

2020:00185-00185 - Åpen

Rapport

Reviderte støysoner for helikopterplass St. Olavs hospital, Trondheim

Støysoner etter T-1442/2016

Forfatter(e)

Karen Evensen

Idar L. N. Granøien



Fra St Olavs Hospital HFs nettside

SINTEF Digital

Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40 00 51 00
E-mail: postmottak.digital@sintef.no

Foretaksregister:
919 303 808 MVA

Rapport

Reviderte støysoner for helikopterplass St. Olavs hospital, Trondheim

Støysoner etter T-1442/2016

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2020:00185	102022096	1	2020-03-03

EMNEORD:

Akustikk; Flystøy;
Beregning

FORFATTER(E)

Karen Evensen
Idar L. N. Granøien

OPPDRAKSGIVER(E)

St. Olavs Hospital HF

OPPDRAKSGIVERS REF.

Øyvind Thoresen

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

39

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

ISBN

978-82-14-06294-6

SAMMENDRAG

Det er gjennomført en oppdatert beregning av helikopterstøy ved St. Olavs hospital i Trondheim. Beregningen er gjort med NORTIM 4.5.33 og er gjort for år 2030 basert på estimert trafikk og endringer i helikopterflåten. Det er også gjort en beregning hvor bevegelsene for maskinen på Rosten har blitt redusert med 20%. De nye helikoptrene til Norsk Luftambulans støyer mindre enn de som de erstatter. Ettersom disse dominerer trafikken, krymper støysonene sammenlignet med tidligere beregninger.

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

**UTARBEIDET AV**

Karen Evensen

KONTROLLERT AV

Rolf Randeberg

GODKJENT AV

Erik Swendgaard

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

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	9
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	Omgivelser	13
6	Trafikkmengder	15
7	Flygeprofiler	15
8	Beregningsparametere	16
8.1	Beregningsenheter	16
8.2	Beregning i enkeltpunkt	16
8.3	NORTIM beregningskontroll	16
9	Resultater relatert til retningslinje T-1442/2016	16
9.1	Støysonekart for prognosen	16
9.2	Støysonekart for prognosen med 20 % reduksjon på Rosten	19
10	Resultater relatert til forurensningsloven	21
10.1	Kartlegging av innendørs støynivå for prognosesituasjon	21

10.2	Kartlegging av innendørs støynivå for prognosesituasjon med 20% reduksjon på Rosten...	23
10.3	Kartlegging av utendørs støynivå.....	25
10.4	Kartlegging utendørs støynivå for prognosesituasjon med 20 % reduksjon på Rosten.....	31
11	Litteratur.....	38

1 Innledning

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag fra St. Olavs Hospital HF med Øyvind Thoresen som kontaktperson, og er å betrakte som en revisjon av SINTEF rapport A28008 fra 2016 [1] og et tillegg til rapport 2019:00557 fra 2019 [2]. Det meste av beskrivelsen av metodikk og landingsplassen er uendret og beholdt fra rapport fra 2016. Ny informasjon er knyttet til den reviderte prognosen for antall bevegelser, endringer i helikopterpark og beregningsresultatene som følger. Trafikkgrunnlag for beregningen er basert på opplysninger fra St. Olavs hospital HF v/ Øyvind Thoresen.

Ved SINTEF har prosjektet vært bearbeidet av Karen Evensen og Idar Ludvig Nilsen Granøien med Rolf Tore Randeberg som kvalitetssikrer og Erik Swendgaard som prosjektansvarlig.

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

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

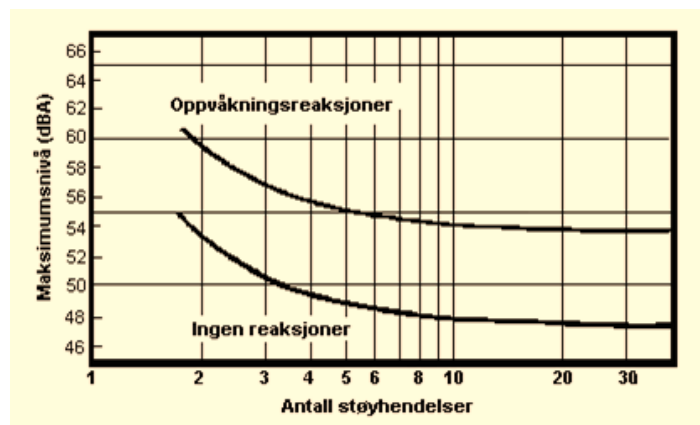
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. 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 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. [3, 4]. 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..



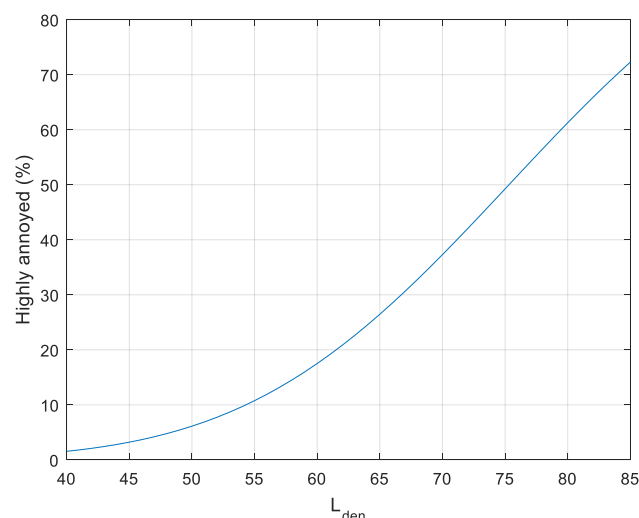
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [3].

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 % sjansje 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. [4]. 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 [4].



Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall personer sterkt plaget av flystøy som funksjon av ekvivalentnivå utendørs [4].

Undersøkelsene rundt 1990 i Norge [5, 6] 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 [7] 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 [8]. 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 [8] 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 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 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 korrigerende supplement ved kompliserte utbredelsesforhold, ved spesielle flygeprosedyrer, eller når beregningsprogrammet eller dets database er utilstrekkelig.

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnet

Veilederen til T-1442/2016 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC [9] 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 trafikkgrunnet.

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [10, 11] 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 [12] 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 [13], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [14] 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 [12].

Beregningsprogrammet inneholder en database for over 300 ulike flytyper. Databasen er importert fra internasjonalt tilgjengelige kilder, i hovedsak fra USA, AEDT [15] og NOISEMAP [16] og med korrigerte støydatabaser for to flyfamilier [12]. I tillegg benyttes data fra målinger foretatt av OSL for de to mest benyttede offshore helikoptre [17] og data fra fabrikken for det nye redningshelikopteret [18].

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 [19].

4.1 Innendørs støy

Forurensningsforskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak mot støy. Kartleggingsgrensen er satt til døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$) på 35 dBA innendørs når bare én 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. Etersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt's utredning om fasadeisolasjon [20], som er revidert av Brekke og Strand [21], er det valgt tre forskjellige normtall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støyemessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Tabell 4-1. viser grenseverdiene for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 4-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

Flyplasstype	Støyemessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltsnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	22 dBA	57 dBA (35+22)
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 [21] 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 [22].

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

4.1.2 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 støyinnivå**, 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. [21]. 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.

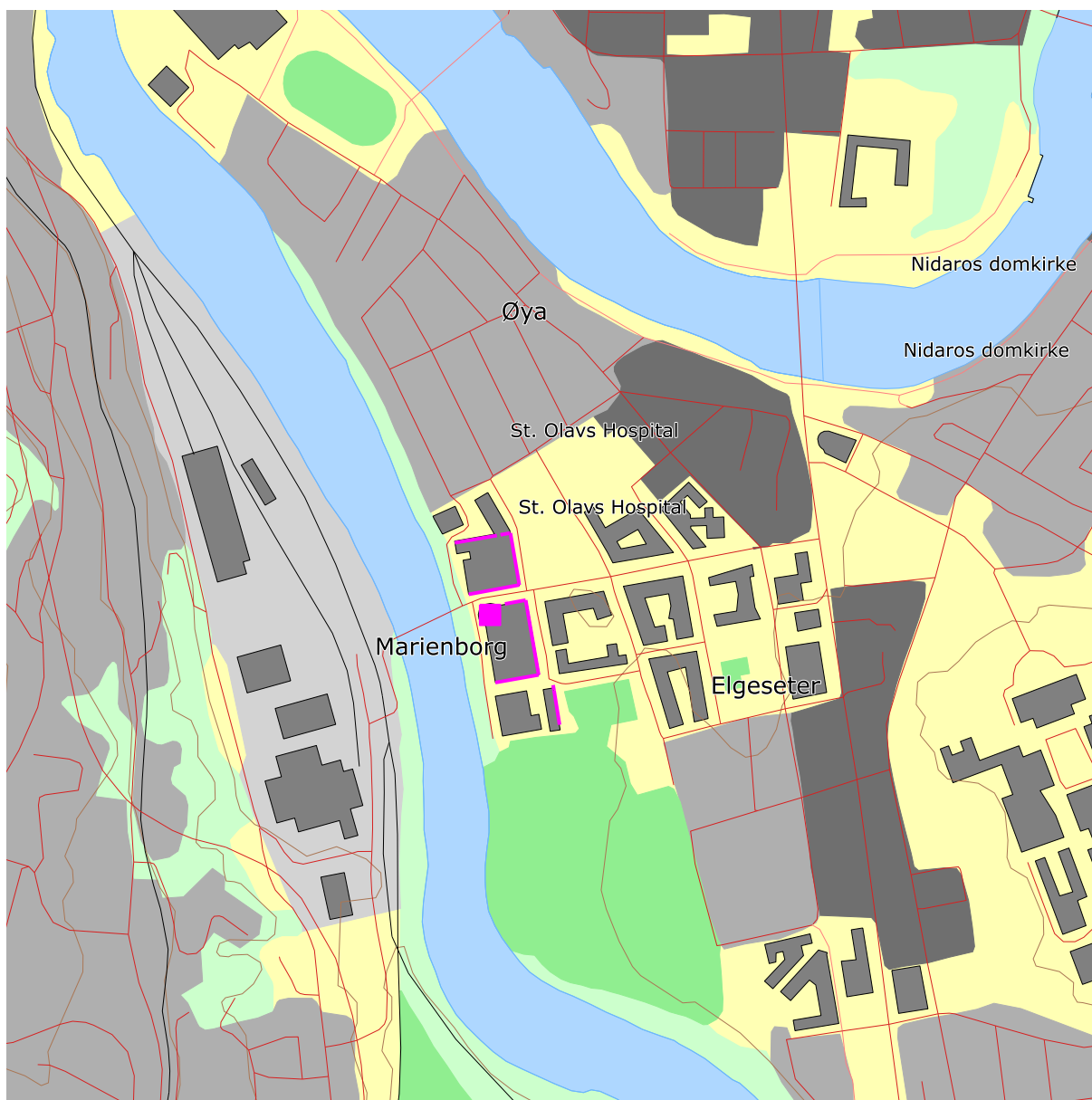
4.2 Strategisk støykartlegging

Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC [9], 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

Datagrunnlaget for landingsplassen er gitt i notat fra St. Olavs hospital¹ og det er gjenbrukt data fra tidligere undersøkelser [1, 2]. 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 skjermere 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 gratisjenester [23].

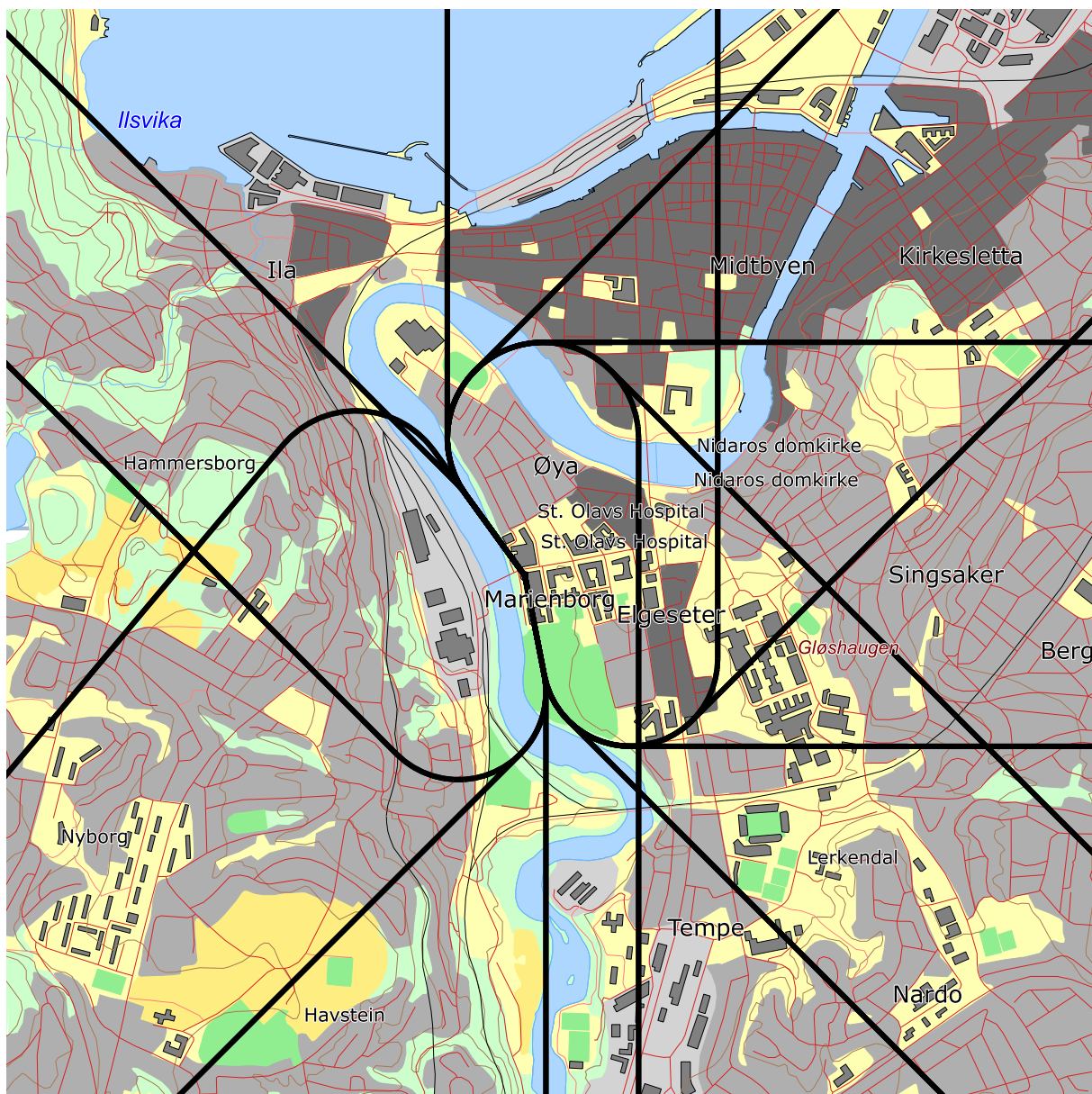


Figur 5-1 Trondheim helikopterlass St. Olavs hospital markert med rosa kvadrat. M 1:10 000.

¹ Filen <Flyplassdata.pdf>, St. Olavs hospital HF v/Roald Hammer datert 8.mai 2015.

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 deklarete retninger vil skje først 370 meter fra landingsplassen. Fra dette punktet og ut er det spredning i henhold til modellen definert i [24].

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. Traséer 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, samt redningshelikopteret, utgjør de største bidragsyterne. I tillegg kommer det noen operasjoner fra basene i Brønnøysund og på Dombås, samt større helikopter fra offshore operatører. Statistikk fra St. Olav viser fordeling av trafikken på disse basene og har blitt oppdatert for denne beregningen. Døgnfordeling på hver av operatørene er gjenbrukt fra tidligere beregninger [2, 25]. Antall operasjoner til basene i Ålesund, Brønnøysund, Offshore og på Dombås har gått noe ned siden forrige beregning. Antall bevegelser på basen på Rosten har derimot økt noe.

I tillegg til beregningen tilhørende fordelingene gitt i Tabell 6-1., er det gjort en testberegning der aktiviteten med AW101 ble økt til totalt 560 bevegelser.

Tabell 6-1. Trafikkmengde per år for prognosesituasjon i 2030.

Base	Helikoptertype	SumOper 2030	SumOper2030 reduksjon på Rosten
Ålesund	AW139	500	500
Brønnøysund	H145T2	130	130
Dombås	EC135	200	200
Rosten	H145T2	1435	1146
Ørlandet (330 skv.)	AW101	480	480
Canadian (offshore)	AS332	45	45
Totalt		2620	2501

7 Flygeprofiler

I beregningene legges det inn profiler fra databasen til NORTIM, delvis basert på data fra operatører. For redningshelikoptret AW101 legges det inn 6 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 klatrerate 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 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 punktberregninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert per 2020-02-11.

8.3 NORTIM beregningskontroll

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

9 Resultater relatert til retningslinje T-1442/2016

Støysonekart etter T-1442/2016 settes sammen som en kombinasjon av L_{den} og L_{5AS} (MFN₂₃₋₀₇). Yttergrensen for gul sone dannes av den ytterste av L_{den} 52 dB og MFN₂₃₋₀₇ 80 dB, mens yttergrensen av rød sone bestemmes av L_{den} 62 dB og MFN₂₃₋₀₇ 90 dB. For denne landingsplassen er L_{den} dominerende og denne størrelsen dimensjonerer støysonene.

Normalt vil det beregnes for to situasjoner, dagens og en prognose 10-20 år fram i tid. I og med at prognosen i stor grad er en framskriving av dagens situasjon, er beregningen her bare utført for prognosen. Økningen i helikoptertrafikk fra dagens situasjon til prognosen medfører økning i støynivå, slik at det vil være prognosen som ene og alene dimensjonerer støysonene.

9.1 Støysonekart for prognosen

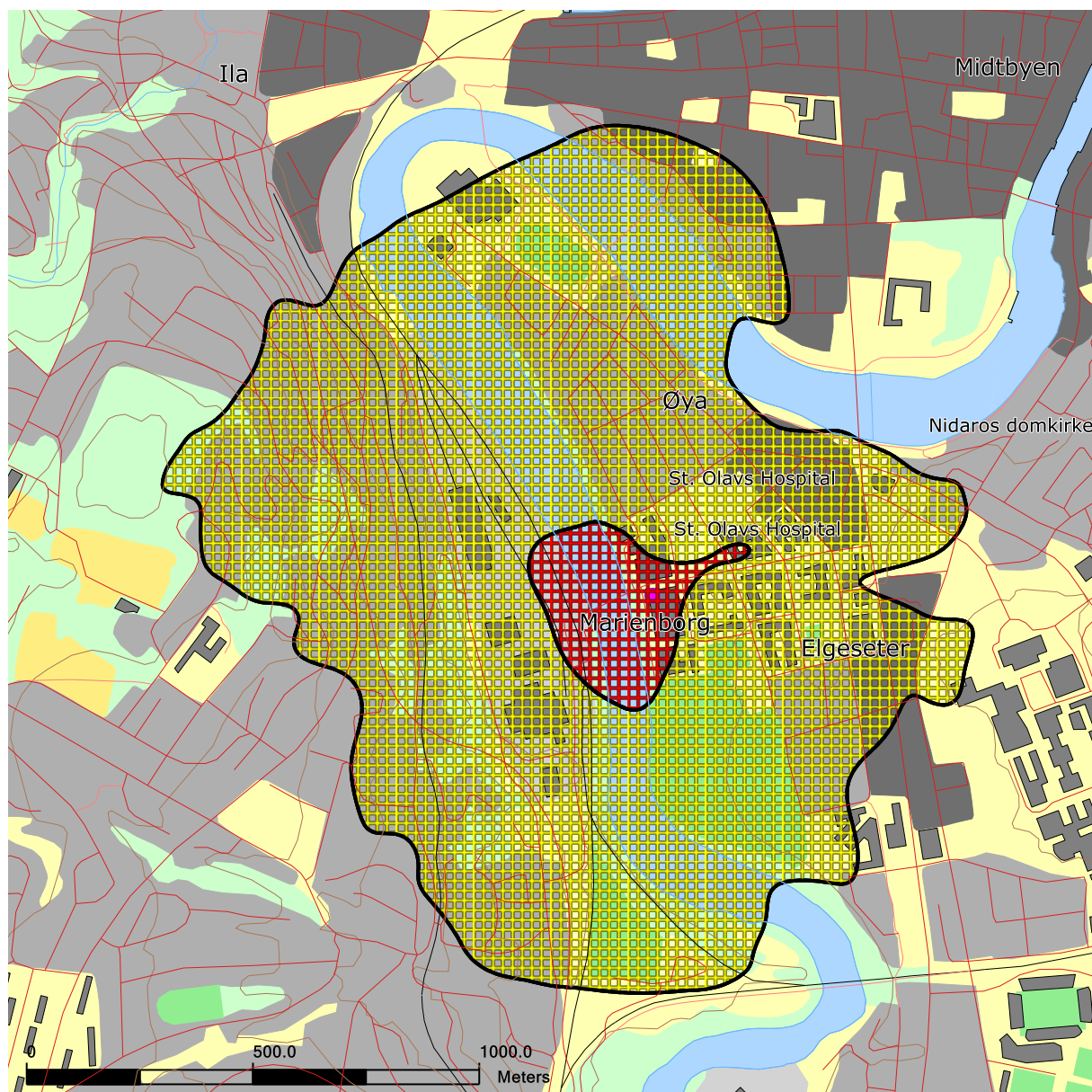
Støysonekart for L_{den} for prognosesituasjon i 2030 med grunnlaget gitt i Tabell 6-1. er vist på Figur 9-1. og arealet til de tilhørende støysonene er gitt i Tabell 9-1. Støysonene for MFN₂₃₋₀₇ er vist på Figur 9-2..

Tabell 9-1. Totalt areal (dekar) i støysoner for prognosesituasjon (2030).

Støysone	Areal 2030
Rød	103,5
Gul	1991,7

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

Støysonene er betydelig redusert i areal i forhold til den tidligere prognosen i rapport fra 2016 [1]. Hovedårsaken til dette er utskifting av helikopter for Norsk Luftambulans. Støydata for H145T2 viser betydelig reduksjon i støy under innflygning sammenlignet med EC135. Det er også færre bevegelser enn prognosen for 2025 brukt i 2016-rapporten.



Figur 9-1. Støysoner for prognosesituasjon (2030). Helikopterpaden er vist i rosa. M 1:15 000.

Antall bygninger som faller innenfor støysonene på Figur 9-1. er gitt i Tabell 9-2. De to nederste radene viser antallet for henholdsvis gul og rød sone. Sammenlignet med resultatene i rapport fra 2016 er antall berørte bygninger betraktelig redusert.

Tabell 9-2 Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor støysonene for L_{den} for prognosesituasjonen (2030).

L_{den}	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
50,0-52,0	5778	569	37	6	0
52,0-62,0	6096	808	20	19	1
62,0 →	0	0	0	1	0

Av Figur 9-2. fremgår det at maksimumsnivå på natt ikke gir dimensjonerende støynivå.



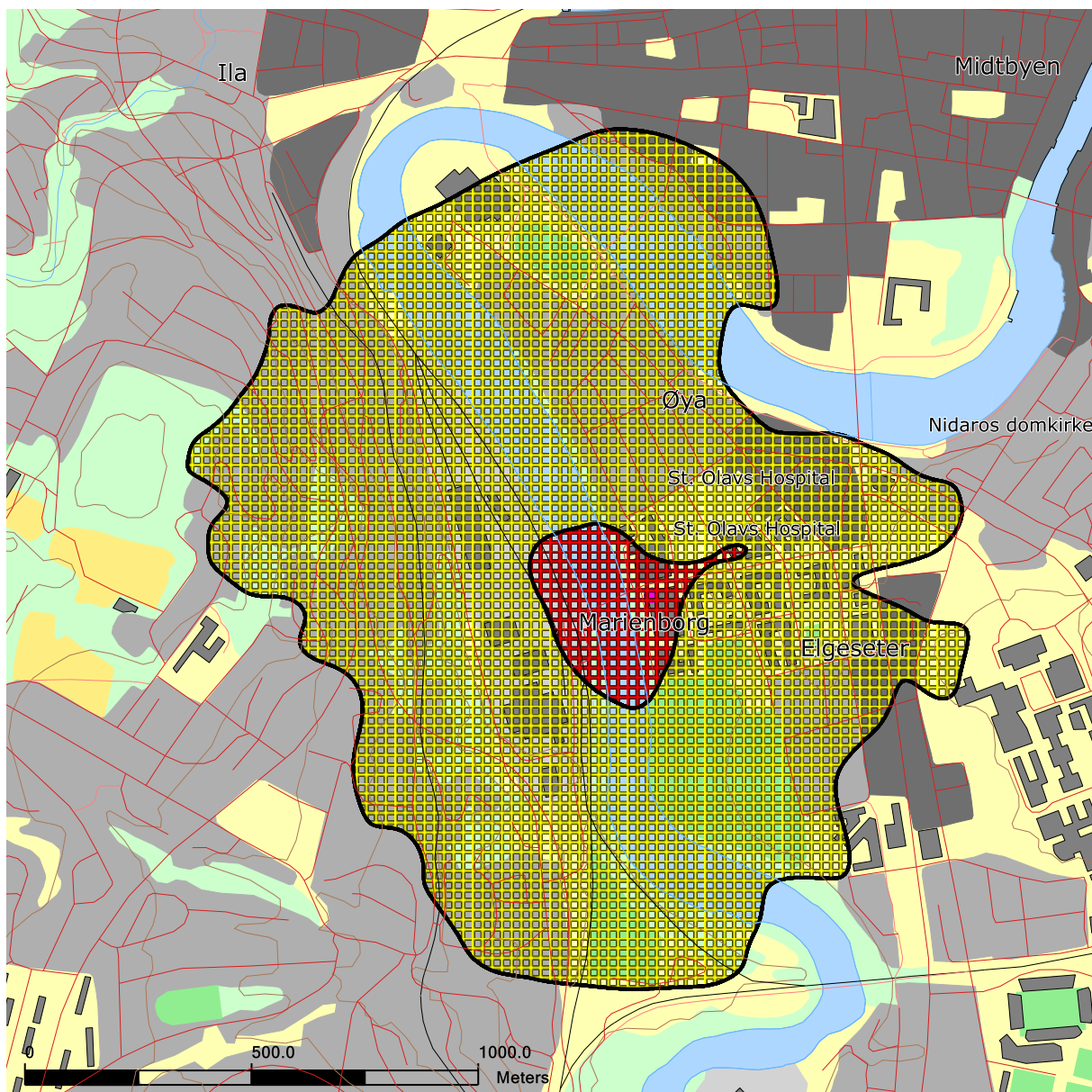
Figur 9-2. MFN₂₃₋₀₇ for prognosesituasjonen i 2030. Kurvene viser 80 og 90 dBA. Helikopterpaden er vist i rosa.
M 1:15 000.

9.2 Støysonekart for prognosen med 20 % reduksjon på Rosten

Støysonene for L_{den} for beregningen av prognosesituasjon (2030) med 20% reduksjon av maskinen(e) på Rosten er vist på Figur 9-3. Arealet til disse støysonene er gitt i Tabell 9-3 **Error! Reference source not found.** og viser en marginal reduksjon sammenlignet med resultatene for prognosesituasjonen uten reduksjonen på Rosten.

Tabell 9-3. Totalt areal (dekar) i støysoner for prognosesituasjon (2030) med 20% reduksjon på Rosten.

Støysone	Areal 2030
Rød	99,5
Gul	1909,6



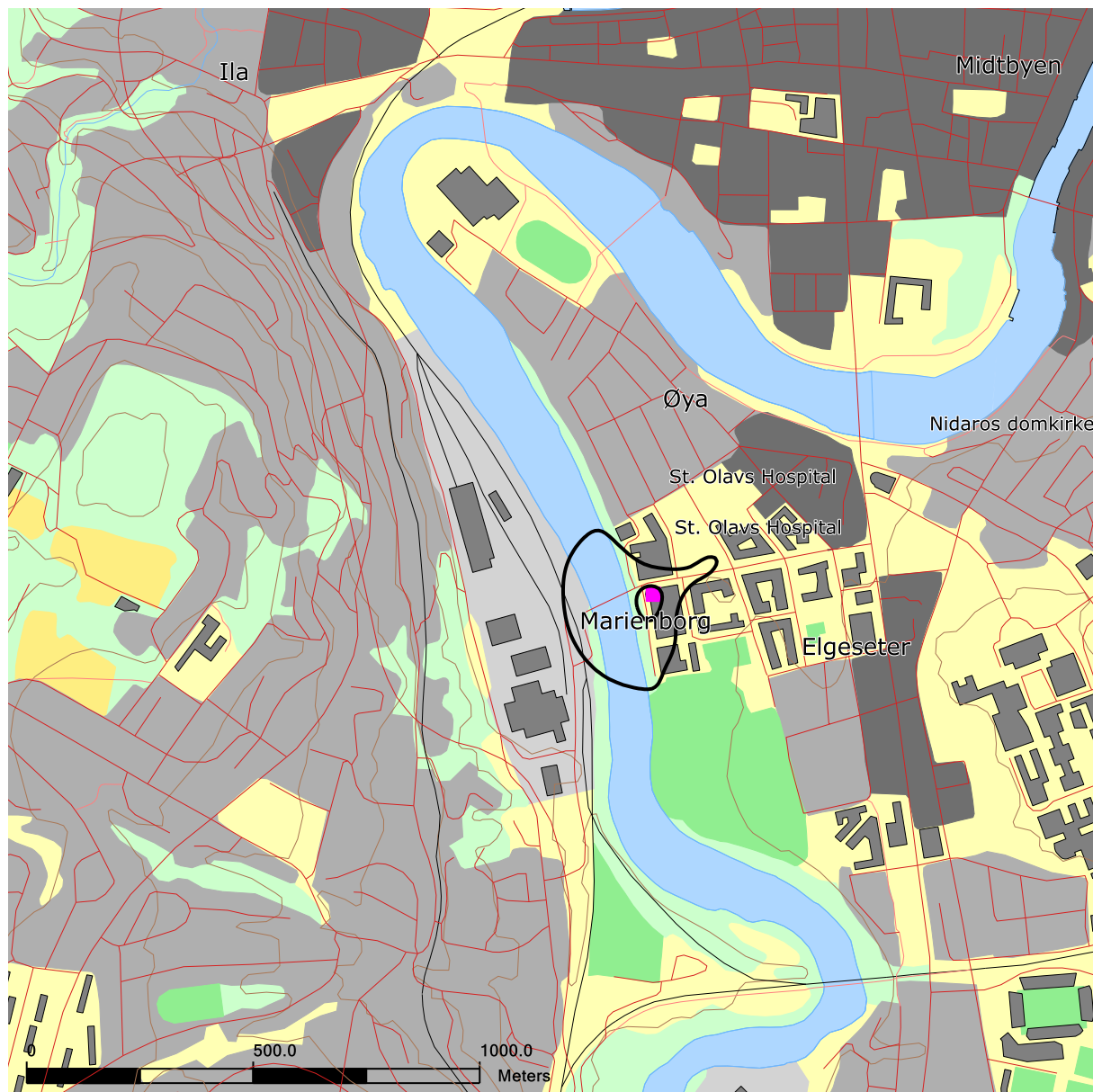
Figur 9-3. Støysoner for prognosesituasjon (2030) med 20 % reduksjon for maskinen på Rosten. M 1:15 000.

Antall bygninger som faller innenfor støysonene på Figur 9-3 er gitt i Tabell 9-4. De to nederste radene viser antallet for henholdsvis gul og rød sone. Antallet personer, boliger og skoler innenfor gul støysone er noe redusert sammenlignet med resultatene for prognosesituasjonen gitt i Tabell 9-2.

Tabell 9-4 Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor støysonene for L_{den} for prognosesituasjonen (2030) med 2% reduksjon på Rosten.

L_{den}	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
50,0-52,0	5731	570	38	6	1
52,0-62,0	5688	765	17	19	0
62,0 →	0	0	0	1	0

Beregningene som viser maksimalnivå på natt er gitt i Figur 9-4.



Figur 9-4. MFN₂₃₋₀₇ for prognosesituasjonen i 2030 med 20% reduksjon på Rosten. Kurvene viser 80 og 90 dBA. Helikopterpaden er vist i rosa. M 1:15 000.

10 Resultater relatert til forurensningsloven

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

I tillegg til beregningene tilhørende fordelingen gitt i Tabell 6-1., er det gjort en testberegning der aktiviteten med AW101 ble økt til totalt 560 bevegelser. Dette ga jevnt over en økning i $L_{Aeq,24h}$ på rundt en halv dBA på de nærmeste boligene, men fortsatt ligger ingen innenfor tentativ tiltaksgrense. Disse resultatene er ikke ytterligere beskrevet i avsnittene som følger.

10.1 Kartlegging av innendørs støy nivå for prognosesituasjon

Kartleggingsgrensen relatert til forurensningsforskriften er for helikopter angitt som utendørs frittfelt nivå målt til $L_{Aeq,24h}$ lik 54 dBA. Med normal fasadeisolasjon vil dette gi et innvendig støy nivå 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 til stede. Det er derfor vanlig å telle opp bygninger innenfor tre intervaller som vist i resultattabellene i de følgende avsnittene.

Tabell 10-1 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med døgnmidlet ekvivalentnivå over de ulike grensene for de tre ulike intervallene for prognosesituasjonen (2030).

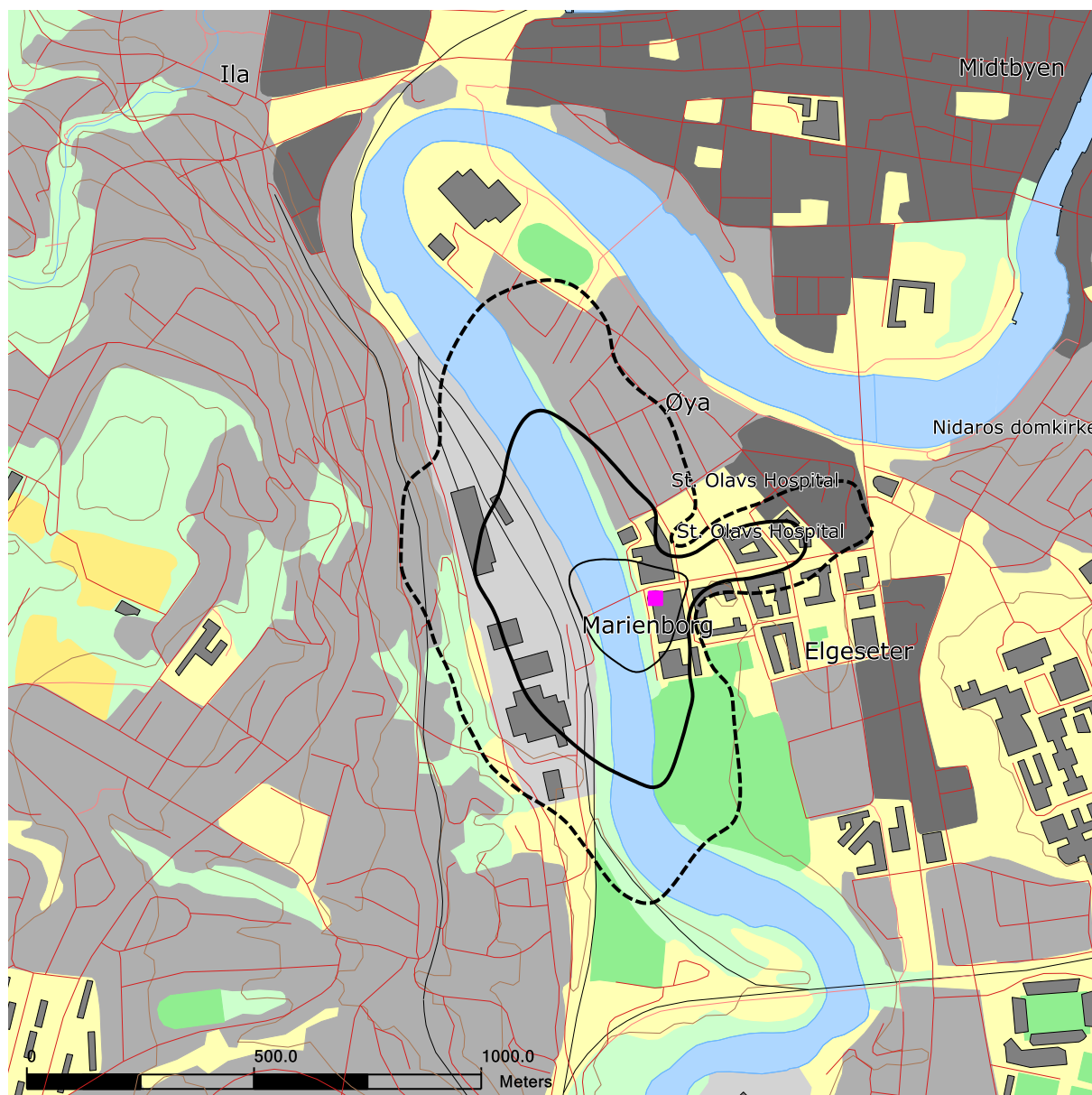
Tabell 10-1. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjonen (2030).

$L_{Aeq,24h}$	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
51,0 - 54,0	690	131	4	6	0
54,0 – 61,0	111	15	0	6	0
61,0 →	0	0	0	1	0

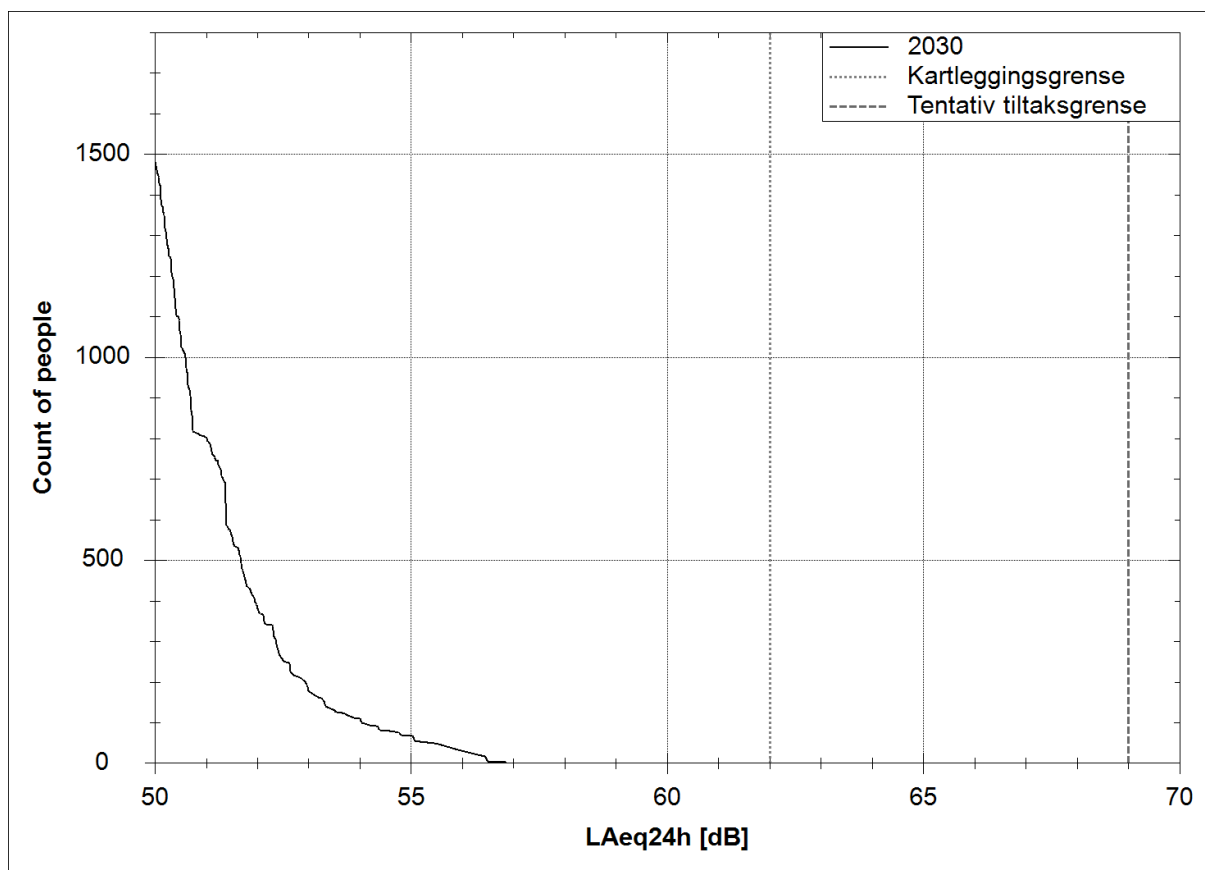
Også her er det betydelig reduksjon i antall berørte bygninger sammenlignet med resultatene i rapporten fra 2016.

Oppdragsgiver blir supplert med adresselister og tilhørende støy nivå for disse bygningene, men det antas at tiltak allerede er gjort der det tidligere har vært angitt behov.

Kartleggingsgrenser for innendørs støy nivå er illustrert på Figur 10-1.. Figur 10-2. viser kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ nivå.



Figur 10-1. Tentativ tiltaksgrense (tynn heltrukket), kartleggingsgrense (tykk heltrukket), og kartleggingsgrense med andre like sterke støykilder (stiplet) for prognosesituasjon (2030). $L_{Aeq,24h}$ 61, 54 og 51 dBA. M 1:15 000.



Figur 10-2. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{Aeq24h} -nivå.

10.2 Kartlegging av innendørs støynivå for prognosesituasjon med 20% reduksjon på Rosten

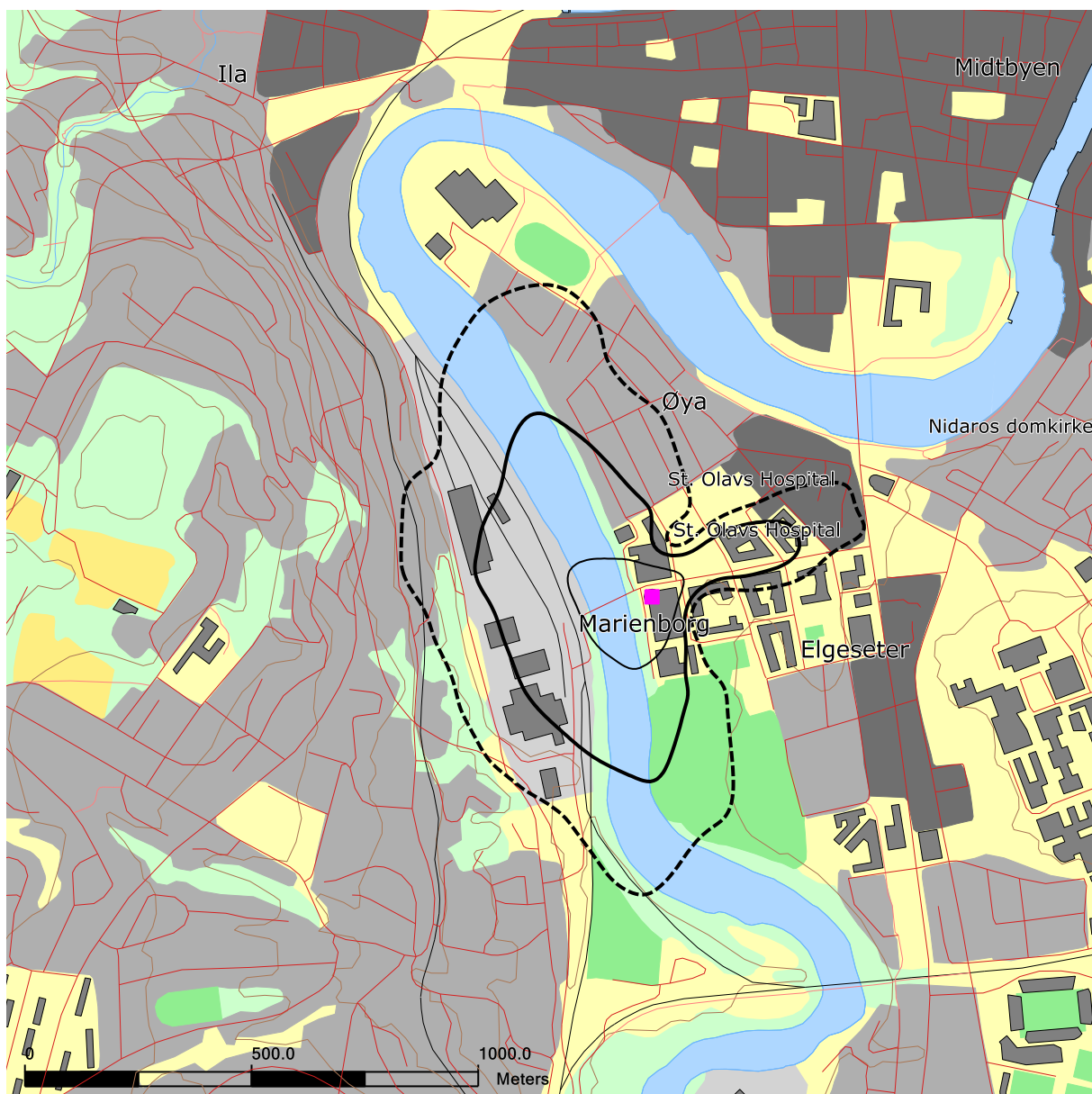
Tabell 10-1 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med døgnmidlet ekvivalentnivå over de ulike grensene for de tre ulike intervallene for prognosesituasjonen (2030) for situasjonen der trafikken på Rosten er redusert med 20 %.

Tabell 10-2. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjonen (2030) med 20 % reduksjon på Rosten.

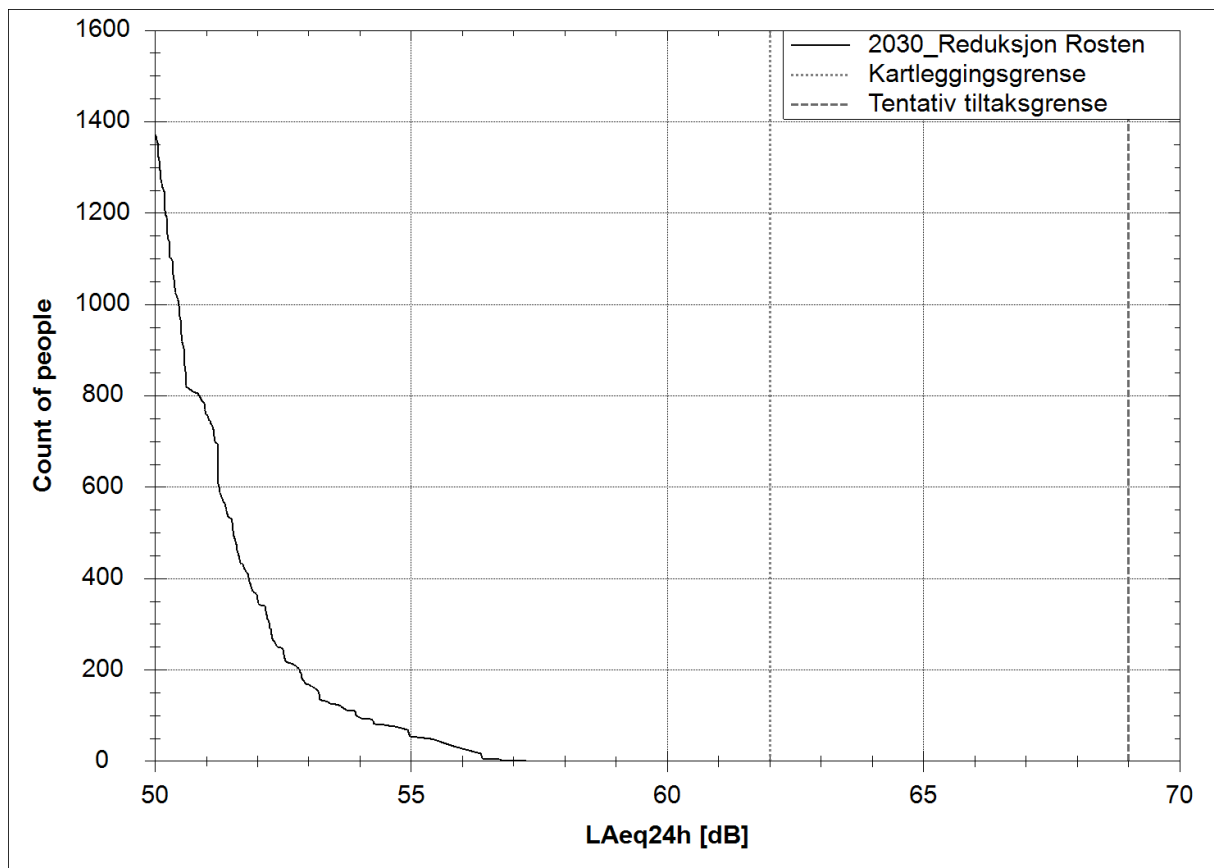
$L_{Aeq,24h}$	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
51,0 - 54,0	665	122	4	6	0
54,0 – 61,0	93	12	0	6	0
61,0 →	0	0	0	1	0

Oppdragsgiver blir supplert med adresselister og tilhørende støynivå for disse bygningene.

Kartleggingsgrenser for innendørs støynivå for prognosesituasjon med 20% reduksjon på Rosten er illustrert på Figur 10-3. Figur 10-4 viser kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ nivå for samme situasjon.



Figur 10-3. Tentativ tiltaksgrense (tynn heltrukket), kartleggingsgrense (tykk heltrukket), og kartleggingsgrense med andre like sterke støykilder (stiplet) for prognosesituasjon (2030) for tilfellet med 20% reduksjon på Rosten.
 $L_{Aeq,24h}$ 61, 54 og 51 dBA. M 1:15 000.



Figur 10-4. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{Aeq24h} -nivå.

10.3 Kartlegging av utendørs støynivå

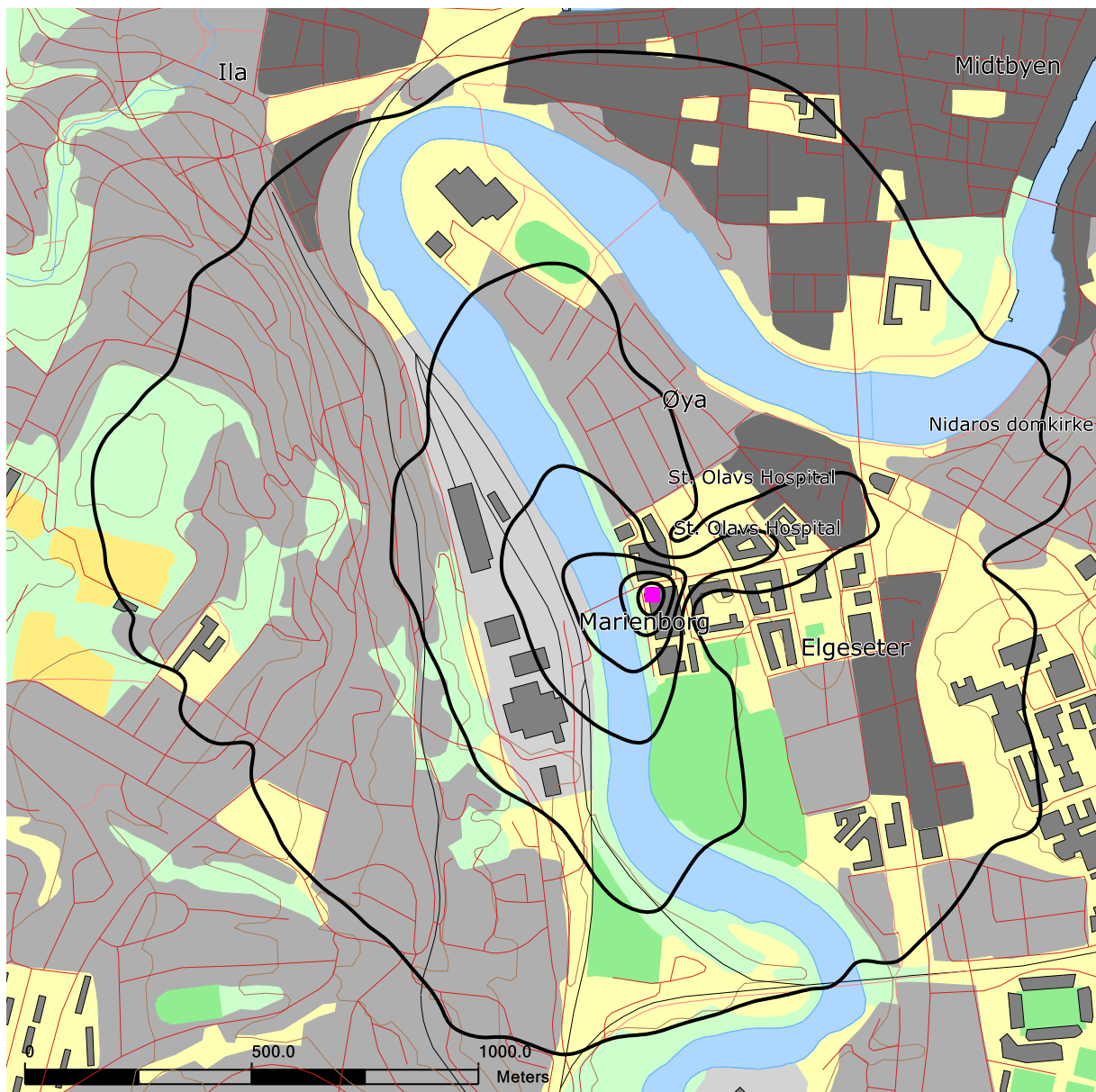
Strategisk støykartlegging gjennomføres i henhold til forurensningsforskriften, ref. [19], Del 2, kapittel 5, avsnitt III og vedlegg 2 til del 2 i og med at landingsplassen ligger i et byområde med mer enn 100 000 innbyggere.

Tabell 10-3. viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med L_{den} over 50 dBA. Figur 10-5 viser konturer for L_{den} 50, 55, 60, 65, 70 og 75 dBA.

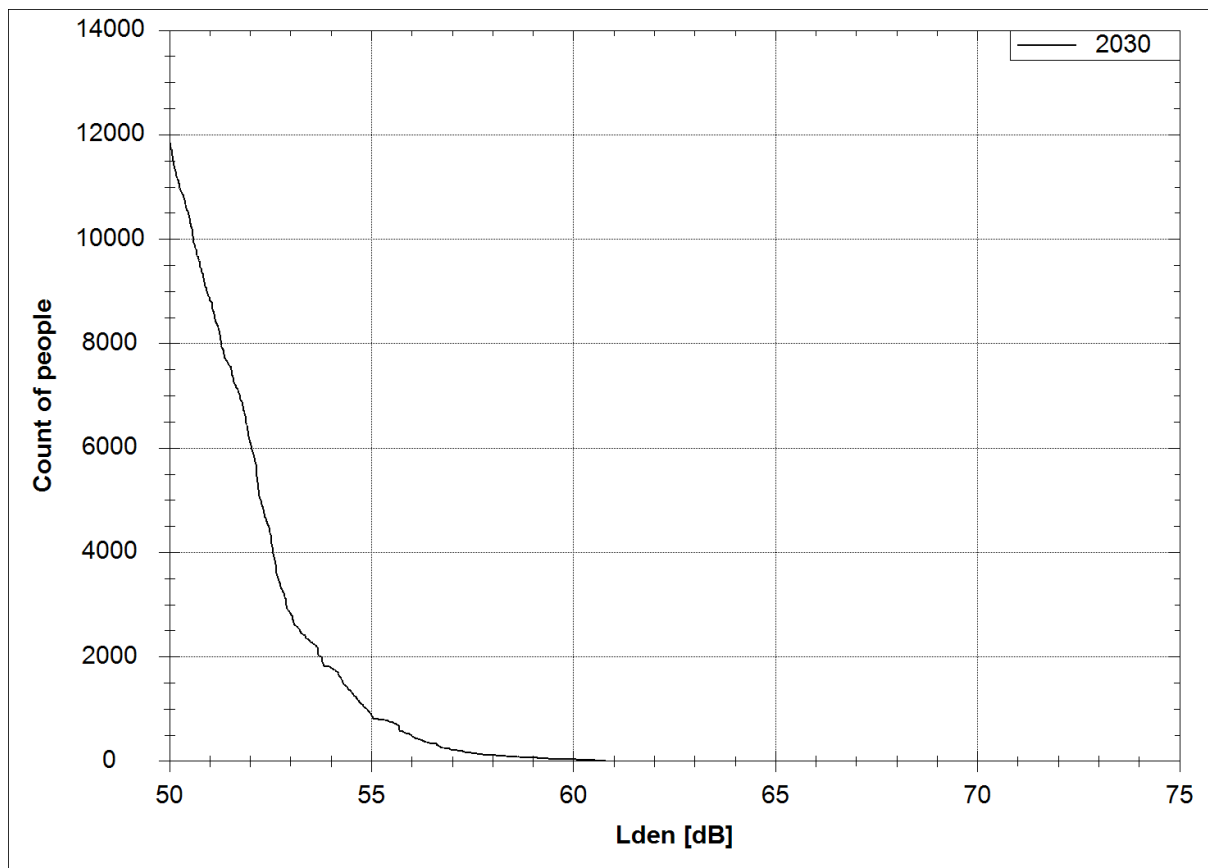
Figur 10-6. viser kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy over 50 dBA. Disse kurvene viser altså totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt støynivå eller mer.

Tabell 10-3. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{den} -nivå for prognosesituasjon (2030).

L_{den}	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
50,0 – 55,0	11003	1221	53	13	1
55,0 – 60,0	837	152	4	9	0
60,0 – 65,0	33	4	0	3	0
65,0 – 70,0	0	0	0	0	0
70,0 – 75,0	0	0	0	1	0
75,0 →	0	0	0	0	0



Figur 10-5. L_{den} for prognosesituasjon (2030) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.



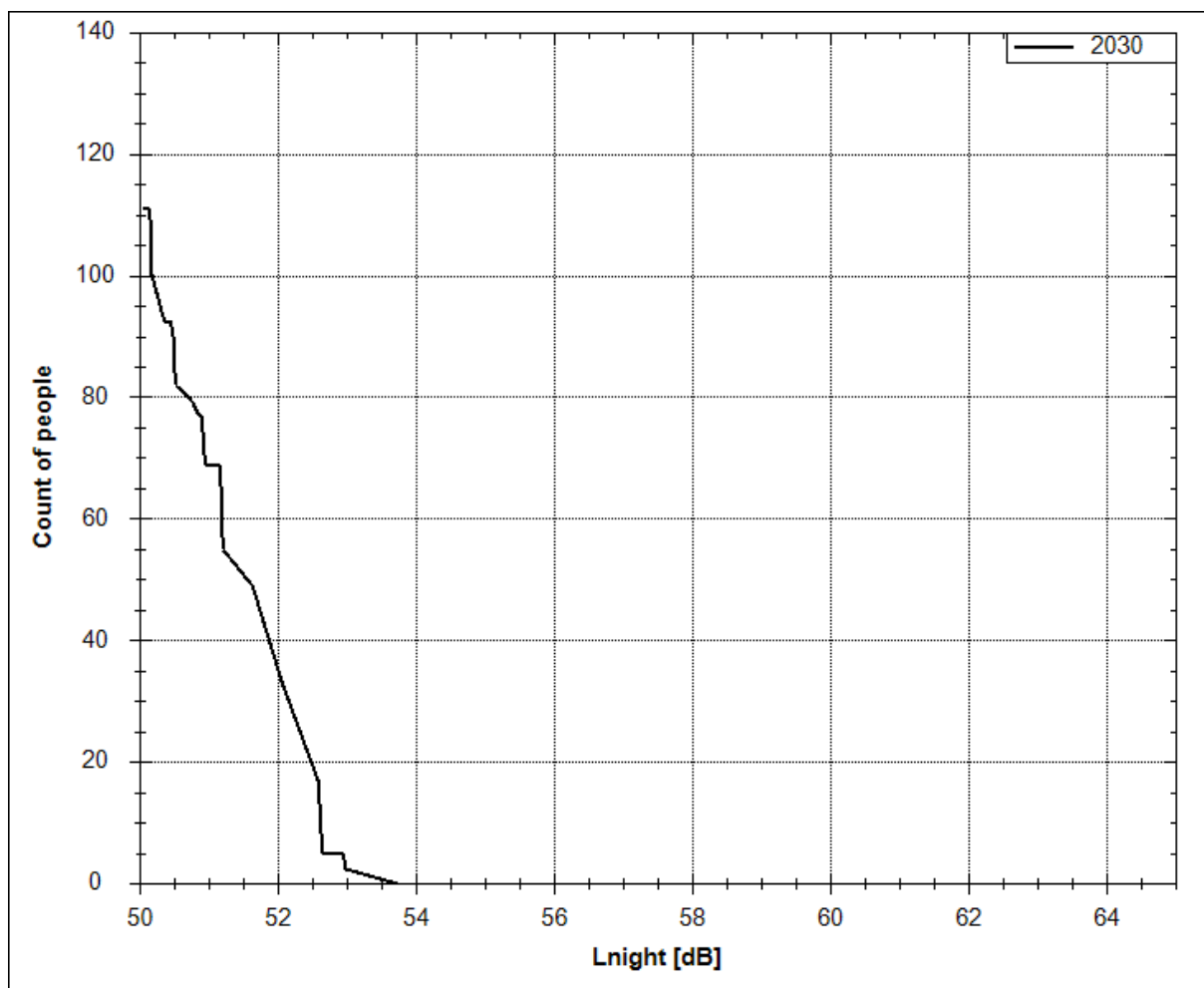
Figur 10-6. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{den} -nivå.

Tabell 10-4 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med L_{night} over 50 dBA.

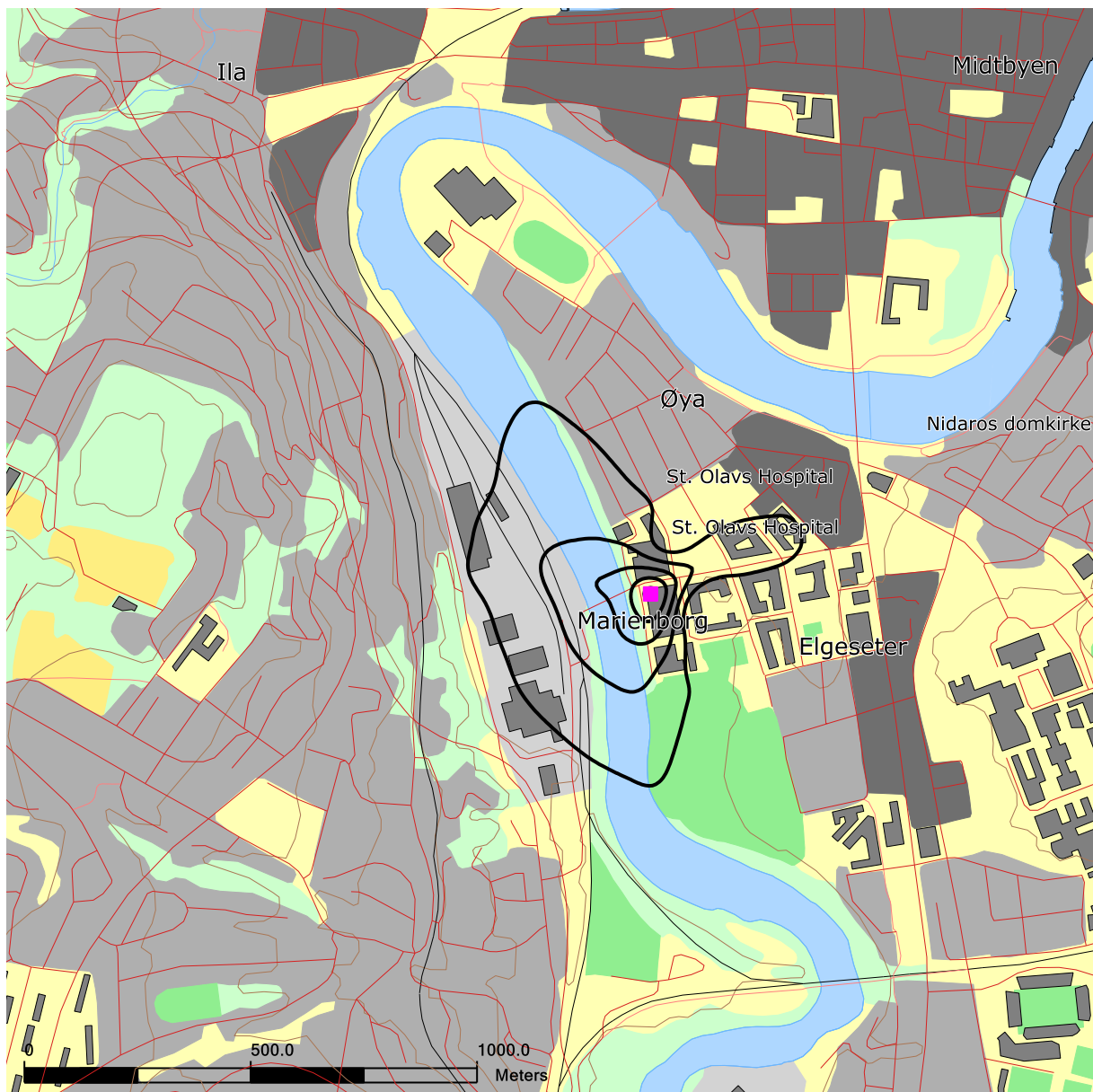
Tabell 10-4. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{night} -nivå for prognosesituasjonen.

L_{night}	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
50,0 – 55,0	111	15	0	7	0
55,0 – 60,0	0	0	0	0	0
60,0 – 65,0	0	0	0	1	0
65,0 – 70,0	0	0	0	0	0
70,0 →	0	0	0	0	0

Figur 10-7 viser den kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for L_{night} over 50 dBA. Figur 10-8 viser konturer for L_{night} 50, 55, 60, 65 og 70 dBA for prognosesituasjon.



Figur 10-7. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{night} -nivå.



Figur 10-8. L_{night} for prognosesituasjon i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.

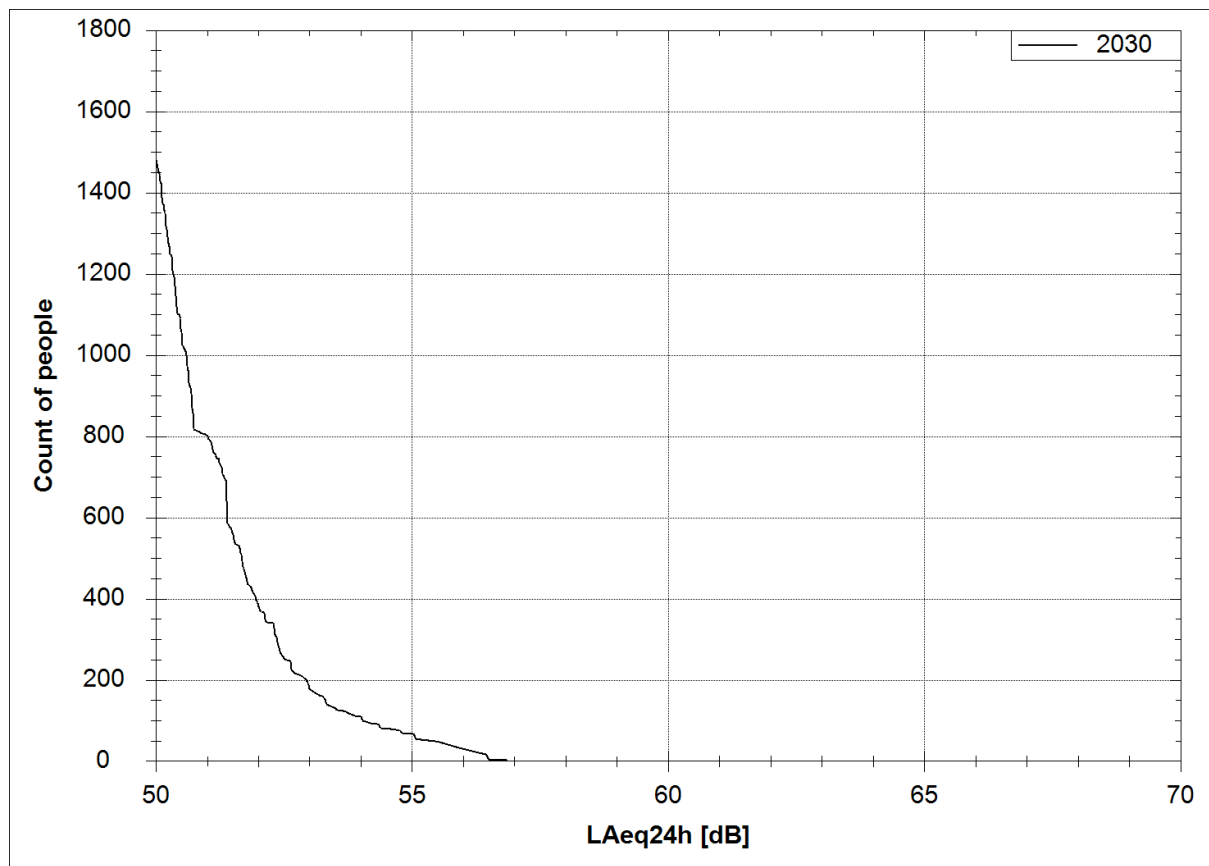
Tabell 10-5 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med $L_{Aeq,24h}$ over 50 dBA.

Tabell 10-5. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå for prognosesituasjon

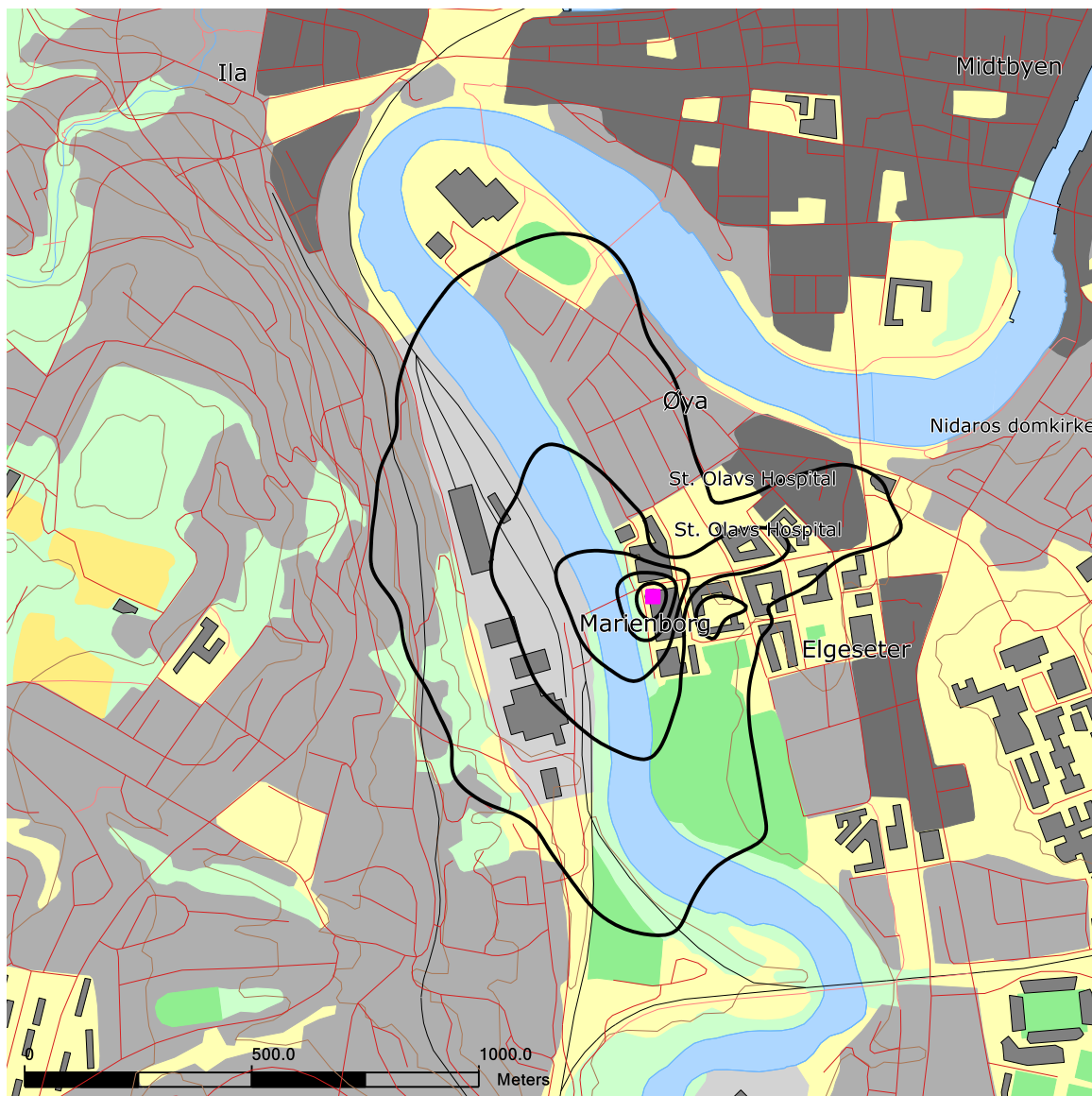
$L_{Aeq,24h}$	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
50,0 – 55,0	1411	226	4	10	0
55,0 – 60,0	69	7	0	3	0
60,0 – 65,0	0	0	0	0	0
65,0 – 70,0	0	0	0	1	0
70,0 →	0	0	0	0	0

Figur 10-9 viser den kumulative fordelingen av antall bosatte personer utsatt for støy over 50 dBA. Kurven viser altså totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt døgnmidlet støynivå eller mer.

Figur 10-10 viser konturer for $L_{Aeq,24h}$ 50, 55, 60, 65 og 70 dBA for prognosesituasjonen.



Figur 10-9. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå.



Figur 10-10. $L_{Aeq,24h}$ for prognosesituasjon (2030) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.

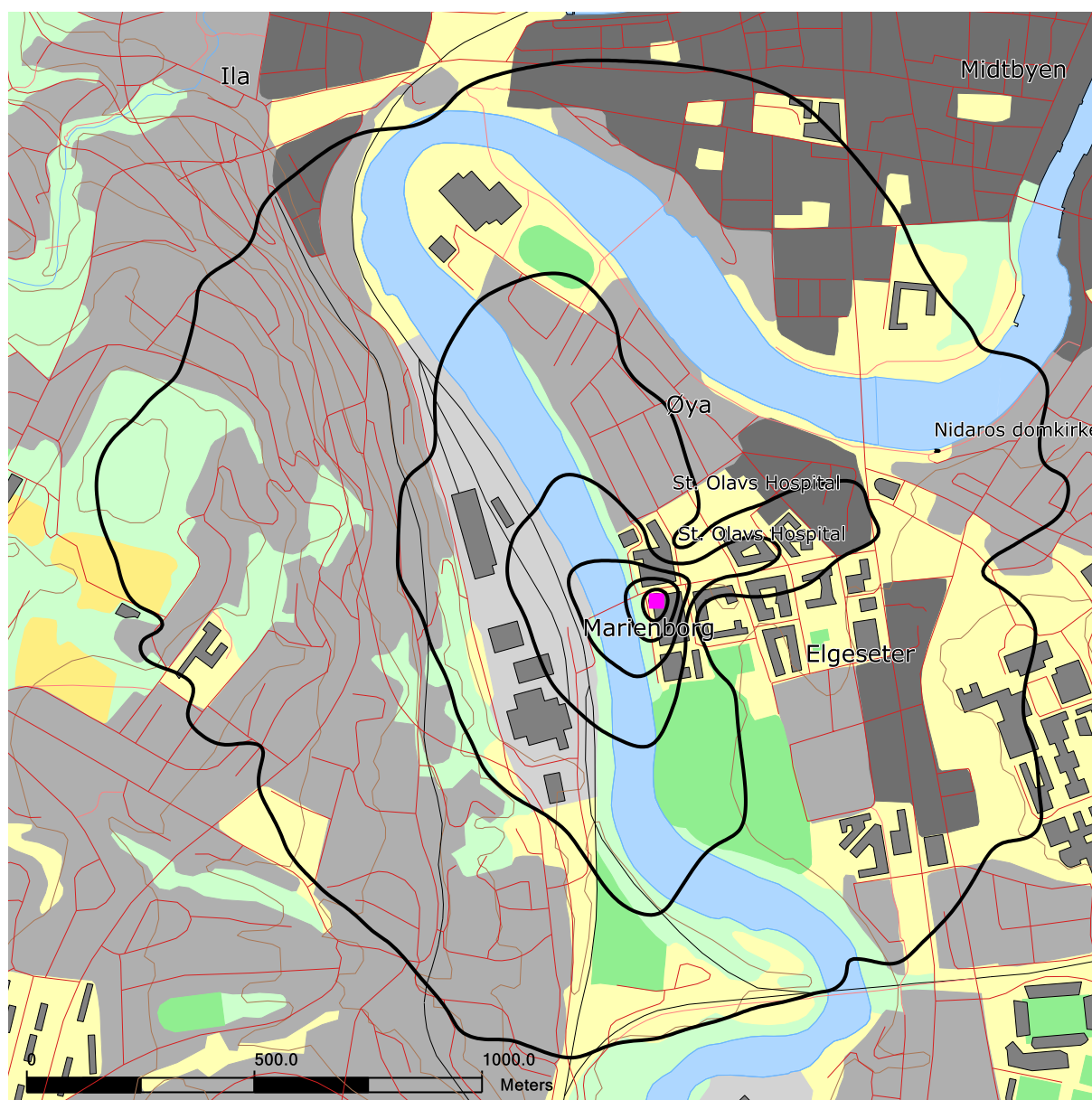
10.4 Kartlegging utendørs støynivå for prognosesituasjon med 20 % reduksjon på Rosten

Tabell 10-6 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med L_{den} over 50 dBA for situasjonen med 20% reduksjon på Rosten.

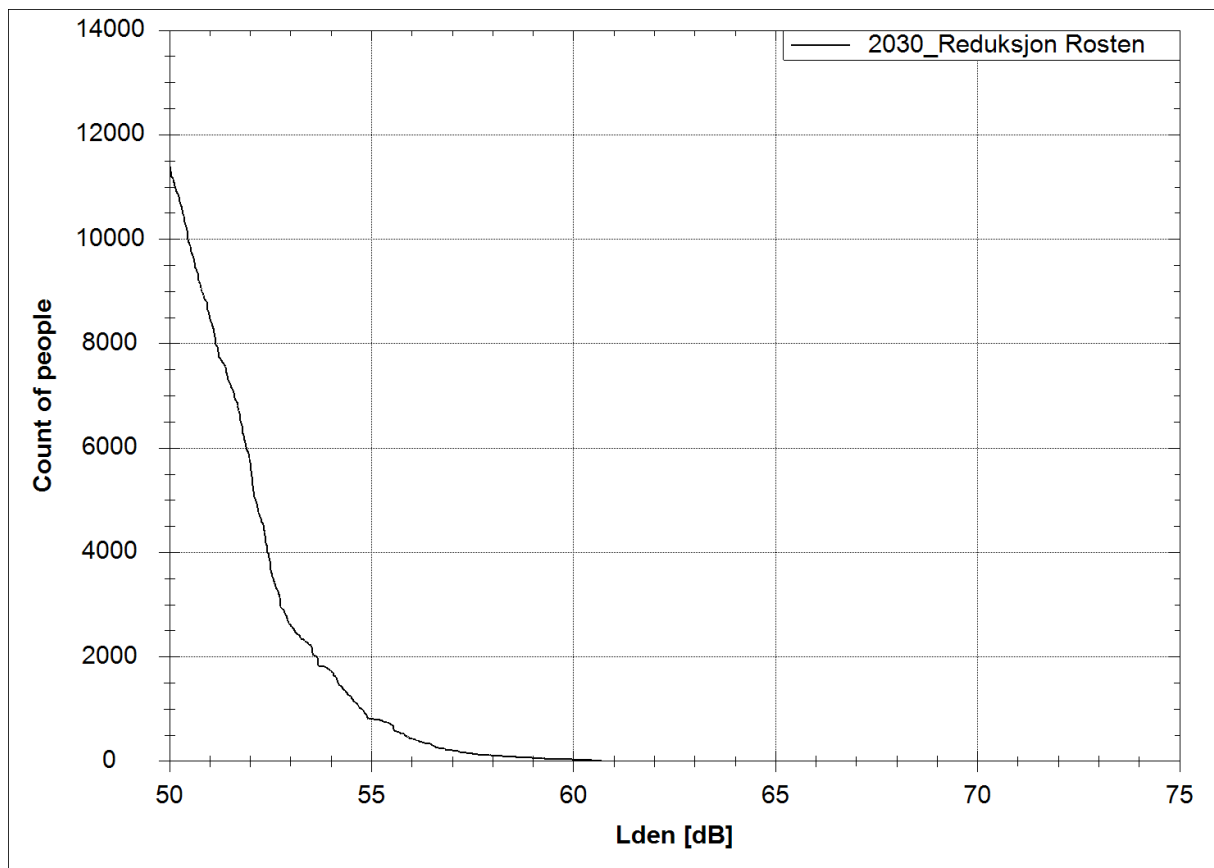
Figur 10-11. viser konturer for L_{den} 50, 55, 60, 65, 70 og 75 dBA. Figur 10-12 viser kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy over 50 dBA for den samme situasjonen.

Tabell 10-6. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{den} -nivå for prognosesituasjon (2030) med 20% reduksjon på Rosten.

L_{den}	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
50,0 – 55,0	10607	1185	51	13	1
55,0 – 60,0	778	146	4	9	0
60,0 – 65,0	33	4	0	3	0
65,0 – 70,0	0	0	0	0	0
70,0 – 75,0	0	0	0	1	0
75,0 →	0	0	0	0	0



Figur 10-11. L_{den} for prognosesituasjon (2030) med 20% reduksjon på Rosten, i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.



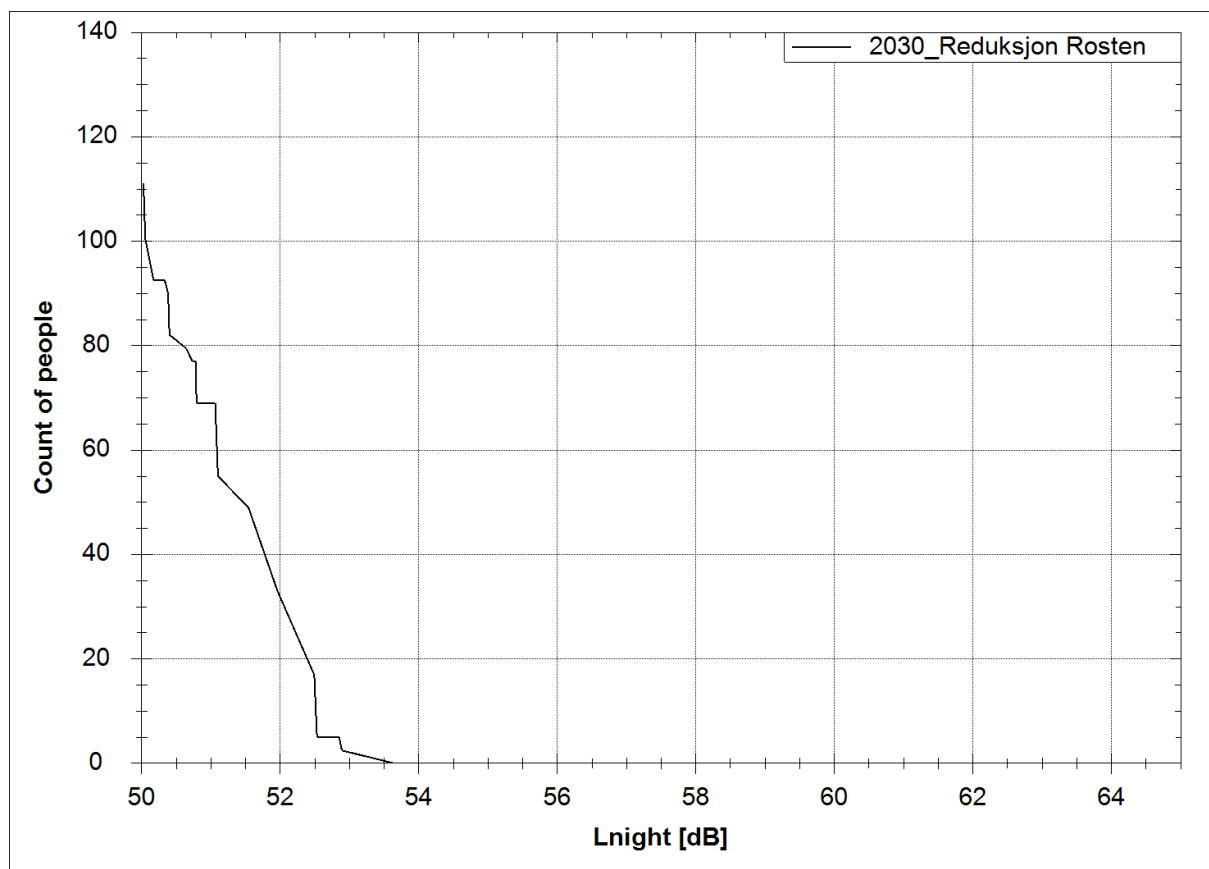
Figur 10-12. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{den} -nivå.

Tabell 10-7 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med L_{night} over 50 dBA for prognosesituasjon med 20% økning på Rosten.

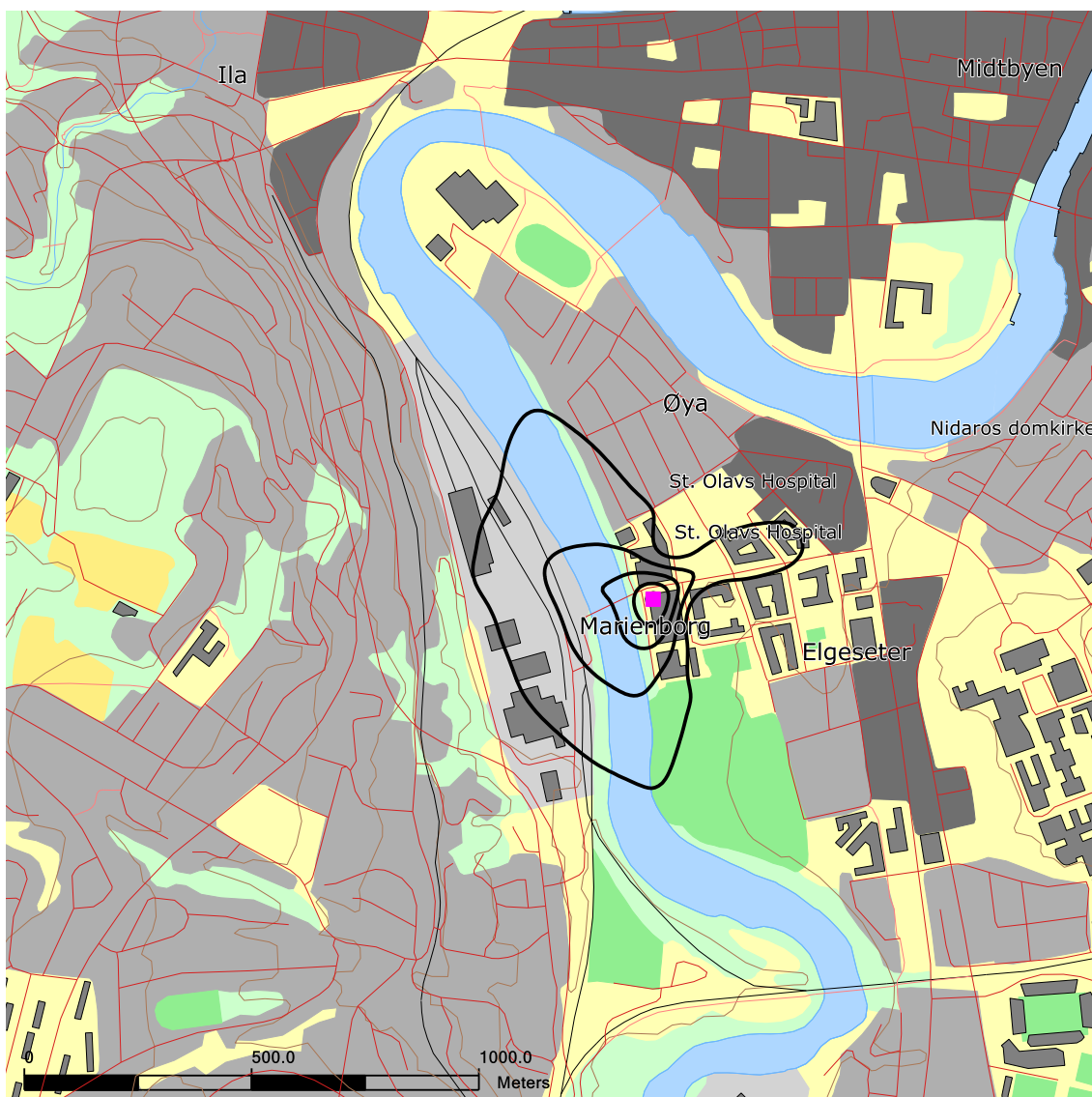
Tabell 10-7. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{night} -nivå for prognosesituasjonen

L_{night}	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
50,0 – 55,0	111	15	0	6	0
55,0 – 60,0	0	0	0	0	0
60,0 – 65,0	0	0	0	1	0
65,0 – 70,0	0	0	0	0	0
70,0 →	0	0	0	0	0

Figur 10-13 viser den kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for L_{night} over 50 dBA. Figur 10-14 viser konturer for L_{night} 50, 55, 60, 65 og 70 dBA for prognosesituasjon med 20 % økning på Rosten.



Figur 10-13. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{night} -nivå.



Figur 10-14. L_{night} for prognosesituasjon med 20% reduksjon på Rosten i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.

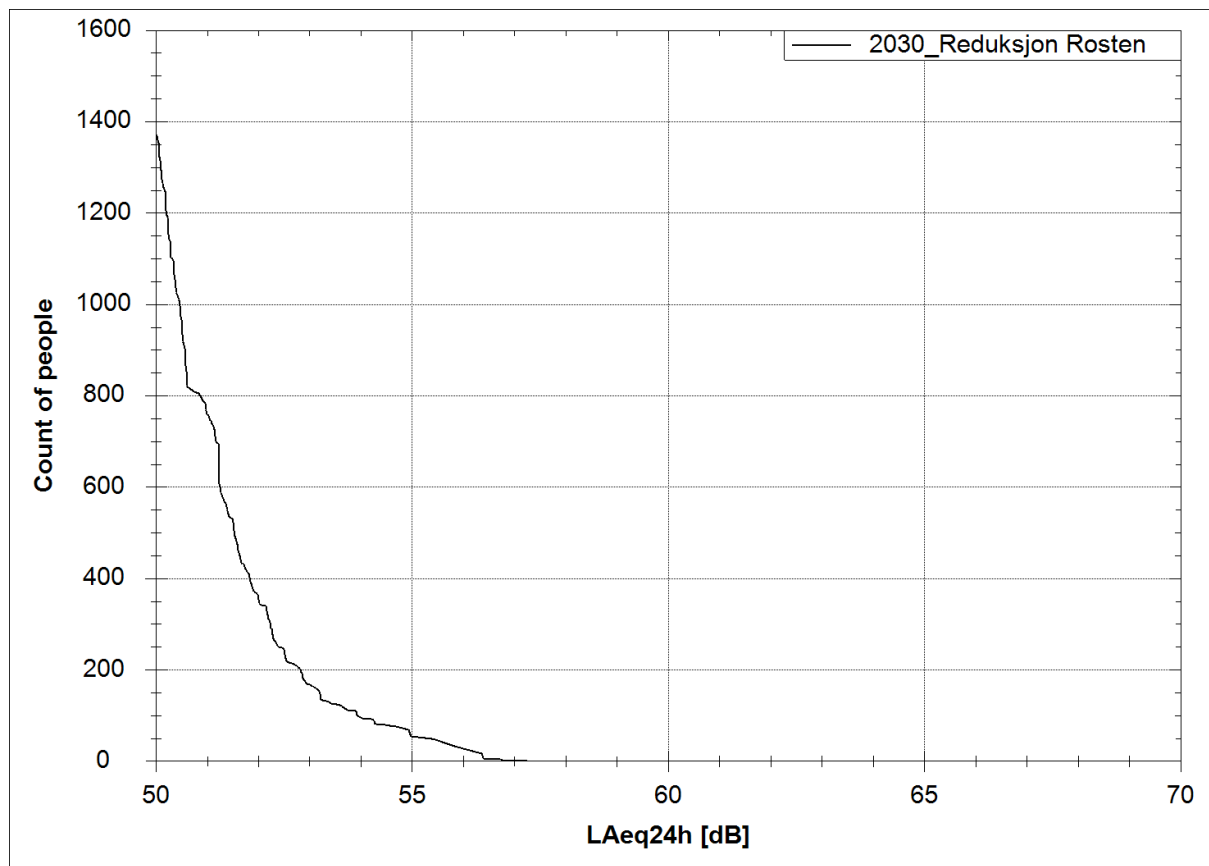
Tabell 10-8 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med $L_{Aeq,24h}$ over 50 dBA.

Tabell 10-8. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå for prognosesituasjon med 20% økning på Rosten.

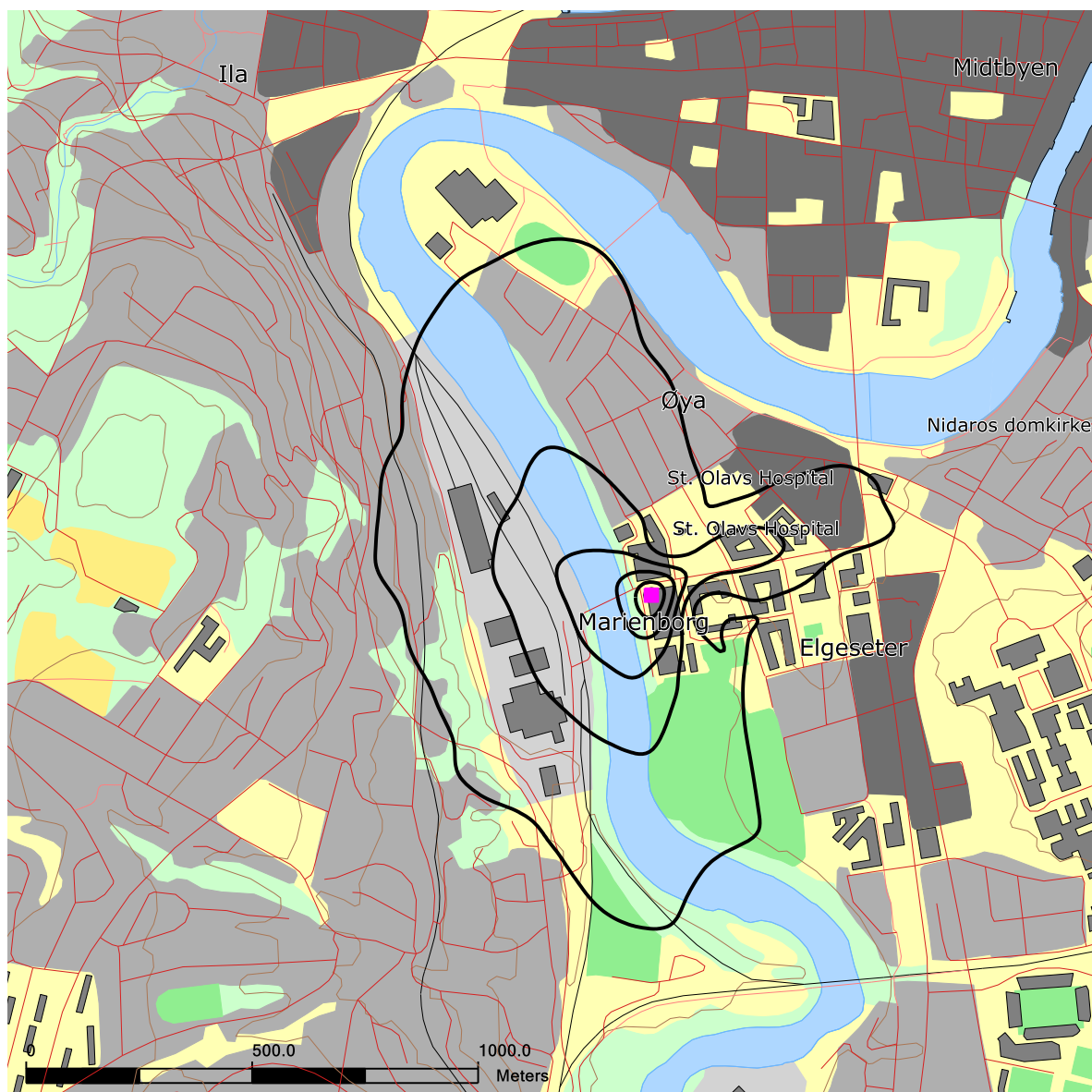
$L_{Aeq,24h}$	Personer	Boliger	Skoler	Helsebygg	Fritidsboliger
50,0 – 55,0	1322	215	4	10	0
55,0 – 60,0	49	5	0	3	0
60,0 – 65,0	0	0	0	0	0
65,0 – 70,0	0	0	0	1	0
70,0 →	0	0	0	0	0

Figur 10-15 viser den kumulative fordelingen av antall bosatte personer utsatt for støy over 50 dBA. Kurven viser altså totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt døgnmidlet støynivå eller mer.

Figur 10-16 viser konturer for $L_{Aeq,24h}$ 50, 55, 60, 65 og 70 dBA for prognosesituasjonen.



Figur 10-15. $L_{Aeq,24h}$ for prognosesituasjon (2030) med 20% reduksjon på Rosten i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.



Figur 10-16. $L_{Aeq,24h}$ for prognosesituasjon (2030) med 20% reduksjon på Rosten i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.

11 Litteratur

- [1] I. L. N. Granøien and F. B. Gelderblom, "Reviderte støysoner for Trondheim helikopterplass, St. Olavs hospital. Prognose med nytt redningshelikopter," *SINTEF Rapport*, 2016.
- [2] I. L. N. Granøien, "Reviderte støysoner for Trondheim helikopterplass, St. Olavs hospital," 2019.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] F. Gelderblom, T. Gjestland, and I. L. N. Granøien, "UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER," Trondheim SINTEF A27596, Mars 2016 2016.
- [8] Klima- og Miljødepartementet, "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging," Retningslinje T-1442/2016, Oslodesember 2016.
- [9] *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, 2002.
- [10] 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.
- [11] R. T. Randeberg, H. Olsen, and I. L. N. Granøien, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [12] 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.
- [13] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] OSL, "Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data," August 2015 August 2015.
- [18] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAWSARH Environmental Impact Studies," October 2014

- [19] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] E. Osmundsen, "MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA," Miljøakustikk AS2011.
- [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.