

2018:00455 - Åpen

Rapport

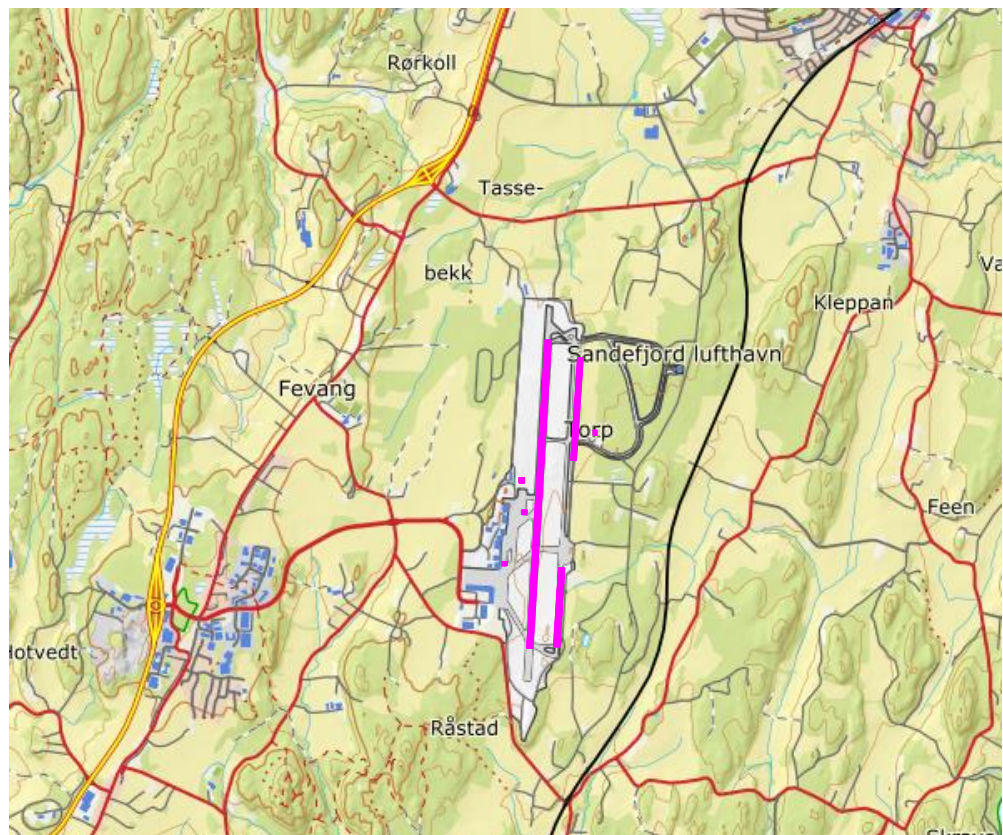
Flystøysoner på Sandefjord lufthavn, Torp

Støysoner etter T1442/2016

Forfatter(e)

Joakim Bustad

Idar L. N. Granøien



Rapport

Flystøysoner på Sandefjord lufthavn, Torp

Støysoner etter T1442/2016

EMNEORD:Flystøy; Beregninger;
Akustikk**VERSJON**

1.0

DATO

2018-04-19

FORFATTER(E)Joakim Bustad
Idar L. N. Granøien**OPPDRAGSGIVER(E)**

Sandefjord lufthavn AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

Lars Guren

PROSJEKTNR

102017255

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

59

SAMMENDRAG

Det er utarbeidet flystøysonekart for Sandefjord lufthavn, Torp, etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2016 og Forurensningsforskriften basert på registrert trafikk i 2017 og for en prognose for 2028. Beregning av støy er utført med NORTIM versjon 4.5 som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse. Beregningene viser at det er 1 bolig innenfor tentativ tiltaksgrense for dagens situasjon, og 0 for prognose 2028. Denne rapporten er en oppdatert versjon av SINTEF-rapport 2018:00350 (ISBN: 978-82-14-06649-4).

UTARBEIDET AV

Joakim Bustad

KONTROLLERT AV

Herold Olsen

GODKJENT AV

Bengt Holter

RAPPORTNR

2018:00455

ISBN

978-82-14-06888-7

GRADERING

Åpen

SIGNATUR**SIGNATUR****SIGNATUR****GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2018-04-19	Sluttrapport. Oppdatert versjon av SINTEF-rapport 2018:00350 (ISBN: 978-82-14-06649-4), basert på nye opplysninger om flytyper og prognoser

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 støysonekart 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 kartgrunnlag	14
6	FLYAKTIVITETEN VED SANDEFJORD LUFTHAVN, TORP.....	16
6.1	Trafikk ifølge tårnjournalen	16
6.2	Prognose for 2028.....	19
7	FLYGEPROSEDYRER.....	21
7.1	GA – småfly	22
7.2	H – Helikopter	24
7.3	Jet og Turbo – moderne rutefly med jetmotorer og turbopropmaskiner, så som Widerøe sine rutefly og ambulansfly	26
7.4	Landingsrunder	28

7.5	Motorkjøring.....	29
8	BEREGNINGSPARAMETRE	30
8.1	Beregningsenheter.....	30
8.2	Beregning i enkeltpunkt.....	30
8.3	NORTIM beregningskontroll	30
9	RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442/2016	31
9.1	Støysonekart for dagens situasjon.....	31
9.2	Støysonekart for prognosesituasjonen	33
9.3	Kombinert støysonekart for 2017-2028.....	35
9.4	Kartlegging av stille soner	36
10	RESULTATER RELATERT TIL FORURENSNINGSFORSKRIFTEN.....	38
10.1	Kartlegging av innendørs støynivå.....	38
10.2	Kartlegging av utendørs støynivå.....	41
11	Litteratur.....	52
12	Vedlegg.....	54

1 INNLEDNING

Sandefjord lufthavn AS har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en støyberegning for Sandefjord lufthavn, Torp for dagens trafikk og for en ti års prognose. Den siste kartleggingen av støyen ble utført av SINTEF i 2007 [1]. SINTEF har allerede gitt ut en kartleggingsrapport [2], men etter tilbakemelding om endrete forutsetninger for prognosen har SINTEF utarbeidet denne reviderte rapporten.

Grunnlaget for beregningene er loggført trafikk for 2017.

Prosjektansvarlig og kontaktperson hos Sandefjord lufthavn, Torp, har vært Lars Guren. Prosjektet er utført ved SINTEF Digital med Rolf Tore Randeberg som prosjektleder, og med Joakim Bustad og Idar L. N. Granøien som prosjektmedarbeidere. Prosjektansvarlig i SINTEF Digital har vært Bengt Holter.

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

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

2 GENERELT OM FLYSTØY

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

2.1 Akustiske størrelser

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

2.2 Flystøyens egenskaper og virkninger

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

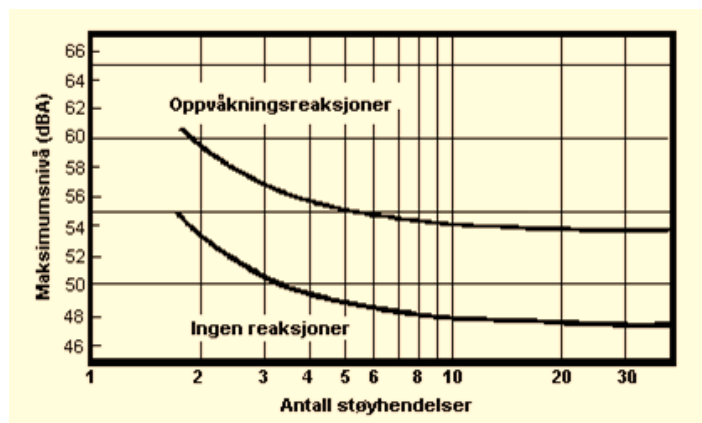
De to viktigste typer ulemper forbundet med flystøy er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller plage. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader med få unntak begrenser seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

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. [3, 4]. 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.



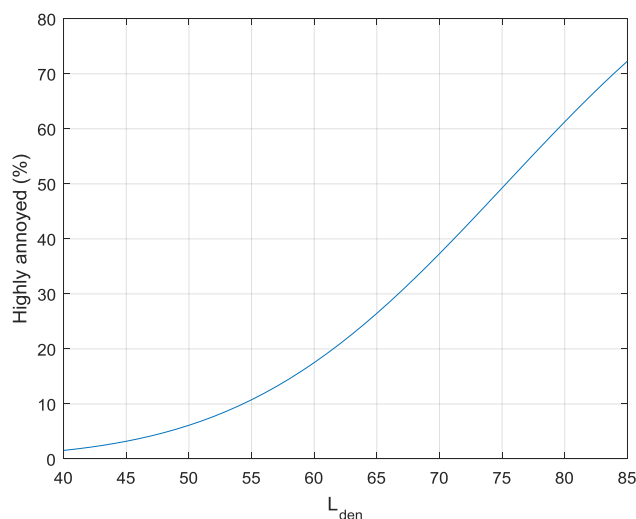
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [3].

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

Sammenfatning av slike undersøkelser er også foretatt flere ganger og den mest omfattende og den som oftest refereres til er publisert av Miedema og Oudshorn, ref. [4]. Den vanligste parameteren som man rapporterer er hvor stor andel av befolkningen som sier seg svært plaget (highly annoyed) som funksjon av ekvivalent støynivå. Både L_{den} og L_{dn} er slike nivåstørrelser hvor det i tillegg gjøres en vekting av når på døgnet støyhendelsen forekommer. Den følgende figuren viser andel sterkt plaget som funksjon av L_{den} slik den er sammenfattet i [4].



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

Undersøkelsene rundt 1990 i Norge [5, 6] ble foretatt rundt Fornebu, Bodø og Værnes og inngår som en del av bakgrunns materialet i undersøkelsen til Miedema og Oudshorn. Resultatene herfra skiller seg ikke vesentlig ut fra middelkurven.

Senere undersøkelser i Norge [7] viser at for fire av fem undersøkte flyplasser så er reaksjonene lavere enn kurven i Figur 2-2, mens én av de fem viser sterkere reaksjoner. De fire med lavere respons er Bodø, Sola, Tromsø og Værnes, mens reaksjonene rundt Gardermoen skiller seg ut i motsatt retning. Årsaken til høyere respons her er antatt å være todelt; dels et vedvarende konfliktnivå mellom flyplass og naboer rundt Gardermoen, dels at tettere trafikk medfører færre stille perioder hvor man får tatt seg inn igjen.

3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442) ble fastsatt av Klima- og miljødepartementet i januar 2005. Retningslinjen ble revidert i 2012 og oppdatert i 2016 [8]. Før 2005 var retningslinjen basert på måleenheter utviklet i Norge i starten av 1980-tallet. T-1442 må kunne sies å representere en tilpasning til EU sitt direktiv fra 2001 siden den legger L_{den} til grunn for beregning av ekvivalentnivå. Den har likevel definert et statistisk representativt maksimumsnivå som er ment benyttet for vurdering av støy på natt. For flystøy er denne betegnet L_{5AS} .

3.1 Måleenheter

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

Maksimumsnivået L_{5AS} er i [8] definert som det lydnivå "som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs. et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser". Denne enheten kommer bare til anvendelse for hendelser som forekommer på natt mellom 23 og 07, og var ment å skulle erstatte måleenheten MFN på natt. L_{5AS} vil imidlertid ikke identifisere de nivå som kan skape problem for søvnforstyrrelse relatert til Figur 2-1. Antallet "hendelser" vil kunne variere fra flyplass til flyplass og fra område til område ved en og samme flyplass. Når dimensjonerende nivå defineres til å være en prosent, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representerer.

Retningslinje T-1442/2016 definerer ikke begrepet "hendelse". Det betyr at det ikke er gitt hvor mye støy som skal til for at man skal inkludere noe som en hendelse. I veilederen til T-1442/2016 [8] er det angitt at L_{5AS} beregnes som MFN_{23-07} .

3.2 Støysoner til arealplanlegging

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

3.2.1 Definisjon av støysoner

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

De to støysonene er i retningslinjen definert som vist i 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, frittfeltverdier.

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 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 trafikkgrunnet

Veilederen til T-1442/2016 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC [9] om at det skal benyttes et årsmiddel av trafikken. Det betyr at støysoner skal representere et middeldøgn for hele året. Dersom trafikken er sterkt sesongpreget (turisttrafikk) brukes gjennomsnitt av de tre måneder som har mest trafikk.

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

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [10, 11] eller spesialutgaver av dette (REGTIM og RADTIM). Programmene er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndighetene. Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater.

NORTIM beregner i en og samme operasjon de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjen L_{den} og MFN_{23-07} (som erstatning for L_{5AS}). Andre støy mål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, L_{Aeq} , for hvert døgnsegment i det dimensjonerende middeldøgn. Beregningsresultatene fremkommer i tabellariske oversikter og/eller som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

NORTIM programmene ble i 2002 endret ved at nye algoritmer for beregning av bakkedemping og direktivitet [12] ble tatt i bruk. Årsaken var at flyparken har andre karakteristika enn den som ble benyttet da de grunnleggende rutiner ble utviklet sent på 1970-tallet. De gamle rutiner var utelukkende empirisk utviklet, mens de nye er en blanding av empiri og teori. Bakkedemping er basert på en teoretisk modell [13], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [14] og således empiriske. Etter endringene viser sammenligninger av lang tids målinger og beregninger for tilsvarende trafikk et avvik på i gjennomsnitt under 0.5 dB [12].

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

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

4 KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL 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 [19].

4.1 Innendørs støy

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

4.1.1 Beregning med normtall for fasadedempning

Flystøy beregnes primært for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Ettersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstituttets utredning om fasadeisolasjon [20], som er revidert av Brekke og Strand [21], er det valgt tre forskjellige normtall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Tabell 4-1 viser grenseverdiene for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 4-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

Flyplasstype	Støymessig dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense relativt til frittfeltsnivå
Regionale flyplasser	Propellfly	19 dBA	54 dBA (35+19)
Stamruteplasser / militære flyplasser	Jagerfly	25 dBA	60 dBA (35+25)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	27 dBA	62 dBA (35+27)

Beregninger foretatt for offshore helikopter i den reviderte rapporten [21] viser tilsvarende fasadeisolasjon på minimum 23 dBA for bygningstyper oppført etter 1970. Målinger utført på bygninger rundt de to største offshorebasene har således vist eksempler på at fasadeisolasjon mot denne typen trafikk kan ligge i størrelsesorden 26 dBA [22].

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

4.1.2 Beregning med frekvensspekter

I enkelte tilfeller med blandet trafikk med ulikt frekvensinnhold kan metoden beskrevet i forrige avsnitt være noe upresis. Det er derfor utviklet en forbedret metode hvor det beregnes et anslag av *innendørs støynivå*, som kan sammenholdes direkte med kartleggingsgrensene og den tentative tiltaksgrensen. Metoden tar hensyn til frekvensinnholdet i hver enkelt flygning. Effektene av kunstige og naturlige skjærmer beregnes for hver enkelt frekvens. Ved beregning av innendørs nivå benyttes to ulike reduksjonsspekter for fasaden, for Hustype II og IV i ref. [21]. Førstnevnte representerer hus bygget rundt 1970-1980 med isolert tak og kaldt loft, og benyttes i de aller fleste tilfeller. Hustype IV representerer boligblokker, og benyttes for bygningstyper hvor vegger typisk er murt eller støpt. På grunn av disse forenklingene vil det beregnede

innendørsnivået *ikke* kunne erstatte en faglig utredning som tar hensyn til den aktuelle bygningskonstruksjonen i hvert enkelt tilfelle.

4.2 Strategisk støykartlegging

Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC [9], befolkningens behov for informasjon og som grunnlag for handlingsplaner. Forskriften gir i vedlegg minstekrav til hva som skal beregnes og rapporteres. Denne del av kartleggingen gjelder for utendørs nivå og det er krav til flere støykart, samt opptelling av antall boliger og andre bygninger med støyømfintlig bruksområde innenfor intervaller av støynivå for både L_{den} og L_{night} .

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

5 OMGIVELSER

5.1 Digitalt kartgrunnlag

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

I denne rapporten er følgende rullebaner definerte sørover:

- 18, med startpunkt ved terskel
- H18, Helikopterlandingsplass
- BE18 (BRAVO EAST), del av rullebane Y brukt til treningsrunder med helikopter
- YS18 (YANKEE SOUTH), del av rullebane Y brukt til treningsrunder med helikopter

Nordover er disse rullebanene definerte:

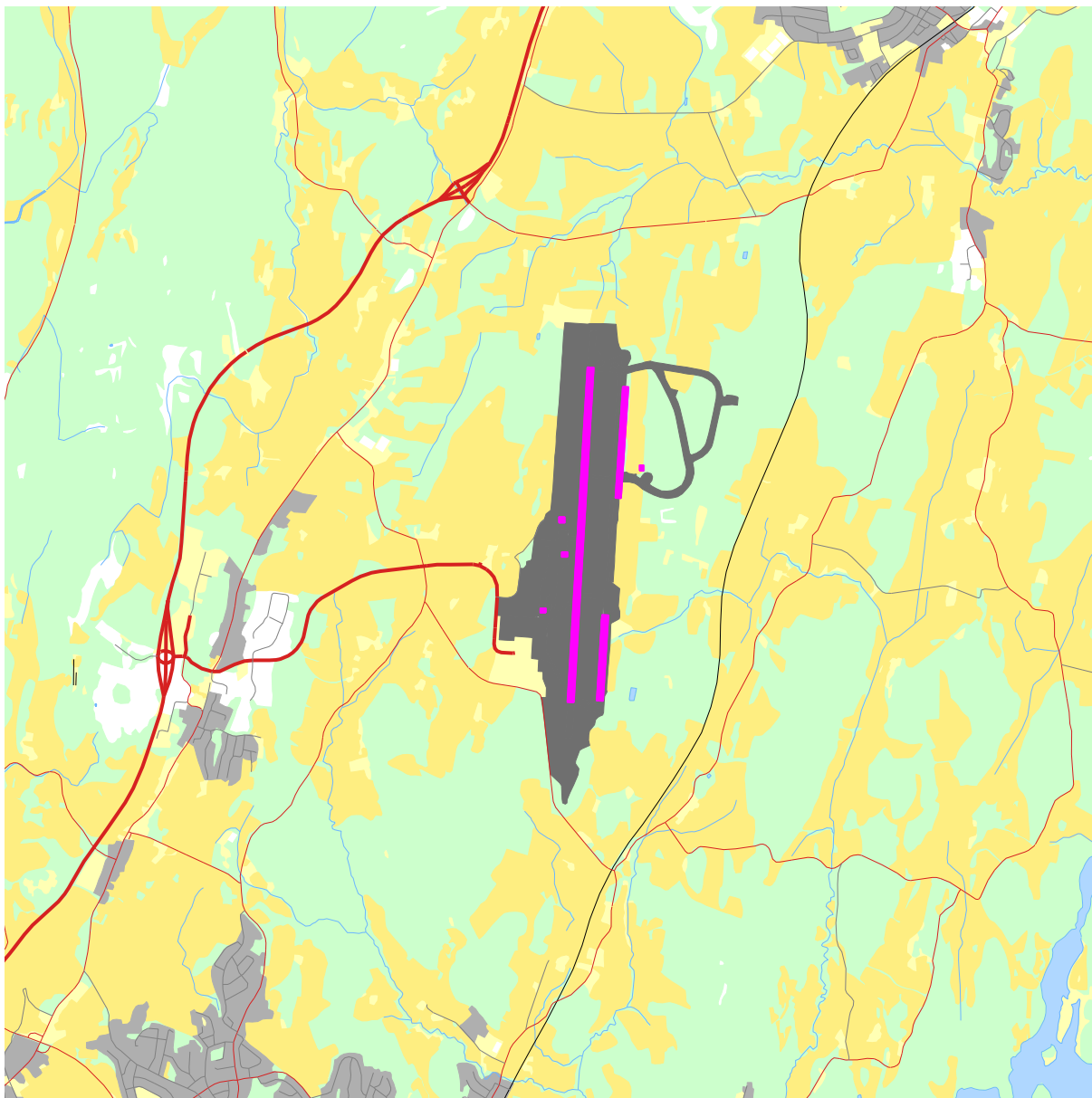
- 36, med startpunkt ved terskel
- H36, Helikopterlandingsplass
- BE36, (BRAVO EAST), del av rullebane Y brukt til treningsrunder med helikopter
- YS36, (YANKEE SOUTH), del av rullebane Y brukt til treningsrunder med helikopter

I tillegg er det definert

- HR, punkt for motorkjøring etter teknisk vedlikehold for Widerøes sine maskiner i rusegrop øst for krysset taksebane Y / taksebane B
- HT, punkt for tomgangskjøring etter teknisk vedlikehold for Widerøes sine maskiner ved hangar

Tabell 5-1. Posisjon til rullebanene gitt i koordinatsystem UTM sone 33 EUREF89.

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Direction	Length
18	229292	6571696	229145	6569249	183	2451
36	229147	6569249	229292	6571696	3	2451
BE18	229548	6571554	229494	6570742	184	814
BE36	229494	6570742	229548	6571554	4	814
H18	229102	6570346	229102	6570312	180	34
H36	229102	6570312	229102	6570346	0	34
HG	228945	6569903	228945	6569935	0	32
HR	229650	6570961	229685	6570961	90	35
YS18	229395	6569855	229378	6569521	183	334
YS36	229378	6569521	229395	6569855	3	334



**Figur 5-1. Sandefjord lufthavn, Torp, med omgivelser.
Rullebanen (terskel til terskel), helikopterlandingsplass og plasser for motorkjøring er markert rosa.
M 1:50 000.**

6 FLYAKTIVITETEN VED SANDEFJORD LUFTHAVN, TORP

I følge retningslinje T-1442/2016 skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregningen av støysoner. I dette tilfellet er trafikken for 2017 benyttet som utgangspunkt for beregningene.

6.1 Trafikk ifølge tårnjournalen

Avinor har levert tårnjournal for Sandefjord lufthavn, Torp, for 2017. Nedenfor er det gitt en oversikt over trafikkgrunnet slik det er registrert i de tilsendte filene.

Tabell 6-1. Antall flybevegelser i 2017.

TO_LA	SumOper
LA	16247
TG	13802
TO	16290
Totalt	46339

Tabell 6-2. Antall bevegelser per type flyging i 2017.

FLT	FLTDescription	SumOper
1	Ruteflyging	19566
2	Ikke regelbundet trafikk	590
5	Annen kommersiell helikopterflyging	1713
6	Annen kommersiell flyging	176
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	1
12	Ambulanseflyging	168
13	Skole- og instruksjonsflyging	20933
14	Posisjonsflyging	589
15	Teknisk retur flyging	43
16	Kontrollflyginger	28
17	Allmenn flyging	2405
21	Militær flyging	102
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	2
23	Militær skoleflyging	5
25	Militær testflyging	1
26	Militær kontrollflyging	7
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	6
31		4
	Totalt	46339

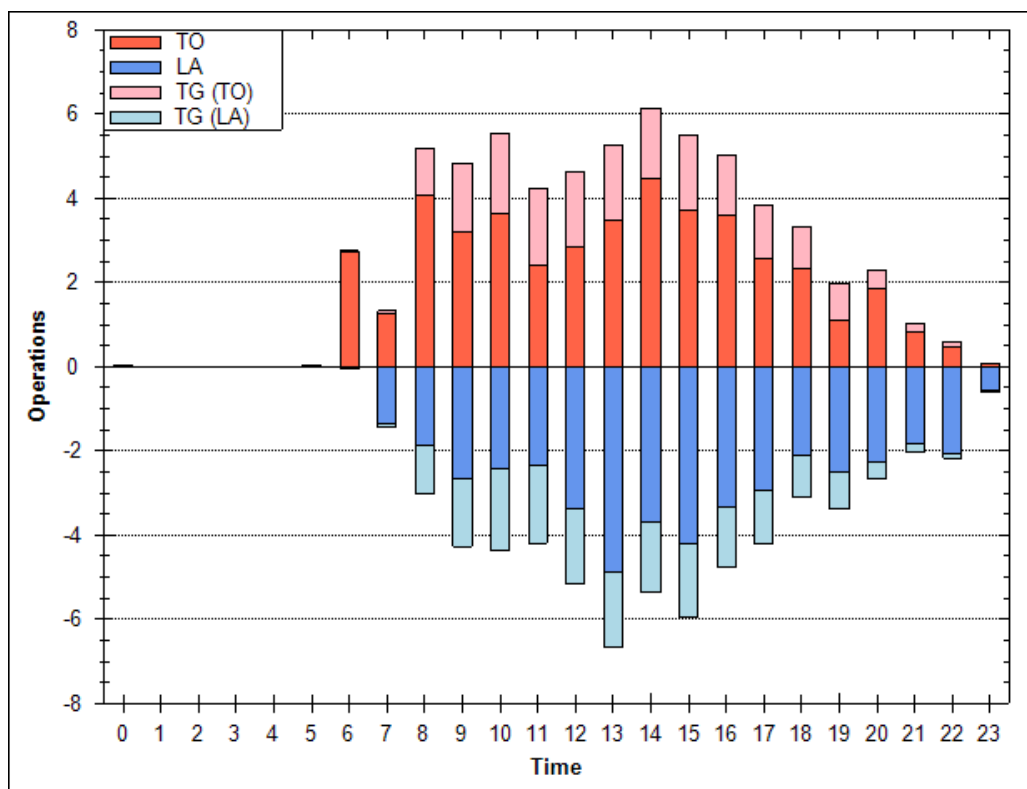
I journalen fra Avinor er det benyttet koding av flytypenavn etter ICAO dokument 8643, <http://www.icao.int/anb/ais/8643/index.cfm>. I databasen til beregningsprogrammet har flytypene andre betegnelser og det er derfor en del av forbehandling av data å oversette typenavn til de som databasen inneholder.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

I alt er det registrert 146 forskjellige flytyper ved Sandefjord lufthavn, Torp, i løpet av 2017. I kapittel 12 vises alle disse flytypene og antall bevegelser og hvordan typenavn er oversatt til de navn som finnes i databasen. Etter oversetting og substituering er antallet forskjellige flytyper redusert til 58. Et utdrag av listen over flytyper etter substituering er vist i Tabell 6-3. Figur 6-1 viser trafikkfordelingen over et estimert gjennomsnittsdøgn.

I tillegg til dette er det etter opplysninger fra Sandefjord lufthavn AS lagt inn 122 forekomster av motorkjøring på 20 minutter hver i 2017, fordelt på 24 tester i rusegrupp og 98 tomgangskjøringer foran hangar.

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

NewACTyp	SumOper
DHC830	9610
R22	8908
GASEPV	7750
737800	4875
A320	3019
SA350	2934
A320-211	1410
CNA172	1314
LHEL	1314
BEC58P	1126
(Andre)	4079
Totalt	46339



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

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

Tabell 6-4. Gruppering av flytyper med samme operasjonsmønster og egenskaper.

ACcat	Forklaring	SumOper
GA	Småfly	11791
H	Helikopter	13356
Jet	Moderne rutefly med jetmotorer	11272
Turbo	Turbopropmaskiner, Widerøe og ambulansfly	9920
Sum		46339

6.2 Prognose for 2028

Flystøy beregnes normalt for dagens situasjon og en ti års prognose. For beregning av situasjonen i 2028 har Sandefjord lufthavn AS oversendt prognose for trafikken. Ut fra disse tallene er det ventet en økning i sivil trafikk på 30% fra 2017 til 2028.

Widerøe skal bytte ut sine DHC830 til EMB190-E2, og forventer at 70% av flåten er byttet ut i 2028.

Sandefjord lufthavn AS forventer at både Wizz Air, Ryanair og Norwegian vil fornye flåten sin i perioden og SINTEF har lagt inn nyere fly som erstatning for 737700, 737800, A320 og A321X3 for prognosen.

For skoleflyging er det ventet en nedgang, med bakgrunn i større bruk av simulator. For prognosen vil tomotors propellfly ikke lenger være i bruk og mengden flyginger med enmotors propellfly vil bli halvert. I tillegg er det forventet at all skoleflyging vil skje med elektrisk fly.

SINTEF har for prognosen byttet ut alle DA40 og CNA172 med en fiktiv flytype DA40E med 3 dB mindre støypådrag enn DA40.

DA40 blir i all hovedsak bare brukt til skoleflyging, mens CNA172 også er representert med et betydelig antall operasjoner 'Allmenn flyging'. Sandefjord lufthavn AS har forventninger om at også flyklubbene sin aktivitet vil gå over til elektriske fly. SINTEF har av beregningstekniske årsaker valgt å la CNA172 sitt bidrag i 'Allmenn flyging' representere skiftet fra forbrenningsmotor til elektrisk motor, ved å bytte alle CNA172 til DA40E for prognosen.

Widerøe forventer en nedgang i antall motorkjøringer med 20%.

For den øvrige trafikken antas det ingen vesentlige endringer.

Tabell 6-5. Antall flybevegelser for prognosen 2028.

TO_LA	SumOper
LA	18786
TG	11226
TO	18502
Totalt	48514

Tabell 6-6. Antall bevegelser per type flyging for prognosen 2028.

FLT	FLTDescription	SumOper
1	Ruteflyging	25069
2	Ikke regelbundet trafikk	764
5	Annen kommersiell helikopterflyging	2226
6	Annen kommersiell flyging	228
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	1
12	Ambulanseflyging	218
13	Skole- og instruksjonsflyging	15905
14	Posisjonsflyging	759
15	Teknisk retur flyging	55
16	Kontrollflyginger	36
17	Allmenn flyging	3127
21	Militær flyging	101
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	2
23	Militær skoleflyging	5
25	Militær testflyging	1
26	Militær kontrollflyging	7
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	6
31		4
	Totalt	48514

7 FLYGEPROSEDYRER

Prosedyrer beskrevet i tidligere rapport [1], AIP og e-postdialog med personell ved Sandefjord lufthavn AS ligger til grunn for flygeprosedyrene i denne rapporten.

I støyberegningene legges det inn en standard sideveis spredning av trafikken på de viste traséene. Se eksempel i Figur 7-5.

Rullebanefordelingen 55% på bane 18 og 45% på bane 36 gjelder for alle flygninger og alle flytyper.

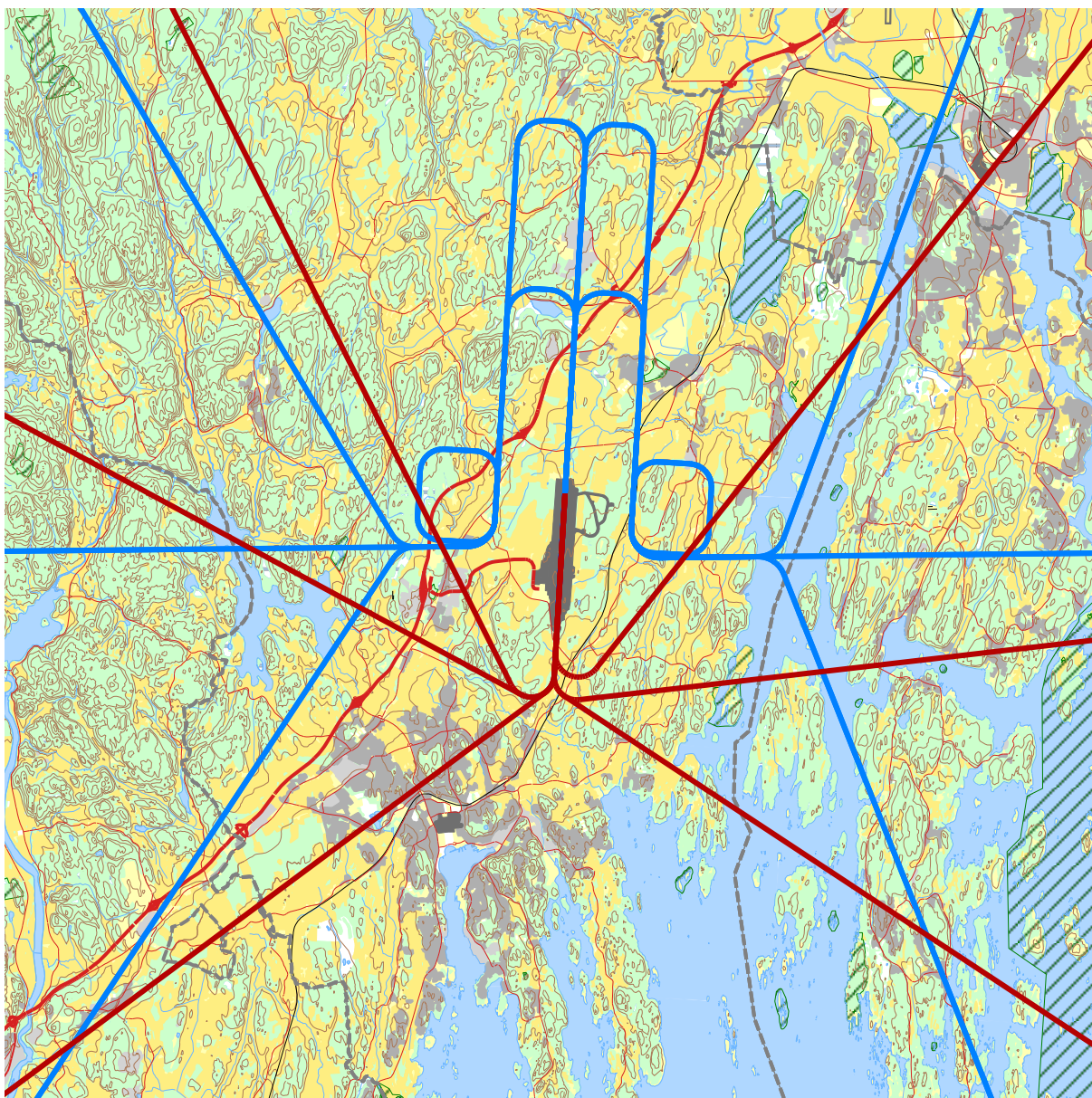
Det er 6 sjekkpunkt som småfly (GA) og helikopter (H) bruker for alle landinger og avganger. Sandefjord lufthavn AS estimerer denne fordelingen, som SINTEF legger til grunn for beregningene:

1. Bommestad 25%
2. Åsrum 20%
3. Tønsberg 20%
4. Vidaråsen 15%
5. Årøysund 10%
6. Vasser 10%

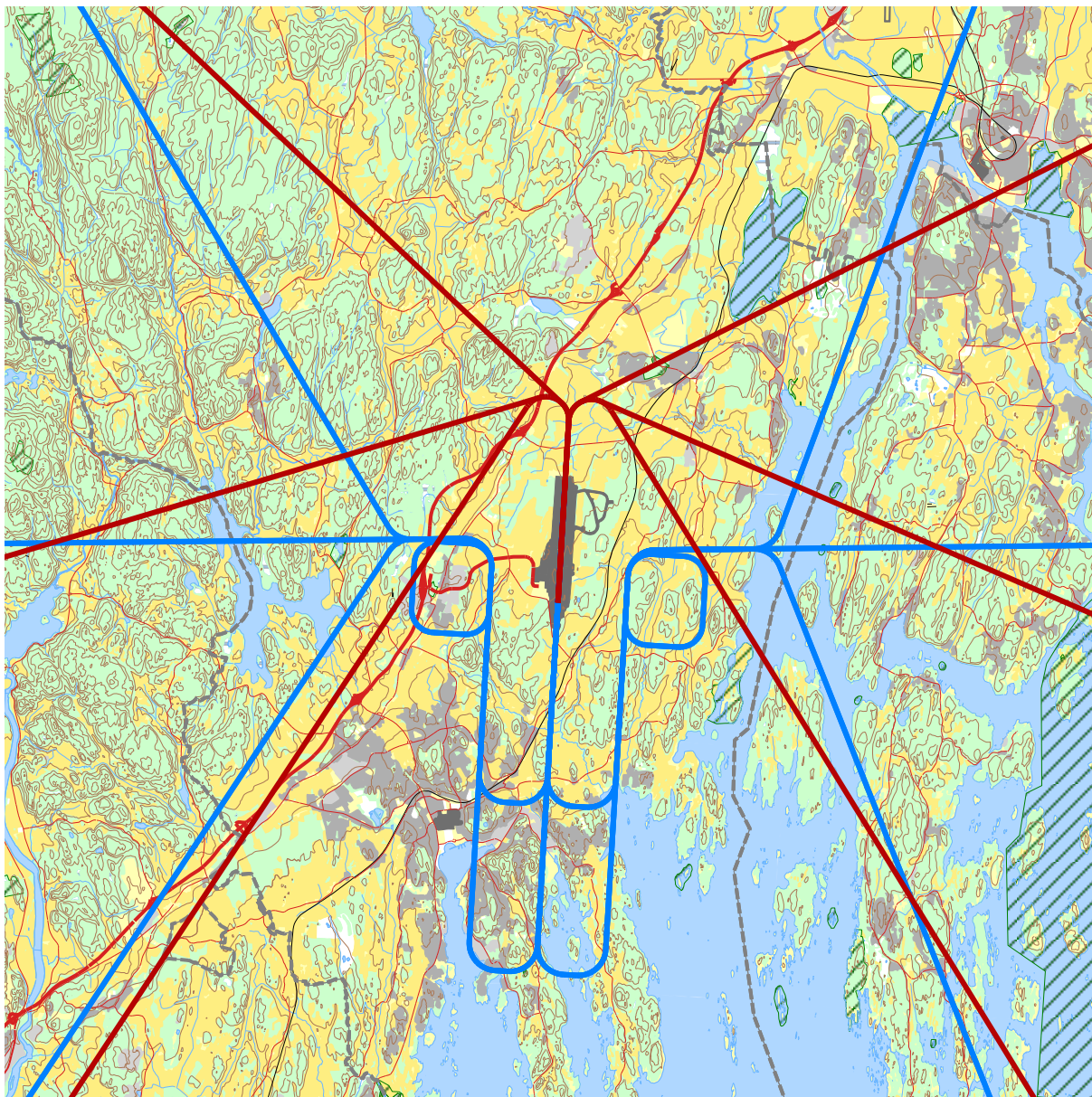
7.1 GA – småfly

For landinger med småfly (GA) er det 20% som har lang finale.

For landinger med småfly (GA) er det estimert 20% som har holding downwind. SINTEF har lagt inn én runde etter holding downwind-traséen som vist i AIP for 20% av landingene.



Figur 7-1. Landinger (blå strek) og avganger (rød strek) for småfly på bane 18. For landinger er traséer for kort og lang finale samt 'holding downwind' illustrert. M 1:150 000.



Figur 7-2. Landinger (blå strek) og avganger (rød strek) for småfly på bane 36. For landinger er traséer for kort og lang finale samt 'holding downwind' illustrert. M 1:150 000.

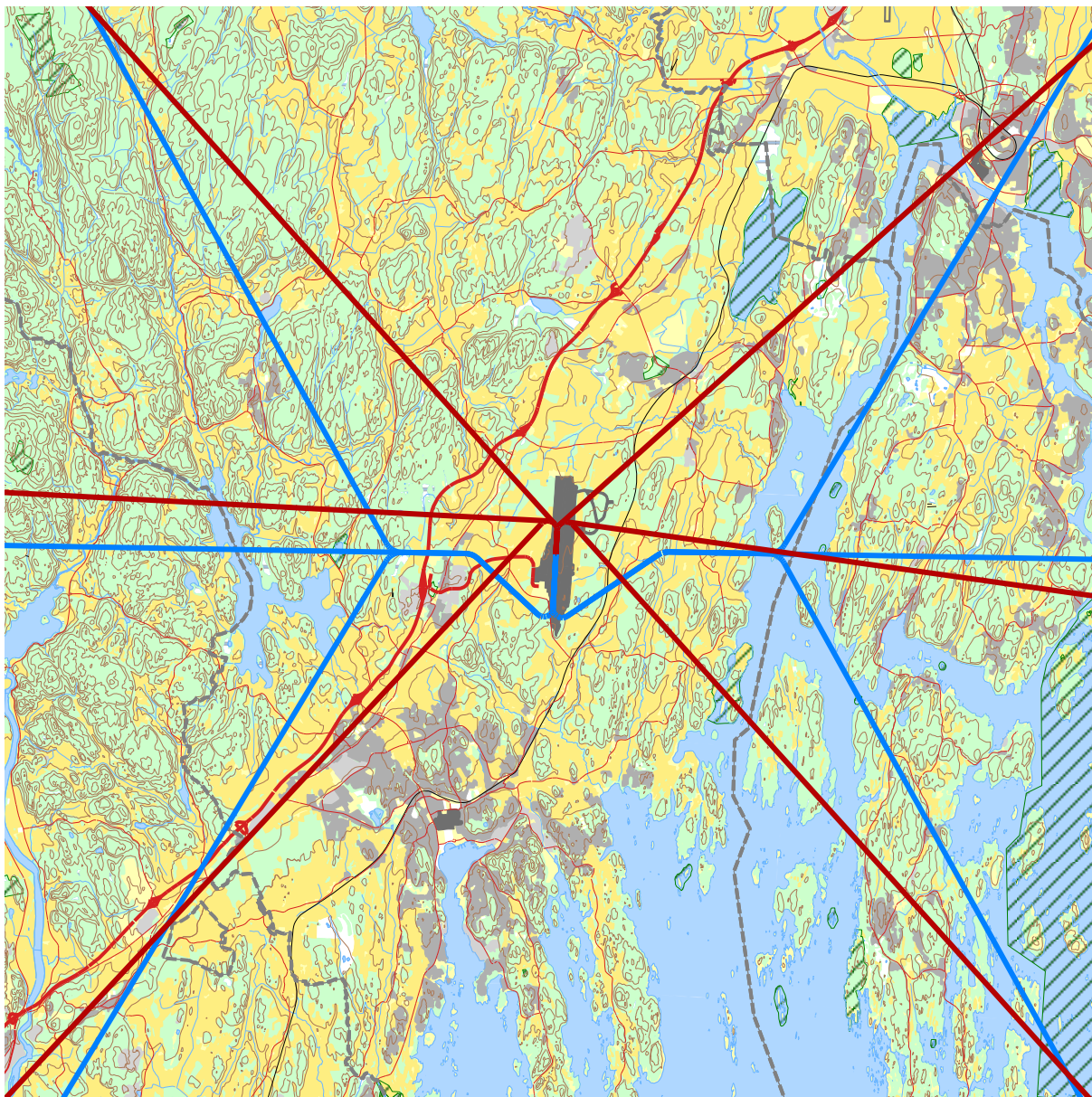
7.2 H – Helikopter

For helikoptrene er det beregnet innflyging og utflyging på banene H18 og H36, som er helikopterlandingsplassen i retningene sørover og nordover.

For landinger med helikopter (H) nordfra har de fleste, estimert til 80%, finale fra like langt nord som terskel rullebane 18, og bare 20% følger AIP.



Figur 7-3. Landinger (blå strek) og avganger (rød strek) for helikopter på bane 18. M 1:150 000.



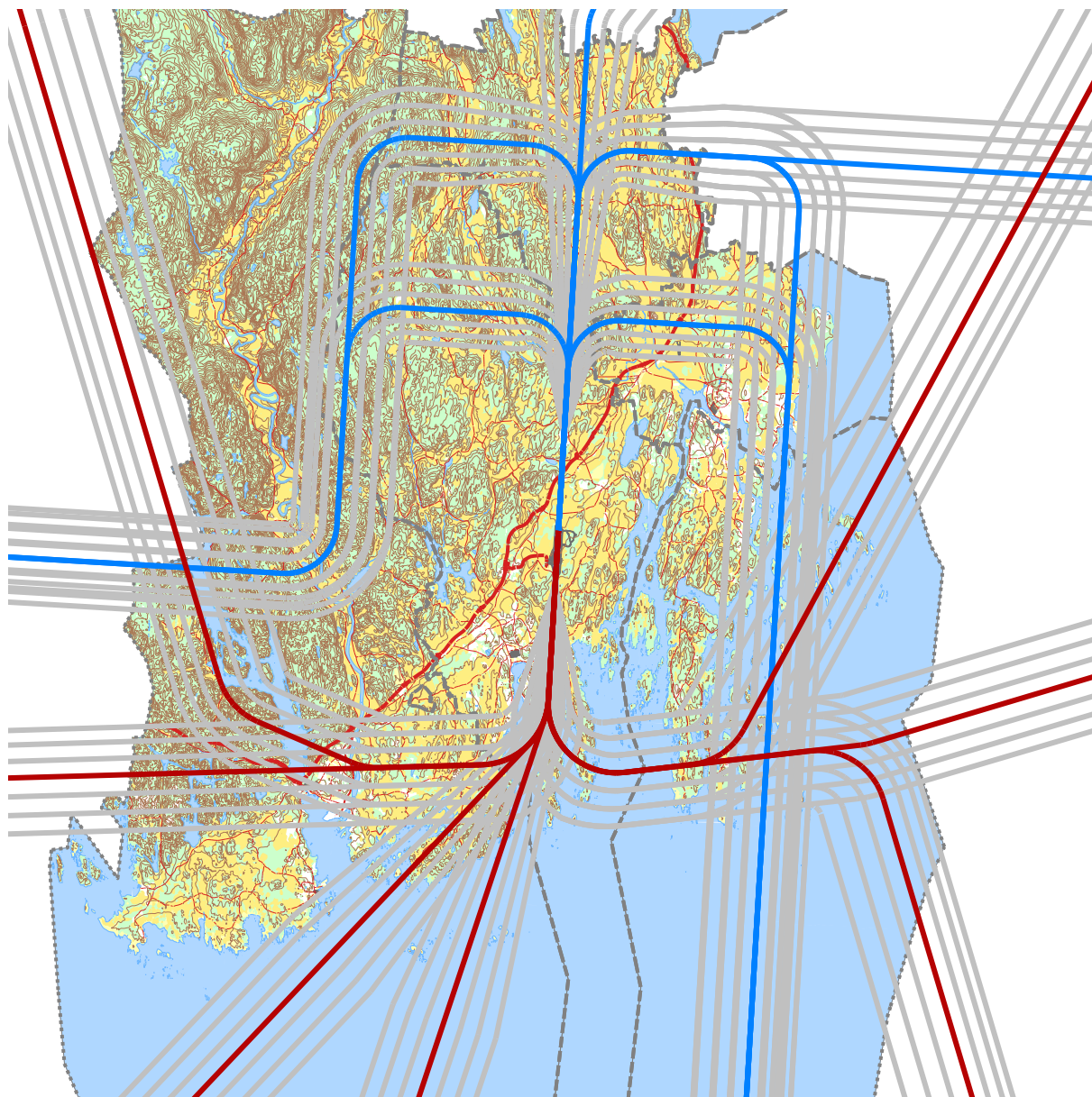
Figur 7-4. Landinger (blå strek) og avganger (rød strek) for helikopter på bane 36. M 1:150 000.

7.3 Jet og Turbo – moderne rutefly med jetmotorer og turbopropmaskiner, så som Widerøe sine rutefly og ambulansfly

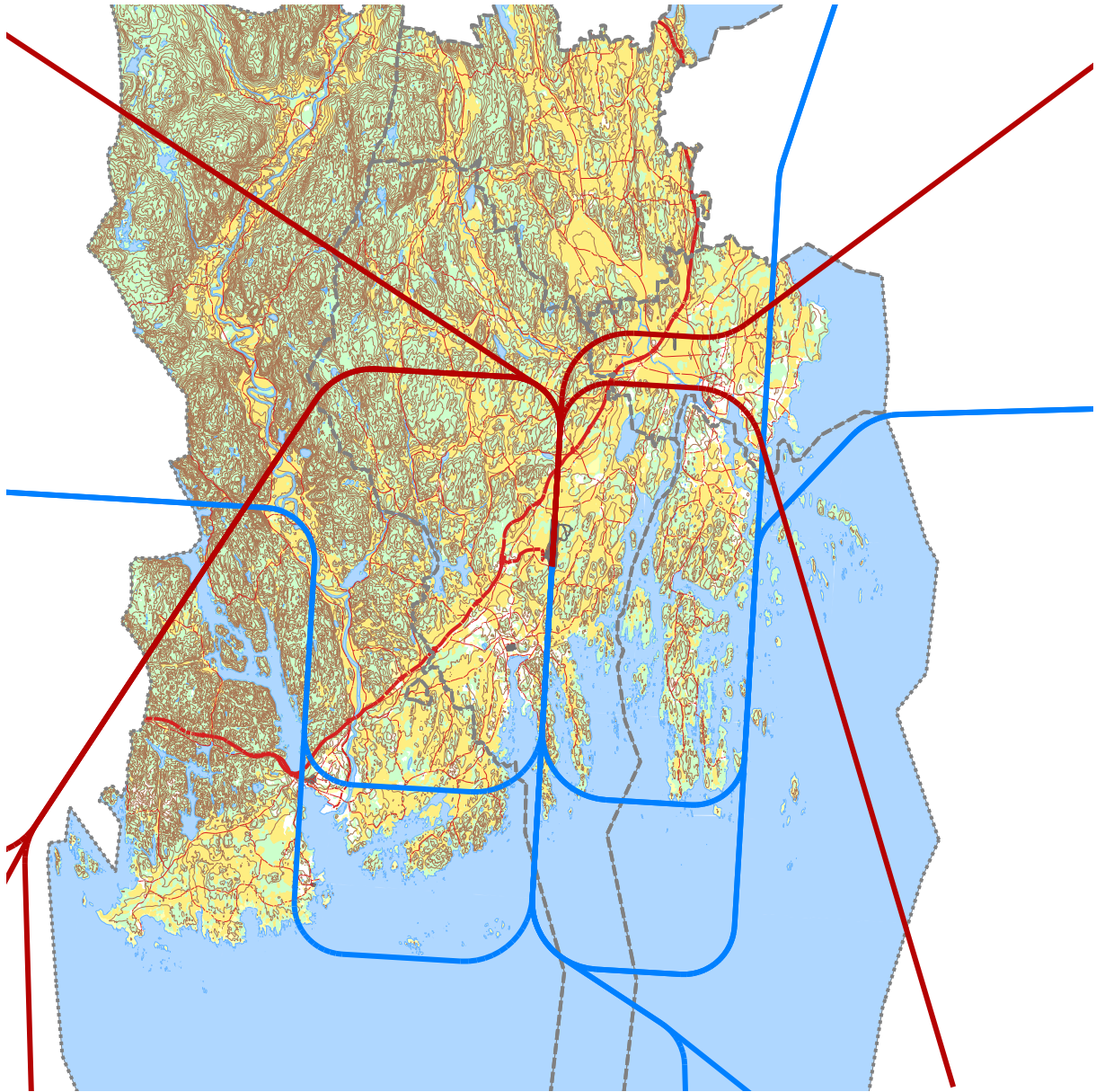
SINTEF har lagt til grunn at Jet og Turbo flyr langs samme traséer. Vektorisert innflyging og visuell innflyging vil gi en noe kortere trasé enn AIP.

Sandefjord lufthavn AS estimerer at 20% av landingene med Jet skjer med vektorisert innflyging og at 50% av landingene med Turbo skjer med visuell innflyging.

Selv om traséene til vektorisert innflyging og visuell innflyging vil variere noe, har SINTEF, av beregningstekniske årsaker, valgt én samlet trasé.

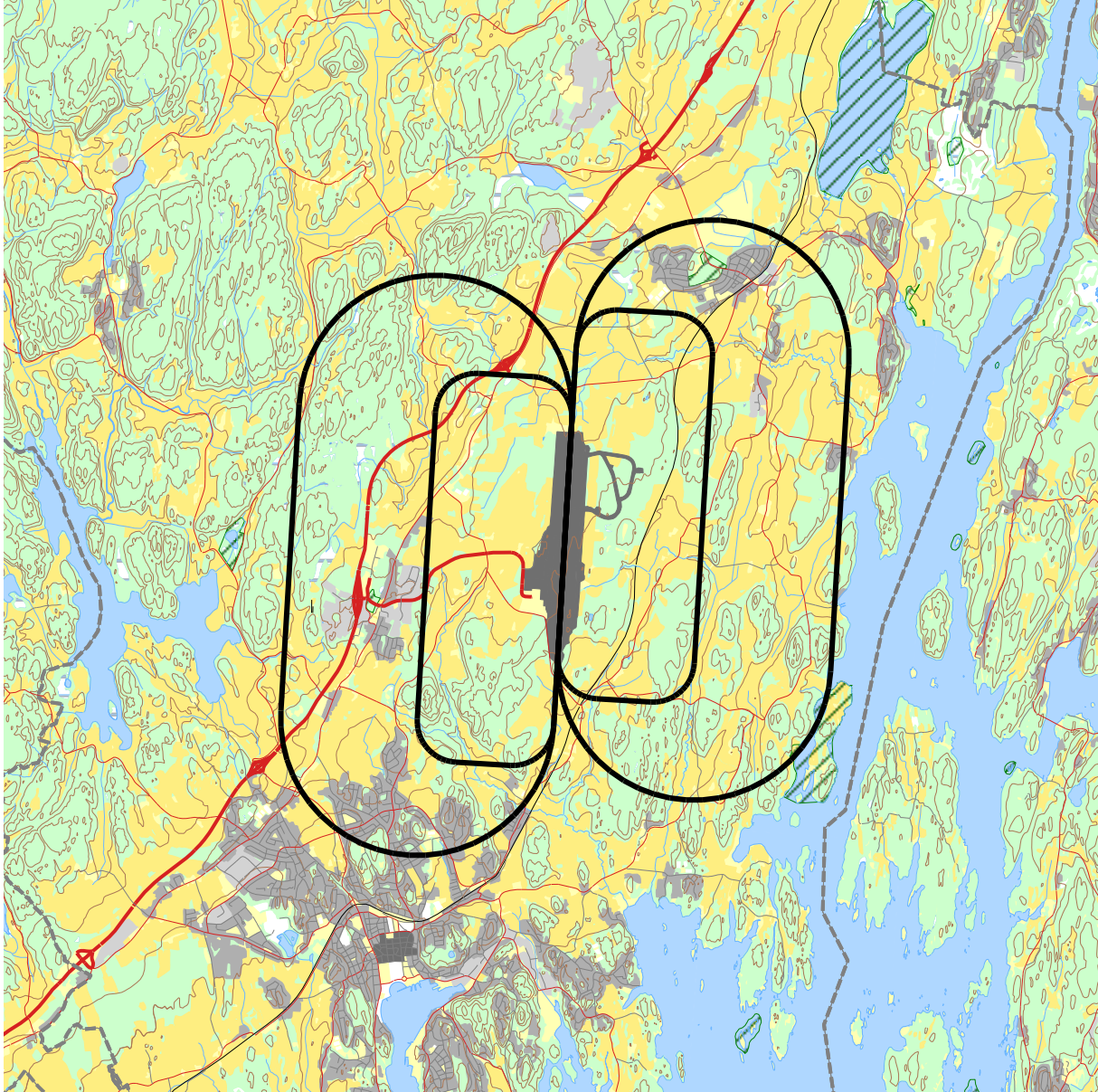


Figur 7-5. Landinger (blå strek) og avganger (rød strek) for Jet og Turbo på bane 18. Her vist med standard sideveis spredning av trafikken. M 1:400 000.

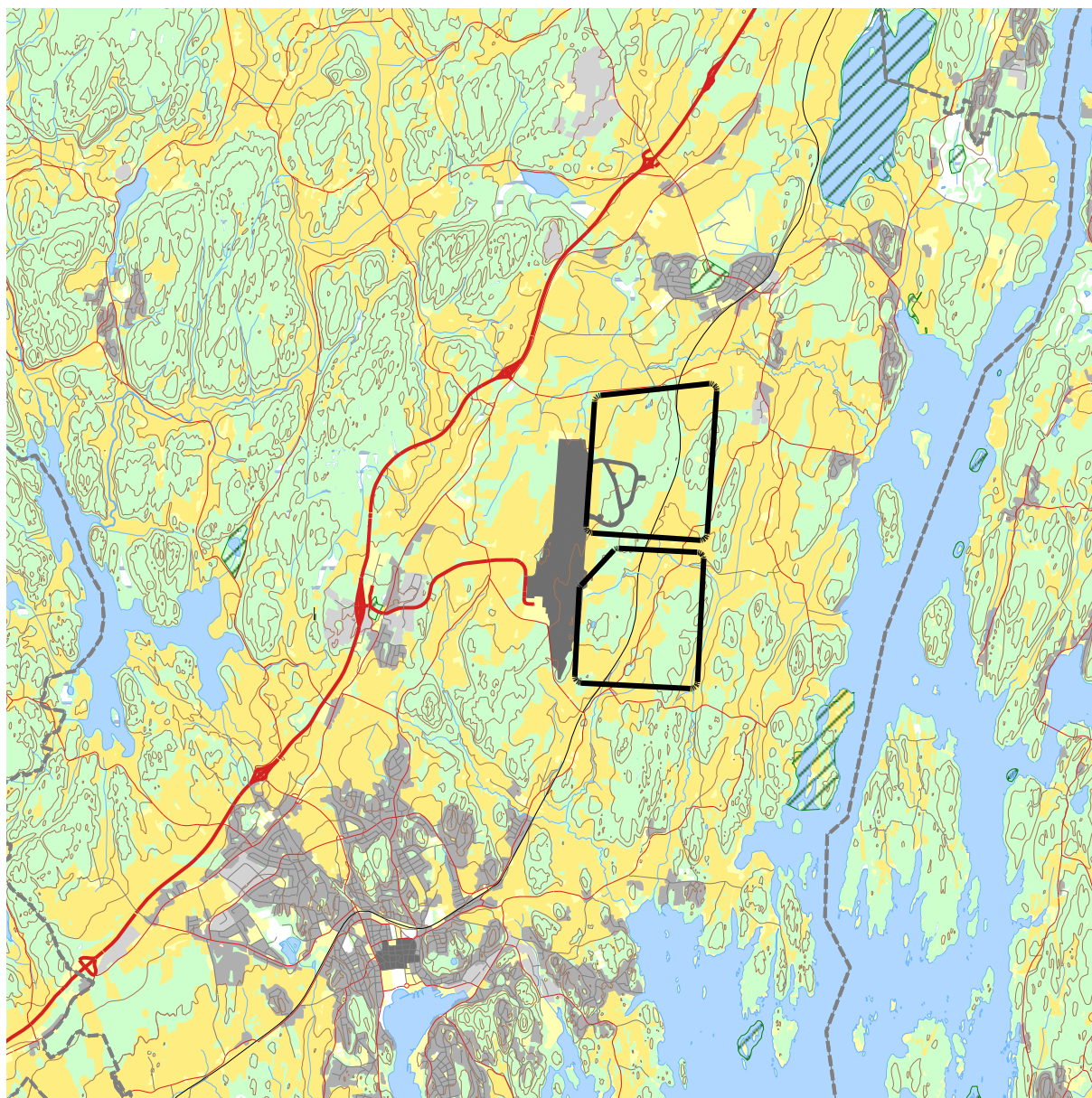


Figur 7-6. Landinger (blå strek) og avganger (rød strek) for Jet og Turbo på bane 36. M 1:400 000.

7.4 Landingsrunder



**Figur 7-7. Landingsrunder for småfly, de innerste rundene, og for Jet og Turbo, de ytterste rundene.
M 1:100 000.**



Figur 7-8. Landingsrunder for helikopter. M 1:100 000.

7.5 Motorkjøring

Det er lagt inn 122 forekomster av motorkjøring med Widerøes maskiner på 20 minutter hver i 2017, fordelt på 24 tester i rusegrop, rullebane HR, og 98 tomgangskjøringer foran hangar, rullebane HG. Alle motorkjøringene antas å skje på dagtid.

SINTEF har for prognosen redusert antall motorkjøringer med 20%.

8 BEREGNINGSPARAMETRE

8.1 Beregningsenheter

Det beregnes for alle enheter som er relatert til retningslinje T-1442/2016 og forurensningsforskriften.

8.2 Beregning i enkeltpunkt

Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert per 2018-02-07.

8.3 NORTIM beregningskontroll

Grunnlagsberegningene for T-1442/2016 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

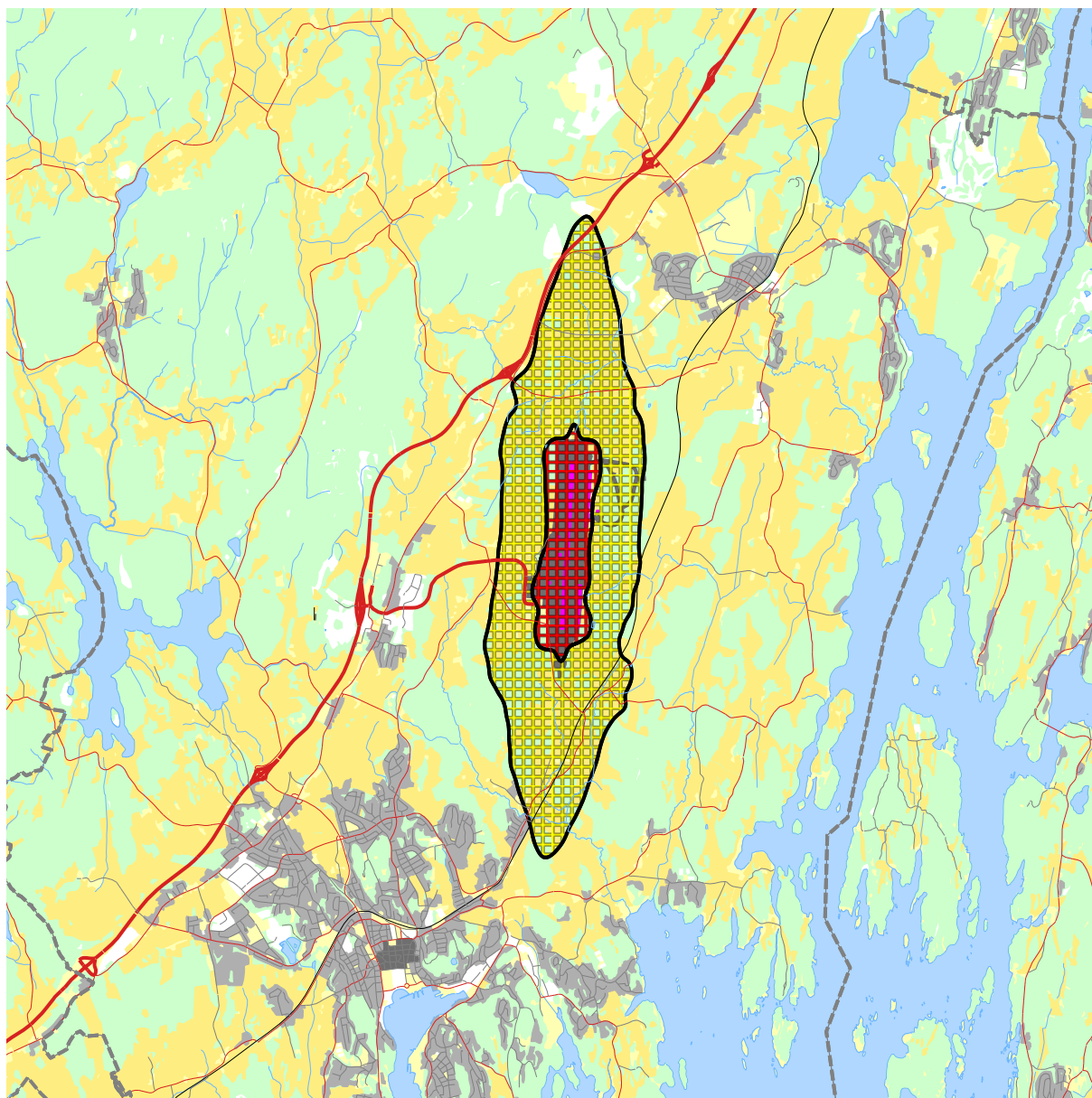
Retningslinje T-1442/2016 angir at støysonene som skal oversendes kommunen skal settes sammen som en "verste-tilfelle-kombinasjon" av de to situasjonene. I de neste kapitlene vises dagens situasjon og prognosesituasjonen hver for seg.

9.1 Støysonekart for dagens situasjon

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

Tabell 9-1. Areal innenfor støysoner for dagens situasjon.

	2017
Rød sone	2,30 km ²
Gul sone	11,7 km ²



Figur 9-1. Støysoner for dagens situasjon (2017). M 1:100 000.

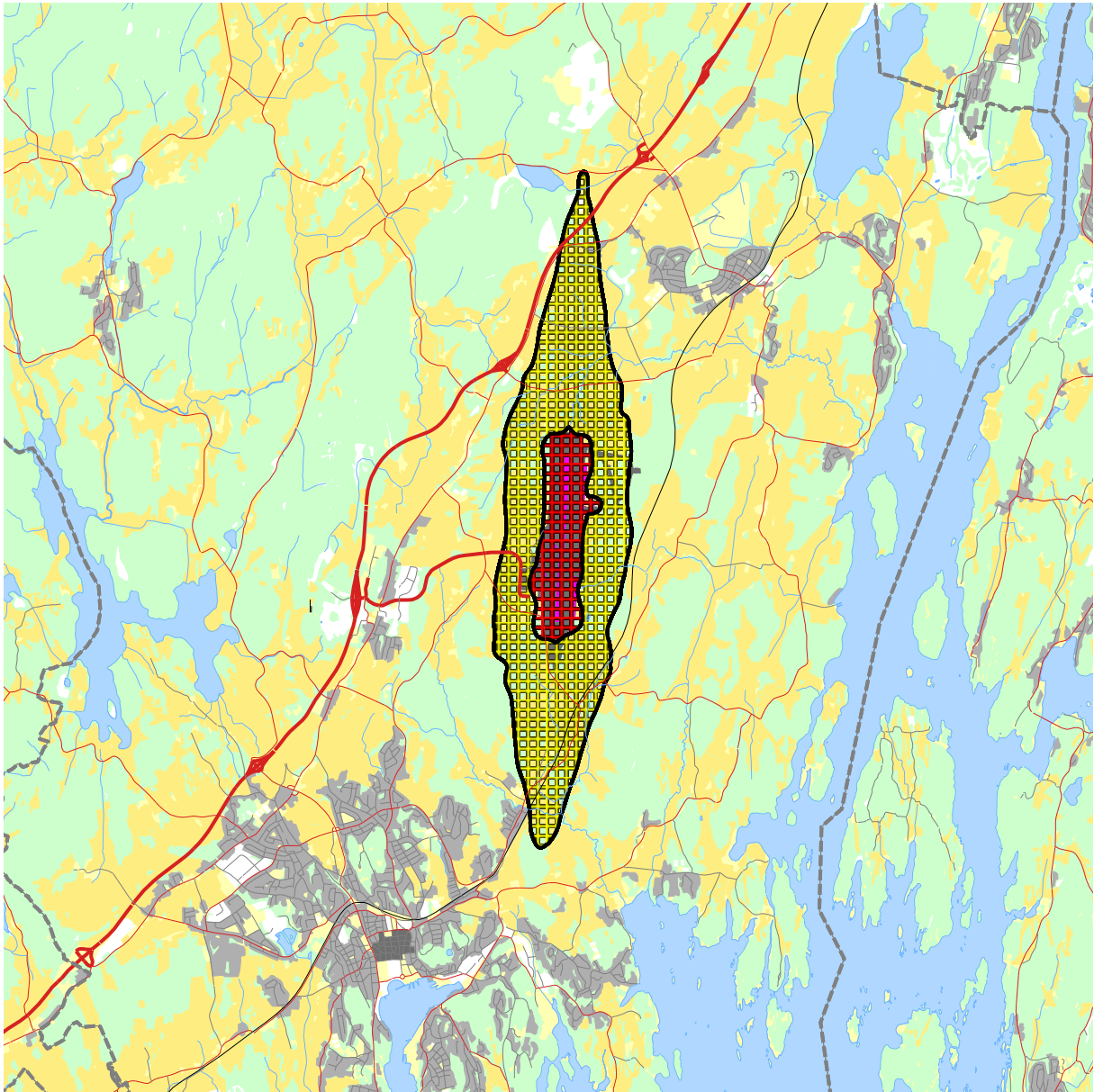
Det er bare L_{den} som gir bidrag til støysonene.

9.2 Støysonekart for prognosesituasjonen

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

Tabell 9-2. Areal innenfor støysoner for prognosesituasjonen (2028).

	2028
Rød sone	2,03 km ²
Gul sone	9,81 km ²



Figur 9-2. Støysoner for prognosesituasjonen (2028). M 1:100 000.

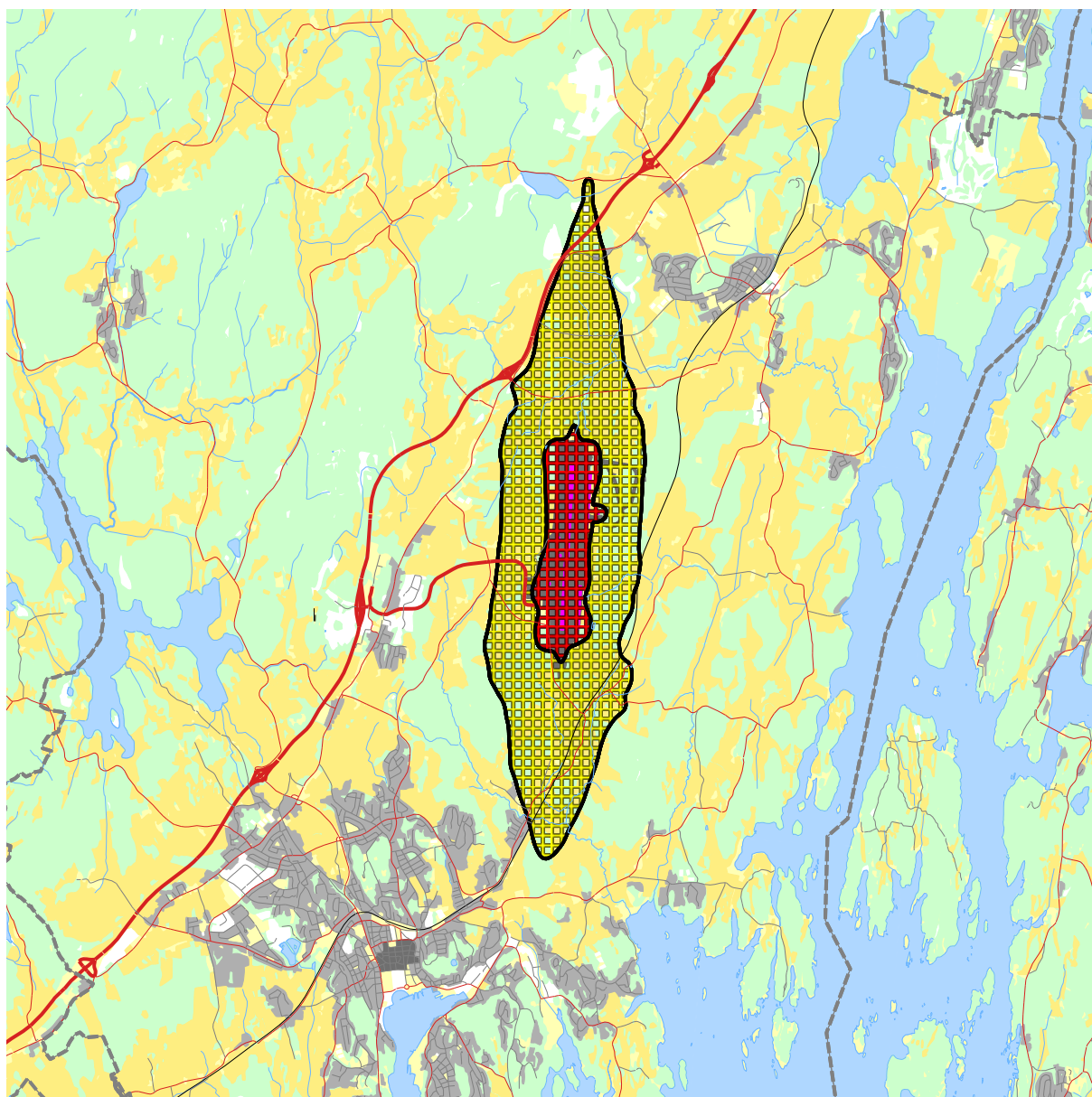
Det er bare L_{den} som gir bidrag til støysonene.

9.3 Kombinert støysonkart for 2017-2028

Retningslinje T-1442/2016 angir at støysonene som skal oversendes kommunen skal settes sammen som en "verste-tilfelle-kombinasjon" av de to situasjonene.

Tabell 9-3. Areal innenfor støysoner for prognosesituasjonen (2028).

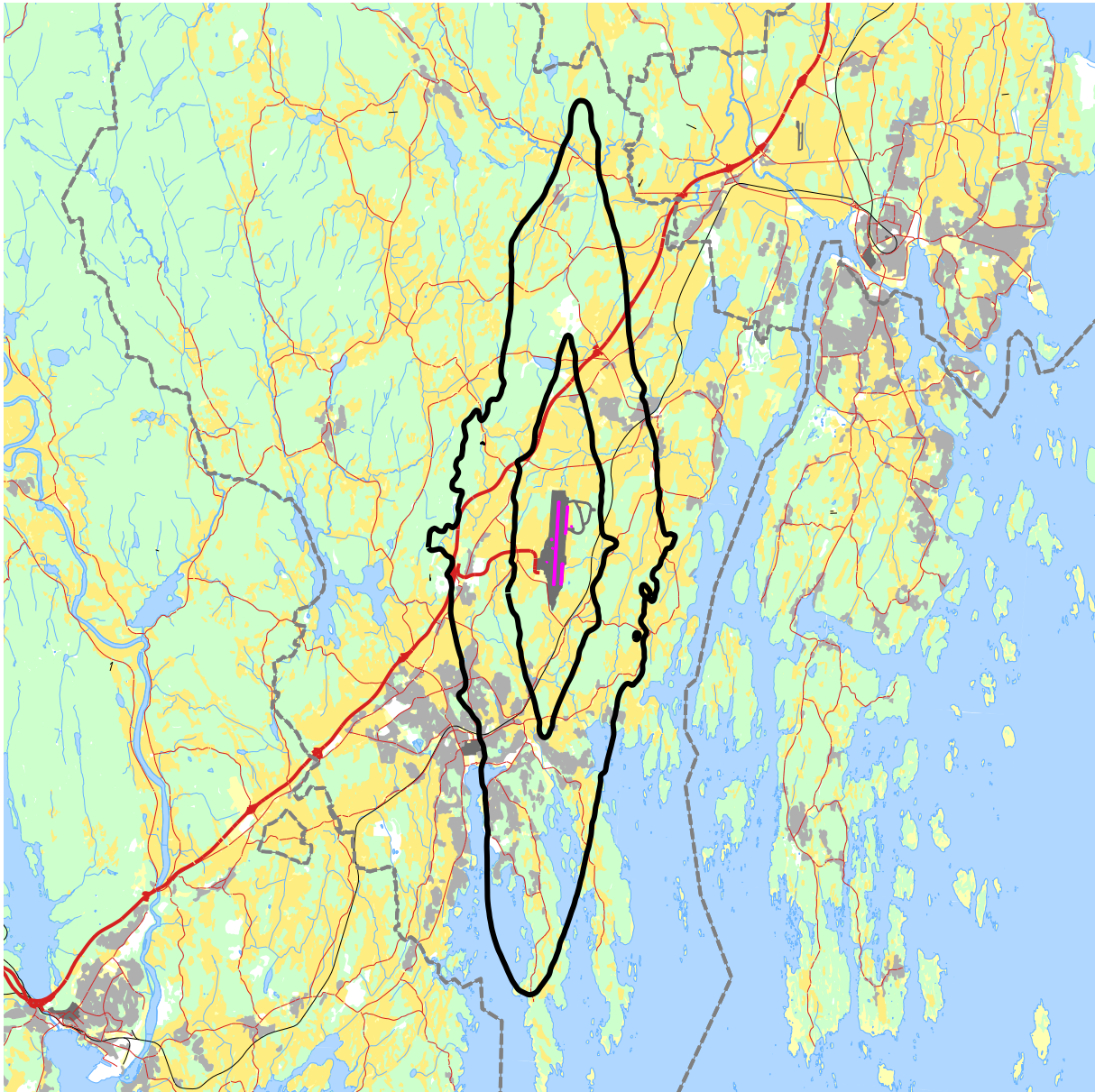
	2017 og 2028 kombinert
Rød sone	2,34 km ²
Gul sone	11,8 km ²



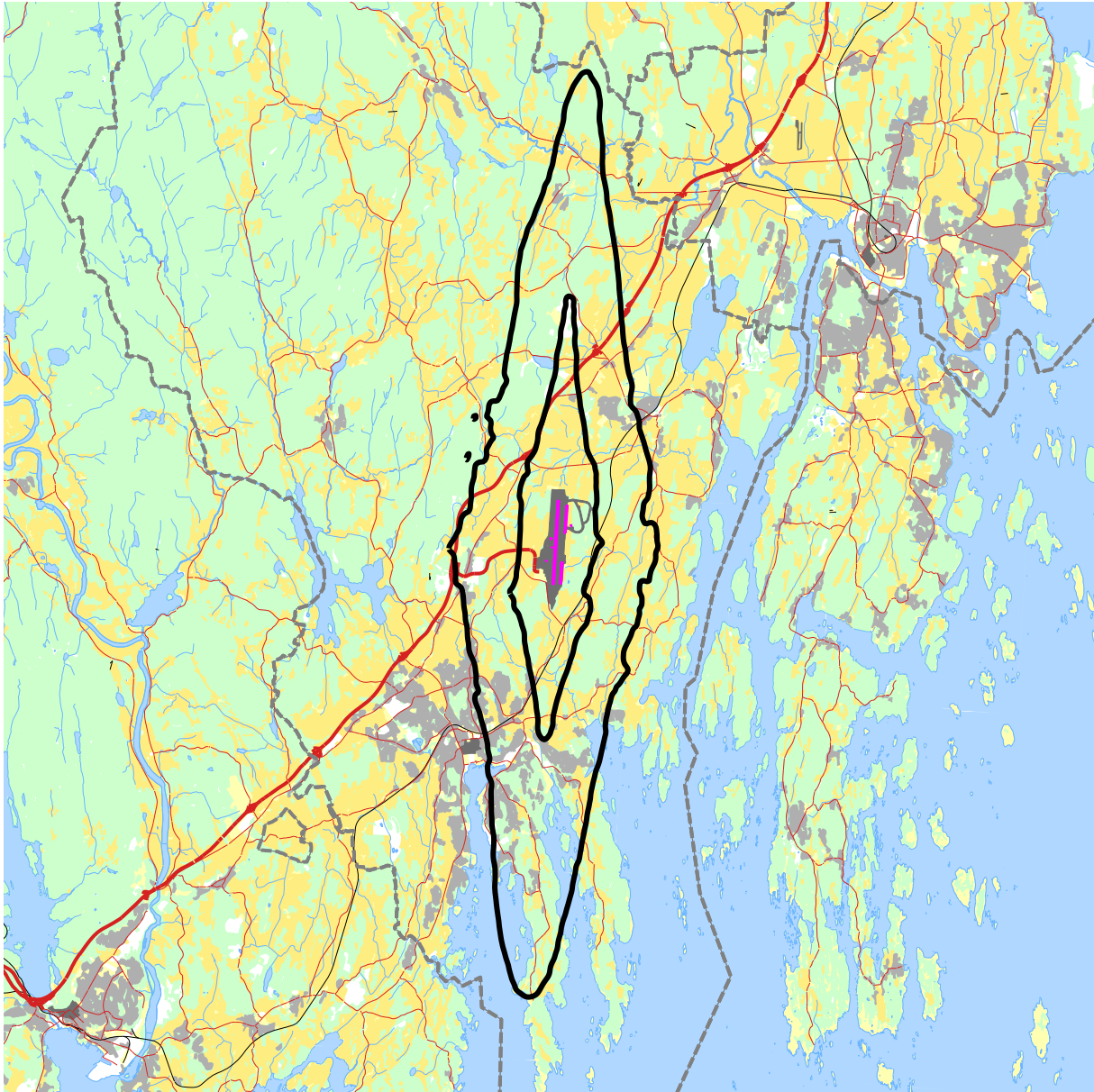
Figur 9-3. Støysoner for "verste-tilfelle-kombinasjon" (2017-2028). M 1:100 000.

9.4 Kartlegging av stille soner

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 og 50 dBA for dagens situasjon. M 1:200 000.



Figur 9-5. L_{den} 40 og 50 dBA for prognosesituasjonen. M 1:200 000.

10 RESULTATER RELATERT TIL FORURESNINGSFORSKRIFTEN

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

10.1 Kartlegging av innendørs støynivå

For beregningene ved Sandefjord lufthavn, Torp, legges "Stamruteplasser" til grunn for dagens situasjon, jamfør Tabell 4-1.

I henhold til Tabell 4-1 er kartleggingsgrensen for Sandefjord lufthavn, Torp, for flystøy og helikopterstøy for dagens situasjon på L_{Aeq24h} 62 dBA utendørs frittfeltnivå. Det korresponderer med en reduksjon på 27 dBA i fasader relativt til frittfeltnivå og gir 35 dBA innendørs nivå.

I tilfeller hvor det er andre støykilder som bidrar like mye som flytrafikken (som f.eks. en veg), så skal kartleggingsgrensen flyttes 3 dB lenger ut, dvs. til 59 dBA.

Tentativ tiltaksgrense på innendørs nivå 42 dBA gir et tilsvarende frittfeltnivå på 69 dBA utendørs.

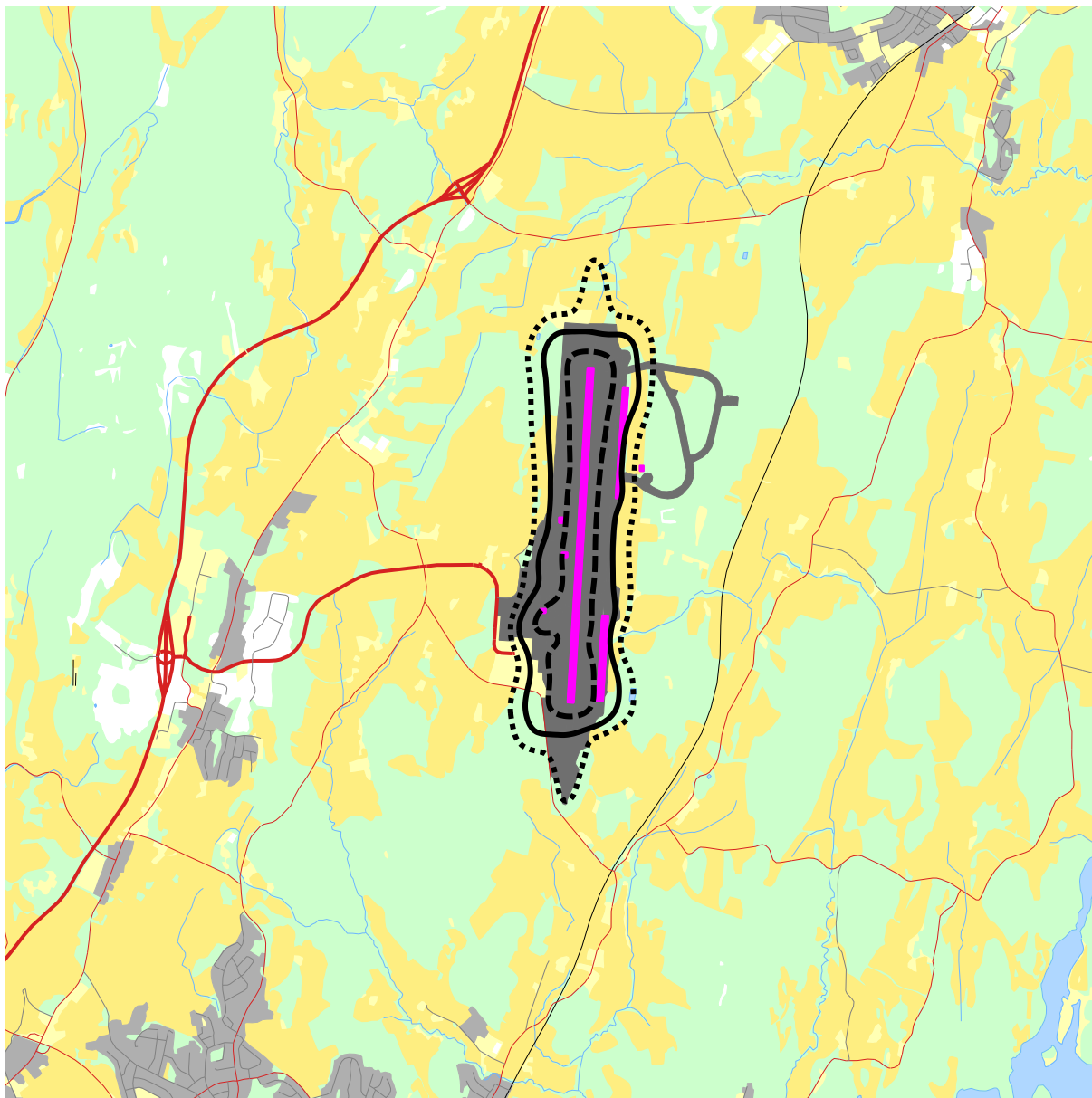
Tabell 10-1. Antall bosatte og bygninger innenfor tentativ tiltaksgrense og kartleggingsgrense for dagens situasjon (2017).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
59.0-62.0	2.55	1	0	0	0
62.0-69.0	0	0	0	0	0
69.0 ->	0	0	0	0	0

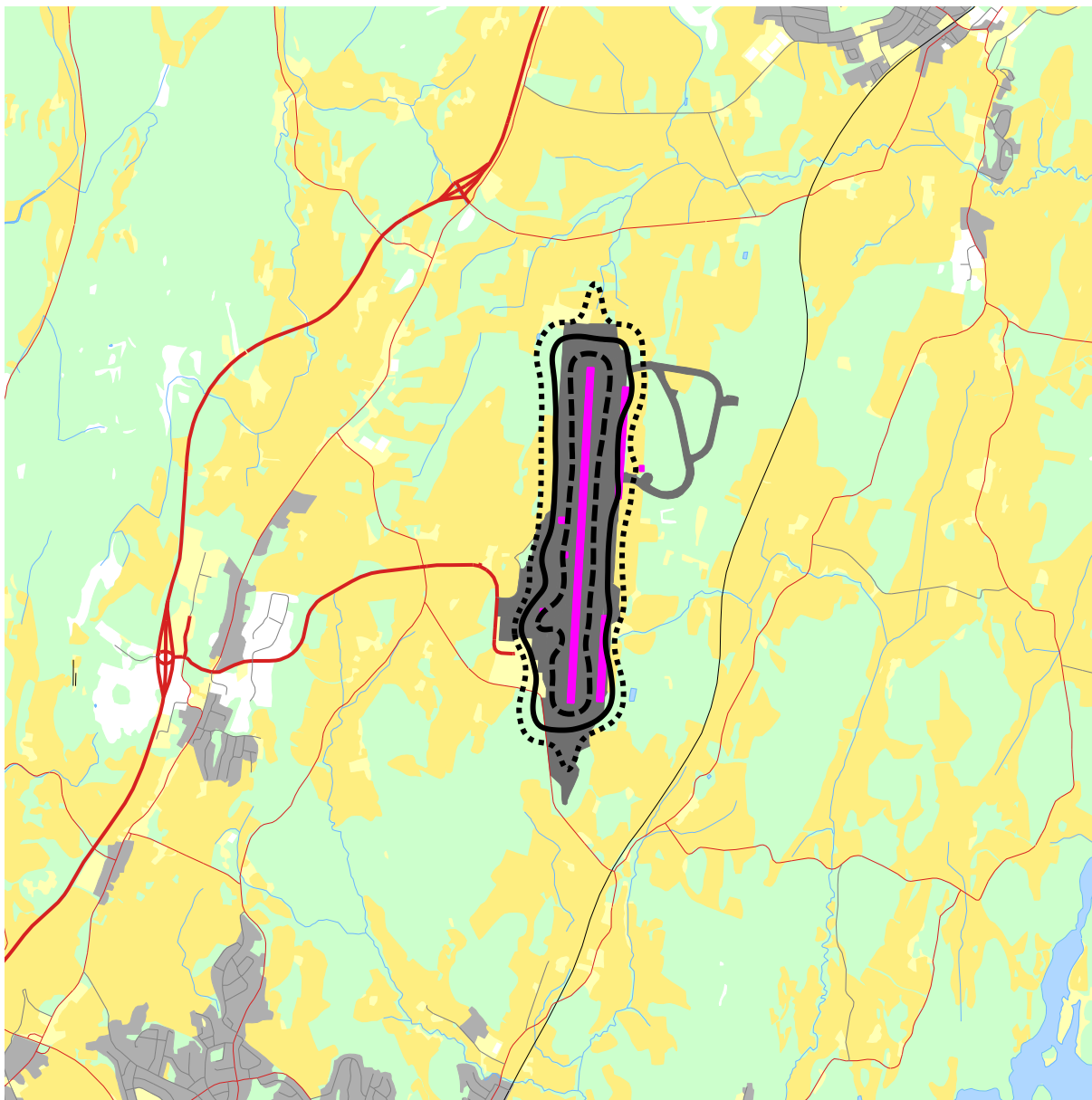
Tabell 10-2. Antall bosatte og bygninger innenfor tentativ tiltaksgrense og kartleggingsgrense for prognosesituasjonen (2028).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
59.0-62.0	0	0	0	0	0
62.0-69.0	0	0	0	0	0
69.0 ->	0	0	0	0	0

Det høyeste L_{Aeq24} -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er 57,5 dBA for prognosesituasjonen.



**Figur 10-1. Tentativ tiltaksgrense (stiplet), kartleggingsgrense (heltrukken), samt kartleggingsgrense hvor annen støy bidrar like mye (prikket); L_{Aeq24h} 69, 62 og 59 dBA, for dagens situasjon (2017).
M 1:50 000.**



**Figur 10-2. Tentativ tiltaksgrense (stiplet), kartleggingsgrense (heltrukken), samt kartleggingsgrense hvor annen støy bidrar like mye (prikket); L_{Aeq24h} 69, 62 og 59 dBA, for prognosesituasjonen (2028).
M 1:50 000.**

10.2 Kartlegging av utendørs støynivå

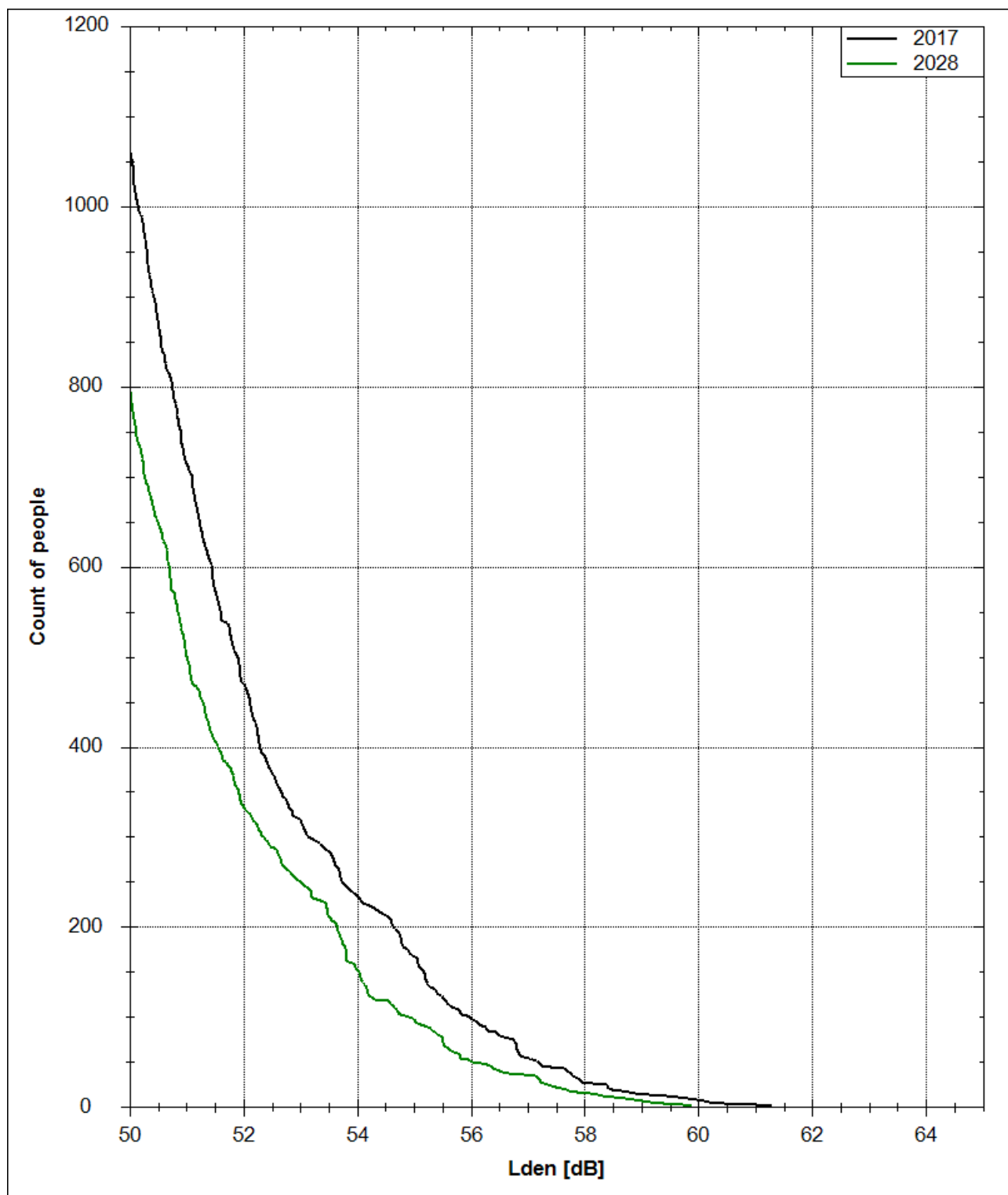
Strategisk støykartlegging gjennomføres i henhold til forurensningsforskriften, ref. [19], Del 2, kapittel 5, avsnitt III og vedlegg 2 til del 2.

Tabell 10-3. Antall bygninger og bosatte personer som funksjon av L_{den} -nivå for dagens situasjon (2017).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
50.0-55.0	894.31	312	2	0	12
55.0-60.0	158.89	30	0	2	2
60.0-65.0	7.65	3	0	0	0
65.0-70.0	0	0	0	0	0
70.0-75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0

Tabell 10-4. Antall bygninger og bosatte personer som funksjon av L_{den} -nivå for prognosesituasjonen (2028).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
50.0-55.0	699.47	247	2	0	14
55.0-60.0	196.03	36	0	2	0
60.0-65.0	0	0	0	0	0
65.0-70.0	0	0	0	0	0
70.0-75.0	0	0	0	0	0
75.0 ->	0	0	0	0	0



Figur 10-3. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt ved L_{den} for dagens situasjon (2017) og prognosesituasjonen (2028).

Tabell 10-5. Antall bygninger og bosatte personer som funksjon av L_{night} -nivå for dagens situasjon (2017).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
50.0-55.0	0	0	0	0	0
55.0-60.0	0	0	0	0	0
60.0-65.0	0	0	0	0	0
65.0-70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0

Tabell 10-6. Antall bygninger og bosatte personer som funksjon av L_{night} -nivå for prognosesituasjonen (2028).

Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
50.0-55.0	0	0	0	0	0
55.0-60.0	0	0	0	0	0
60.0-65.0	0	0	0	0	0
65.0-70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0

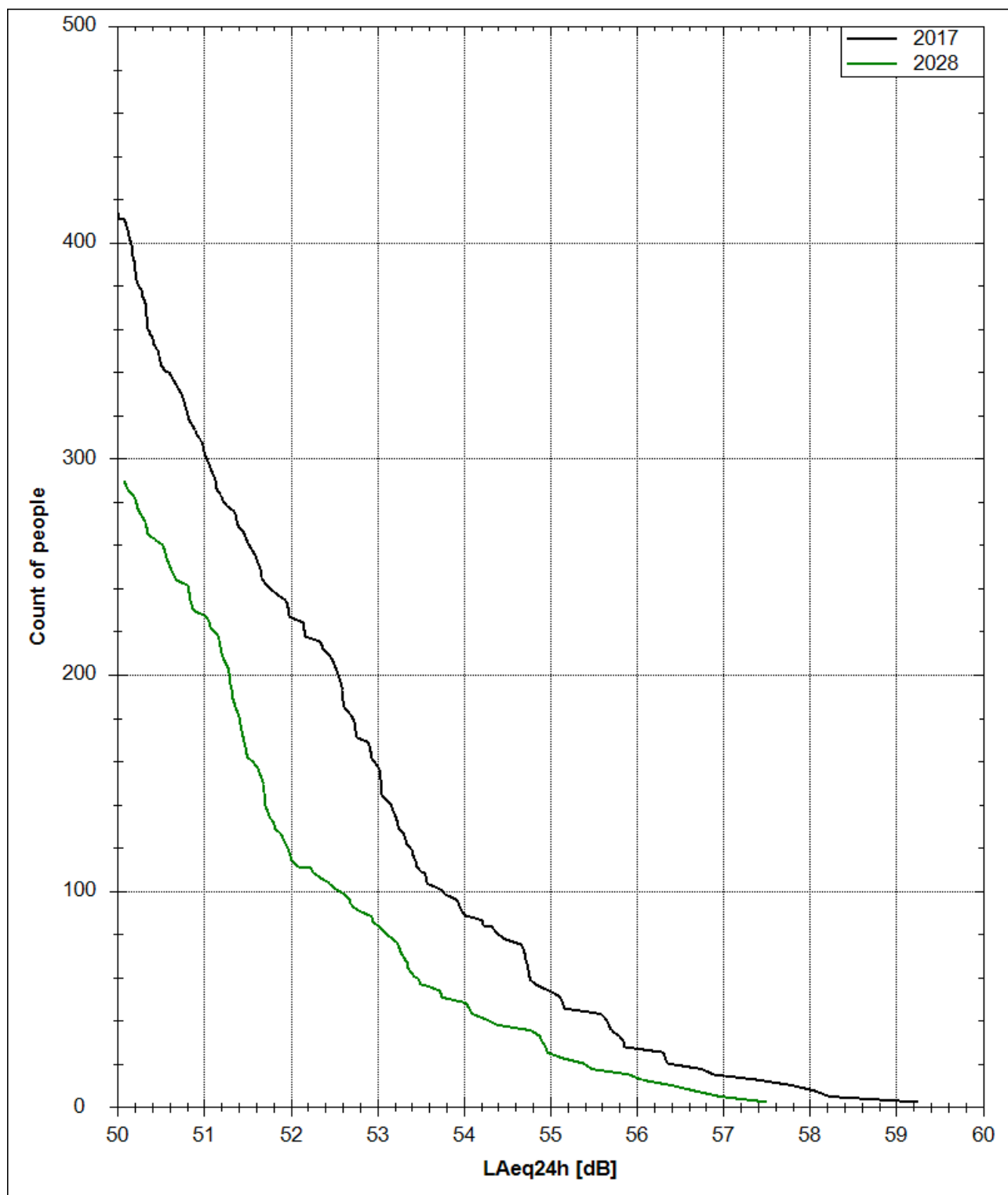
Det er ingen bygninger eller bosatte med L_{night} -nivå over 50 dBA. Det høyeste L_{night} -nivået blant bygninger med støyømfintlig bruksformål er henholdsvis 48,0 dBA for dagens situasjon og 47,7 dBA for prognosesituasjonen.

Tabell 10-7. Antall bygninger og bosatte personer som funksjon av L_{Acq24h} -nivå for dagens situasjon (2017).

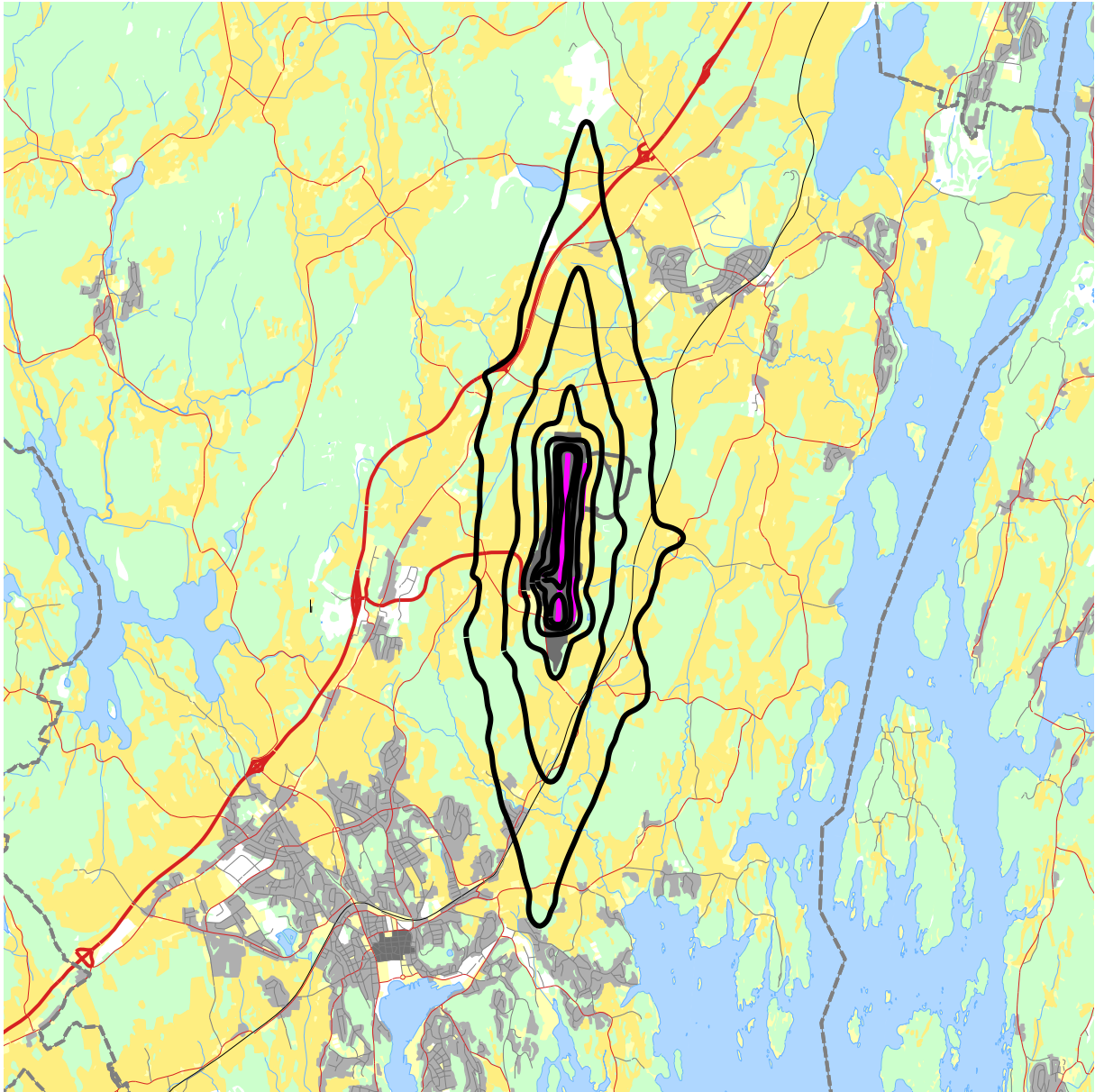
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
50.0-55.0	362.19	132	1	2	13
55.0-60.0	51.5	20	0	0	0
60.0-65.0	0	0	0	0	0
65.0-70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0

Tabell 10-8. Antall bygninger og bosatte personer som funksjon av L_{Acq24h} -nivå for prognosesituasjonen (2028).

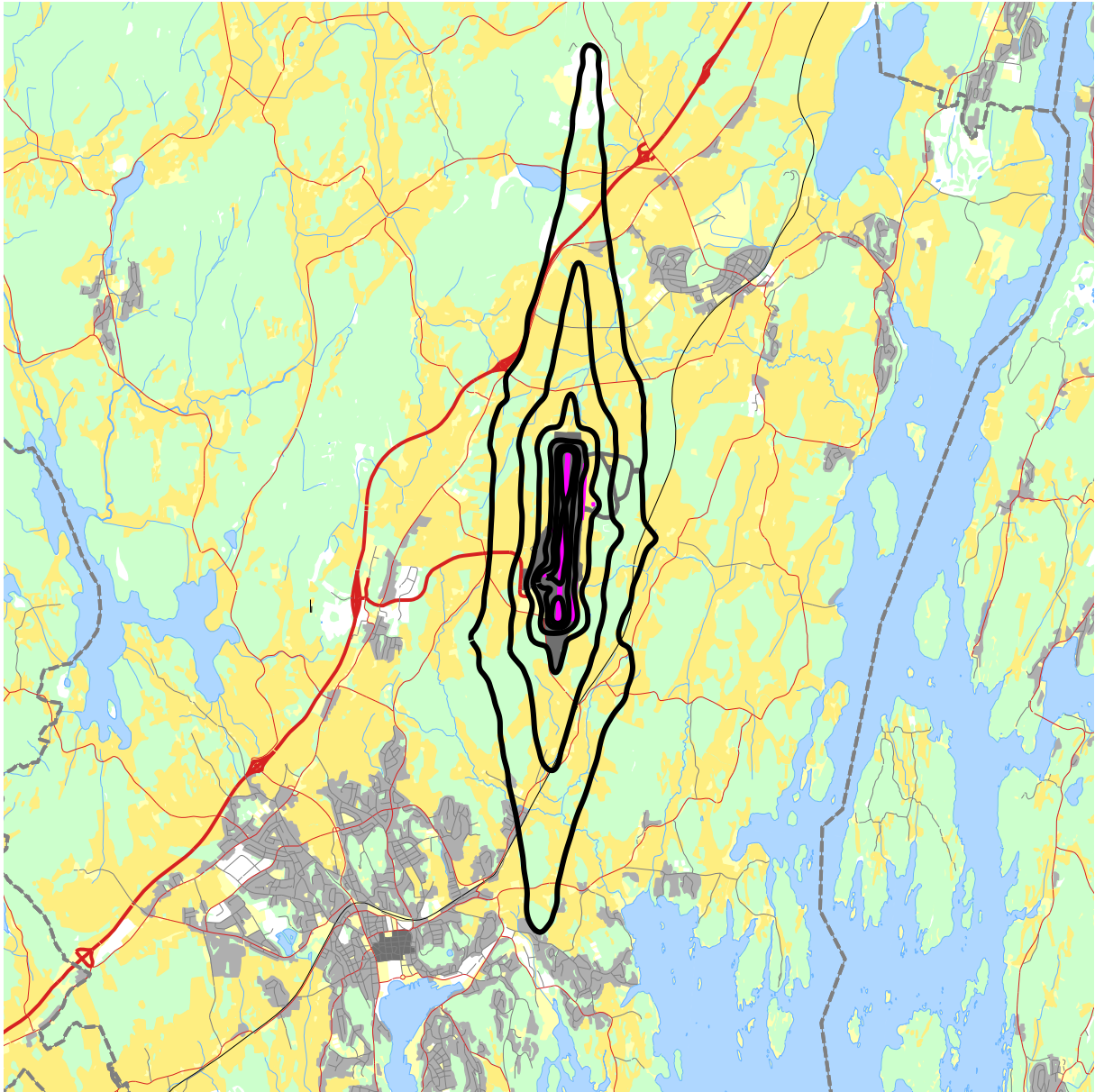
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
50.0-55.0	266.99	94	0	2	2
55.0-60.0	22.95	9	0	0	0
60.0-65.0	0	0	0	0	0
65.0-70.0	0	0	0	0	0
70.0 ->	0	0	0	0	0



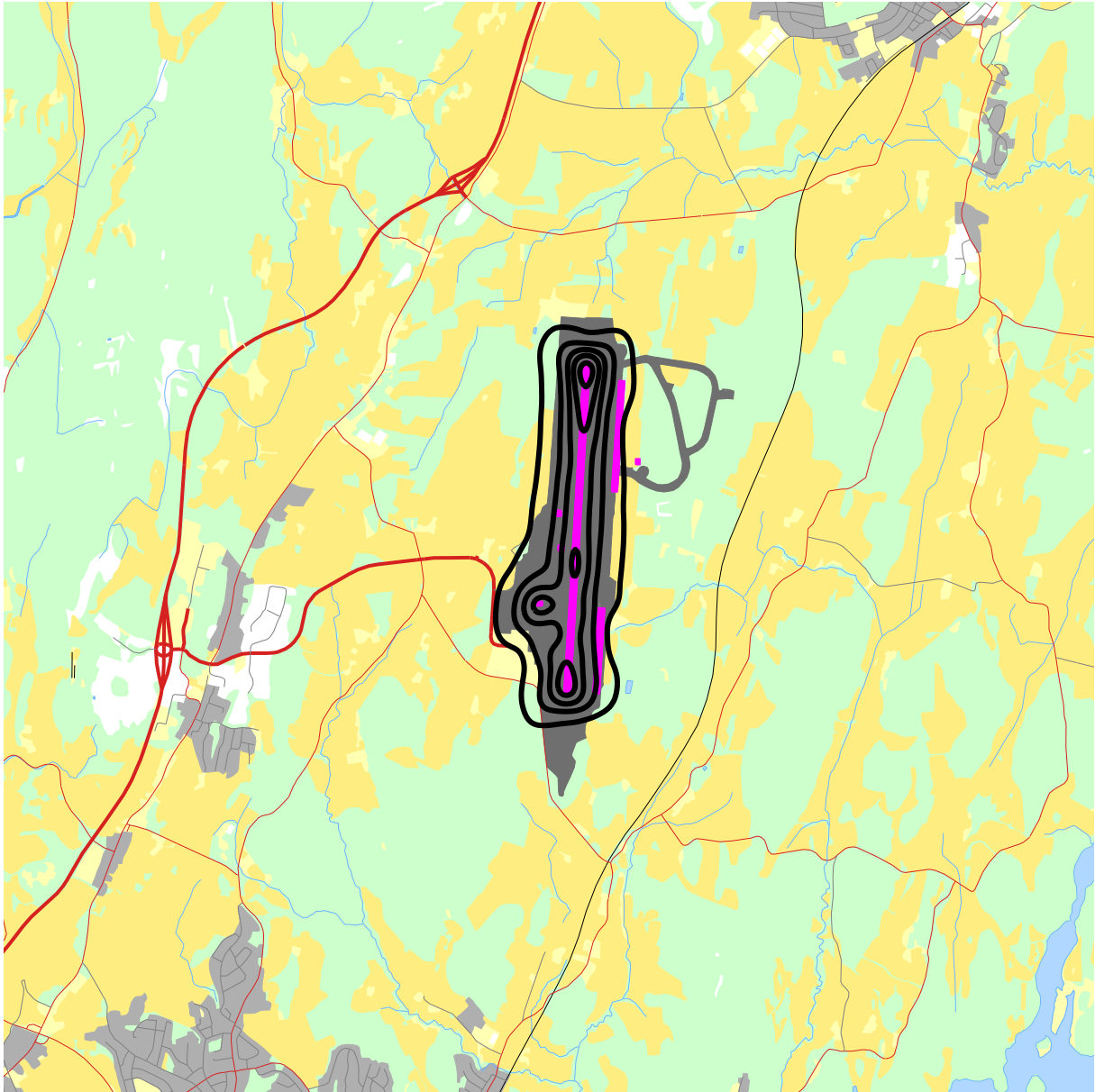
Figur 10-4. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt ved L_{Aeq24h} for dagens situasjon (2017) og prognosesituasjonen (2028).



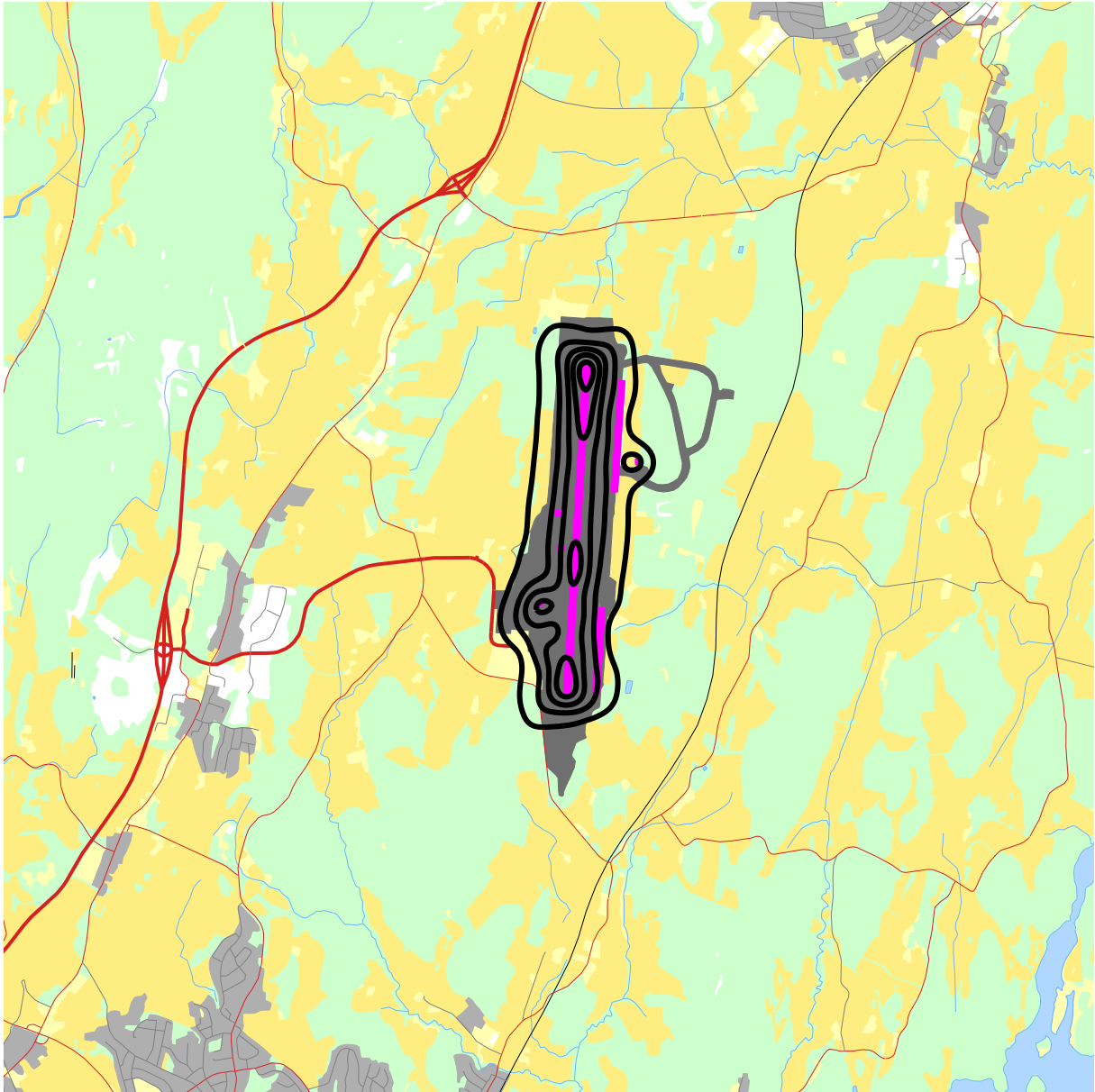
Figur 10-5. L_{den} i 5 dB trinn fra 50 dBA for dagens situasjon (2017). M 1:100 000.



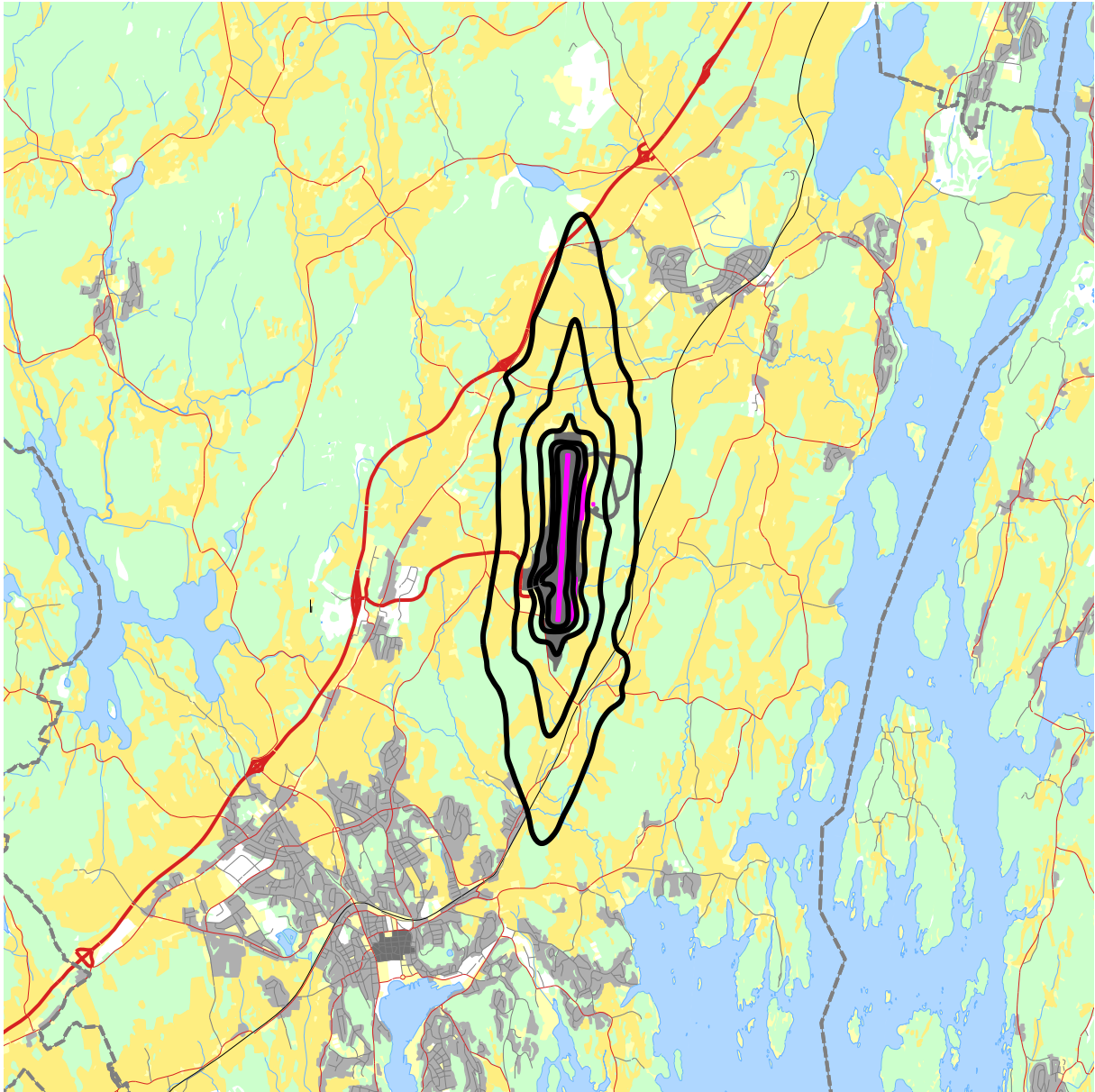
Figur 10-6. L_{den} i 5 dB trinn fra 50 dBA for prognosesituasjonen (2028). M 1:100 000.



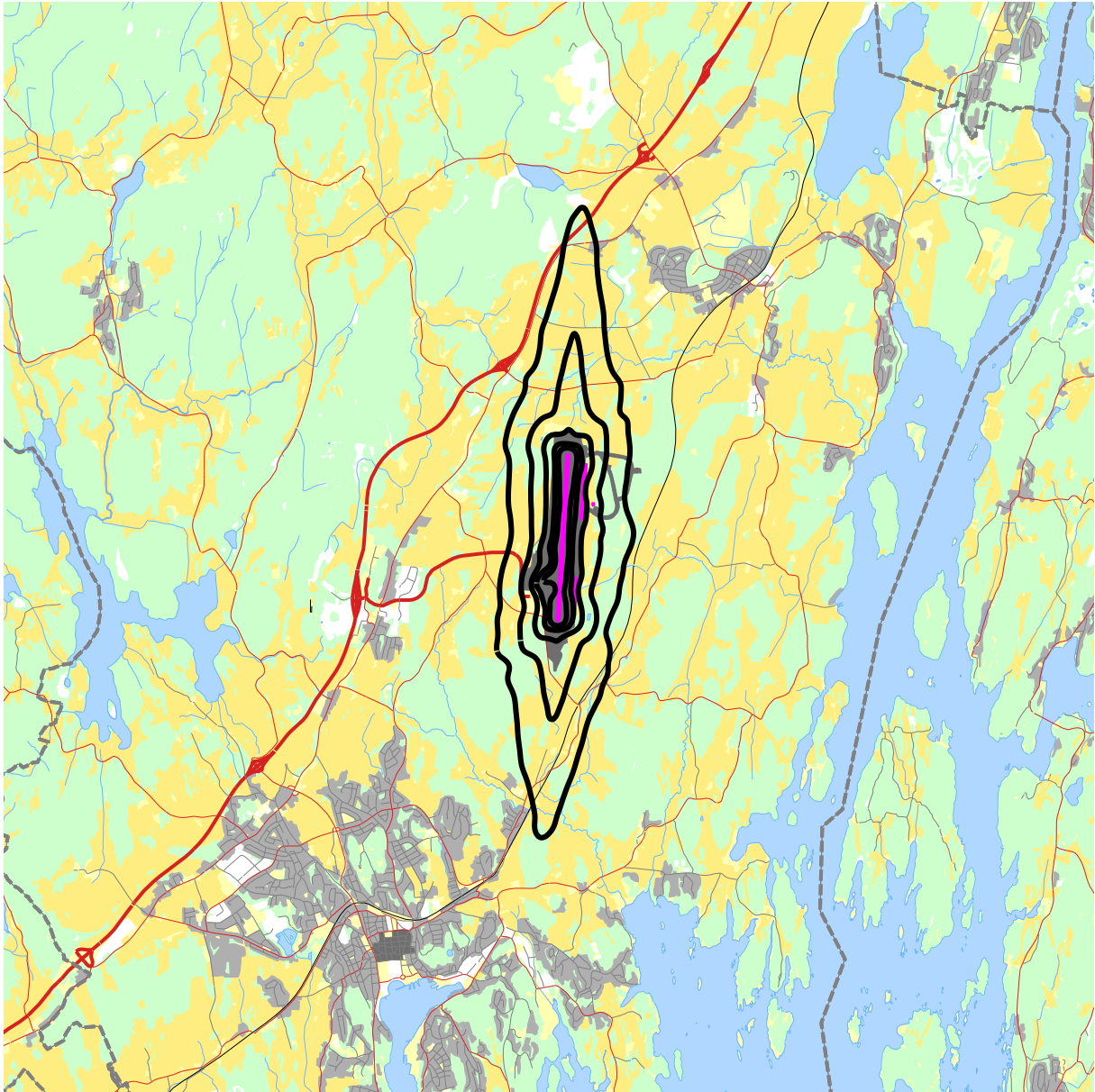
Figur 10-7. L_{night} i 5 dB trinn fra 50 dBA for dagens situasjon (2017). M 1:50 000.



Figur 10-8. L_{night} i 5 dB trinn fra 50 dBA for prognosesituasjonen (2028). M 1:50 000.



Figur 10-9. L_{Aeq24h} i 5 dB trinn fra 50 dBA for dagens situasjon (2017). M 1:100 000.



Figur 10-10. L_{Aeq24h} i 5 dB trinn fra 50 dBA for prognosesituasjonen. M 1:100 000.

11 LITTERATUR

1. Granøien Idar L. N., H.F., *Beregninga v støysoner etter T-1442 for Sandefjord lufthavn Torp*. 2008.
2. Idar Ludvig Nilsen Granøien, J.B., *Flystøysoner på Sandefjord lufthavn, Torp*. 2018. p. 58.
3. 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.
4. 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.
5. Gjestland, T., et al., *RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU*. november 1990, ELAB-RUNIT Report STF40 A90189: Trondheim, .
6. 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, .
7. Gelderblom, F., T. Gjestland, and I.L.N. Granøien, *UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER*. 2016: Trondheim.
8. Klima- og Miljødepartementet, *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*. desember 2016, Retningslinje T-1442/2016: Oslo.
9. *DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise*, EC, Editor. 2002.
10. 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, .
11. Randeberg, R.T., H. Olsen, and I.L.N. Granøien, *NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION*. juni 2007, Report SINTEF A1683: Trondheim, .
12. 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, .
13. Plovsing, B. and J. Kragh, *COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL*. desember 2000, Nord2000 DELTA Report: Lyngby, .
14. Storeheier, S.Å., et al., *AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part I: SUMMARY OF RESULTS*. mars 2002, SINTEF Report STF40 A02032: Trondheim, .
15. 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.
16. 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, .
17. OSL, *Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data*. August 2015.
18. AgustaWestland, *AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies*. p. 30.
19. Miljøverndepartementet, *FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)*. juni 2004, Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5): Oslo, .
20. Brekke, A., *NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II*. juni 1998, Norges byggforskingsinstitutt rapport 7939, revidert utgave: Oslo, .
21. 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, .

22. Osmundsen, E., *MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA*. 2011, Miljøakustikk AS.

23. Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available from:
<http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>.

12 Vedlegg

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

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

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

ACType	NewACTyp	ACType	NewACTyp	ACType	NewACTyp	ACType	NewACTyp
A109	A109K2	C172	CNA172	DA42	BEC58P	G280	CNA525C
A210	COMSEP	C182	CNA182	DDDD	COMSEP	GLF4	GIV
A211	COMSEP	C185	CNA182	DH8A	DHC8	GLF5	GV
A321	A320-211	C206	CNA206	DH8C	DHC830	GLF6	CNA525C
AC90	CNA441	C208	CNA20T	DH8D	DHC830	H25B	LEAR35
AEST	BEC58P	C210	CNA206	DHC1	GASEPF	H500	H500D
ALO2	LHEL	C25A	CNA500	DHC2	GASEPV	J328	CL600
ALO3	LHEL	C25B	CNA525C	DR40	GASEPF	JABI	GASEPF
AS50	SA350	C25C	CNA525C	DV20	GASEPV	L29	FAL20
AS65	MHEL	C30J	C130HP	E135	CL600	LAMA	LHEL
ASTR	IA1125	C340	BEC58P	E145	EMB145	LGEZ	GASEPF
AT72	HS748A	C402	BEC58P	E170	EMB170	LJ31	LEAR35
AT75	HS748A	C414	BEC58P	E190	EMB190	LJ35	LEAR35
B105	LHEL	C421	BEC58P	E300	COMSEP	LJ45	LEAR35
B190	1900D	C510	CNA510	E35L	EMB145	M20P	GASEPV
B214	THEL	C525	CNA500	E50P	CNA510	MCR1	COMSEP
B350	DHC6	C550	MU3001	E55P	CNA560XL	MF17	GASEPF
B737	737700	C55B	CNA525C	EC20	LHEL	MICO	GASEPF
B738	737800	C560	CNA560E	EC30	EC130	P06T	BEC58P
B752	757PW	C56X	CNA560XL	EC35	EC135	P210	CNA206
BE20	DHC6	C650	CIT3	EC45	MHEL	P28A	PA28
BE30	DHC6	C680	CNA680	F100	F10062	P46T	GASEPV
BE36	GASEPV	C750	CNA750	F16	F16N	P68T	CNA441
BE40	LEAR35	C77R	GASEPF	F2TH	FAL20	PA18	GASEPF
BE58	BEC58P	CL35	CL600	F900	FAL20	PA32	GASEPV
BE9L	CNA441	CL60	CL600	FA20	FAL20	PA34	BEC58P
BL8	GASEPF	COL4	COMSEP	FA62	GASEPF	PA46	GASEPV
BN2P	BEC58P	D228	DO228	FA7X	CRJ9-ER	PC12	GASEPV
C152	CNA172	DA40	GASEPV	FDCT	COMSEP	PTS2	GASEPV

Atype	NewAtype	Atype	NewAtype	Atype	NewAtype	Atype	NewAtype
R44	LHEL	SB91	GASEPF	SW4	DHC6	WT9	COMSEP
RF6	COMSEP	SIRA	COMSEP	T28	GASEPF	ZEP2	COMSEP
RJ1H	BAE146	SR20	GASEPF	T6	GASEPV	AA5	GASEPF
RV4	GASEPF	SR22	COMSEP	TBM7	GASEPV		
RV6	GASEPF	ST75	GASEPF	TBM9	COMSEP		
S22T	COMSEP	SUBA	GASEPF	ULAC	COMSEP		

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

Tabell 12-2. Inndeling av flytyper i grupper.

NewAtype	ACcat	NewAtype	ACcat	NewAtype	ACcat	NewAtype	ACcat
1900D	Turbo	CNA206	GA	DHC830	Turbo	HS748A	Turbo
737700	Jet	CNA20T	GA	DO228	Turbo	IA1125	Jet
737800	Jet	CNA441	Turbo	EC130	H	LEAR35	Jet
757PW	Jet	CNA500	Jet	EC135	H	LHEL	H
A109K2	H	CNA510	Jet	EMB145	Jet	MD83	Jet
A319	Jet	CNA525C	Jet	EMB170	Jet	MHEL	H
A320	Jet	CNA560E	Jet	EMB190	Jet	MU3001	Jet
A320-211	Jet	CNA560XL	Jet	F10062	Jet	PA28	GA
BAE146	Jet	CNA680	Jet	F16N	Jet	PA31	GA
BEC58P	GA	CNA750	Jet	FAL20	Jet	R22	H
C130HP	Turbo	COMSEP	GA	GASEPF	GA	S92	H
CIT3	Jet	CRJ9-ER	Jet	GASEPV	GA	SA350	H
CL600	Jet	DC3	GA	GIV	Jet	THEL	H
CNA172	GA	DHC6	Turbo	GV	Jet		
CNA182	GA	DHC8	Turbo	H500D	H		

Destinasjoner samles i grupper etter hvilken himmelretning destinasjonene ligger i, som vist i Tabell 12-3. Tabellen viser også StageLength (SL) som indikerer avstand til destinasjon, som igjen bestemmer flyets stigeprofil under avgang. Avstand deles inn i intervaller der SL 1 er inntil 500 Nautiske Mil, SL 2 er 500 – 1000 NM, SL 3 er 1000 – 1500 NM, SL 4 er 1500 – 2500 NM, SL5 er 2500 – 3500 NM, SL6 er 3500 – 4500 NM og SL7 er over 4500 NM.

Tabell 12-3. Inndeling av destinasjoner i grupper.

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength	NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
BIKF	NW	2	EFPO	NE	1
CYYR	NW	4	EFRO	NE	2
EBAW	SW	2	EFTP	NE	1
EBOS	SW	2	EFTU	E	1
EBZW	SW	2	EGAE	W	2
EDAV	S	1	EGBB	SW	2
EDDF	S	2	EGCC	SW	2
EDDH	S	1	EGGP	SW	2
EDDK	S	2	EGGW	SW	2
EDDL	S	1	EGHI	SW	2
EDDM	S	2	EGKB	SW	2
EDDN	S	2	EGKK	SW	2
EDDS	S	2	EGLF	SW	2
EDDT	S	1	EGNJ	SW	1
EDDW	S	1	EGNV	SW	1
EDFH	S	2	EGPA	W	1
EDFQ	S	1	EGPD	W	1
EDHI	S	1	EGPO	W	2
EDJA	S	2	EGSS	SW	2
EDLN	S	1	EGSV	SW	2
EDLW	S	1	EGTE	SW	2
EDMV	S	2	EGTF	SW	2
EDNY	S	2	EGTK	SW	2
EDOP	S	1	EGWU	SW	2
EDQM	S	2	EGAA	W	2
EDRY	S	2	EHAM	SW	1
EDTM	S	2	EHBK	S	2
EDXW	S	1	EHGG	S	1
EFHF	E	1	EHKD	SW	1
EFHK	E	1	EHLE	SW	1
EFKK	NE	1	EHRD	SW	1
EFKU	NE	2	EHTX	SW	1
EFMA	E	1	EKAH	S	1
EFOU	NE	2	EKAT	S	1

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength	NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
EKBI	S	1	ENLX	NE	1
EKCH	S	1	ENML	N	1
EKEB	S	1	ENNM	N	1
EKGH	S	1	ENNO	NW	1
EKKA	S	1	ENOL	N	1
EKLS	S	1	ENOP	NW	1
EKRK	S	1	ENOV	NW	1
EKRN	SE	1	ENRA	N	1
EKSB	S	1	ENRK	E	1
EKSN	S	1	ENRO	N	1
EKSV	S	1	ENRV	N	1
EKVG	NW	2	ENRY	NE	1
EKYT	S	1	ENSB	N	3
ENAL	NW	1	ENSD	NW	1
ENAT	N	2	ENSG	NW	1
ENBL	NW	1	ENSI	NE	1
ENBM	NW	1	ENSM	N	1
ENBN	N	1	ENSN	W	1
ENBO	N	1	ENSO	W	1
ENBR	NW	1	ENST	N	1
ENCN	SW	1	ENTC	N	2
ENDI	NW	1	ENTO	W	1
ENDU	N	2	ENVA	N	1
ENEG	N	1	ENVE	W	1
ENEV	N	2	ENZV	W	1
ENFA	N	1	EPBY	SE	1
ENFG	N	1	EPGD	SE	1
ENFL	NW	1	EPKK	SE	2
ENFY	W	1	EPKT	SE	2
ENGK	SW	1	EPMO	SE	2
ENGM	N	1	EPPO	SE	1
ENHA	N	1	EPRZ	SE	2
ENHD	W	1	EPSC	SE	1
ENHS	N	1	EPWA	SE	2
ENJB	NE	1	EPWR	SE	2
ENKB	N	1	ESDF	SE	1
ENKJ	NE	1	ESGE	SE	1
ENLI	SW	1	ESGG	SE	1
ENLU	W	1	ESGJ	SE	1

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength	NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
ESGL	SE	1	GCTS	SW	4
ESGP	SE	1	GMFK	SW	4
ESGR	E	1	KEWR	W	5
ESGS	E	1	KTEB	W	5
ESGT	SE	1	LCLK	SE	4
ESGV	SE	1	LCPH	SE	4
ESKK	E	1	LDSP	S	2
ESKM	NE	1	LDZA	S	2
ESKN	E	1	LEAL	SW	3
ESKV	NE	1	LEBL	S	3
ESMK	SE	1	LEGE	S	3
ESML	SE	1	LEIB	S	3
ESMQ	SE	1	LEMG	SW	3
ESMS	SE	1	LEPA	S	3
ESMT	SE	1	LEVC	SW	3
ESMX	SE	1	LEVD	SW	3
ESNS	NE	1	LEZL	SW	3
ESNZ	NE	1	LFBD	SW	2
ESOE	E	1	LFKC	S	3
ESOK	E	1	LFLS	S	2
ESOW	E	1	LFMD	S	2
ESPA	NE	2	LFMN	S	2
ESSA	E	1	LFMP	S	3
ESSB	E	1	LFOH	SW	2
ESSD	NE	1	LFOK	S	2
ESSL	E	1	LFPB	SW	2
ESSP	E	1	LFPN	SW	2
ESST	NE	1	LFRM	SW	2
ESSV	E	1	LFSB	S	2
ESSX	E	1	LGAV	SE	3
ESTA	SE	1	LGIR	SE	4
ESTF	SE	1	LGRP	SE	4
ESTL	SE	1	LGSA	SE	4
ETMN	S	1	LHBP	SE	2
ETSI	S	2	LIMC	S	2
EVRA	E	1	LIME	S	2
EYKA	SE	2	LIML	S	2
EYVI	SE	2	LIPO	S	2
GCLP	SW	4	LIPX	S	2

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength	NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
LJLJ	S	2	LSZC	S	2
LKKU	SE	2	LSZG	S	2
LKMT	SE	2	LSZH	S	2
LKPR	S	2	LSZR	S	2
LOWS	S	2	LTAI	SE	4
LOWW	S	2	LTFG	SE	4
LPPD	SW	4	LWSK	SE	3
LRCV	SE	3	LYPG	S	3
LROP	SE	3	OMAD	SE	5
LRTR	SE	2	RJOF	NE	6
LSGG	S	2	RUSM	RUSM	1
LSMD	S	2	RUST	RUST	1
LSZB	S	2			



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no