



SINTEF

# Prosjektrapport

## Støyberegning for Bergen lufthavn, Flesland, år 2021

Støysoner etter T-1442/2021

### Forfatter(e):

Leo Heggem Hauge, Rolf Tore Randeberg

### Rapportnummer - Gradering:

2022:00620 - Åpen

### Oppdragsgiver(e):

Avinor

# Prosjektrapport

## Støyberegning for Bergen lufthavn, Flesland, år 2021

Støysoner etter T-1442/2021

**EMNEORD**Akustikk; Fly; Støy;  
Beregning**VERSJON**

1.0

**DATO**

2022-06-24

**FORFATTER(E)**

Leo Heggem Hauge, Rolf Tore Randeberg

**OPPDRAGSGIVER(E)**

Avinor

**OPPDRAGSGIVERS REFERANSE**

M.J. Newman

**PROSJEKTNUMMER**

102027569

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG**

16

**SAMMENDRAG**

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en oppdatert støykartlegging av Bergen lufthavn, Flesland, etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2021. Som følge av reiserestriksjoner i forbindelse med covid-19 pandemien er det et behov for å oppdatere støysituasjonen for dagens situasjon (2021). Dette grunnet at trafikkmengden har vært betydelig lavere sammenlignet med tidligere år.

**UTARBEIDET AV**

Leo Heggem Hauge, Rolf Tore Randeberg

SIGNATUR

**KONTROLLERT AV**

Herold Olsen

SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Erik Swendgaard

SIGNATUR

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2022-06-24	Sluttrapport

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Flyaktivitet ved Bergen lufthavn</b> .....	<b>5</b>
	2.1 Dagens trafikk .....	5
<b>3</b>	<b>Beregningsparametere</b> .....	<b>5</b>
	3.1 Beregningsenheter.....	5
	3.2 Beregning i enkeltpunkt.....	5
	3.3 NORTIM beregningskontroll .....	5
<b>4</b>	<b>Resultater relatert til retningslinje T-1442/2021</b> .....	<b>6</b>
	4.1 Støysonekart for dagens situasjon.....	6
	4.2 Kartlegging av stille områder .....	7
<b>5</b>	<b>Resultater relatert til forurensningsloven</b> .....	<b>8</b>
	5.1 Kartlegging av innendørs støynivå.....	8
	5.2 Kartlegging av utendørs støynivå.....	8
<b>6</b>	<b>Støyplage og søvnforstyrrelser</b> .....	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Litteratur</b> .....	<b>16</b>

## 1 Innledning

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en oppdatert støyberegning for Bergen lufthavn, Flesland, etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2021 [1]. SINTEF har i 2021 utført en støykartlegging av Bergen lufthavn, men hvor grunnlaget var fra 2019. Som følge av reiserestriksjoner i forbindelse med covid-19 pandemien er det et behov for oppdatering av støyforholdene for dagens situasjon (2021). Dette grunnet at trafikkmengden i 2021 har vært betydelig lavere sammenlignet med tidligere år.

Det er derfor i dette prosjektet kun utført beregninger for dagens situasjon (2021). Grunnlaget fra 2019 er skalert til trafikkmengdene for 2021. Ti års prognose, 2031, er ikke blitt beregnet da dette allerede er utført. Grunnlag og forutsetninger som legges til grunn for beregningene er tidligere beskrevet i SINTEF-rapportene "*SINTEF rapport 2021-006855 ENBR RWY1 - del1*" og "*SINTEF rapport 2021-006856 ENBR RWY1 – del2*" og vil derfor ikke gjentas.

Michael J. Newman har vært kontaktperson hos Avinor. Prosjektet er utført ved SINTEF Digital med Rolf Tore Randeberg som prosjektleder og Leo Heggem Hauge som prosjektmedarbeider. Prosjektansvarlig i SINTEF Digital har vært Erik Swendgaard. Beregningene for Bergen lufthavn er gjennomført med beregningsprogrammet RADTIM versjon 4.5.

## 2 Flyaktivitet ved Bergen lufthavn

### 2.1 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 2021. Dette er benyttet for å skalere trafikkgrunnlaget fra 2019. Skaleringsfaktoren mellom 2019 og 2021 beregnet til å være 0,8459. Merk at denne faktoren ikke er en ren trafikk-reduksjon fra 2019 til 2021; faktoren kompenserer også for trafikk som av ulike grunner ikke er inkludert i det originale trafikkgrunnlaget fra 2019 (radardata).

Offshore helikopter er behandlet spesielt. Offshore trafikk for 2019 er tatt ut av beregningen og erstattet med innlest trafikk for første tertial 2021. Denne trafikken er så oppskalert til antall offshore flygninger i 2021.

## 3 Beregningsparametere

### 3.1 Beregningsenheter

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

### 3.2 Beregning i enkeltpunkt

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

### 3.3 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.

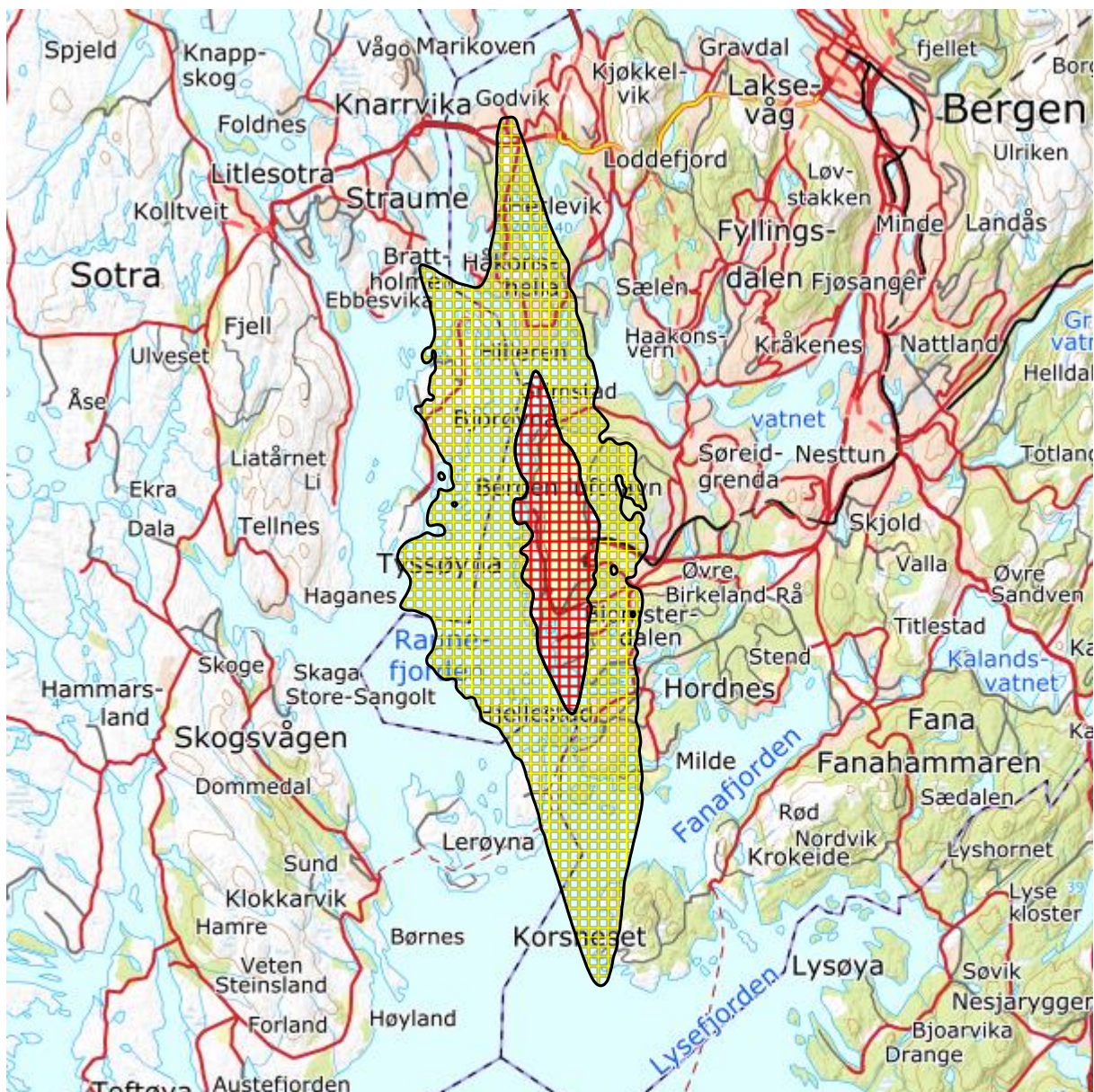
## 4 Resultater relatert til retningslinje T-1442/2021

### 4.1 Støysonekart for dagens situasjon

Støysonekart for dagens situasjon er vist i Figur 4-1 under. Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre enheter for støynivå. Disse foreligger på SOSI filformat og leveres oppdragsgiver på elektronisk form. Tabell 4-1 viser støysonenes areal for 2021.

Tabell 4-1. Totalt areal i støysoner for dagens situasjon (2021).

Støysone	Areal 2021
Rød	8,3 km <sup>2</sup>
Gul	46,5 km <sup>2</sup>



Figur 4-1. Rød og gul støysone for Bergen lufthavn for dagens situasjon (2021). M 1:150 000.



## 4.2 Kartlegging av stille områder

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



Figur 4-2.  $L_{den}$  40 og 50 dBA for dagens situasjon (2021). M 1:400 000.



## 5 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.

### 5.1 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 tiltaksgrense.

For Bergen lufthavn har innendørs støynivå for omkringliggende bygninger blitt beregnet med utgangspunkt i en oppdatert forståelse av dominerende flytype. Utendørs støynivå  $L_{Aeq,24h}$  har blitt beregnet separat for flykategoriene jetfly, offshore-helikopter, propellfly, og andre helikopter. Basert på dette er det beregnet innendørs  $L_{Aeq,24h}$  ved å anta fasadeisolasjon på henholdsvis 27, 20, 22 og 23 dB for de fire gruppene. Samlet innendørs  $L_{Aeq,24h}$  nivå har så blitt beregnet ved effektsummering av bidraget fra de fire gruppene.

Tabell 5-1 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med døgnet innendørs ekvivalentnivå over de ulike grensene for dagens situasjon.

Tabell 5-1. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggings- og tiltaksnivå for dagens situasjon (2021).

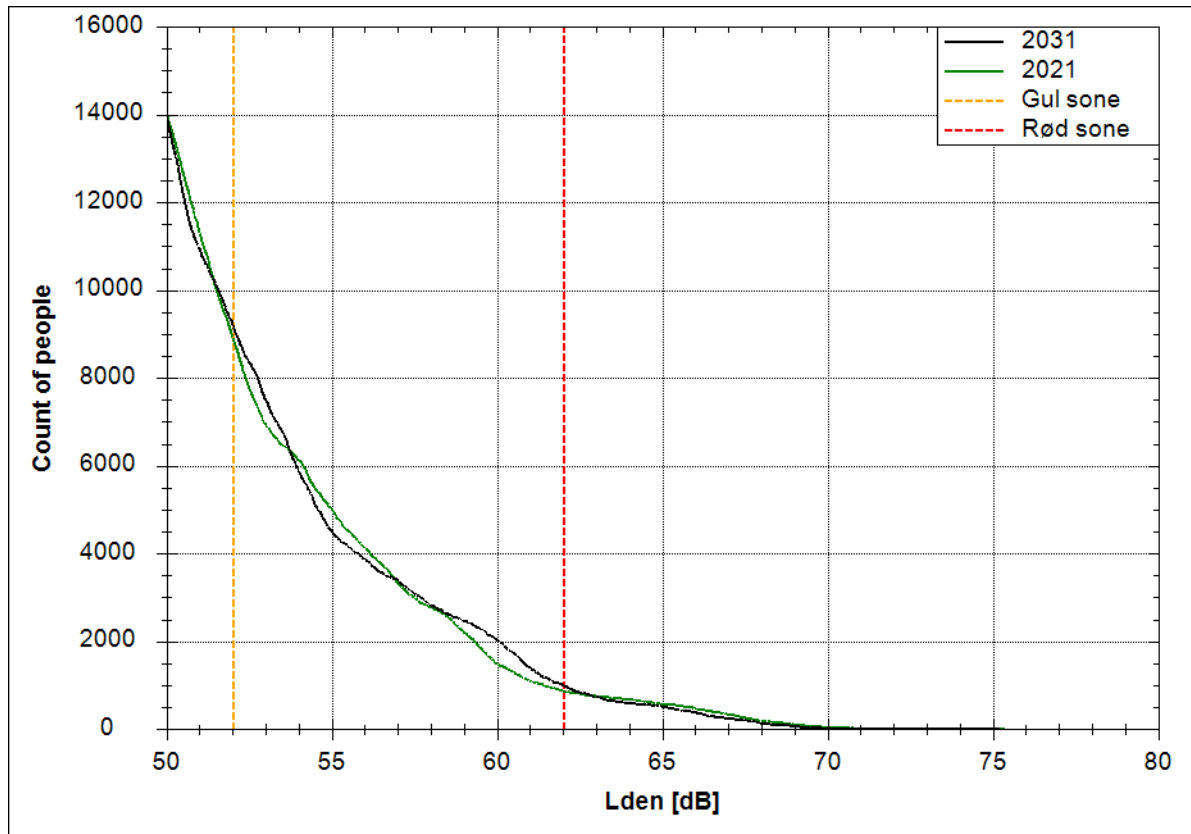
$L_{Aeq,24h}$	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
35,0 – 42,0	708	226	4	0	36
42,0 →	53	18	0	0	1

### 5.2 Kartlegging av utendørs støynivå

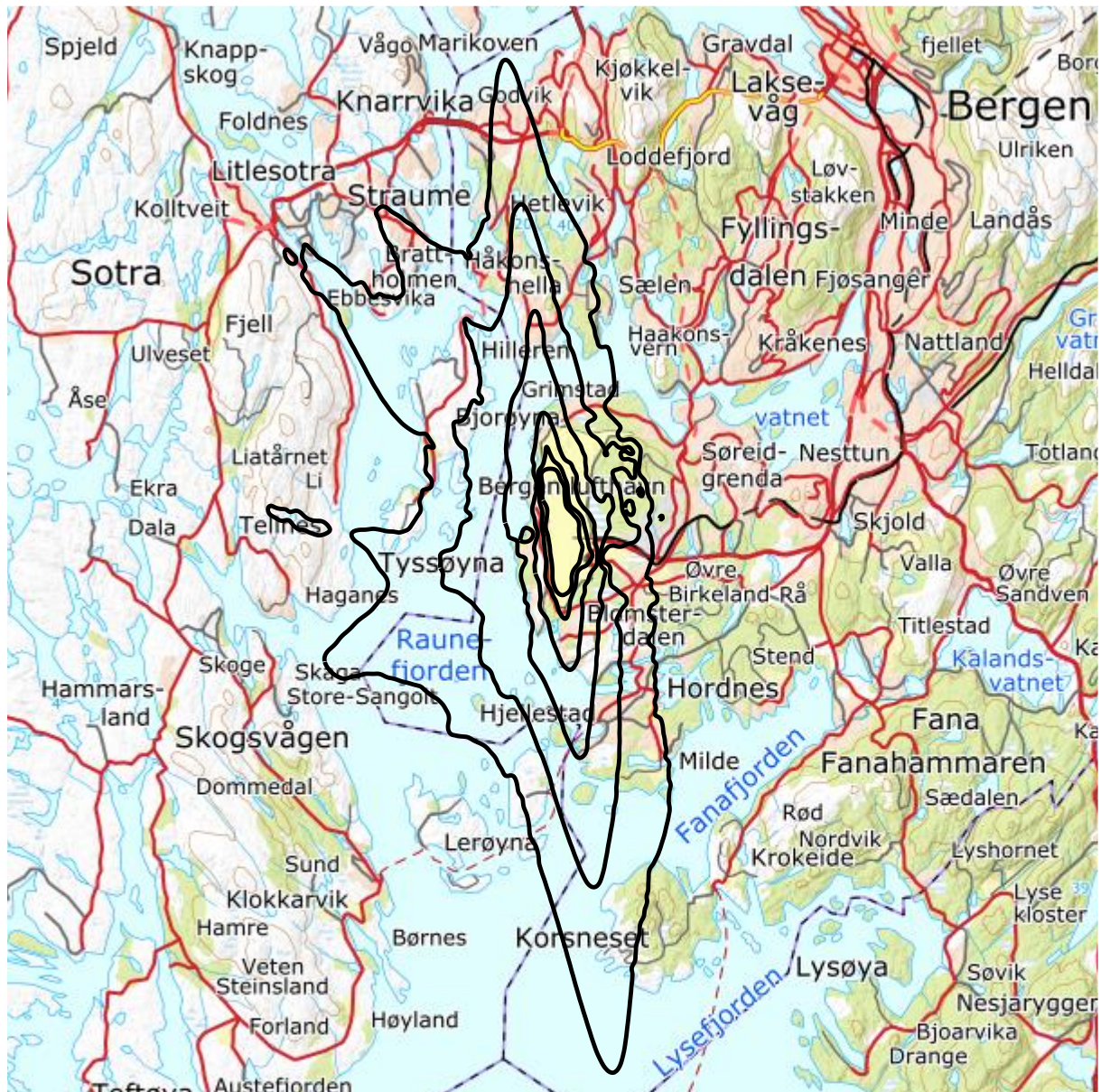
Strategisk støykartlegging gjennomføres i henhold til forurensningsforskriften, ref. [17], Del 2, kapittel 5, avsnitt III og vedlegg 2 til del 2. Tabell 5-2 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med  $L_{den}$  over 50 dBA for dagens situasjon. Figur 5-1 viser kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for støy over  $L_{den}$  50 dBA. Disse kurvene viser totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt  $L_{den}$ -støynivå eller mer. Figur 5-2 viser konturer for  $L_{den}$  i 5 dB trinn fra 50 dBA for dagens situasjon.

Tabell 5-2. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{den}$ -nivå for dagens situasjon (2021).

$L_{den}$	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
50,0 – 55,0	8989	2622	44	1	338
55,0 – 60,0	3520	1079	2	0	267
60,0 – 65,0	907	303	0	0	68
65,0 – 70,0	523	170	4	0	25
70,0 – 75,0	53	17	0	0	1
75,0 →	9	3	0	0	0



Figur 5-1. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av  $L_{den}$ -nivå.

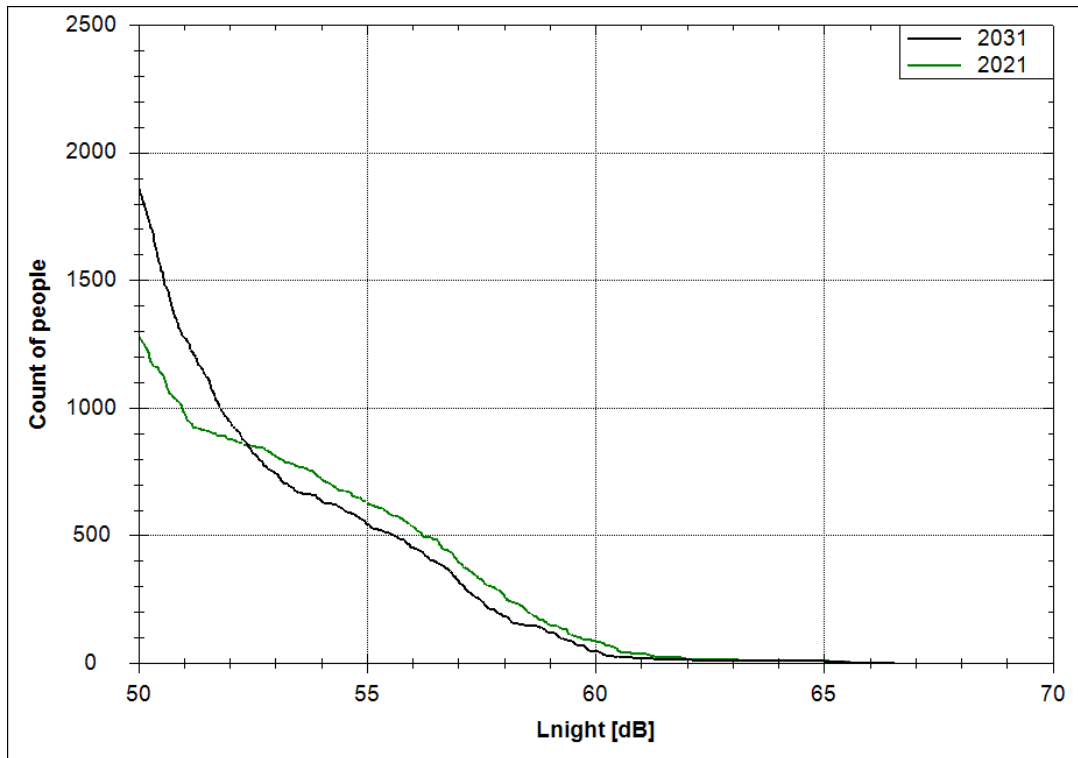


Figur 5-2.  $L_{den}$  for dagens situasjon (2021) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:150 000.

Tabell 5-3 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med  $L_{night}$  over 50 dBA. Figur 5-3 viser kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for støy over  $L_{night}$  50 dBA. Disse kurvene viser totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt  $L_{night}$ -støynivå eller mer. Figur 5-4 viser konturer for  $L_{night}$  i 5 dB trinn fra 50 dBA for henholdsvis dagens situasjon.

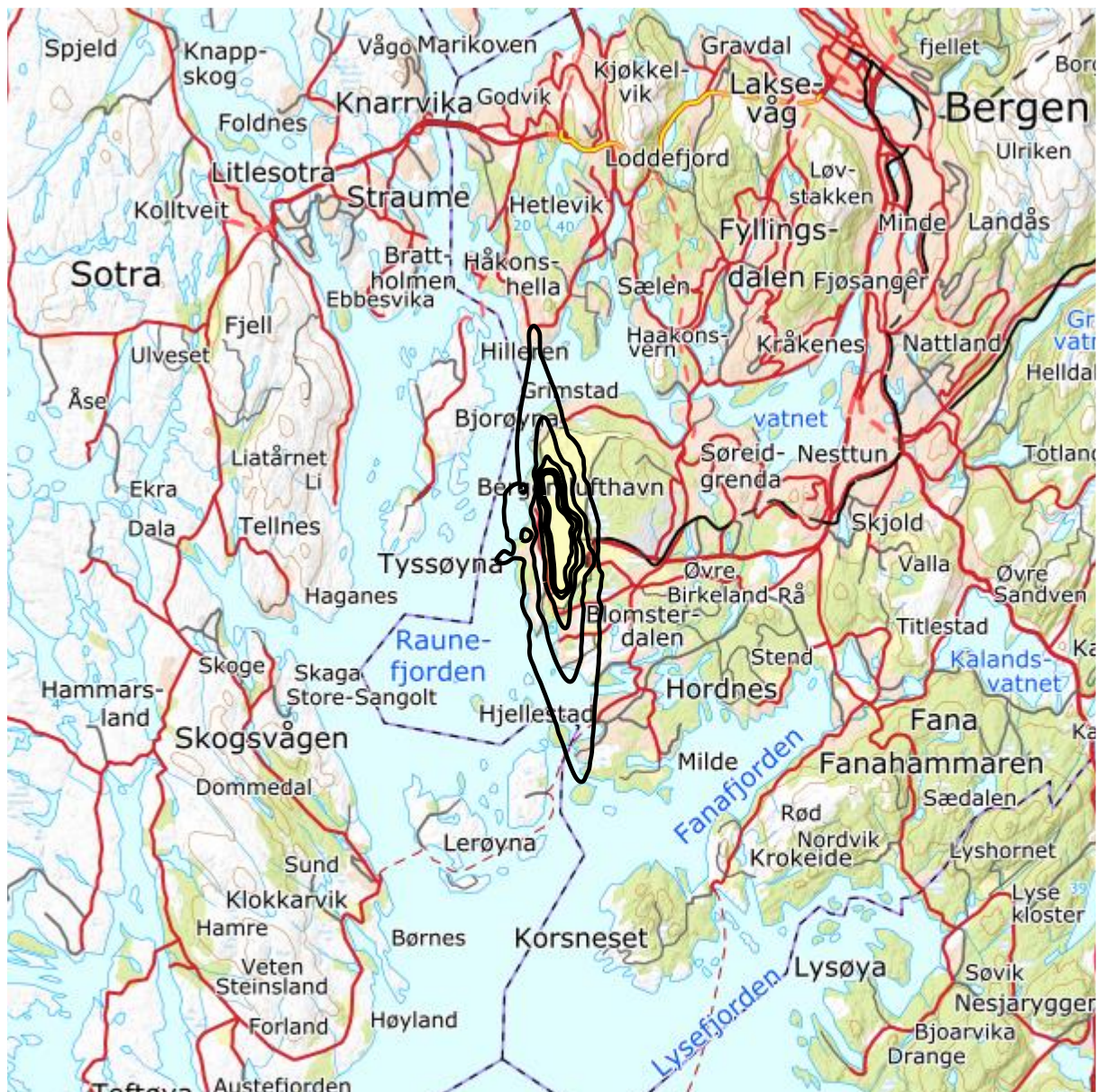
Tabell 5-3. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{night}$ -nivå for dagens situasjon (2021).

$L_{night}$	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
50,0 – 55,0	653	211	0	0	84
55,0 – 60,0	542	177	4	0	26
60,0 – 65,0	78	25	0	0	2
65,0 – 70,0	9	3	0	0	0
70,0 →	0	0	0	0	0



Figur 5-3. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av  $L_{night}$ -nivå.





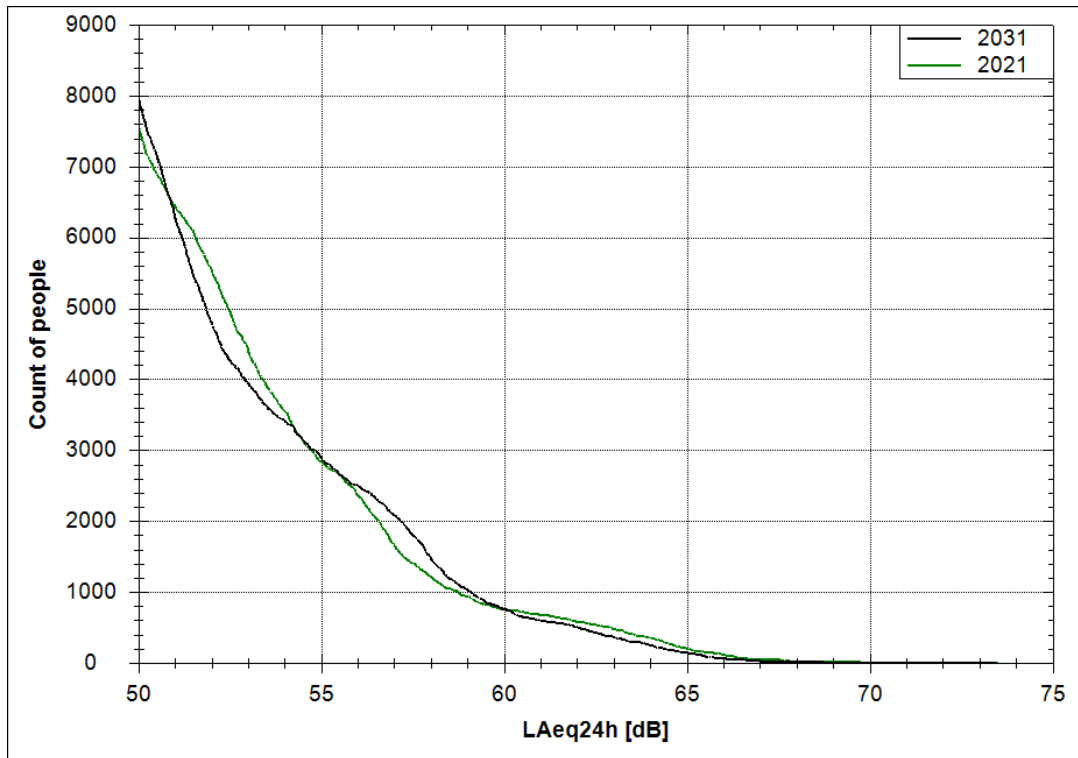
Figur 5-4.  $L_{night}$  for dagens situasjon (2021) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:150 000.

Tabell 5-4 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med  $L_{Aeq24h}$  over 50 dBA. Figur 5-5 viser kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for støy over  $L_{Aeq24h}$  50 dBA. Disse kurvene viser totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt  $L_{night}$ -støynivå eller mer. Figur 5-6 viser konturer for  $L_{Aeq24h}$  i 5 dB trinn fra 50 dBA for henholdsvis dagens situasjon.

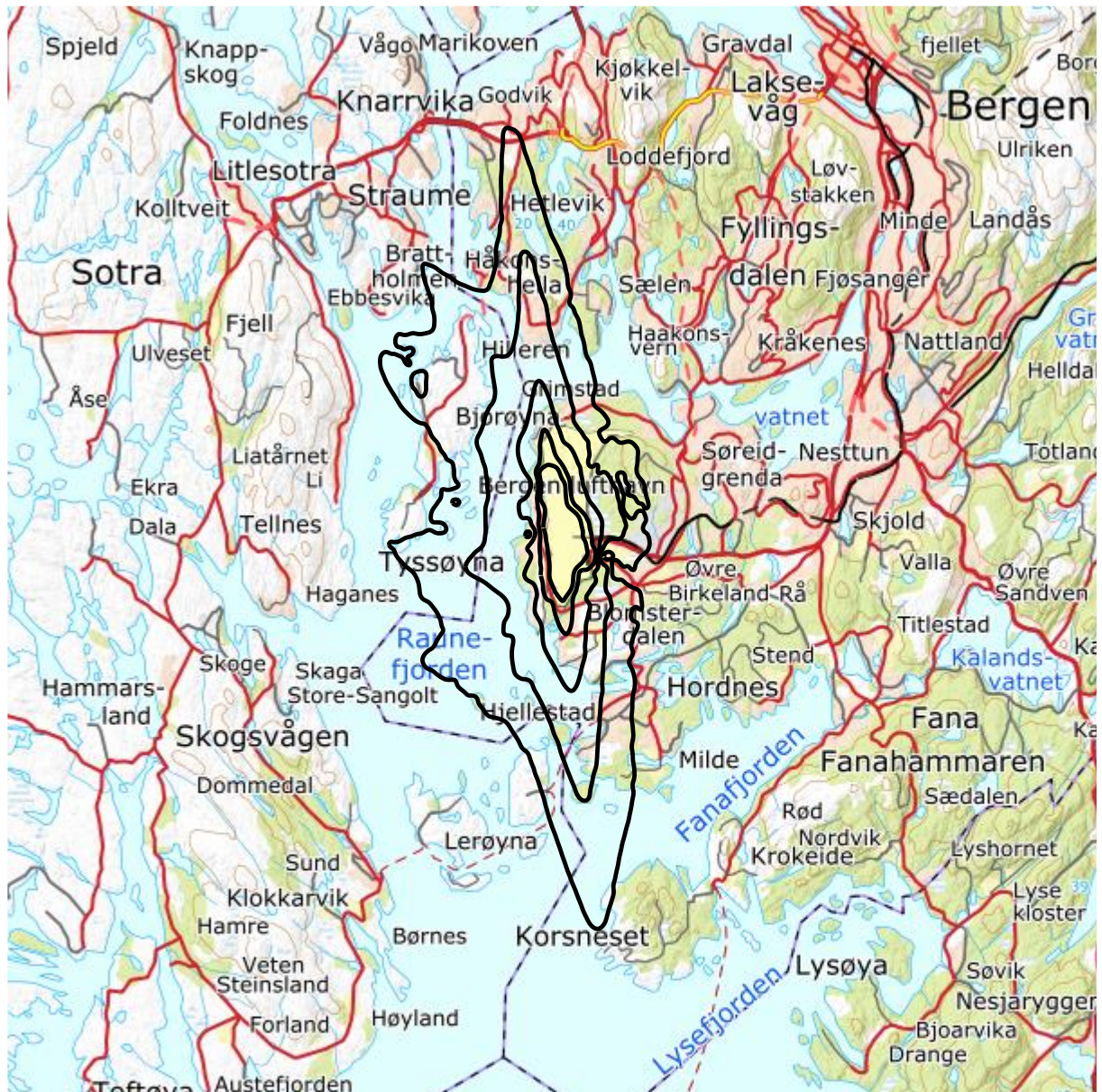
Tabell 5-4. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av  $L_{Aeq24h}$ -nivå for dagens situasjon (2021).

$L_{Aeq24h}$	Antall personer	Antall boliger	Antall skolebygg	Antall helsebygg	Antall fritidsbygg
50,0 – 55,0	4695	1383	4	0	358
55,0 – 60,0	2084	695	2	0	117
60,0 – 65,0	551	180	4	0	27
65,0 – 70,0	194	60	0	0	8
70,0 →	15	5	0	0	0





Figur 5-5. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av  $L_{Aeq24h}$ -nivå.



Figur 5-6.  $L_{Aeq24h}$  for dagens situasjon (2021) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:150 000.

## 6 Støyplage og søvnforstyrrelser

For vurderingen av skadelige effekter grunnet støy har det i henhold til en endring [22] i Annex III i EUDirektiv 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. Se Tabell 6-1 og Tabell 6-2.

Tabell 6-1. Antall bosatte personer som opplever høy støyplage (HA) som funksjon av  $L_{den}$ - nivå for 2021 situasjonen.

$L_{den}$	HA 2021
55,0 – 60,0	1091
60,0 – 65,0	355
65,0 – 70,0	261
70,0 – 75,0	30
75,0 →	6
<b>Totalt</b>	<b>1743</b>

Tabell 6-2. Antall bosatte personer som opplever søvnforstyrrelse (HSD) som funksjon av  $L_{night}$ -nivå for 2021 situasjonen.

$L_{night}$	HSD 2021
50,0 – 55,0	143
55,0 – 60,0	155
60,0 – 65,0	26
65,0 – 70,0	4
70,0 – 75,0	-
75,0 →	-
<b>Totalt</b>	<b>328</b>

## 7 Litteratur

- [1] Klima- og Miljødepartementet, "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging," Retningslinje T-1442/2021, Oslojuni 2021, Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/retningslinje-for-behandling-av-stoy-i-arealplanlegging/id2857574/>.
- [2] B. Griefahn, "MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE," in *Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem*, Nice, Frankrike, juli 1993.
- [3] H. M. E. Miedama and C. G. Oudshorn, "Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals.," *Environmental health perspectives*, vol. 109, no. 4, pp. 409-416, 2001.
- [4] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien, and J. M. Fields, "RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU," ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990.
- [5] T. Gjestland, K. H. Liasjø, and I. L. N. Granøien, "RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.," SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994.
- [6] F. Gelderblom, T. Gjestland, and I. L. N. Granøien, "UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER," TrondheimSINTEF A27596, Mars 2016 2016.
- [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, 2002.
- [8] H. Olsen, K. H. Liasjø, and I. L. N. Granøien, "TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM," SINTEF DELAB Report STF40 A95038, Trondheim, april 1995.
- [9] R. T. Randeberg, H. Olsen, and I. L. N. Granøien, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [10] I. L. N. Granøien, R. T. Randeberg, and H. Olsen, "CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES," SINTEF Report STF40 A02065, Trondheim, desember 2002.
- [11] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [12] S. Å. Storeheier, R. T. Randeberg, I. L. N. Granøien, H. Olsen, and A. Ustad, "AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS," SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, mars 2002.
- [13] J. Koopmann, A. Zubrow, A. Hansen, S. Hwang, and M. Ahearn, "Aviation Environmental Design Tool (AEDT) 2b User Guide," U.S. Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center, Washington DC, USA2015.
- [14] W. R. Lundberg, "BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT," AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, februar 1990.
- [15] OSL, "Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data," August 2015 August 2015.
- [16] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies," October 2014
- [17] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.
- [18] A. Brekke, "NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II," Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave, Oslo, juni 1998.



- [19] A. Brekke, "ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER.," Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, oktober 2013.
- [20] H. Olsen and R. T. Randeberg, "Beregning av flystøy - Metode for dominerende flytype," 102022220-00002, 2020-01-23 2020.
- [21] Kartverket, "Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart @ kartverket.Available from <https://www.kartverket.no/api-og-data/kartgrunnlag-fastlands-norge>".
- [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