

2019:00557 - Unrestricted

Rapport

Reviderte støysoner for Trondheim helikopterplass, St. Olavs hospital

Prognose for 2029

Forfatter(e)

Idar Ludvig Nilsen Granøien

Femke Berre Gelderblom



Fra St Olavs Hospital HF's nettside

Rapport

Reviderte støysoner for Trondheim helikopterplass, St. Olavs hospital

Prognose for 2029

EMNEORD: Akustikk,
Flystøy, Helikopter

RAPPORTNR
2019:00557

VERSJON
1.0

DATO
2019-05-24

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien
Femke Berre Gelderblom

OPPDRAAGSGIVER(E)

Sykehusbygg HF

OPPDRAAGSGIVERS REF.

Knut Ola Haug

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

23+ 0 vedlegg

GRADERING

Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE

Unrestricted

ISBN

978-82-14-06322-6

SAMMENDRAG

Det er gjennomført en oppdatert beregning av helikopterstøy ved St-. Olavs hospital i Trondheim. Beregningen med NORTIM gjøres for 2029 basert på oppdatert prognose og endringer i flåten av helikopter. De nye helikoptrene til Norsk Luftambulans er mindre støyende enn de som erstattes. Dette medfører at støysonene krymper sammenlignet med tidligere beregninger, ettersom det er operasjoner med denne typen som dominerer trafikken. I beregningene inngår også nye helikopter for redningstjenesten. Prognosen for 2029 viser også en lavere vekstrate enn før, slik at antall bevegelser også er mindre enn før antatt.

Resultatene i denne rapporten erstatter tidligere beregninger vist i rapporten SINTEF A28008 fra 2016. Beregninger er utført med NORTIM og i henhold til regelverket i retningslinje T-1442/2016 og Forurensningsforskriften.

UTARBEIDET AV

Idar Ludvig Nilsen Granøien

KONTROLLERT AV

Rolf Randeberg

GODKJENT AV

Erik Swendgaard

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2019-05-23	Sluttrapport

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 støysonkart 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 FORURENSNINGSLOVEN	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	LANDINGSPLASSEN, INN- OG UTFLYGING	13
6	TRAFIKKMENGDER	15
7	FLYPROFILER	15
8	BEREGNINGER	16
8.1	Støysonkart	16
8.2	Kartlegging etter forurensningsforskriften	20
9	LITTERATUR.....	22

1 INNLEDNING

Denne rapport er utarbeidet på oppdrag fra Sykehusbygg HF med Knut Ola Haug som kontaktperson og er å betrakte som en revisjon av rapporten SINTEF A28008 fra 2016 ¹. Det meste av beskrivelsen av metodikk og landingsplassen er uendret og beholdt fra denne rapporten. Ny informasjon er knyttet til den reviderte prognosen og dermed resultatene fra beregningen.

Oppdraget er knyttet til NAWSARH prosjektet – anskaffelsen av nye redningshelikopter for 330 skvadronen. Grunnlag for beregningen er basert på opplysninger fra St. Olavs hospital HF v/Roald Hammer og Knut Ola Haug². Erland Karlsen har bidratt med kvalitetssikring av grunnlagsdata. Ved SINTEF har prosjektet vært bearbeidet av Femke Berre Gelderblom og Idar Ludvig Nilsen Granøien med Rolf Tore Randeberg som kvalitetssikrer og Erik Swendgaard som prosjektansvarlig.

Rapporten gjennomgår grunnlaget for beregning av flystøy og det tilhørende regelverk i Norge. Dernest vises landingsplassens karakteristika og trafikkmengder for tiårs prognosen i 2029. Dette danner grunnlaget for beregningene og resultatene som vises til slutt.

¹ Granøien og Gelderblom: *Reviderte støysoner for Trondheim helikopterplass, St. Olavs hospital. Prognose med nytt redningshelikopter*. Rapport SINTEF A28008, Trondheim desember 2016.

² Roald Hammer / Knut-Ola Haug: *Trafikkprognose St. Olavs Hospital 2019 – 2029*. Notat av 2019.03.29.

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
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.

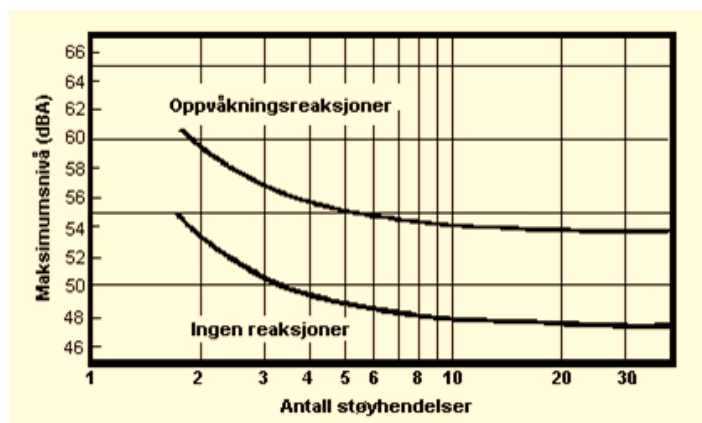
De to viktigste typer ulemper forbundet med flystøy er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller plage. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader med få unntak begrenses seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

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** (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.



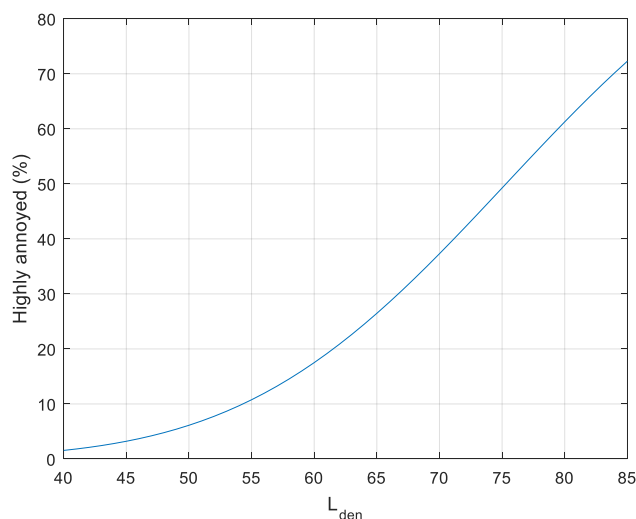
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser[1].

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

2.2.2 Generell plage av flystøy

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

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



Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall 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

Miljøverndepartementet ga i desember 2016 ut en revidert retningslinje T-1442/2016 for behandling av støy fra forskjellige støykilder[6], som en videreføring av T-1442 fra 2005 og 2012. Før dette 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 prosentsats, 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 [8] 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 den følgende tabell. 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_{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 tettbebyggd 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 korregerende 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/EC³ 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 (på sommeren) 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 støy mål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, L_{Aeq} , for hvert døgnssegment i det dimensjonerende middeldøgn. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk eller i tabellariske oversikter. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

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

Beregningsprogrammet inneholder en database for 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.

³ EU Directive 2002/49/EC Assessment and management of environmental noise.

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 [18], og omtales som forurensningsforskriften.

4.1 Innendørs støy

Forurensningsforskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak mot støy. Kartleggingsgrensen er satt til døgnekivalent 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 Byggforskningsinstituts 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. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnekivalent 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 døgnekivalent 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 skjermer 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 beregnede innendørsnivået *ikke* kunne erstatte en faglig utredning som tar hensyn til den aktuelle bygningskonstruksjonen i hvert enkelt tilfelle.

4.2 Strategisk støykartlegging

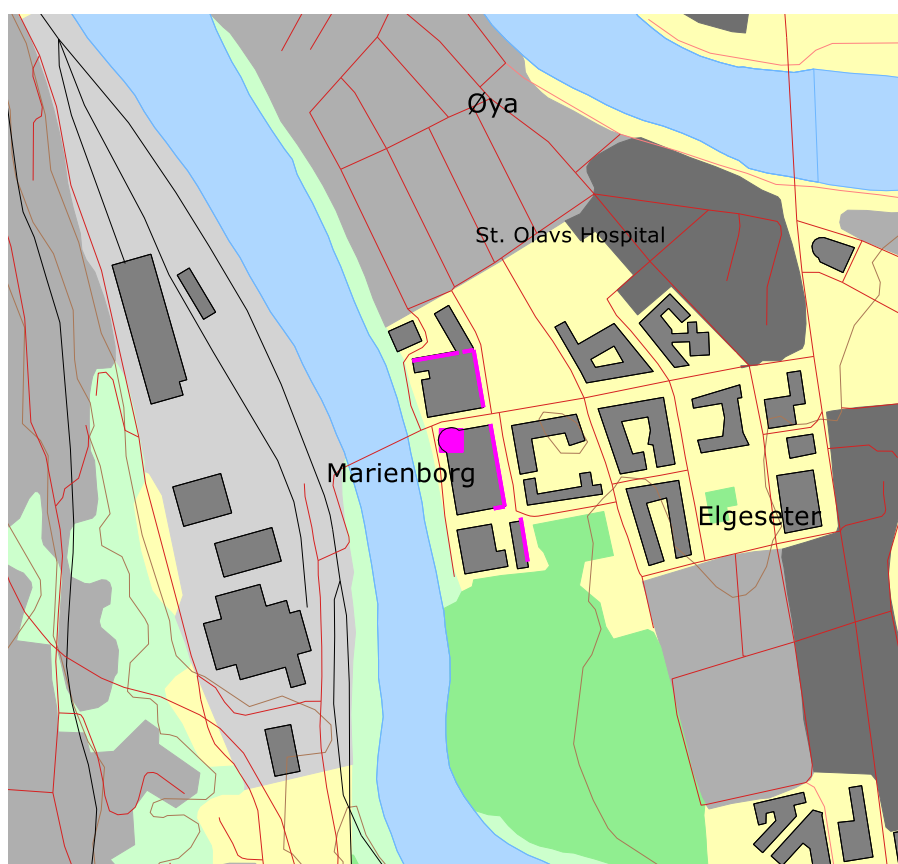
Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC, befolkningens behov for informasjon og som grunnlag for handlingsplaner. Forskriften gir i vedlegg minstekrav til hva som skal beregnes og rapporteres. Denne del av kartleggingen gjelder for utendørs nivå og det er krav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

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

5 LANDINGSPLASSEN, INN- OG UTFLYGING

Datagrunnlaget for landingsplassen er gitt i notat fra St. Olavs hospital ⁴ og det er søkt å gjenbruke data fra tidligere undersøkelser[22]. Landingsplassen har origo på N 63.25.11 E 10.23.8, som tilsvarer N 7 033 123.2 og E 569 172.7 i UTM Euref89 sone 32. I dette prosjektet er det koordinatsystemet UTM Euref89 sone 33 som benyttes og her er koordinaten N 7 040 671.9 og E 269 784.3. Høyde over havet er oppgitt til 46.6 meter. Landingsplassen er lagt inn som en rullebane med 30 meters lengde og tilsvarende bredde, slik som vist i det følgende kart. I dette er også de nærmeste byggene lagt inn som skjermers med antatt gesimshøyder på fasadene mot Prinsesse Kristinas gate. Skjermene vises med rosa streker i kartet.

Kartunderlag (N50) og digital topografi med 10x10 meters oppløsning er hentet fra Statkart sine gratis tjenester [23].

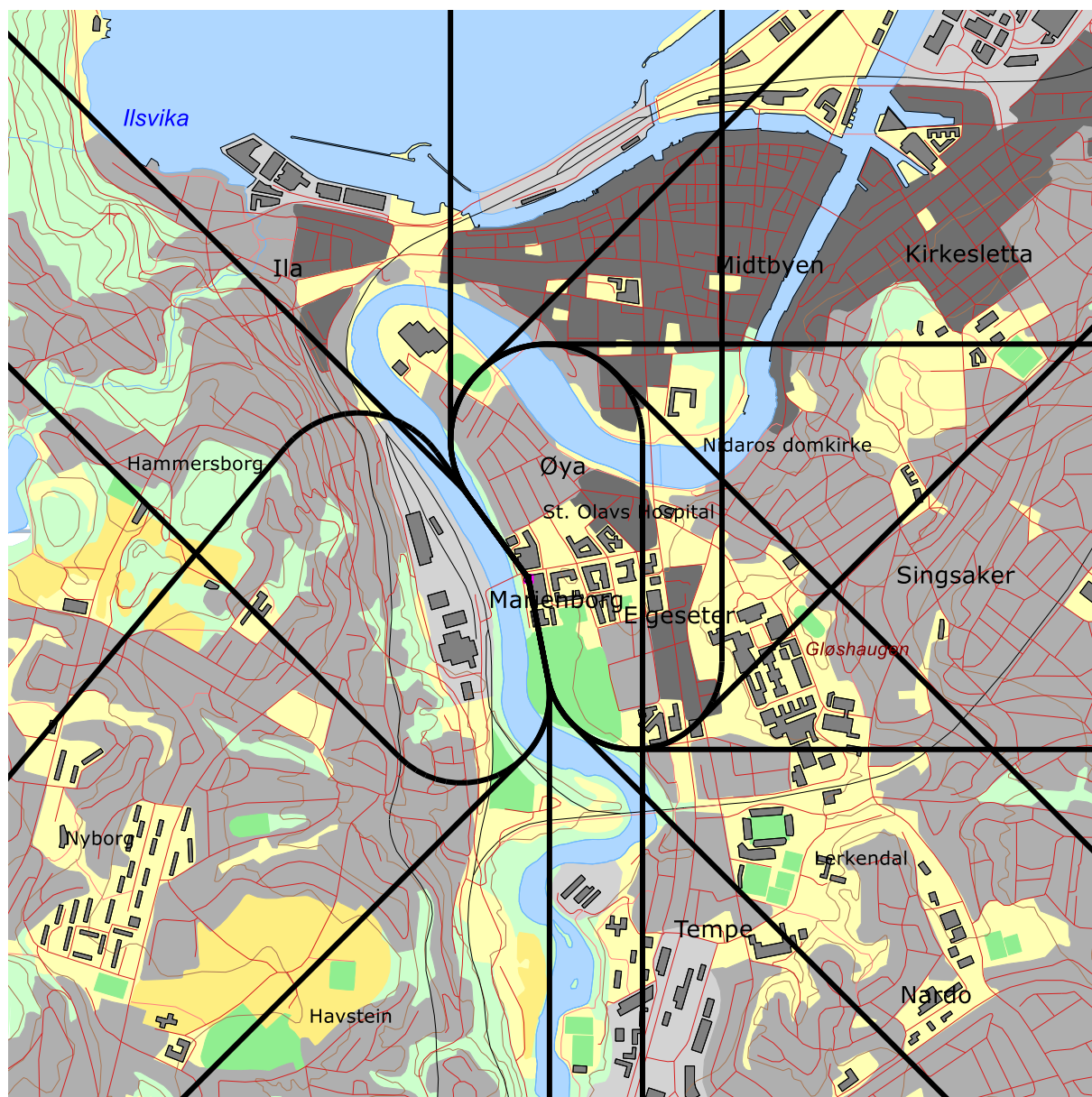


**Figur 5-1. Trondheim helikopterplass St. Olavs hospital markert med rosa kvadrat.
M 1:10 000.**

Inn- og utflygingsruter til landingsplassen ligger på retningene 140°-320° i sektor nord og 345°-165° i sektor sør. Det er angitt at trafikken fordeler seg med 70 % av landinger i sektor nord og 70 % avganger i sektor sør. Dette er benyttet for alle operatører. Traséer for inn- og utflyging er lagt inn med en sideveis spredning som tilsvarer bredden på hinderfrie korridorer etter BSL E 3-6. Det er antatt at første svingpunkt fra de deklarte retninger vil skje først 370 meter fra landingsplassen. Fra dette punktet og ut er det spredning i henhold til modellen definert i [24].

⁴ Filen <Flyplassdata.pdf>, St. Olavs hospital HF v/Roald Hammer datert 8.mai 2015.

Utenfor første svingpunkt er trafikken lagt i flere retninger som i tidligere beregninger. Trafikken er jevnt fordelt på disse traséer for landinger. For avganger er det antatt at redningshelikopteret alltid svinger mot nordvest, og at luftambulansene i 90 % av tilfellene returnerer til sine respektive baser og ellers fordeles likt på de øvrige himmelretninger. Dette gir et mønster som vist i Figur 5-2, hvor sideveis spredning er tatt ut for oversiktens skyld.



Figur 5-2. Traseer for landinger og avganger uten sideveis spredning. M 1:25 000.

6 TRAFIKKMENGDER

Det er trafikk til landingsplassen fra flere baser, hvorav luftambulansen fra Ålesund og Rosten i Trondheim og redningshelikopteret utgjør de største bidragsyterne. I tillegg kommer det noen operasjoner fra basene i Brønnøysund og Dombås samt større helikopter fra offshore operatører. Statistikk fra St. Olav viser fordeling av trafikken på disse og døgnfordeling på hver av operatørene. Det er en klar trend som tilsier økning i antall bevegelser. Dette gjenspeiles i prognosen for 2029, ref. fotnote ². I tabellen under er det angitt flybevegelser pr. base i prognoseåret 2029 som en middelvei av forventet trafikk og høyt anslag.

Tabell 6-1. Trafikkmengder pr år i prognosen.

Base	Helikoptertype	SumOper 2029
Ålesund	AW139	615
Brønnøysund	H145T2	145
Dombås	EC135	220
Rosten	H145T2	1435
Ørlandet (330 skv.)	AW101	480
Canadian (offshore)	AS332	45

7 FLYPROFILER

I beregningene legges det inn profiler fra databasen til NORTIM, delvis basert på data fra operatører. For redningshelikoptret AW101 legges det inn 4 graders glidebanevinkel. AW139 og AS332 som substitueres med SA330, har profil med 6 graders glidebane i databasen, mens EC135 og H145T2 beregnes med en spesialutviklet profil basert på en gjennomsynkningsrate på 300 fot pr minutt, tidligere utviklet i samarbeid med basen på Rosten. Alle profiler legges inn med hastigheter for "best rate of descend".

For avganger er profilene hentet fra databasen for SA330 med "best rate of climb" og tilsvarende hastighet, mens det for AW101 er utviklet en profil basert på opplysninger fra 330 skvadronen Sola. For EC135 og H145T2 er det benyttet en profil som også benytter beste klatrate og tilsvarende hastighet.

Det er antatt at alle helikopter har ca. seks minutter på landingsplattformen med rotor i gang for hvert besøk. Det er ikke tilgjengelig støydata for de eksisterende helikoptrene for denne aktiviteten og det benyttes derfor det kurvesett som gir minst støy av flymodiene for disse. For AW101 er slike data mottatt og benyttet for denne aktiviteten (ground idle).

8 BEREGNINGER

Det beregnes med NORTIM for alle enheter som er relatert til retningslinje T-1442/2016 og forurensningsforskriften. Videre gjøres det punktregninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert per 2019-05-07.

Grunnlagsberegningene for T-1442/2016 og kartlegging etter forurensningsforskriften foretas med en oppløsning på 128 fot (39 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

8.1 Støysonekart

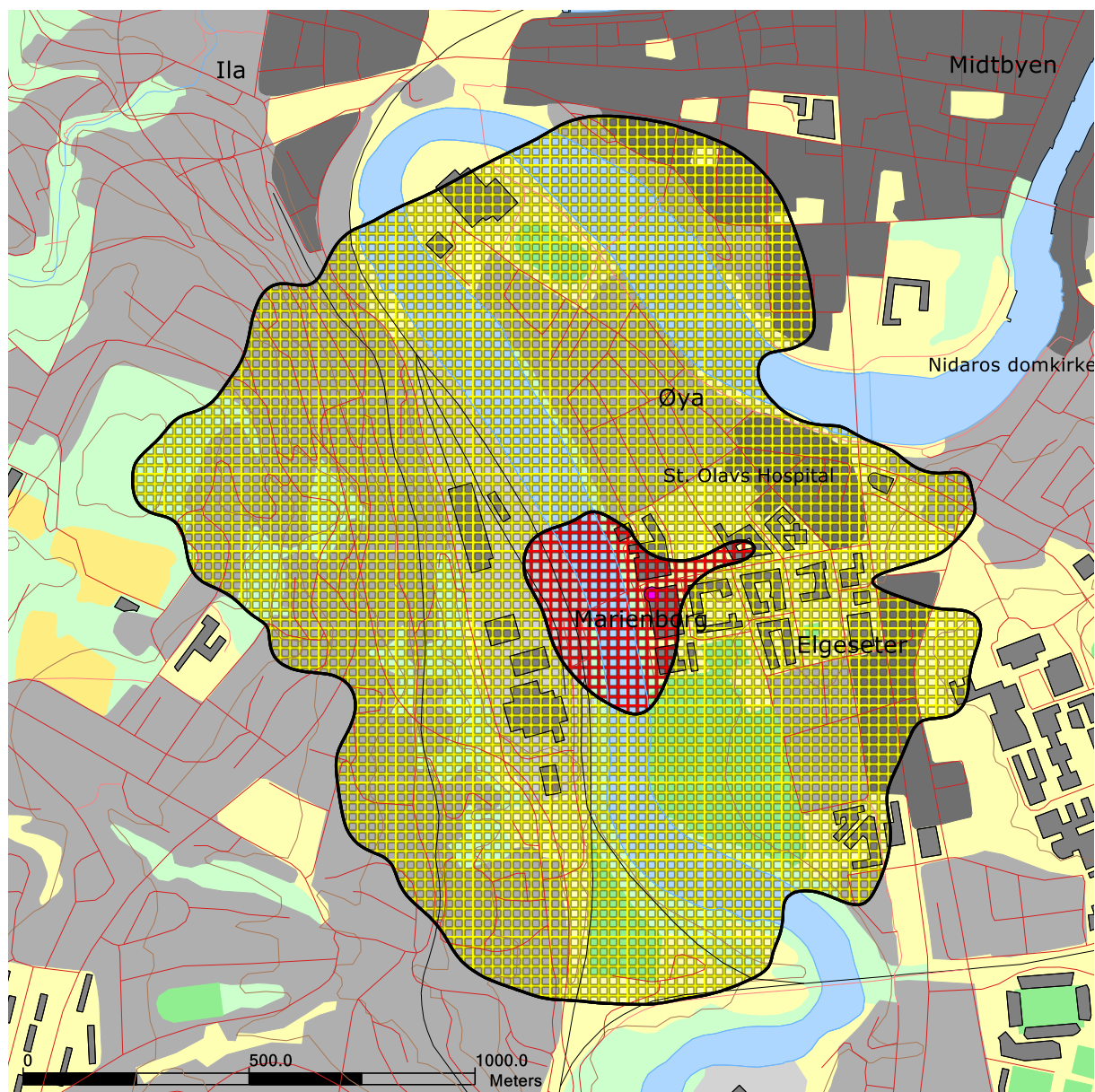
Støysonekart etter T-1442/2016 settes sammen som en kombinasjon av L_{den} og L_{5AS} (MFN_{23-07}). Yttergrensen for gul sone dannes av den ytterste av $L_{den}52$ dB og $MFN_{23-07} 80$ dB, mens yttergrensen av rød sone bestemmes av $L_{den}62$ dB og $MFN_{23-07} 90$ dB. For denne landingsplassen er det L_{den} som totalt dominerer og dimensjonerer støysonene. Dette går frem av de følgende figurene. For sammenligning med tidligere beregning er også deler av resultatet for 2025 prognosen vist.

Tabell 8-1. Areal (dekar) innenfor støysoner for prognosen 2029, sammenlignet med 2025.

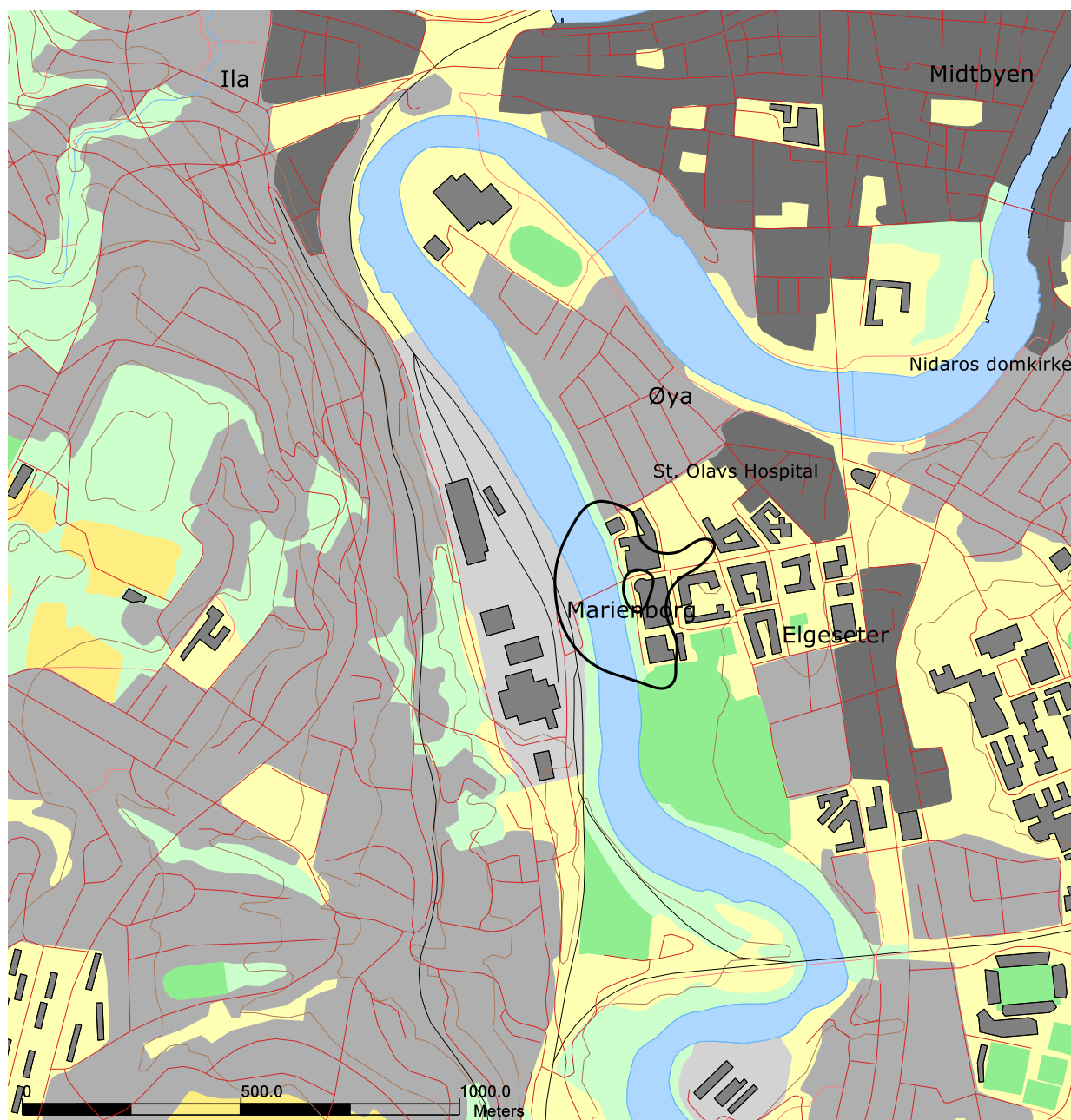
	2029	2025
Rød sone	115.2	176.8
Gul sone	2210.5	3530.4

Støysonene er betydelig redusert i areal i forhold til den tidligere prognosen. Hovedårsaken til dette er utskifting av helikopter for Norsk Luftambulanse. Støydata for H145T2 viser betydelig reduksjon i støy under innflyging i forhold til EC135. Derne viser prognosen for 2029 ca. 10 % lavere antall bevegelser totalt sammenlignet med den gamle prognosen for 2025. Den lavere vekst gjenspeiler utviklingen i de seneste år.

Støysonekart for prognosesituasjonen 2029 er vist under. En ekstra figur er tatt inn hvor de tidligere beregnede sonегrensene er vist. I disse og de etterfølgende kartene er hver bygning som regnes å ha et støyømfintlig bruksformål markert med en liten firkant der referansepunktet ligger.



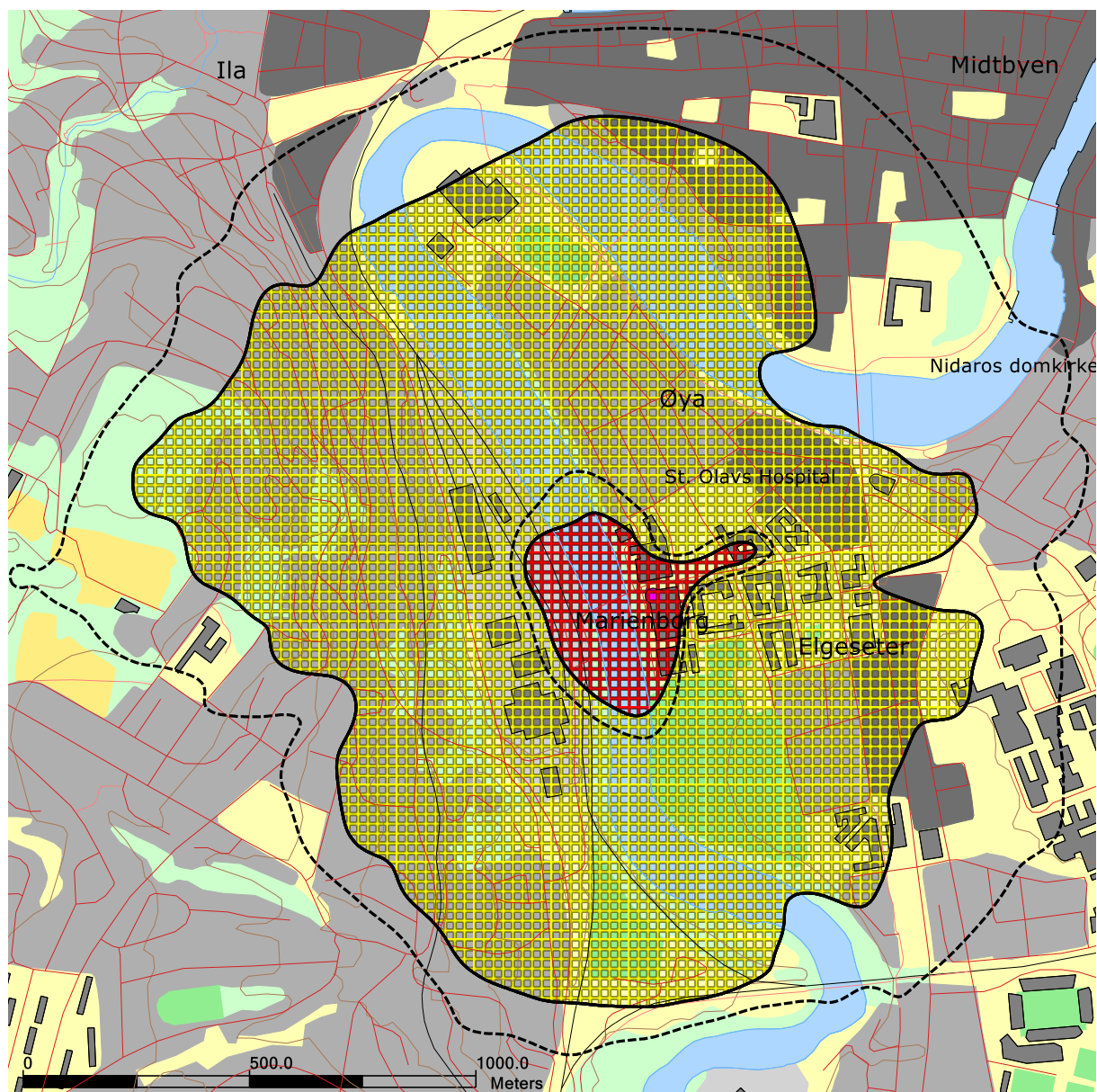
Figur 8-1. Støysoner for 2029 prognosesituasjon. M 1:15 000.



Figur 8-2. MFN(23-07) for prognosesituasjonen i 2029. Kurvene viser 80 og 90 dBA. M 1:15 000.

Det fremgår av dette kartet at maksimumsnivå på natt ikke er dimensjonerende for støysonene.

Som en ekstra sammenligning er det tatt inn en figur som viser forskjell mellom tidligere beregnede støysoner for 2025 og for den nye prognosen for 2029.



Figur 8-3. Støysoner for prognosesituasjonen i 2029 sammen med stiptet sonегrenser for 2025 fra tidligere beregning. M 1:15 000.

Tabell 8-2. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor støysonene for 2029 prognosesituasjonen.

Sone	Boliger	Skolebygninger	Sykehusbygninger	Fritidshus
Gul	913	25	18	1
Rød	0	0	2	0

Sammenlignet med den gamle prognosen for 2025 er antallet berørte bygninger redusert betraktelig både for boliger, skole- og sykehusbygninger, slik at det ikke lenger er boliger i rød sone og antallet boliger i gul sone er redusert med ca. 600. Antall berørte skolebygninger er redusert til en tredel

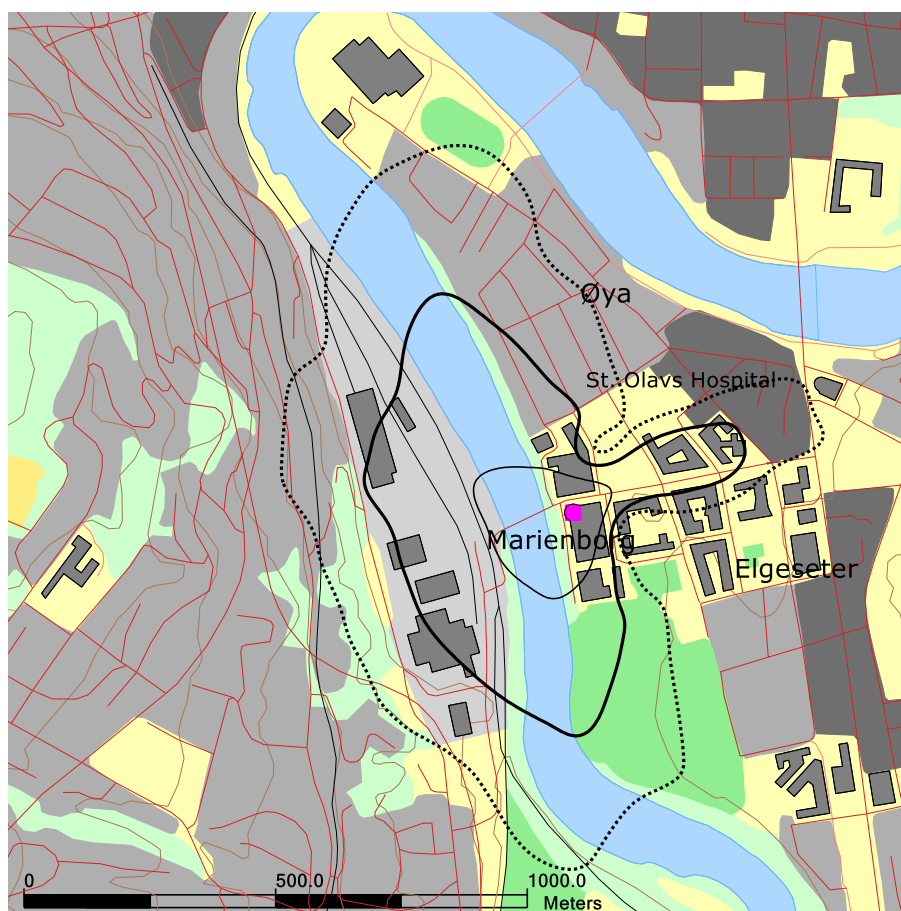
8.2 Kartlegging etter forurensningsforskriften

Kartleggingsgrensen relatert til forurensningsforskriften er for helikopter angitt som utendørs frittfelt nivå målt i L_{Aeq24h} til 54 dBA. Med normal fasadeisolasjon vil dette gi et innvendig støynivå på 35 dBA, målt med samme enhet. Tiltak må gjøres dersom innendørsnivået kommer opp i 42 dBA, tilsvarende 61 dBA utendørs. Kartleggingsgrensen senkes med 3 dB dersom det er andre like sterke kilder tilstede. Det er derfor vanlig å telle opp bygninger innenfor tre intervaller slik som i den følgende tabellen.

Tabell 8-3. Antall bygninger med støfølsomt bruksformål innenfor kartleggingsgrenser for prognosesituasjonen 2029.

L_{Aeq24h} (dBA)	Boliger	Skolebygninger	Sykehusbygninger	Fritidshus
51 – 54	137	4	6	0
54 – 61	16	0	7	0
> 61	0	0	1	0

Også her er det betydelig reduksjon i antall berørte bygninger. Oppdragsgiver blir supplert med adresselister og tilhørende støynivå for disse bygningene, men det antas at tiltak allerede er gjort der det tidligere har vært angitt behov.



Figur 8-4. Kartleggingsgrenser for 2029. M 1:15 000.

Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre enheter for støynivå. Disse foreligger på SOSI filformat og kan leveres oppdragsgiver på elektronisk form. De er ikke vist her av plasshensyn og ut fra ønske om å begrense omfanget av resultatfigurer.

9 LITTERATUR

- [1] B. Griefahn, "MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE," in *Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem*, Nice, Frankrike, juli 1993.
- [2] H. M. E. Miedama and C. G. Oudshorn, "Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals.," *Environmental health perspectives*, vol. 109, pp. 409-416, 2001.
- [3] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien, and J. M. Fields, "RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU," ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990.
- [4] T. Gjestland, K. H. Liasjø, and I. L. N. Granøien, "RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.," SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994.
- [5] F. Gelderblom, T. Gjestland, and I. L. N. Granøien, "UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER," Trondheim SINTEF A27596, Mars 2016 2016.
- [6] Klima- og Miljødepartementet, "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging," Retningslinje T-1442/2016, Oslodesember 2016.
- [7] Miljøverndepartementet, "RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING," Retningslinje T-1442/2012, Oslo, juli 2012.
- [8] Miljødirektoratet, "VEILEDER TIL RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (T-1442/2012)," Veileder M-128, Oslo, februar 2014.
- [9] H. Olsen, K. H. Liasjø, and I. L. N. Granøien, "TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM," SINTEF DELAB Report STF40 A95038, Trondheim, april 1995.
- [10] R. T. Randeberg, H. Olsen, and I. L. N. Granøien, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [11] I. L. N. Granøien, R. T. Randeberg, and H. Olsen, "CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES," SINTEF Report STF40 A02065, Trondheim, desember 2002.
- [12] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [13] S. Å. Storeheier, R. T. Randeberg, I. L. N. Granøien, H. Olsen, and A. Ustad, "AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS," SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, mars 2002.
- [14] J. Koopmann, A. Zubrow, A. Hansen, S. Hwang, and M. Ahearn, "Aviation Environmental Design Tool (AEDT) 2b User Guide," U.S. Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center, Washington DC, USA2015.
- [15] W. R. Lundberg, "BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT," AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, februar 1990.
- [16] OSL, "Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data," August 2015 August 2015.
- [17] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAWSARH Environmental Impact Studies," October 2014
- [18] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.
- [19] A. Brekke, "NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II," Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave, Oslo, juni 1998.

- [20] A. Brekke, "ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER.," Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, oktober 2013.
- [21] E. Osmundsen, "MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREKNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA," Miljøakustikk AS2011.
- [22] I. L. N. Granøien, "REVIDERT BEREKNING AV HELIKOPTERSTØY FOR NY LANDINGSPLASS VED ST. OLAVS HOSPITAL," SINTEF A5325, 2008.
- [23] Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>
- [24] "REPORT ON STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL AIRPORTS," in *European Civil Aviation Conference*, Paris, December 2014.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no