

Rapport

Flystøysoner for Sørkjosen lufthavn

Støysoner etter T-1442/2016

Forfatter(e)

Joakim Bustad

Idar L. N. Granøien



Rapport

Flystøysoner for Sørkjosen lufthamn

Støysoner etter T-1442/2016

EMNEORD:

RAPPORTNR
2017:00578

VERSJON
1.0

DATO
2017-11-01

FORFATTER(E)

Joakim Bustad
Idar L. N. Granøien

OPPDRAKSGIVER(E)

Avinor AS

OPPDRAKSGIVERS REF.
Michael James Newman

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
39

GRADERING
Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE
Unrestricted

ISBN
978-82-14-06727-9

SAMMENDRAG

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en støykartlegging av Sørkjosen lufthamn etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2016. Beregning av støy er utført med NORTIM 4.5 som tar hensyn til topografien ved beregning av lydutbredelse.

Det er gjort beregninger for gjennomført trafikk i 2016 og for en prognose for 2027.



UTARBEIDET AV
Joakim Bustad

KONTROLLERT AV
Herold Olsen

GODKJENT AV
Bengt Holter

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1.0	2017-10-31	Utgitt versjon.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	GENERELT OM FLYSTØY	5
2.1	Akustiske størrerelser	5
2.2	Flystøyens egenskaper og virkninger	5
2.2.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy	6
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 trafikkgrunnet.....	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	Omgivelser	13
5.1	Digitalt kartgrunnet.....	13
6	Flyaktiviteten ved Sørkjosen lufthavn	15
6.1	Trafikk ifølge tårnjournalen	15
6.2	Prognoser.....	17
7	Flygeprosedyrer	17
8	Beregningsparametre	20
8.1	Beregningsenheter	20
8.2	Beregning i enkeltpunkt.....	20
8.3	NORTIM beregningskontroll	20
9	Resultater relatert til retningslinje T-1442	21

9.1	Støysonekart for dagens situasjon	21
9.2	Støysonekart for prognosesituasjonen.....	22
9.3	Kartlegging av stille soner	23
10	Resultater relatert til forurensningsloven	25
10.1	Kartlegging av innendørs støynivå.....	25
10.2	Kartlegging av utendørs støynivå	28
11	LITTERATUR.....	37
12	Tillegg	38

BILAG/VEDLEGG

-ingen-

1 Innledning

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en støyberegning for Sørkjosen lufthavn for dagens trafikk og for en ti års prognose. Den siste kartleggingen av støyen ble utført av OSL/Avinor i 2015 [1]. Grunnlaget for beregningene er loggført trafikk for 2016.

Michael J. Newman har vært kontaktperson hos Avinor. Prosjektet er utført ved SINTEF Digital med Rolf Tore Randeberg som prosjektleder, og med Joakim Bustad som prosjektmedarbeider. Prosjektansvarlig i SINTEF Digital har vært Bengt Holter.

Beregningene for Sørkjosen lufthavn er gjennomført med beregningsprogrammet NORTIM, versjon 4.5.

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

2.2 Flystøyens egenskaper og virkninger

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

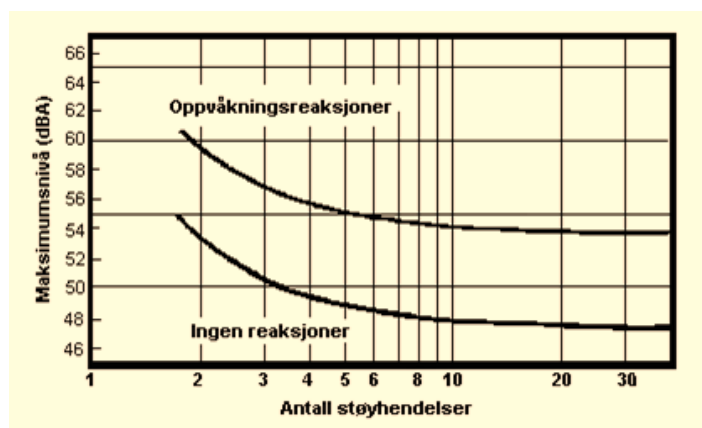
frekvensinnhold er slik at de største bidrag ligger i ørets mest følsomme område og det er lett å skille denne lyden ut fra annen bakgrunnsstøy; så lett at man ofte hører flystøy selv om selve støynivået ikke beveger seg over nivået på bakgrunnsstøyen. Flystøy har også et betydelig innslag av lavfrekvente komponenter som gjør at den lett trenger inn i bygninger.

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

2.2.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

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



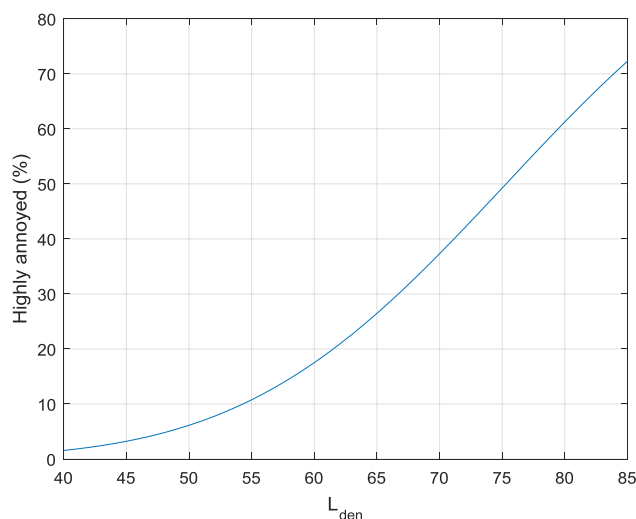
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [2].

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

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



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

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

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

3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

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

3.1 Måleenheter

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

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

3.2 Støysoner til arealplanlegging

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

3.2.1 Definisjon av støysoner

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

De to støysonene er i retningslinjen definert som vist i 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 _{den} 52 dB	L _{5AS} 80 dB	L _{den} 62 dB	L _{5AS} 90 dB

3.2.2 Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer

Ansvar for utarbeidelse av kart som viser støysonene legges til tiltakshaver ved nye anlegg, mens anleggseier eller driver har ansvar for eksisterende anlegg. De ansvarlige oversender kartene til kommunen og har også et ansvar for å oppdatere kartene dersom det skjer vesentlige endringer i støysituasjonen. Normalt skal kartene vurderes hvert 4.–5. år.

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

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

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

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

3.2.3 Kartlegging av stille områder

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

3.3 Beregningsmetode

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

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

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

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

Militære øvelser som forekommer minst annethvert år, skal inngå i trafikkgrunnlaget.

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

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

NORTIM beregner i en og samme operasjon de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjen L_{den} og MFN_{23-07} (som erstatning for L_{5AS}). Andre 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 [11] ble tatt i bruk. Årsaken var at flyparken har andre karakteristika enn den som ble benyttet da de grunnleggende rutiner ble utviklet sent på 1970-tallet. De gamle rutiner var utelukkende empirisk utviklet, mens de nye er en blanding av empiri og teori. Bakkedemping er basert på en teoretisk modell [12], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [13] og således empiriske. Etter endringene viser sammenligninger av lang tids målinger og beregninger for tilsvarende trafikk et avvik på i gjennomsnitt under 0.5 dB [11].

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

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

4 KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble første gang gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven og omtales som forurensningsforskriften. Den ble revidert sist gang i 2004 [18].

4.1 Innendørs støy

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

4.1.1 Beregning med normtall for fasadedempning

Flystøy beregnes primært for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Ettersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt's utredning om fasadeisolasjon [19], som er revidert av Brekke og Strand [20], er det valgt tre forskjellige normtall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Tabell 4-1 viser grenseverdiene for beregnet utendørs døgnekvivalent 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 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 støynivå*, som kan sammenholdes direkte med kartleggingsgrensene og den tentative tiltaksgrensen. Metoden tar hensyn til frekvensinnholdet i hver enkelt flygning. Effektene av kunstige og naturlige skjærmer beregnes for hver enkelt frekvens. Ved beregning av innendørs nivå benyttes to ulike reduksjonsspekter for fasaden, for Hustype II og IV i ref. [20]. Førstnevnte representerer hus bygget rundt 1970-1980 med isolert tak og kaldt loft, og benyttes i de aller fleste tilfeller. Hustype IV representerer boligblokker, og benyttes for

bygningstyper hvor vegger typisk er murt eller støpt. På grunn av disse forenklingene vil det 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 [8], befolkningens behov for informasjon og som grunnlag for handlingsplaner. Forskriften gir i vedlegg minstekrav til hva som skal beregnes og rapporteres. Denne del av kartleggingen gjelder for utendørs nivå og det er krav til flere støykart, samt opptelling av antall boliger og andre bygninger med støyømfintlig bruksområde innenfor intervaller av støynivå for både L_{den} og L_{night} .

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

5 Omgivelser

5.1 Digitalt kartgrunnlag

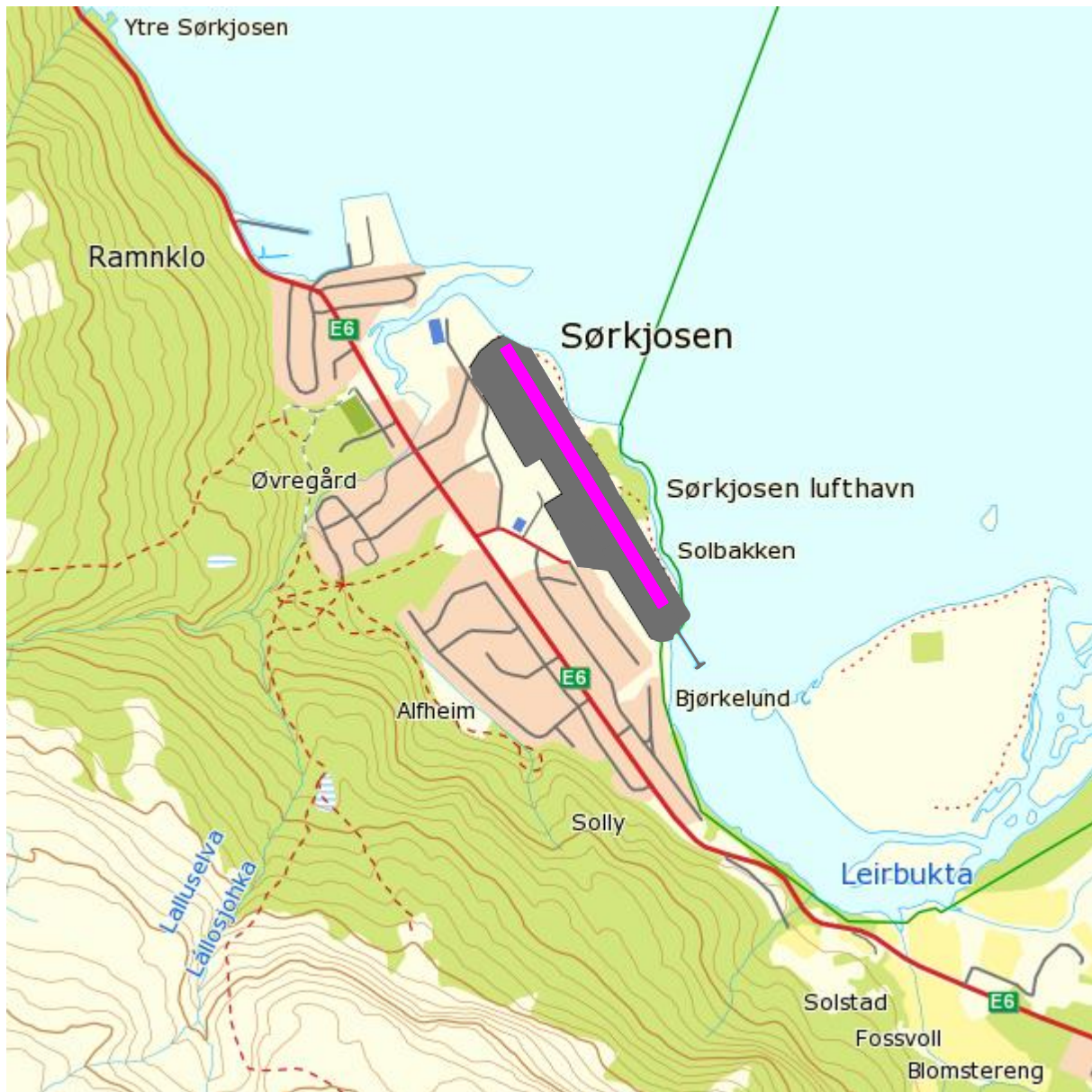
Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverket sine gratis tjenester [23]. Topografien er representert med en punkttetthet på 10×10 meter.

I denne rapporten er følgende rullebaner definerte:

- 15
- 15H-LA, for landing av helikopter som kommer inn over rullebanen nordfra.
- 15H-TO, for avgang med helikopter som letter over rullebanen sørover.
- 33
- 33H-LA, for landing av helikopter som kommer inn over rullebanen sørfra.
- 33H-TO, for avgang med helikopter som letter over rullebanen nordover.

Tabell 5-1. Posisjoner til rullebaner.

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Direction	Length
15	729230	7753732	729694	7752973	149	890
15H-LA	729230	7753732	729462	7753352	149	445
15H-TO	729462	7753352	729694	7752973	149	445
33	729694	7752973	729230	7753732	329	890
33H-LA	729694	7752973	729462	7753352	329	445
33H-TO	729462	7753352	729230	7753732	329	445



**Figur 5-1. Sørkjosen lufthavn med omgivelser. Rullebanen (terkel til terskel) er markert rosa.
M 1:20 000.**

6 Flyaktiviteten ved Sørkjosen lufthavn

I følge retningslinje T-1442 skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregningen av støysoner. I dette tilfellet er trafikken for 2016 benyttet som utgangspunkt for beregningene.

6.1 Trafikk ifølge tårnjournalen

Avinor har levert tårnjournal for Sørkjosen lufthavn for 2016. Nedenfor er det gitt en oversikt over trafikkgrunnlaget slik det er registrert i de tilsendte filene.

Tabell 6-1. Antall flybevegelser i 2016.

TO_LA	SumOper
LA	1225
TG	0,5
TO	1220
Sum	2445,5

Tabell 6-2. Antall flybevegelser per type flyging i 2016.

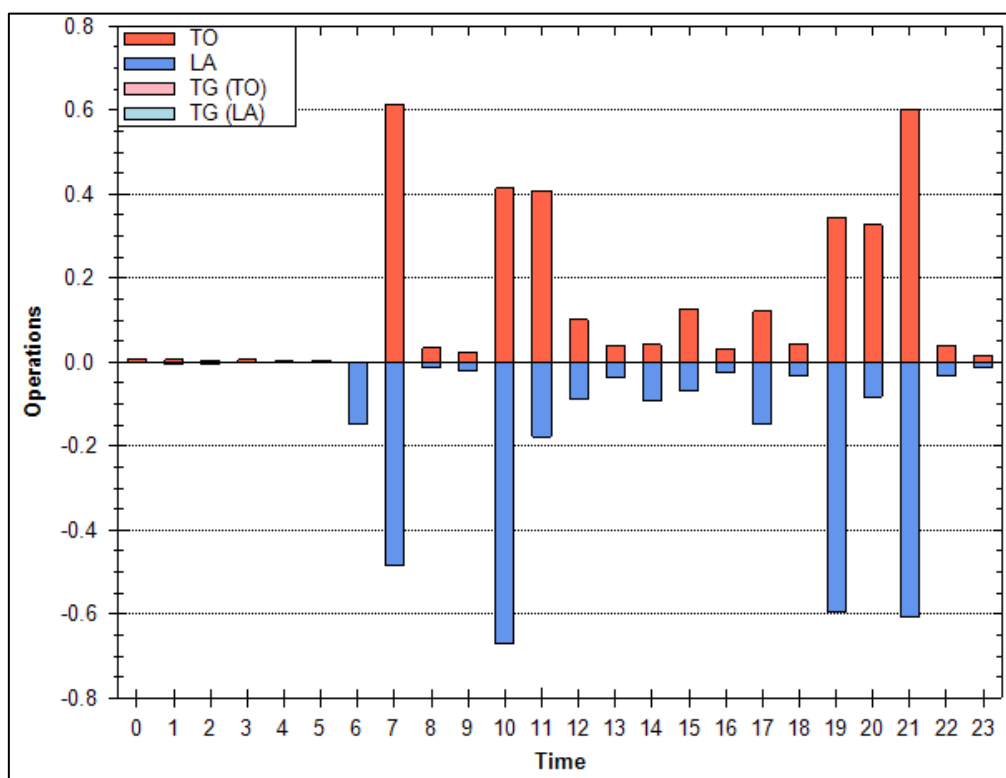
FLT	FLTDescription	SumOper
1	Ruteflyging	2127
2	Ikke regelbundet trafikk	6
5	Annen kommersiell helikopterflyging	57
6	Annen kommersiell flyging	2
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	2
12	Ambulanseflyging	130
13	Skole- og instruksjonsflyging	56,5
14	Posisjonsflyging	8
16	Kontrollflyginger	1
17	Allmenn flyging	48
21	Militær flyging	8
	Sum	2445,5

I journalen fra Avinor er det benyttet koding av flytypenavn etter ICAO dokument 8643, <http://www.icao.int/anb/ais/8643/index.cfm>. I databasen til beregningsprogrammet har flytypene andre betegnelser og det er derfor en del av forbehandling av data å oversette typenavn til de som databasen inneholder. I de tilfeller hvor det er flytyper som det ikke er data for i databasen, benyttes substitutter etter en godkjent liste. Det er også benyttet samlebetegnelser for mindre fly, GASEPF og GASEPV, for en-motors småfly med stempelmotor og propell henholdsvis med fast og variabel pitch. BEC58P benyttes på samme måte som en samlebetegnelse på små to-motors propellfly med stempelmotor. For helikopter som ikke har egne data er det benyttet betegnelsene LHEL, MHEL og THEL for lett, middels og tungt helikopter. Disse tre klassene modelleres med data for henholdsvis Bo105, SA365 og SK61.

I alt er det registrert 15 forskjellige flytyper ved Sørkjosen lufthavn i løpet av 2016. I kapittel 12 vises alle disse flytypene og hvordan typenavn er oversatt til de navn som finnes i databasen. Etter oversetting og substituering er antallet forskjellige flytyper redusert til 10. Liste over flytyper etter substituering er vist i Tabell 6-3. Figur 6-1 viser trafikkfordelingen over et estimert gjennomsnittsdøgn.

Tabell 6-3. Antall flybevegelser per type fly i 2016.

NewACtyp	SumOper
DHC8	2137
DHC6	130
CNA182	59,5
SA350	50
Andre	69
Sum	2445,5


Figur 6-1. Antall flybevegelser per time for et gjennomsnittsdøgn i 2016.

Flytyper som har tilnærmet samme operasjonsmønster samles videre i grupper for å forenkle beregningsgrunnlaget. I kapittel 12 vises hvordan flytypene tilordnes en gruppe (ACcat). Det er valgt tre forskjellige grupper, som vist i Tabell 6-4.

Tabell 6-4. Inndeling av flytyper i grupper.

ACcat	Forklaring	SumOper
P	Små propellfly	106,5
T	Rutefly med turbopropellmotor	2267
H	Helikoptre	72
		2445,5

6.2 Prognoser

Flystøy beregnes normalt for dagens situasjon og en ti års prognose. For beregning av situasjonen i 2027 har Avinor oversendt prognose. Ut fra disse tallene er det ventet en økning på 9,7% på flygingstypene 1, 2 og 14 fra 2016 til 2027.

Tabell 6-5. Antall flybevegelser i 2027.

TO_LA	SumOper
LA	1329,0
TG	0,5
TO	1323,6
Sum	2653,1

Tabell 6-6. Antall flybevegelser per type flyging i 2027.

FLT	FLTDescription	SumOper
1	Ruteflyging	2333,3
2	Ikke regelbundet trafikk	6,6
5	Annen kommersiell helikopterflyging	57,0
6	Annen kommersiell flyging	2,0
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	2,0
12	Ambulanseflyging	130,0
13	Skole- og instruksjonsflyging	56,5
14	Posisjonsflyging	8,8
16	Kontrollflyginger	1,0
17	Allmenn flyging	48,0
21	Militær flyging	8,0
	Sum	2653,2

7 Flygeprosedyrer

AIP og prosedyrer beskrevet i OSL/Avinor sin tidligere rapport [1] ligger til grunn for flygeprosedyrene i denne rapporten. I støyberegningene legges det inn en standard sideveis spredning av trafikken på de viste traséene.

I Avinor sin rapport [1] blir det slått fast at trafikkgrunnet ved Sørkjosen lufthavn er så lite at eventuelle unøyaktigheter et stykke fra lufthavnen ikke vil ha innvirkning på støysonene. Derfor har SINTEF lagt til grunn rullebanefordeling 50/50 og rettlinjert inn- og utflyging for småfly og helikopter.

SINTEF har for turboprop (rutefly) lagt til grunn:

60% av avgangene er fra rullebane 15.

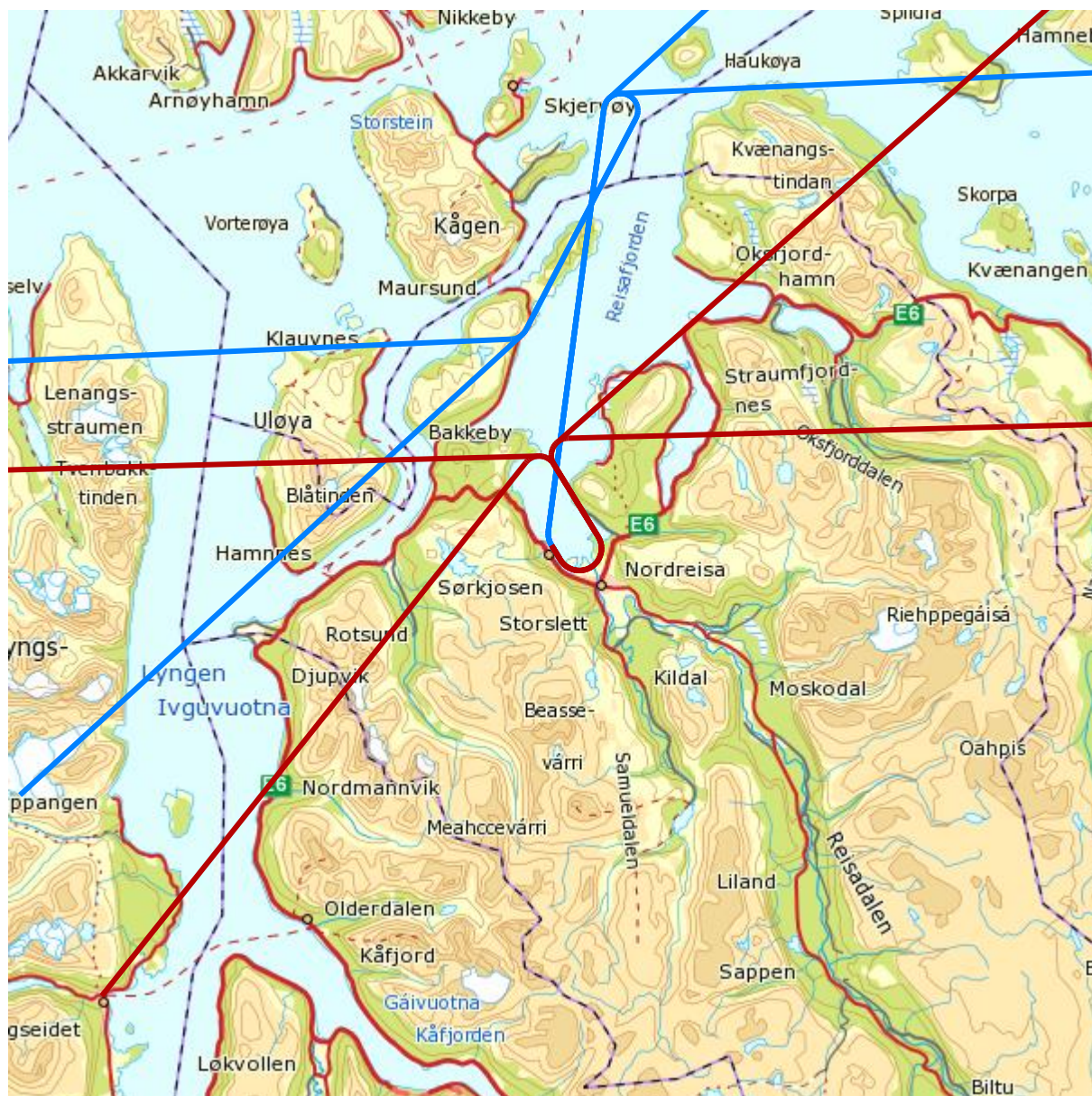
40% av avgangene er fra rullebane 33.

70% av landingene er på rullebane 15.

30% av landingene har innflyging mot rullebane 15, men sirkler og lander på 33.

Det er lagt inn taksing for fly og helikopter fra rullebanen til terminalområdet.

Traséene i Figur 7-1 til Figur 7-2 viser traséene for ruteflyene, gruppe T.



Figur 7-1. Traséer for landing (blå strek) og avgang (rød strek) på bane 15 med rutefly. M 1:400 000.



Figur 7-2. Traséer for landing (blå strek) og avgang (rød strek) på bane 33 med rutefly. M 1:400 000.

8 Beregningsparametre

8.1 Beregningsenheter

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

8.2 Beregning i enkeltpunkt

Det gjøres punktregninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert per 2017-10-31.

8.3 NORTIM beregningskontroll

Grunnlagsberegningene for T-1442 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.

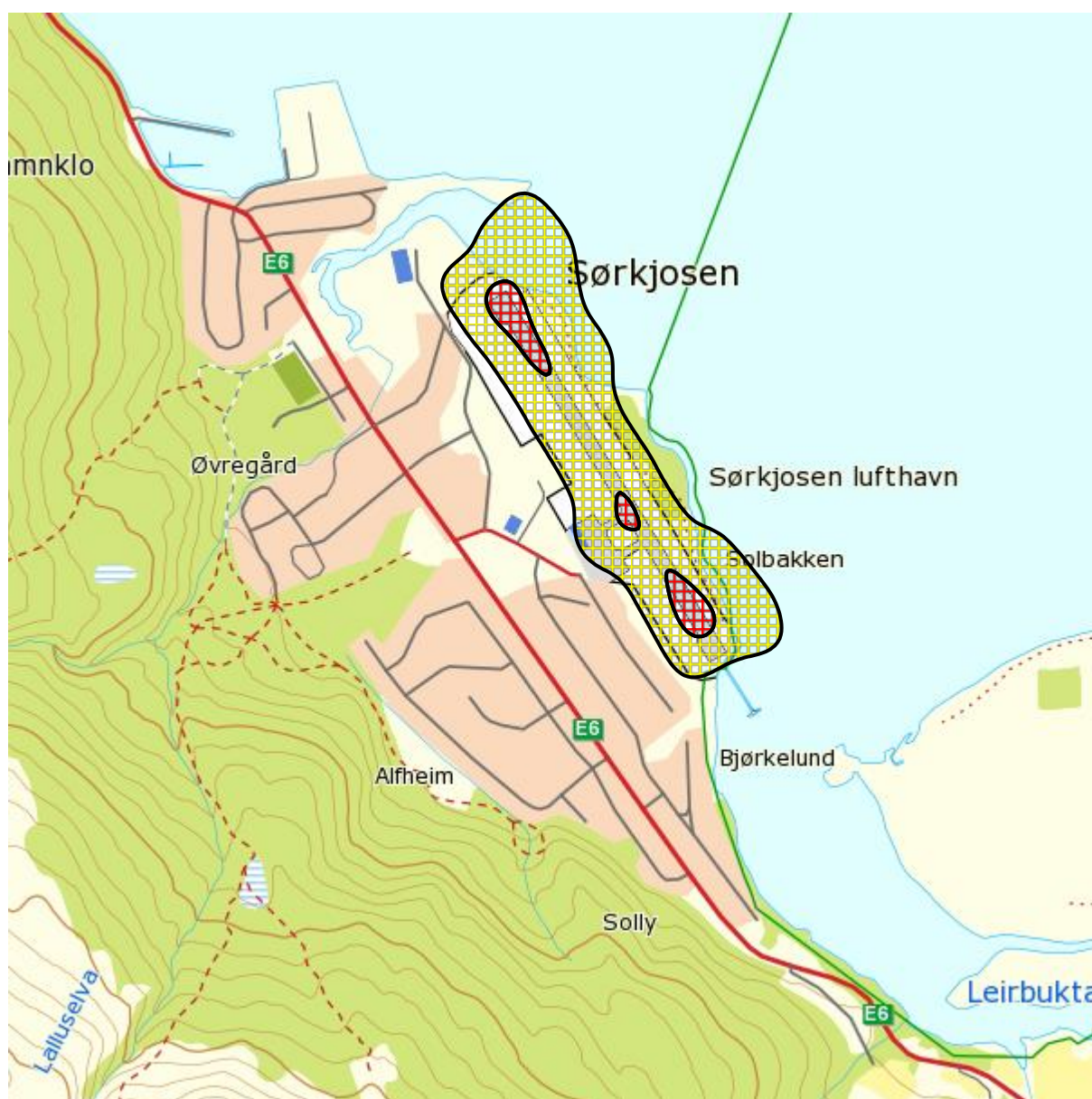
9 Resultater relatert til retningslinje T-1442

9.1 Støysonekart for dagens situasjon

Støysonekart for dagens situasjon er vist under. 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.

Tabell 9-1. Areal i støysoner for 2016.

Støysone	Areal i 2016 (da)
Rød	23,8
Gul	241,3



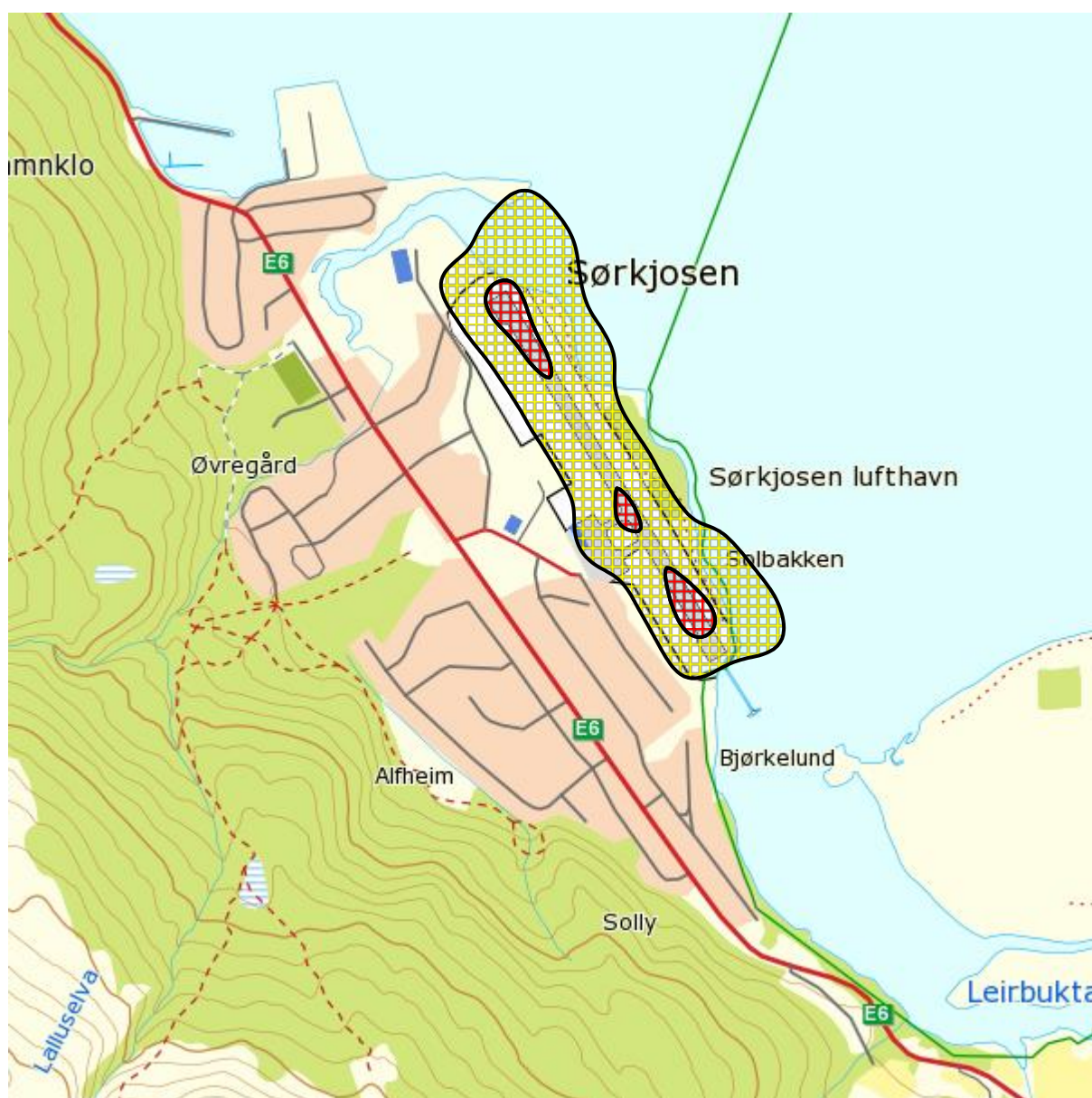
Figur 9-1. Rød og gul støysone for Sørkjosen lufthavn for dagens situasjon (2016). M 1:15 000.

9.2 Støysonekart for prognosesituasjonen

Støysonekart for prognosesituasjonen er vist under. 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.

Tabell 9-2. Areal i støysoner for 2027.

Støysone	Areal i 2016 (da)
Rød	26,0
Gul	246,5



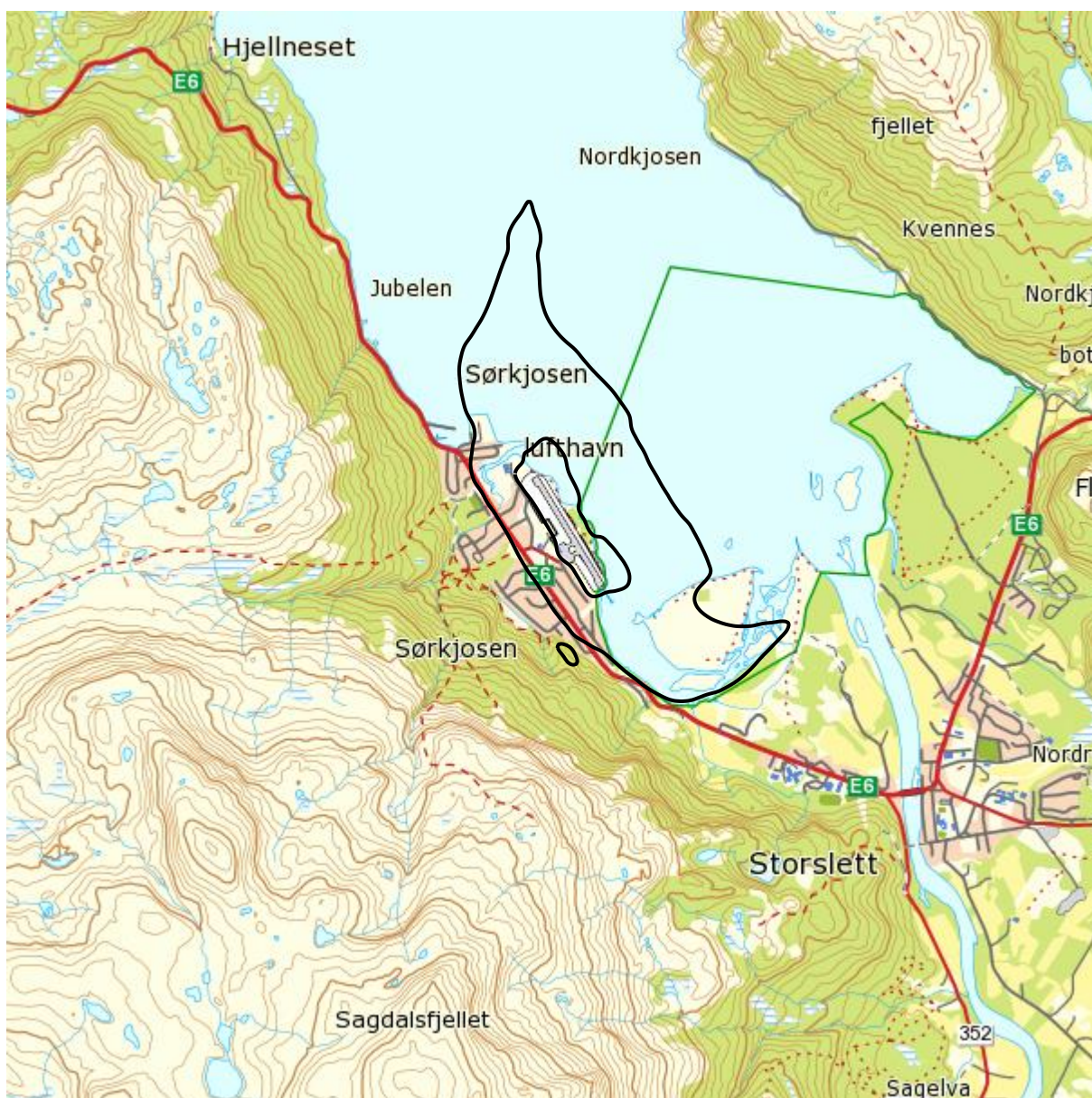
Figur 9-2. Rød og gul støysone for Sørkjosen lufthavn for prognosesituasjonen (2027). M 1:15 000.

Retningslinje T-1442/2012 angir at støysonene som skal oversendes kommunen skal settes sammen som en "verste-tilfelle-kombinasjon" av de to situasjonene. I dette tilfellet er en slik kombinasjon identisk med støysonene for prognosesituasjonen.

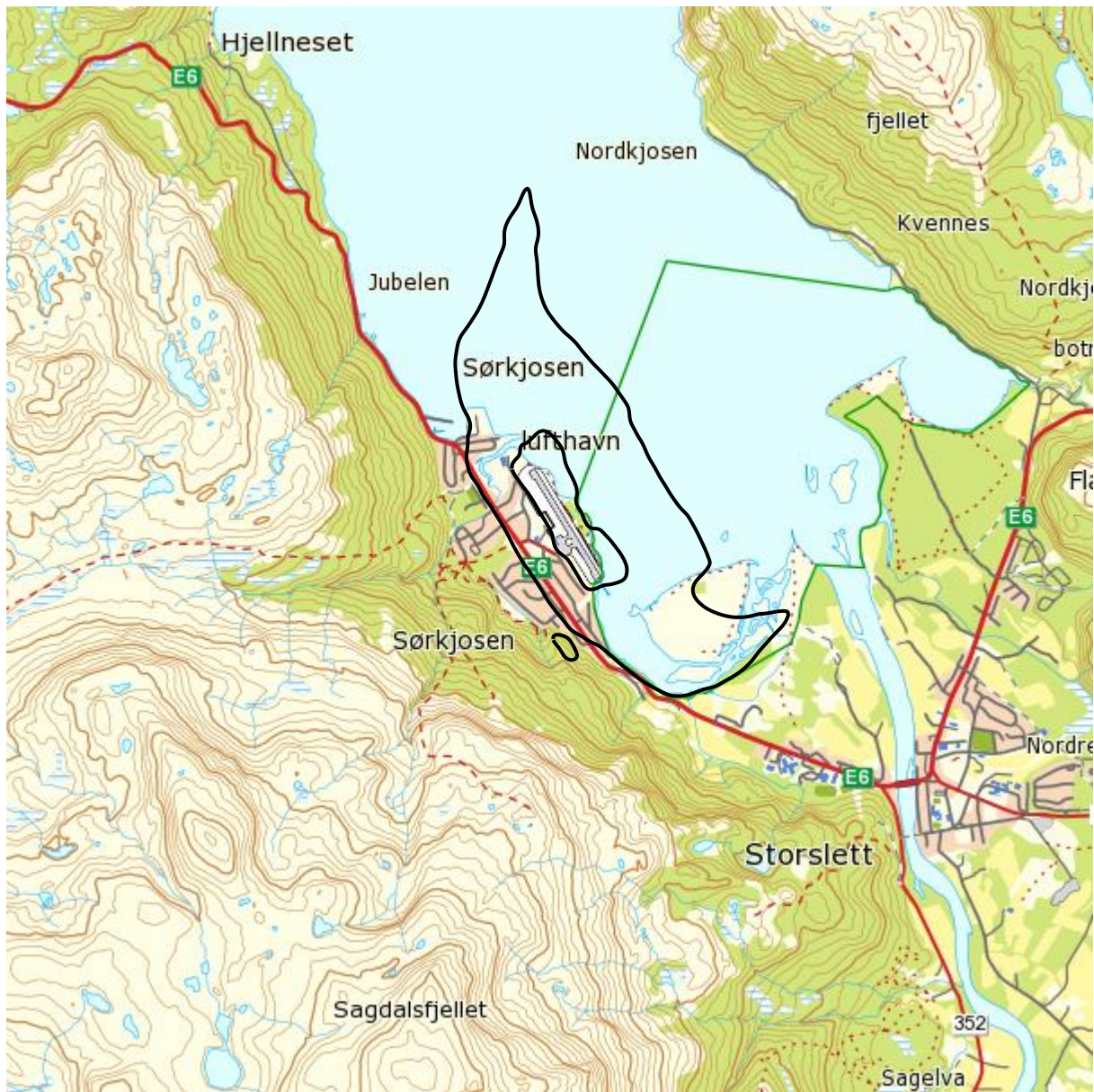
Figur 9-2 viser derfor støysoner for Sørkjosen lufthavn i perioden 2016 – 2027.

9.3 Kartlegging av stille soner

Som grunnlag for å kunne definere stille soner har SINTEF utarbeidet kart som viser grensene for Lden 40 og 50 dB, både for dagens situasjon og prognosesituasjonen



Figur 9-3. L_{den} 40 og 50 dBA for dagens situasjon (2016). M 1:50 000.



Figur 9-4. L_{den} 40 og 50 dBA for prognosesituasjonen (2027). M 1:50 000.

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.

10.1 Kartlegging av innendørs støy nivå

For beregningene ved Sørkjosen lufthavn legges "Regionale flyplasser" til grunn.

I henhold til Tabell 4-1 er kartleggingsgrensen for Sørkjosen lufthavn for flystøy og helikopterstøy på L_{Aeq24h} 54 dBA utendørs frittfeltnivå. Det korresponderer med en reduksjon på 19 dBA i fasader relativt til frittfeltnivå og gir 35 dBA innendørs nivå. I tilfeller hvor det er andre støykilder som bidrar like mye som flytrafikken (som f.eks. en veg), så skal kartleggingsgrensen flyttes 3 dB lenger ut, dvs. til 51 dBA. Tentativ tiltaksgrense på innendørs nivå 42 dBA gir et tilsvarende frittfeltnivå på 61 dBA utendørs.

Tabell 10-1. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for dagens situasjon (2016).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
51.0 – 54.0	0	0	0	0	0
54.0 – 61.0	0	0	0	0	0
61.0 ->	0	0	0	0	0

Tabell 10-2. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjonen (2027).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
51.0 – 54.0	0	0	0	0	0
54.0 – 61.0	0	0	0	0	0
61.0 ->	0	0	0	0	0

Det høyeste L_{Aeq24h} -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er hhv 47,7 dBA og 47,8 dBA for dagens situasjon og prognosesituasjonen.



Figur 10-1. Kartleggingsgrenser for dagens situasjon (2016). L_{Aeq24h} 51, 54 og 61 dBA. M 1:15 000.



Figur 10-2. Kartleggingsgrenser for prognosesituasjonen (2027). L_{Aeq24h} 51, 54 og 61 dBA. M 1:15 000.

10.2 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.

Tabell 10-3. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{den} -nivå for dagens situasjon (2016).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

Tabell 10-4. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{den} -nivå for prognosesituasjonen (2027).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	2.48	1	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

Det høyeste L_{den} -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er 49,95 dBA for dagens situasjon.



Figur 10-3. L_{den} for dagens situasjon (2016) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.



Figur 10-4. L_{den} for prognosesituasjonen (2027) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.

Tabell 10-5. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{night} -nivå for dagens situasjon (2016).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

Tabell 10-6. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{night} -nivå for prognosesituasjonen (2027).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 – 75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

Det høyeste L_{night} -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er hhv. 36,8 dBA og 36,9 dBA for dagens situasjon og prognosesituasjonen.



Figur 10-5. L_{night} for dagens situasjon (2016) i 5 dB trinn fra 50 dBA. Det er så lite trafikk på natt at bare koten for 50 dBA er definert. M 1:15 000.



Figur 10-6. L_{night} for prognosesituasjonen (2027) i 5 dB trinn fra 50 dBA. Det er så lite trafikk på natt at bare koten for 50 dBA er definert. M 1:15 000.

Tabell 10-7. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{Aeq24h} -nivå for dagens situasjon (2016).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0

Tabell 10-8. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{Aeq24h} -nivå for prognosesituasjonen (2027).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50.0 – 55.0	0	0	0	0	0
55.0 – 60.0	0	0	0	0	0
60.0 – 65.0	0	0	0	0	0
65.0 – 70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0

Det høyeste L_{Aeq24h} -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er hhv. 47,7 dBA og 47,8 dBA for dagens situasjon og prognosesituasjonen.



Figur 10-7. L_{Aeq24h} for dagens situasjon (2016) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.



Figur 10-8. L_{Aeq24h} for prognosesituasjonen (2027) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:15 000.

11 LITTERATUR

1. Marheim, J.A., *Flystøyberegninger for Sørkjosen lufthavn 2014-2024*. 2016.
2. Griefahn, B. *MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE*. in *Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem*. juli 1993. Nice, Frankrike.
3. Miedama, H.M.E. and C.G. Oudshorn, *Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals*. *Environmental health perspectives*, 2001. **109**(4): p. 409-416.
4. Gjestland, T., et al., *RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU*. november 1990, ELAB-RUNIT Report STF40 A90189: Trondheim, .
5. Gjestland, T., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS*. august 1994, SINTEF DELAB Report STF40 A94095: Trondheim, .
6. Gelderblom, F., T. Gjestland, and I.L.N. Granøien, *UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER*. 2016: Trondheim.
7. Miljødepartementet, K.-o., *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*. desember 2016, Retningslinje T-1442/2016: Oslo.
8. *DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise*, EC, Editor. 2002.
9. Olsen, H., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM*. april 1995, SINTEF DELAB Report STF40 A95038: Trondheim, .
10. Randeberg, R.T., H. Olsen, and I.L.N. Granøien, *NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION*. juni 2007, Report SINTEF A1683: Trondheim, .
11. Granøien, I.L.N., R.T. Randeberg, and H. Olsen, *CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES*. desember 2002, SINTEF Report STF40 A02065: Trondheim, .
12. Plovsing, B. and J. Kragh, *COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL*. desember 2000, Nord2000 DELTA Report: Lyngby, .
13. Storeheier, S.Å., et al., *AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS*. mars 2002, SINTEF Report STF40 A02032: Trondheim, .
14. Koopmann, J., et al., *Aviation Environmental Design Tool (AEDT) 2b User Guide*. 2015, U.S. Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center: Washington DC, USA.
15. Lundberg, W.R., *BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT*. februar 1990, AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB: Ohio, .
16. OSL, *Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data*. August 2015.
17. AgustaWestland, *AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies*. p. 30.
18. Miljøverndepartementet, *FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)*. juni 2004, Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5): Oslo, .
19. Brekke, A., *NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II*. juni 1998, Norges byggforskingsinstitutt rapport 7939, revidert utgave: Oslo, .
20. Brekke, A., *ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER*. oktober 2013, Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, .
21. Osmundsen, E., *MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA*. 2011, Miljøakustikk AS.

12 Tillegg

Dette tillegget gir ytterligere informasjon om beregningsgrunnlaget, og gir grunnlag for kvalitetskontroll av automatisk og manuell bearbeiding som er utført.

Tabell 12-1 viser de benevnelse for flytyper i elektroniske journal som er forskjellig fra typebetegnelse i databasen til NORTIM. Det er nødvendig å oversette disse benevnelse til flytypebenevnelse som det eksisterer data for, for å kunne beregne støyutslippet. ACtype er benevnelse i elektronisk journal, mens NewACtyp er benevnelse i NORTIMs database.

Tabell 12-1. Oversetting av ICAO-benevnelse til benevnelse i databasen.

ACtype	NewACtyp
AS50	SA350
B412	MHEL
BE20	DHC6
BK17	MHEL
C172	CNA172
C182	CNA182
DH8A	DHC8
DH8B	DHC8
EC20	LHEL
P28A	PA28
R44	LHEL
S61	THEL
TBM8	COMSEP
ULAC	COMSEP
WT9	COMSEP

For å forenkle beregningsgrunnlaget, blir flytyper som har tilnærmet samme operasjonsmønster samlet i flytypekategorier, som vist i Tabell 12-2.

Tabell 12-2. Inndeling av flytyper i grupper.

ACtype	NewACtyp
CNA172	P
CNA182	P
COMSEP	P
DHC6	T
DHC8	T
LHEL	H
MHEL	H
PA28	P
SA350	H
THEL	H

Destinasjoner samles i grupper etter hvilken himmelretning destinasjonene ligger i, som vist i Tabell 12-3.

Tabell 12-3. Inndeling av destinasjoner i grupper.

NewDepDest	DepDestGroup
EFKE	SW
EFRO	SW
EGKB	SW
ENAT	E
ENBN	SW
ENBO	SW
ENBV	NE
ENDU	SW
ENEV	SW
ENGM	SW
ENHF	NE
ENHK	NE
ENHV	NE
ENKR	E
ENLK	SW
ENMH	NE
ENNA	E
ENNK	SW
ENSK	SW
ENSR	W
ENTC	W
ENVA	SW
ENVD	E



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no