor brukes oftest en gitt sannsynlighet for at en andel av befolkningen vekkes for å illustrere hvilke støynivå og antall hendelser som kan medføre vekking, som illustrert i Figur 2-1.



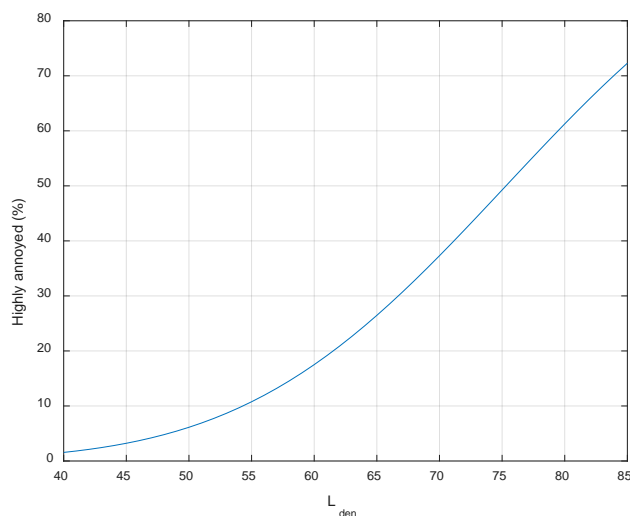
**Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].**

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

## 2.2.2 Generell plage av flystøy

Generell støyplage kan betraktes som en sammenfatning av de *ulempen* som en opplever at flystøyen medfører i den perioden man er våken. De mest vanlige beskrivelser er knyttet til *stress og irritasjon*, samt *forstyrrelser ved samtale og lytting* til TV/radio og musikk. Kartlegging av folks reaksjoner gjøres normalt gjennom spørreundersøkelser og man søker å finne resultater som er representative for gjennomsnittet av befolkningsgrupper. Slike undersøkelser har vært gjennomført i stor skala både internasjonalt og i Norge.

Sammenfatning av slike undersøkelser er også foretatt flere ganger og den mest omfattende og den som oftest refereres til er publisert av Miedema og Oudshorn, ref. [2]. Den vanligste parameteren som man rapporterer er hvor stor andel av befolkningen som sier seg svært plaget (highly annoyed) som funksjon av ekvivalent støynivå. Både  $L_{den}$  og  $L_{dn}$  er slike nivåstørrelser hvor det i tillegg gjøres en vekting av når på døgnet støyhendelsen forekommer. Den følgende figuren viser andel sterkt plaget som funksjon av  $L_{den}$  slik den er sammenfattet i [2].



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

Undersøkelsene rundt 1990 i Norge [3, 4] ble foretatt rundt Fornebu, Bodø og Værnes og inngår som en del av bakgrunns materialet i undersøkelsen til Miedema og Oudshorn. Resultatene herfra skiller seg ikke vesentlig ut fra middelkurven.

Senere undersøkelser i Norge [5] viser at for fire av fem undersøkte flyplasser så er reaksjonene lavere enn kurven i Figur 2-2, mens én av de fem viser sterkere reaksjoner. De fire med lavere respons er Bodø, Sola, Tromsø og Værnes, mens reaksjonene rundt Gardermoen skiller seg ut i motsatt retning. Årsaken til høyere respons her er antatt å være todelt; dels et vedvarende konfliktnivå mellom flyplass og naboer rundt Gardermoen, dels at tettere trafikk medfører færre stille perioder hvor man får tatt seg inn igjen.



### 3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442) ble fastsatt av Klima- og miljødepartementet i januar 2005. Retningslinjen ble revidert i 2012 og oppdatert i 2016. 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 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 prosent, 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 er det angitt at  $L_{5AS}$  beregnes som  $MFN_{23-07}$ .

#### 3.2 Støysoner til arealplanlegging

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

##### 3.2.1 Definisjon av støysoner

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

De to støysonene er i retningslinjen definert som vist i tabell 3.1. Det fremgår at hver sone defineres med to kriterier. Hvis ett av kriteriene er oppfylt på et sted, så faller stedet innenfor den aktuelle sonen – det er med andre ord et "eller" mellom kolonnene.

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

Støykilde	Støysone			
	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07
Flyplass	L <sub>den</sub> 52 dB	L <sub>5AS</sub> 80 dB	L <sub>den</sub> 62 dB	L <sub>5AS</sub> 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<sub>den</sub> 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 [6] 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 [7, 8] eller spesialutgaver av dette (REGTIM og RADTIM). Programmene er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndighetene. Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater.

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

NORTIM programmene ble i 2002 endret ved at nye algoritmer for beregning av bakkedemping og direktivitet [9] 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 [10], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [11] 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 [9].

Beregningsprogrammet inneholder en database for over 300 ulike flytyper. Databasen er importert fra internasjonalt tilgjengelige kilder, i hovedsak fra USA, AEDT [12] og NOISEMAP [13] og med korrigerede støydata for to flyfamilier [9]. I tillegg benyttes data fra målinger foretatt av OSL for de to mest benyttede offshore helikoptre [14] og data fra fabrikken for det nye redningshelikopteret [15].

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 OMGIVELSER

### 4.1 Digitalt kartgrunnlag og topografi

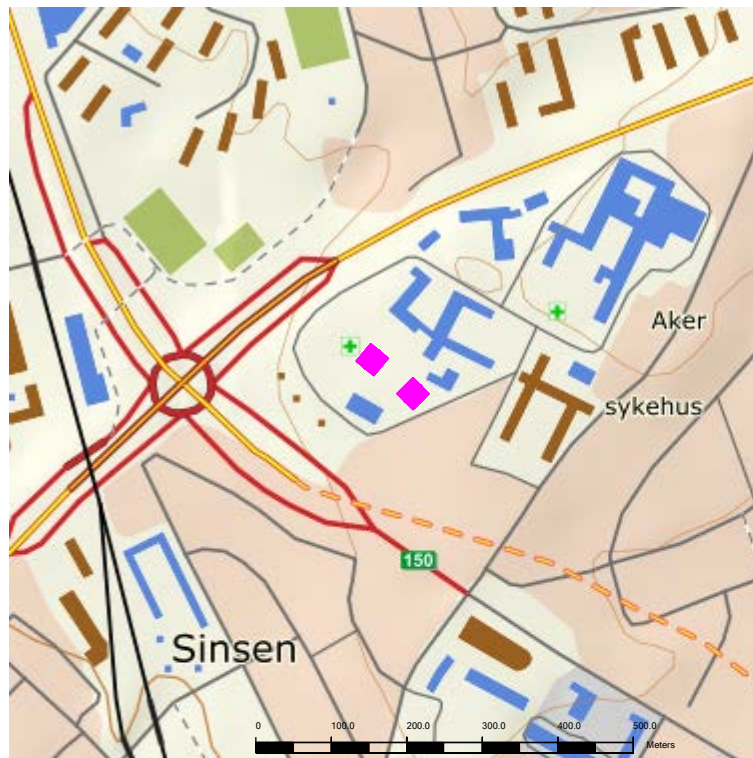
Beregningsprogrammet NORTIM kan ta hensyn til topografi ved beregning av støykart. For denne beregningen er topografi hentet fra Kartverket sine gratis tjenester i form av en DEM modell. Topografien er representert med en punkttetthet på  $10 \times 10$  meter.

NORTIM kan også ta hensyn til den lydskjermende effekten til voller, bygninger o.l. For denne beregningen er det tatt hensyn til støyskjerming fra de største bygningene på sykehusområdet, som ventelig vil påvirke støysonene. En oversikt er vist i tabell 4.1.

**Tabell 4-1. Skjermende bygninger**

Alternativ	Bygning	Høyde
1A	Hovedbygg Etappe 1	196.0 m
	PHV Etappe 1	188.0 m
	Storbylegevakten	167.0 m
1B	Hovedbygg Etappe 1	174.5 m
	PHV Etappe 1	174.5 m
	Storbylegevakten	167 m
2A/2B	Sengebygg Etappe 1	198.5 m
	PHV Etappe 1	176.0 m
	Behandlingsbygg Etappe 1	159.5 m
	Storbylegevakten	153.0 / 162.5 m

Bakgrunnskart for presentasjon av flygetraséer, resultater, o.l. er et N50 vektorkartverk hentet fra Kartverket sin web-tjeneste. I denne rapporten presenteres alle kart og koordinater i kartsystemet UTM Euref89 sone 32.



**Figur 4-1. Områdekart Aker sykehus. M 1:10 000.**  
Landingsplassene for alternativ 1 og 2 er markert med et rosa merke midt på kartet.

Sentrum av hver landingsplass er plassert på koordinater som angitt i tabell 4-2.

**Tabell 4-2. Landingsplassenes koordinater i UTM sone 32, Euref89.**

Plass	Nord [m]	Øst [m]
Alternativ 1A og 1B	6 645 789	600 035
Alternativ 2	6 645 833	599 981

## 5 TRAFIKKSAMMENSETNING

Det er lagt til grunn at helikoptertrafikken vil skje med Luftambulansen sine helikoptre av typen H 145 og H 135, og med redningshelikopter av typen AW 101. Informasjon om trafikkmengde og flygemønster er oppgitt av oppdragsgiver.

Det er totalt forventet 924 flybevegelser (landinger pluss avganger) i året. Det tilsvarer en gjennomsnittlig aktivitet med knapt 18 flybevegelser per uke.

Fordelingen av trafikken over døgnet er basert på statistikk fra dagens luftambulansebase for helikopter i området. Døgnfordelingen er satt til 70 % på dagtid (kl. 07:00 til kl. 19:00) og 15 % på kveldstid (kl. 19:00 til kl. 23:00) og 15 % om natten (kl. 23:00 til kl. 07:00).

Det er lagt til grunn at aktiviteten er noenlunde jevnt fordelt over året.

**Tabell 5-1. Årlig trafikkmengde for hver helikoptertype**

Operatør	Flytype	Antall flybevegelser			
		Dag	Kveld	Natt	Sum
Luftambulansen	H 135	304	66	66	436
Luftambulansen	H 145	304	66	66	436
Redningstjenesten	AW 101	36	8	8	52

For turene til og fra helikopterbasen er det antatt standard inn- og utflygingsprofiler.

For avgangene betyr dette at helikopterets høyde og hastighet følger prosedyrene for *best rate of climb* til den aktuelle helikoptertypen. For det nye redningshelikopteret AW101 er avgangsprofilene etablert i samråd med flygere på 330-skvadronen på Sola. For H 135 og H 145 er de basert på erfaringsdata fra flere tidligere beregningsoppdrag om støy ved helikopterlandingsplasser.

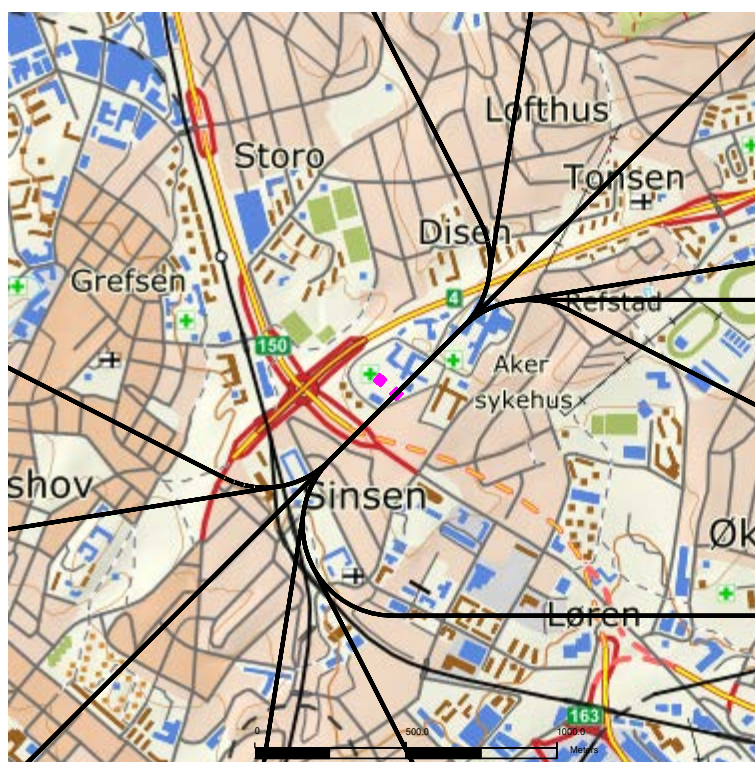
For innflygingene er det lagt til grunn standard 6 grader landingsprofil (tilsvarer 11 %) for helikoptertypene H 145 og AW 101. Langingene med H 135 er modellert med en prosedyre som er utviklet i samråd med flygere ved helikopterbasen på Rosten i Trondheim. Den har en gjennomsyning på 300 fpm (tilsvarer 4-5 %) inntil et punkt ca 200 meter før, og 100 meter over landingsplassen. Deretter tas den siste nedstigningen med 20-25 grader helning (tilsvarer 40-50 %).

Alle profilene for inn- og utflyging representerer antatt reel flyging ved Aker sykehus. Høydeprofilene ligger betydelig over basisplanet for de hinderfrie korridorene.

## 6 TRAFIKKMØNSTER

Basert på opplysninger fra oppdragsgiver er flygemønsteret lagt inn i beregningsmodellen. Figurene 6-1 og 6-2 viser traséene for henholdsvis alternativ 1 og 2. Ambulanse-trafikken er fordelt med 40 % mot helikopterbasen på Lørenskog (mot øst). Resterende trafikk med ambulanse- og redningshelikopter er jevnt fordelt på et trasemønster som dekke alle retninger. Den lokale inn- og utflygingen er fordelt med 50 % mot sør og 50 % mot nord.

Traséene er vist med en sentertrasé. Forventet geografisk spredning omkring hver av disse er modellert med 6 tilleggstraséer i henhold til etablerte retningslinjer.



**Figur 6-1. Hovedtraséer for helikoptertrafikk på Aker sykehus. Alternativ 1A / 1B. M 1:25 000.**



**Figur 6-2. Hovedtraséer for helikoptertrafikk på Aker sykehus. Alternativ 2. M 1:25 000.**

Lokal inn- og utflyging nær landingsplassen er lagt til to hinder-frie korridorer i henhold til opplysninger fra oppdragsgiver. Trafikken er likt fordelt mellom disse to.

Landingsplassen er lagt til toppen av fremtidige bygninger, dvs. høyere enn terrenget. Høyden er oppgitt av oppdragsgiver, som vist i tabell 6-1

**Tabell 6-1. Landingsplassenes høyde.**

Alternativ	Høyde over havnivå	Høyde over lokalt terreng	Merknad
1A	199.0	69.2	Hovedbygg Etappe 1
1B	177.5	47.7	Hovedbygg Etappe 1
2A/2B	162.5	34.0	Behandlingsbygg Etappe 1



## 7 BEREGNING OG RESULTATER

Beregninger med NORTIM gjøres i et rutenett rundt landingsplassen med punkttetthet på 64 x 64 fot (ca. 19,5 x 19,5 meter). Beregningshøyde er 4 meter over bakken. Beregningsområdet strekker seg ut over de områder som har ekvivalentnivå høyere enn 50 dBA. Innenfor beregningsområdet er det gjort punktberegninger for alle støyømfintlige bygninger.

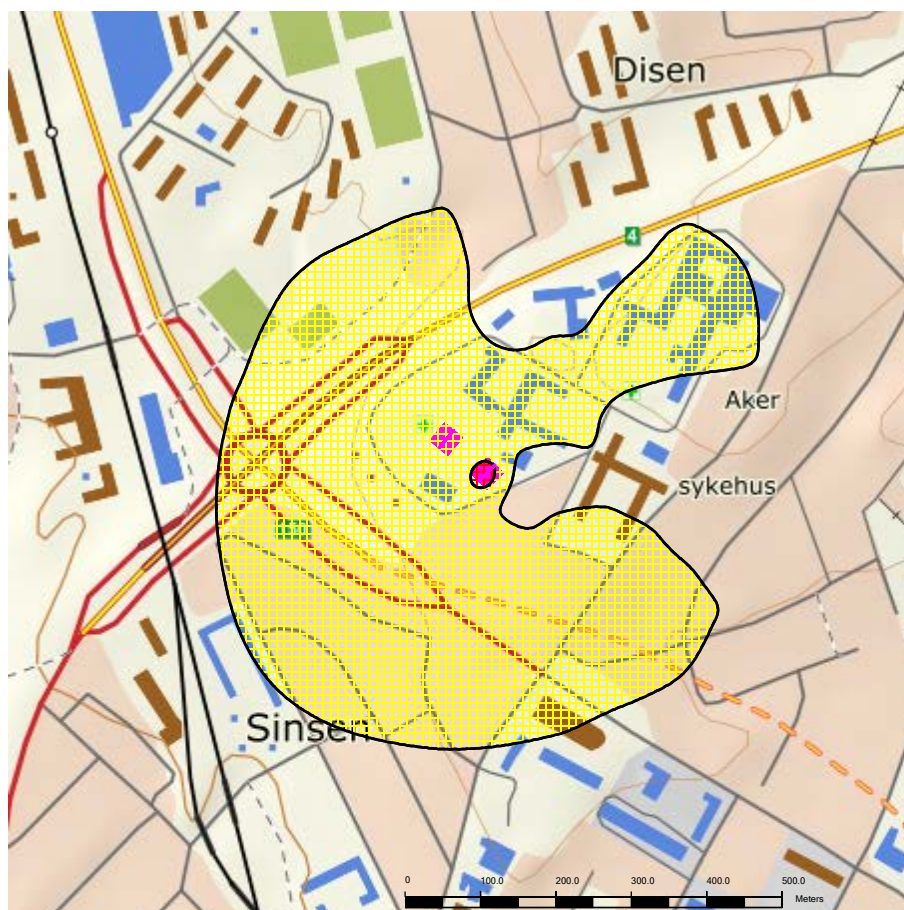
### 7.1 Støysoner etter retningslinje T-1442/2016

Resultatene fra støyberegningene for de fire alternativene er vist i figurene 7-1 til 7-3.

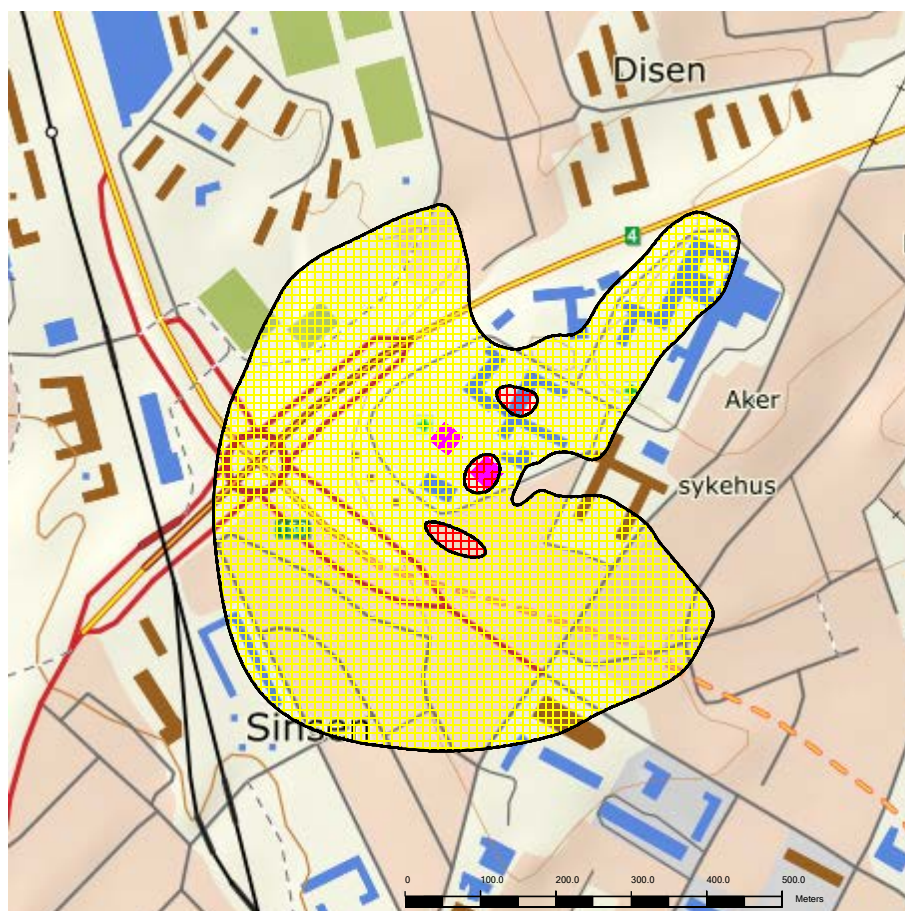
Kartene viser støynivået 4 meter over bakken. Støybelastningen på bygningsfasader høyere oppe må forventes å være høyere.

Vi ser av støykartene at alternativ 1A ikke gir noen rød støysone på bakken, og at rød støysone blir meget beskjeden for alternativ 1B. Alternativ 2A/2B gir klar rød støysone på bakken. For alle alternativene er støysonene tydelig preget av skjermvirkning fra de største lokale bygningene på sykehusområdet.

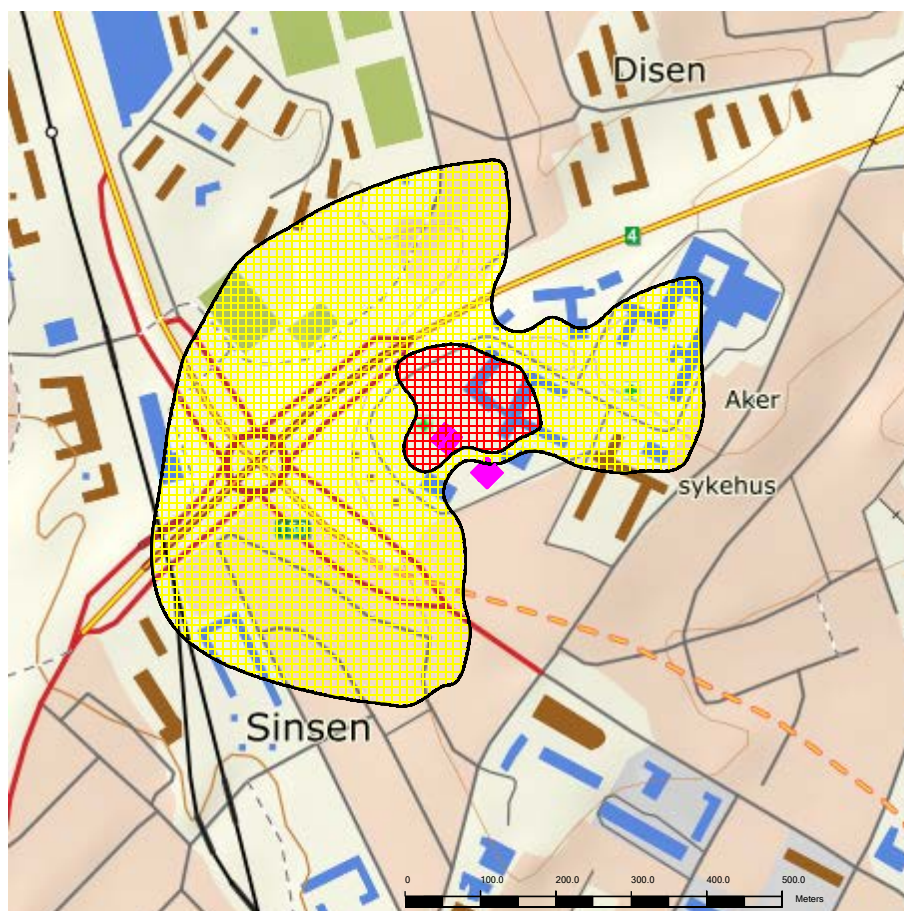
Støysonene har redusert utbredelse sammenlignet med landingsplassen på bakken med tilsvarende trafikk. Dette skyldes at høyden er større, både for landingsplassen og for tilhørende inn- og utflygingsprofiler.



Figur 7-1. Støysonekart for alternativ 1A ved Aker sykehus, etter T-1442/2016. M 1:10 000.



**Figur 7-2. Støysonekart for alternativ 1B ved Aker sykehus, etter T-1442/2016. M 1:10 000.**



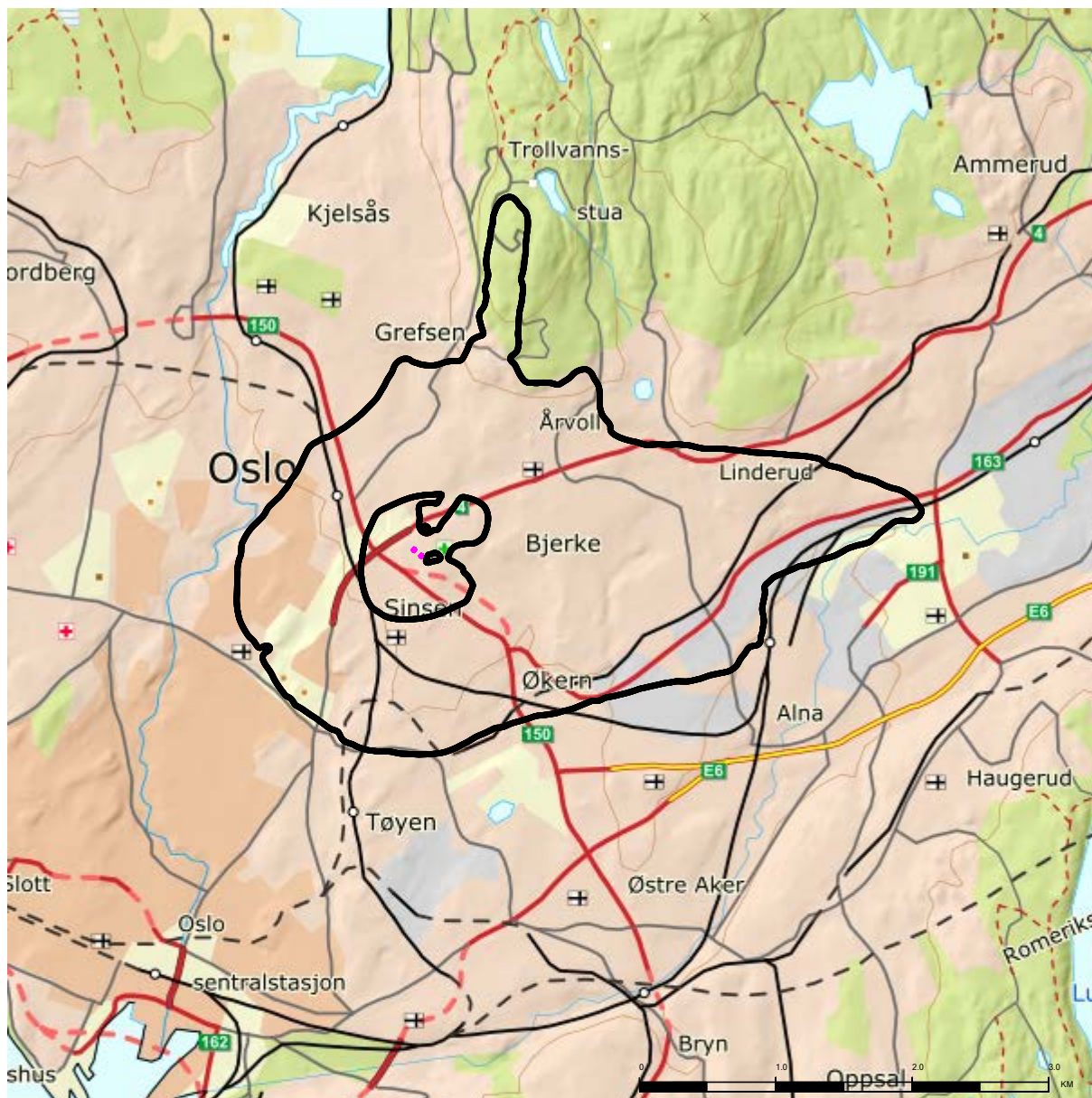
Figur 7-3. Støysonekart for alternativ 2A/2B ved Aker sykehus, etter T-1442/2016. M 1:10 000.

Det er registrert boligbygninger og andre bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor støysonene. Dette er gjengitt i tabell 7-1.

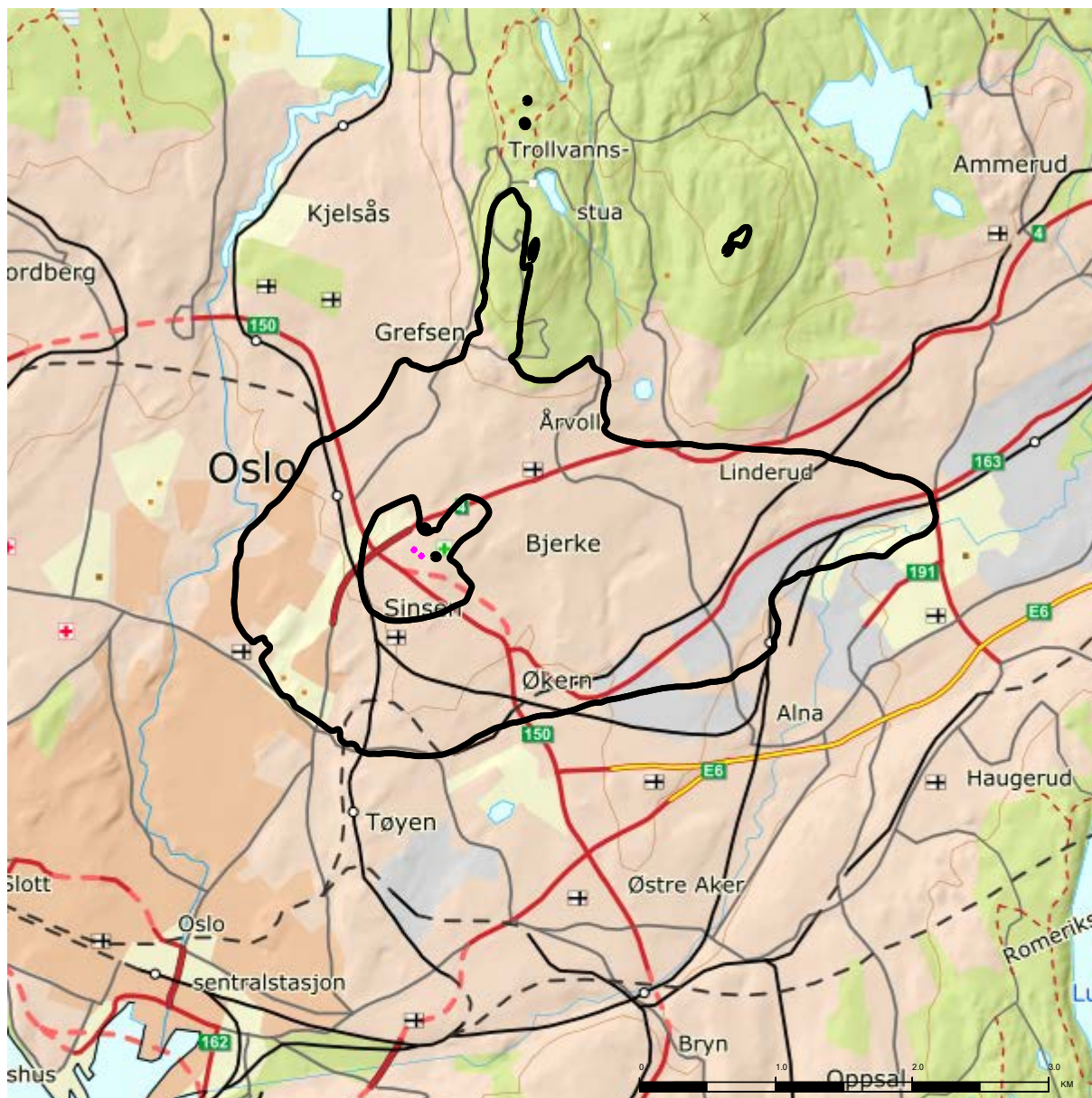
Tabell 7-1. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor støysonene

Alternativ	Sone	Boliger	Skole- bygninger	Helse- bygninger	Fritids- boliger
1A	Gul	117	6	17	0
1B	Gul	121	7	11	0
2A/2B	Gul	81	3	11	0
1B	Rød	1	0	0	0
2A/2B	Rød	0	1	3	0

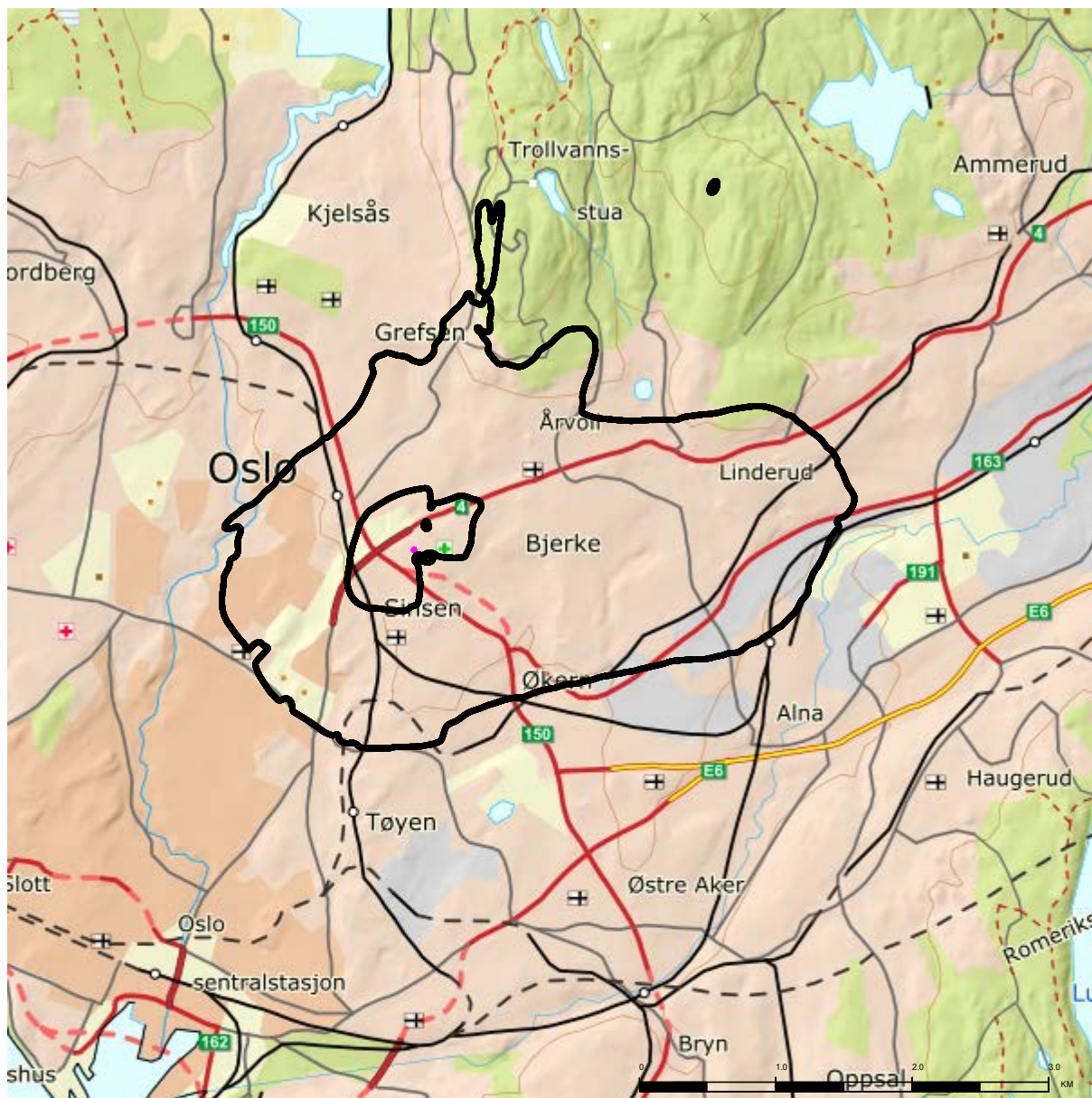
I noen tilfeller kan det være aktuelt å vurdere områder for bruk til tur- og friluftsliv. I disse tilfellene er det relevant å belyse helikoptertraffikkens betydning for eventuell vurdering av stille områder, i henhold til retningslinjen. Figurene 7-4 til 7-6 viser derfor støykonturer for  $L_{den}$  40 dB og  $L_{den}$  50 dB. De er anbefalte støygrenser hhv. innenfor eller utenfor tettbygde områder, som kommunen kan velge å kartlegge for ulike typer friområder, friluftsliv- og rekreasjonsområder og stille områder.



Figur 7-4.  $L_{den}$  40 og 50 dB for alternativ 1A ved Aker sykehus, etter T-1442/2016. M 1:50 000.



Figur 7-5.  $L_{den}$  40 og 50 dB for alternativ 1B ved Aker sykehus, etter T-1442/2016. M 1:50 000.



Figur 7-6.  $L_{den}$  40 og 50 dB for alternativ 2A/2B ved Aker sykehus, etter T-1442/2016. M 1:25 000.

## 8 LITTERATUR

1. 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.
2. 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.
3. Gjestland, T., et al., *RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU*. november 1990, ELAB-RUNIT Report STF40 A90189: Trondheim, .
4. Gjestland, T., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS*. august 1994, SINTEF DELAB Report STF40 A94095: Trondheim, .
5. Gelderblom, F., T. Gjestland, and I.L.N. Granøien, *UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER*. 2016: Trondheim.
6. *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.
7. 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, .
8. Randeberg, R.T., H. Olsen, and I.L.N. Granøien, *NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION*. juni 2007, Report SINTEF A1683: Trondheim, .
9. 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, .
10. Plovsing, B. and J. Kragh, *COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL*. desember 2000, Nord2000 DELTA Report: Lyngby, .
11. Storeheier, S.Å., et al., *AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part I: SUMMARY OF RESULTS*. mars 2002, SINTEF Report STF40 A02032: Trondheim, .
12. 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.
13. 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, .
14. OSL, *Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data*. August 2015.
15. AgustaWestland, *AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies*. p. 30.
16. Miljøverndepartementet, *FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)*. juni 2004, Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5): Oslo, .
17. Brekke, A., *NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II*. juni 1998, Norges byggforskningssinstitutt rapport 7939, revidert utgave: Oslo, .
18. 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, .
19. Osmundsen, E., *MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA*. 2011, Miljøakustikk AS.



Teknologi for et bedre samfunn

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