

Rapport

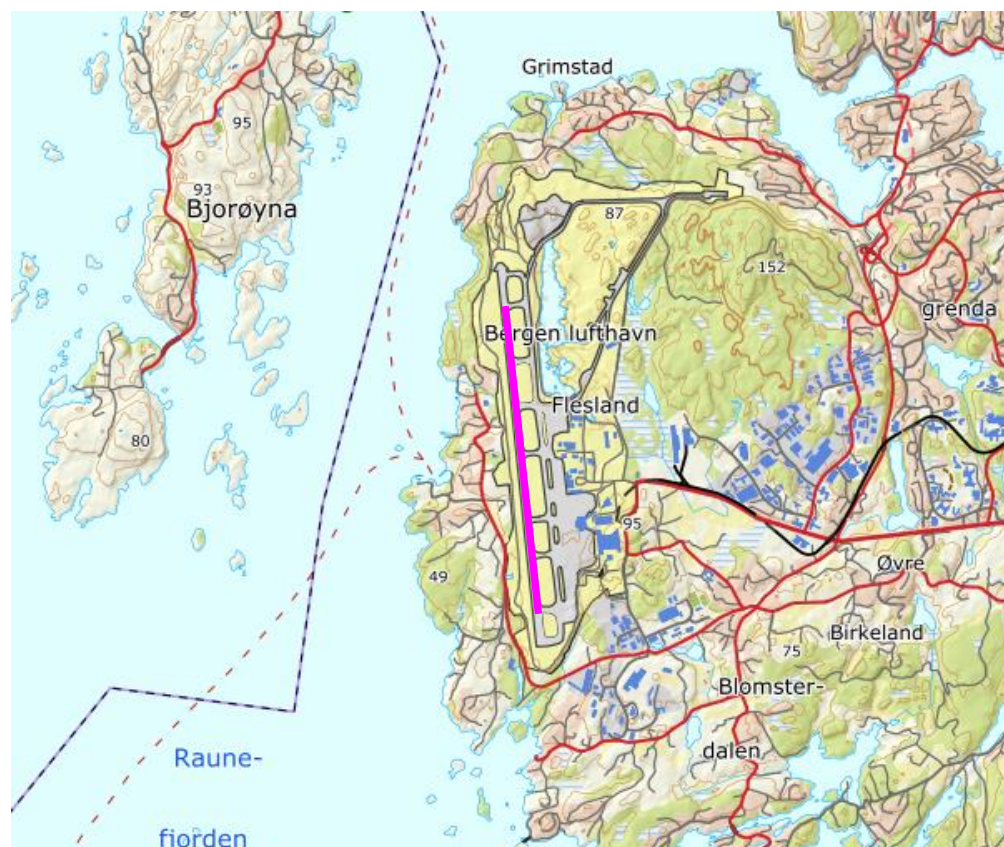
Støyberegning for Bergen lufthavn Flesland 1RWY

Støysoner etter T-1442/2016

Forfatter(e)

Karen Brastad Evensen

Rolf Tore Randeberg, Idar L. N. Granøien



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

Støyberegning for Bergen lufthavn Flesland 1RWY

Støysoner etter T-1442/2016

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2021:00685	102024645	2	2021-07-07

EMNEORD:

Akustikk; Flystøy;
Beregning

FORFATTER(E)

Karen Brastad Evensen
Rolf Tore Randeberg, Idar L. N. Granøien

OPPDRAKSGIVER(E)

Avinor

OPPDRAKSGIVERS REF.

Michael J. Newman

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

42

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

ISBN

978-82-14-07627-1

SAMMENDRAG

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en oppdatert støykartlegging av Bergen lufthavn Flesland etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2016. Det er gjort støyberegninger for dagens situasjon (2019) og for en prognosesituasjon i 2031. Grunnlaget for beregningene er dokumentasjon av flygemønster fra radardata og oppdatert trafikkjournal fra 2019. Året 2019 er valgt som grunnlaget for dagens situasjon grunnet atypiske trafikkmengder i 2020.

For 2019 situasjonen ligger i alt 3334 bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor gul støysoner og totalt 388 støyømfintlige bygninger ligger innenfor rød støysoner. For prognosesituasjonen er støysonene redusert, og tilsvarende tall er 2895 støyfølsomme bygninger innenfor gul støysoner og 366 innenfor rød støysoner.

**UTARBEIDET AV**

Karen Evensen

KONTROLLERT AV

Herold Olsen

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 forurensingsloven	11
4.1	Innendørs støy	11
4.1.1	Beregning med normtall for fasadedempning	11
4.2	Strategisk støykartlegging	12
5	Omgivelser	13
6	Flyaktiviteten ved Bergen lufthavn, Flesland	15
6.1	Dagens trafikk	15
6.2	Prognose	17
6.3	Oppvarming/nedkjøling av helikopter	18
7	Traséer og profiler	19
7.1	Traséer	19
8	Beregningsparametere	23
8.1	Beregningsenheter	23
8.2	Beregning i enkeltpunkt	23
8.3	NORTIM beregningskontroll	23
9	Resultater relatert til retningslinje T-1442/2016	24
9.1	Støysonekart for dagens situasjon	24

9.2	Støysonekart for prognosesituasjon.....	25
9.3	Verste tilfelle kombinasjon.....	26
9.4	Kartlegging av stille områder	27
10	Resultater relatert til forurensningsloven	29
10.1	Kartlegging av innendørs støynivå.....	29
10.2	Kartlegging av utendørs støynivå.....	30
11	Støyplage og søvnforstyrrelser	40
12	Litteratur.....	41

1 Innledning

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en oppdatert støyberegning for Bergen lufthavn, Flesland. Det er beregnet for 2019 trafikk og for en tiårs prognose fram til 2031. Grunnlaget for beregningene er loggført trafikk for 2019 og ikke 2020, grunnet atypiske trafikkmengder i 2020. Det benyttede grunnlaget inkluderer dokumentert flygemønster fra radar, og oppdatert trafikkjournal. Prognosen inkluderer både trafikkvekst og utskifting av flytyper.

For offshore helikopter er det etablert nye prosedyrer i 2021 som vil være tatt i bruk i prognosesituasjonen. Radardata fra første tertial 2021 foreligger, og har blitt brukt som grunnlag for prognosesituasjonen for denne flytypen.

Michael J. Newman har vært kontaktperson hos Avinor. Prosjektet er utført ved SINTEF Digital med Rolf Tore Randeberg som prosjektleder og Karen Evensen som prosjektmedarbeider. Prosjektansvarlig i SINTEF Digital har vært Erik Swendgaard. Fly- og helikopterstøy, inkl. taksing, og bakkekjøring er beregnet med beregningsmetode NORTIM 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. Rapporten erstatter SINTEF rapport SINTEF 2018-01063 fra 2018. SINTEF rapport 2021:00686, datert 2021-06-21 inneholder vedlegg som dokumenterer alle flygetraséer og substitutter av flytyper.

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-veiing 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

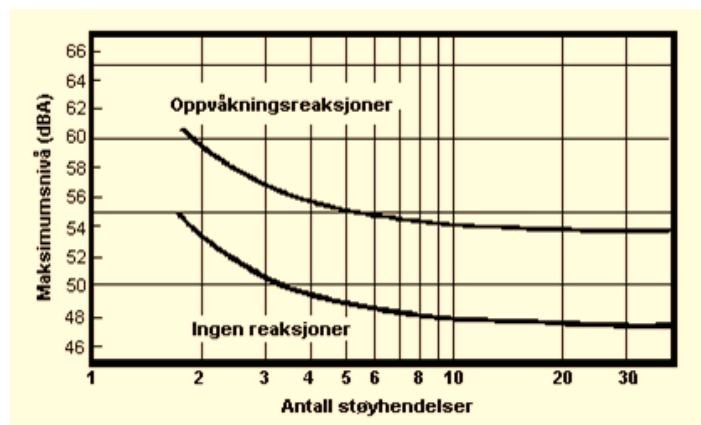
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. 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. [1, 2]. Det er **ikke** samme enighet på hvorvidt **endring av søvnstadium** (søvndybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking.

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



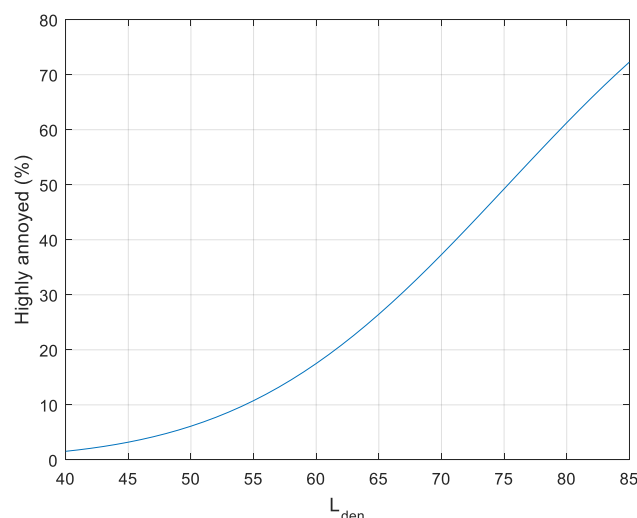
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

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

2.2.2 Generell plage av flystøy

Generell støyplage kan betraktes som en sammenfatning av de **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. [2]. Den vanligste parameteren som man rapporterer er hvor stor andel av befolkningen som sier seg svært plaget (highly annoyed) som funksjon av ekvivalent støynivå. Både L_{den} og L_{dn} er slike nivåstørrelser hvor det i tillegg gjøres en vektning av når på døgnet støyhendelsen forekommer. Den følgende figuren viser andel sterkt plaget som funksjon av L_{den} slik den er sammenfattet i [2].



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

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

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

3 Miljøverndepartementets retningslinje

Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442) ble fastsatt av Klima- og miljødepartementet i januar 2005. Retningslinjen ble revidert i 2012 og oppdatert i 2016 [6]. 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 [6] definert som det lydnivå "som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs. et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser". Denne enheten kommer bare til anvendelse for hendelser som forekommer på natt mellom 23 og 07, og var ment å skulle erstatte måleenheten MFN på natt. L_{5AS} vil imidlertid ikke identifisere de nivå som kan skape problem for søvnforstyrrelse relatert til Figur 2-1. Antallet "hendelser" vil kunne variere fra flyplass til flyplass og fra område til område ved en og samme flyplass. Når dimensjonerende nivå defineres til å være en prosentdel, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representerer.

Retningslinje T-1442/2016 definerer ikke begrepet "hendelse". Det betyr at det ikke er gitt hvor mye støy som skal til for at man skal inkludere noe som en hendelse. I veilederen til T-1442/2016 [6], 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.

	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 [7] 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 [8, 9] 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 [10] 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 [11], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [12] 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 [10].

Beregningsprogrammet inneholder en database for over 300 ulike flytyper. Databasen er importert fra internasjonalt tilgjengelige kilder, i hovedsak fra USA, AEDT [13] og NOISEMAP [14] og med korrigerte støydata for to flyfamilier [10]. I tillegg benyttes data fra målinger foretatt av OSL for de to mest benyttede offshore helikoptre [15] og data fra fabrikken for det nye redningshelikopteret [16].

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 [17].

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.

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 [18], som er revidert av Brekke og Strand [19], er det valgt 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 ($L_{Aeq,24h}$) og er hentet fra M-128, veilederen til T-1442/2016 [6].

Tabell 4-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltsnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	22 dBA	57 dBA (35+22)
Stamruteplasser med mil jagerfly	Eldre jettfly og jagerfly	27 dBA	62 dBA (35+27)
Stamruteplasser	Støysvake jettfly	27 dBA	62 dBA (35+27)
Offshoretransport	Sikorsky S-92	20 dBA	55 dBA (35+20)
Annen anvendelse i Norge	Andre typer helikoptre	23 dBA	58 dBA (35+23)

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.

For flyplasser hvor det ikke er én støymessig klart dominerende flytype beregnes innendørs nivå iht. metode beskrevet i ref. [20]. I korte trekk innebærer metoden at utendørs støyinnivå $L_{Aeq,24h}$ beregnes separat for hver av flykategoriene i tabellen over. Deretter beregnes innendørs $L_{Aeq,24h}$ for hver av kategoriene ved å anta fasadeisolasjon som gitt i tabellen over. Til slutt blir samlet innendørs nivå $L_{Aeq,24h}$ beregnet som effektsummen av bidragene fra hver kategori.

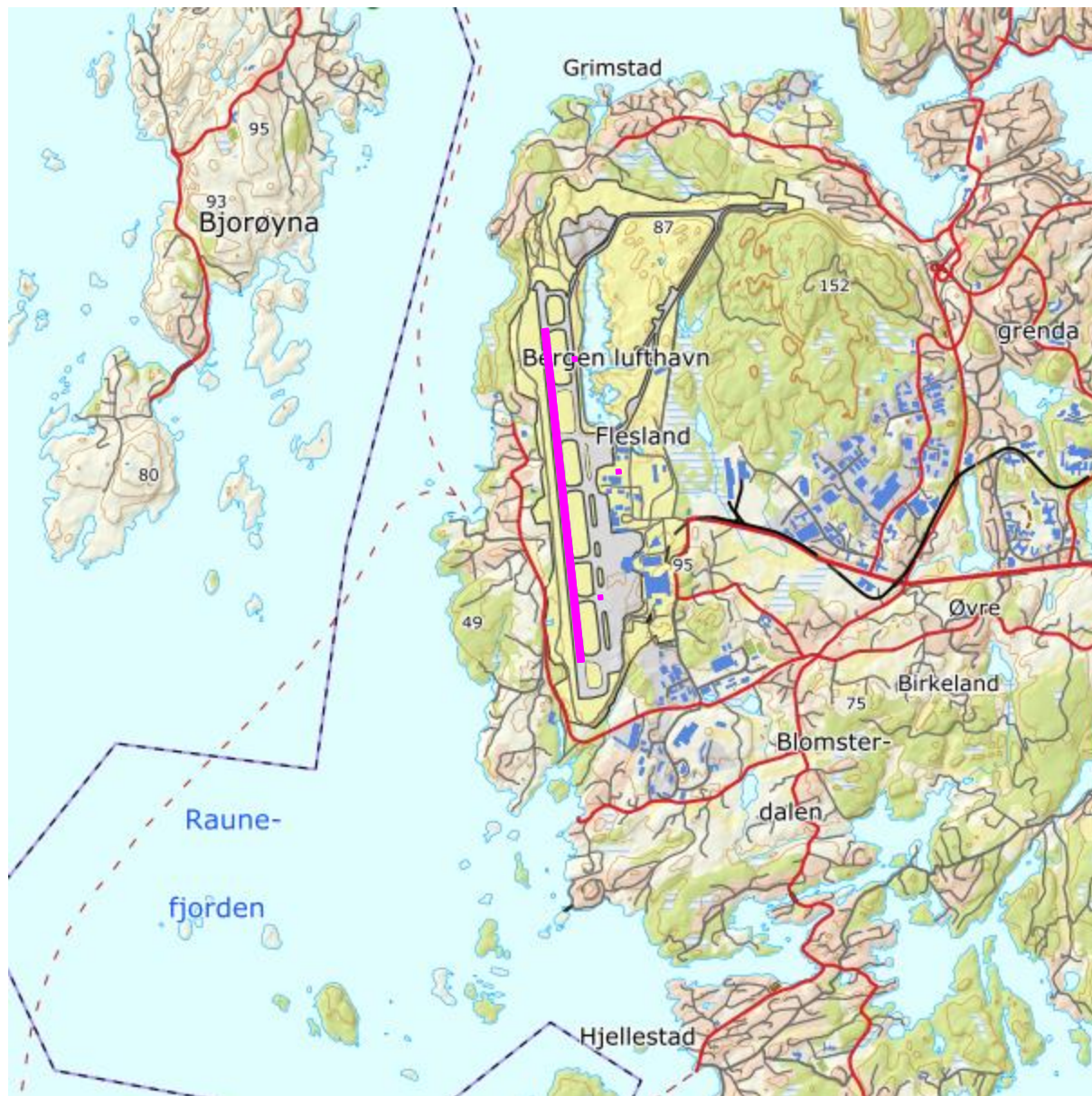
4.2 Strategisk støykartlegging

Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC [7], befolkningens behov for informasjon og som grunnlag for handlingsplaner. Forskriften gir i vedlegg minstekrav til hva som skal beregnes og rapporteres. Denne del av kartleggingen gjelder for utendørs nivå og det er krav til flere støykart, samt opptelling av antall boliger og andre bygninger med støyømfintlig bruksområde innenfor intervaller av støynivå for både L_{den} og L_{night} .

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

5 Omgivelser

Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverket sine gratis tjenester [21]. Topografien er representert med en punkttetthet på 10×10 meter.



Figur 5-1. Bergen lufthavn Flesland med omgivelser. Rullebane (terskel til terskel) er markert i rosa. M 1:50 000

Tabell 5-1 viser koordinater for de rullebaner som inngår i støyberegningen. Disse er i Figur 5-1 markert med rosa. 17/35 benyttes av fixed-wing. 17HA/HD og 35HA/HD benyttes av offshore helikopter. TEKNSTAND benyttes av andre helikopter. Alle kartkoordinater er gitt i UTM/EUREF89 sone 32. Rullebanene legges inn i beregningen som akustisk harde flater.

Tabell 5-1. Posisjoner til rullebaner.

Navn	Fra øst	Fra nord	Til øst	Til nord	Retning	Lengde
17	290871.2	6691298.3	291134.6	6688862.3	173.8	2450
17HA	291073.5	6691076.9	291103.3	6691079.6	84.8	30
17HD	290992.7	6690118.9	291050.0	6689592.9	173.8	529
35	291134.6	6688862.3	290871.2	6691298.3	353.8	2450
35HA	291262.3	6689332.2	291292.1	6689334.9	84.8	30
35HD	291050.0	6689592.9	290992.7	6690118.9	353.8	529
TEKNSTAND	291427.0	6690256.3	291394.2	6690253.3	264.8	33

Det ble gjort enkelte terrengkorreksjoner ved forrige beregning i 2018. Disse er blitt gjenbrukt ved denne beregningen. Det ble vurdert å inkludere skjermvirkning fra terminal i denne beregningen, men i samråd med Avinor ble det vurdert å ikke være nødvendig.

6 Flyaktiviteten ved Bergen lufthavn, Flesland

6.1 Dagens trafikk

Ifølge retningslinje T-1442 skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregningen av støysoner. Avinor har oversendt digital journal for all trafikk ved Flesland i 2019 som legges til grunn. Tabellene under oppsummerer trafikkmengdene som inngår i journal.

Tabell 6-1. Antall flybevegelser i 2019 for avganger (TO), landinger (LA) og touch and go (TG).

Operasjon	Antall
TO	47402
LA	47375
TG	416
Totalt	95193

Tabell 6-2. Antall bevegelser per type flyging i 2019

FLT Kode	FLT Beskrivelse	Antall i journal	Ant. Avinor statistikk
1	Ruteflyging	67681	67697
2	Ikke regelbundet trafikk	2322	2305
3	Fraktflyging	943	959
4	Kontinentalsokkelflyging (m/helikopter)	14298	14292
5	Annen kommersiell helikopterflyging	2332	
6	Annen kommersiell flyging	362	362
9		2	
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	22	
12	Ambulanseflyging	1107	1107
13	Skole- og instruksjonsflyging	1658	1581
14	Posisjonsflyging	1076	
15	Teknisk retur flyging	490	
16	Kontrollflyginger	24	
17	Allmenn flyging	2684	2619
21	Militær flyging	164	
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	6	
24	Militær posisjonsflyging	6	
25	Militær testflyging	2	
26	Militær kontrollflyging	6	
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	2	
28	Luftfartøy som deltar i militærøvelser	4	
29	Militær treningsflyging	2	
	Annen sivil flyging		3905
	Totalt:	95191	94 827

Militære bevegelser (FLT kode 21-29) inngår ikke i Avinors offisielle statistikk. Dette inkluderer totalt 192 bevegelser. Avviket i total trafikkmengde er da ubetydelig for støynivået.

I journalen fra Avinor er det benyttet koding av flytypenavn etter ICAO dokument 8643, <https://www.icao.int/publications/DOC8643>. I databasen til beregningsprogrammet har flytypene andre betegnelser, og en del av preprosesseringen er å oversette typenavn til navn som finnes i databasen. I tilfellene hvor flytypen ikke finnes i databasen, benyttes substitutter etter en godkjent liste. For mindre fly benyttes samlebetegnelsene, GASEPF og GASEPV, for én-motors småfly med

stempelmotor og propell, henholdsvis med fast og variabel pitch. COMSEP benyttes når pitchen ikke er kjent. 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 henholdsvis lett, middels og tungt helikopter. Disse tre representeres ved data som foreligger for Bo105, SA365 og SK61.

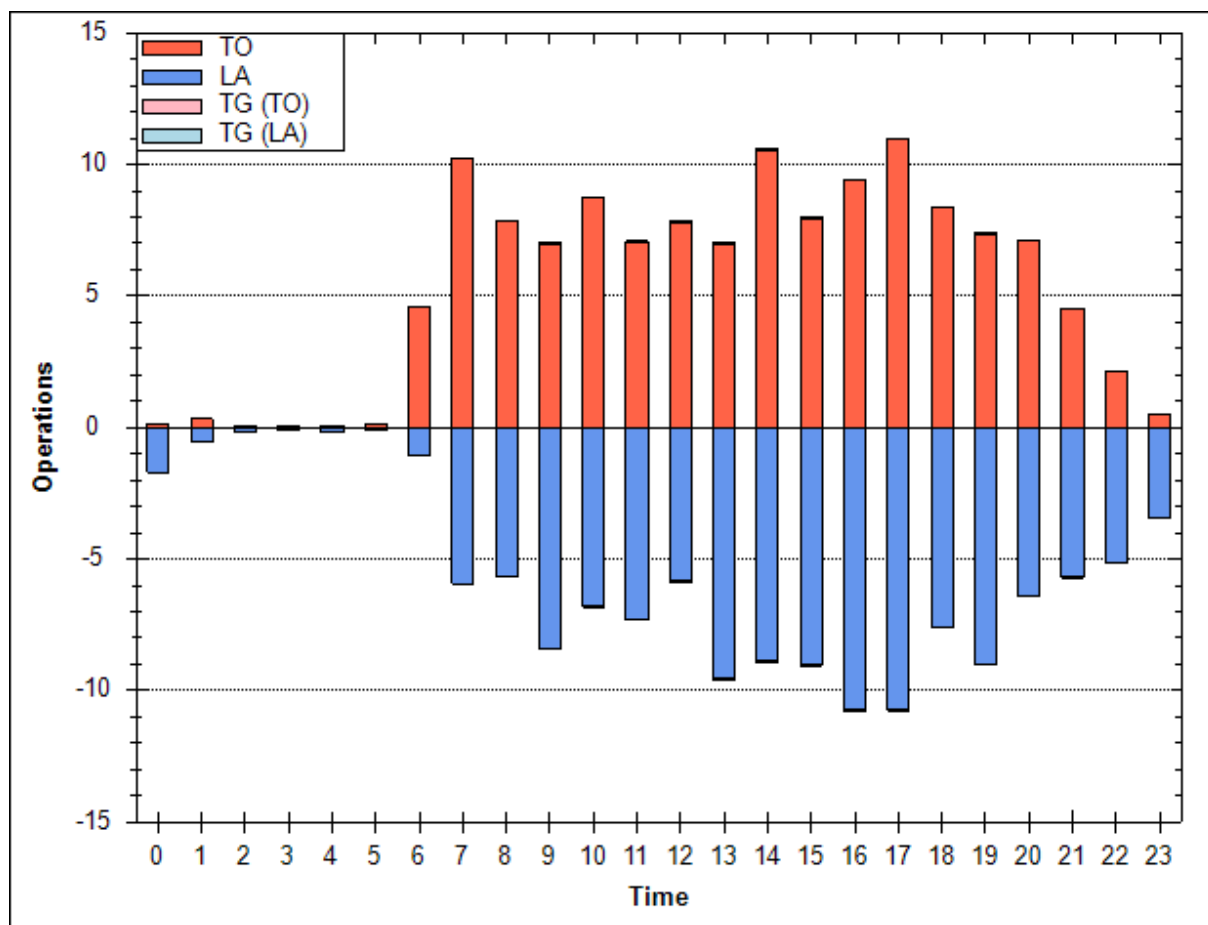
I alt er det registrert 200 forskjellige flytyper ved Flesland i løpet av 2019. I SINTEF rapport 2021:00686 vises alle flytypene og hvordan typenavn er oversatt navn som finnes i NORTIMs database. Etter oversetting og substituering er antallet forskjellige flytyper redusert til 80. Liste over flytyper etter substituering er vist i Tabell 6-3. Figur 6-1 viser trafikkfordelingen over et gjennomsnittsdøgn.

Tabell 6-3. Antall bevegelser per type fly i 2019.

Flytype	Antall
737800	23710
DHC830	15701
S92	14797
737700	10235
DHC8	5184
GV	3879
EMB190E2	3332

Flytype	Antall
A320	2726
A320-211	2151
DHC6	1495
MHEL	1380
CNA172	1247
EMB190	1039
PA28	812

Flytype	Antall
A319	742
GASEPV	705
GASEPF	685
SA350	610
Andre	4763
Totalt	95193



Figur 6-1. Antall bevegelser per time for et gjennomsnittsdøgn i 2019.

For denne beregningen brukes primært programmet RADTIM som benytter faktiske, radarmålte traséer som grunnlag. Ved innlesing til RADTIM faller noen få flybevegelser bort fra grunnlaget på grunn av feil eller mangler. Dette gjelder tilfeller hvor:

1. Flight ID er gjentatt
2. Rullebane eller operasjon (avgang/landing) er ukjent
3. Flight ID, flytype, eller flygebane er ugyldig

De gjenværende flybevegelsene blir oppjustert med tilsvarende antall bevegelser som faller bort på grunn av tilfelle (3). Oppjusteringen gjøres separat for hver rullebane og operasjon. Det gjøres ingen korreksjon for bevegelsene som er fjernet i tilfelle (1) og (2).

6.2 Prognose

For beregning av prognosesituasjon i 2031 har Avinor tidligere oversendt prognose for passasjertrafikken ("TØI prognoser 2018"). Ut fra disse tallene beregner SINTEF en økning på 10 % i forhold til 2019-trafikken for innenlandsflygning for flygingstypene 1 (Ruteflyging), 2 (Ikke regelbundet trafikk) og 3 (Fraktflyging). For utenlandsflygning er det brukt en økning på 60 % for de samme flygingstypene. Disse skaleringene er av praktiske årsaker blitt begrenset til flytypene som har minst 100 bevegelser, som tilsvarer ca. 98% av total trafikk.

For offshore helikopter er det etablert nye prosedyrer i 2021 som vil være tatt i bruk i prognosesituasjonen. Radardata fra første tertial 2021 foreligger og er brukt som utgangspunkt for prognosesituasjonen. Trafikkmengdene er skalert fra 1. tertial 2021 til forventet årstrafikk i 2031.

Det legges til grunn ingen vesentlig endring for annen kommersiell helikopterflyging, ambulanseflyginger eller andre typer flyging.

I tillegg til endring i trafikk tall er det for prognosen forutsatt utskiftning i flyparken som gitt i Tabell 6-4. Ettersom støydata for A319NEO ikke foreligger er A320NEO brukt som approksimasjon. Det er ingen grunn til å forvente at A319NEO skal støye mer enn A320NEO.

Tabell 6-4. Substitutter brukt i prognosen.

I journal (2019)	Substitutt i prognose (2031)
B738	737MAX
B737	737MAX
A320	A320NEO
A321	A321NEO
B734	A320NEO
S61	AW101
B736	A320NEO
A319	A320NEO

For prognosesituasjonen er det sannsynlig at el-fly har blitt innført, men på nåværende tidspunkt finnes det ikke data for disse flytypene. Dagens turbopropfly benyttes derfor for Widerøetrafikken også i 2031. Dersom el-fly har blitt innført per da, vil dette kunne bety et noe lavere støynivå. For øvrig antas ingen vesentlig endring for annen kommersiell helikopterflyging, ambulanseflyginger eller andre typer flygning.

6.3 Oppvarming/nedkjøling av helikopter

Støy fra helikopter som står med rotor i gang ifm. oppvarming før avgang og nedkjøling etter landing håndteres ikke automatisk av RADTIM. For offshore helikopter er slik aktivitet tatt hensyn til ved at det er lagt inn spesielle takse-traséer som følger vanlig taksing, men som blir værende på oppstillingsområdet en gitt tid. Varigheten er tilpasset estimater Avinor har gjort; 4,7 minutter oppvarming og 4 minutter nedkjøling.

For andre helikopter benyttes en annen oppstillingsplass, og dermed andre takse-traséer, noe som gir tekniske utfordringer i RADTIM. Av praktiske årsaker er derfor all ikke-offshore helikoptertrafikk (avgang, landing, og tilhørende oppvarming/nedkjøling) trukket ut fra RADTIM. Bevegelsene er i stedet lagt inn NORTIM, med samme traséer som ved forrige beregning i 2018. Det er antatt to minutter oppvarming før avgang og 3 minutter nedkjøling etter landing. Grunnlaget vil bli slått sammen med grunnlaget fra RADTIM før beregning.

7 Traséer og profiler

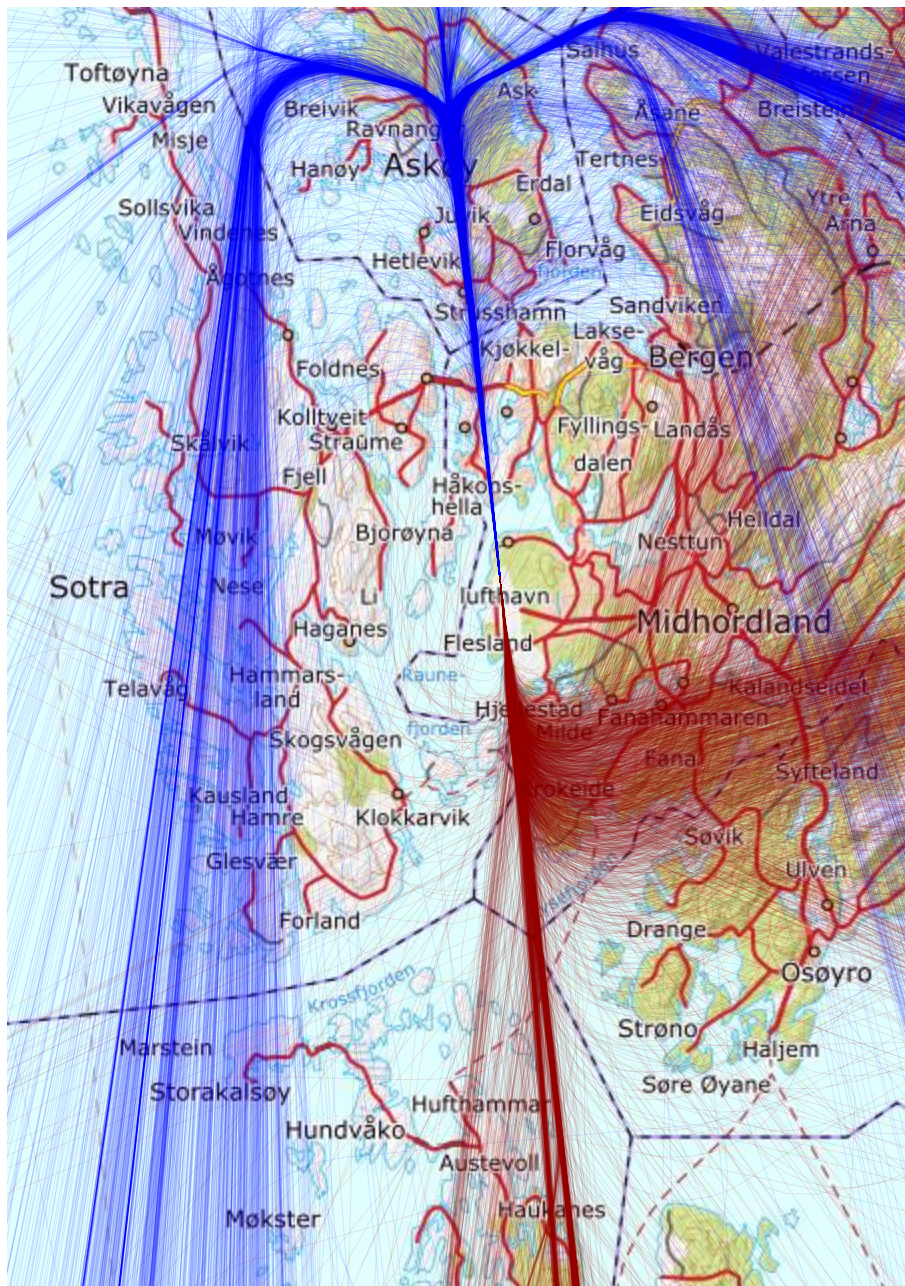
7.1 Traséer

Flygetraséer for dagens situasjon er hovedsakelig gitt av radarmålinger av hver enkelt flygning som ble gjennomført i 2019. Disse behandles automatisk av RADTIM gjennom en prosess for korreksjon og kvalitetskontroll. Flygninger som ikke passerer kvalitetskontroll (noen få prosent av totaltrafikken) ekskluderes og resterende trafikkmengde oppjusteres for å kompensere for bortfallet.

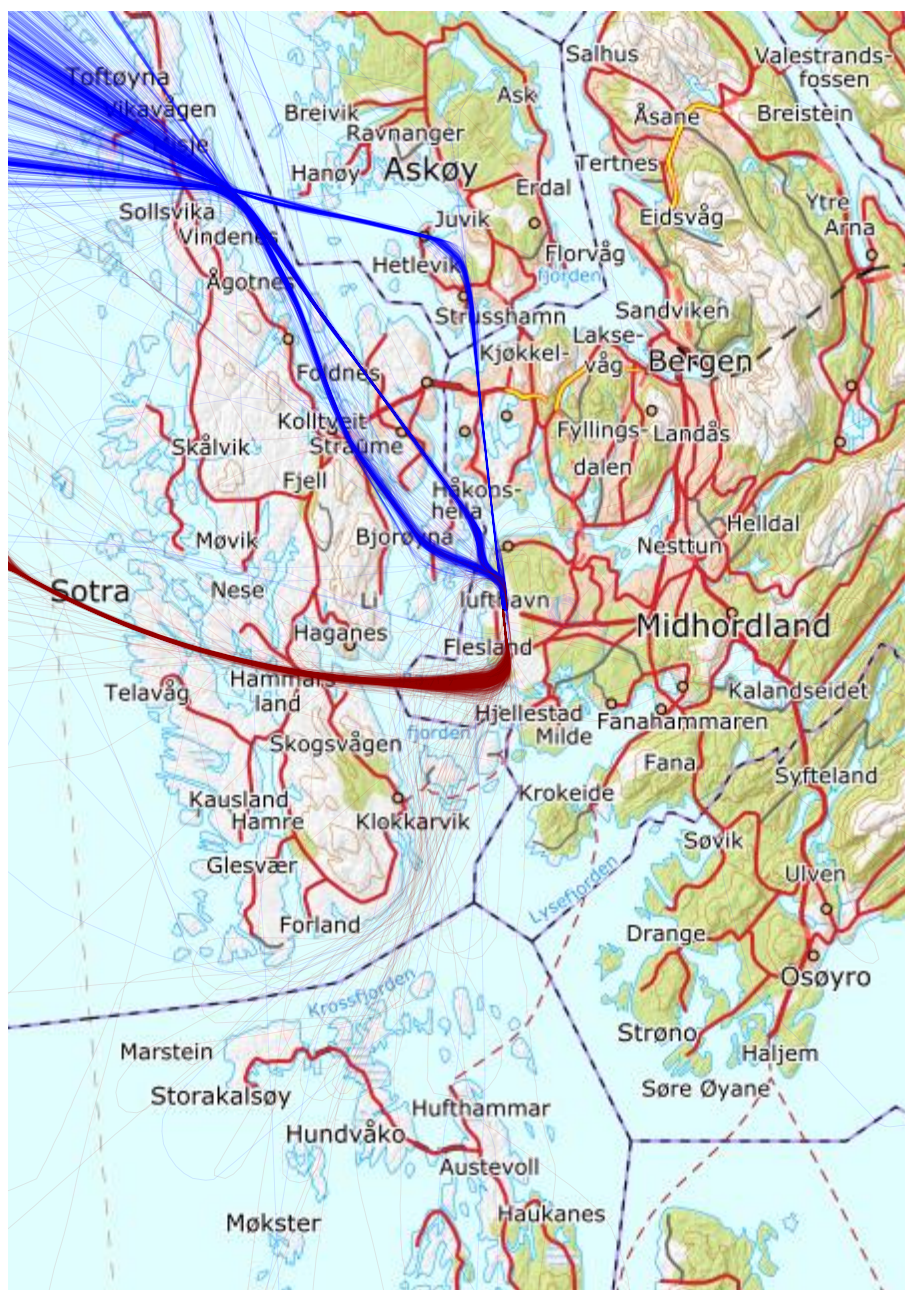
Flygetraséer er gjengitt for hver flytypekategori og rullebane i vedlegg til hovedrapport; SINTEF rapport 2021:00686. I dette kapitlet vises bare et eksempel for jetfly til rullebane 17 i 1. kvartal (Figur 7-1), samt de justerte traséene for offshore-helikopter i prognosen (Figur 7-2 og Figur 7-3).

For andre flytypekategorier enn offshore helikopter forutsettes det at traséene ikke endres vesentlig fra dagens situasjon til prognosesituasjonen. Oppskalering av trafikk tall som beskrevet i avsnitt 6.2 forutsettes å være eneste endring for de øvrige flykategoriene.

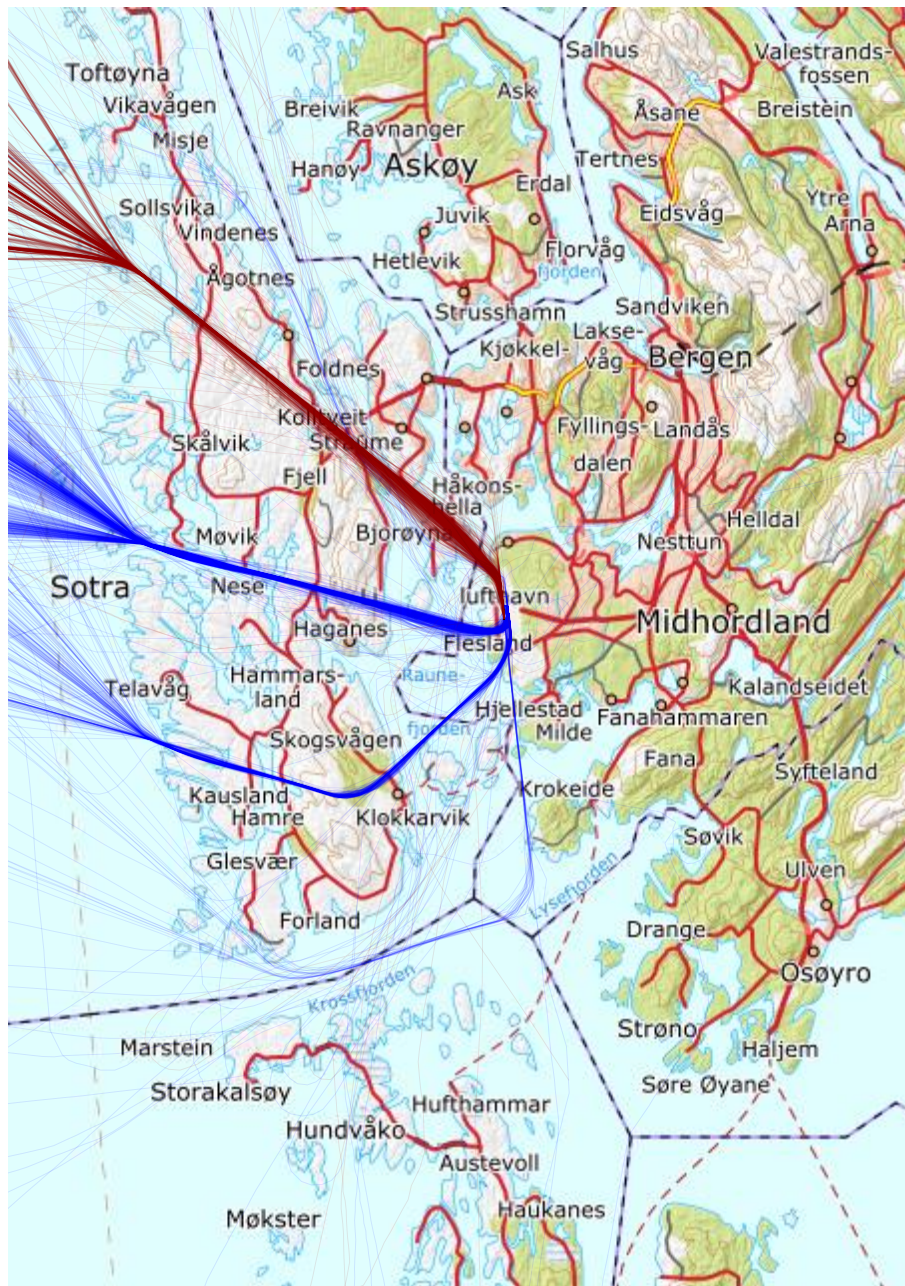
RADTIM baserer seg på bruk av høyde og hastighet som rapportert i radardata. Høyde- og hastighetsprofiler er derfor hentet fra radardata, via en prosess for korreksjon og kvalitetskontroll. Flygninger som ikke passerer kvalitetskontroll (noen få prosent av totaltrafikken) ekskluderes og resterende trafikk oppjusteres.



Figur 7-1. Traséer for landing (blå) og avgang (rød) for jetfly på rullebane 17, 1. kvartal 2019, M 1:300 000.



Figur 7-2. Traséer for landing (blå) og avgang (rød) for offshore helikopter på rullebane 17, 1. tertial 2021, M 1:300 000. Dette er grunnlag for prognosesituasjon 2031.



Figur 7-3. Traséer for landing (blå) og avgang (rød) for offshore helikopter på rullebane 35, 1. tertial 2021, M 1:300 000. Dette er grunnlag for prognosesituasjon 2031.

8 Beregningsparametere

8.1 Beregningsenheter

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

8.2 Beregning i enkeltpunkt

Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer ble importert 21.04.2020.

8.3 NORTIM beregningskontroll

Grunnlagsberegningene for T-1442 og kartlegging etter forurensningsforskriften foretas med en oppløsning på 256 fot (78 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

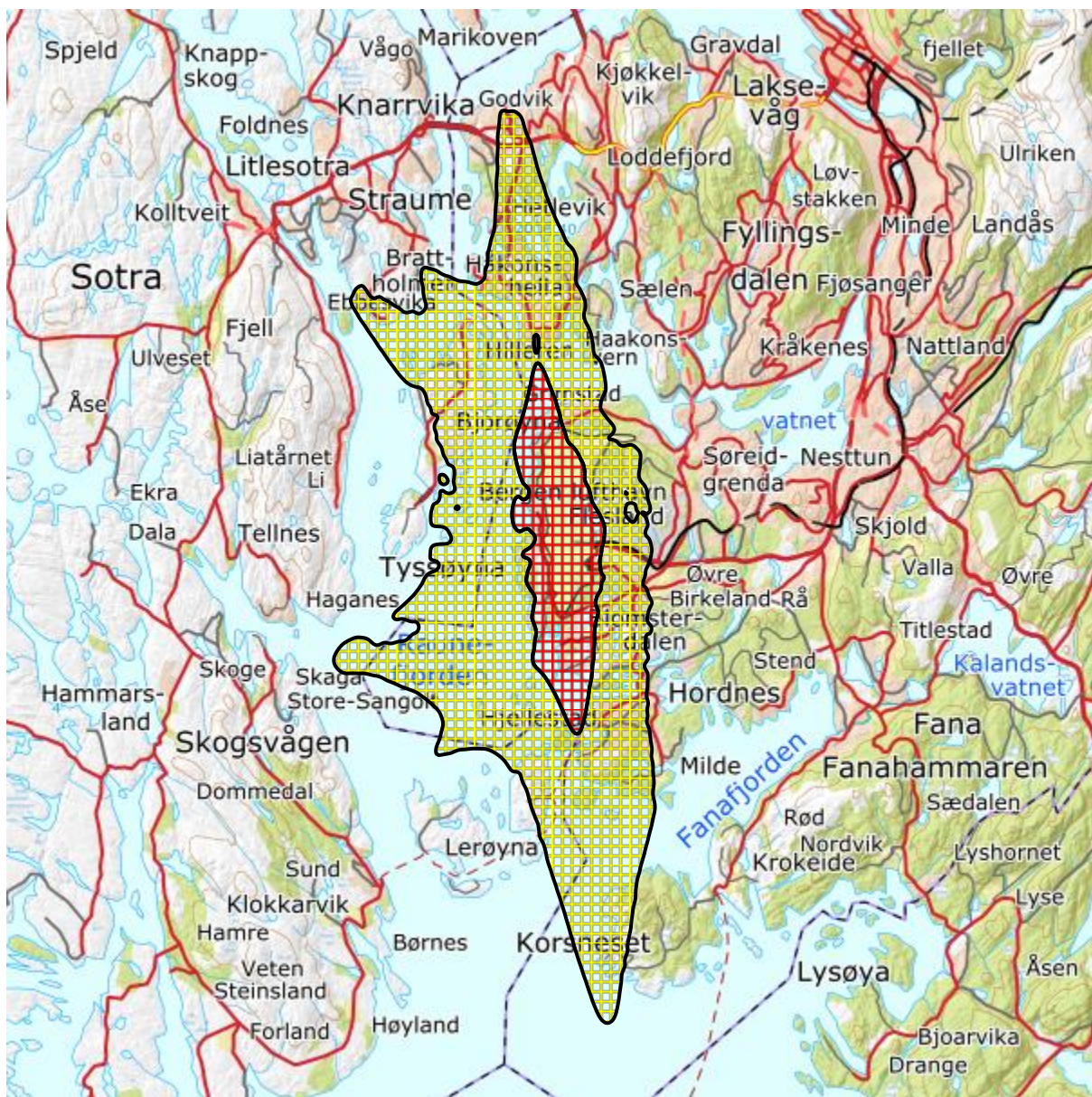
9 Resultater relatert til retningslinje T-1442/2016

9.1 Støysonekart for dagens situasjon

Støysonekart for dagens situasjon for alle flykategorier samlet er vist på Figur 9-1. Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre støyenheter. Disse foreligger på SOSI filformat og oversendes oppdragsgiver på elektronisk form. Disse er ikke vist her av plasshensyn og på grunn av ønsket om å begrense omfanget av resultatfigurer. Tabell 9-1 viser støysonenes areal for 2019 når alle flykategorier er inkludert.

Tabell 9-1. Totalt areal i støysoner for dagens situasjon (2019).

Støysone	Areal 2019
Rød	9,5 km ²
Gul	54,6 km ²



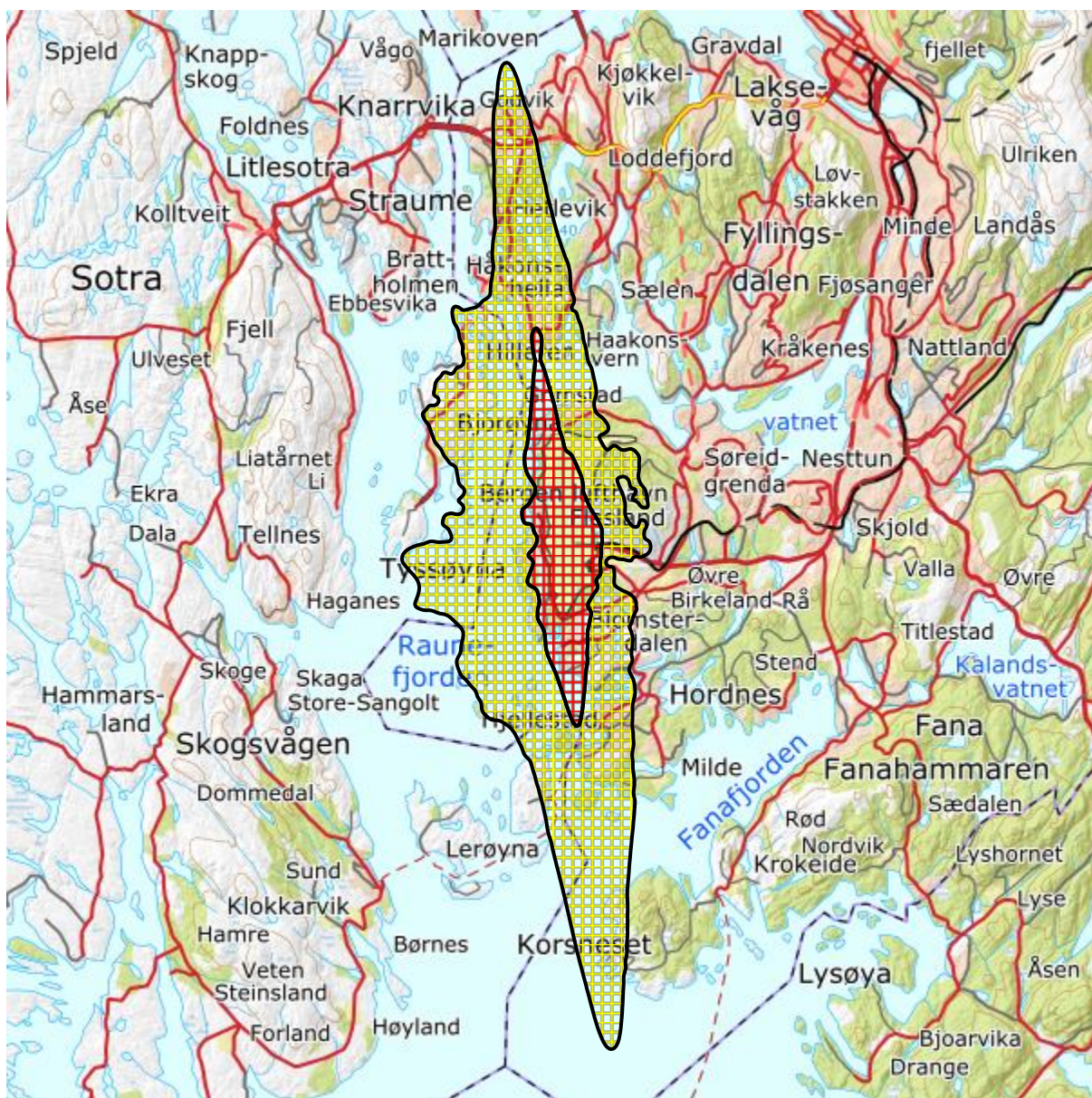
Figur 9-1. Rød og gul støysone for Bergen lufthavn Flesland for dagens situasjon (2019). M 1:150 000.

9.2 Støysonekart for prognosesituasjon

Støysonekart for prognosesituasjon er vist på Figur 9-2. Støysoneenes areal for prognosesituasjon når alle flytypene er inkludert er gitt i Tabell 9-2. Av Tabell 9-1, Tabell 9-2 og støysonekartene, framgår det at utbredelsen av gul og rød støysone får en viss reduksjon fram mot prognoseåret, til tross for en liten økning i trafikkmengde. Denne reduksjonen skyldes i all hovedsak at deler av flyparken ventes å bli skiftet ut med mer støysvake modeller (jf. Kapittel 6.2).

Tabell 9-2. Totalt areal i støysoner for prognosesituasjon (2031).

Støysone	Areal 2031
Rød	7,5 km ²
Gul	43,4 km ²



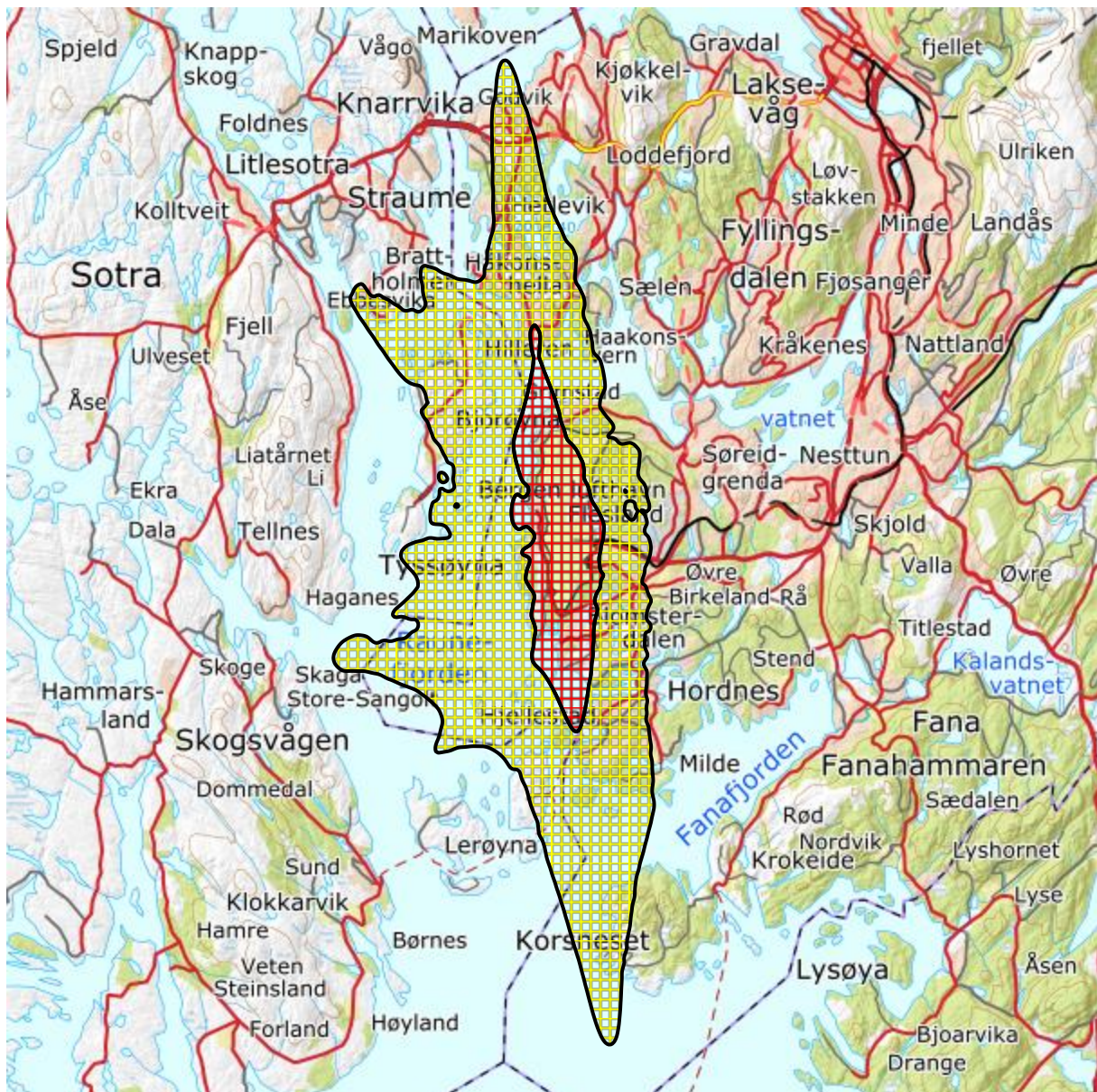
Figur 9-2. Rød og gul støysone for Bergen lufthavn Flesland for prognosesituasjon (2031). M 1:150 000.

9.3 Verste tilfelle kombinasjon

Retningslinje T-1442/2016 angir at det endelige støysonekartet skal settes sammen som en "verste-tilfelle" kombinasjon av støysonene for dagens situasjon og prognosesituasjonen. En slik kombinasjon er vist i Figur 9-3. Tabell 9-3 viser areal innenfor støysonene for "verste tilfelle" kombinasjonen.

Tabell 9-3. Totalt areal i støysoner for perioden 2019 – 2031.

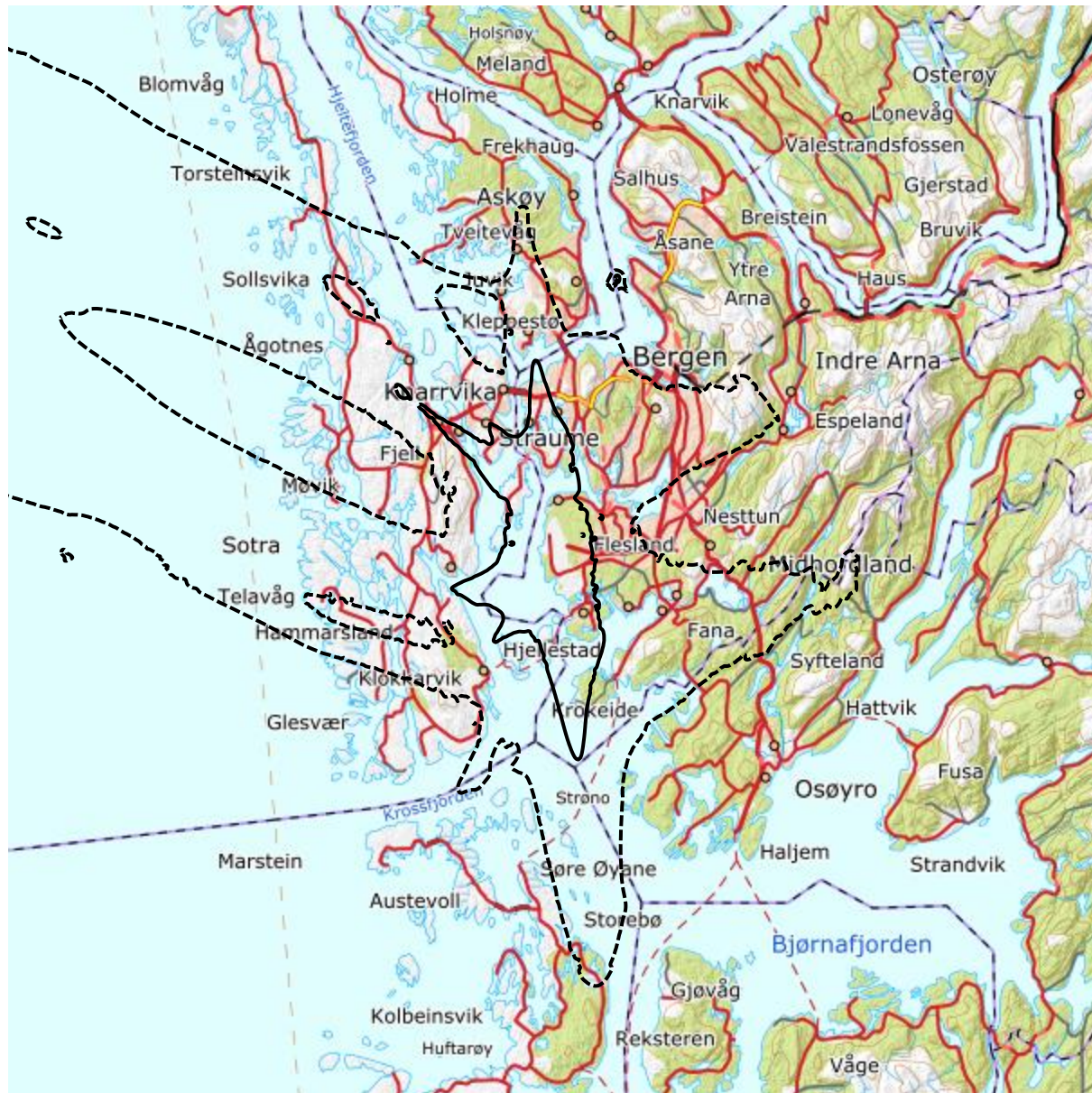
Støysone	Areal 2019 – 2031
Rød	9,6 km ²
Gul	56,4 km ²



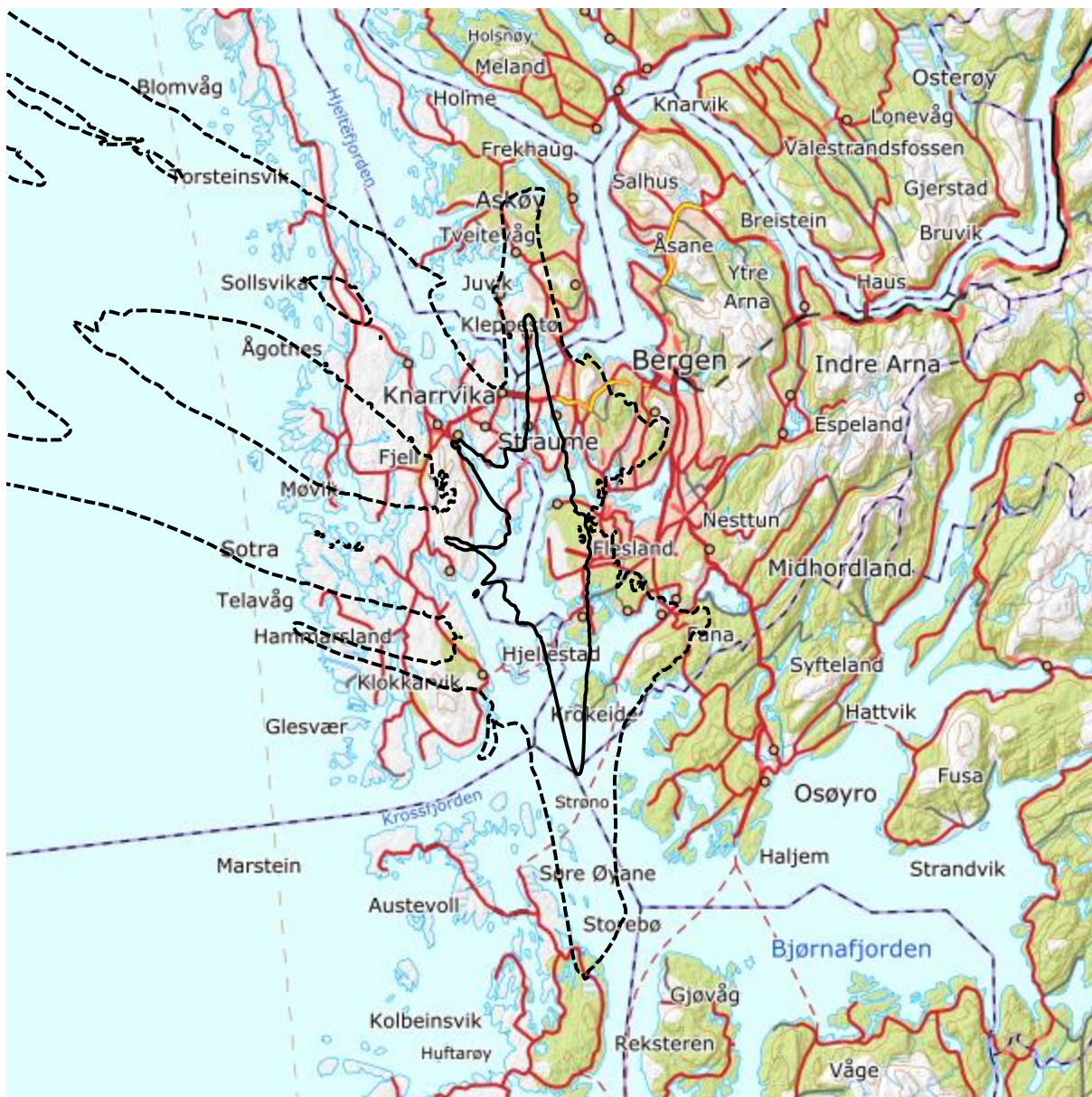
Figur 9-3. Rød og gul støysone for Bergen lufthavn Flesland for perioden 2019 – 2031. M 1:150 000.

9.4 Kartlegging av stille områder

Som grunnlag for å kunne definere stille soner har SINTEF utarbeidet kart som viser grensene for L_{den} 40 og 50 dBA, både for dagens situasjon og prognosesituasjonen.



Figur 9-4. L_{den} 40 (stiplet) og 50 dBA (heltrukket) for dagens situasjon (2019). Området for L_{den} 40 mot vest har blitt kuttet av beregningstekniske årsaker. M 1:400 000.



Figur 9-5. L_{den} 40 (stiplet) og 50 dBA (heltrukket) for prognosesituasjonen (2031). Området for L_{den} 40 mot vest har blitt kuttet av beregningstekniske årsaker. M 1:500 000.

10 Resultater relatert til forurensningsloven

I dette kapitlet vises 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 støynivå

Kartlegging av innendørs støynivå gjøres iht. Forurensningsforskriften [17], Del 2, kapittel 5, avsnitt II, som beskriver et innendørsnivå $L_{Aeq,24h}$ lik 35 dBA som kartleggingsgrense og 42 dBA som tentativ tiltaksgrense.

For Bergen lufthavn, Flesland har innendørs støynivå blitt beregnet med utgangspunkt i en oppdatert forståelse av dominerende flytype [20]. Utendørs støynivå $L_{Aeq,24h}$ har blitt beregnet separat for hver av de tre flykategoriene: Jet, offshore-helikopter, samt kombinasjonen propellfly og andre helikopter. Basert på dette er det blitt beregnet innendørs $L_{Aeq,24h}$ ved å anta fasadeisolasjon på henholdsvis 27, 20 og 22¹ dB for de tre gruppene (jf. Tabell 4-1). Samlet innendørs $L_{Aeq,24h}$ nivå har så blitt beregnet ved effektsummering av bidraget fra de tre gruppene.

Tabell 10-1 og Tabell 10-2 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med døgnmidlet ekvivalentnivå over de ulike grensene for henholdsvis dagens situasjon og prognosesituasjon.

Tabell 10-1. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for dagens situasjon (2019).

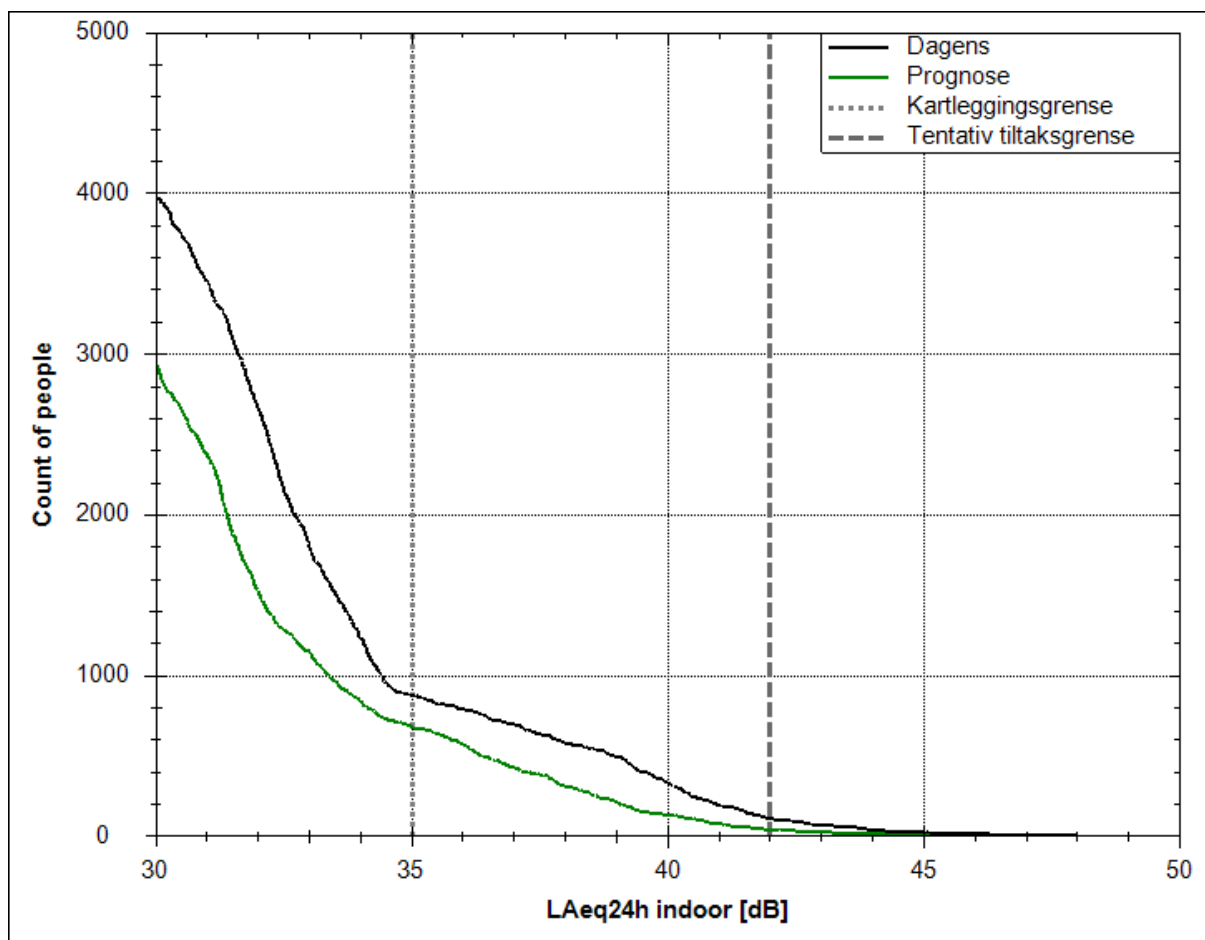
$L_{Aeq,24h}$	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
35,0 – 42,0	771	250	4	0	59
42,0 →	108	34	0	0	1

Tabell 10-2. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjon (2031).

$L_{Aeq,24h}$	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
35,0 – 42,0	635	200	3	0	31
42,0 →	42	14	0	0	1

Figur 10-1 viser kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå for både dagens situasjon og prognosen.

¹ For enkelthets skyld er det benyttet samme, konservative fasadeisolasjon 22 dB for propellfly som for andre helikopter.



Figur 10-1. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{Aeq24h} -nivå.

10.2 Kartlegging av utendørs støynivå

Strategisk støykartlegging gjennomføres i henhold til forurensningsforskriften, ref. [17], Del 2, kapittel 5, avsnitt III og vedlegg 2 til del 2.

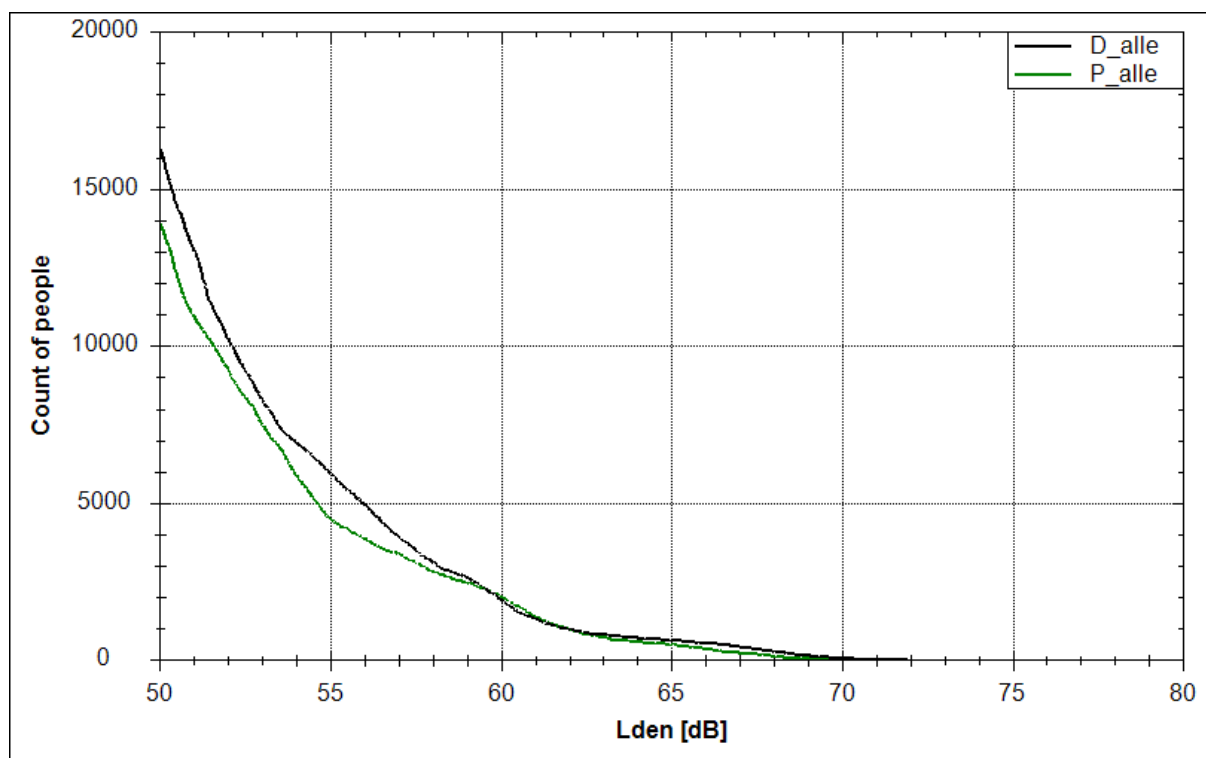
Tabell 10-3 og Tabell 10-4 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med L_{den} over 50 dBA for henholdsvis dagens situasjon og prognosesituasjonen. Figur 10-2 viser kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for støy over 50 dBA. Disse kurvene viser altså totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt L_{den} -støynivå eller mer. Figur 10-3 og Figur 10-4 viser konturer for L_{den} 50, 55, 60, 65, 70 og 75 dBA.

Tabell 10-3. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{den} -nivå for dagens situasjon (2019).

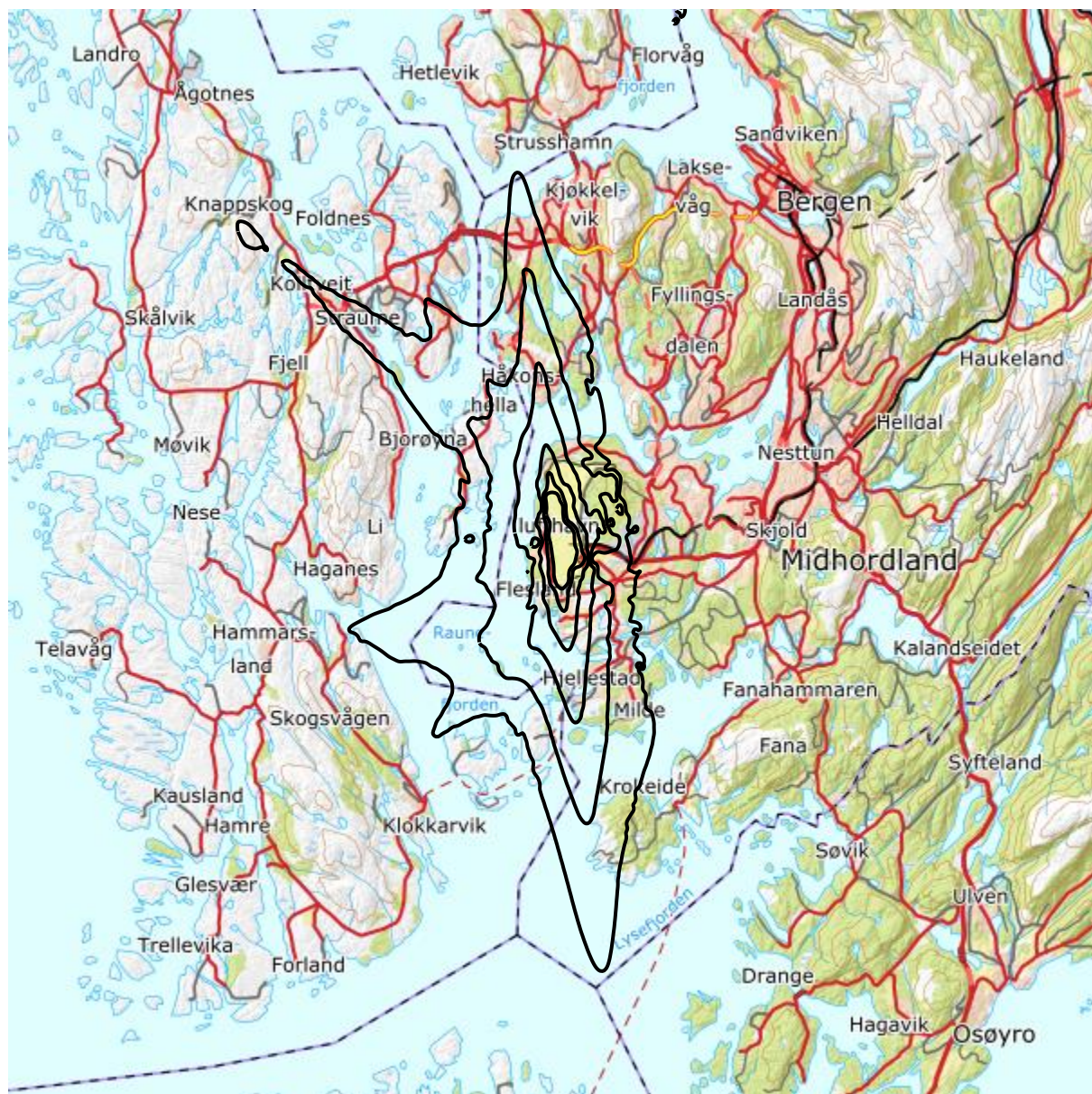
L_{den}	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
50,0 – 55,0	10327	2993	52	5	342
55,0 – 60,0	4021	1229	2	0	296
60,0 – 65,0	1275	416	1	0	80
65,0 – 70,0	572	187	4	0	29
70,0 – 75,0	75	24	0	0	2
75,0 →	9	3	0	0	0

Tabell 10-4. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{den} -nivå for prognosesituasjon (2031).

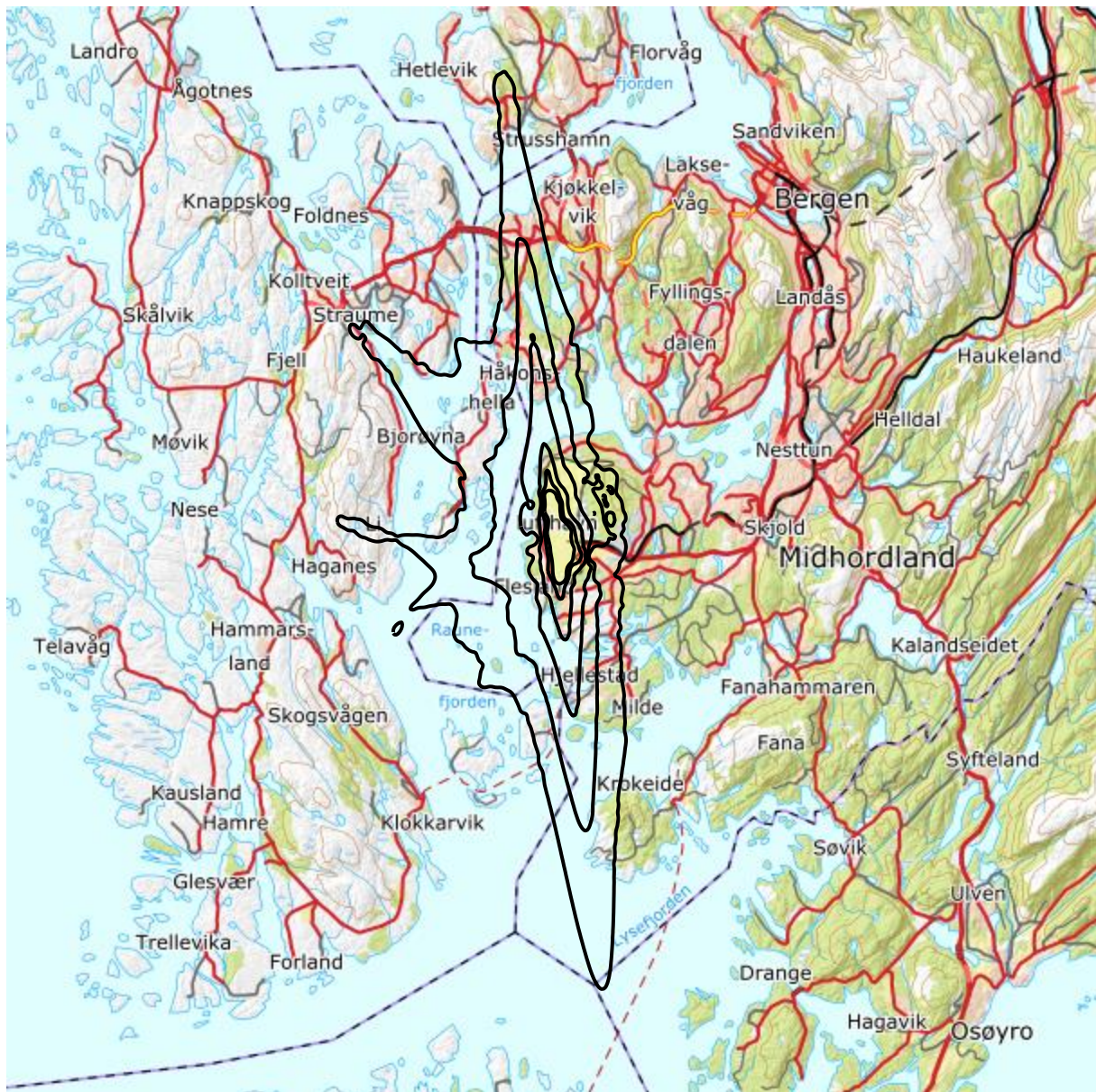
L_{den}	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
50,0 – 55,0	9417	2724	38	0	395
55,0 – 60,0	2478	752	1	0	147
60,0 – 65,0	1513	497	2	0	64
65,0 – 70,0	495	161	3	0	21
70,0 – 75,0	19	7	0	0	1
75,0 →	9	3	0	0	0



Figur 10-2. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{den} -nivå. Dagens situasjon er vist i svart og prognosesituasjonen i grønt.



Figur 10-3. Lden for dagens situasjon (2019) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:200 000.



Figur 10-4. Lden for prognosesituasjonen (2031) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:200 000.

Tabell 10-5 og Tabell 10-6 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med L_{night} over 50 dBA for henholdsvis dagens situasjon og prognosesituasjonen.

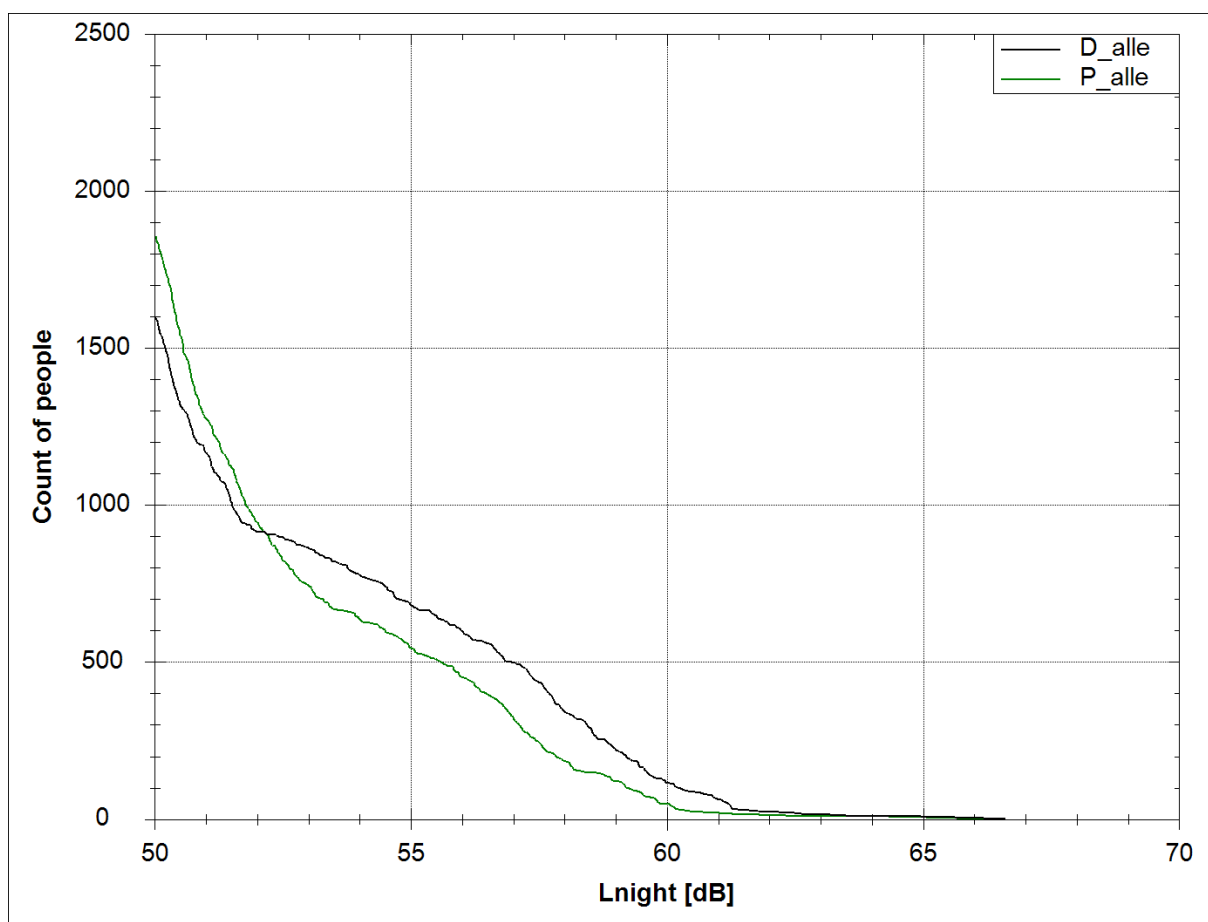
Tabell 10-5. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{night} -nivå for dagens situasjon (2019).

L_{night}	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
50,0 – 55,0	918	305	0	0	100
55,0 – 60,0	567	184	4	0	28
60,0 – 65,0	105	34	0	0	4
65,0 – 70,0	9	3	0	0	0
70,0 →	0	0	0	0	0

Tabell 10-6. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{night} -nivå for prognosesituasjon (2031).

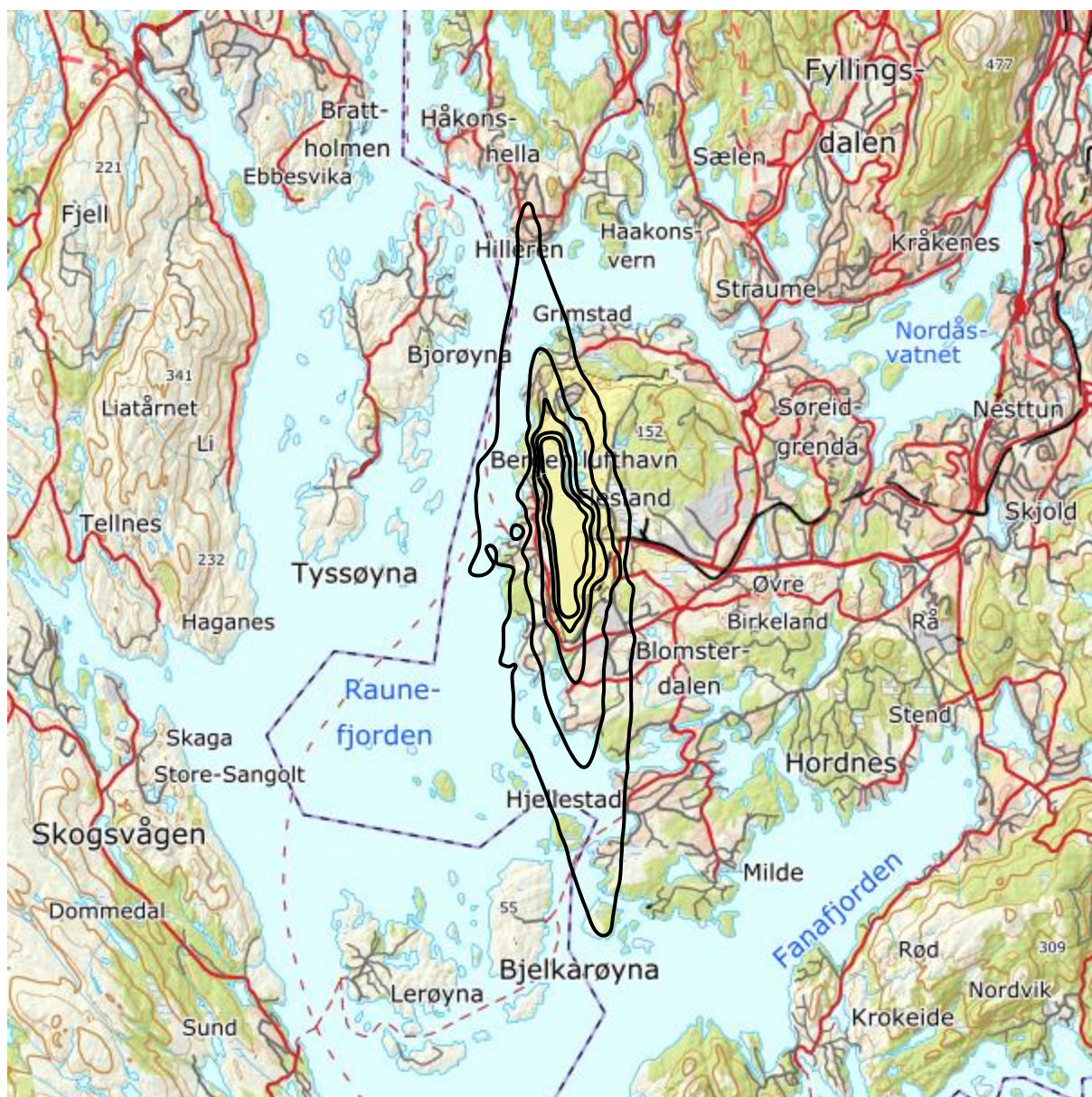
L_{night}	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
50,0 – 55,0	1315	432	1	0	81
55,0 – 60,0	492	160	4	0	24
60,0 – 65,0	45	15	0	0	1
65,0 – 70,0	5	2	0	0	0
70,0 →	0	0	0	0	0

Figur 10-5 viser den kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for L_{night} over 50 dBA. Disse kurvene viser altså totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt støynivå eller mer på natt.

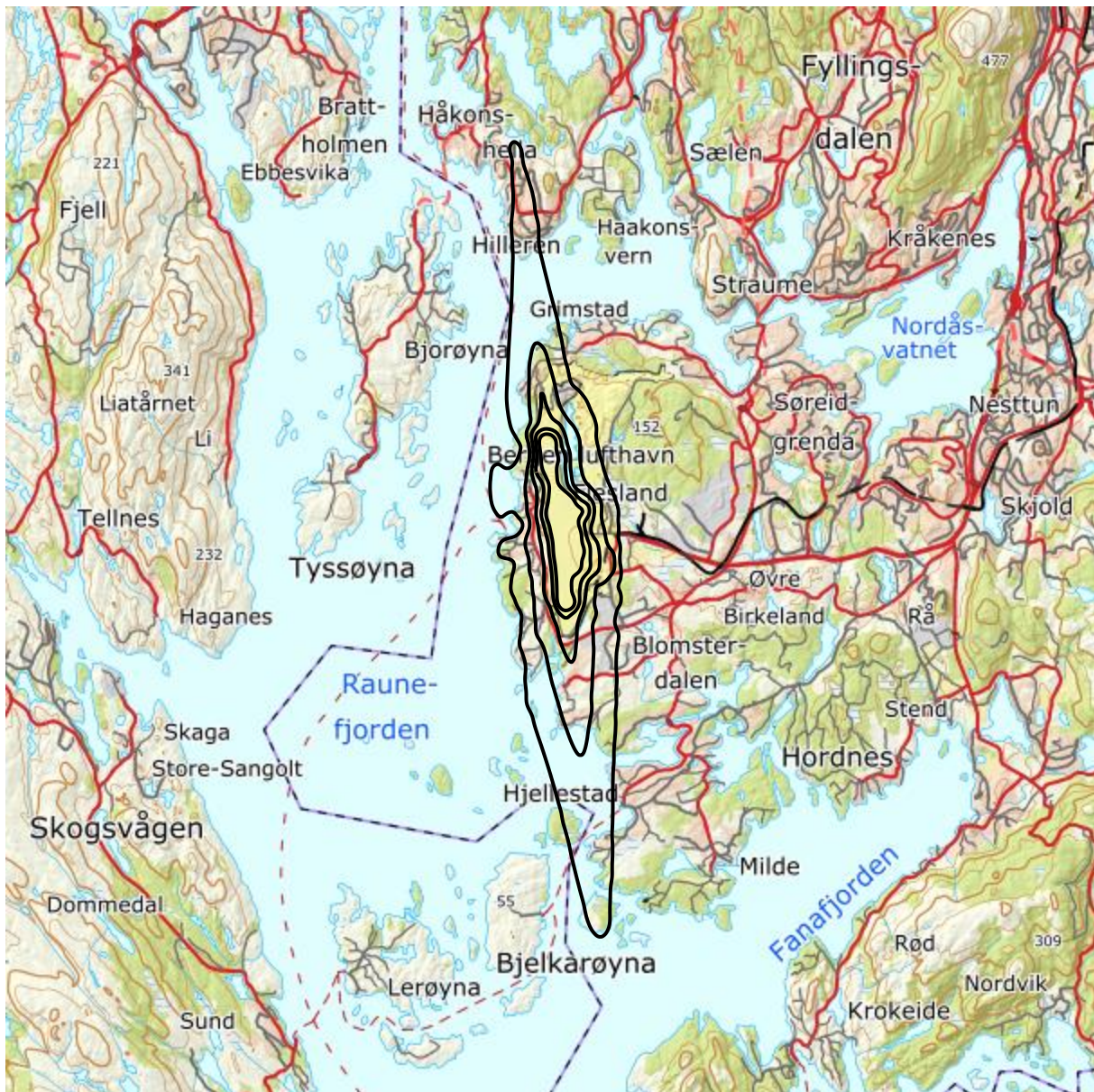


Figur 10-5. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{night} -nivå.

Figur 10-6 og Figur 10-7 viser konturer for L_{night} 50, 55, 60, 65 og 70 dBA for henholdsvis dagens situasjon og prognosesituasjonen.



Figur 10-6. L_{night} for dagens situasjon (2019) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:100 000



Figur 10-7. L_{night} for prognosesituasjon (2031) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:100 000.

Tabell 10-7 og Tabell 10-8 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med $L_{Aeq,24h}$ over 50 dBA for henholdsvis dagens situasjon og prognosesituasjon.

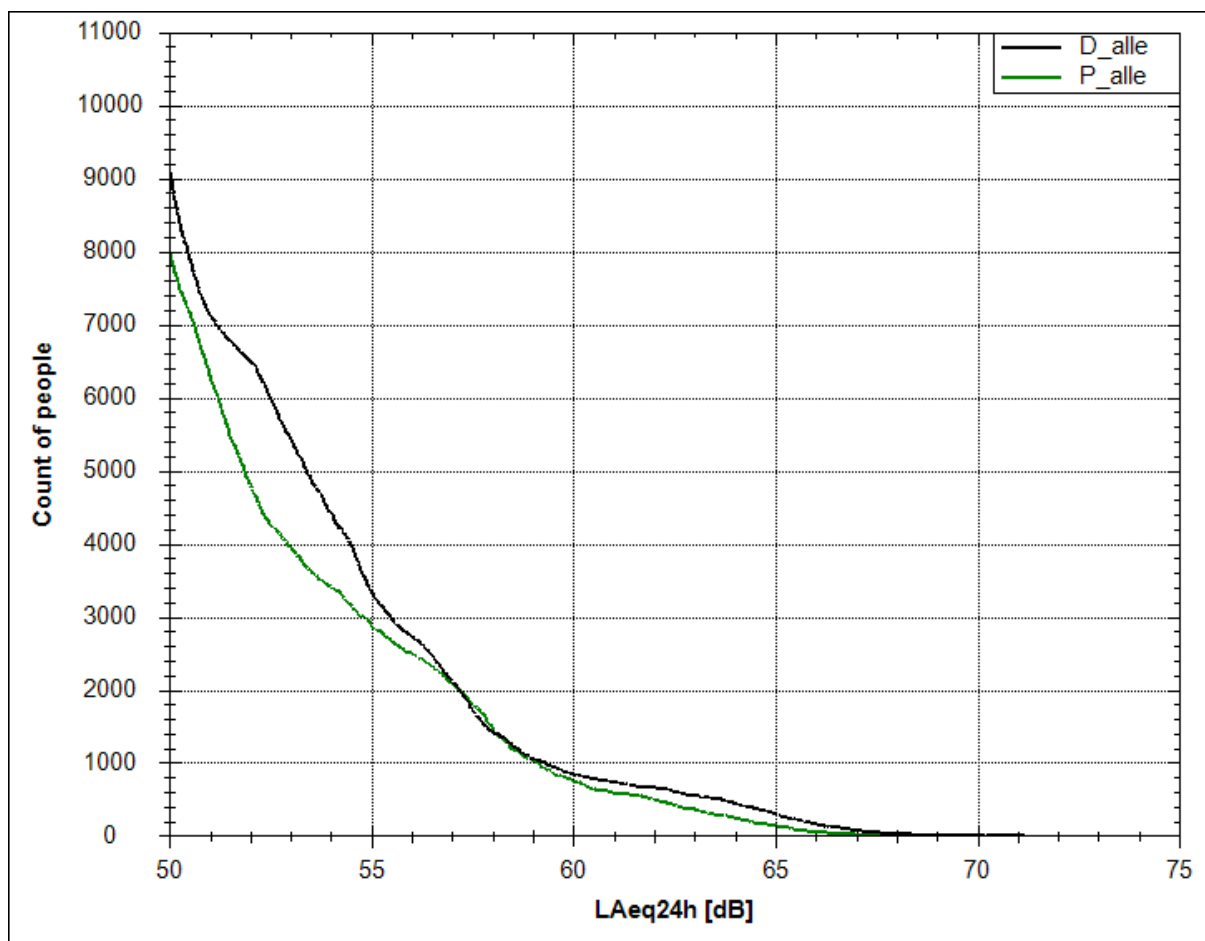
Tabell 10-7. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå for dagens situasjon (2019).

$L_{Aeq,24h}$	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
50,0 – 55,0	5760	1696	25	0	369
55,0 – 60,0	2482	803	2	0	178
60,0 – 65,0	545	177	3	0	32
65,0 – 70,0	291	94	1	0	12
70,0 →	17	6	0	0	0

Tabell 10-8. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå for prognosesituasjonen (2031).

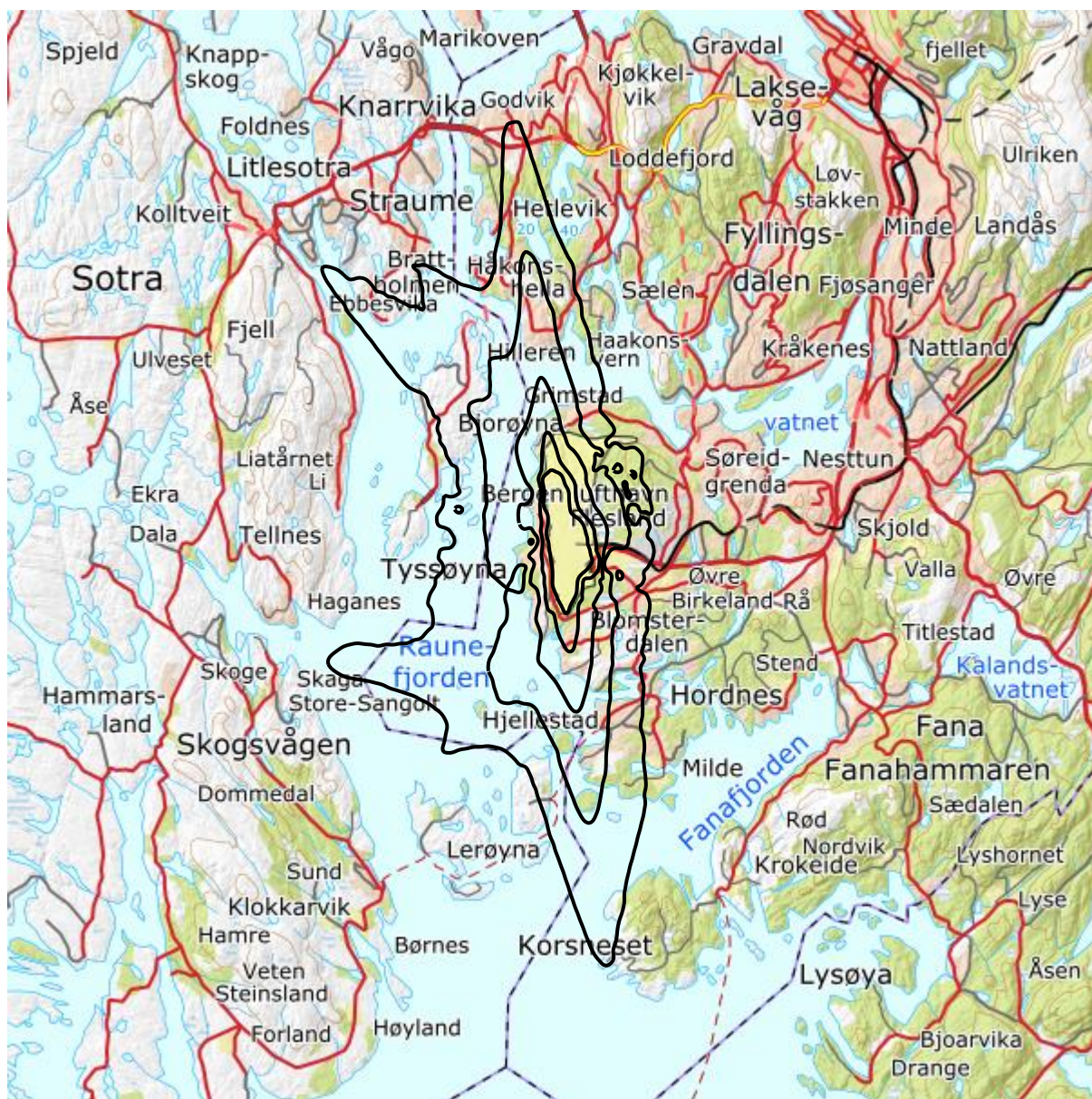
$L_{Aeq,24h}$	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
50,0 – 55,0	5114	1493	7	0	313
55,0 – 60,0	2125	686	2	0	111
60,0 – 65,0	606	197	4	0	29
65,0 – 70,0	137	43	0	0	4
70,0 →	12	4	0	0	0

Figur 10-8 viser kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for støy over 50 dBA. Disse kurvene viser altså totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt døgnmidlet støynivå eller mer.

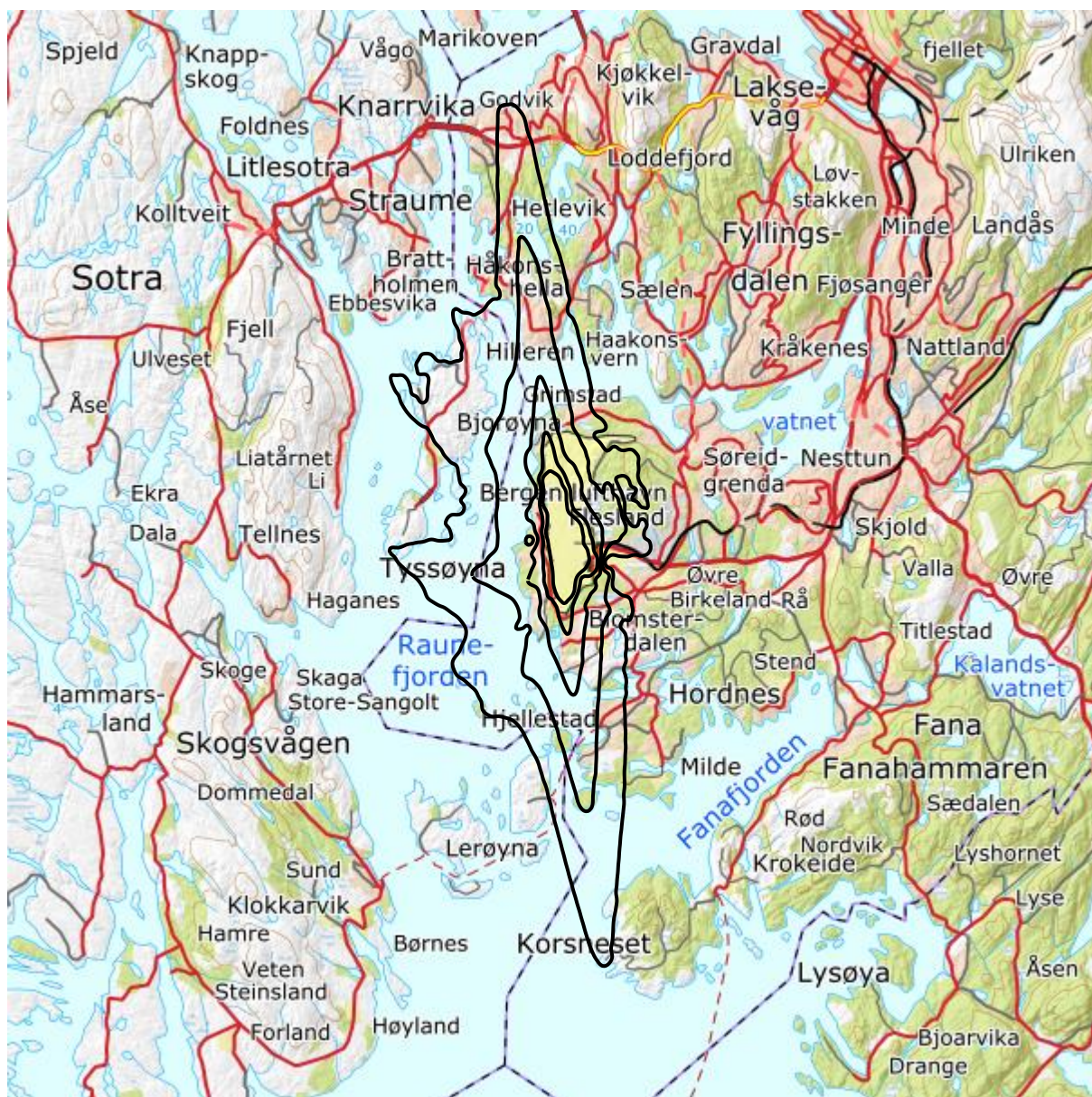


Figur 10-8. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå.

Figur 10-9 og Figur 10-10 viser konturer for $L_{Aeq,24h}$ 50, 55, 60, 65 og 70 dBA for henholdsvis dagens situasjon og prognosesituasjonen.



Figur 10-9. $L_{Aeq,24h}$ for dagens situasjon (2019) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:150 000.



Figur 10-10. $L_{Aeq,24h}$ for prognosesituasjon (2031) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:150 000.

11 Støyplage og søvnforstyrrelser

For vurderingen av skadelige effekter grunnet støy har det i henhold til en endring [22] i Annex III i EU-direktiv 2002/49/EC [7] blitt beregnet antall bosatte som opplever høy støyplage (HA) og høy søvnforstyrrelse (HSD) som funksjon av henholdsvis L_{den} - og L_{night} -nivå. Befolkningens eksponering skal vurderes uavhengig for hver støykilde.

I Tabell 11-1 og Tabell 11-2 gis hhv. HA og HSD for dagens situasjon (2019) og for prognosesituasjon (2031).

Tabell 11-1. Antall bosatte personer som opplever høy støyplage (HA) som funksjon av L_{den} -nivå.

L_{den}	HA 2019	HA 2031
55,0 – 60,0	1237	765
60,0 – 65,0	493	589
65,0 – 70,0	289	245
70,0 – 75,0	43	11
75,0 →	6	6
Totalt:	2068	1616

Tabell 11-2. Antall bosatte personer som opplever høy søvnforstyrrelse (HSD) som funksjon av L_{night} -nivå.

L_{night}	HSD 2019	HSD 2031
50,0 – 55,0	197	283
55,0 – 60,0	165	140
60,0 – 65,0	36	15
65,0 – 70,0	4	2
70,0 – 75,0	0	0
75,0 →	0	0
Totalt:	402	440

12 Litteratur

1. Griefahn, B. *MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE*. in *Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem*. juli 1993. Nice, Frankrike.
2. Miedama, H.M.E. and C.G. Oudshorn, *Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals*. Environmental health perspectives, 2001. **109**(4): p. 409-416.
3. Gjestland, T., et al., *RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU*. november 1990, ELAB-RUNIT Report STF40 A90189: Trondheim, .
4. Gjestland, T., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS*. august 1994, SINTEF DELAB Report STF40 A94095: Trondheim, .
5. Gelderblom, F., T. Gjestland, and I.L.N. Granøien, *UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER*. 2016: Trondheim.
6. Klima- og Miljødepartementet, *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*. desember 2016, Retningslinje T-1442/2016: Oslo.
7. *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.
8. 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, .
9. Randeberg, R.T., H. Olsen, and I.L.N. Granøien, *NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION*. juni 2007, Report SINTEF A1683: Trondheim, .
10. 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, .
11. Plovsing, B. and J. Kragh, *COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL*. desember 2000, Nord2000 DELTA Report: Lyngby, .
12. Storeheier, S.Å., et al., *AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS*. mars 2002, SINTEF Report STF40 A02032: Trondheim, .
13. 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.
14. 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, .
15. OSL, *Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data*. August 2015.
16. AgustaWestland, *AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies*. p. 30.
17. Miljøverndepartementet, *FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)*. juni 2004, Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5): Oslo, .
18. Brekke, A., *NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II*. juni 1998, Norges byggeforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave: Oslo, .

19. 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, .
20. Olsen, H. and R.T. Randeberg, *Beregning av flystøy - Metode for dominerende flytype*. 2020.
21. Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available from: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>.
22. *Directive 2020/367/EC amending Annex III to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council as regards the establishment of assessment methods for harmful effects of environmental noise*, EC, Editor. 2020.