

2018:01063 - Åpen

Rapport

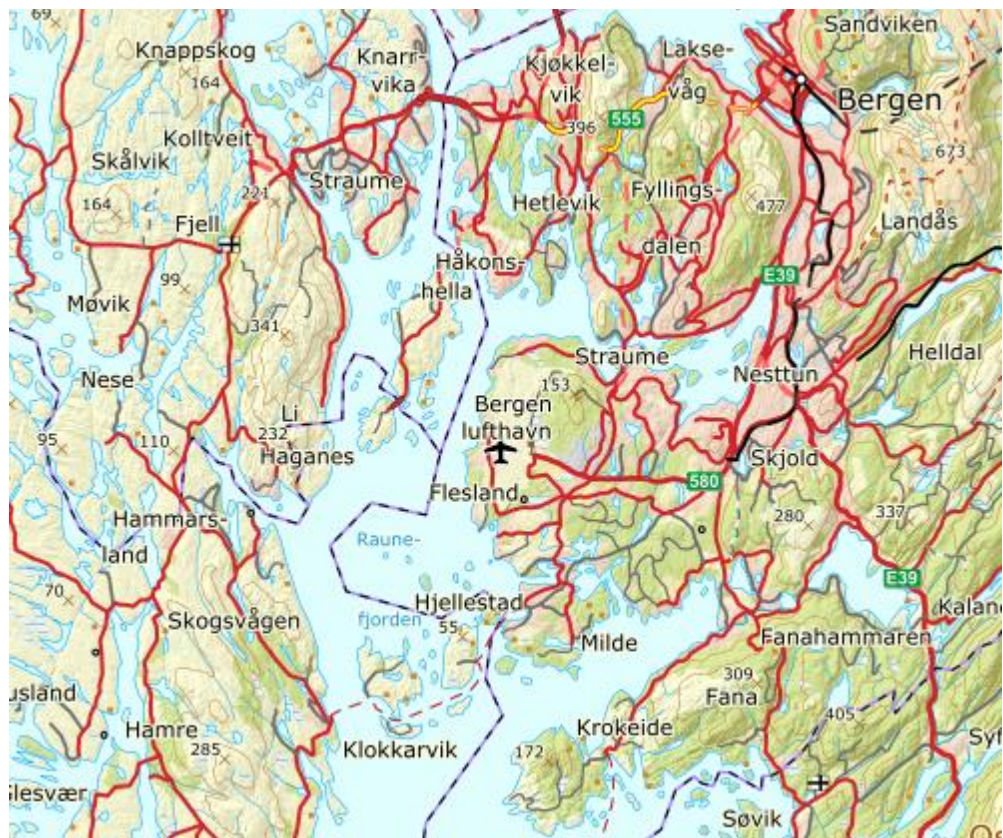
Støykartlegging for Bergen lufthavn, Flesland

I henhold til retningslinje T-1442/2016

Forfatter(e)

Rolf Randeberg

Joakim Bustad, Idar L. N.Granøien



SINTEF Digital

Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 73593000
E-mail: info@sintef.noForetaksregister:
919 303 808 MVA

Rapport

Støykartlegging for Bergen lufthavn, Flesland

I henhold til retningslinje T-1442/2016

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2018:01063	102015543	2	2018-10-23

EMNEORD:Akustikk; Støy; Fly;
Helikopter**FORFATTER(E)**Rolf Randeberg
Joakim Bustad, Idar L. N.Granøien**OPPDRAGSGIVER(E)**

Avinor AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

Jan Anders Marheim

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

74

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

ISBN

978-82-14-06925-9

SAMMENDRAG

Det er utarbeidet støysonekart for Bergen lufthavn, Flesland etter Klima- og miljødepartementets retningslinje T-1442/2016 og utført støykartlegging etter kravene i forskrift til Forurensingsloven. Støyberegningene er utført med NORTIM, verktøyet som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse.

Beregningene er basert på trafikken for 2017. Det er beregnet for dagens situasjon, for en ti års prognose (2028) og for et perspektiv hvor det er bygget en andre rullebane nordøst for dagens rullebane.

**UTARBEIDET AV**

Rolf Randeberg

KONTROLLERT AV

Herold Olsen

GODKJENT AV

Hans Erik Swendgaard

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2018-10-11	Sluttrapport
2	2018-10-23	Gjort kart enklere å lese

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	5
2	GENERELT OM FLYSTØY	6
2.1	Akustiske størrrelser	6
2.2	Flystøyens egenskaper og virkninger.....	6
2.2.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy.....	6
2.2.2	Generell plage av flystøy	7
3	MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE	9
3.1	Måleenheter	9
3.2	Støysoner til arealplanlegging.....	9
3.2.1	Definisjon av støysoner	9
3.2.2	Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer	10
3.2.3	Kartlegging av stille områder.....	10
3.3	Beregningsmetode.....	10
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnet	11
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM	11
4	KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN	12
4.1	Innendørs støy	12
4.1.1	Beregning med normtall for fasadedempning	12
4.1.2	Beregning med frekvensspekter.....	12
4.2	Strategisk støykartlegging.....	13
5	OMGIVELSER	14
5.1	Digitalt kartgrunnet	14
6	FLYAKTIVITET	16
6.1	Trafikk iht. tårnjournal	16
6.2	Prognose 2028	17
6.3	Perspektiv 2060	19
7	PROSEDYRER OG TRASÉER	21
7.1	Flygetraséer	21
8	BEREGNINGSPARAMETERE	39
8.1	Beregningsenheter.....	39
8.2	Beregning i enkeltpunkt.....	39
8.3	NORTIM beregningskontroll	39
9	RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442/2016	40

9.1	Støysoner	40
9.2	Kartlegging av stille soner	47
10	RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN	51
10.1	Kartlegging av innendørs støynivå	51
10.2	Kartlegging av utendørs støynivå	55
11	REFERANSER	70
12	VEDLEGG	72

1 INNLEDNING

På oppdrag fra Avinor AS har SINTEF utført en støykartlegging for Bergen Lufthavn, Flesland. Kartleggingen er basert på trafikken for 2017, og det er beregnet for dagens situasjon, for en ti års prognose (2028) og for et perspektiv hvor det er bygget en andre rullebane nordøst for dagens rullebane. Kontaktpersoner hos Avinor har vært Jan Anders Marheim og Michael James Newman.

Ved SINTEF er oppdraget utført av Joakim Bustad, Idar L. N. Granøien og Rolf Tore Randeberg, med sistnevnte som prosjektleder. Prosjektansvarlig hos SINTEF har vært Hans Erik Swendgaard.

Denne rapporten følger et standard format for støyrapporter, og inneholder en presentasjon av grunnlaget for støyregelverket i Norge og beregningsprogrammet NORTIM, en beskrivelse av datagrunnlaget for beregningen beskrives, og til slutt alle relevante resultater. Resultatene i rapporten foreligger også elektronisk.

2 GENERELT OM FLYSTØY

Hensikten med dette kapitlet er å gi en forenklet innføring om hvordan flystøy virker på mennesker. Framstillingen baserer seg på anerkjent viten fra det internasjonale forskningsmiljøet. Relevante måleenheter presenteres først.

2.1 Akustiske størrelser

L_{ASmaks}	Det A-veide maksimumsnivået for en støyhendelse (f.eks. en landing) målt med tidskonstant "slow", 1 sek. I flystøysammenheng benyttes ofte den forenklete skrivemåten L_{maks} eller L_{max} , idet A-veiting og 1 sek integrasjonstid er underforstått.
L_{pA}	Momentant A-veid 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

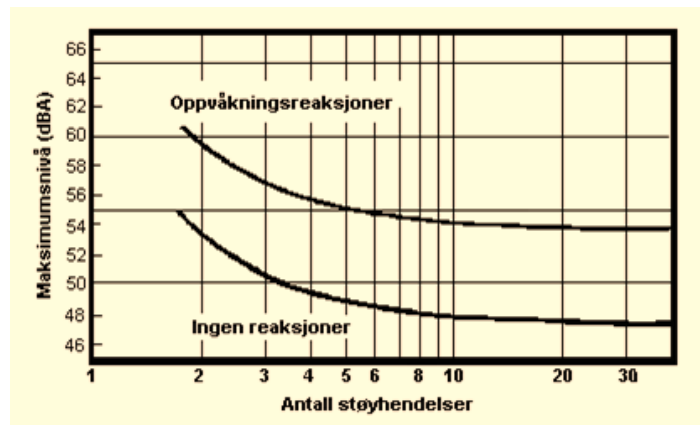
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. 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. [1, 2]. 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.



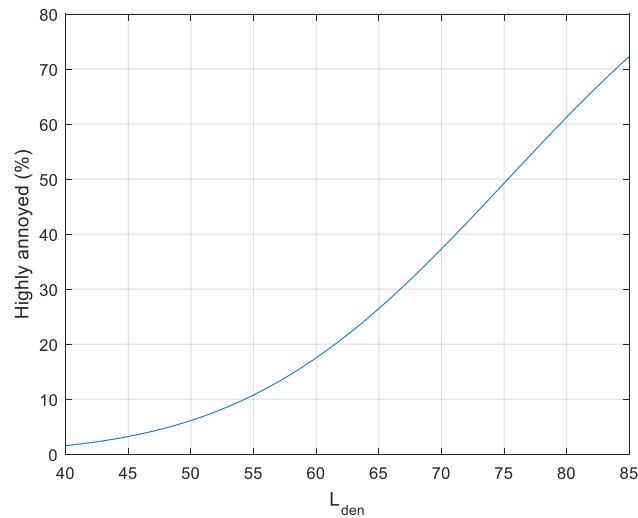
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

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 % sjansje for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.2.2 Generell plage av flystøy

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

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



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

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

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

3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

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 friluftsinteresser*. 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 støyømførlig bebyggelse innenfor rød og gul sone. Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

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

3.2.3 Kartlegging av stille områder

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

3.3 Beregningsmetode

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

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

3.3.1 Dimensjonering av 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 trafikkgrunnlaget.

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 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 [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 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 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 [17].

4.1 Innendørs støy

Forurensningsforskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak mot støy. Kartleggingsgrensen er satt til døgnkvivalent 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. Etersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt utredning om fasadeisolasjon [18], som er revidert av Brekke og Strand [19], 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 døgnkvivalent 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 [19] 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 [20].

Tiltak på bygninger skal gjøres dersom innendørs støynivå overstiger 42 dBA døgnkvivalent 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. [19]. 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 [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} .

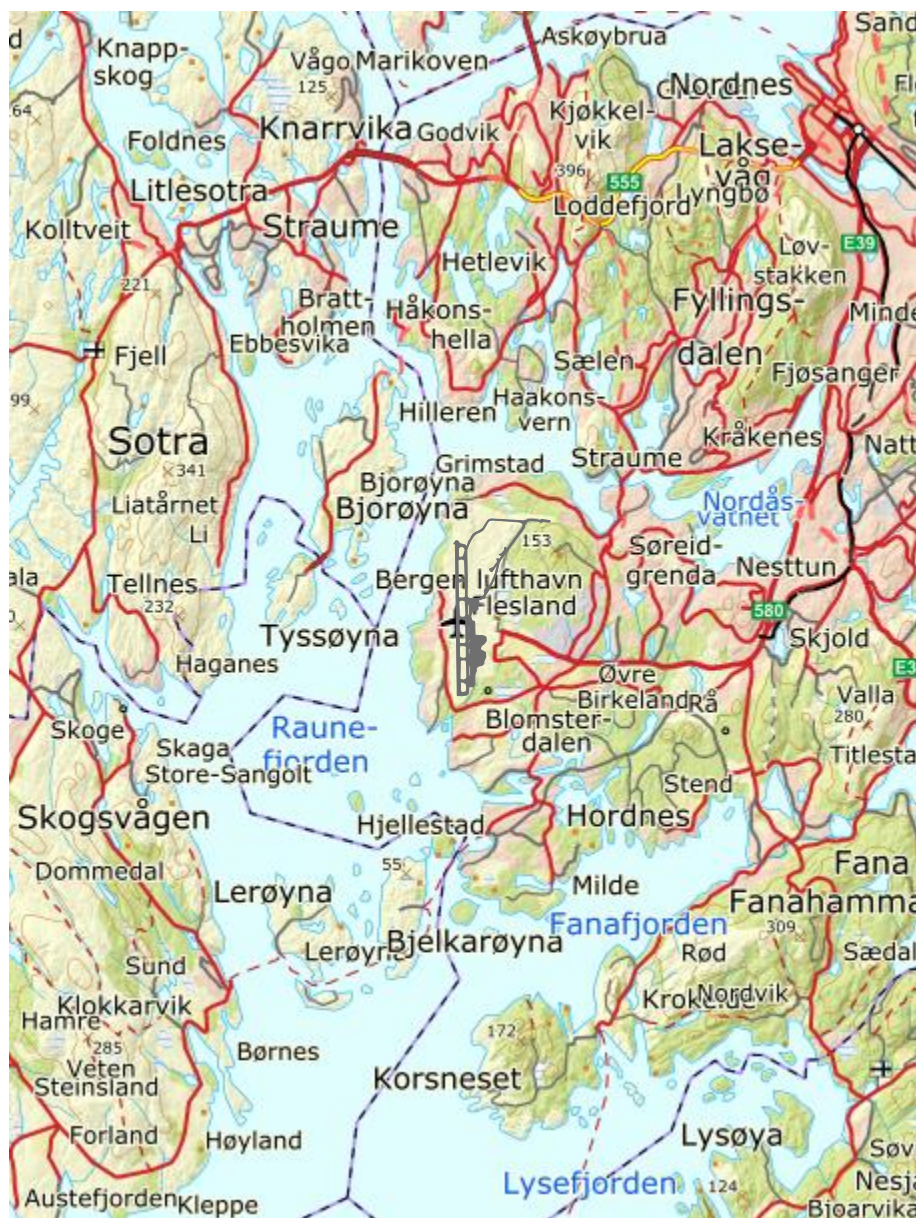
Strategisk støykartlegging skal utføres på flyplasser med mer enn 50 000 sivile bevegelser per år. I dette tallet inngår ikke militær trafikk eller skoleflyging, men denne trafikken skal likevel regnes med når kartleggingen foretas.

5 OMGIVELSER

Digitalt kart og terreng benyttes som grunnlag ved beregninger.

5.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverkets gratis tjenester [21]. Topografien er representert med en punktetthet på 10×10 meter. Kart over lufthavnen med omgivelser er vist under.



Figur 5-1. Bergen lufthavn, Flesland med omgivelser. M 1:150 000.

I tillegg til hovedrullebanen legges det også inn deler av denne, samt kortere rullebaner som representerer punkt for landing og avgang med helikopter, som vist i Tabell 5-1.

Tabell 5-1. Koordinater for rullebane og punkt knyttet til helikopteroperasjoner.

Navn	Fra øst	Fra nord	Til øst	Til nord	Retning	Lengde
17	-39447	6725455	-39406	6722998	179	2458
35	-39406	6722998	-39447	6725455	359	2458
17HELI	-39426	6724211	-39419	6723776	179	435
35HELI	-39419	6723776	-39426	6724211	359	435
17TLOF	-39434	6724266	-39411	6722663	179	1604
35TLOF	-39421	6723729	-39442	6725240	359	1511
FATON	-39266	6725216	-39236	6725216	90	30
FATOS	-39237	6723456	-39207	6723456	90	30
TEKNSTAND	-38988	6724364	-39021	6724364	270	33

6 FLYAKTIVITET

I hht. retningslinje T-1442/2016 [6] skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregning av støysoner. Det er her benyttet trafikk for 2017 til å representere dagens situasjon.

6.1 Trafikk iht. tårnjournal

Avinor har levert elektronisk journal for Bergen lufthavn, Flesland for 2017. Her vises tabeller og figurer som viser nøkkeltall fra beregningsgrunnlaget.

Tabell 6-1. Totalt antall flybevegelser i 2017.

Operasjon	Antall
LA	45172
TG	599
TO	45166
SUM	90937

Tabell 6-2. Antall flybevegelser per type flygning i 2017.

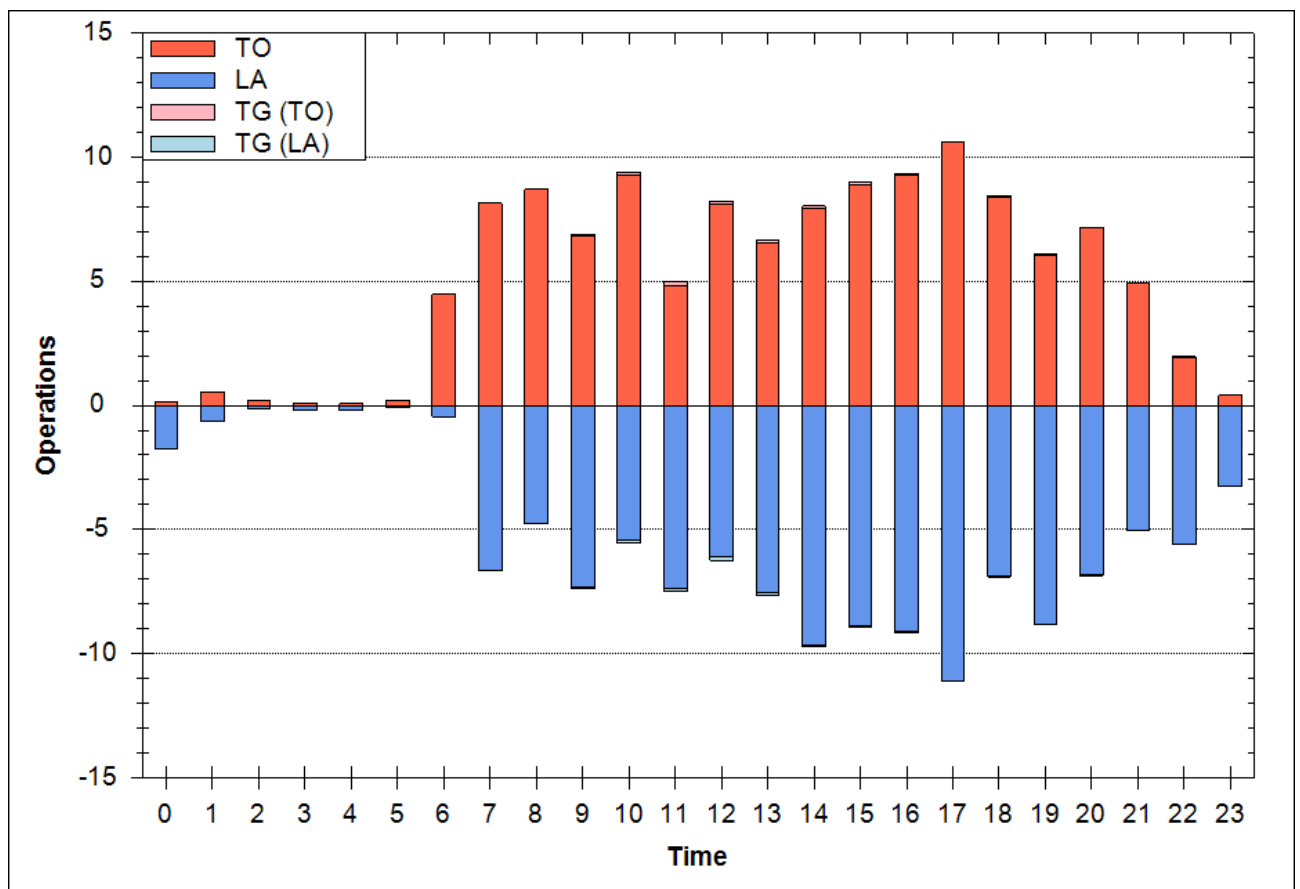
FLT	Beskrivelse	Antall
1	Ruteflygning	65942
2	Ikke regelbundet trafikk	2487
3	Fraktflygning	1315
4	Kontinentalsokkelflygning (m/helikopter)	11162
5	Annen kommersiell helikopterflygning	2204
6	Annen kommersiell flygning	386
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	29
12	Ambulansflygning	985
13	Skole- og instruksjonsflygning	1741
14	Posisjonsflygning	1060
15	Teknisk retur flygning	307
16	Kontrollflygninger	22
17	Allmenn flygning	3063
21	Militær flygning	199
22	Ambulansflygning med militært luftfartøy	9
24	Militær posisjonsflygning	6
26	Militær kontrollflygning	5
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	7
28	Luftfartøy som deltar i militærøvelser	2
29	Militær treningsflygning	3
31	Militær flygning	3

Tabell 6-3. Antall flybevegelser per type fly i 2017.

Type fly	Antall
737800	21856
DHC830	15320
737700	13917
S92	11541
DHC8	4892
GV	4307

Type fly	Antall
A320	2499
DHC6	1968
A32123	1748
A319	1450
CNA172	1316
PA28	1279

Type fly	Antall
GASEPF	965
EMB190	947
AW169	833
HS748A	809
MHEL	771
Andre flytyper	4521



Figur 6-1. Antall bevegelser per time for et gjennomsnittsdøgn i 2017.

For å forenkle beregningsgrunnlaget blir flytyper med liknende operasjonsmønster samlet i grupper. I Tabell 12-1 er det vist hvilken gruppe som tilordnes de ulike flytypene.

Tabell 6-4. Antall flybevegelser per gruppe fly i 2017.

Flytypegruppe	Beskrivelse	Antall
GA	Småfly	4610
H	Helikopter, ikke offshore	2349
HOFF	Offshore helikopter	11948
JAGER	Jagerfly	6
JET	Jetfly	48767
TURBO	Turbopropfly	23257

6.2 Prognose 2028

I tillegg til dagens situasjon beregnes det for en prognose 10 år fram i tid. Avinor har oversendt en prognose fra TØI. Basert på denne er det for 2028 lagt inn en vekst i rute, charter og fraktflyging på 24,9% i forhold til 2017. For offshore helikopterflyging legges det til grunn 13352 som det høyeste antall bevegelser; det tilsvarer en økning på 19,6% i forhold til 2017. All øvrig trafikk ventes å øke med 5,6% fram mot 2028. Dette gir trafikk tallene vist i Tabell 6-5 og Tabell 6-6.

Fram mot 2028 er det ventet en del utskifting av flyparken til mindre støyende flytyper. For denne beregningen er det lagt til grunn estimatene i [22], som vist i Tabell 6-7.

Tabell 6-5. Totalt antall flybevegelser i 2028.

Operasjon	Antall
LA	55205
TG	633
TO	55200
SUM	111038

Tabell 6-6. Antall flybevegelser per type flygning i 2028.

FLT	Beskrivelse	Antall
1	Ruteflygning	82342
2	Ikke regelbundet trafikk	3106
3	Fraktflygning	1642
4	Kontinentalsøkkelflygning (m/helikopter)	13352
5	Annen kommersiell helikopterflygning	2328
6	Annen kommersiell flygning	408
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	31
12	Ambulanseflygning	1041
13	Skole- og instruksjonsflygning	1839
14	Posisjonsflygning	1120
15	Teknisk retur flygning	324
16	Kontrollflygninger	23
17	Allmenn flygning	3236
21	Militær flygning	210
22	Ambulanseflygning med militært luftfartøy	10
24	Militær posisjonsflygning	6
26	Militær kontrollflygning	5
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	7
28	Luftfartøy som deltar i militærøvelser	2
29	Militær treningsflygning	3
31	Militær flygning	3

Tabell 6-7. Justering av støyverdier for simulering av overgang til stillere flytyper.

Flytype	Substitutt 2017	Substitutt 2028 (evt. justering avg./Ind.)	Justering avg./Ind. 2060 rel. 2028
A320	A320	A320NEO ~ -3.5 dB / -2.0 dB rel. A320	-0,7 dB / -0,2 dB
A321	A321	A321NEO ~ -3.7 dB / -0.7 dB rel. A321	-0,7 dB / -0,2 dB
B737	737-700	737MAX ~ -3.5 dB / -1.0 dB rel. 737-700	-0,7 dB / -0,1 dB
B738	737-800	737-8MAX	0,0 dB / 0,0 dB
A330	A330	A359	-2,1 dB / -0,4 dB

6.3 Perspektiv 2060

Det er også beregnet for et scenario hvor det er tatt i bruk en ny rullebane øst for dagens rullebane, som vist i Figur 6-2, og med terskelkoordinater i Tabell 6-10. Denne beregningen er lagt til år 2060, og det er antatt 118 000 årlige bevegelser, hvorav 5000 er offshore helikopterflygning. Med unntak for sistnevnte antas de andre typer flyging å ha samme relative fordeling som i dagens situasjon. Dette gir trafikk tallene vist i Tabell 6-8 og Tabell 6-9.

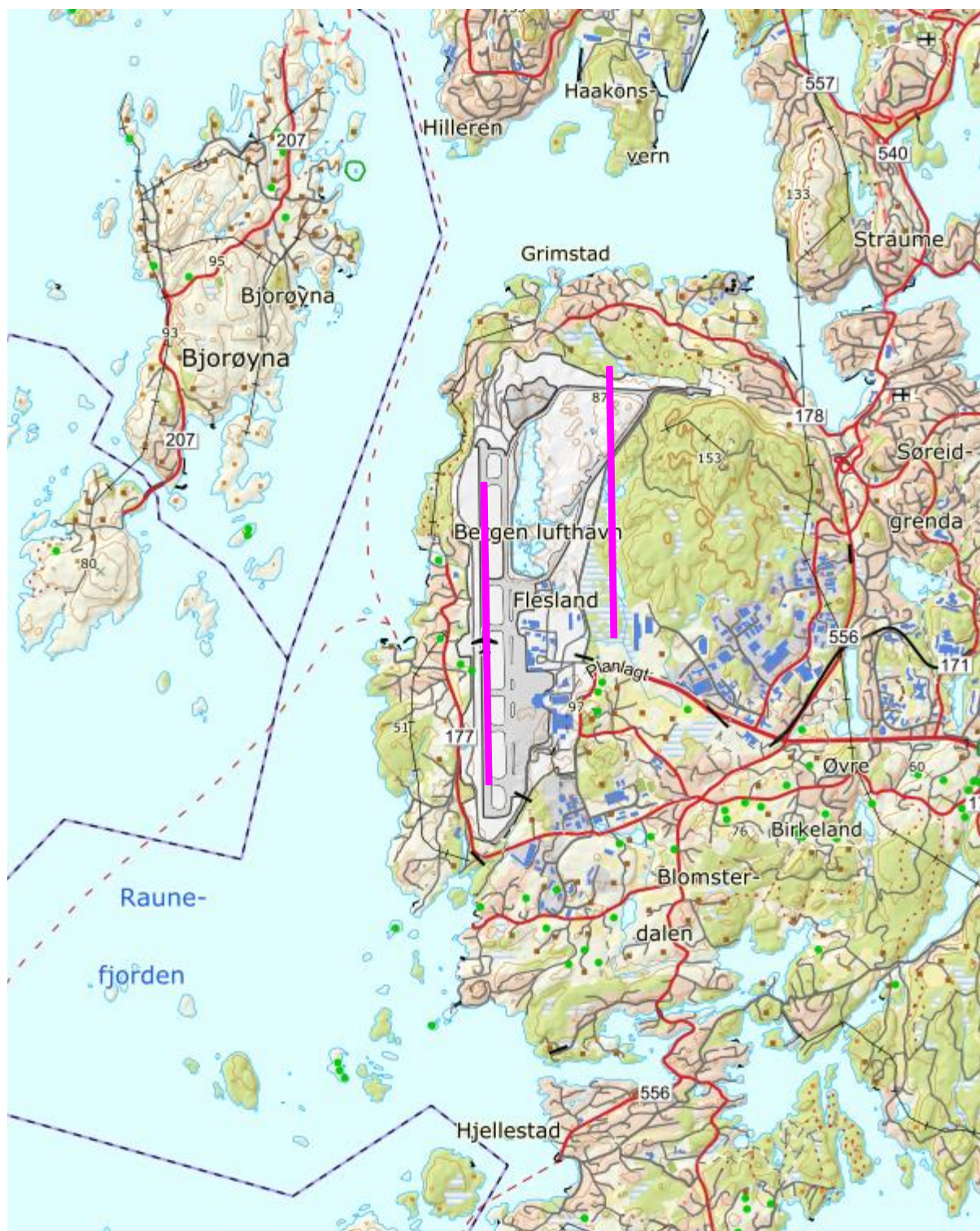
Det er lite grunnlag for å vurdere støynivå for flytyper så langt fram i tid. Det er her lagt til grunn en konservativ utskifting mot mindre støyende flytyper som vist i Tabell 6-7 (jf. [22]).

Tabell 6-8. Totalt antall flybevegelser i 2060.

Operasjon	Antall
LA	58583
TG	848
TO	58569
SUM	118000

Tabell 6-9. Antall flybevegelser per type flygning i 2060.

FLT	Beskrivelse	Antall
1	Ruteflyging	93407
2	Ikke regelbundet trafikk	3523
3	Fraktflyging	1863
4	Kontinentalsokkelflyging (m/helikopter)	5000
5	Annen kommersiell helikopterflyging	3122
6	Annen kommersiell flyging	547
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	41
12	Ambulansflyging	1395
13	Skole- og instruksjonsflyging	2466
14	Posisjonsflyging	1501
15	Teknisk retur flyging	435
16	Kontrollflyginger	31
17	Allmenn flyging	4339
21	Militær flyging	282
22	Ambulansflyging med militært luftfartøy	13
24	Militær posisjonsflyging	8
26	Militær kontrollflyging	7
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	10
28	Luftfartøy som deltar i militærøvelser	3
29	Militær treningsflyging	4
31	Militær flyging	4



Figur 6-2. Eksisterende og ny rullebane ved Bergen lufthavn, Flesland. M 1:50 000.

Tabell 6-10. Koordinater for ny rullebane øst for dagens rullebane.

Navn	Fra øst	Fra nord	Til øst	Til nord	Retning	Lengde
17L	-38424	6726400	-38388	6724194	179	2207
35R	-38388	6724194	-38424	6726400	359	2207

7 PROSEDYRER OG TRASÉER

7.1 Flygetraséer

For dagens situasjon (2017) er det laget flygetraséer delvis basert på AIP for Bergen lufthavn, Flesland [23], men i hovedsak basert på radarkart oversendt fra Avinor, som viser faktiske flygemønster for ulike typer fly. I en del tilfeller er det laget ulike varianter av prosedyrer for samme destinasjon og samme type fly. Fordelingen mellom disse er skjønnsmessig tilordnet basert på visuell vurdering av trafikkmengder i radarkartene. I tillegg er det lagt til grunn en fordeling 61/39 mellom RWY 17/35 for avgang og 60/40 for landing. Figur 7-1 til Figur 7-9 viser traséer for dagens situasjon (2017). I tillegg til de viste traséene er det lagt inn traséer for rettlinjete inn-/utflyging med jagerfly. Det er også lagt inn taksing fra terminalområde til rullebane før avgang, og fra rullebane til terminalområde etter landing.

For prognosesituasjonen (2028) er det tatt utgangspunkt i [24] hvor Avinor beskriver justerte traséer for offshore helikopter og fixed wing. For helikopter er det angitt følgende forventede fordeling mellom prosedyrene:

Tabell 7-1. Forventet fordeling mellom offshore helikoptertraséer for prognosesituasjon (2028).

	RWY 17 (60% av total)		RWY 35 (40% av total)	
Landing	RNAV 142	85%	RNAV 101	47,5%
	ILS 17	15%	RNAV 044	47,5%
			ILS 35	5%
Avgang	RNAV Vis. ULNUV 1F	50%	RNAV Vis. UVRIS 1E	70%
	RNAV Vis. ULNUV 1G	50%	SID 35	30%

For fixed wing er det i prognosesituasjonen angitt en forventet 50/50 fordeling mellom RNP/RNAV-prosedyrer og Point Merge/ILS for landing. For avgang vil RNAV/RNP fullstendig erstatte dagens praksis med sving ved oppnådd høyde.

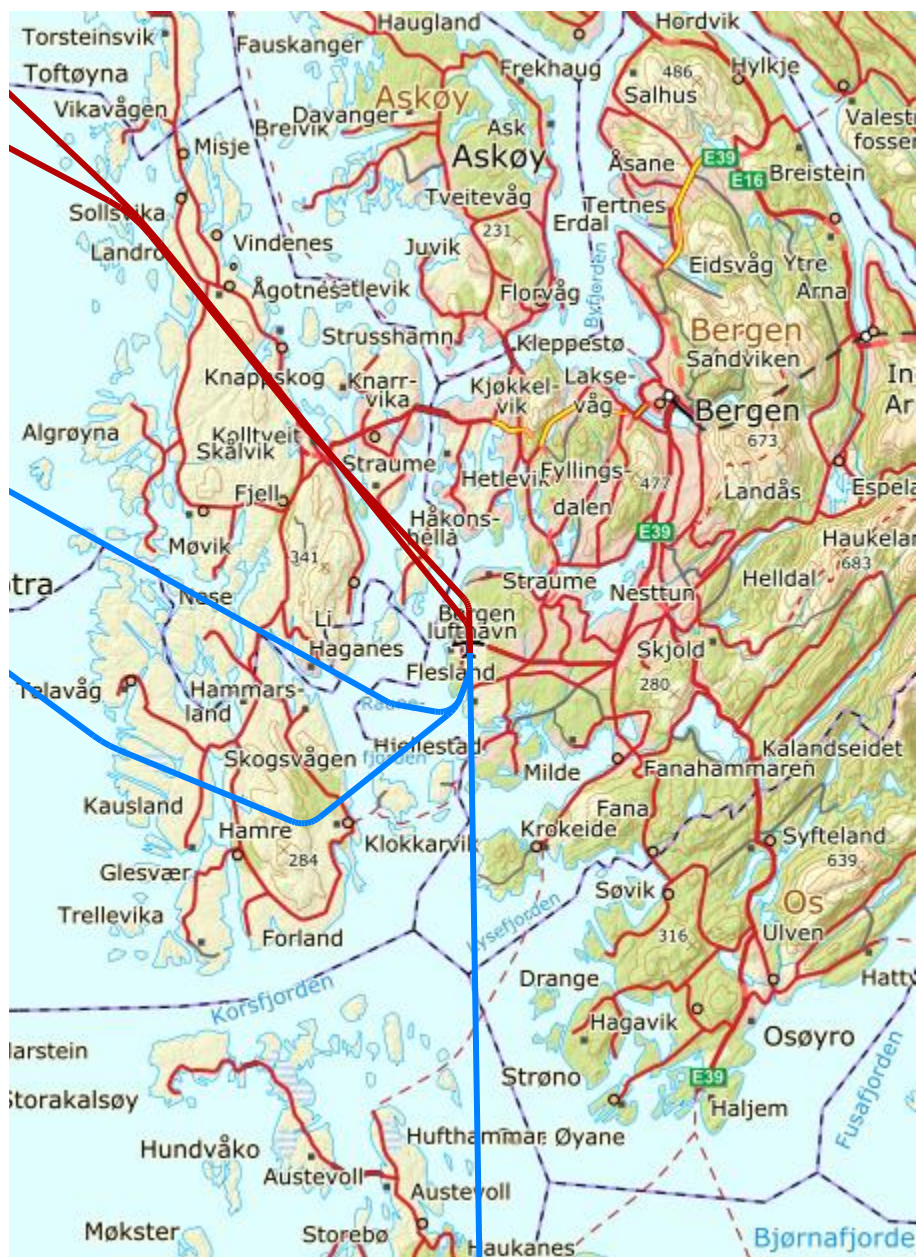
Det er for prognosen antatt samme rullebanefordeling mellom RWY 17/35 som beskrevet over for dagens situasjon, både for helikopter og fixed wing. Figur 7-10 til Figur 7-13 viser traséer for prognosesituasjonen (2028). Traséer for småfly og helikopter (unntatt offshore) er identisk med traséene for 2017 og er derfor ikke gjentatt.

For perspektivberegningen (2060) er det beholdt samme fordeling på rullebaner og traséer som for 2028, med unntak av turboprop og jettfly med destinasjoner i retning nord/nordøst/øst/sørøst. Disse benytter ny, østre bane både for avgang og landing. Da det ennå ikke er utarbeidet egne prosedyrer for flyging til/fra østre bane er tilsvarende traséer på vestre bane parallellforsjøvet til østre bane. Tyngre jettfly benytter vestre bane uansett retning til destinasjon.

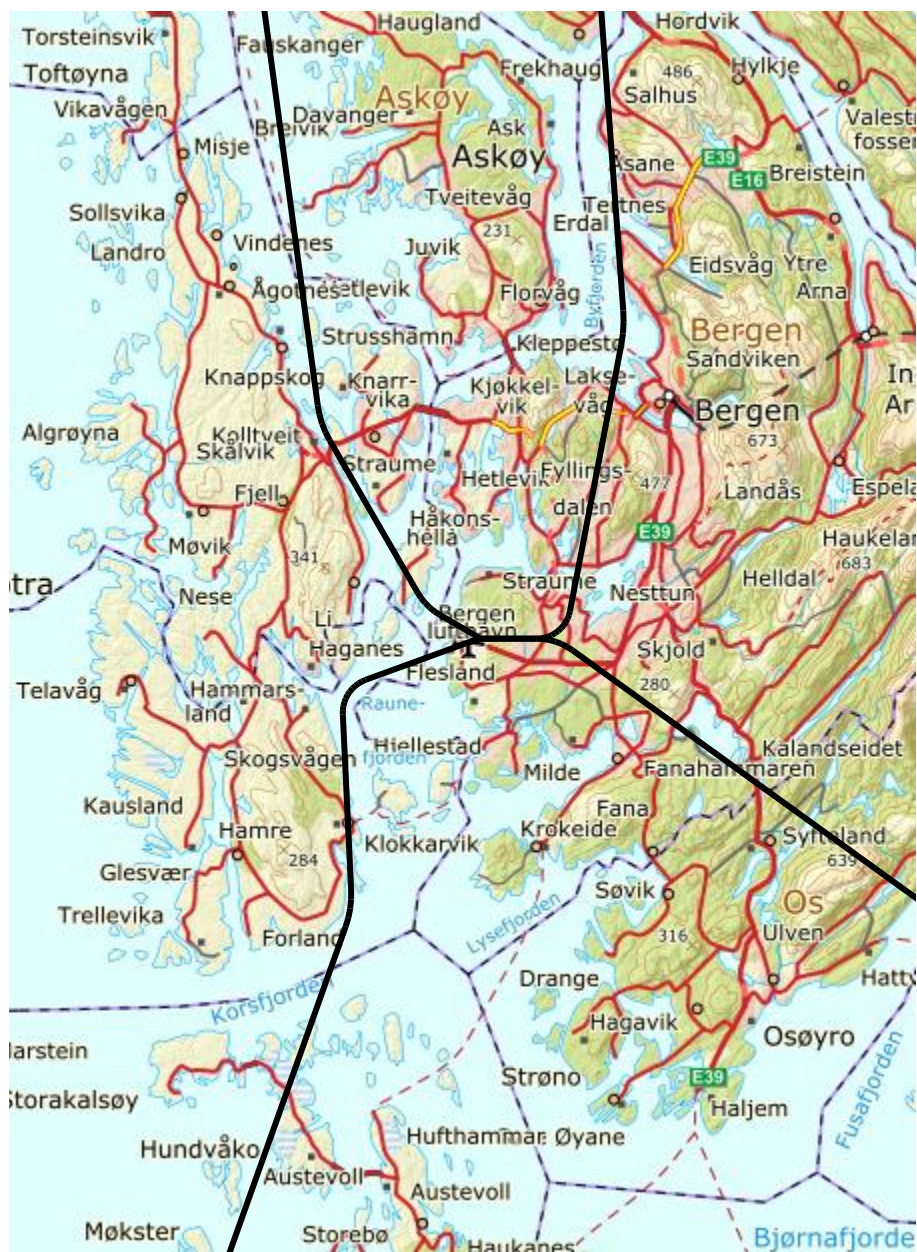
I alle figurer med trasékart på de neste sidene angir blå streker landinger, røde streker avganger, og sorte streker angir både avgang og landing langs samme trasé.



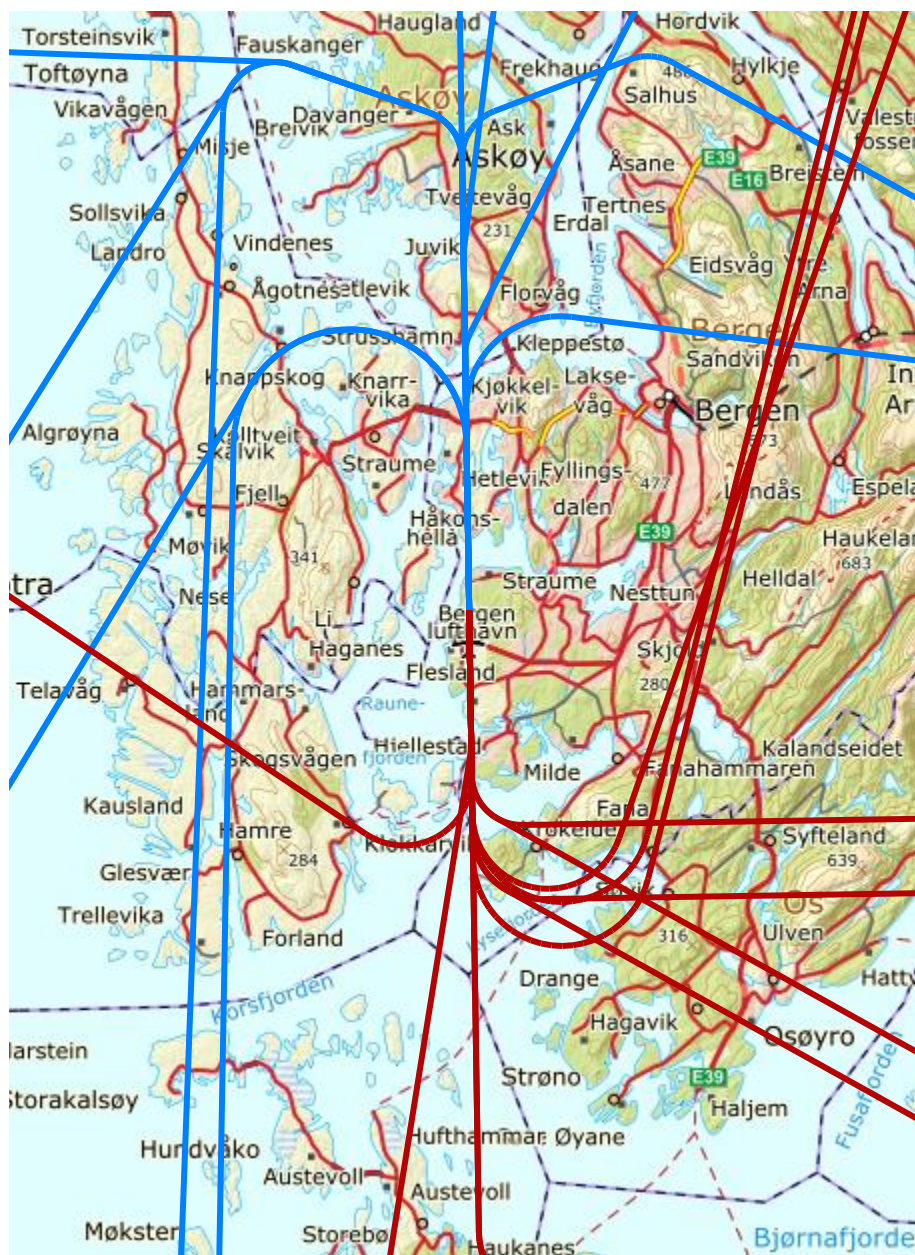
Figur 7-1. Traséer for offshore helikopter i 2017, RWY 17. M 1:300 000.



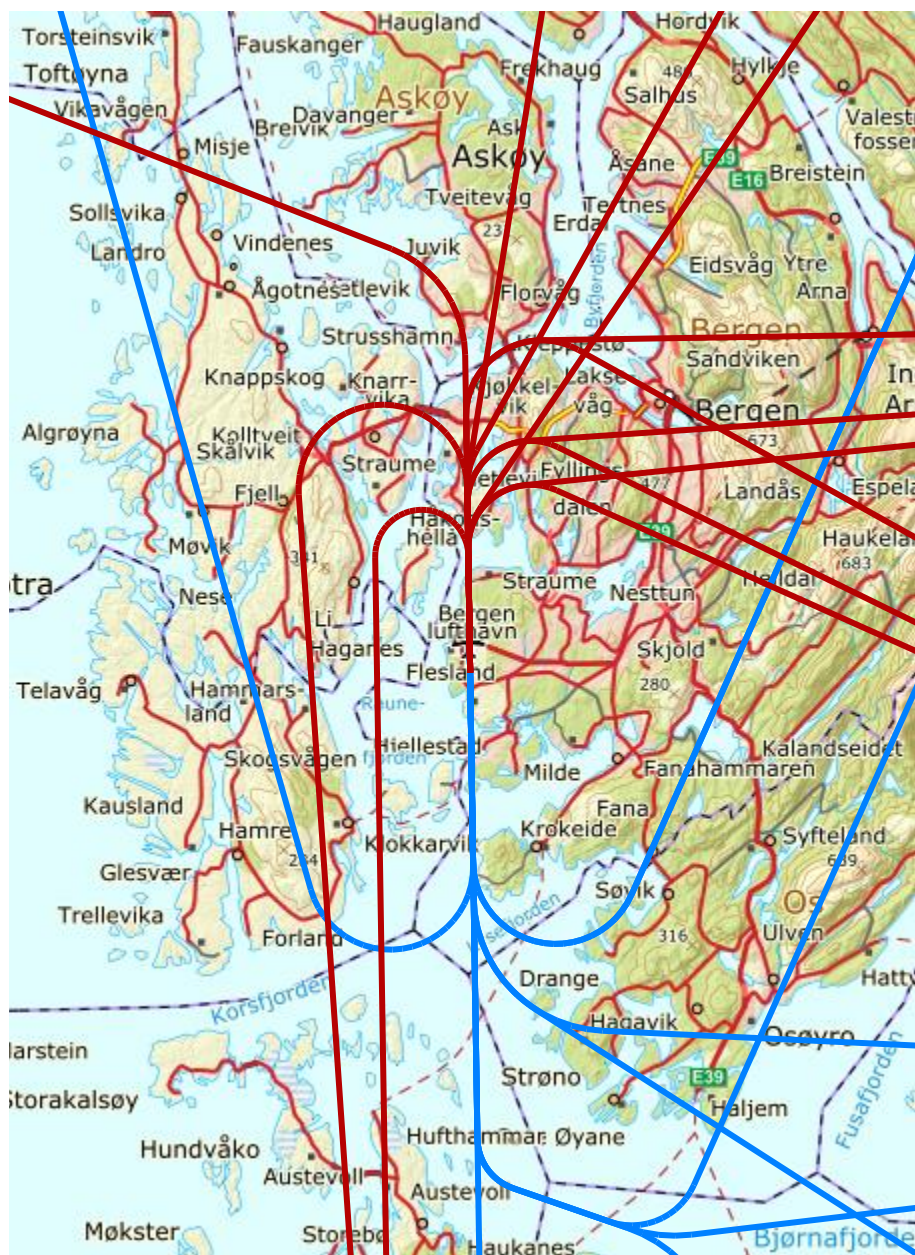
Figur 7-2. Traséer for offshore helikopter i 2017, RWY 35. M 1:300 000.



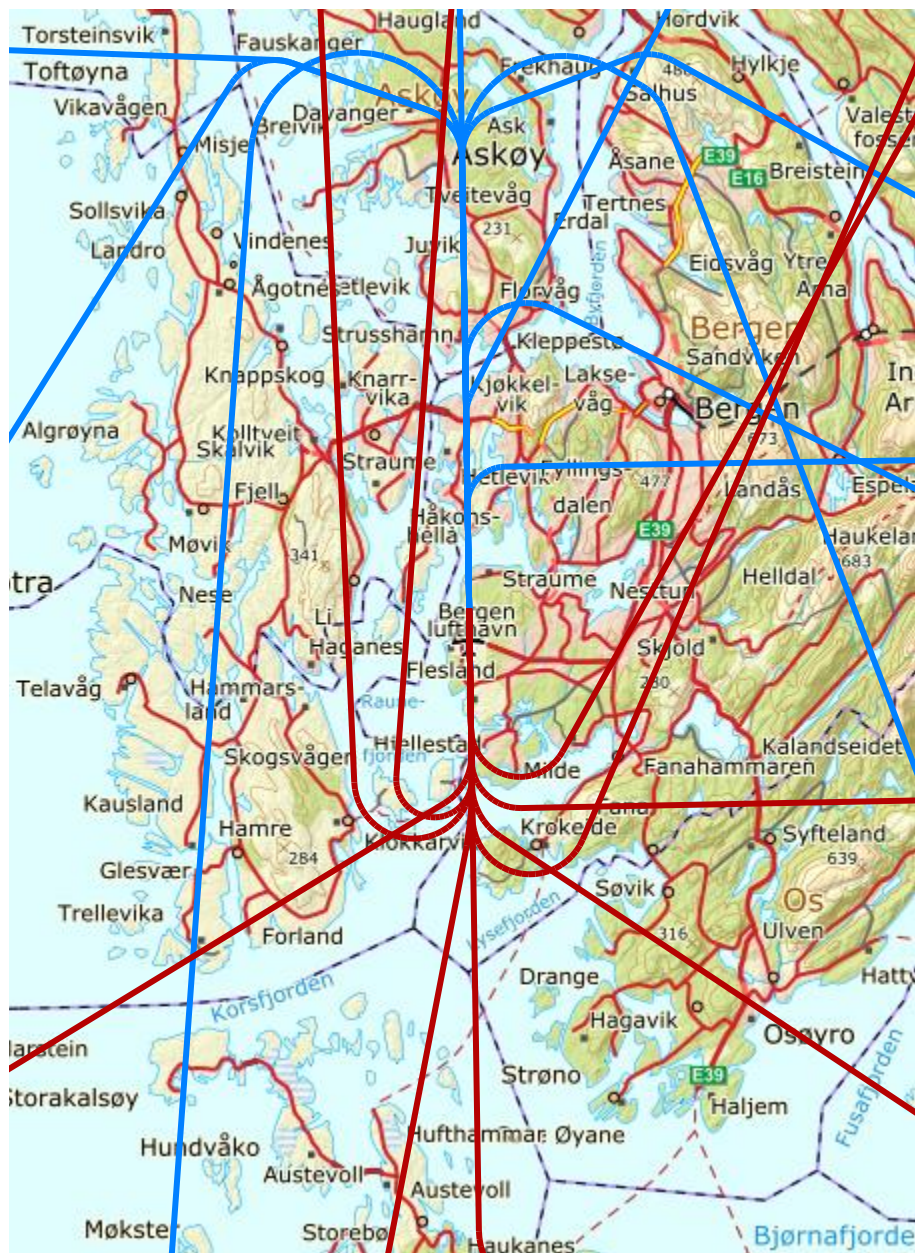
Figur 7-3. Traséer for andre helikopter i 2017. M 1:300 000.



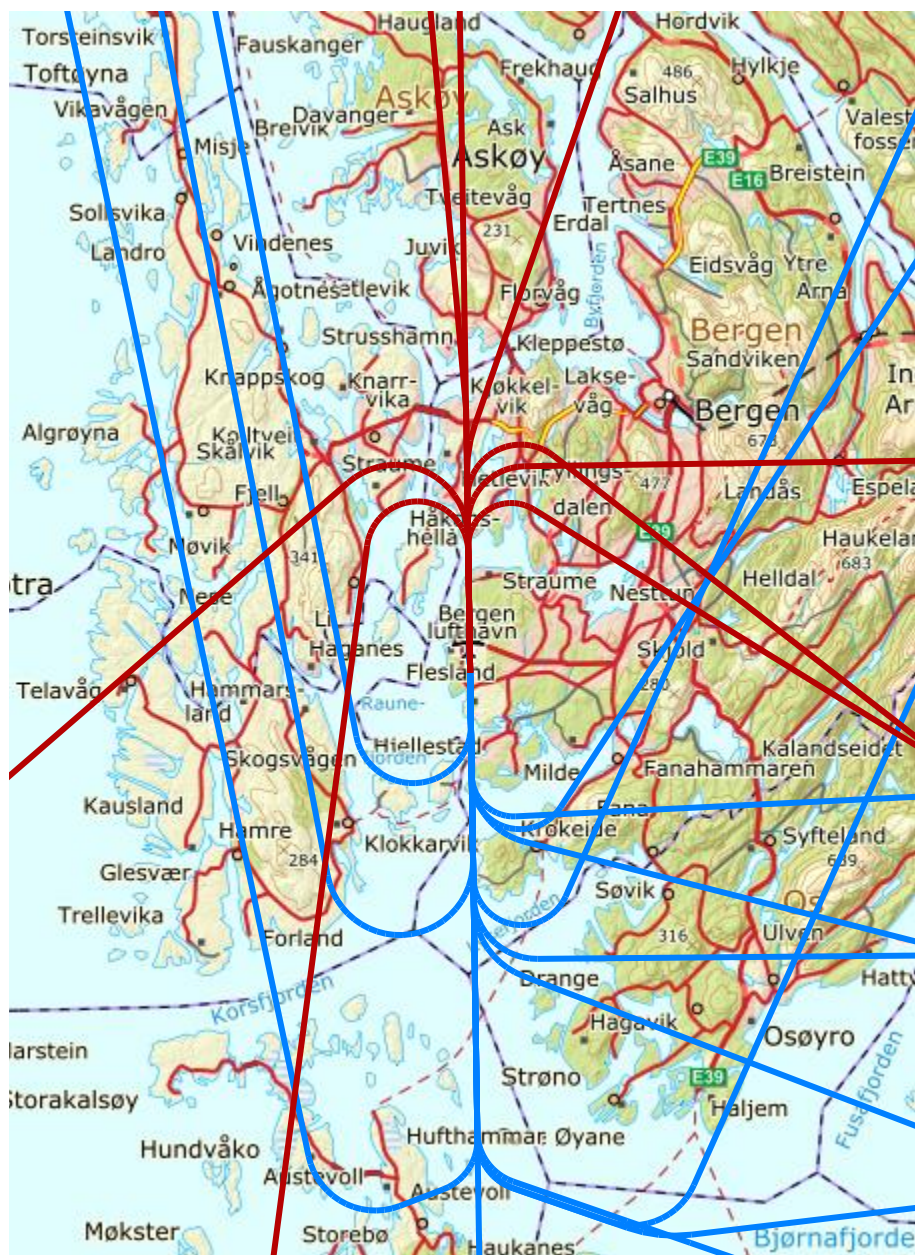
Figur 7-4. Traséer for jetfly i 2017, RWY 17. M 1:300 000.



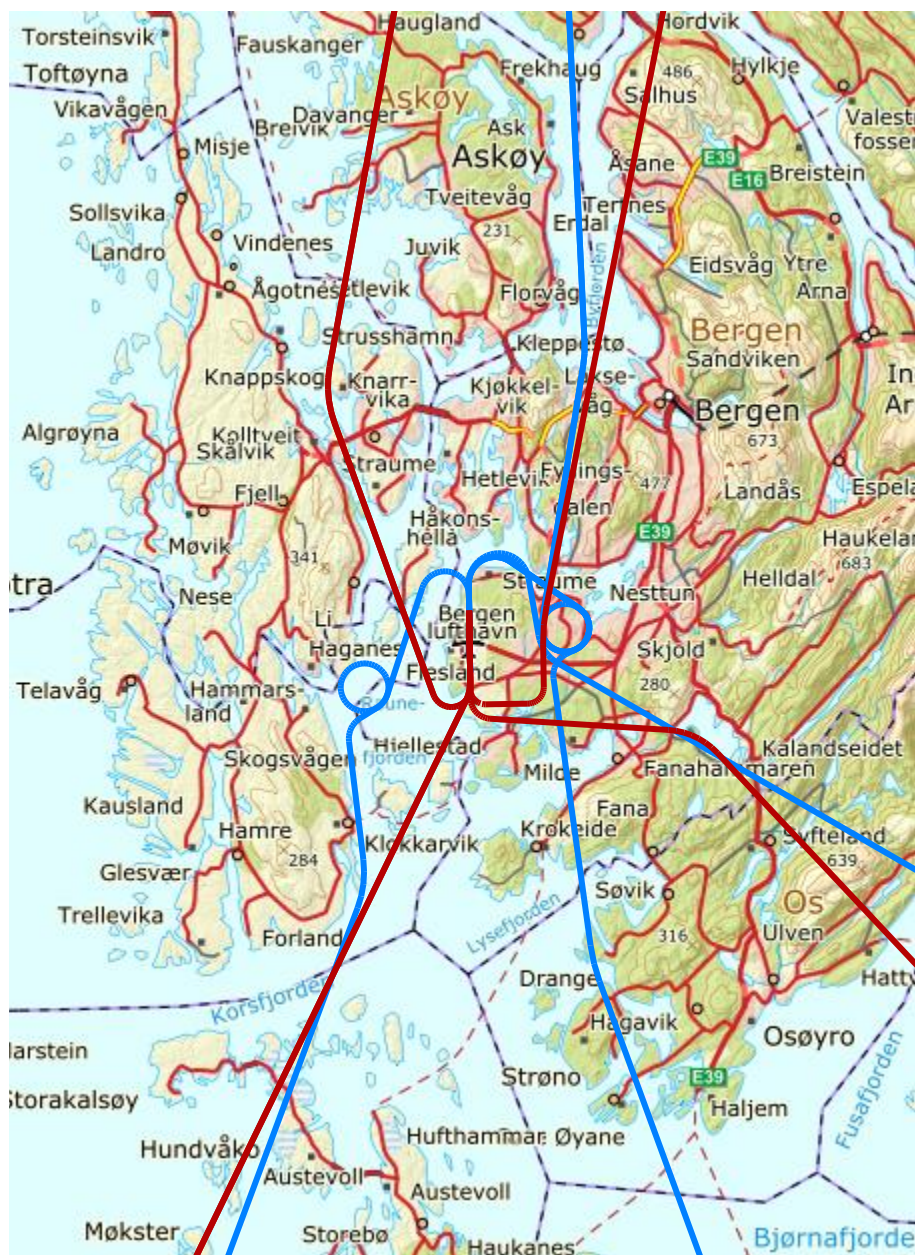
Figur 7-5. Traséer for jetfly i 2017, RWY 35. M 1:300 000.



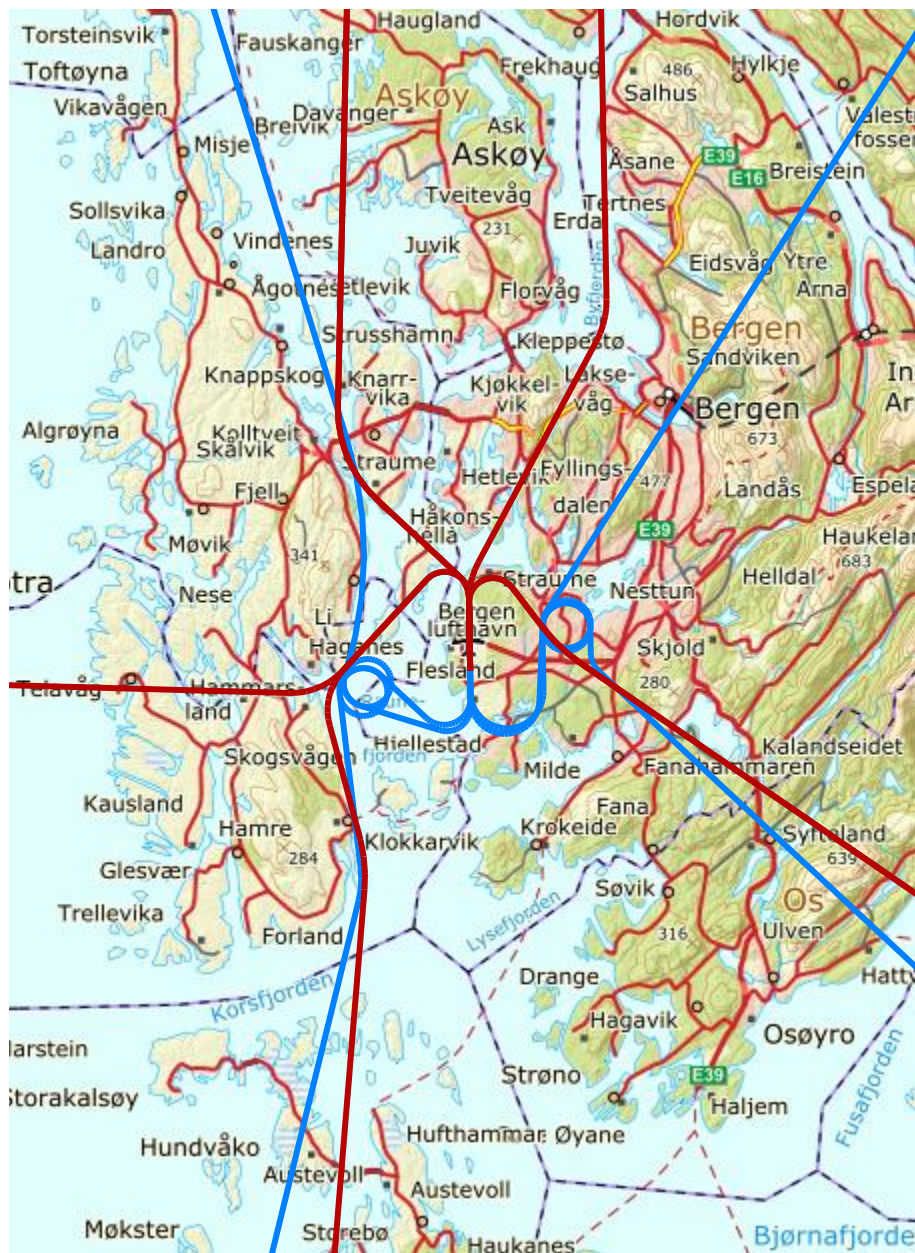
Figur 7-6. Traséer for turbopropfly i 2017, RWY 17. M 1:300 000.



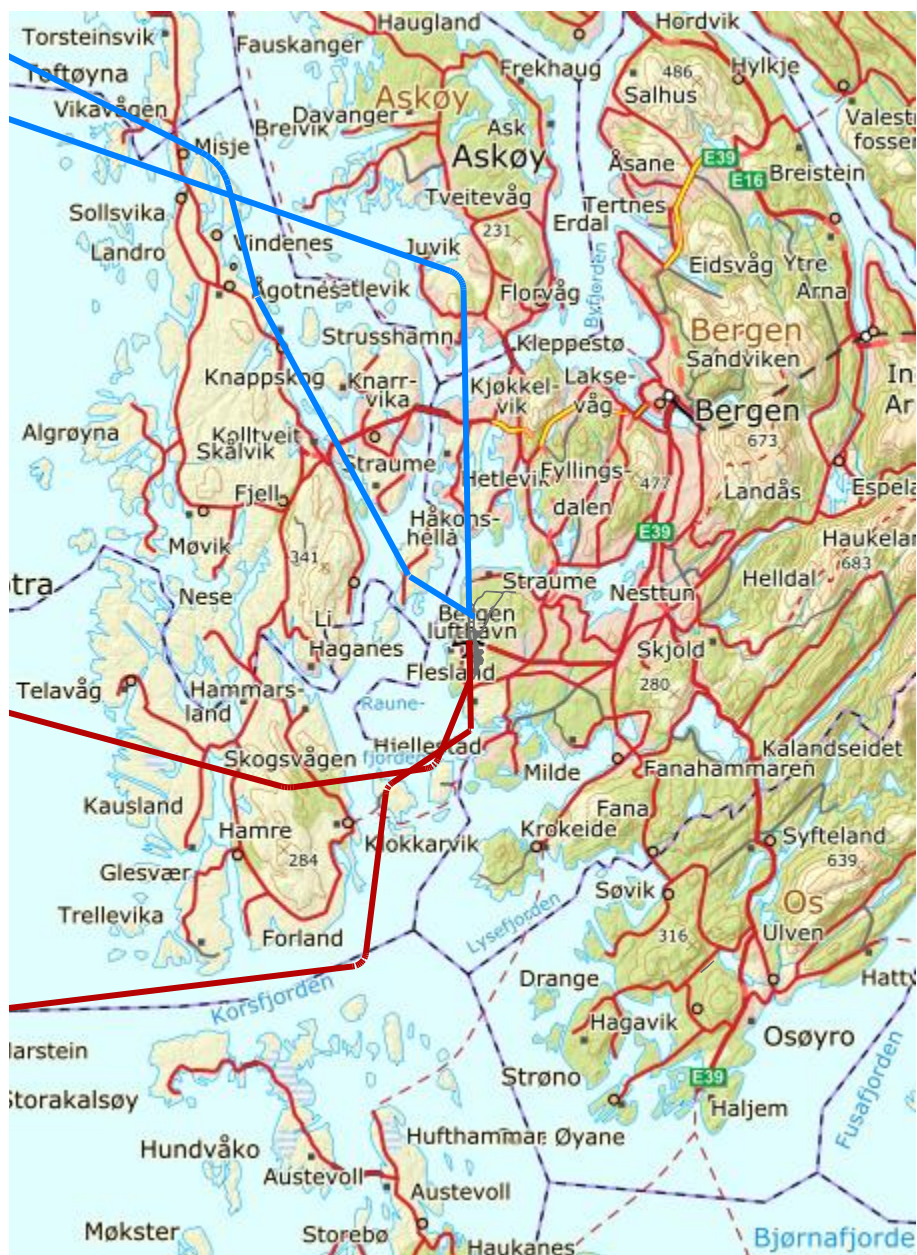
Figur 7-7. Traséer for turbopropfly i 2017, RWY 35. M 1:300 000.



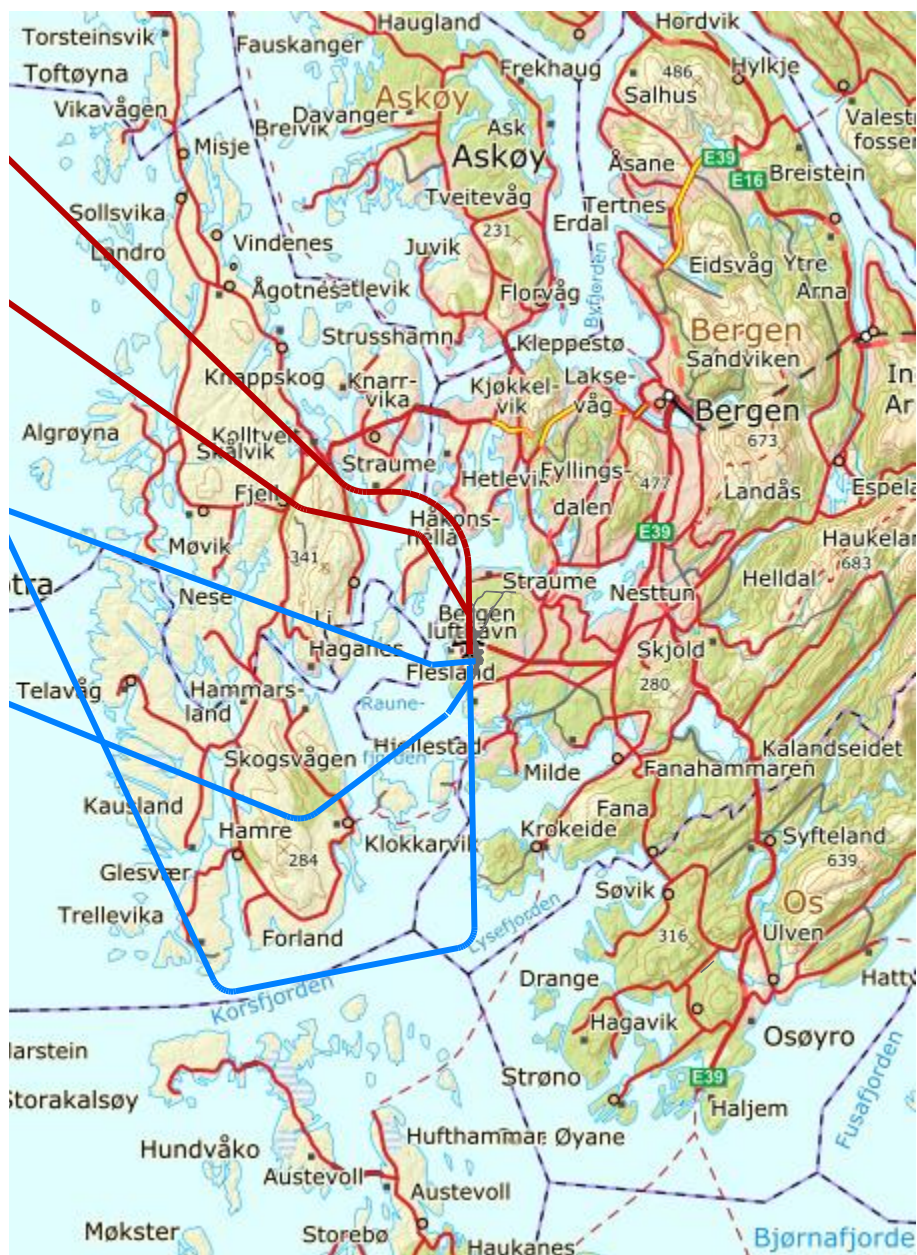
Figur 7-8. Traséer for småfly i 2017, RWY 17. M 1:300 000.



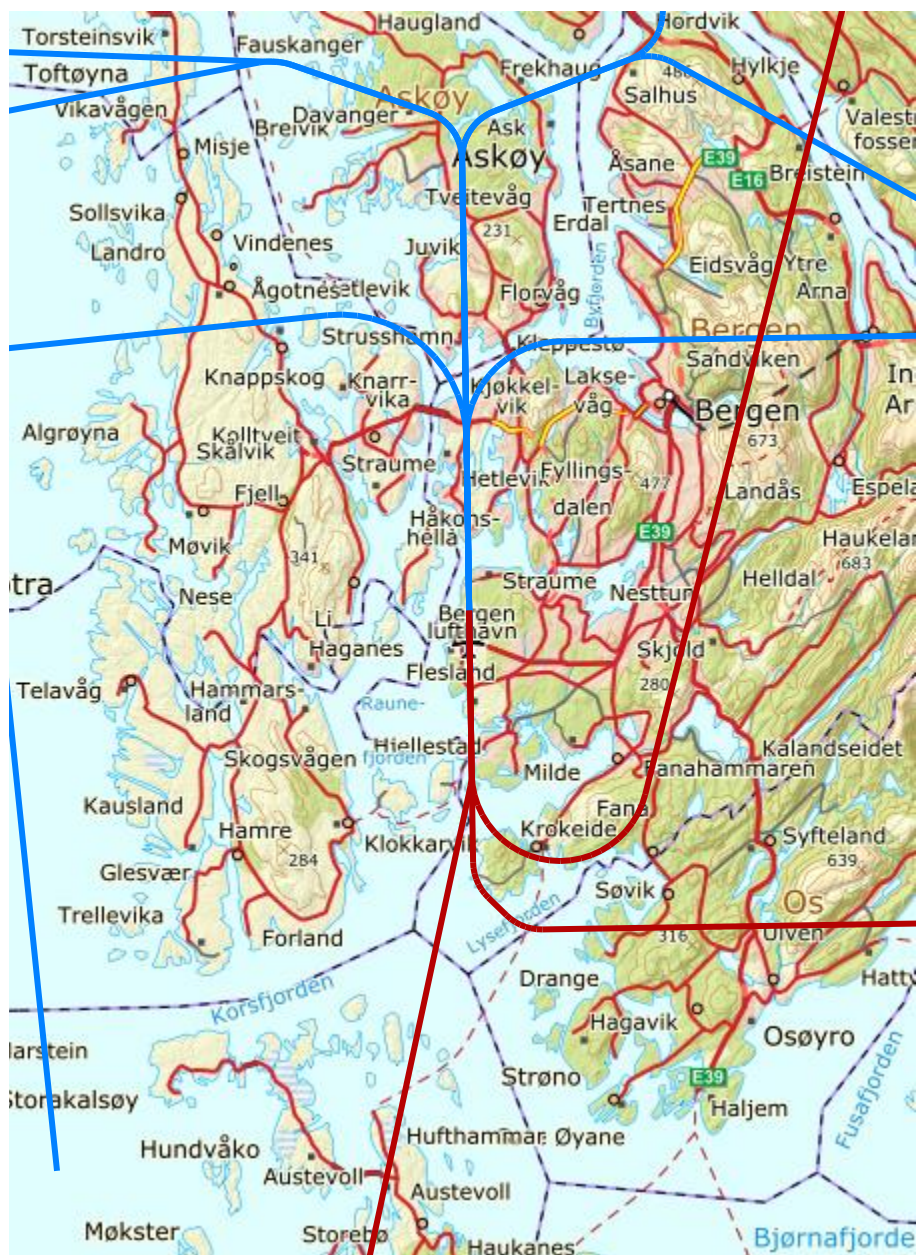
Figur 7-9. Traséer for småfly i 2017, RWY 35. M 1:300 000.



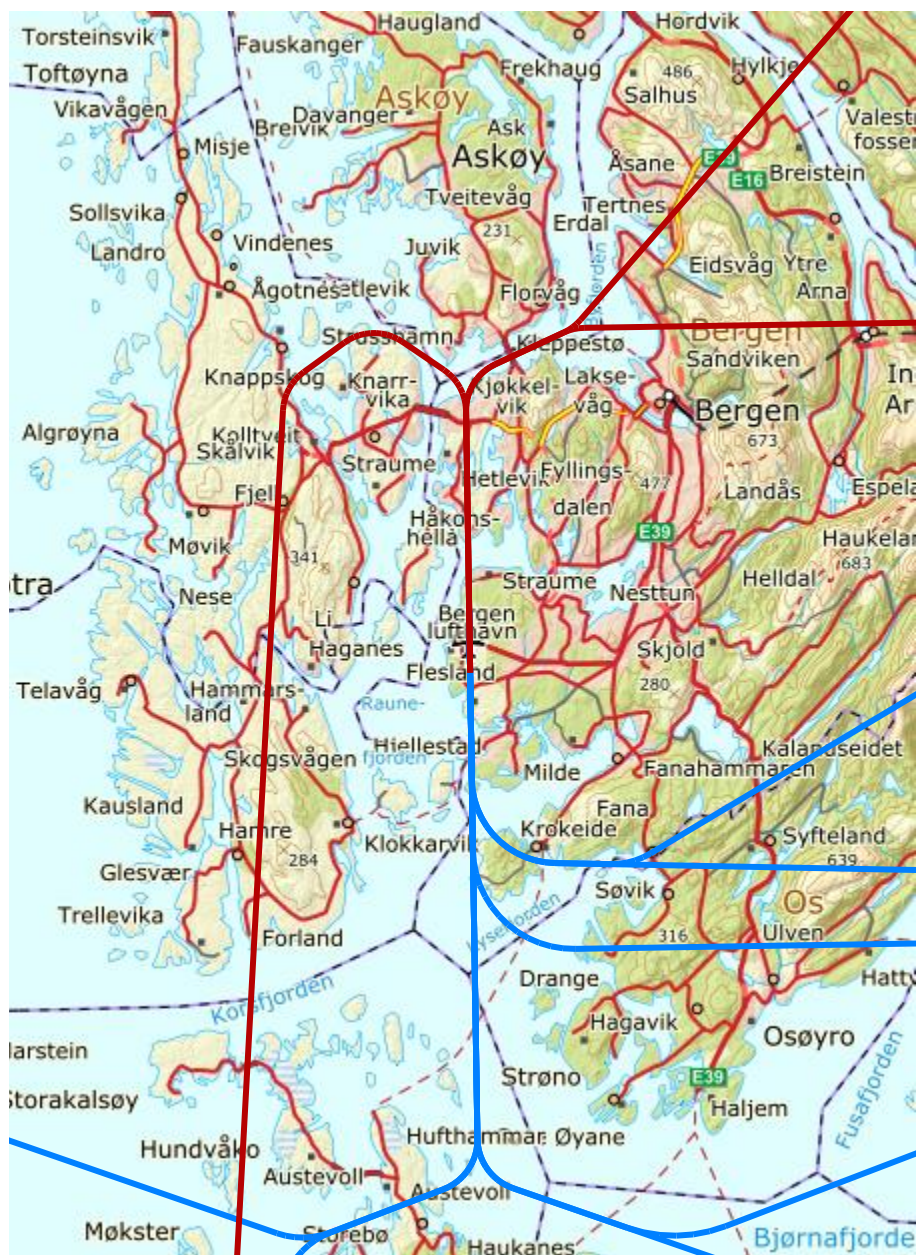
Figur 7-10. Traséer for offshore helikopter i 2028, RWY 17. M 1:300 000.



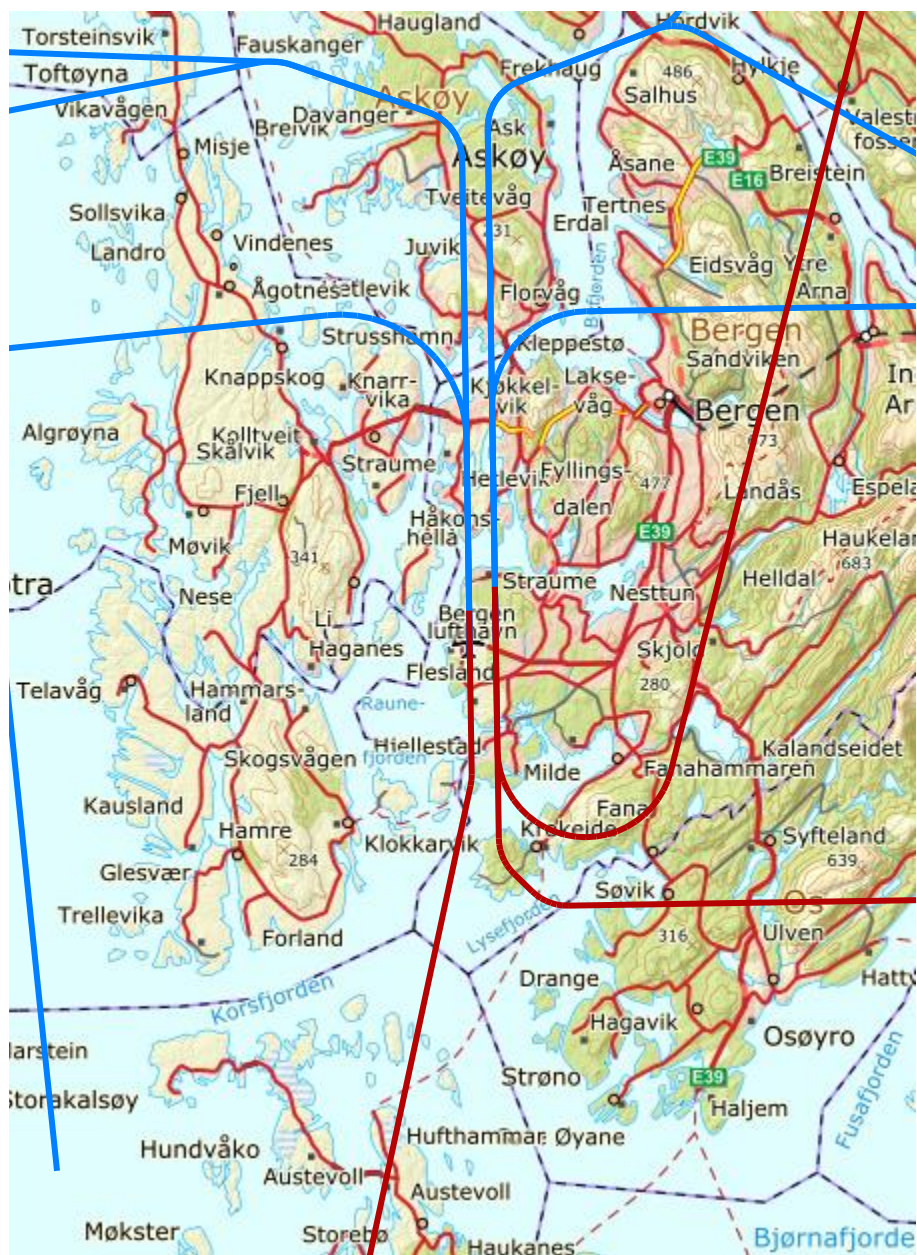
Figur 7-11. Traséer for offshore helikopter i 2028, RWY 35. M 1:300 000.



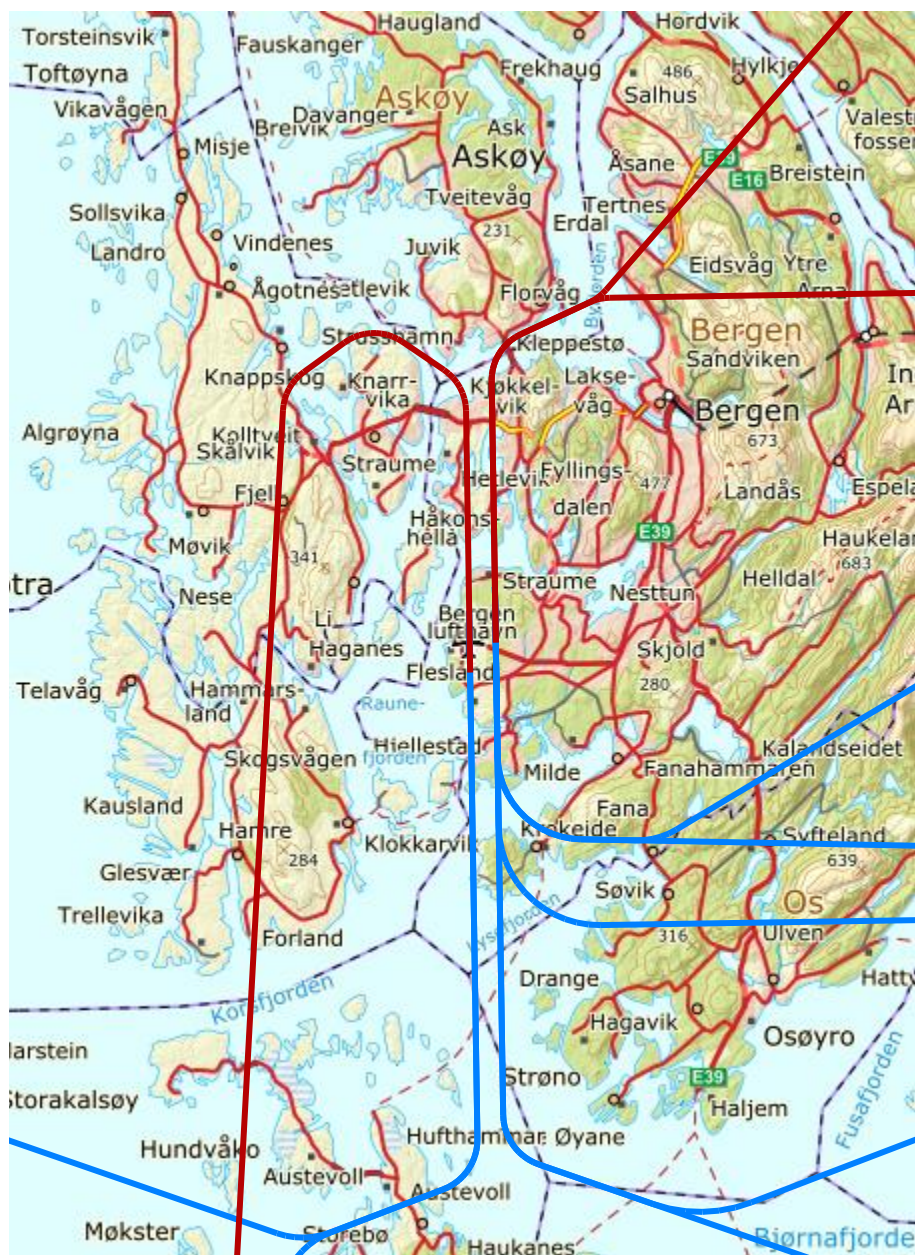
Figur 7-12. Traséer for jet-/turbopropfly i 2028, RWY 17. M 1:300 000.



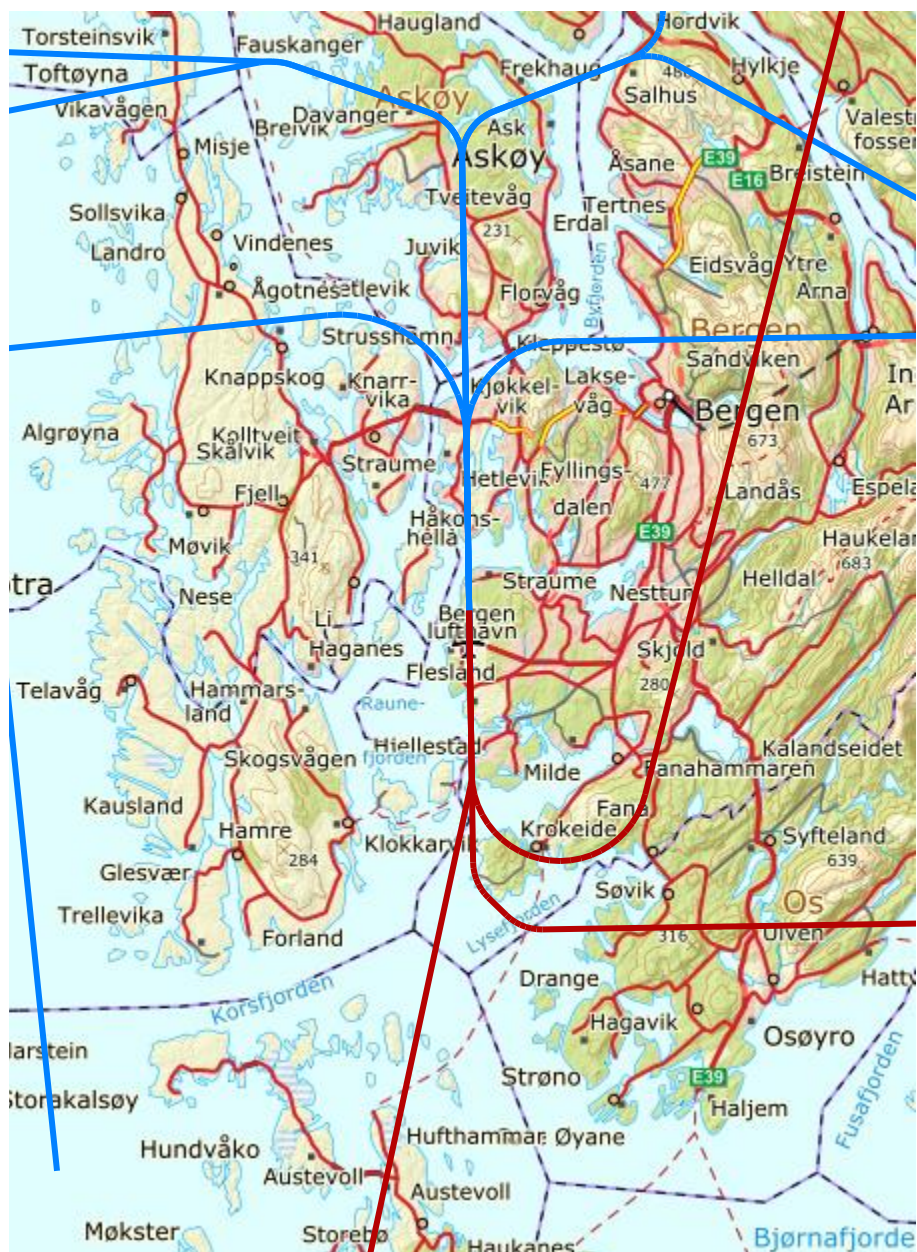
Figur 7-13. Traséer for jet-/turbopropfly i 2028, RWY 35. M 1:300 000.



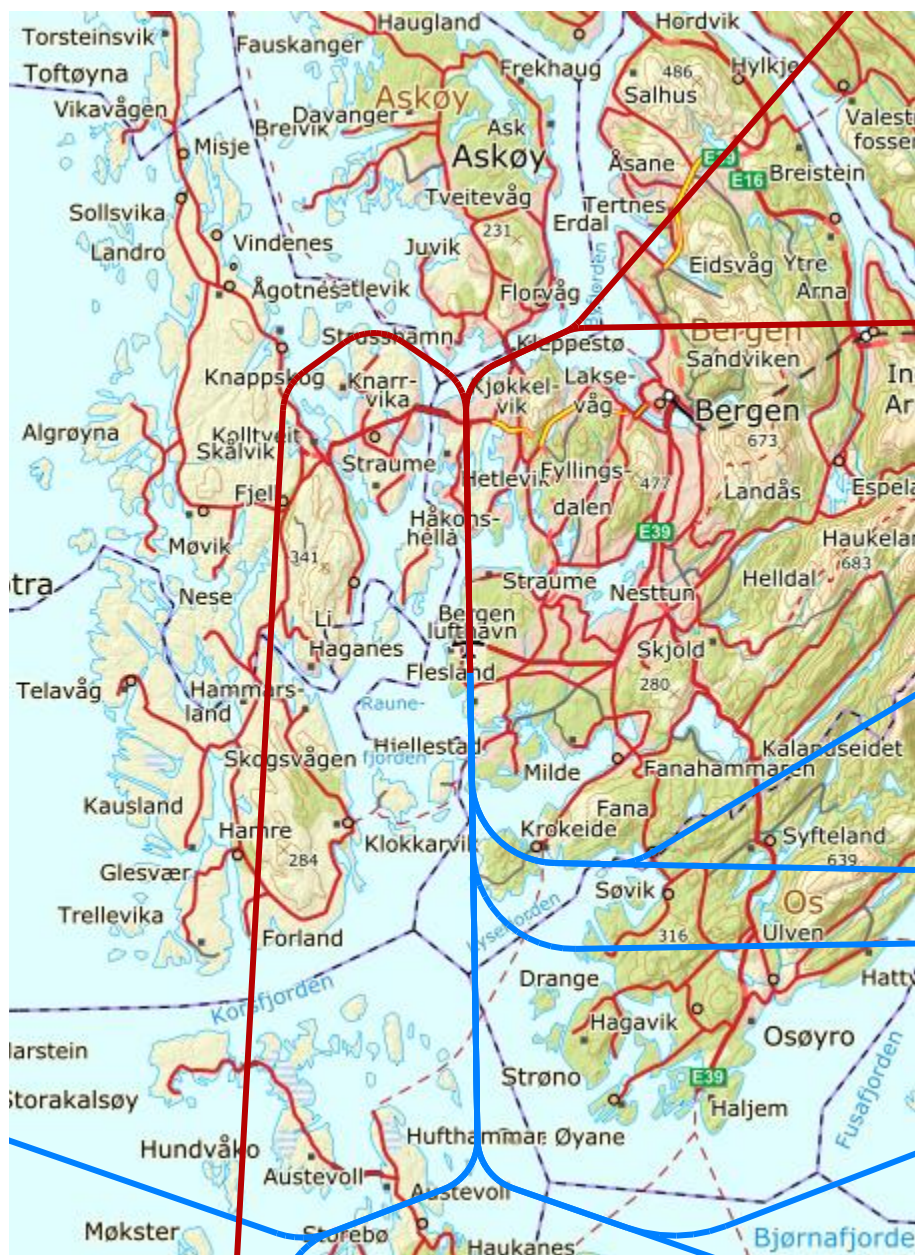
Figur 7-14. Traséer for jet-/turbopropfly i 2060, RWY 17. M 1:300 000.



Figur 7-15. Traséer for jet-/turbopropfly i 2060, RWY 35. M 1:300 000.



Figur 7-16. Traséer for tyngre jettfly i 2060, RWY 17. M 1:300 000.



Figur 7-17. Traséer for tyngre jettfly i 2060, RWY 35. M 1:300 000.

8 BEREGNINGSPARAMETERE

8.1 Beregningsenheter

Det beregnes for alle enheter som er relatert til grenseverdiene for støysoner i retningslinje T-1442 og til støykartlegging som angitt i forurensningsforskriften.

8.2 Beregning i enkeltpunkt

Det gjøres punktberegninger i representative punkt for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Koordinater og andre bygningsdata for disse punktene er hentet fra Norges Eiendommer per 2017-04-03.

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 Støysoner

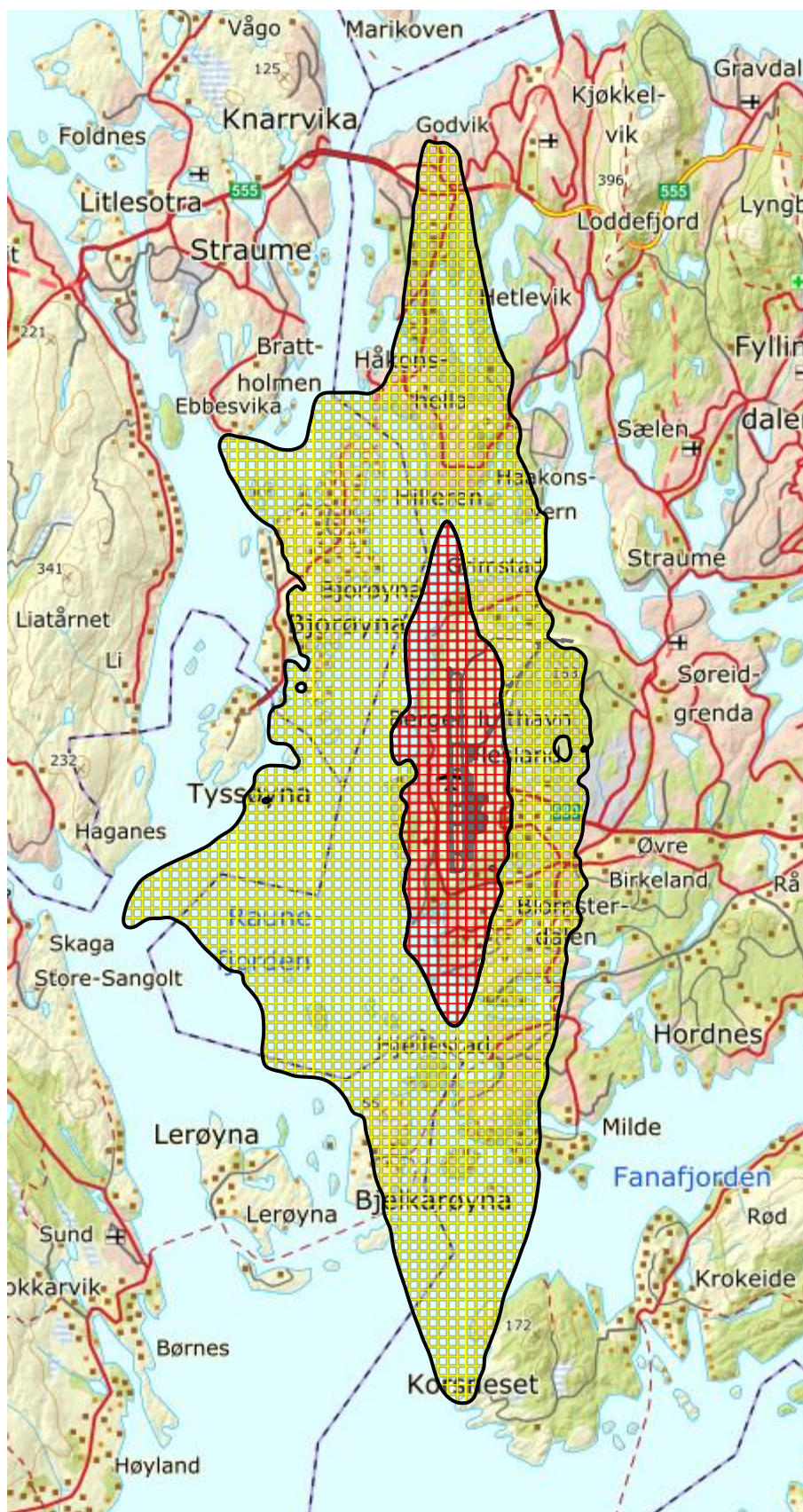
Det er beregnet for de tre årstallene 2017 (dagens situasjon), 2028 (ti års prognose) og 2060 (perspektivberegning med to rullebaner i bruk). For de to førstnevnte er det vist resultater både for samlet trafikk og for kun offshore helikoptertrafikk.

I henhold til retningslinje T-1442 skal kartet som oversendes kommunen(e) vise en "verste-tilfelle" kombinasjon av dagens situasjon og 10-års prognosen. Slike kombinerte støysoner er vist i Figur 9-6. Areal innenfor støysonene er vist i Tabell 9-1.

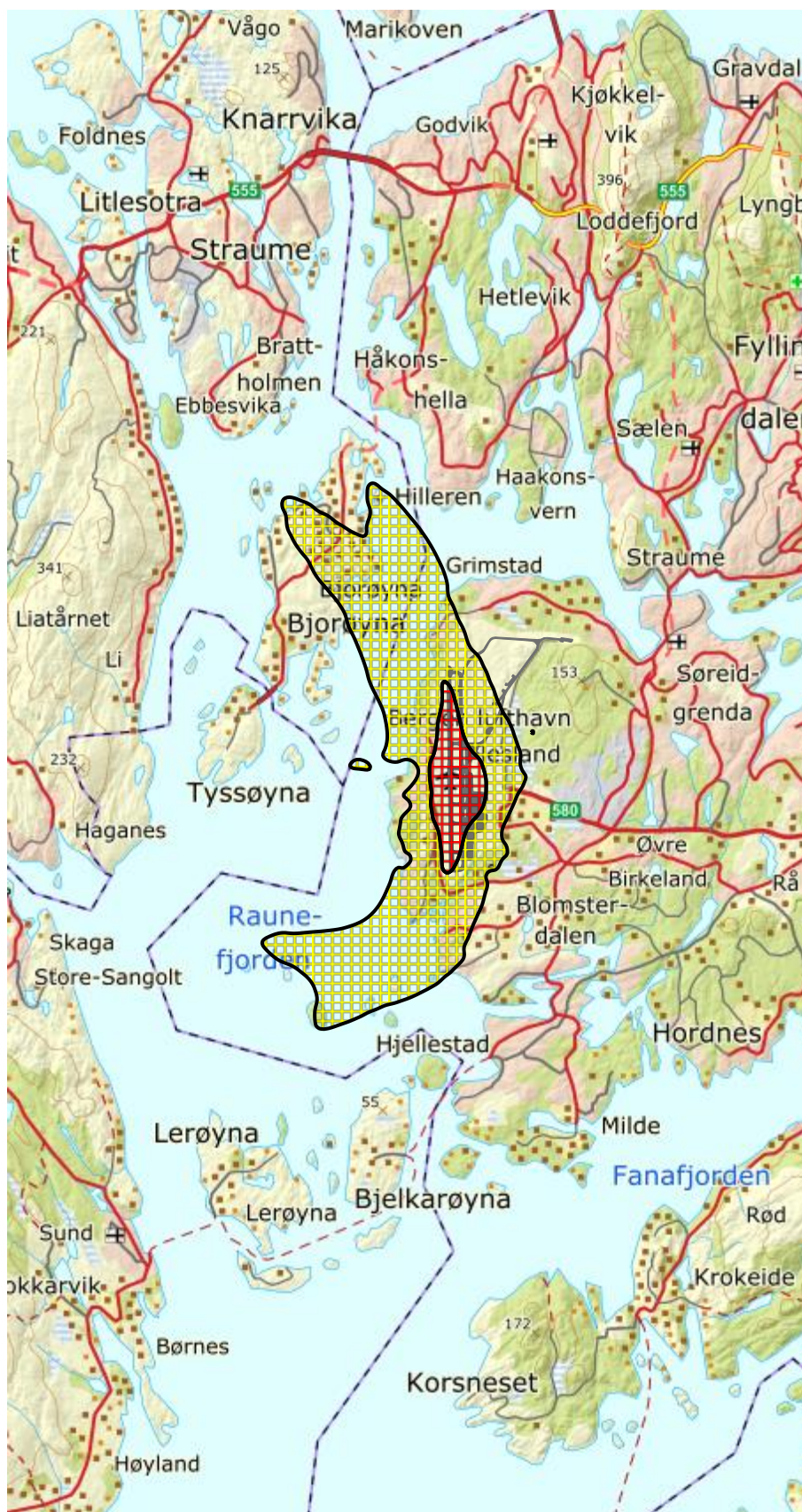
Det er også gjort beregninger for andre støyenheter enn hva som er vist her. Av plasshensyn er disse ikke vist her, men er oversendt oppdragsgiver på elektronisk format (SOSI).

Tabell 9-1. Areal i støysoner. For 2017 og 2028 er det i parentes vist areal når kun offshore helikopter inngår i beregningen.

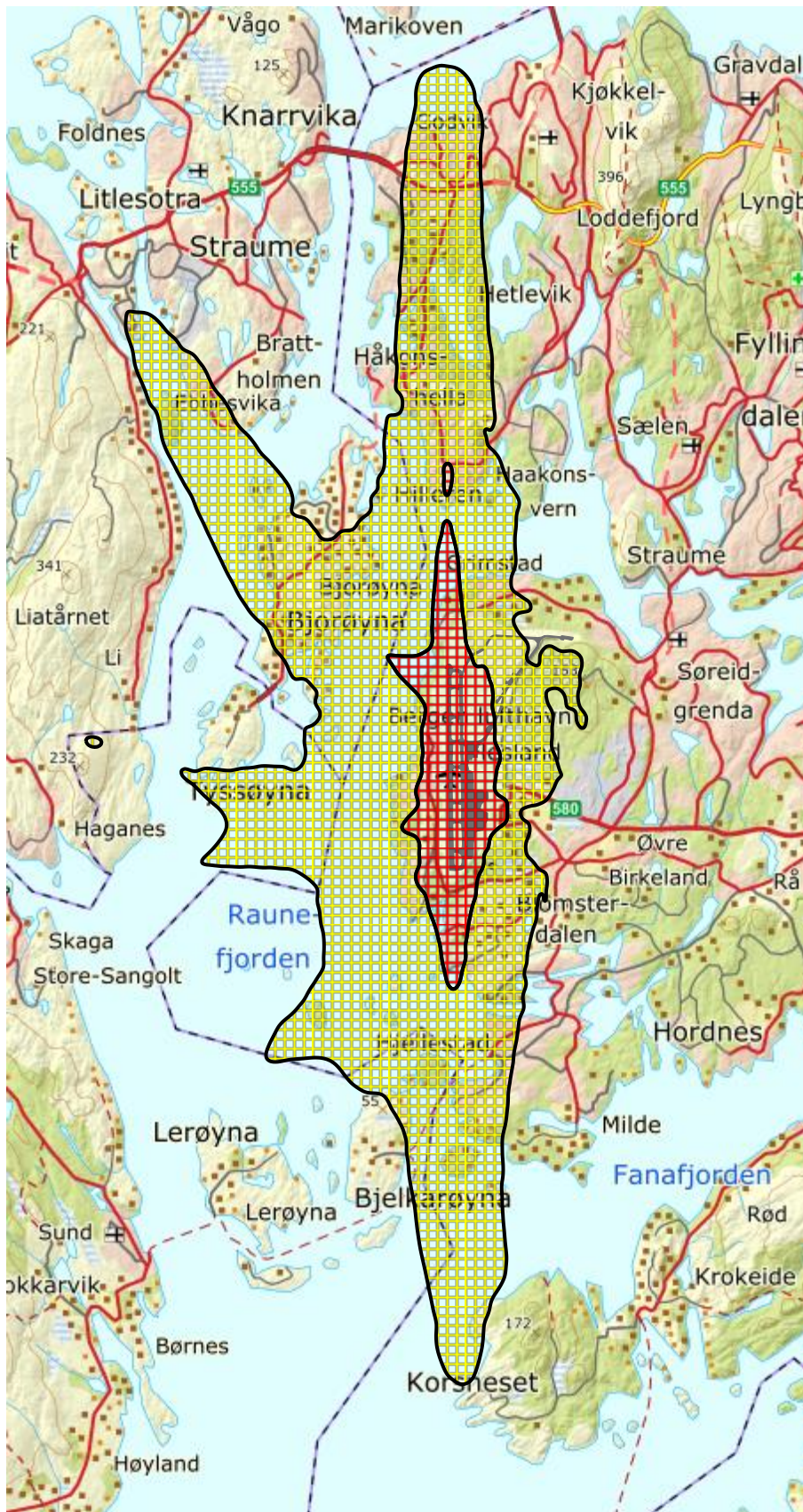
Støysone	Areal i 2017 (km ²)	Areal i 2028 (km ²)	Areal i 2060 (km ²)	Areal for støysonkart 2017-2028 (km ²)
Rød	8,6 (1,3)	5,5 (1,9)	6,5	8,7
Gul	51,7 (12,3)	45,1 (17,2)	43,0	58,1



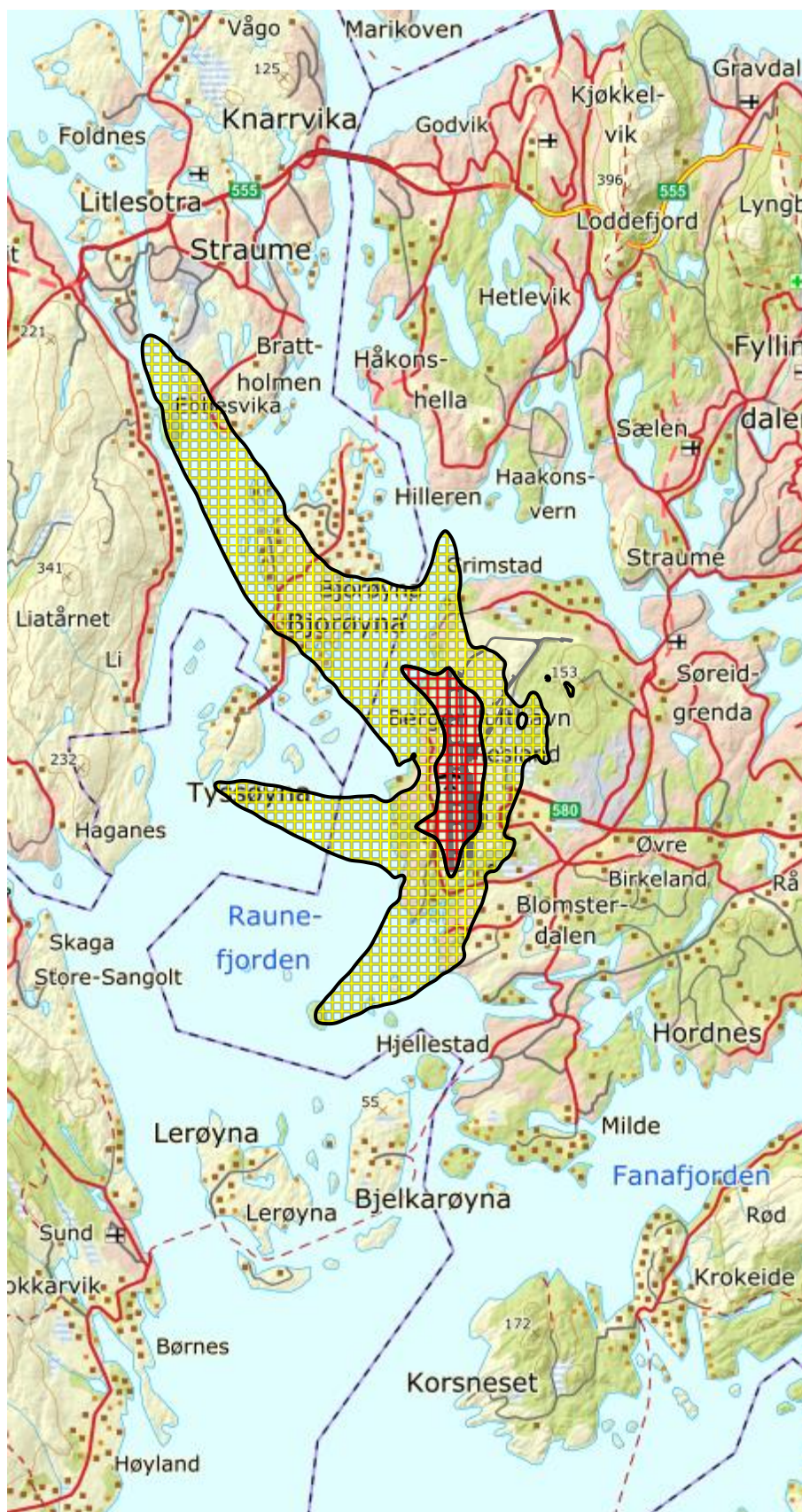
Figur 9-1. Rød og gul støysone for dagens situasjon (2017), samlet trafikk. M 1:100 000.



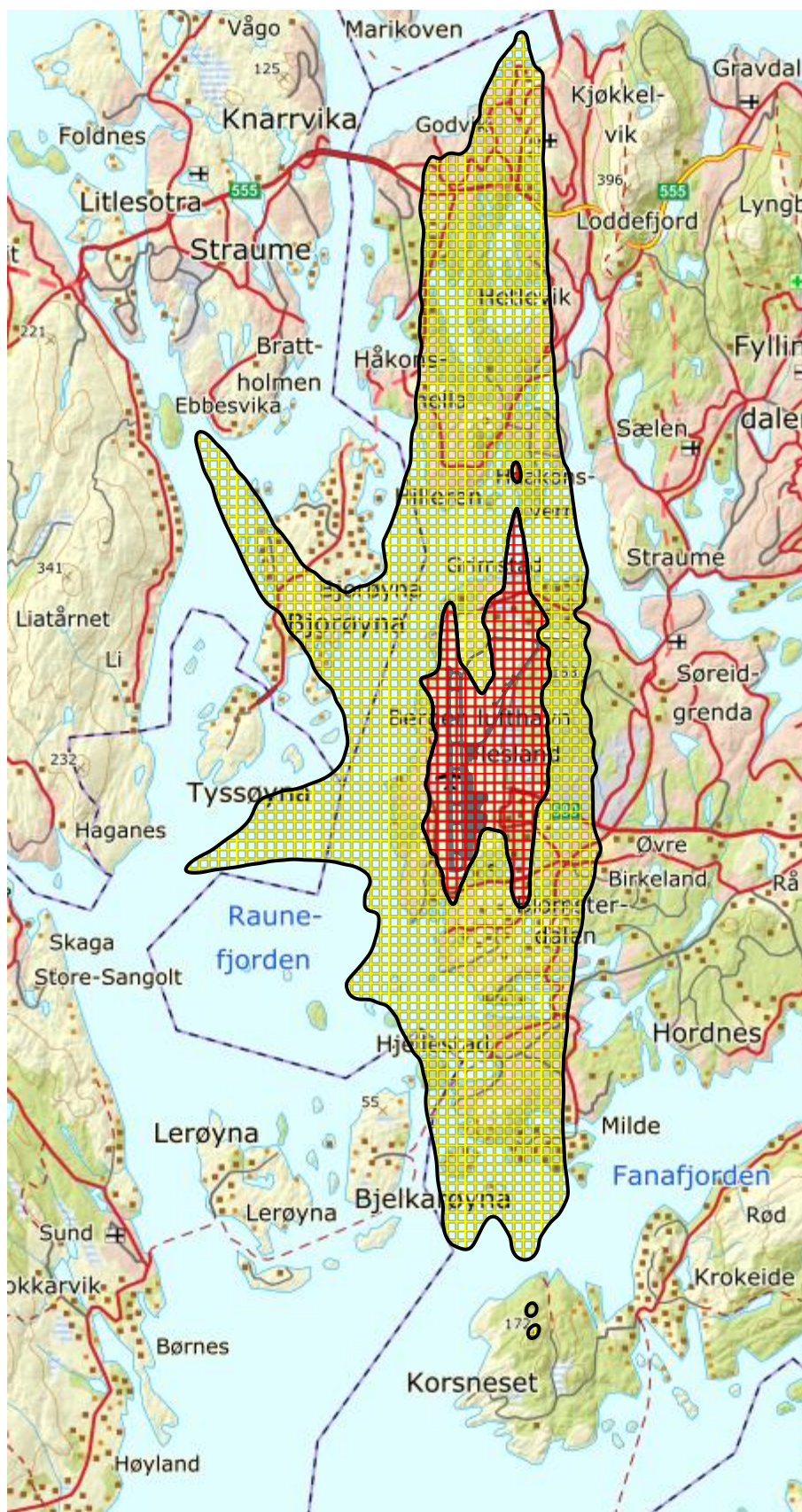
Figur 9-2. Rød og gul støysone for dagens situasjon (2017), med KUN offshore helikopter. M 1:100 000.



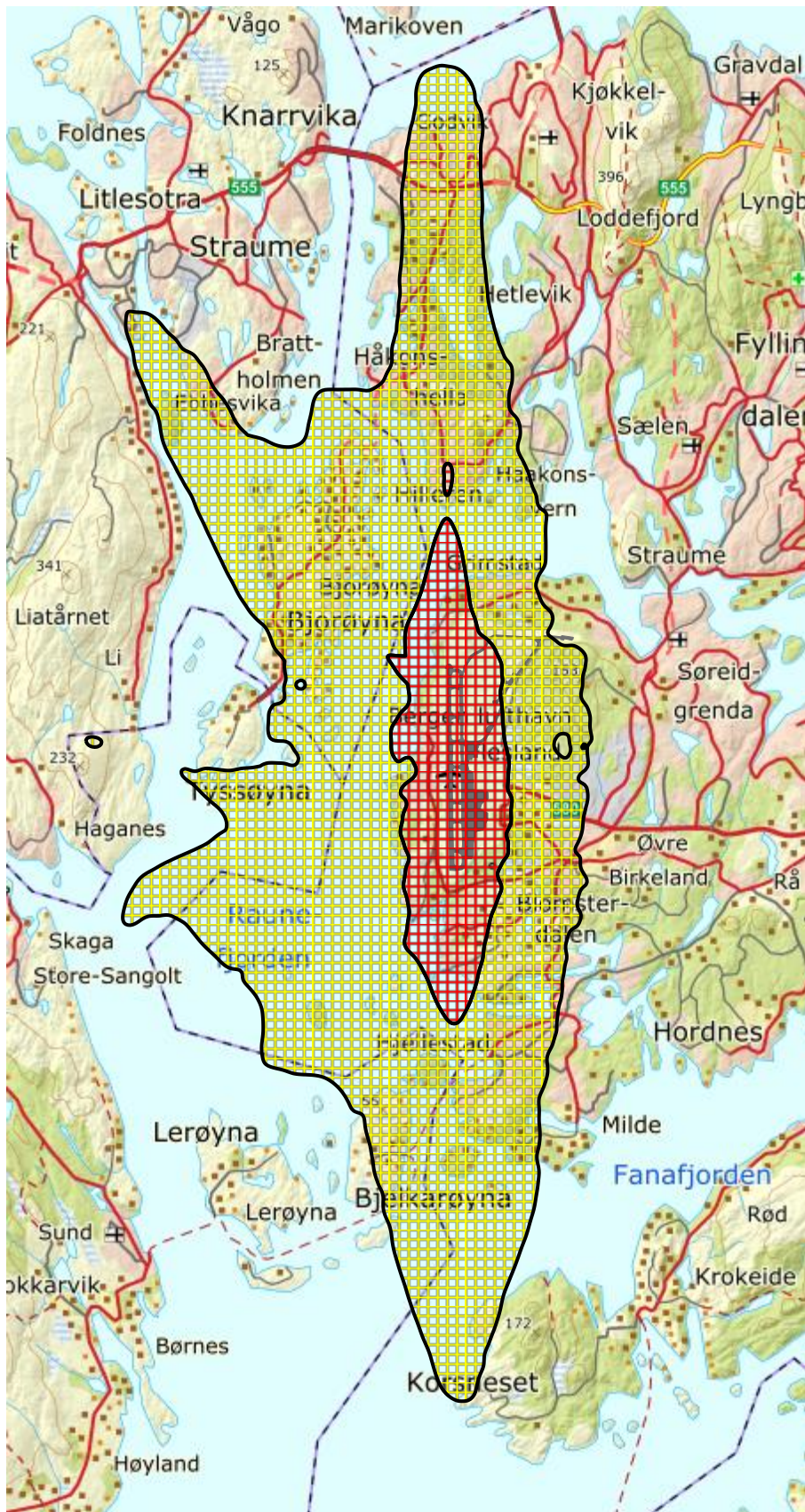
Figur 9-3. Rød og gul støysone for prognosesituasjon (2028), samlet trafikk. M 1:100 000.



Figur 9-4. Rød og gul støysone for prognosesituasjon (2028), med KUN offshore helikopter. M 1:100 000.



**Figur 9-5. Rød og gul støysone for perspektivberegning (2060).
M 1:100 000.**

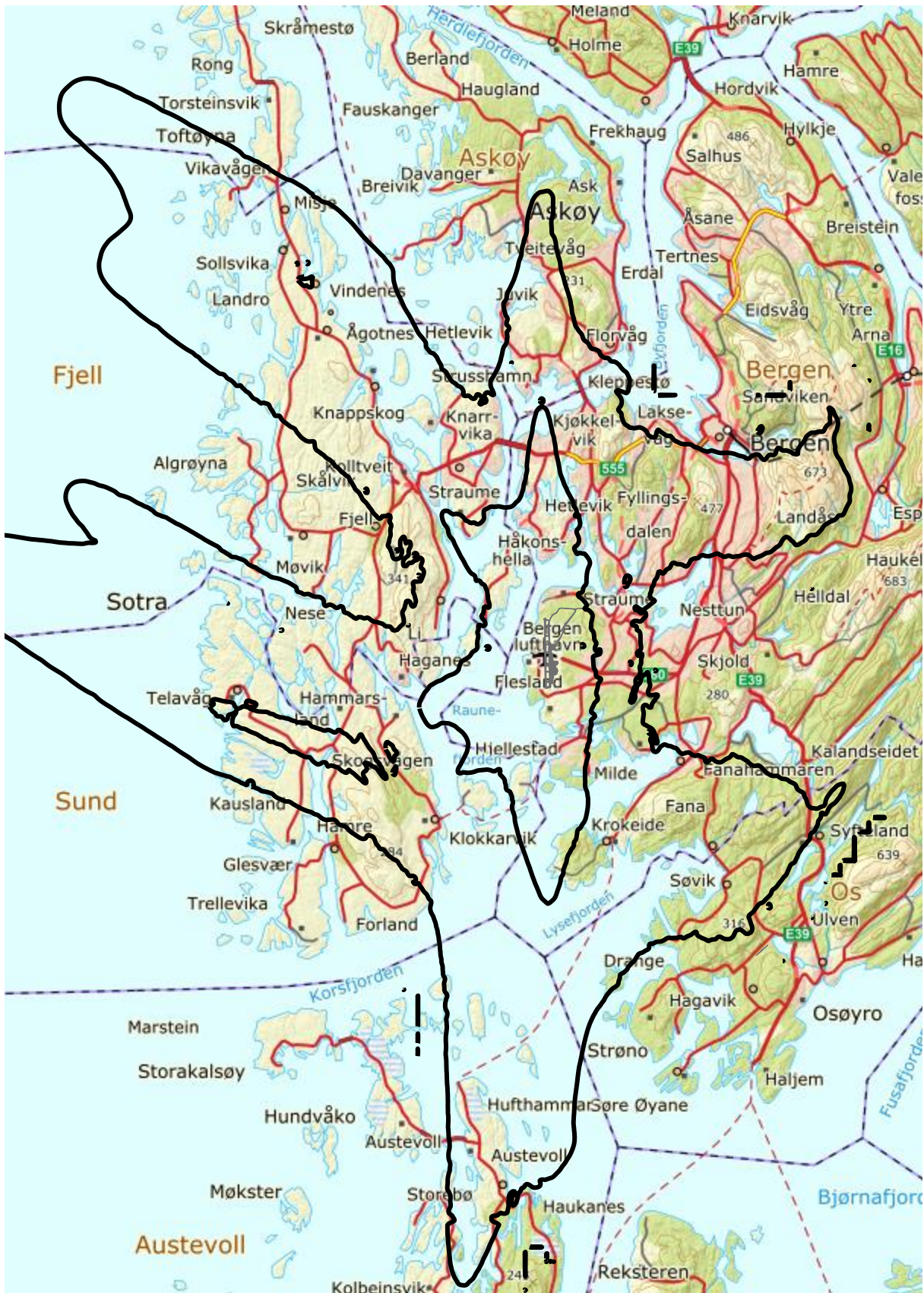


**Figur 9-6. Rød og gul støysone for Bergen lufthavn, Flesland for perioden 2017-2028.
M 1:100 000.**

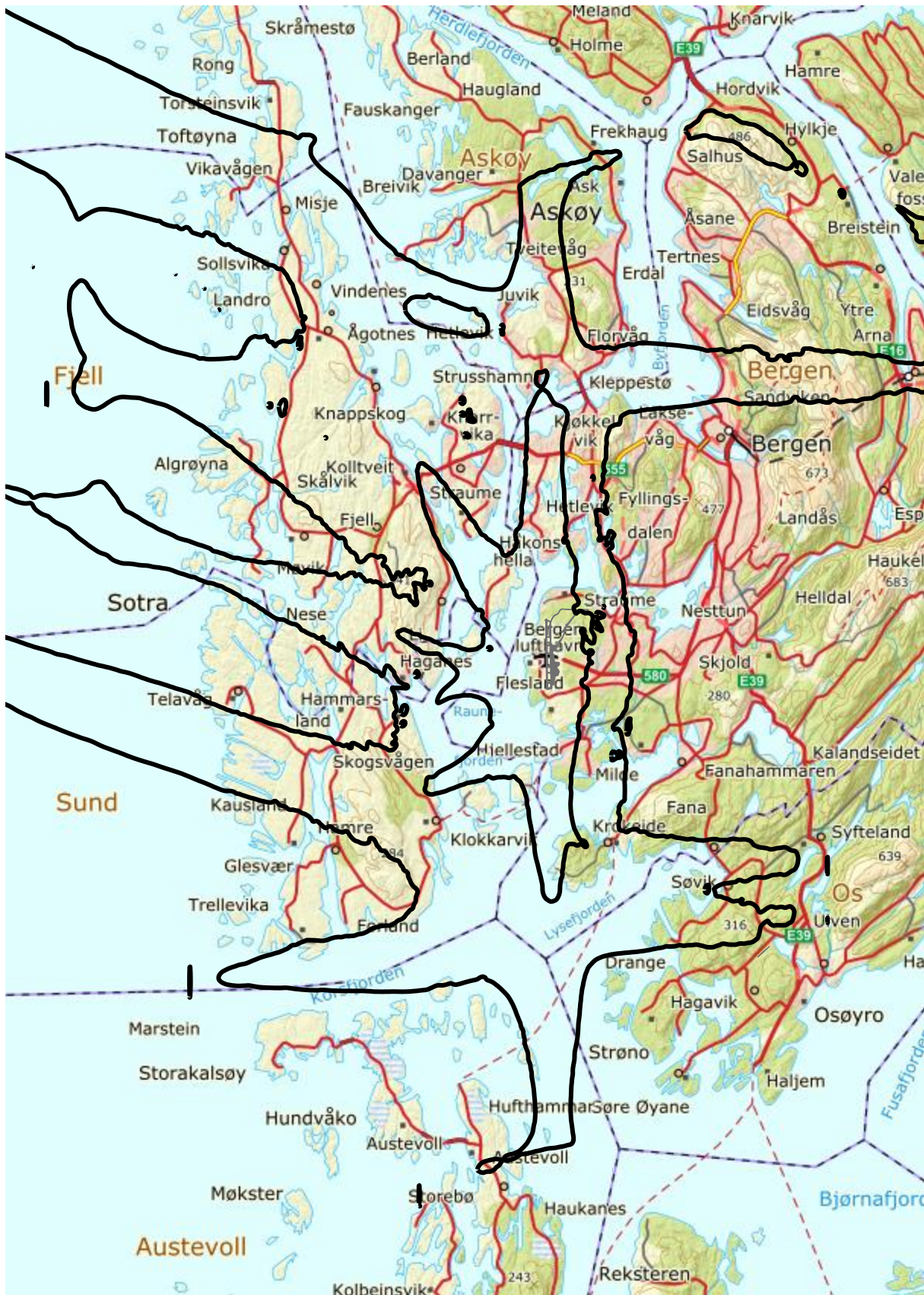
9.2 Kartlegging av stille soner

For å kunne definere stille områder i hht. retningslinjen, er det i Figur 9-7, Figur 9-8 og Figur 9-9 vist kart over L_{den} 40 dBA og 50 dBA for de tre scenarioene.

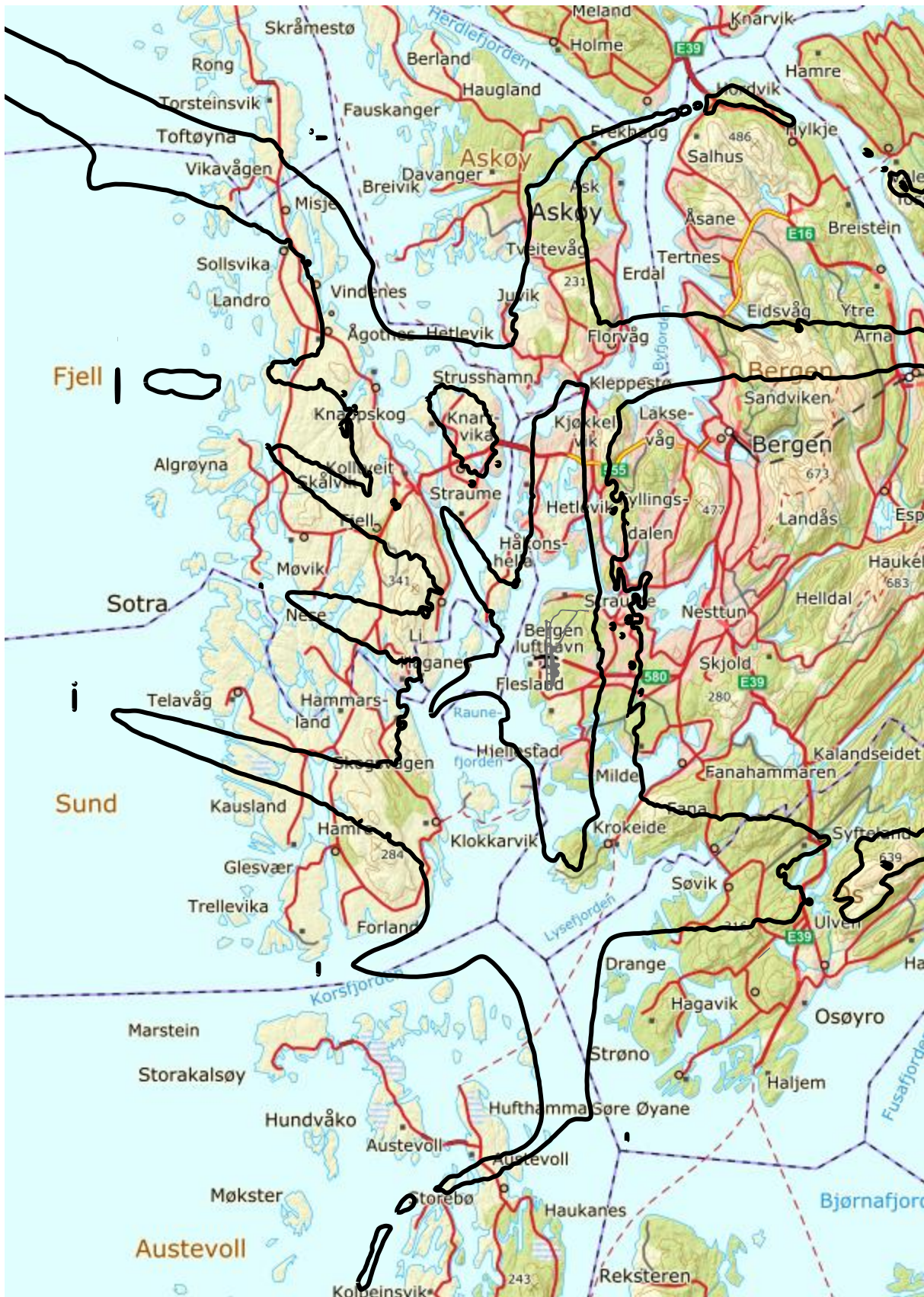
Disse beregningene dekker store områder med relativt lave nivåer. Beregningsprogrammets nøyaktighet er noe lavere for lave støynivå.



Figur 9-7. L_{den} 40 og 50 dBA for dagens situasjon (2017). M 1:250 000.



Figur 9-8. L_{den} 40 og 50 dBA for prognosesituasjon (2028). M 1:250 000.



**Figur 9-9. L_{den} 40 og 50 dBA for perspektivberegning (2060).
M 1:250 000.**

10 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

10.1 Kartlegging av innendørs støynivå

Kartleggingsgrensen for Bergen lufthavn, Flesland er i henhold til Tabell 4-1 lik $L_{Aekv24t}$ 62 dBA utendørs frittfeltnivå, da støy fra jetfly vil være dominerende i nærrområdene til flyplassen. Med en antatt fasadereduksjon på 27 dB tilsvarer det 35 dBA innendørs nivå. Dersom andre støykilder bidrar like mye som flystøy skal kartleggingsgrensen flyttes 3 dB lenger ut, altså til 59 dBA. Tentativ tiltaksgrense innendørs 42 dBA tilsvarer 69 dBA utendørs med samme fasadereduksjon.

Tabell 10-1 – Tabell 10-3 viser opptelling av berørte bygninger med støyømfintlig bruksformål og bosatte personer. Antall bosatte er et estimat, basert på gjennomsnittlig antall bosatte personer i ulike typer boliger. Merk at tabellene ikke tar hensyn til allerede gjennomførte tiltak.

Tabell 10-1. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for dagens situasjon (2017).

$L_{Aekv24t}$ (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
59 – 62	312	103	2	0	35
62 – 69	574	184	2	0	25
> 69	15	5	0	0	0

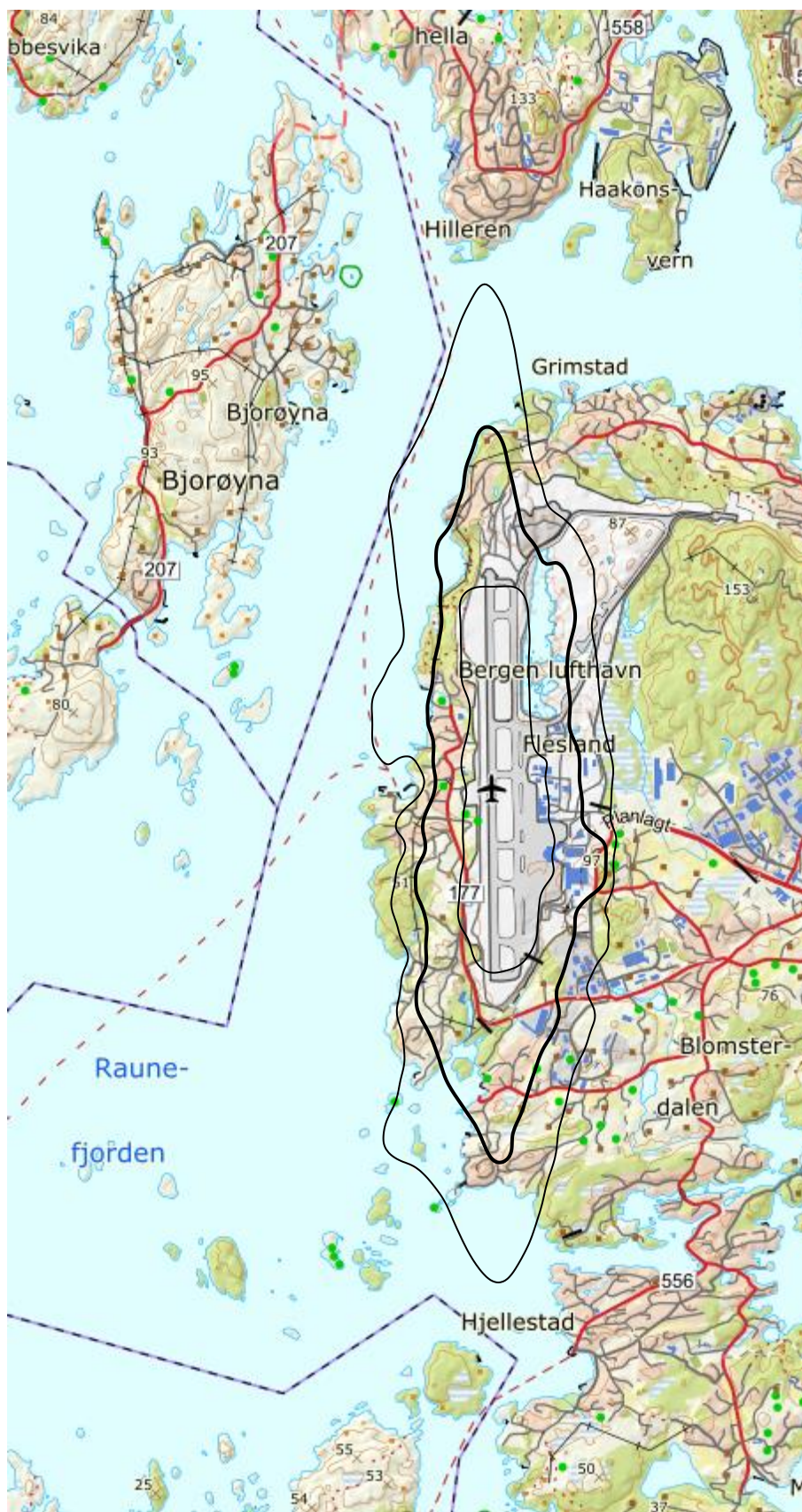
Tabell 10-2. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for prognosesituasjon (2028).

$L_{Aekv24t}$ (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
59 – 62	416	136	4	0	20
62 – 69	244	80	0	0	7
> 69	0	0	0	0	0

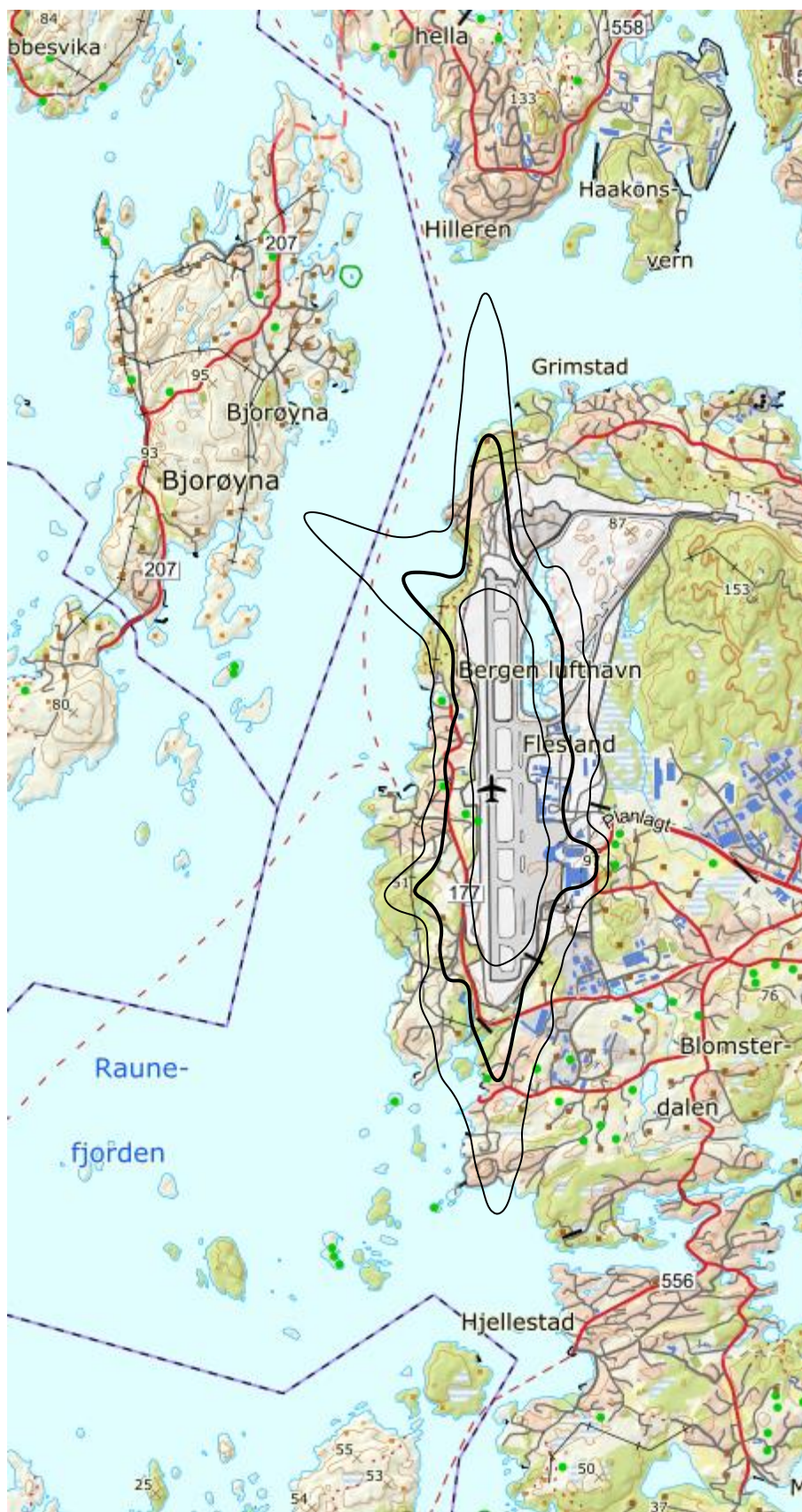
Tabell 10-3. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for perspektivberegning (2060).

$L_{Aekv24t}$ (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
59 – 62	386	132	0	0	7
62 – 69	95	32	0	0	5
> 69	3	1	0	0	0

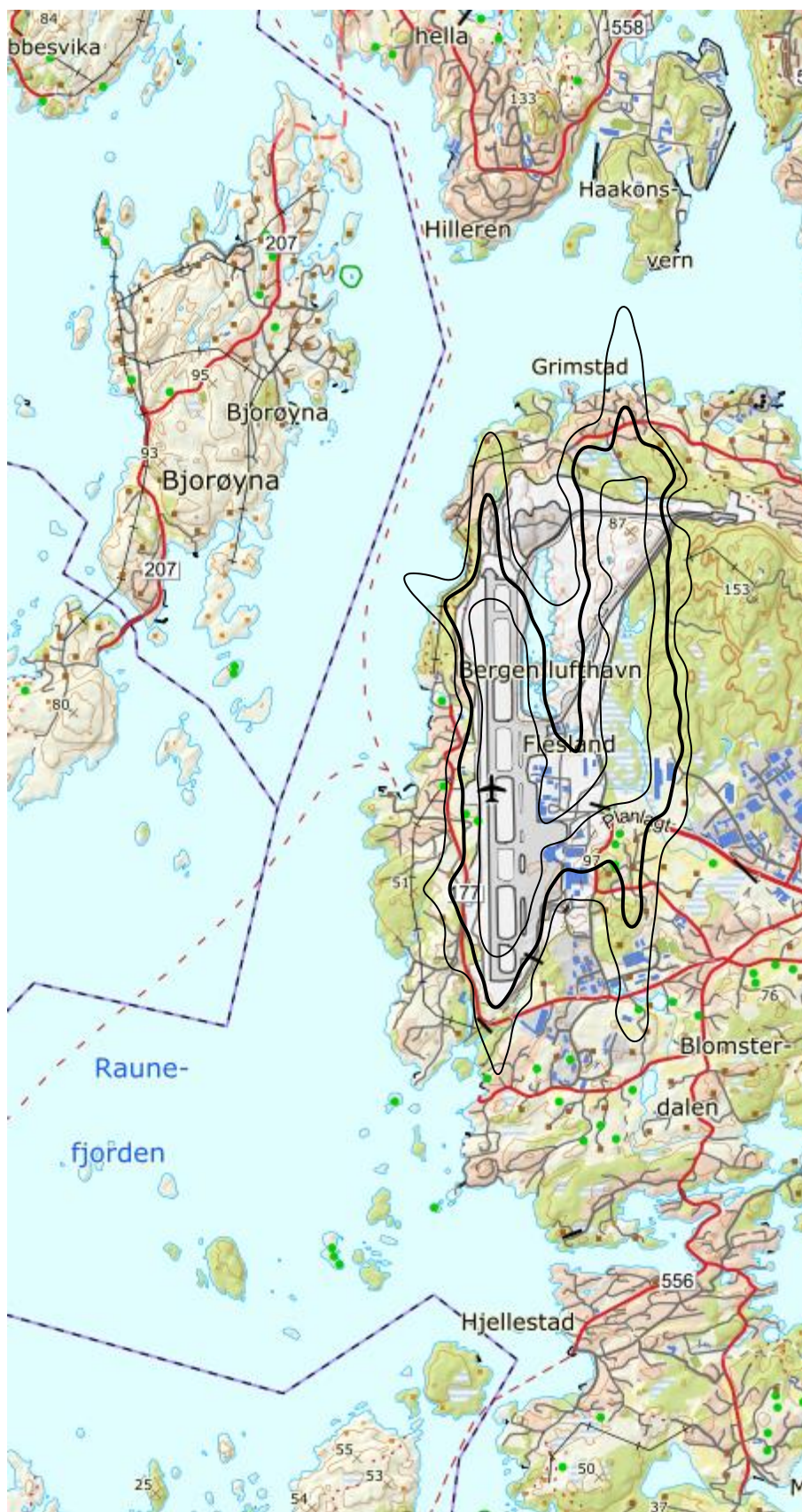
Figur 10-1 – Figur 10-3 viser kart over kartleggings- og tiltaksgrensene som beskrevet over.



Figur 10-1. Kartleggingsgrenser for dagens situasjon (2017). $L_{Aekv24t}$ 59, 62 og 69 dBA. M 1:50 000.



Figur 10-2. Kartleggingsgrenser for prognosesituasjon (2028). $L_{Aekv24t}$ 59, 62 og 69 dBA. M 1:50 000.



Figur 10-3. Kartleggingsgrenser for perspektivberegning (2060). $L_{Aekv24t}$ 59, 62 og 69 dBA. M 1:50 000.

10.2 Kartlegging av utendørs støynivå

Strategisk støykartlegging gjennomføres i henhold til forurensingsforskriften [17], del 2, kap. 5, avsnitt III, samt vedlegg 2 til del 2. Utover beregningene presentert i forrige avsnitt, blir det også beregnet for andre målenheter i gitte intervall.

Tabell 10-4 – Tabell 10-6 viser antall bosatte og bygninger med støyømfintlig bruksformål med $L_{Aekv24t}$ 50 dBA og høyere i 5 dB intervaller. Figur 10-4 – Figur 10-6 viser kotekart for de aktuelle støynivåene. Figur 10-7 viser kumulative fordelinger. Diagrammene med de kumulative fordelingene leses slik at antall personer ved et gitt nivå er antall personer med dette støynivået eller høyere.

Tabell 10-4. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger som funksjon av $L_{Aekv24t}$ -nivå for dagens situasjon (2017).

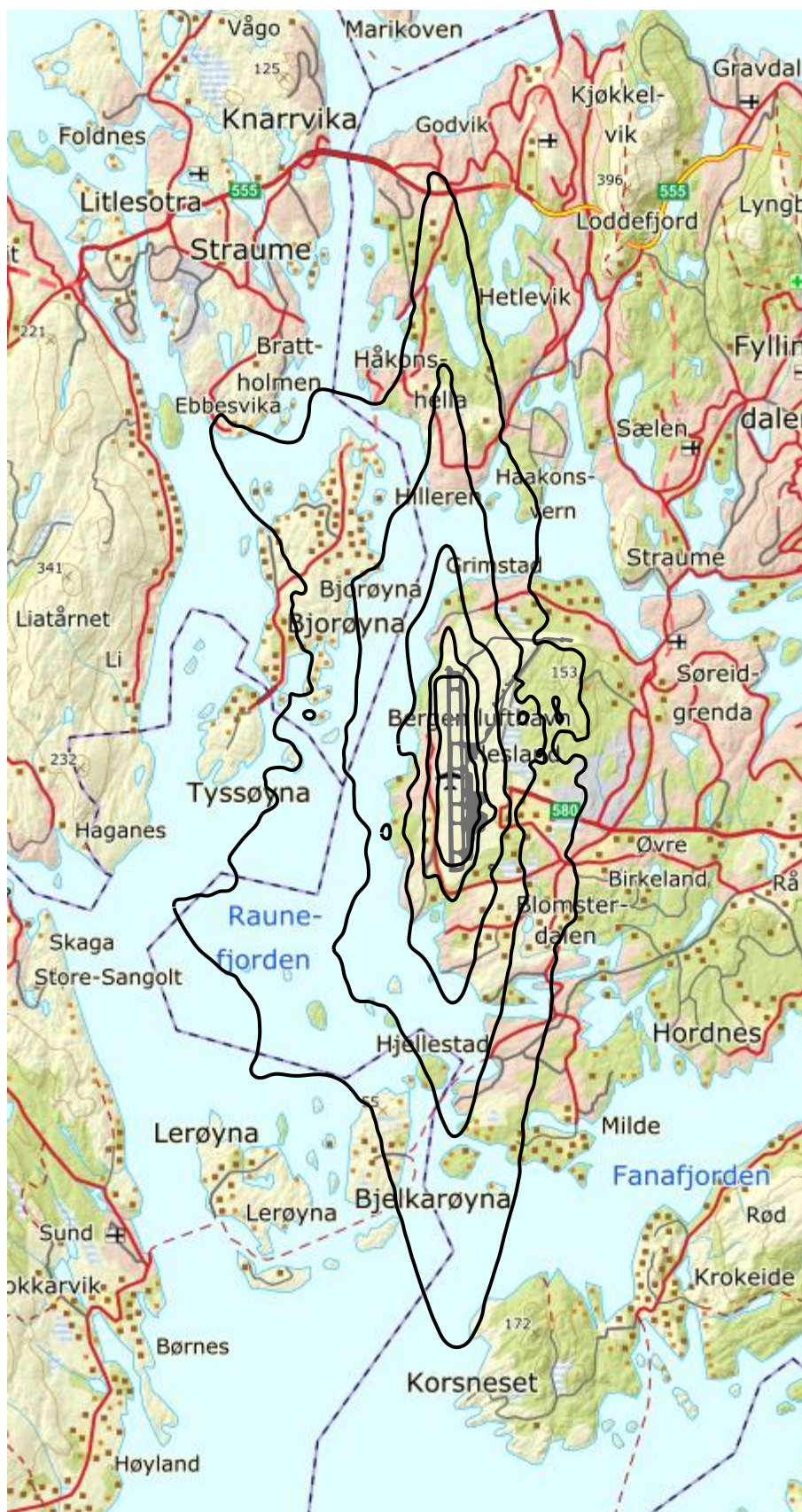
$L_{Aekv24t}$ (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
50 – 55	4875	1458	11	0	387
55 – 60	2003	668	1	0	106
60 – 65	643	208	4	0	34
65 – 70	174	54	0	0	6
> 70	3	1	0	0	0

Tabell 10-5. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger som funksjon av $L_{Aekv24t}$ -nivå for prognosesituasjon (2028).

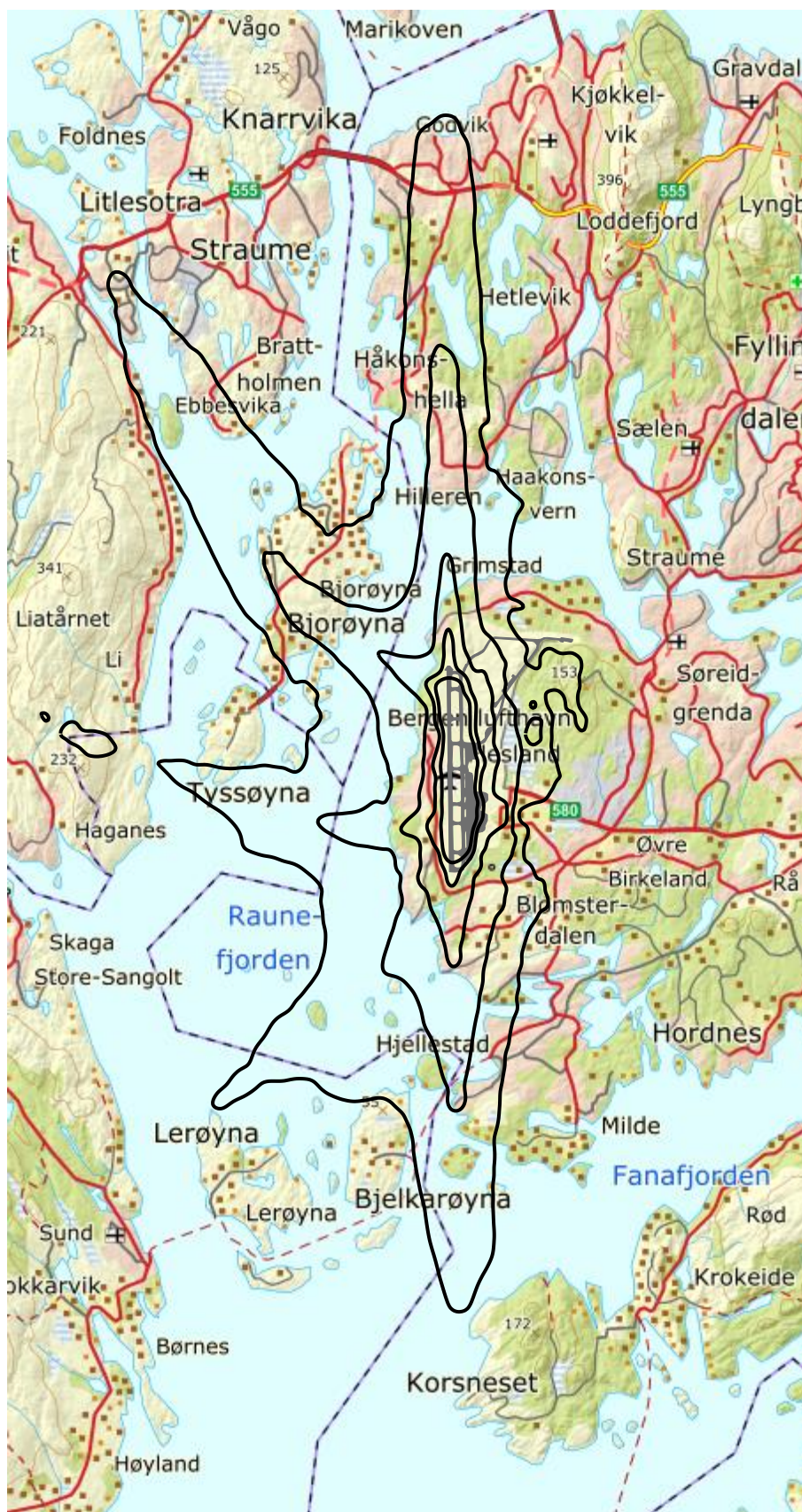
$L_{Aekv24t}$ (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
50 – 55	5253	1568	17	0	327
55 – 60	2062	685	3	0	80
60 – 65	452	146	2	0	20
65 – 70	31	11	0	0	3
> 70	0	0	0	0	0

Tabell 10-6. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger som funksjon av $L_{Aekv24t}$ -nivå for perspektivberegning (2060).

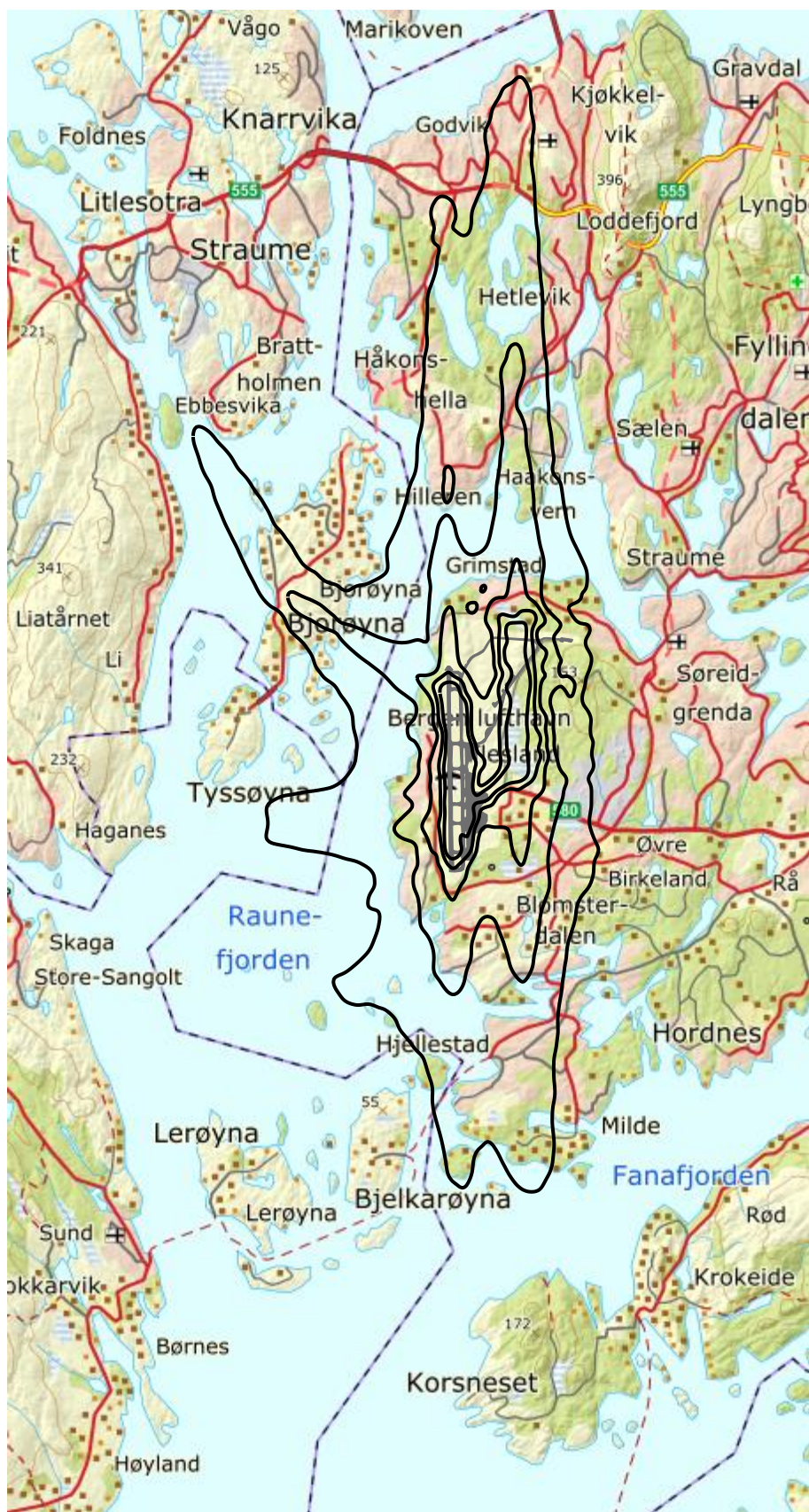
$L_{Aekv24t}$ (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
50 – 55	7495	2334	12	0	238
55 – 60	1313	413	13	0	51
60 – 65	283	100	0	0	6
65 – 70	8	3	0	0	1
> 70	0	0	0	0	0



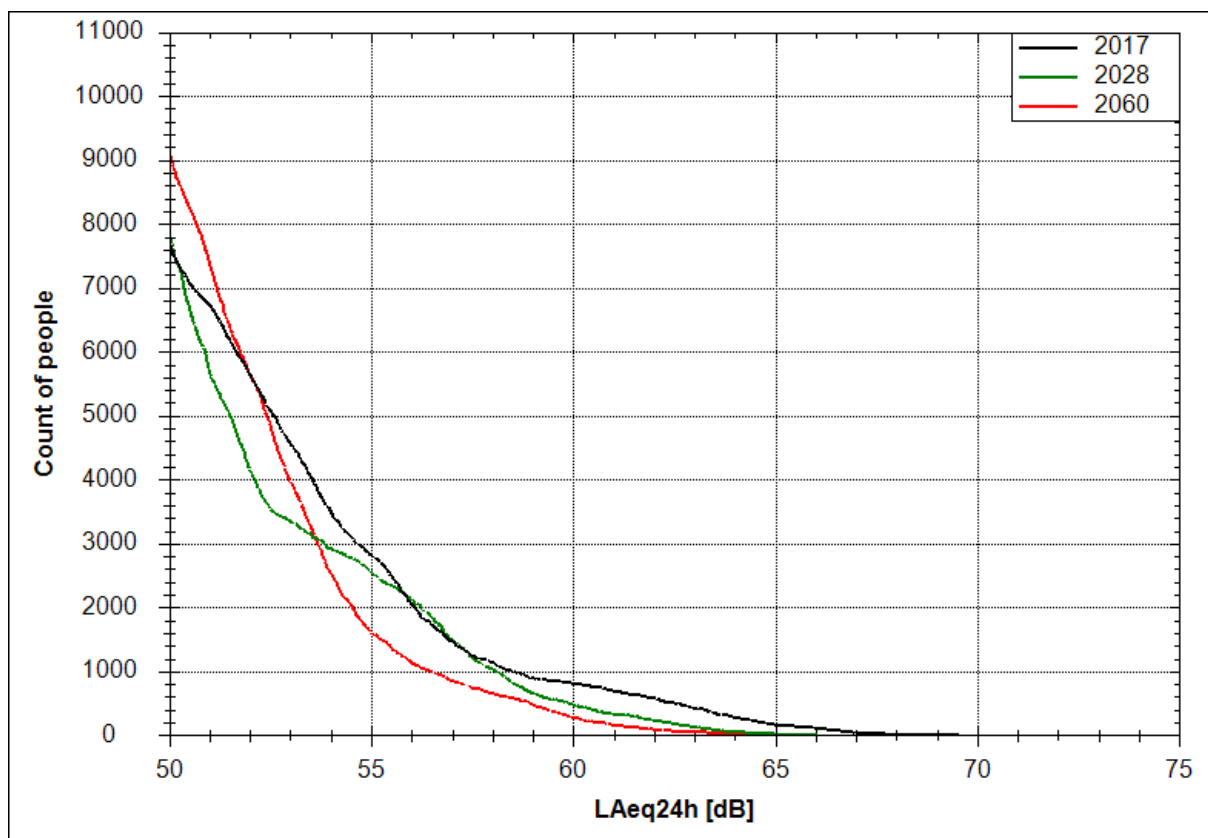
Figur 10-4. $L_{Aekv24t}$ for dagens situasjon (2017) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:100 000.



Figur 10-5. $L_{Aekv24t}$ for prognosesituasjon (2028) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:100 000.



Figur 10-6. $L_{Aekv24t}$ for perspektivberegning (2060) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:100 000.



Figur 10-7. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt i $L_{Aeqv24t}$ for 2017, 2028 og 2060.

Tabell 10-7 – Tabell 10-9 viser antall bosatte og bygninger med støyømfintlig bruksformål med L_{den} 50 dBA og høyere i 5 dB intervaller. Figur 10-8 – Figur 10-10 viser kotekart for de aktuelle støynivåene. Figur 10-11 viser kumulative fordelinger. Diagrammene med de kumulative fordelingene leses slik at antall personer ved et gitt nivå er antall personer med dette støynivået eller høyere.

Tabell 10-7. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger som funksjon av L_{den} -nivå for dagens situasjon (2017).

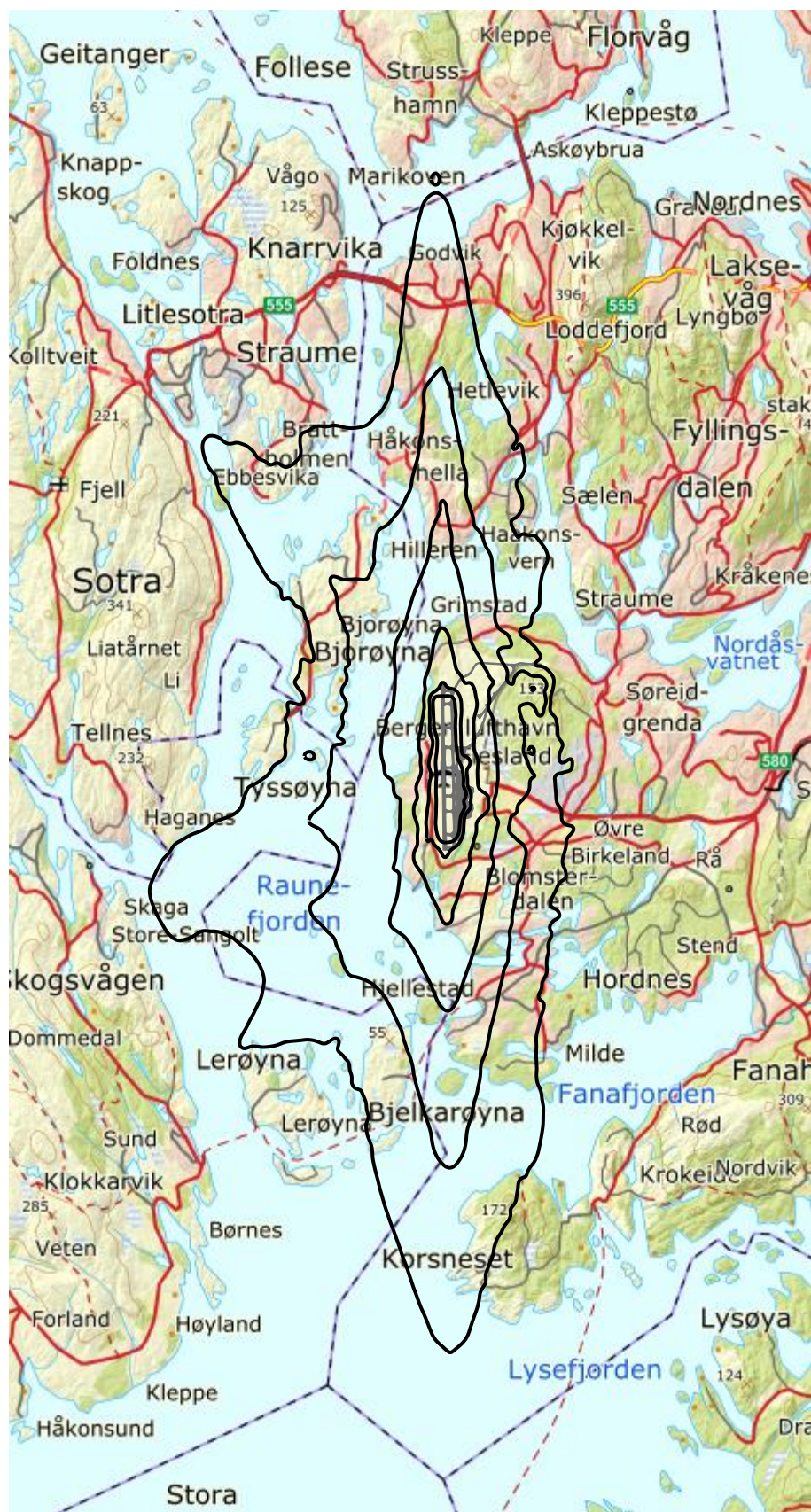
L_{den} (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
50 – 55	7867	2313	33	1	392
55 – 60	3804	1187	3	0	239
60 – 65	997	331	2	0	66
65 – 70	529	170	2	0	25
70 – 75	45	15	0	0	1
> 75	0	0	0	0	0

Tabell 10-8. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger som funksjon av L_{den} -nivå for prognosesituasjon (2028).

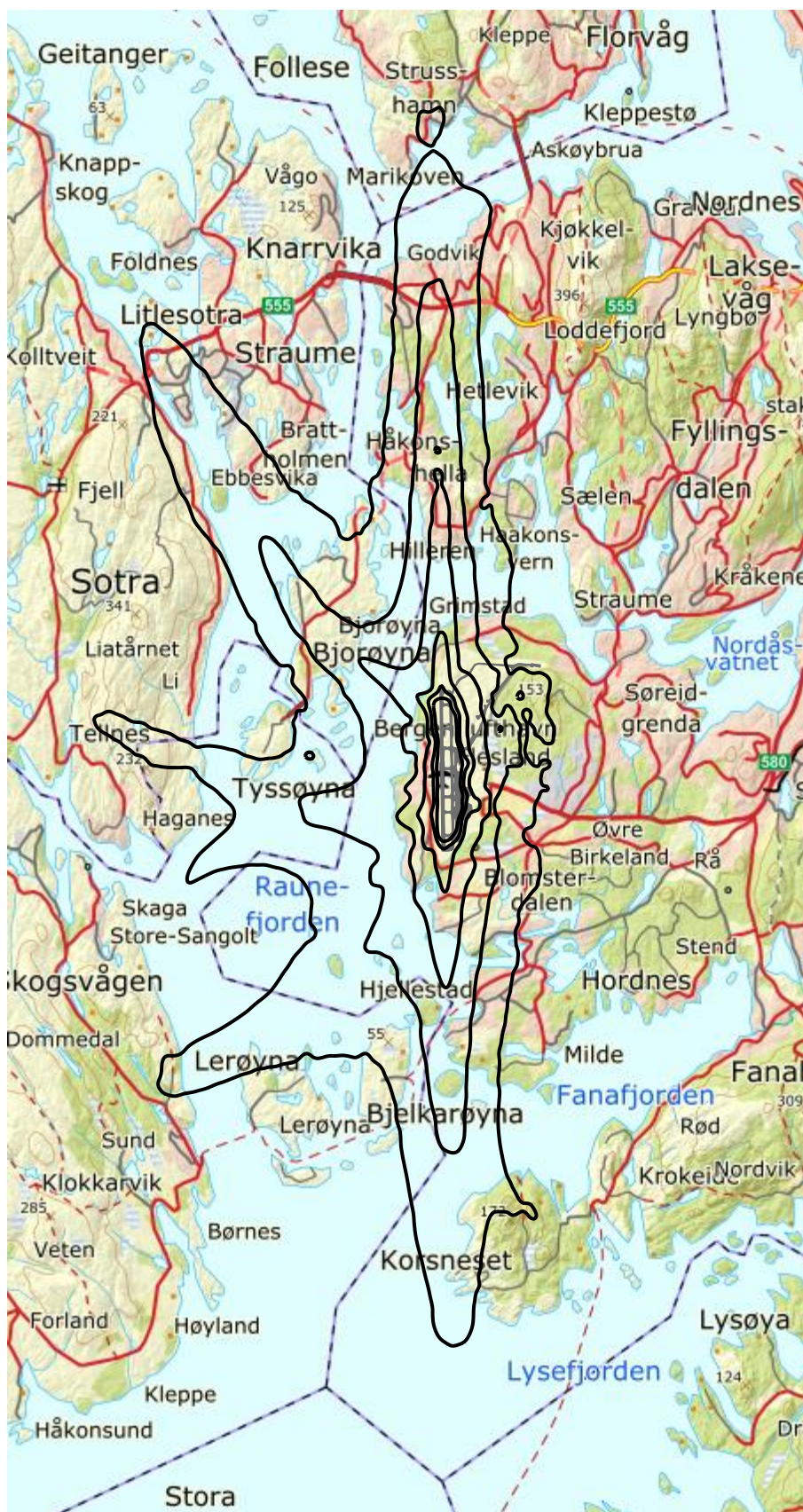
L_{den} (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
50 – 55	9431	2827	35	0	461
55 – 60	2621	804	3	0	166
60 – 65	1384	445	5	0	34
65 – 70	226	74	0	0	7
70 – 75	0	0	0	0	0
> 75	0	0	0	0	0

Tabell 10-9. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger som funksjon av L_{den} -nivå for perspektivberegning (2060).

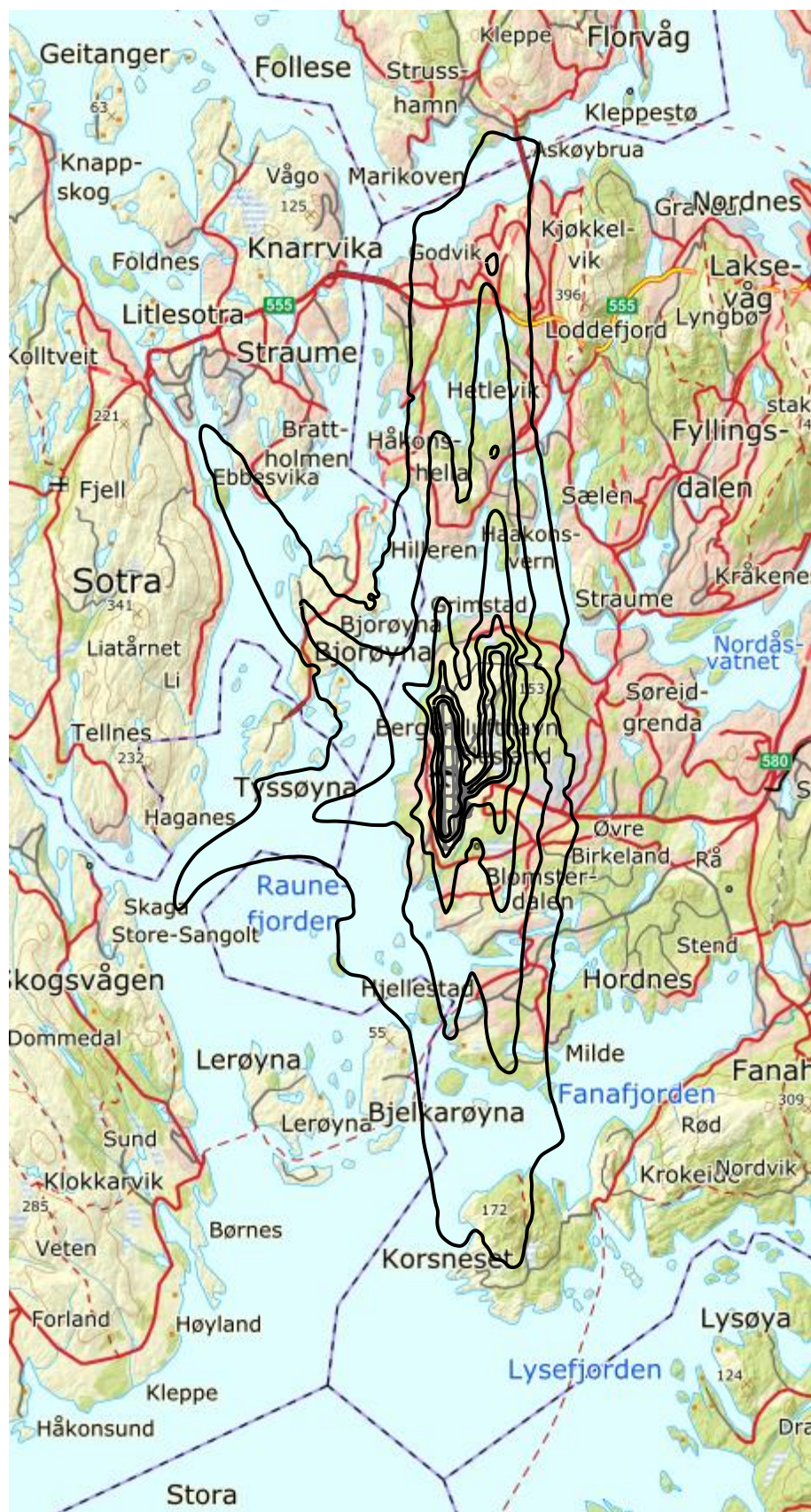
L_{den} (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
50 – 55	13173	3019	32	3	357
55 – 60	5138	1614	17	0	133
60 – 65	712	234	3	0	23
65 – 70	102	35	0	0	3
70 – 75	3	1	0	0	0
> 75	0	0	0	0	0



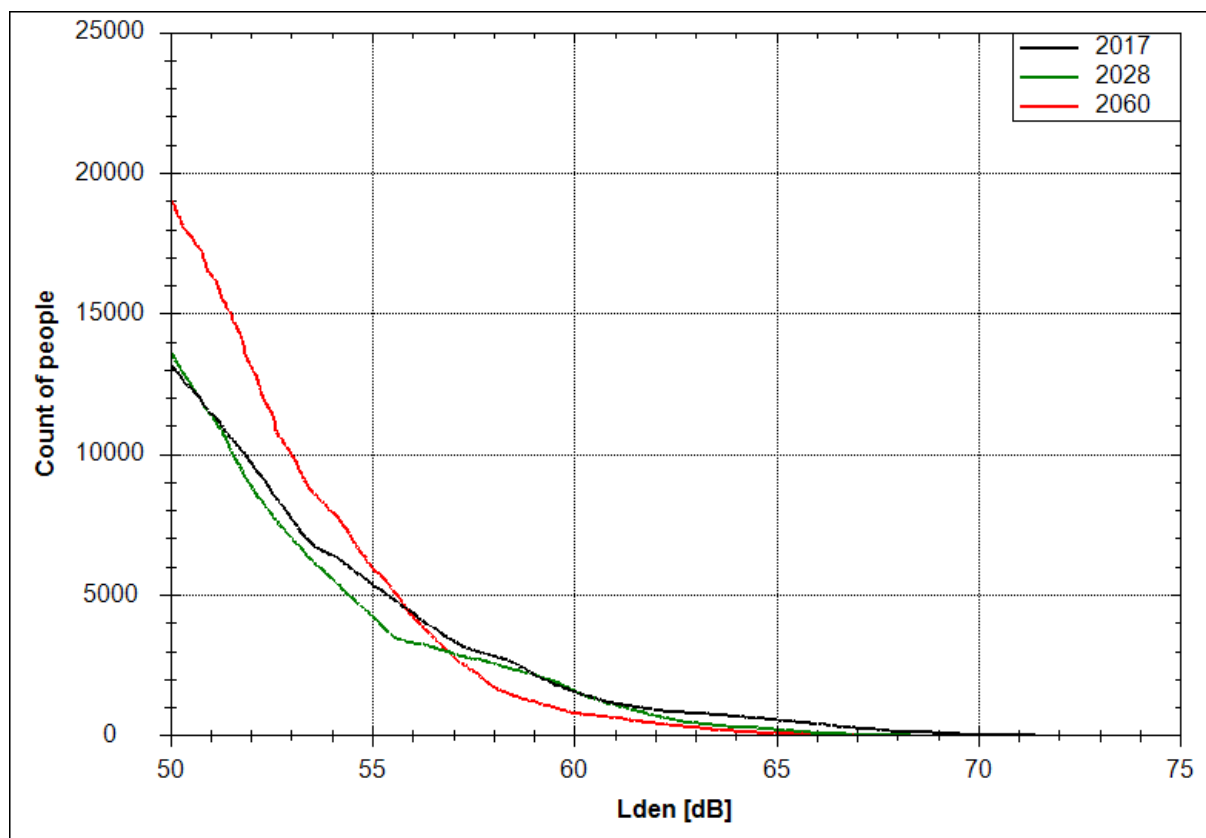
Figur 10-8. L_{den} for dagens situasjon (2017) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:125 000.



Figur 10-9. L_{den} for prognosesituasjon (2028) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:125 000.



Figur 10-10. L_{den} for perspektivberegning (2060) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:125 000.



Figur 10-11. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt i L_{den} for 2017, 2028 og 2060.

I hht. forskriften skal det også beregnes samlet areal for de områder som utsettes for L_{den} -nivå over hhv. 55, 65 og 75 dBA.

Tabell 10-10. Samlet areal innenfor gitte koteverdier for L_{den} .

L_{den} (dBA)	Areal 2017 (km ²)	Areal 2028 (km ²)	Areal 2060 (km ²)
> 55	37,4	27,4	27,7
> 65	4,7	2,9	4,2
> 75	1,2	1,0	1,3

Tabell 10-11 – Tabell 10-13 viser antall bosatte og bygninger med støyømfintlig bruksformål med L_{night} 50 dBA og høyere i 5 dB intervaller. Figur 10-12 – Figur 10-14 viser kotekart for de aktuelle støy nivåene. Figur 10-15 viser kumulative fordelinger. Diagrammene med de kumulative fordelingene leses slik at antall personer ved et gitt nivå er antall personer med dette støy nivået eller høyere.

Tabell 10-11. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger som funksjon av L_{night} -nivå for dagens situasjon (2017).

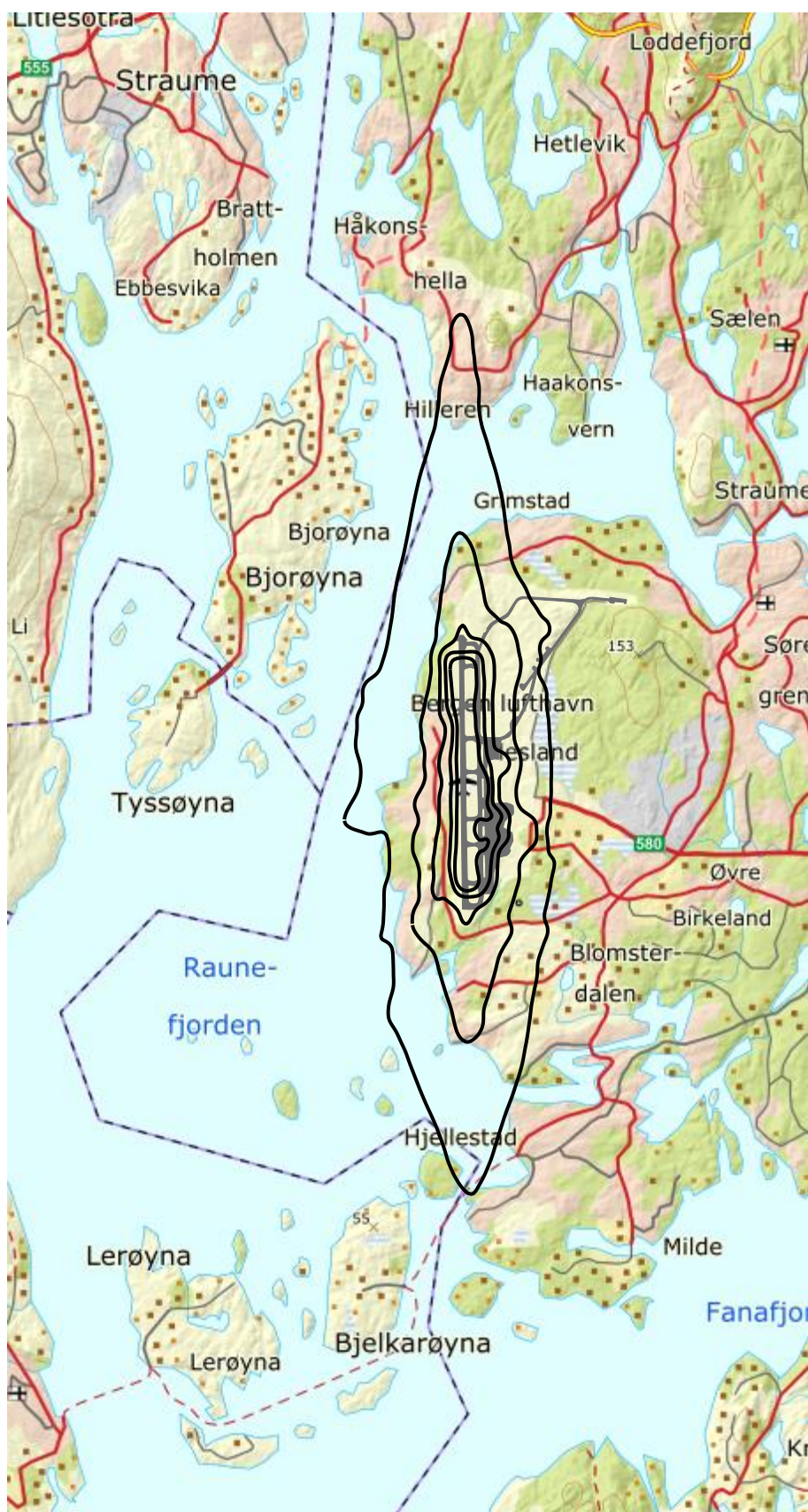
L_{night} (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
50 – 55	1151	385	2	0	78
55 – 60	557	180	3	0	23
60 – 65	60	18	0	0	2
65 – 70	0	0	0	0	0
> 70	0	0	0	0	0

Tabell 10-12. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger som funksjon av L_{night} -nivå for prognosesituasjon (2028).

L_{night} (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
50 – 55	1575	513	5	0	34
55 – 60	224	73	0	0	9
60 – 65	0	0	0	0	0
65 – 70	0	0	0	0	0
> 70	0	0	0	0	0

Tabell 10-13. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger som funksjon av L_{night} -nivå for perspektivberegning (2060).

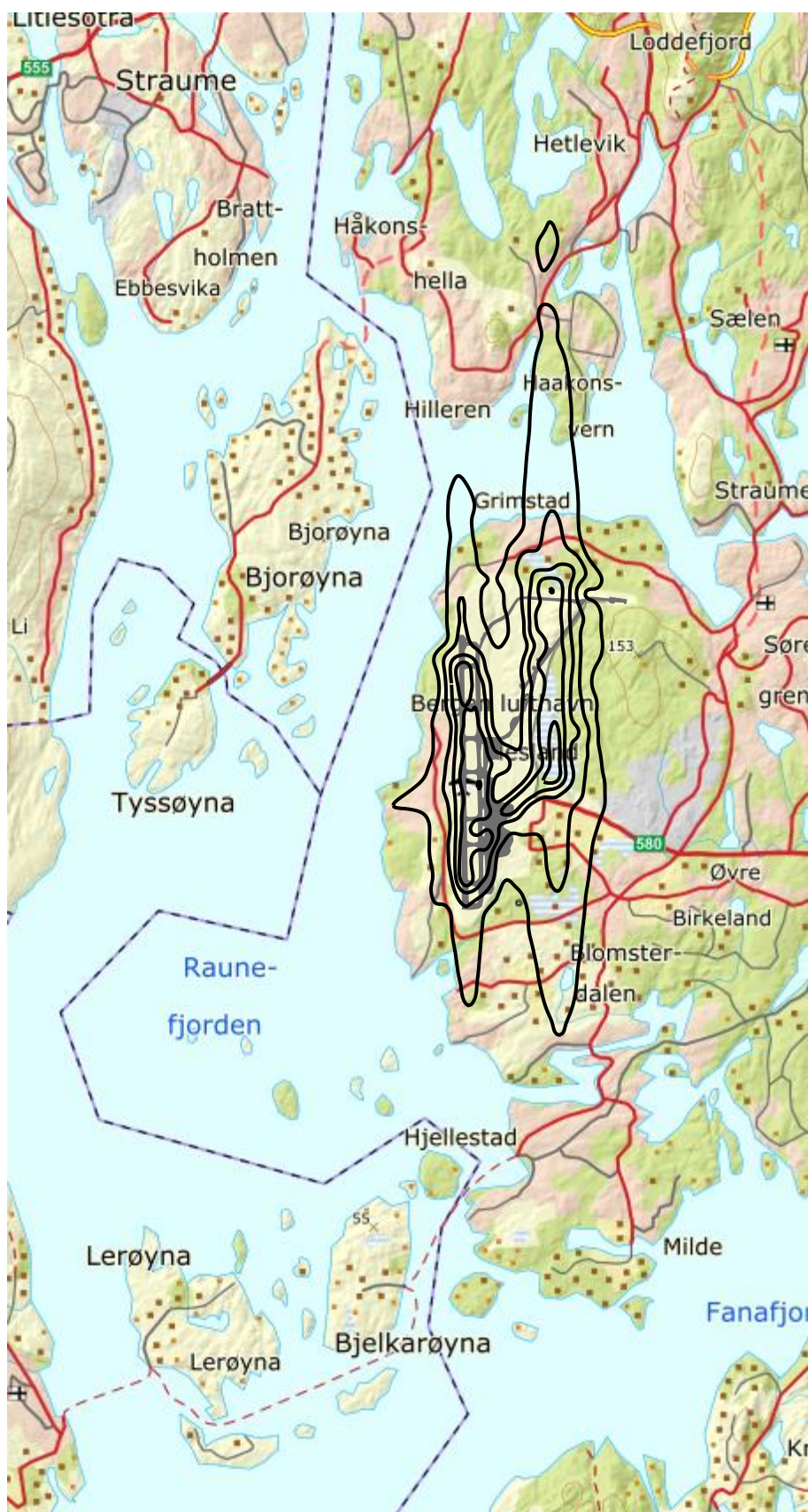
L_{night} (dBA)	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
50 – 55	811	260	3	0	26
55 – 60	133	45	0	0	2
60 – 65	8	3	0	0	1
65 – 70	0	0	0	0	0
> 70	0	0	0	0	0



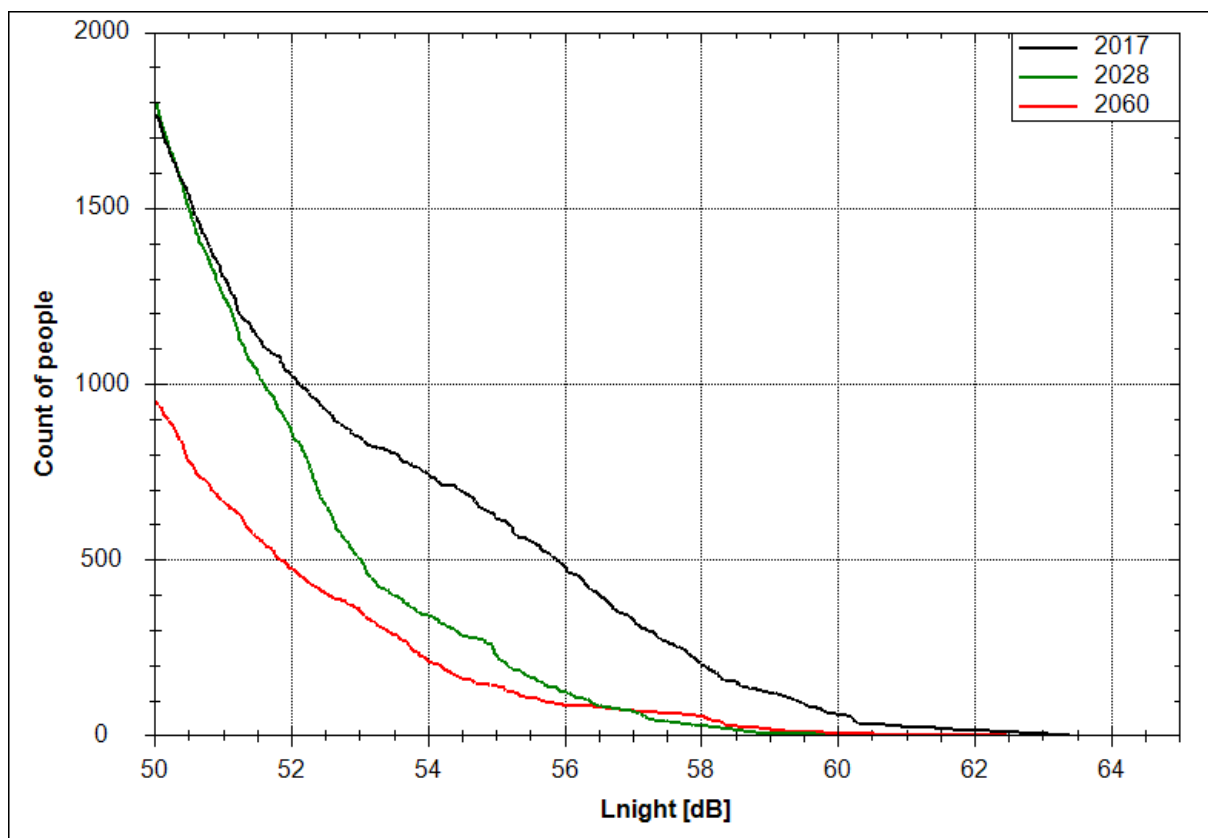
Figur 10-12. L_{night} for dagens situasjon (2017) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:75 000.



Figur 10-13. L_{night} for prognosesituasjon (2028) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:75 000.



Figur 10-14. L_{night} for perspektivberegning (2060) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:75 000.



Figur 10-15. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt i L_{night} for 2017, 2028 og 2060.

11 REFERANSER

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 byggforskning sinstitutt 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. Osmundsen, E., *MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA*. 2011, Miljøakustikk AS.
21. Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available from: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>.
22. *Noise Modelling for the Airports Commission: Imminent/Future Aircraft Modelling Assumptions and Aircraft Allocation*. Dec 2014, UK/CAA Environmental Research and Consultancy Department.
23. Avinor. *AIP Norway*. 2016.
24. Hengebøl, P., *Traségrunnlag for støyberegning av Flesland. Konseptskisser inn- og utflygingsprosedyrer ENBR helikopter og fixed-wing*. 2018-10-04, Avinor.

12 VEDLEGG

Tabell 12-1. Fordeling av flytyper på flytypekategorier. NB: For perspektivberegning (2060) er kategoriene merket (*) satt til TUNG. Trafikk med disse flytypene skjer bare fra vestre (eksisterende) bane, ikke ny østre bane.

Flytype	Grp	Flytype	Grp	Flytype	Grp
7373B2	JET	CL601	JET	F16N	JAGER
737400	JET	CNA172	GA	FAL20	JET
737500	JET	CNA182	GA	GASEPF	GA
737700	JET	CNA206	GA	GASEPV	GA
737800	JET	CNA441	TURBO	GII	JET
74720B	JET (*)	CNA500	JET	GIIB	JET
747400	JET (*)	CNA510	JET	GIV	JET
757PW	JET (*)	CNA525C	JET	GV	JET
767300	JET (*)	CNA55B	JET	HS748A	TURBO
A109K2	H	CNA560E	JET	IA1125	JET
A319	JET	CNA560XL	JET	L188	TURBO
A320	JET	CNA680	JET	LEAR35	JET
A32123	JET	CNA750	JET	LHEL	H
A330-301	JET (*)	COMSEP	GA	MD83	JET
A330-343	JET (*)	DHC6	TURBO	MHEL	H
A340	JET (*)	DHC8	TURBO	MU3001	JET
A340-642	JET (*)	DHC830	TURBO	PA28	GA
AW169	H	DO228	TURBO	PA31	GA
BAE146	JET	E3A	JET (*)	S92	HOFF
BEC58P	GA	ECLIPSE500	JET	SA330	HOFF
C130HP	TURBO	EMB145	JET	SA350	H
C17	JET (*)	EMB170	JET	SABR80	JET
CIT3	JET	EMB190	JET	SF340	TURBO
CL600	JET	F10062	JET	THEL	H

Tabell 12-2. Fordeling av destinasjoner på grupper av himmelretninger. NB: Destinasjon ENUL er feilkodet i Journal, og brukes for offshore trafikk med ikke oppgitt destinasjon.

Destinasjon	Grp	Destinasjon	Grp	Destinasjon	Grp	Destinasjon	Grp
BGMV	NW	EBAW	S	EDDM	S	EDHL	SE
BGSF	NW	EBBR	S	EDDN	S	EDJA	S
BIAR	NW	EBCI	S	EDDP	SE	EDLP	S
BIEG	NW	EBLG	S	EDDS	S	EDLV	S
BIKF	NW	EBOS	S	EDDT	SE	EDLW	S
BIRK	NW	EDAZ	SE	EDDV	S	EDQM	SE
CYHZ	W	EDDB	SE	EDDW	S	EDTY	S
CYQX	W	EDDF	S	EDFB	S	EDWE	S
DAUG	S	EDDG	S	EDFE	S	EDXW	S
DNPO	S	EDDH	SE	EDFH	S	EETN	E
DTTA	S	EDDK	S	EDFZ	S	EFHF	E
DAAG	S	EDDL	S	EDHK	SE	EFHK	E

Destinasjon	Grp
EFKK	NE
EFKU	NE
EFOU	NE
EFSI	NE
EFTP	E
EFVA	NE
EGAC	SW
EGBB	SW
EGBJ	SW
EGCC	SW
EGEO	SW
EGET	W
EGGD	SW
EGGP	SW
EGGW	SW
EGHH	SW
EGHI	SW
EGHQ	SW
EGJJ	SW
EGKA	S
EGKB	S
EGKK	S
EGLC	S
EGLD	SW
EGLF	SW
EGLL	S
EGNH	SW
EGNJ	SW
EGNM	SW
EGNR	SW
EGNS	SW
EGNT	SW
EGNV	SW
EGNX	SW
EGPA	W
EGPB	W
EGPC	W
EGPD	SW
EGPE	SW
EGPF	SW
EGPH	SW
EGPK	SW
EGPM	W
EGPN	SW
EGSH	S
EGSS	S
EGTC	SW
EGTE	SW
EGTK	SW
EGUN	S
EGVN	SW
EGWU	S

Destinasjon	Grp
EGXE	SW
EGXW	SW
EGAA	SW
EHAM	S
EHBK	S
EHEH	S
EHLE	S
EHRD	S
EIDW	SW
EINN	SW
EKAH	SE
EKBI	SE
EKCH	SE
EKEB	S
EKGH	SE
EKKA	SE
EKMB	SE
EKOD	SE
EKRK	SE
EKSB	SE
EKSN	SE
EKTS	SE
EKVG	W
EKVJ	S
EKYT	SE
ELLX	S
ENAG	S
ENAL	N
ENAN	N
ENAT	NE
ENBG	NE
ENBH	N
ENBL	N
ENBM	NE
ENBN	NE
ENBO	NE
ENBR	W
ENCN	SE
ENDI	E
ENDU	NE
ENEG	E
ENEV	NE
ENFA	NE
ENFB	NW
ENFD	N
ENFG	E
ENFJ	NW
ENFL	N
ENFY	SE
ENGA	NW
ENGC	NW
ENGK	SE

Destinasjon	Grp
ENGM	E
ENHA	E
ENHD	S
ENHM	SW
ENHV	NE
ENJB	E
ENKB	NE
ENKJ	E
ENKL	E
ENKR	NE
ENLA	SW
ENLI	S
ENML	N
ENMS	NE
ENNA	NE
ENNM	NE
ENNO	E
ENOA	W
ENOC	W
ENOL	NE
ENOP	E
ENOV	N
ENQA	NW
ENQB	NW
ENQC	NW
ENQD	W
ENQE	W
ENQF	NW
ENQG	NW
ENQJ	NW
ENQK	NW
ENQO	W
ENQR	NW
ENQS	NW
ENQU	NW
ENQV	NW
ENRA	NE
ENRK	E
ENRO	NE
ENRY	E
ENSB	N
ENSD	N
ENSE	NW
ENSF	NW
ENSG	NE
ENSH	NE
ENSK	NE
ENSM	E
ENSN	SE
ENSO	S
ENST	NE
ENTC	NE

Destinasjon	Grp
ENTO	E
ENUL	W
ENVA	NE
ENVD	NE
ENVE	SE
ENVF	NW
ENVV	E
ENWA	SW
ENWE	W
ENXW	W
ENYR	S
ENZV	S
EPBY	SE
EPGD	SE
EPKK	SE
EPKT	SE
EPPO	SE
EPSC	SE
EPWA	SE
ESGG	SE
ESGJ	SE
ESGL	E
ESGP	SE
ESGR	E
ESGS	E
ESGT	SE
ESKM	E
ESKN	E
ESMK	SE
ESMQ	SE
ESMS	SE
ESMT	SE
ESNN	NE
ESNQ	NE
ESNU	NE
ESNX	NE
ESNZ	NE
ESOE	E
ESOK	E
ESOW	E
ESPA	NE
ESSA	E
ESSB	E
ESSD	E
ESSP	E
ESSV	E
ESTA	SE
ETAR	S
ETMN	S
ETNG	S
ETNL	SE
EVRA	E

Destinasjon	Grp
EYKA	E
EYSA	E
GCLP	SW
GCRR	SW
GCTS	SW
GVAC	SW
HAAB	SE
KFLL	W
KIAD	W
KPVD	W
KSAN	NW
KSJC	NW
KSTP	NW
KSWF	W
KTEB	W
LBBG	SE
LBSF	SE
LBWN	SE
LCLK	SE
LDDU	SE
LDSP	SE
LEAL	S
LEBB	S
LEBL	S
LEIB	S
LELC	S
LELN	SW
LEMD	S
LEMG	S
LEPA	S
LERT	SW
LESA	SW

Destinasjon	Grp
LEVC	S
LEVD	SW
LEZG	S
LEZL	S
LFBL	S
LFKB	S
LFLY	S
LFMD	S
LFML	S
LFMN	S
LFMP	S
LFMV	S
LFPB	S
LFPG	S
LFPN	S
LFPO	S
LFQQ	S
FRB	SW
FRK	S
FRQ	SW
FRS	S
FRSD	S
FRTH	S
LGAV	SE
LGIR	SE
LGKO	SE
LGPZ	SE
LGRP	SE
LGSA	SE
LGSM	SE
LGSR	SE
LHBP	SE

Destinasjon	Grp
LIBR	SE
LICZ	S
LIEA	S
LIMC	S
LIME	S
LIML	S
LIPX	S
LIPZ	S
LIRF	S
LIRN	S
LIRP	S
LIRQ	S
LJLJ	SE
LKPR	SE
LLBG	SE
LOAV	S
LOWI	S
LOWL	SE
LOWS	SE
LOWW	SE
LPFR	SW
LPMA	SW
LPPT	SW
LRBS	SE
LROP	SE
LSGG	S
LSGS	S
LSZA	S
LSZB	S
LSZC	S
LSZH	S
LSZR	S

Destinasjon	Grp
LTAI	SE
LTBA	SE
LUKK	SE
LYBE	SE
LYTV	SE
LZIB	SE
LZTT	SE
OERK	SE
OMAL	SE
PANC	N
RJAA	NE
RKSS	NE
SKBO	W
UACC	E
UBBB	E
UKDE	SE
UKLN	SE
ULLI	E
ULMM	NE
UMMM	E
UMMS	E
UDD	E
UUEE	E
UUWW	E
UWKD	E
VHHH	NE
XSCA	NE
XSSC	NE
XWPH	W