

Rapport

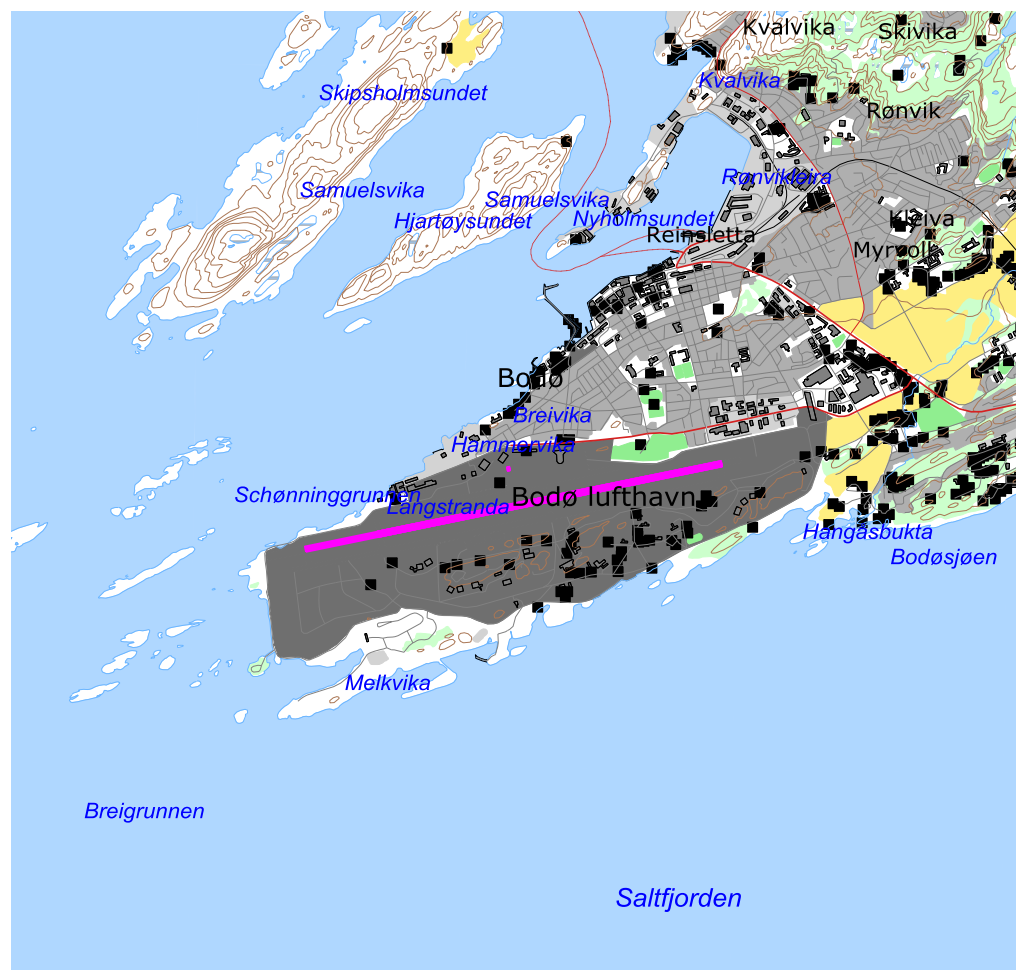
Flystøysoner på Bodø lufthavn

Støysoner etter T1442/2012

Forfatter(e)

Joakim Bustad

Rolf T. Randeberg, Idar L. N. Granøien



Rapport

Flystøysoner på Bodø lufthavn

Støysoner etter T1442/2012

EMNEORD:

RAPPORTNR
SINTEF A28026

VERSJON
2.0

DATO
2016-12-22

FORFATTER(E)

Joakim Bustad
Rolf T. Randeberg, Idar L. N. Granøien

OPPDRAGSGIVER(E)

Forsvarsbygg

OPPDRAGSGIVERS REF.

Øystein Valdem

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

59 + vedlegg

GRADERING

Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE

Unrestricted

ISBN

978-82-14-06152-9

SAMMENDRAG

Det er utarbeidet flystøysonekart for Bodø lufthavn etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2012 og Forurensningsforskriften basert på registrert trafikk i 2015 og for en prognose for 2026. Beregning av støy er utført med NORTIM versjon 4.5 som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse.

Beregningene viser at det er 12 boliger innenfor tentativ tiltaksgrense for dagens situasjon, og ingen for prognose 2026 der vi har lagt til grunn at rullebanen er flyttet til ny posisjon omlag 800-900m sørvest for dagens rullebane.

UTARBEIDET AV
Joakim Bustad

KONTROLLERT AV
Herold Olsen

GODKJENT AV
Odd Pettersen

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2016-12-22	Sluttrapport. Ikke sendt til kunden.
2.0	2016-12-22	Sluttrapport oppdatert med kapittel 10.3

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 kartgrunnlag	14
6	FLYAKTIVITETEN VED BODØ LUFTHAVN.....	16
6.1	Trafikk ifølge tårnjournalen	16
6.2	Prognose	19
7	FLYGEPROSEDYRER.....	22
7.1	Helikopter	22
7.2	Widerøe sine rutefly	23
7.3	SAS og Norwegian sine rutefly.....	25
7.4	Større jetfly	27
7.5	Jagerfly	28
7.6	Småfly	30
7.7	Motorkjøring.....	31
7.8	Landingsrunder	32

8	FLYGETRASÉER FOR PROGNOSEN	33
9	BEREGNINGSPARAMETRE	40
9.1	Beregningsenheter	40
9.2	Beregning i enkeltpunkt	40
9.3	NORTIM beregningskontroll	40
10	RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442	41
10.1	Støysonekart for dagens situasjon	41
10.2	Støysonekart for prognosesituasjonen	42
10.3	Kartlegging av stille soner	43
11	RESULTATER RELATERT TIL FORURENSNINGSFORSKRIFTEN	45
11.1	Kartlegging av innendørs støynivå	45
11.2	Kartlegging av utendørs støynivå	47
12	LITTERATUR.....	54
13	Vedlegg.....	56

BILAG/VEDLEGG

1 INNLEDNING

Forsvarsbygg har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en støyberegning for Bodø lufthavn for dagens trafikk og for en ti års prognose. Den siste kartleggingen av støyen ble utført av SINTEF i 2007 [1].

Grunnlaget for beregningene er loggført trafikk for 2015.

Prosjektansvarlig og kontaktperson hos Forsvarsbygg har vært Øystein Valdem. Prosjektet er utført ved SINTEF IKT med Rolf Tore Randeberg som prosjektleder, og med Joakim Bustad og Idar L. N. Granøien som prosjektmedarbeidere. Prosjektansvarlig i SINTEF IKT har vært Odd Kr. Ø. Pettersen.

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

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

Siden prognosesituasjonen i prinsippet beskriver en helt ny flyplass vil denne rapporten vise to separate resultatsituasjoner; én for dagens situasjon og én for prognosesituasjonen. Rapporten vil med andre ord ikke vise noe støykart som summerer eller kombinerer de to situasjonene. Dette kan framskaffes på forespørsel.

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

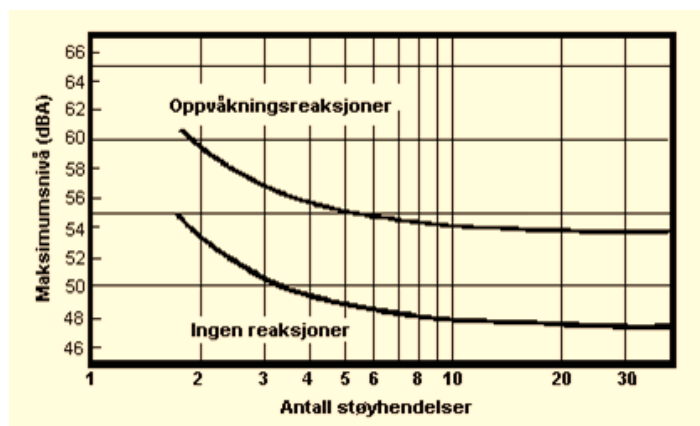
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene. Flystøyens frekvensinnhold er slik at de største bidrag ligger i ørets mest følsomme område og det er lett å skille denne lyden ut fra annen bakgrunnsstøy; så lett at man ofte hører flystøy selv om selve støynivået ikke beveger seg over nivået på bakgrunnsstøyen. Flystøy har også et betydelig innslag av lavfrekvente komponenter som gjør at den lett trenger inn i bygninger.

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

2.2.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

Det har vært bred internasjonal enighet om at **vekking** som følge av flystøy kan medføre en risiko for helsevirkninger på lang sikt, se litteraturlisten ref. [2, 3]. Det er **ikke** samme enighet på hvorvidt **endring av søvnstadium** (søvn dybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking.

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



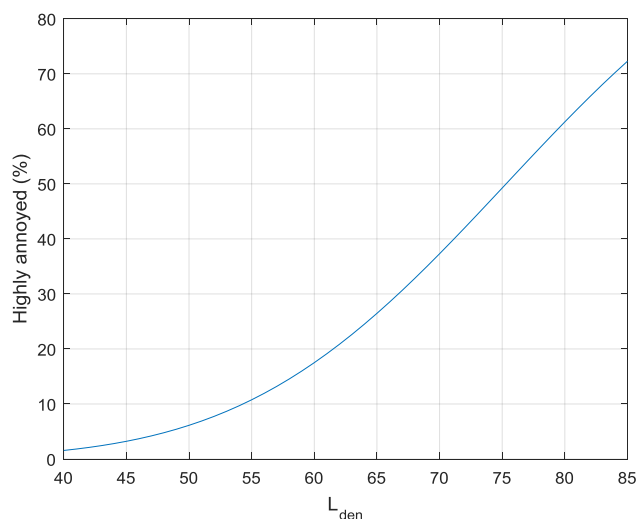
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. Søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [2].

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

2.2.2 Generell plage av flystøy

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

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



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

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

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

3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

Miljøverndepartementet ga i juli 2012 ut retningslinje T-1442/2012 for behandling av støy fra forskjellige støykilder [7], som en videreføring av T-1442 fra 2005. 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-1442/2012 følger den internasjonalt mest vanlige inndelingen av døgnet ved at dagtid er definert fra kl. 07 til 19, kveld er mellom kl. 19 og 23, mens natta strekker seg fra kl. 23 til 07.

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

Retningslinje T-1442/2012 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-1442/2012 [8] er det angitt at L_{5AS} beregnes som MFN_{23-07} .

3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442/2012 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 den følgende tabell. Det fremgår at hver sone defineres med to kriterier. Hvis ett av kriteriene er oppfylt på et sted, så faller stedet innenfor den aktuelle sonen – det er med andre ord et "eller" mellom kolonnene.

Tabell 3-1. Kriterier for soneinndeling. Ytre grense i dB, frittfeltsverdier.

Støykilde	Støysone			
	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07
Flyplass	L_{den} 52 dB	L_{5AS} 80 dB	L_{den} 62 dB	L_{5AS} 90 dB

3.2.2 Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer

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

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

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

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

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

3.2.3 Kartlegging av stille områder

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

3.3 Beregningsmetode

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

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

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnet

Veilederen til T-1442/2012 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 støymål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, L_{Aeq} , for hvert døgnsegment i det dimensjonerende middeldøgn. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk eller i tabellariske oversikter. 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 den moderne flyparken har andre karakteristika enn de 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 senest revidert 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 støytype dominerer. Dersom flere likeverdige kilder er til stede, senkes kartleggingsgrensen for hver støykilde med 3 dB til 32 dBA.

4.1.1 Beregning med normtall for fasadedempning

Flystøy beregnes primært for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Ettersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt's utredning om fasadeisolasjon [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. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier 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 skjermer 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, 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 østover:

- 07, med startpunkt ved taksebane/påkjøring A og J
- 07C, med startpunkt ved C og som også blir brukt for startpunkt ved taksebanene/påkjøringene B, D og H
- 07M, med startpunkt ved taksebane/påkjøring M

Vestover er disse rullebanene definerte:

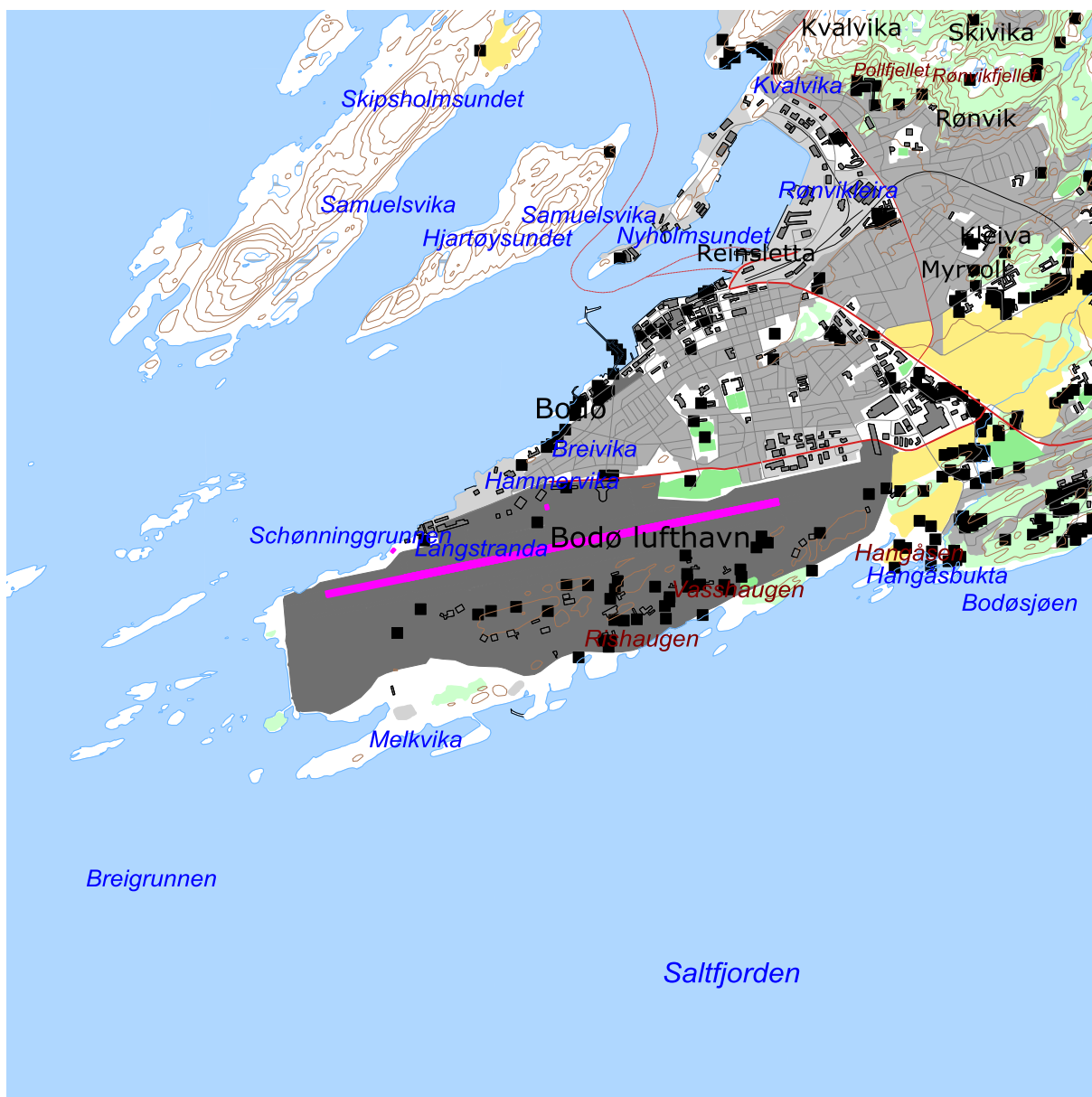
- 25, med startpunkt ved taksebane/påkjøring F
- 25C, med startpunkt ved C og som også blir brukt for startpunkt ved taksebanene/påkjøringene B, D og H
- 25E, med startpunkt ved taksebanene/påkjøringene E og G

Helikopterlandingsplass er definert som 17 for avganger og 35 for landinger.

I tillegg er det definert et område, MKJ, for motorkjøring etter teknisk vedlikehold for Widerøes sine maskiner. Dette området ligger nordvest for taksebane/påkjøring A.

Tabell 5-1 Posisjon til eksisterende rullebaner.

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Length
07	471283,3	7461254,3	474019,4	7461815,4	2793
07C	472501,0	7461504,2	474019,4	7461815,4	1550
07M	470706,2	7461135,0	474019,4	7461815,4	3382
25	474019,4	7461815,4	471283,3	7461254,3	2793
25C	472501,0	7461504,2	471283,0	7461254,0	1243
25E	473438,0	7461696,0	471283,0	7461254,0	2200
17	472320,4	7461790,4	472327,0	7461760,0	31
35	472326,7	7461760,2	472320,0	7461790,0	31
MKJ	471207,0	7461468,5	471186,9	7461445,2	31



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

6 FLYAKTIVITETEN VED BODØ LUFTHAVN

I følge retningslinje T-1442 skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregningen av støysoner. I dette tilfellet er trafikken for 2015 benyttet som utgangspunkt for beregningene.

6.1 Trafikk ifølge tårnjournalen

Avinor har levert tårnjournal for Bodø lufthavn for 2015. Nedenfor er det gitt en oversikt over trafikkgrunnlaget slik det er registrert i de tilsendte filene.

Tabell 6-1. Antall flybevegelser i 2015.

TO_LA	SumOper
LA	24457
TG	2312
TO	23600
Totalt	50369

Tabell 6-2. Antall bevegelser per type flyging i 2015.

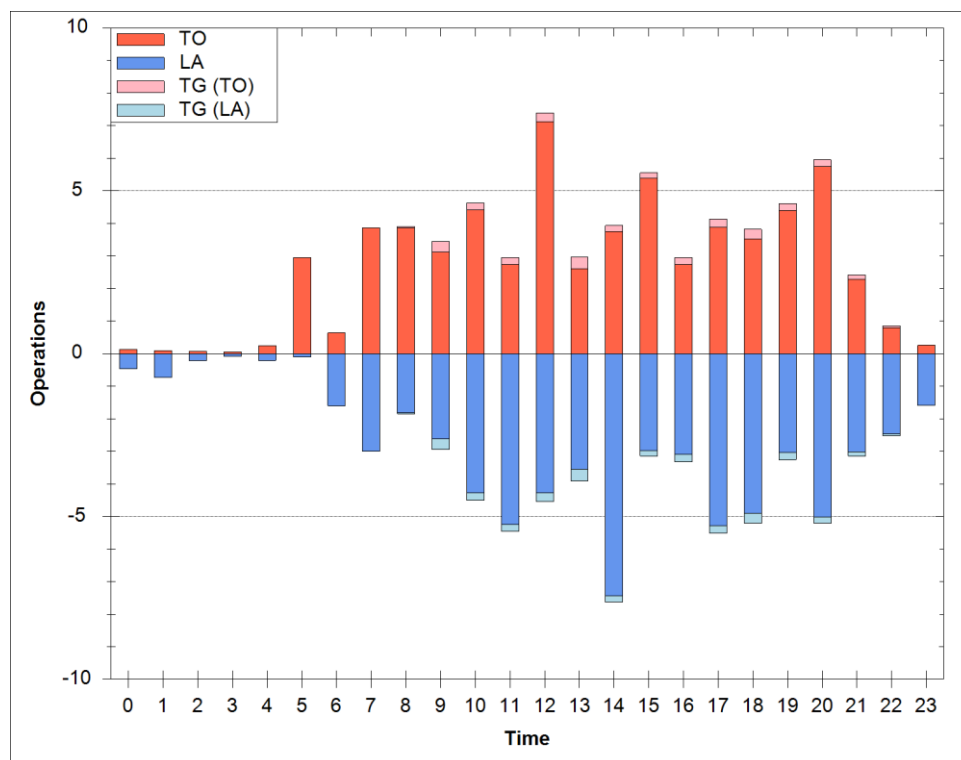
FLT	FLTDescription	SumOper
1	Ruteflyging	35291
2	Ikke regelbundet trafikk	491
3	Fraktflyging	707
4	Kontinentalsokkelflyging (m/helikopter)	6
5	Annen kommersiell helikopterflyging	349
6	Annen kommersiell flyging	119
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	35
12	Ambulanseflyging	2783
13	Skole- og instruksjonsflyging	513
14	Posisjonsflyging	460
15	Teknisk retur flyging	117
16	Kontrollflyginger	37
17	Allmenn flyging	3001
21	Militær flyging	4594
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	416
23	Militær skoleflyging	134
24	Militær posisjonsflyging	49
25	Militær testflyging	24
26	Militær kontrollflyging	12
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	66
28	Luftfartøy som deltar i militærøvelser	279
29	Militær treningsflyging	16
30	Operativ militær flyging	870
	Totalt	50369

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 i [12]. 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 141 forskjellige flytyper i Bodø i løpet av 2015. I kapittel 13 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 62. Et utdrag av listen over flytyper etter substituering er vist i Tabell 6-3. Figur 6-1 viser trafikkfordelingen over et estimert gjennomsnittsdøgn.

Tabell 6-3. Antall bevegelse per type fly i 2015.

NewACTyp	SumOper
DHC8	20718
737700	7940
F16N	4078
737800	2935
DHC6	2863
DHC830	1968
GASEPF	1820
SA330	1313
THEL	1295
CNA172	1025
HS748A	817
7373B2	631
CNA182	375
SA350	284
(Andre)	2307
Sum	50369



Figur 6-1. Antall bevegelser per time for et gjennomsnittsdøgn i 2015.

Flytyper som har tilnærmet samme operasjonsmønster samles videre i grupper for å forenkle beregningsgrunnlaget. I kapittel 13 vises hvordan flytypene tilordnes en gruppe (ACcat). Det er valgt sju forskjellige grupper, som vist i Tabell 6-4.

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

ACcat	Forklaring	Antall operasjoner
737	Moderne rutefly med jet motorer under vingene	12224
A320	Andre jetfly og større fly enn gruppen over	1265
GA	Småfly	3739
JAG	Jagerfly	4522
MH	Mindre helikopter	420
TH	Større helikopter	2645
WF	Turboprop maskiner, Widerøe og ambulansfly	25554
Sum		50369

6.2 Prognose

Flystøy beregnes normalt for dagens situasjon og en ti års prognose. For beregning av situasjonen i 2026 har Avinor oversendt prognose for sivil trafikk. Ut fra disse tallene er det ventet en økning i ruteflyging på 14% fra 2015 til 2026, mens det for ikke-regelbundet trafikk (charter) er ventet en økning på 65 %. For den øvrige sivile trafikken antas det ingen vesentlige endringer.

Tabell 6-5. Antall flybevegelser i 2026.

TO_LA	SumOper
LA	24755
TG	1875
TO	24640
Totalt	51270

Tabell 6-6. Antall bevegelser per type flyging i 2026.

FLT	FLTDescription	SumOper
1	Ruteflyging	40232
2	Ikke regelbundet trafikk	809
3	Fraktflyging	806
4	Kontinentalsokkelflyging (m/helikopter)	6
5	Annen kommersiell helikopterflyging	349
6	Annen kommersiell flyging	119
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	36
12	Ambulanseflyging	2782
13	Skole- og instruksjonsflyging	513
14	Posisjonsflyging	524
15	Teknisk retur flyging	117
16	Kontrollflyginger	37
17	Allmenn flyging	3002
21	Militær flyging	1291
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	416
23	Militær skoleflyging	135
24	Militær posisjonsflyging	8
25	Militær testflyging	3
26	Militær kontrollflyging	12
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	66
28	Luftfartøy som deltar i militærøvelser	4
29	Militær treningsflyging	0
30	Operativ militær flyging	5
	Totalt	51270

I og med at Forsvarets base ved Bodø flystasjon vil være nedlagt i 2026 antas det at all regulær trafikk med jagerfly utgår for prognosen. Det ventes ingen endring i aktiviteten med ambulanse-, søk- og redningstjeneste (330-skvadronen). Det er imidlertid planlagt å bytte ut helikoptermateriellet fra Sea King til

AW101 fra Leonardo (tidligere Finmeccanica og Agusta Westland). Dette er det tatt høyde for i prognoseberegningen.

Det legges til grunn at i 2026 er rullebanen ved Bodø lufthavn flyttet ca. 900 meter sørover, og betydelig lengre vestover, i tråd med det såkalte "1-alternativet" for etablering av ny lufthavn. Dette alternativet innebærer også en vridning av rullebanen. Innflyging i begge retninger vil skje over sjø.

Det er ennå ikke etablert inn- og utflygingsrutiner for denne nye plasseringen av rullebanen. For støyberegningen tar vi utgangspunkt i dagens flygemønster, der dagens "knekk" ved inn- og utflyging fra/til øst erstattes med rettlinjet flyging. Se kapittel 8.

Vi har mottatt skisse fra Avinor¹ over utforming av flyplassområdet i 1-alternativet, men ikke målsatt kart. Plassering av kryss med taksebane C er lagt til midt på rullebanen. Det antas at dette blir startpunkt for alle avganger med Widerøe. Det antas at den øvrige trafikken benytter hele banelengden. Plassering av landingsplass for helikopter er antatt å ligge på sørsiden av hangar for 330 skvadron, vinkelrett på rullebaneretningen. Se Tabell 6-7

Motorkjøring etter teknisk vedlikehold for Widerøe er lagt til samme posisjon som for dagens situasjon. Mengden motorkjøring er skalert opp tilsvarende trafikkøkningen for rute-fly.

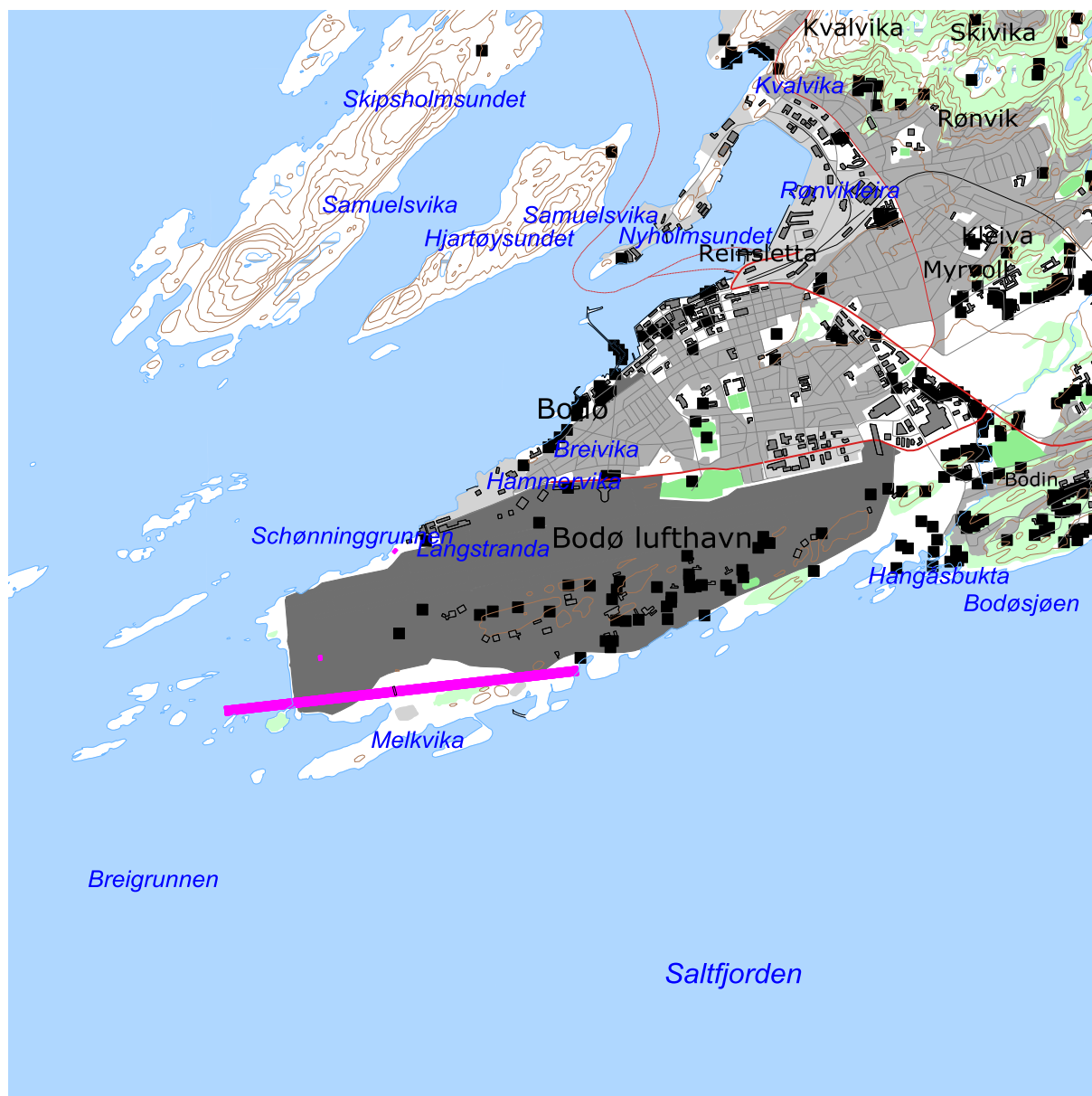
Det er ikke lagt inn skjerming som følge av fremtidige bygg. Derimot er det lagt inn flatt terreng, modellert som akustisk hard flate, for den nye rullebanen og terminalområdet.

Tabell 6-7 Estimerte posisjoner for rullebanene i "1-alternativet".

(Merk at betegnelsene 07 og 25 er beholdt, til tross for at retningen for den nye rullebanen er 08/26.)

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Length
07	469952,5	7460284,5	472535,8	7460579,1	2600
07C	471244,1	7460431,8	472535,8	7460579,1	1300
25	472535,8	7460579,1	469952,5	7460284,5	2600
25C	471244,1	7460431,8	469952,5	7460284,5	1300
17	470647,6	7460688,0	470651,0	7460658,7	30
35	470651,0	7460658,7	470647,6	7460688,0	30
MKJ	471207,0	7461468,5	471186,9	7461445,2	31

¹ Mail av 2016-12-06 fra Jan Anders Marheim



Figur 6-2. Plassering av Bodø lufthavn for prognosesituasjonen. Skissen viser "1-alternativet" som ligger til grunn for prognosen i denne rapporten. Rullebanen (terskel til terskel), helikopterlandingsplass og område for motorkjøring er markert rosa. M 1:25 000.

7 FLYGPROSEDYRER

Prosedyrer beskrevet i tidligere rapport [1], AIP og dialog med både militært og sivilt personell² ved Bodø lufthavn ligger til grunn for flygeprosedyrene i denne rapporten.

I støyberegningene legges det inn en standard sideveis spredning av trafikken på de viste traséene.

7.1 Helikopter

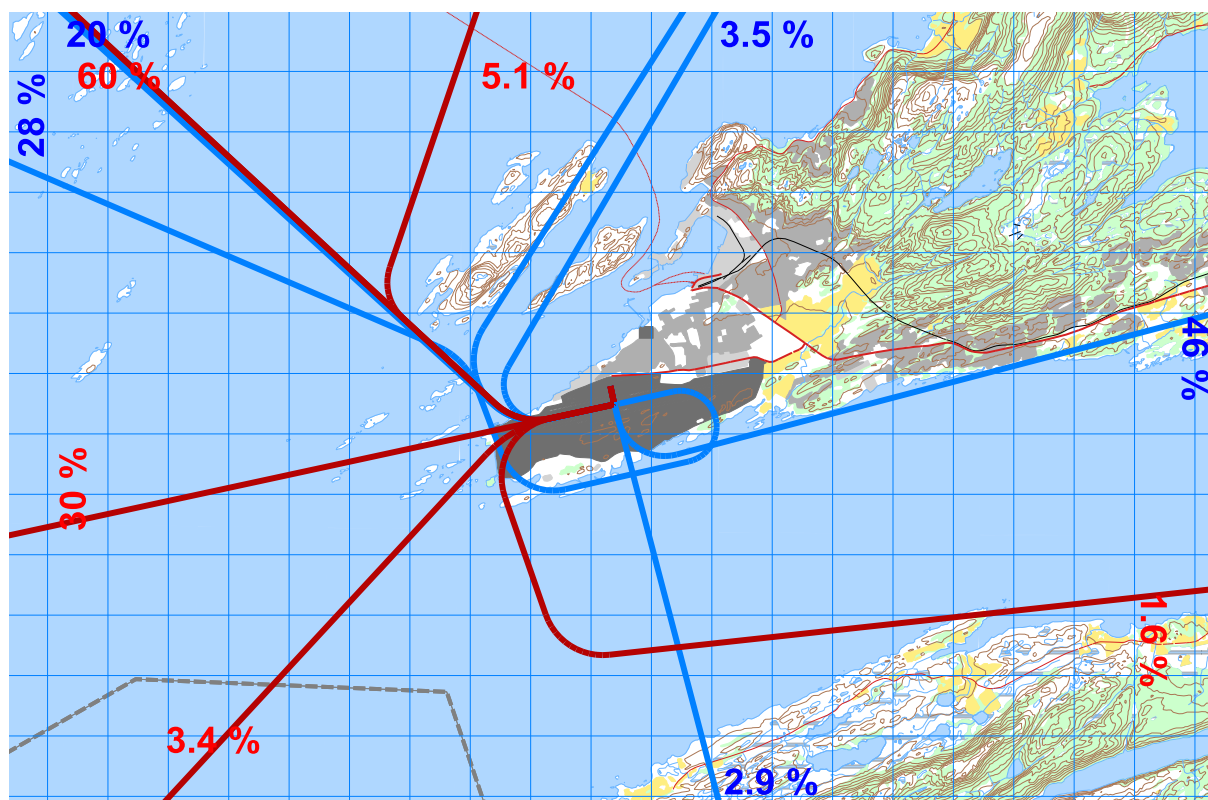
For helikoptrene er det beregnet innflyging på bane 35 og utflyging på bane 17.

For tyngre helikoptre er flyginger fra/til sør modellert med rett inn- og utflyging. For inn- og utflyginger fra/til andre retninger er det lagt inn flygetraséer over rullebanene.

Det er lagt inn bakkekjøring ved oppstart og nedkjøling av helikopter etter følgende tabell:

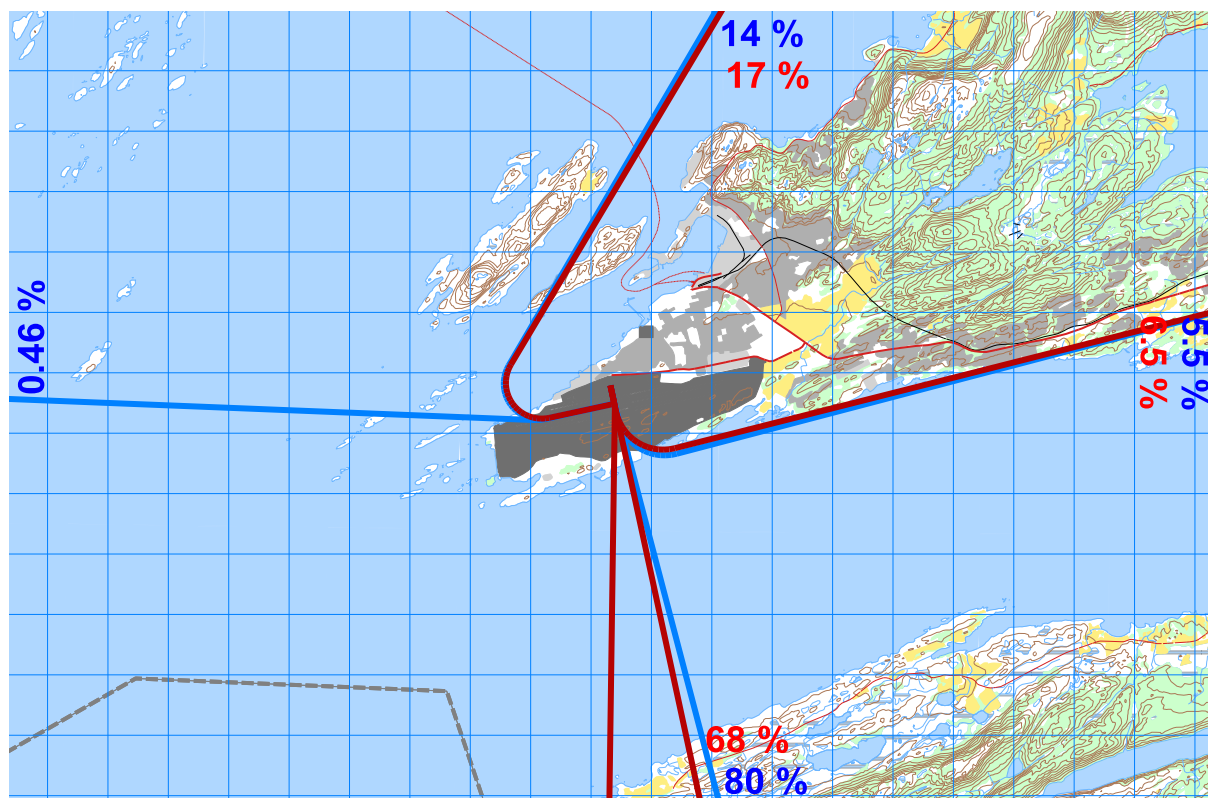
Tabell 7-1. Varighet av oppvarming og nedkjøling i tilknytning til operasjoner med helikopter.

A Ctype	Minutter oppstart	Minutter nedkjøling
MH (mindre helikoptre)	5	2
TH (tunge helikoptre)	3	5



Figur 7-1. Traséer for landing (blå streker) og avgang (røde streker) med tungt helikopter. M 1:125 000.

² Møter med Luftving v/Bøthun og Tårntjenesten v/Skjetne m.fl. 1. november 2016.



Figur 7-2. Traséer for landing (blå streker) og avgang (røde streker) med mindre helikopter. M 1:125 000.

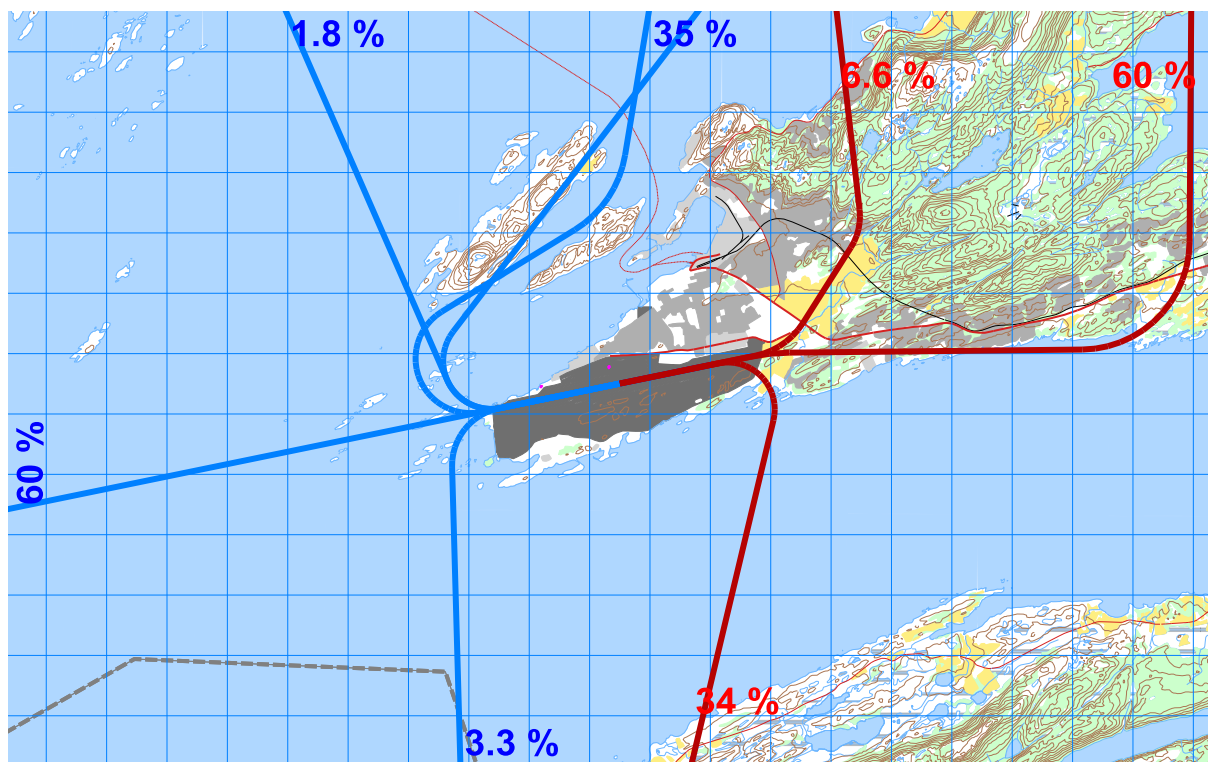
7.2 Widerøe sine rutefly

Fordeling mellom avganger østover og vestover er 60/40. Widerøe sine rutefly som tar av østover, starter på 07C. Fordeling av avganger fra 25C og 25E er 60/40. I tillegg er det lagt inn en fordeling på instrumentell og visuell inn- og utflyging på 90/10 for 07C og 25C.

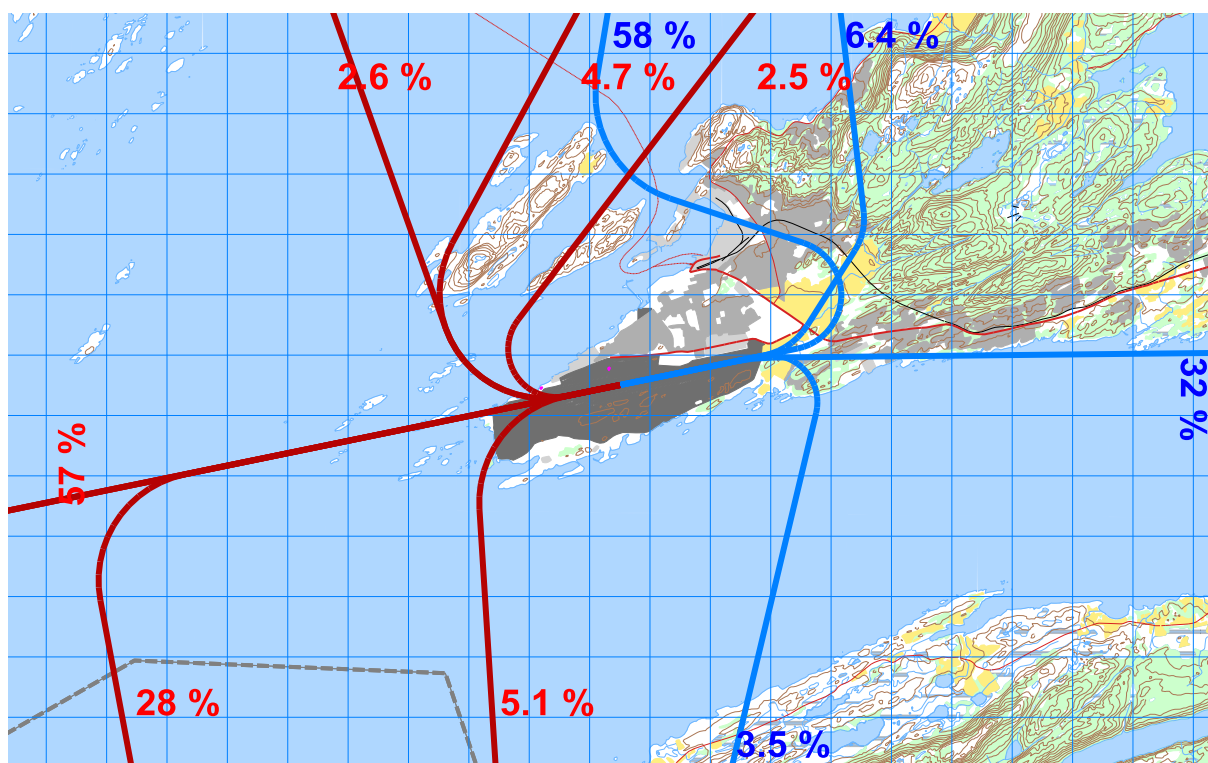
Fordelingen blir derfor som følger:

Tabell 7-2. Fordeling av inn- og utflyginger rutefly fra Widerøe, fordelt på rullebane.

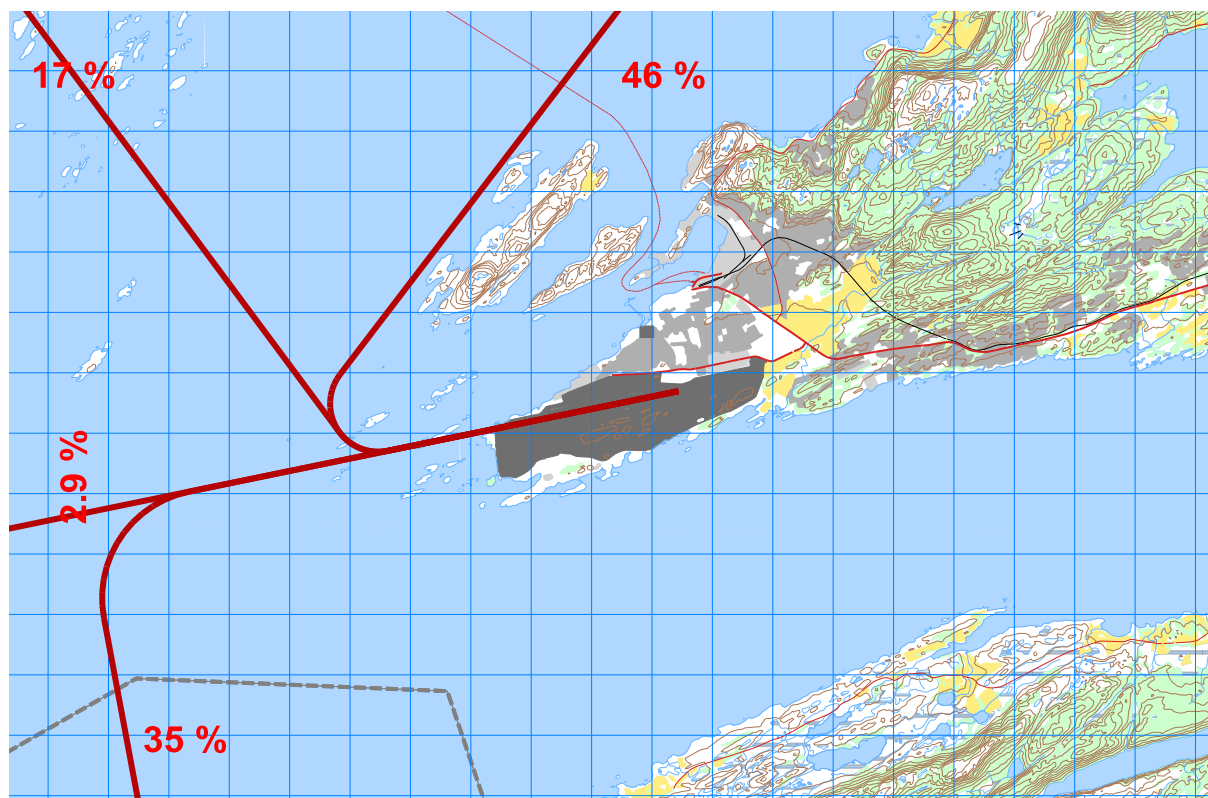
Rullebane	Retning	Fordeling
Landinger		
07	Instrument	54 %
07	Visuell	6 %
25	Instrument	36 %
25	Visuell	4 %
Avganger		
07C	Instrument	54 %
07C	Visuell	6 %
25C	Instrument	22 %
25C	Visuell	2 %
25E	Instrument	16 %



Figur 7-3. Innflyginger på 07 (blå streker) og utflyginger fra 07C (røde streker) for Widerøe. M 1:125 000.



Figur 7-4. Innflyginger på 25 (blå streker) og utflyginger fra 25C (røde streker) for Widerøe. M 1:125 000.



Figur 7-5. Utflyginger fra 25E (røde streker) for Widerøe. M 1:125 000.

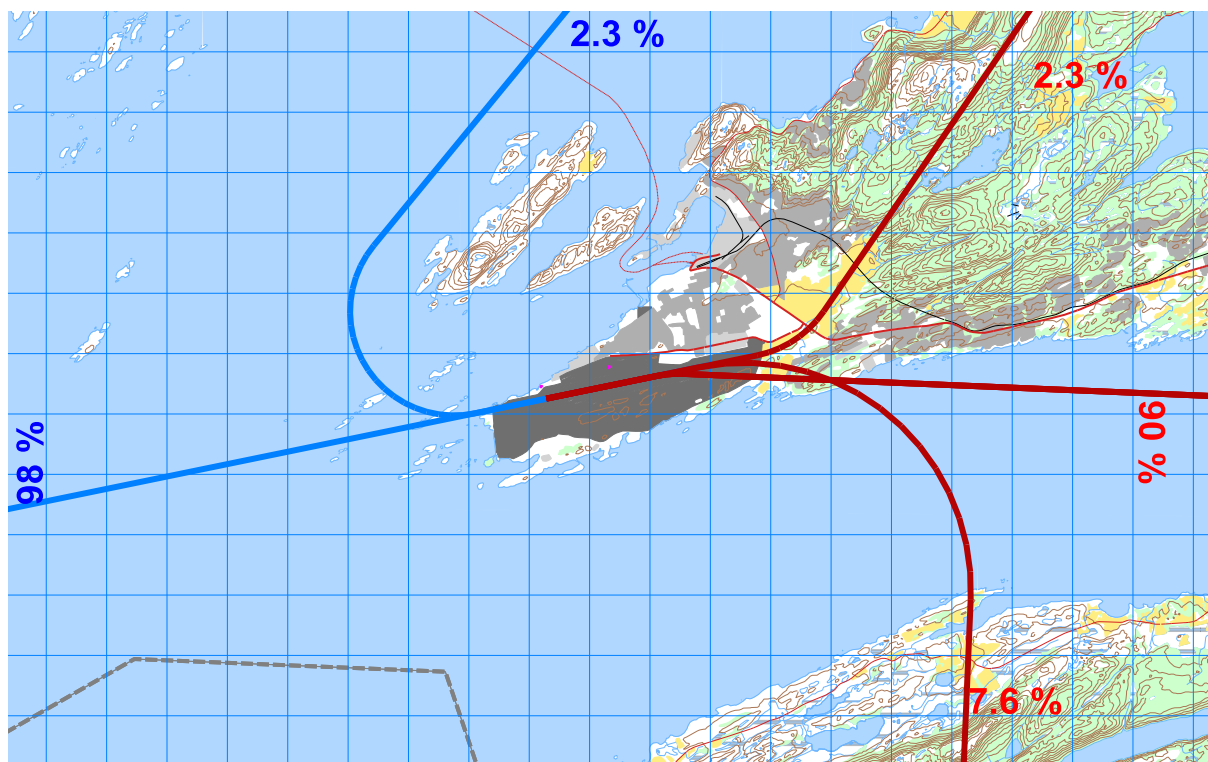
7.3 SAS og Norwegian sine rutefly

Fordeling mellom avganger østover og vestover er 60/40. SAS starter avganger vestover fra 25E, mens Norwegian starter fra 25. Norwegian sin trafikk utgjør 19% av trafikken i denne kategorien. I tillegg er det lagt inn en fordeling på visuell og instrumentell inn- og utflyging på 90/10 for 07C og 25C.

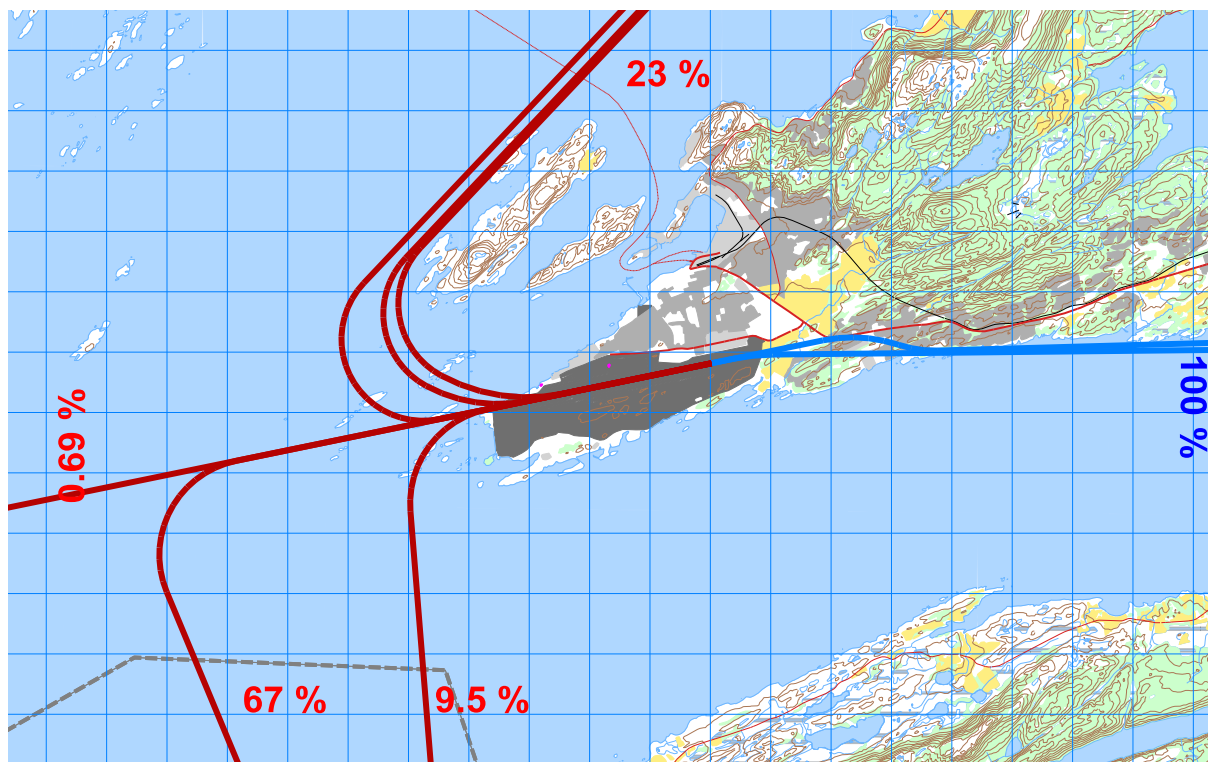
Fordelingen blir derfor som følger:

Tabell 7-3. Fordeling av inn- og utflyginger rutefly fra SAS og Norwegian, fordelt på rullebane.

Rullebane	Retning	Fordeling
Landinger		
07	Instrument	54 %
07	Visuell	6 %
25	Instrument	36 %
25	Visuell	4 %
Avganger		
07	Instrument	54 %
07	Visuell	6 %
25	Instrument	29 %
25	Visuell	3 %
25E	Instrument	7 %
25E	Visuell	1 %



Figur 7-6. Innflyginger på 07 (blå streker) og utflyginger fra 07 (røde streker) for SAS og Norwegian. M 1:125 000.



Figur 7-7. Innflyginger på 25 (blå streker) og utflyginger fra 25 og 25E (røde streker) for SAS og Norwegian. M 1:125 000.

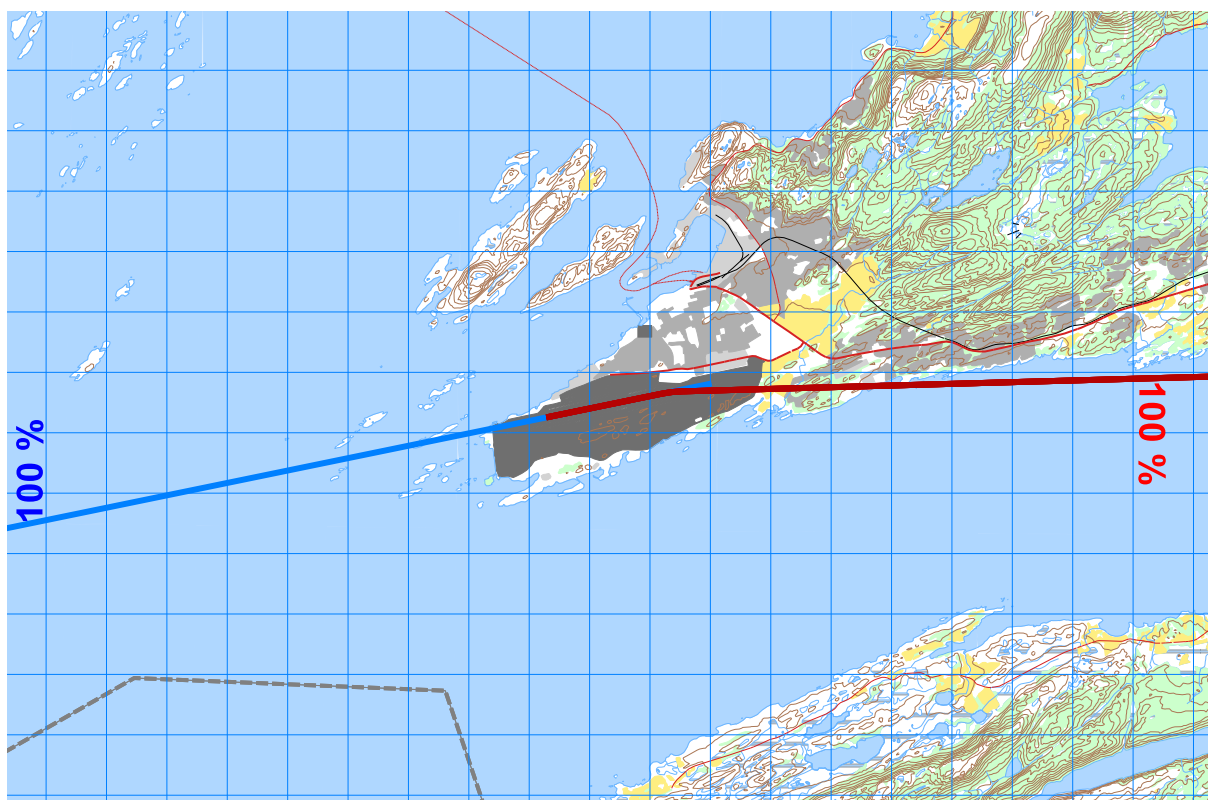
7.4 Større jetfly

I denne kategorien er chartertrafikk og tyngre transportfly. Fordeling mellom avganger østover og vestover er 60/40. Det er ikke lagt inn visuell flyging i denne kategorien.

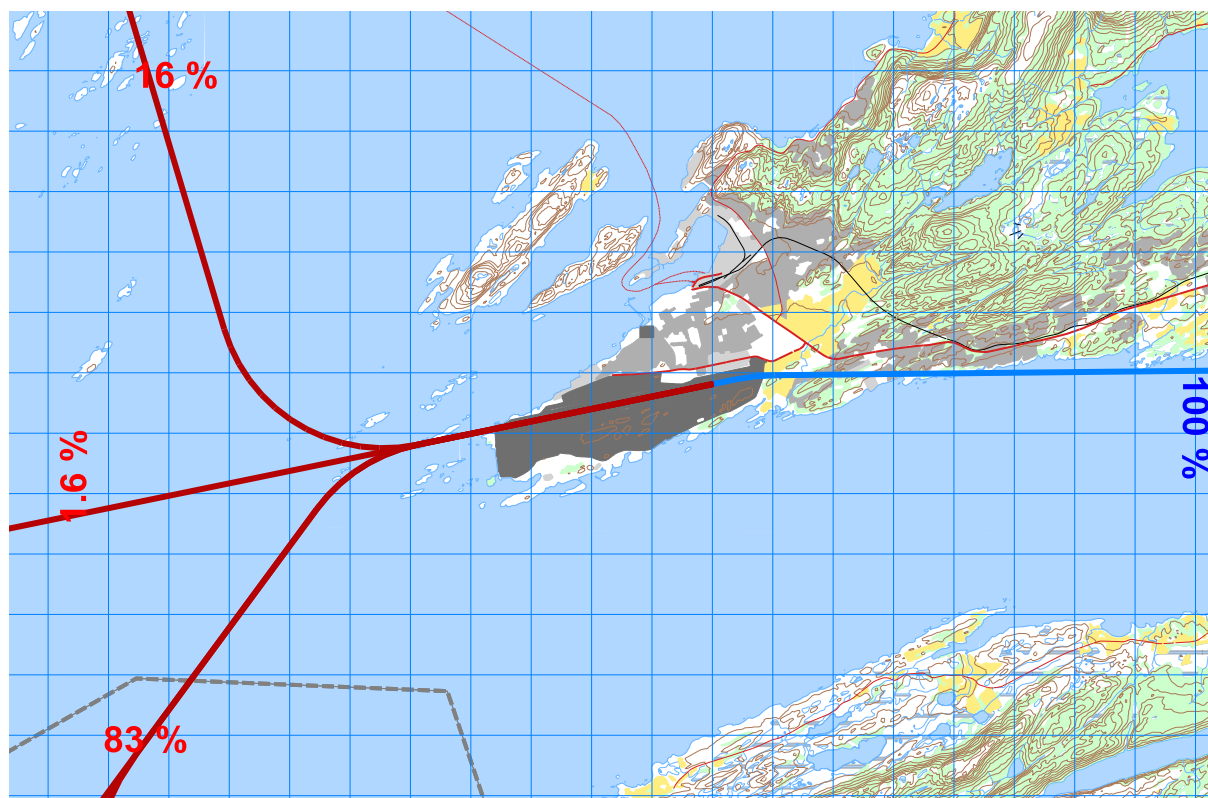
Fordelingen blir derfor som følger:

Tabell 7-4. Fordeling av inn- og utflyginger større jetfly, fordelt på rullebane.

Rullebane	Retning	Fordeling
Landinger		
07	Instrument	60 %
25	Instrument	40 %
Avganger		
07	Instrument	60 %
25	Instrument	40 %



Figur 7-8. Innflyginger på 07 (blå streker) og utflyginger fra 07 (røde streker) for større jetfly. M 1:125 000.



Figur 7-9. Innflyginger på 25 (blå streker) og utflyginger fra 25 (røde streker) for større jetfly. M 1:125 000.

7.5 Jagerfly

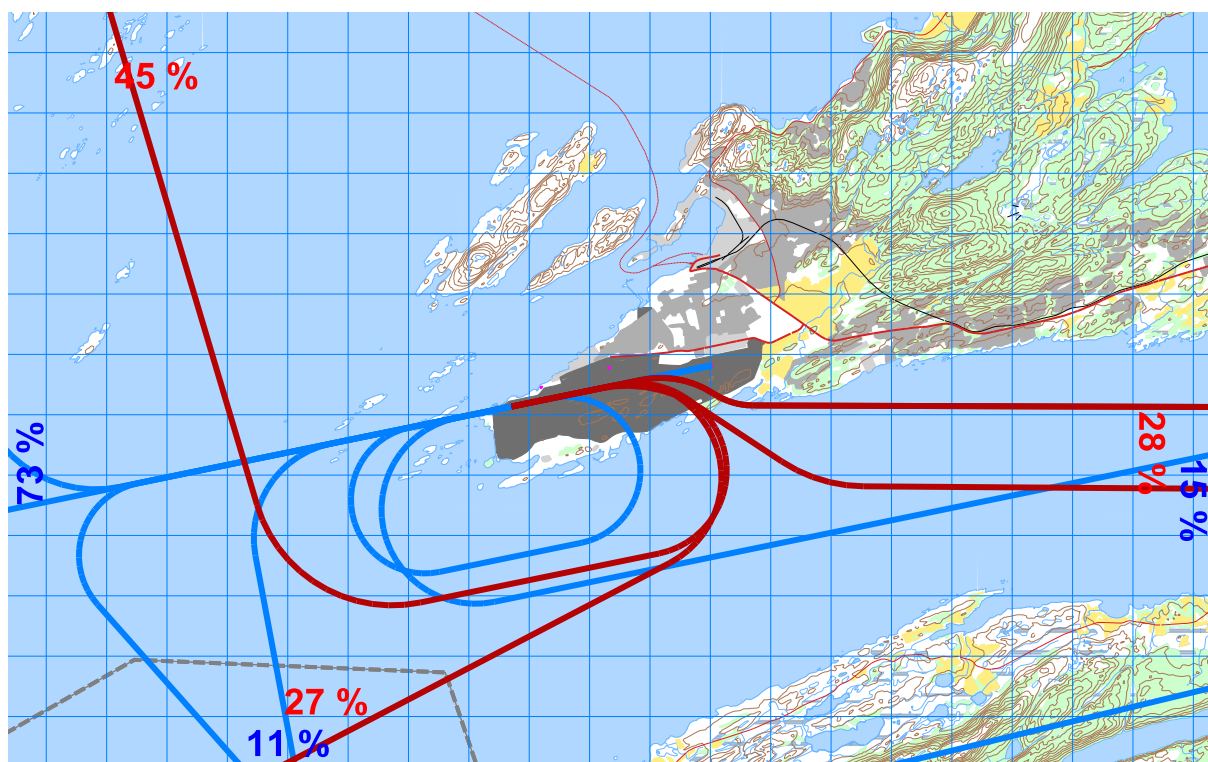
Fordeling mellom avganger østover og vestover er 60/40. Landingene er fordelt 50/50 mellom visuelle traséer og traséer via sjekkpunkt. Avgangstraséene er lagt mot sjekkpunktene Twins, Vokky og Cutty definert i militær SOF³. Avganger østover går fra 07M og avgangene vestover går fra 25 og 25E fordelt 10/90.

Fordelingen blir derfor som følger:

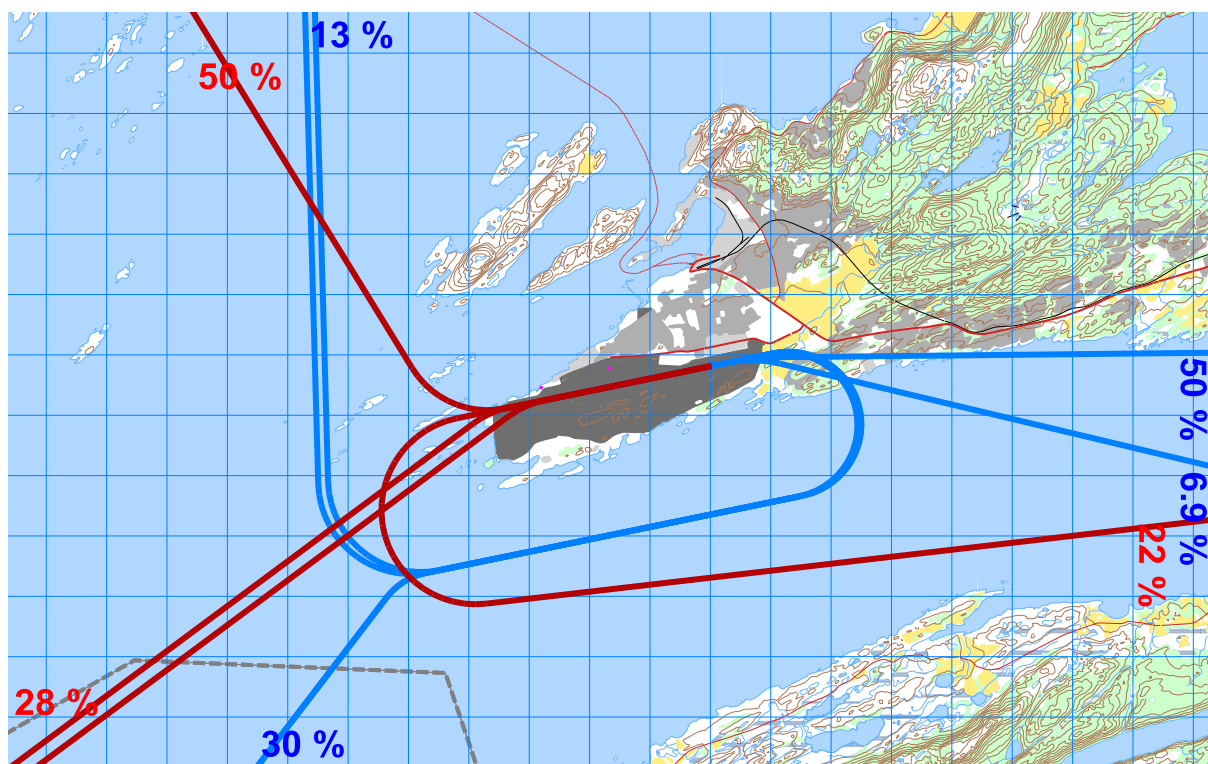
Tabell 7-5. Fordeling av inn- og utflyginger jagerfly, fordelt på rullebane.

Rullebane	Retning	Fordeling
Landinger		
07	Instrument	30 %
07	Visuell	30 %
25	Instrument	20 %
25	Visuell	20 %
Avganger		
07	Instrument	60 %
25	Instrument	4 %
25E	Instrument	36 %

³ Standing Orders Flying Bodø Main Air Station.



Figur 7-10. Innflyginger på 07 (blå streker) og utflyginger fra 07 (røde streker) for jagerfly. M 1:125 000.



Figur 7-11. Innflyginger på 25 (blå streker) og utflyginger fra 25 (røde streker) for jagerfly. M 1:125 000.

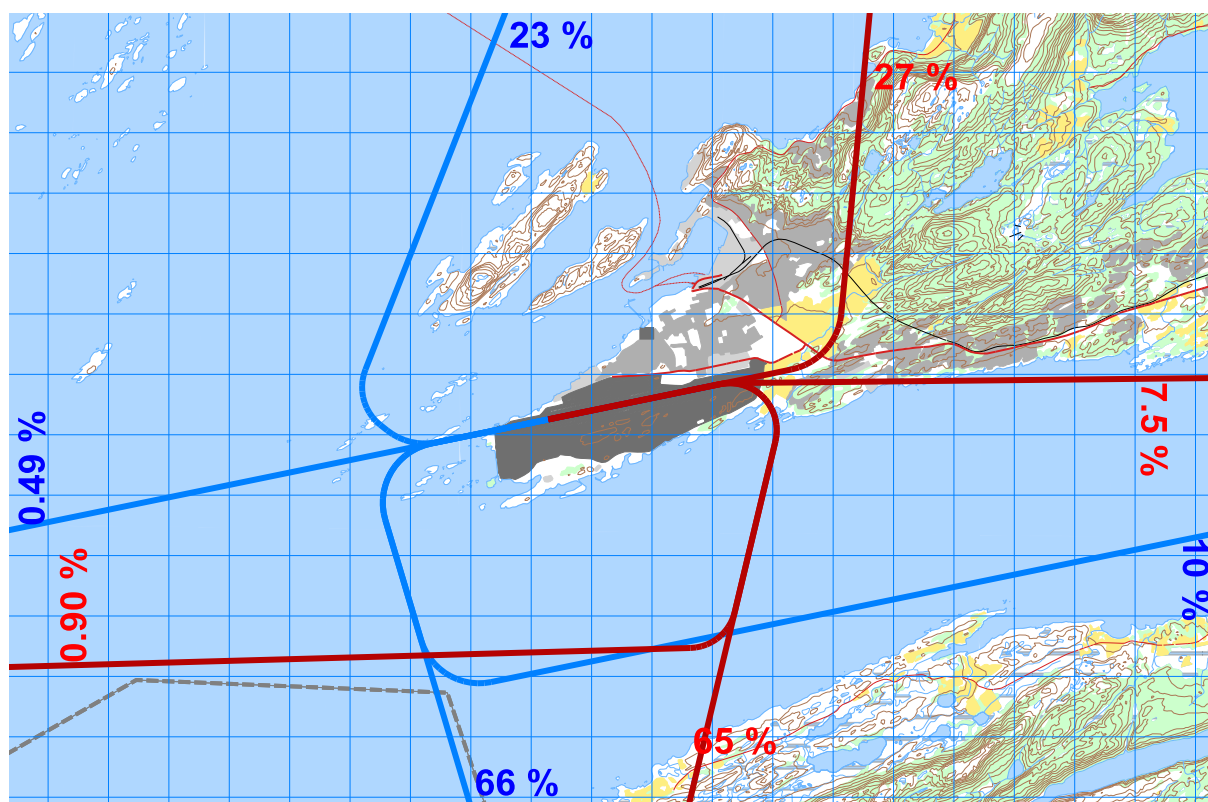
7.6 Småfly

Fordeling mellom avganger østover og vestover er 60/40. Det er lagt inn bare visuell flyging i denne kategorien.

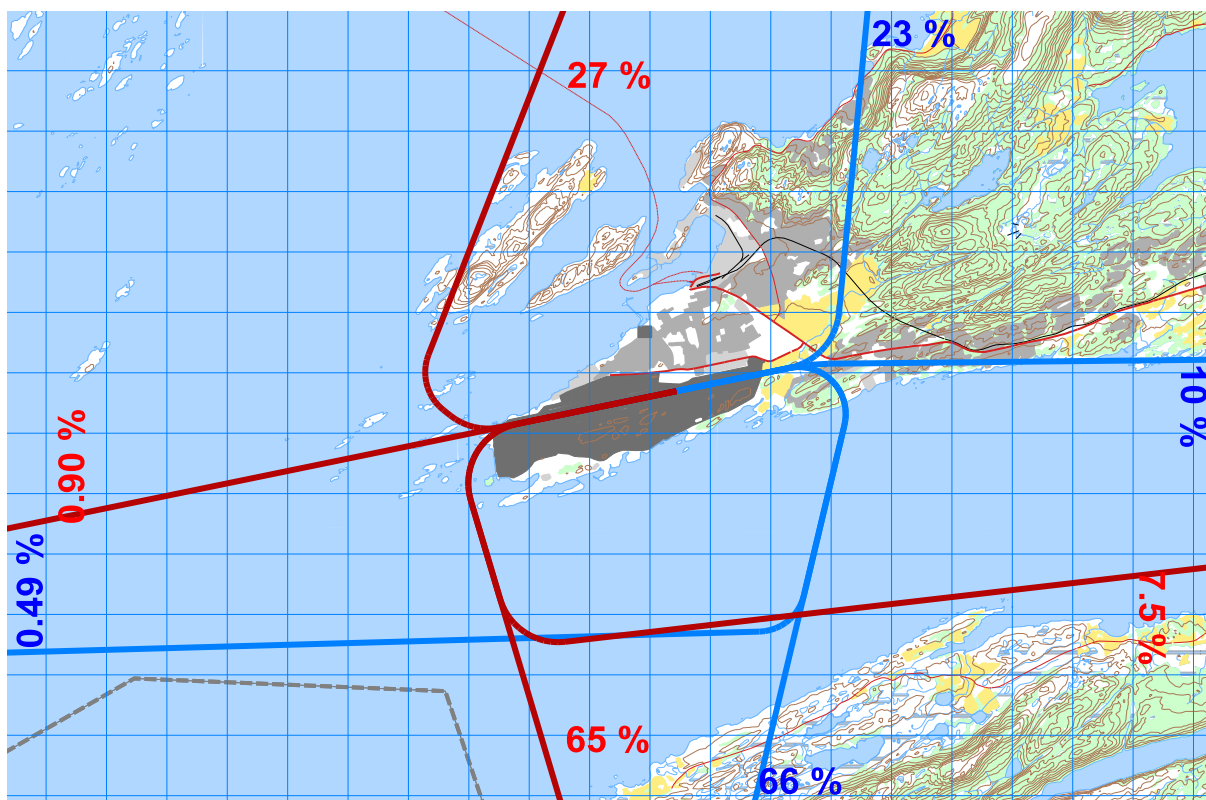
Fordelingen blir derfor som følger:

Tabell 7-6. Fordeling av inn- og utflyginger småfly, fordelt på rullebane.

Rullebane	Retning	Fordeling
Landinger		
07	Visuell	60 %
25	Visuell	40 %
Avganger		
07	Visuell	60 %
25	Visuell	40 %



Figur 7-12. Innflyginger på 07 (blå streker) og utflyginger fra 07 (røde streker) for småfly. M 1:125 000.



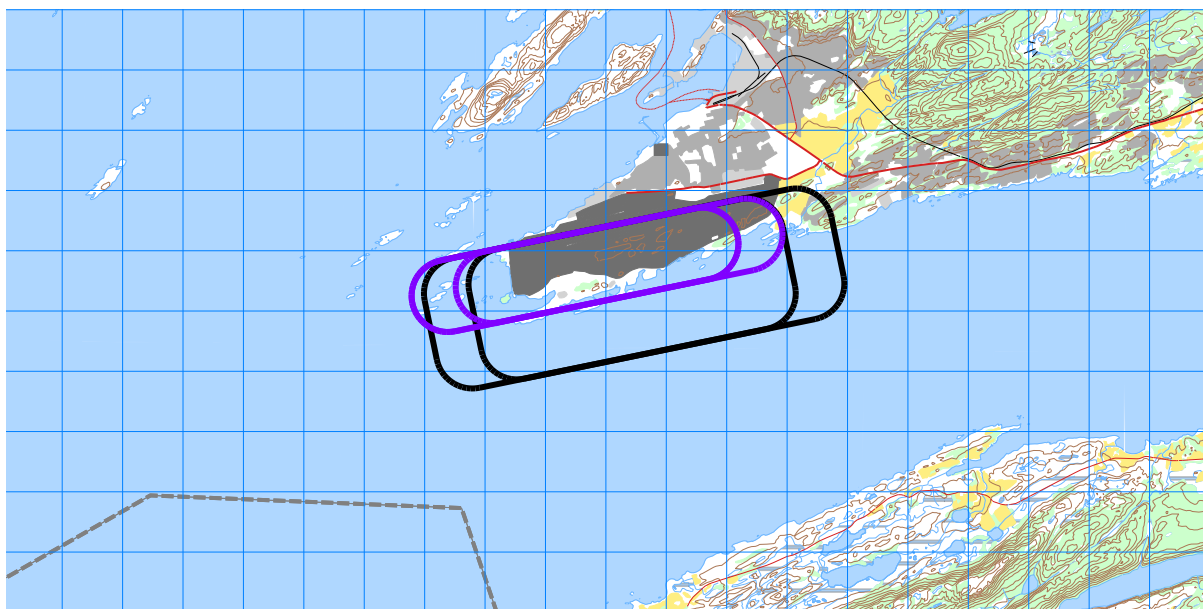
Figur 7-13. Innflyginger på 25 (blå streker) og utflyginger fra 25 (røde streker) for småfly.
M 1:125 000.

7.7 Motorkjøring

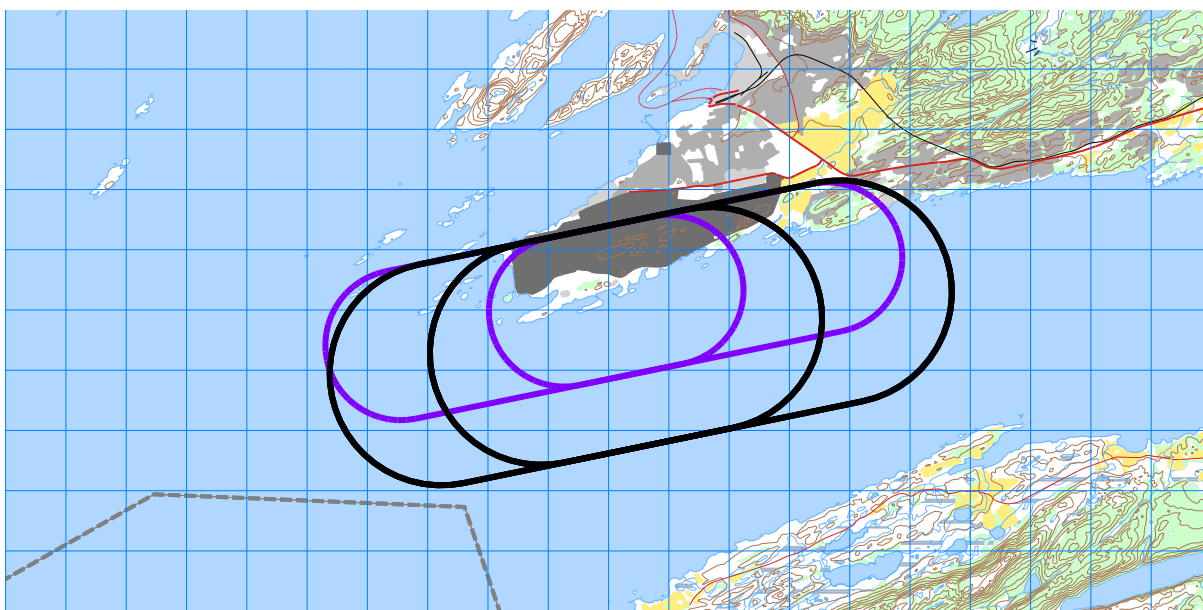
Det er lagt inn 1 time motorkjøring daglig med Widerøes maskiner ved rullebanen MJK, lokalisert nordvest for taksebane/påkjøring A.

7.8 Landingsrunder

Alle landingsrundene er lagt sør for rullebanen, med en fordeling 60/40 på rullebanene 07 og 25.



Figur 7-14. Landingsrunder for helikopter (lilla streker) og småfly (svarte streker). M 1:125 000.



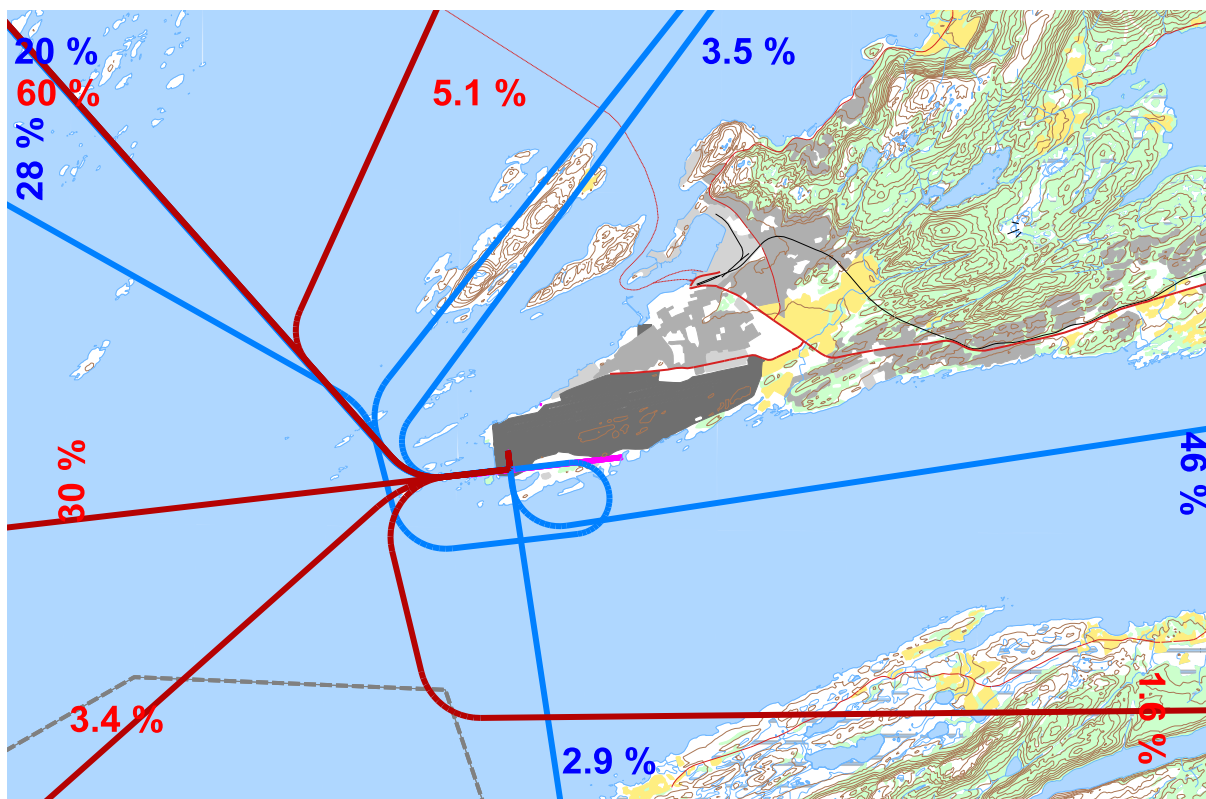
Figur 7-15. Landingsrunder for jagerfly (lilla streker) og rutefly, charter og større transportfly (svarte streker). M 1:125 000.

8 FLYGETRASÉER FOR PROGNOSEN

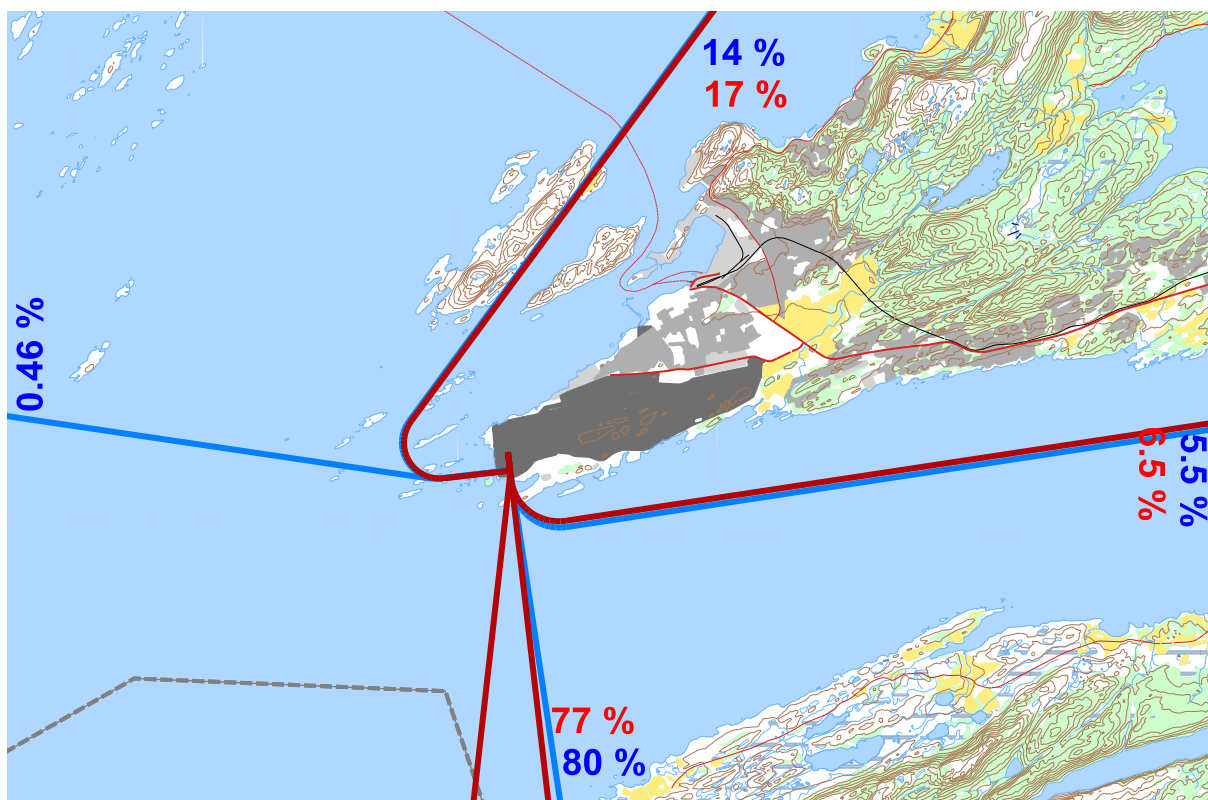
Siden prognosen er basert på at hele lufthavna blir flyttet sørvestover, så viser vi i denne rapporten også trasèene som er lagt til grunn for beregningen av prognosen.

Jagerfly er ikke tatt med, siden det ikke er planlagt regulær trafikk med jagerfly på Bodø i 2026. De andre traséene er vist med prosentvis fordeling til destinasjonene som for dagens situasjon. Det er lagt inn motorkjøring med Widerøes maskiner ved samme plass som for dagens situasjon.

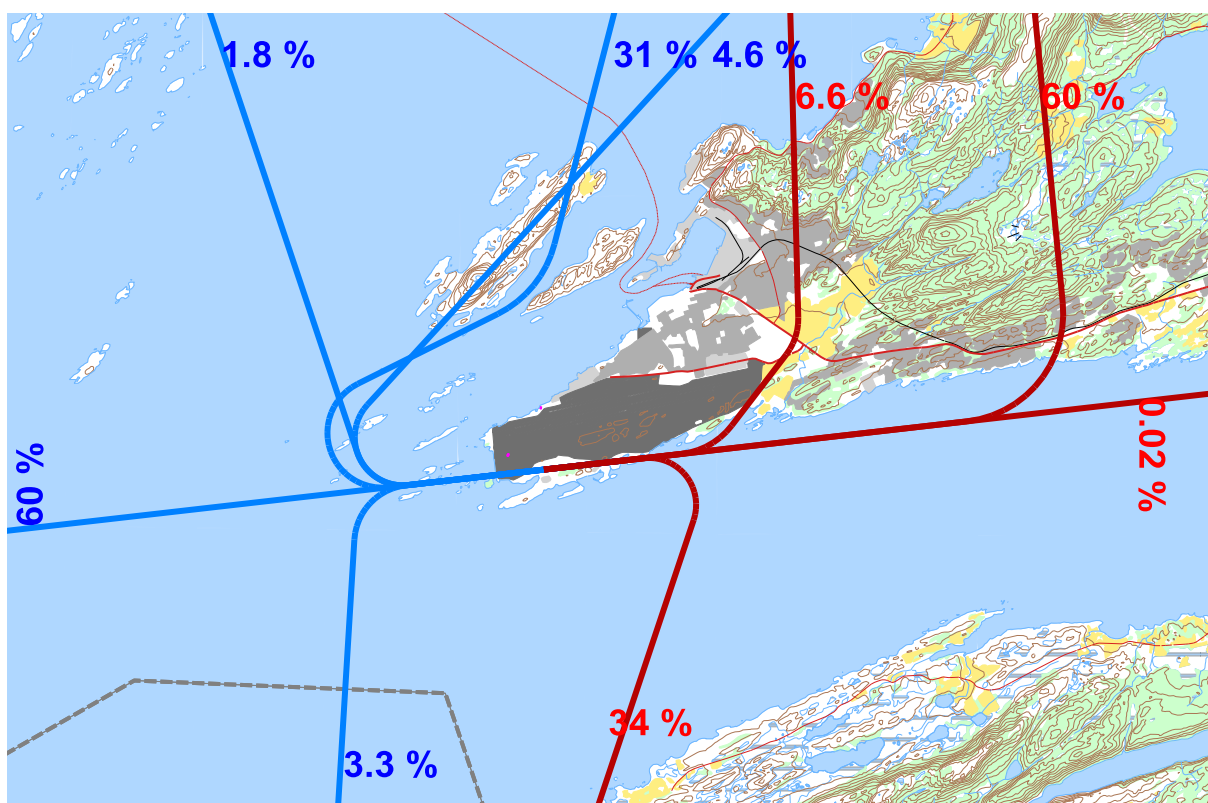
Merk at benevningene 07 og 25 for rullebanene er beholdt, til tross for at ny rullebane er planlagt med retningene 08 og 26.



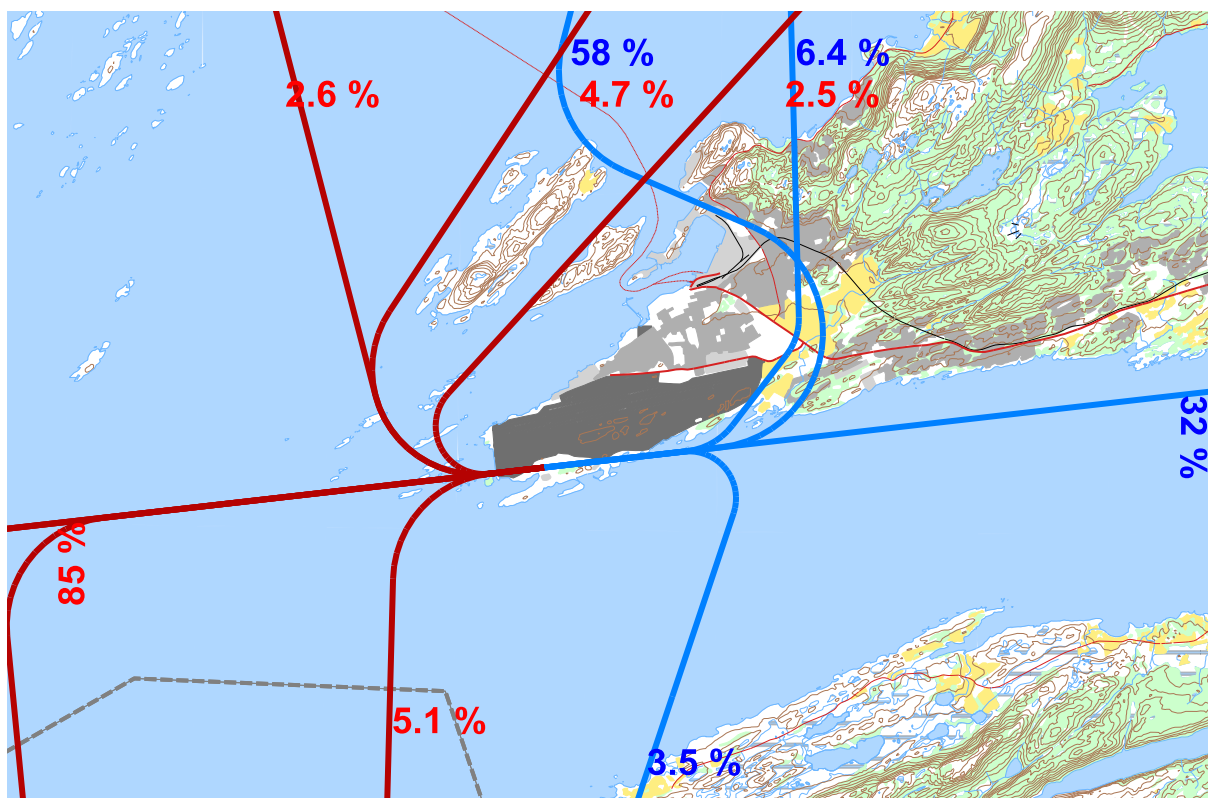
Figur 8-1. Traséer for landing (blå streker) og avgang (røde streker) med tungt helikopter.
M 1:125 000.



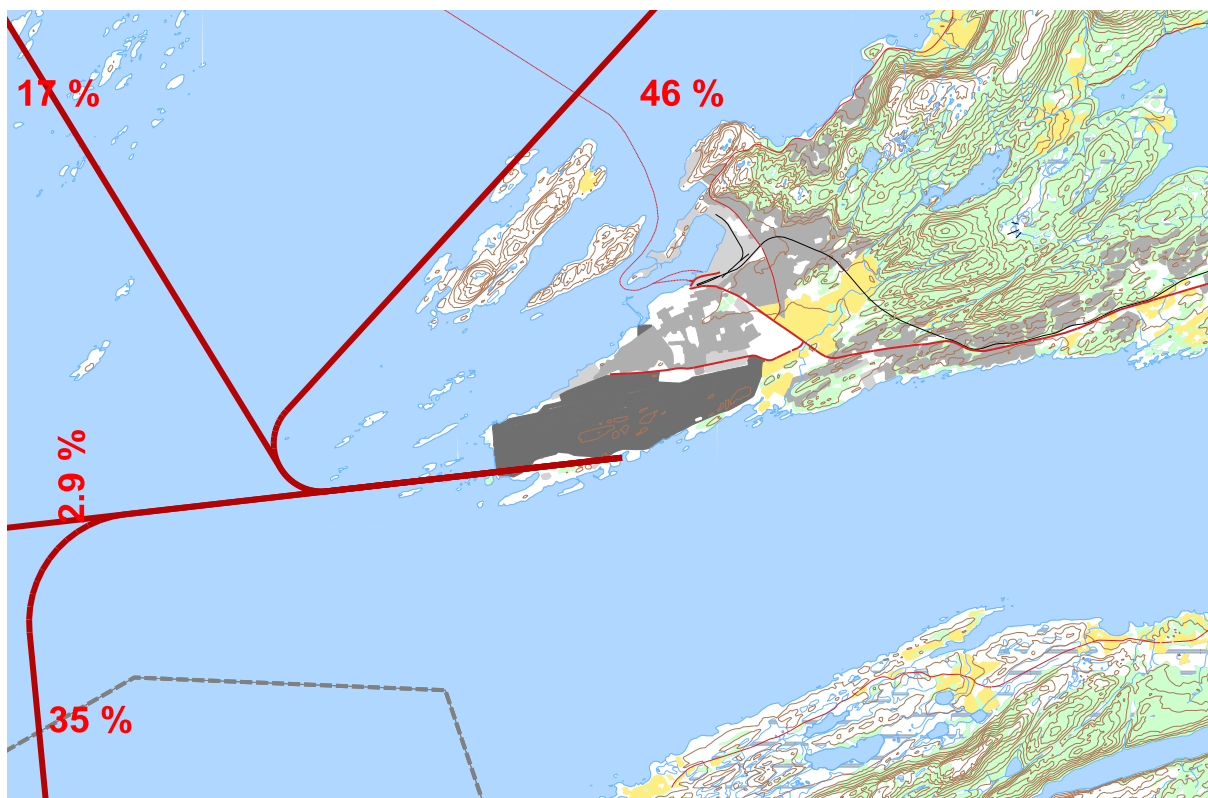
Figur 8-2. Traséer for landing (blå streker) og avgang (røde streker) med mindre helikopter.
M 1:125 000.



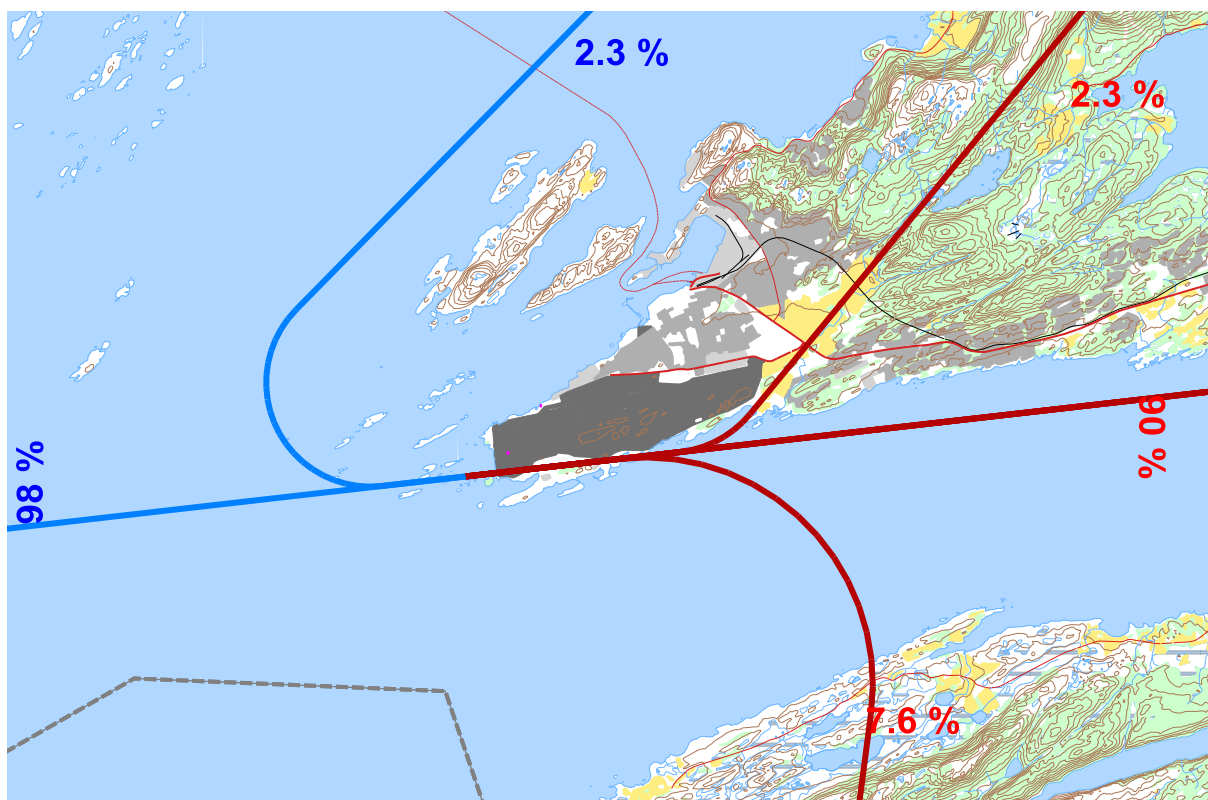
Figur 8-3. Innflygninger på 07 (blå streker) og utflygninger fra 07C (røde streker) for Widerøe.
M 1:125 000.



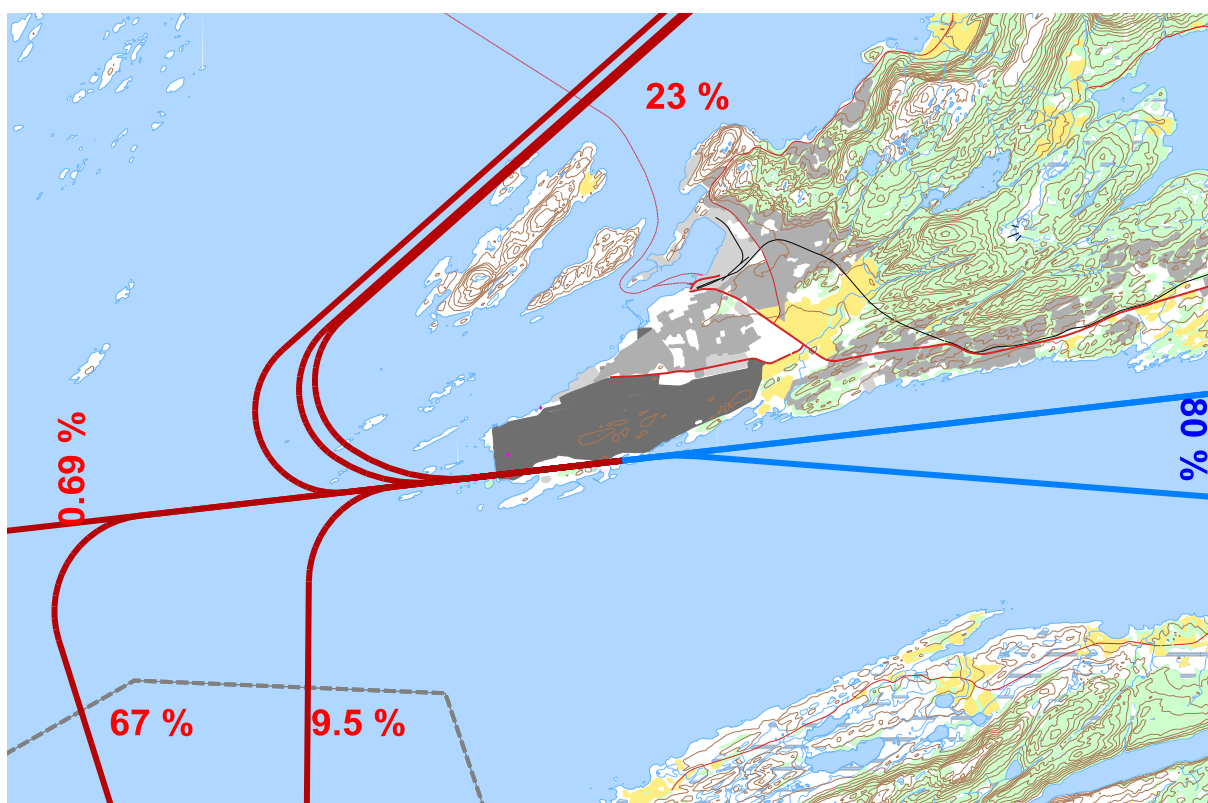
Figur 8-4. Innflyginger på 25 (blå streker) og utflyginger fra 25C (røde streker) for Widerøe. M 1:125 000.



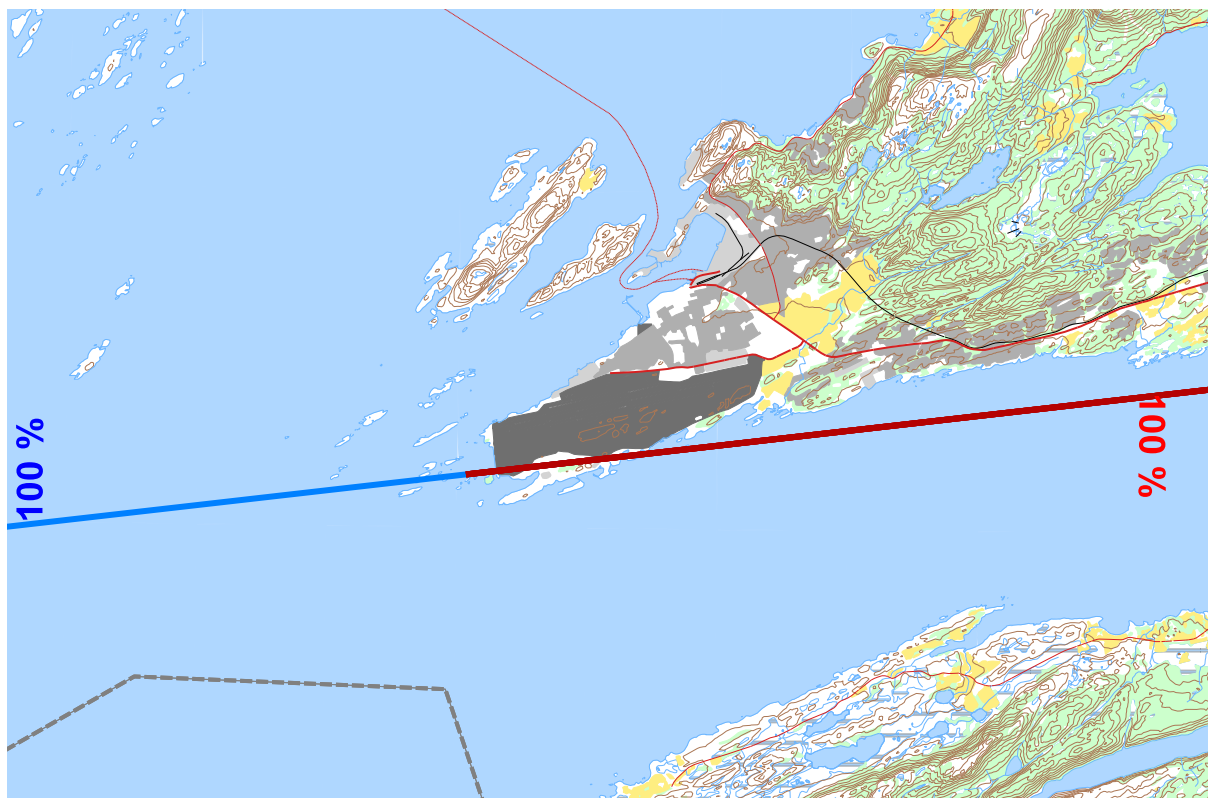
Figur 8-5. Utflyginger fra 25E (røde streker) for Widerøe. M 1:125 000.



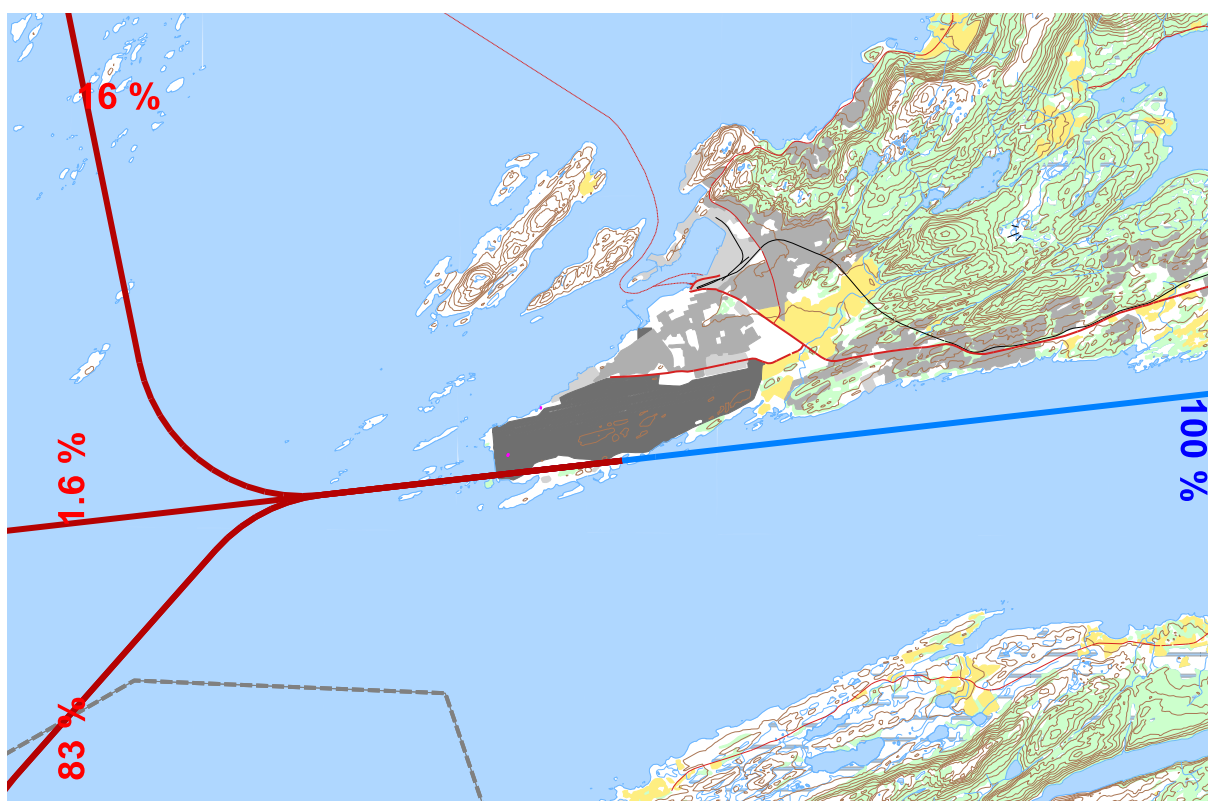
Figur 8-6. Innflyginger på 07 (blå streker) og utflyginger fra 07 (røde streker) for SAS og Norwegian. M 1:125 000.



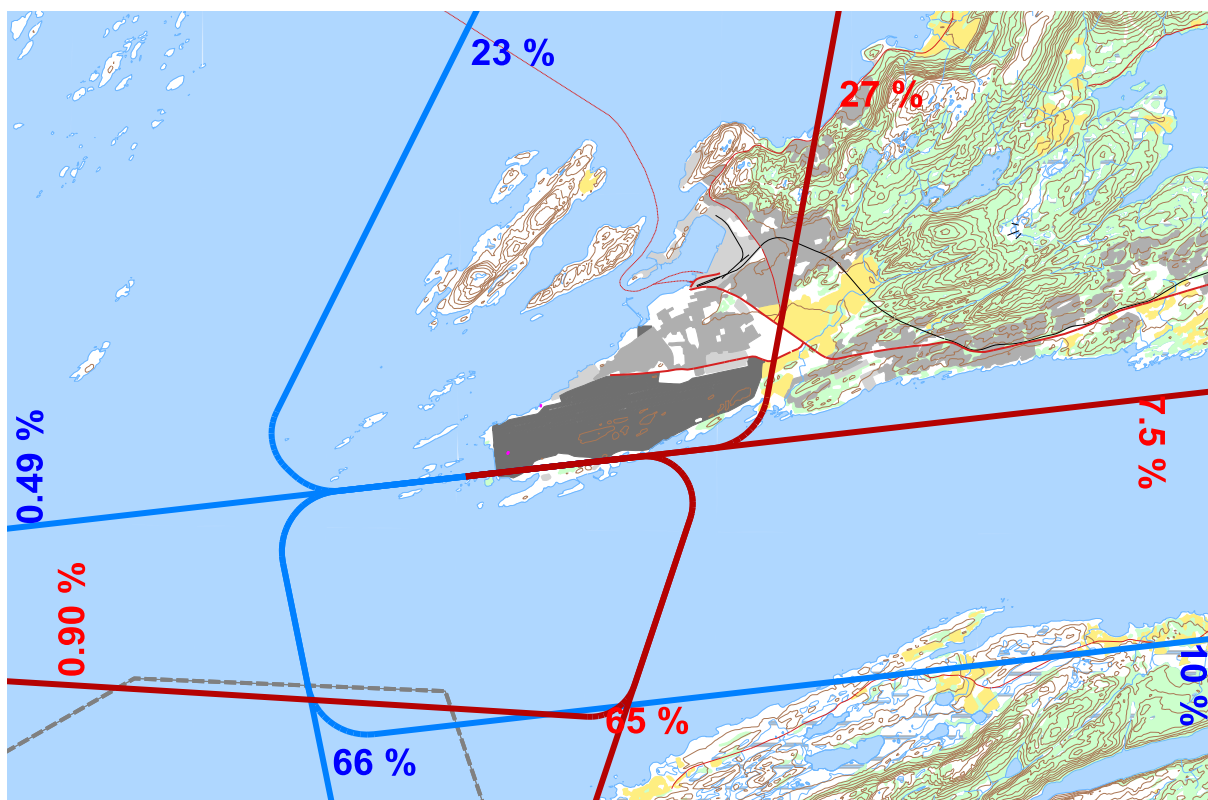
Figur 8-7. Innflyginger på 25 (blå streker) og utflyginger fra 25 og 25E (røde streker) for SAS og Norwegian. M 1:125 000.



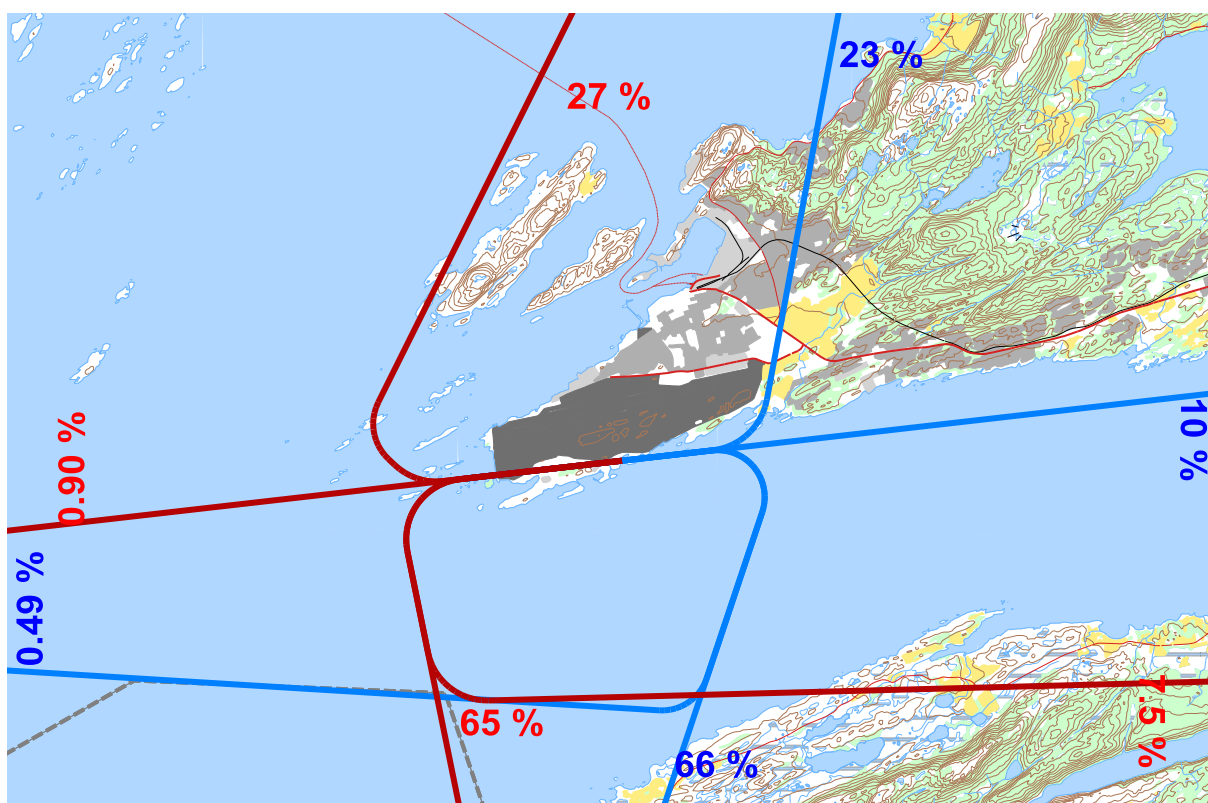
Figur 8-8. Innflyginger på 07 (blå streker) og utflyginger fra 07 (røde streker) for større jettfly.
M 1:125 000.



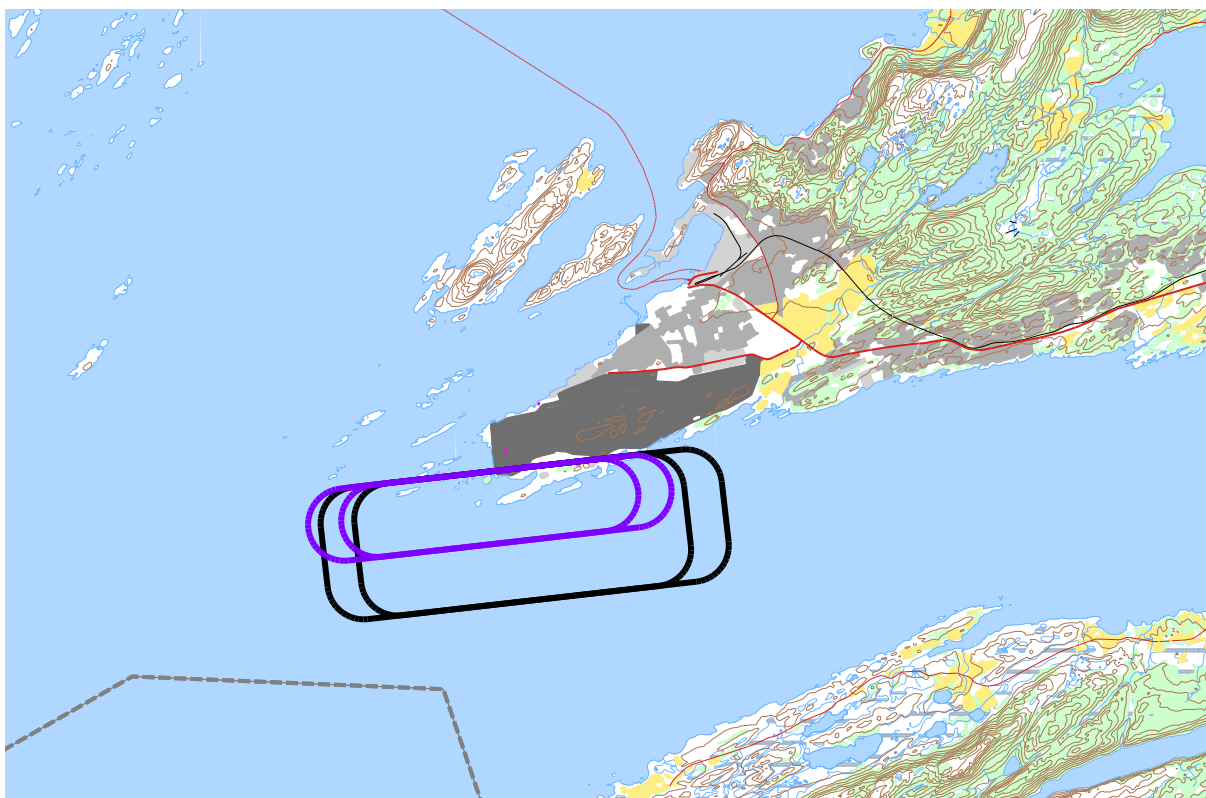
Figur 8-9. Innflyginger på 25 (blå streker) og utflyginger fra 25 (røde streker) for større jettfly.
M 1:125 000.



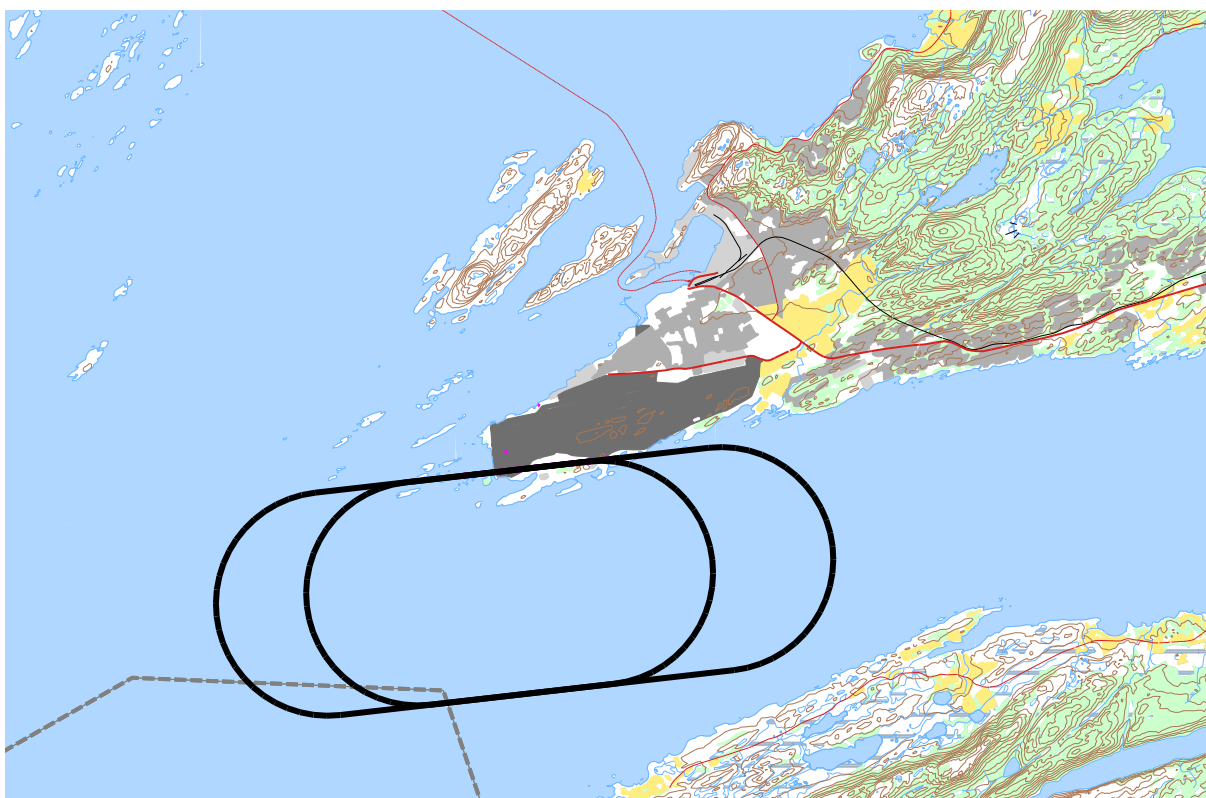
Figur 8-10. Innflyginger på 07 (blå streker) og utflyginger fra 07 (røde streker) for småfly.
M 1:125 000.



Figur 8-11. Innflyginger på 25 (blå streker) og utflyginger fra 25 (røde streker) for småfly.
M 1:125 000.



Figur 8-12. Landingsrunder for helikopter (lilla streker) og småfly (svarte streker). M 1:125 000.



Figur 8-13. Landingsrunder for rutefly, charter og større transportfly. M 1:125 000.

9 BEREGNINGSPARAMETRE

9.1 Beregningsenheter

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

9.2 Beregning i enkeltpunkt

Det gjøres punktregninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert per 2016-10-07.

9.3 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.

10 RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

Retningslinje T-1442/2012 angir at støysonene som skal oversendes kommunen skal settes sammen som en "verste-tilfelle-kombinasjon" av de to situasjonene. Siden det er planlagt å flytte hele lufthavnen ved Bodø vil ikke denne rapporten vise noe støykart som summerer eller kombinerer de to situasjonene. Dette kan imidlertid framskaffes på forespørsel.

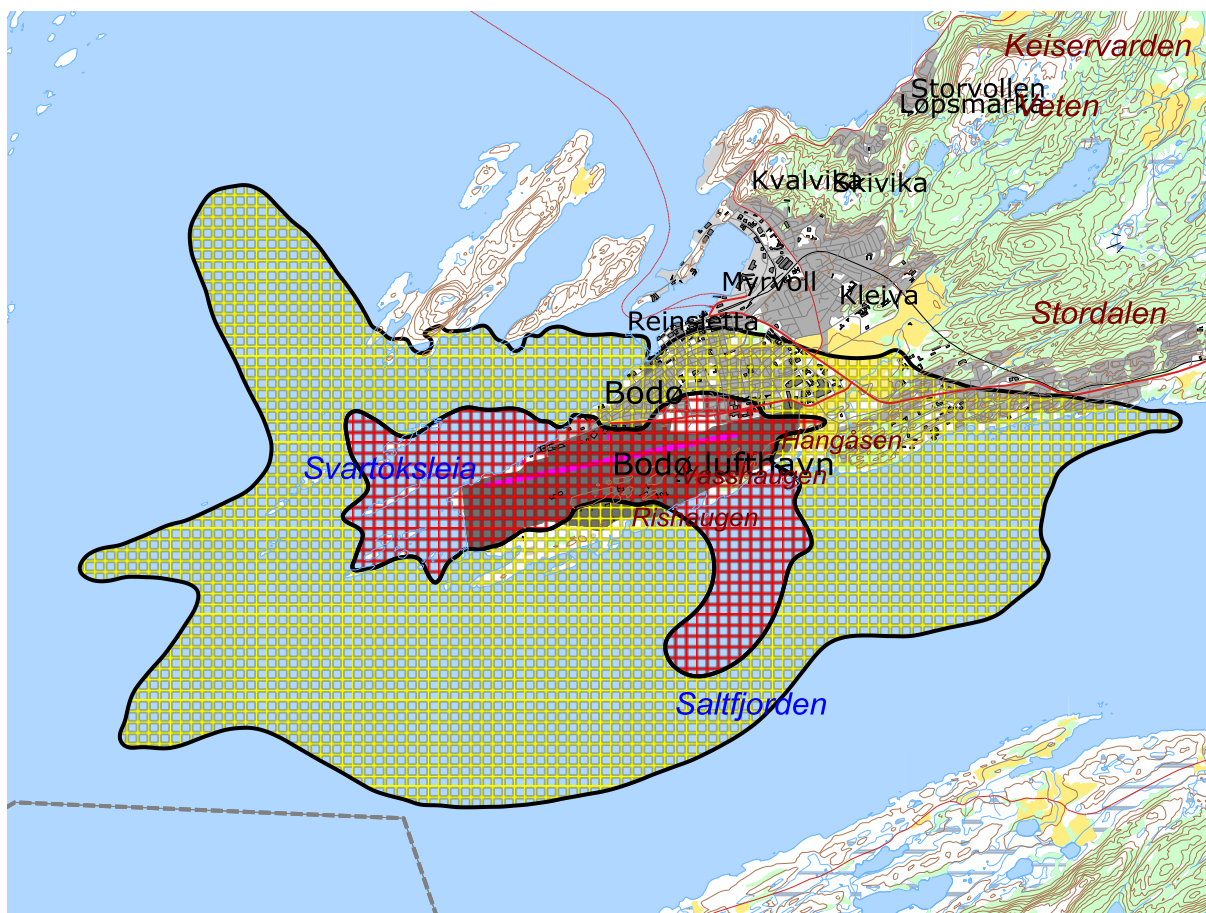
I de neste kapitlene vises dagens situasjon og prognosesituasjonen hver for seg.

10.1 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 10-1. Areal innenfor støysoner for dagens situasjon.

	2015
Rød sone	11,2 km ²
Gul sone	50,2 km ²



Figur 10-1. Støysoner for dagens situasjon (2015). M 1:100 000.

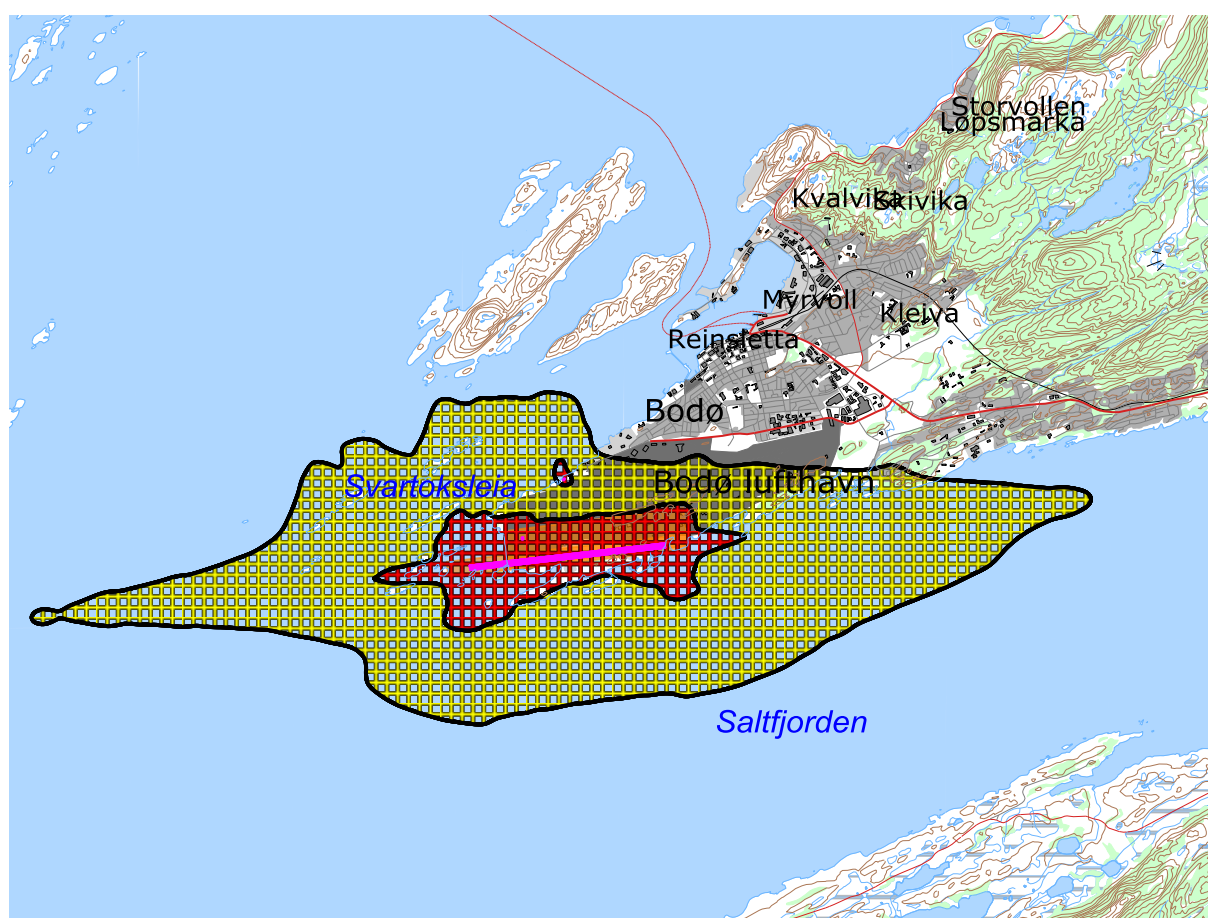
Det er bare L_{den} som gir bidrag til støysonene for dagens situasjon.

10.2 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 10-2. Areal innenfor støysoner for prognosesituasjonen.

	2026
Rød sone	4,2 km ²
Gul sone	25,7 km ²

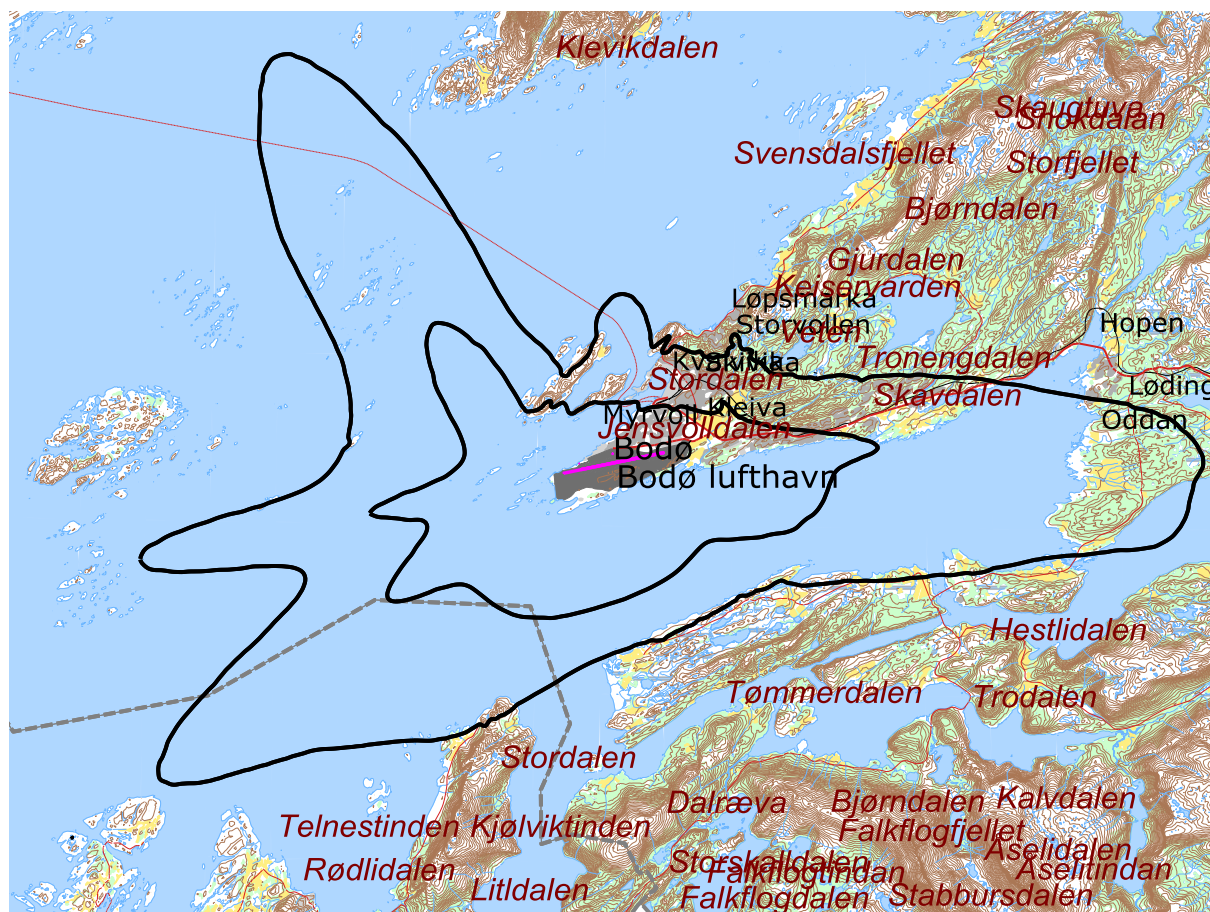


Figur 10-2. Støysoner for prognosesituasjonen (2026). M 1:100 000.

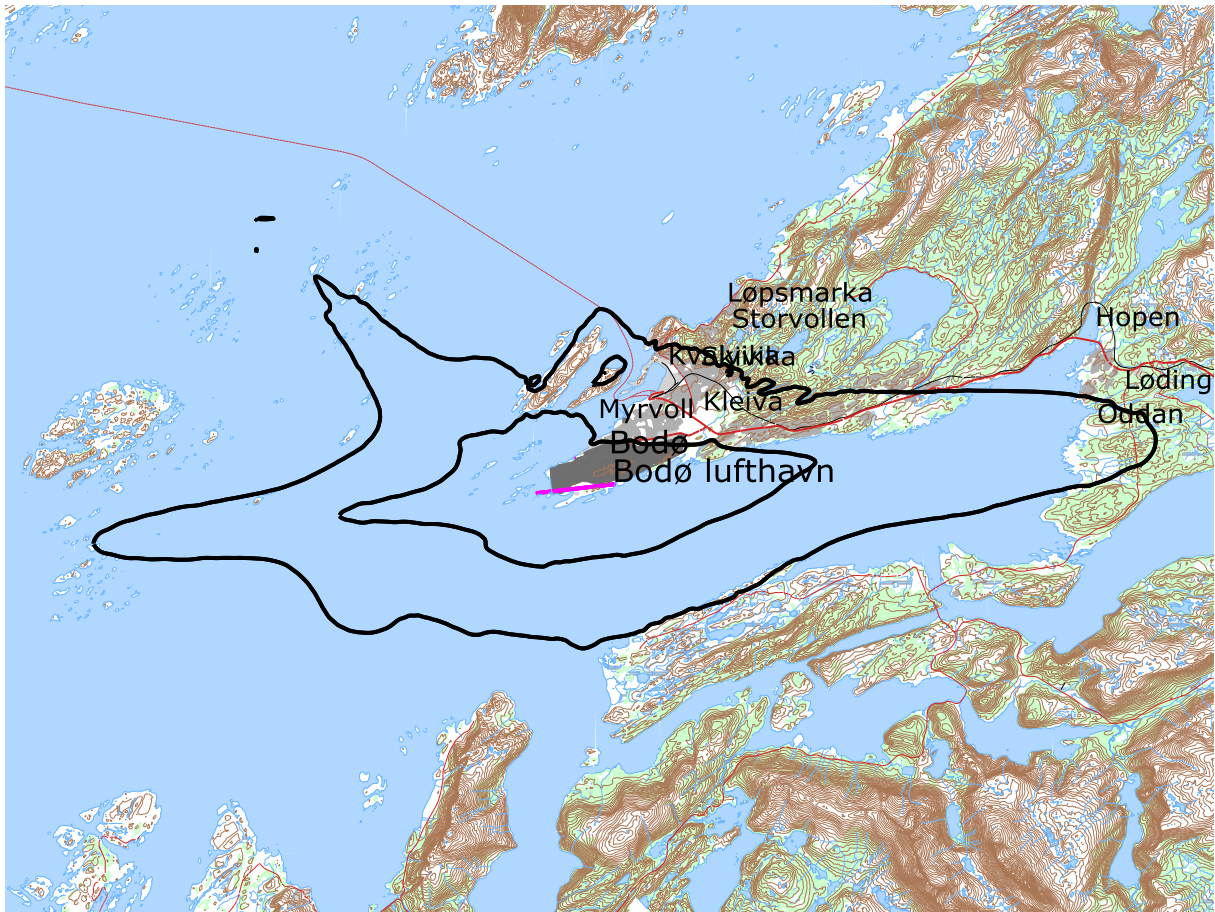
Det er stort sett L_{den} som gir bidrag til støysonene. L_{5AS} (MFN₂₃₋₀₇) gir et svært lite bidrag til rød støysone vest for vestre rullebanelende.

10.3 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 dB, både for dagens situasjon og prognosesituasjonen.



Figur 10-3 L_{den} 40 og 50 dB for dagens situasjon.



Figur 10-4 L_{den} 40 og 50 dB for prognosesituasjonen.

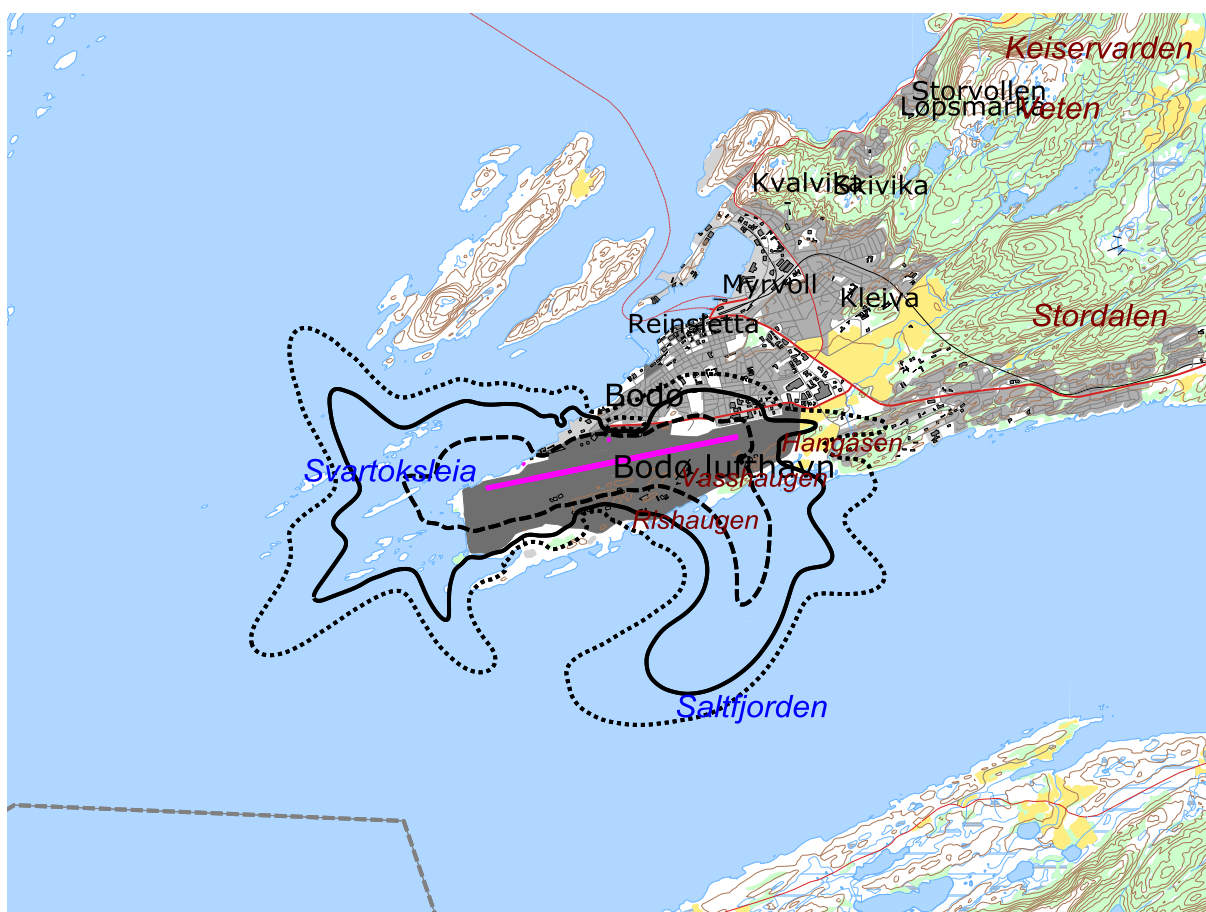
11 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSNINGSFORSKRIFTEN

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.

11.1 Kartlegging av innendørs støynivå

For beregningene ved Bodø har vi det forholdet at for dagens situasjon legges "Stamruteplasser / militære flyplasser" til grunn for dagens situasjon, jamfør Tabell 4-1. For prognosen, derimot, legges "Stamruteplasser" til grunn, siden den regulære militære aktiviteten (bortsett fra 330 skvadron som driver ambulanseflyging) legges ned.

I henhold til Tabell 4-1 er kartleggingsgrensen for Bodø lufthavn for flystøy og helikopterstøy for dagens situasjon på L_{Aeq24h} 60 dBA utendørs frittfeltnivå. Det korresponderer med en reduksjon på 25 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 57 dBA. Tentativ tiltaksgrense på innendørs nivå 42 dBA gir et tilsvarende frittfeltnivå på 67 dBA utendørs.



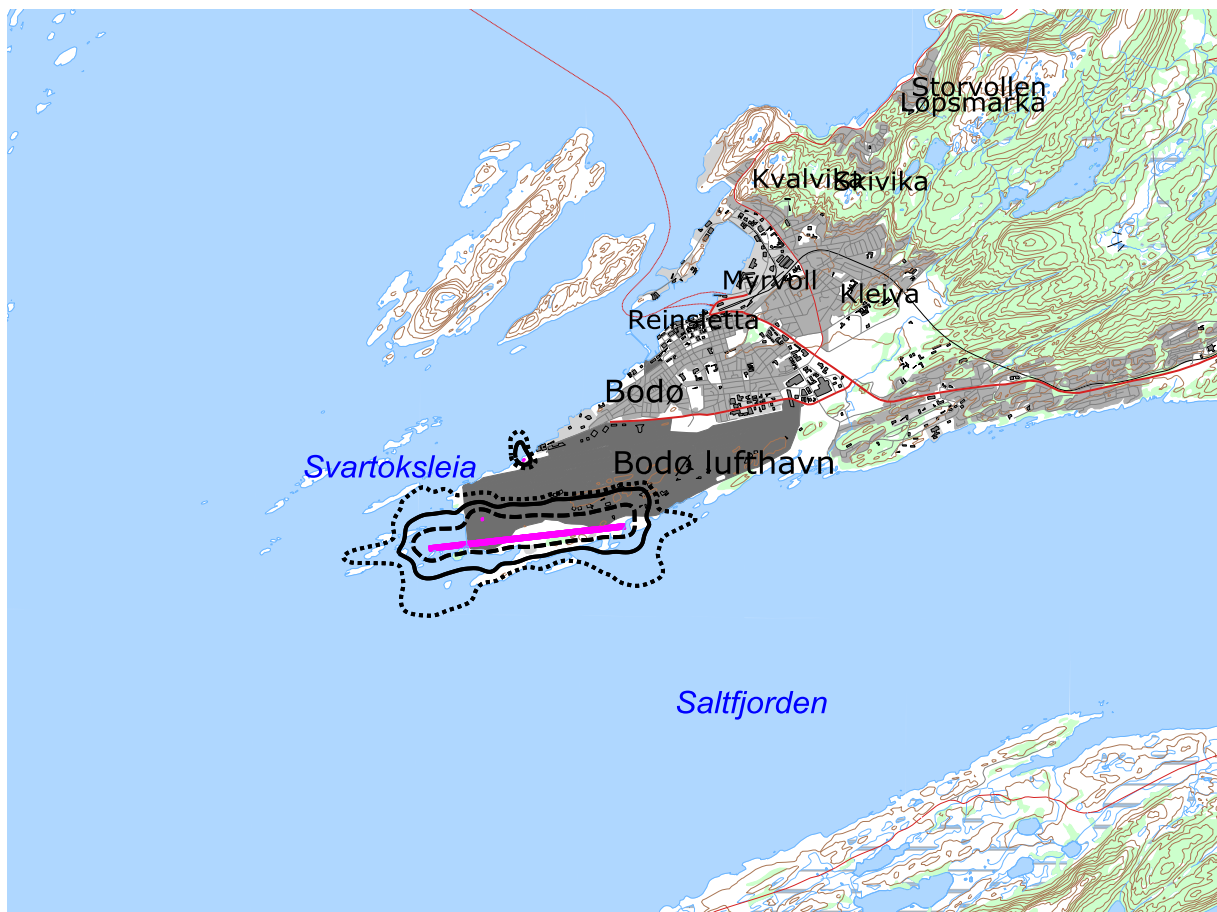
**Figur 11-1. Tentativ tiltaksgrense (stiplet), kartleggingsgrense (heltrukken), samt kartleggingsgrense hvor annen støy bidrar like mye (prikket); L_{eqF} 67, 60 og 57 dBA, for dagens situasjon (2015).
M 1:100 000.**

For dagens situasjon er antall bosatte og bygninger med støyømfintlige bruksformål innenfor tentativ tiltaksgrense og kartleggingsgrense som vist i Tabell 11-1.

Tabell 11-1. Antall bosatte og bygninger innenfor tentativ tiltaksgrense og kartleggingsgrense.

Limits	NoOfPeople	NoOfResidences	NoOfSchoolBuildings	NoOfHealthInstitutions	NoOfLeisureHomes
57.0-60.0	2368	673	7	0	0
60.0-67.0	1155	324	1	0	0
67.0->	31	12	0	0	0

I henhold til Tabell 4-1 er kartleggingsgrensen for Bodø lufthavn for flystøy og helikopterstøy for prognosesituasjonen 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.



**Figur 11-2. Tiltaksgrense (stiplet), kartleggingsgrense (heltrukken), samt kartleggingsgrense hvor annen støy bidrar like mye (prikket); L_{eqF} 69, 62 og 59 dBA, for prognosesituasjonen (2026).
M 1:100 000.**

For prognosen er det ingen støyømfintlige bygninger innenfor tentativ tiltaksgrense eller kartleggingsgrensen. Det høyeste registrerte L_{Aeq24h} -nivået for støyømfintlige bygninger nær flyplassen er 50,4 dBA.

11.2 Kartlegging av utendørs støynivå

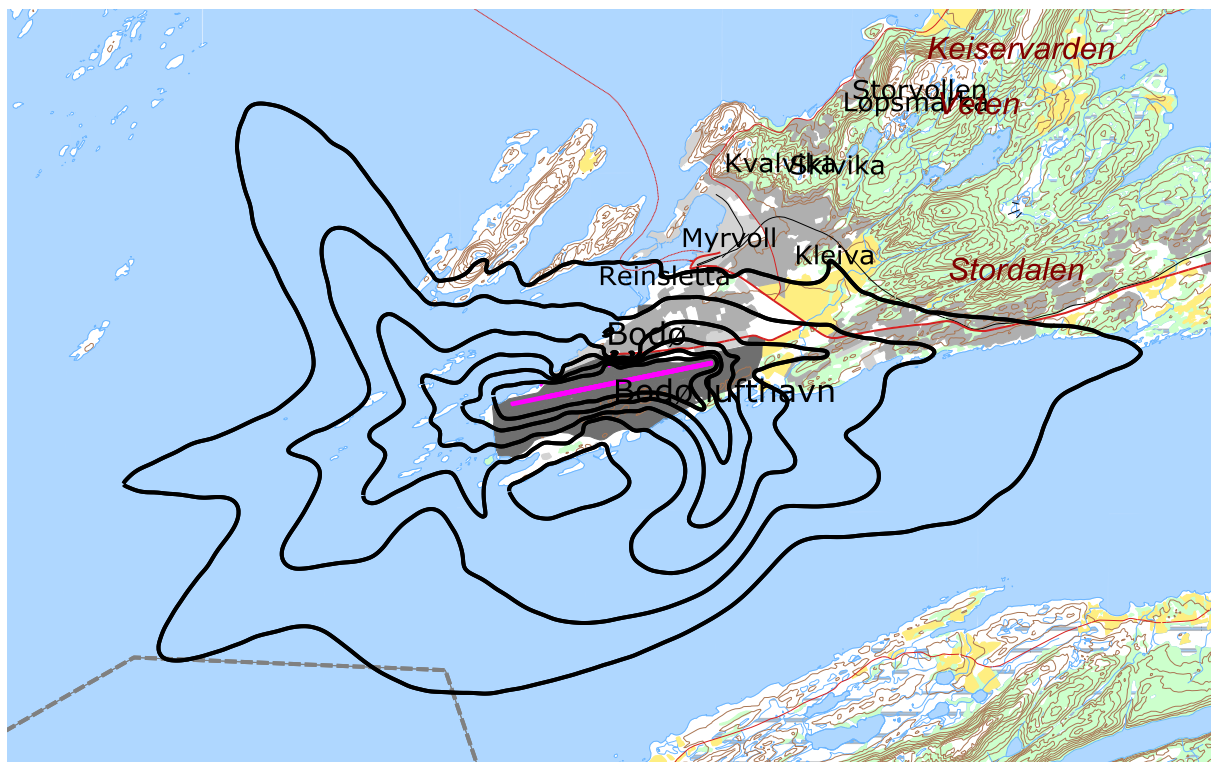
Strategisk støykartlegging gjennomføres i henhold til forurensningsforskriften, ref. [19], Del 2, kapittel 5, avsnitt III og vedlegg 2 til del 2.

Tabell 11-2. Antall bygninger og bosatte personer som funksjon av L_{den} -nivå for dagens situasjon.

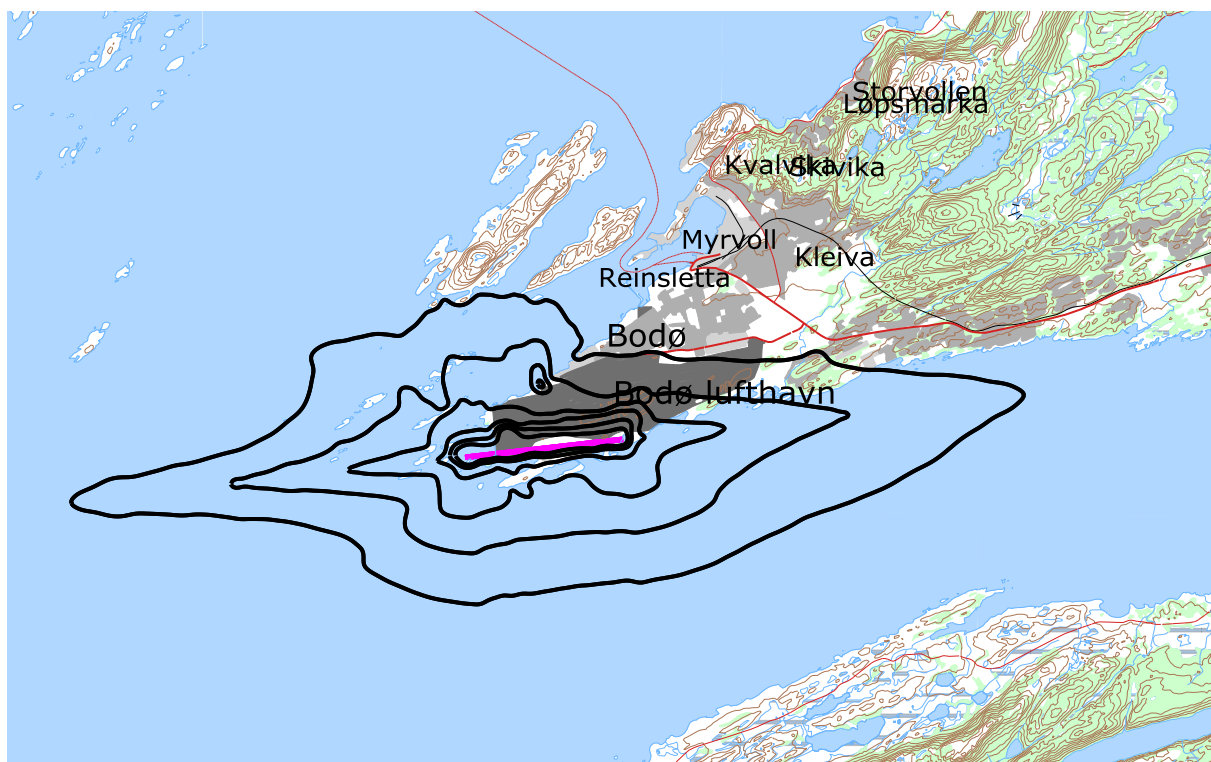
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
50.0-55.0	10302	1982	27	12	0
55.0-60.0	8104	1693	33	3	2
60.0-65.0	1632	448	0	0	0
65.0-70.0	237	86	1	0	0
70.0-75.0	0	0	0	0	0
75.0->	0	0	0	0	0

Tabell 11-3. Antall bygninger og bosatte personer som funksjon av L_{den} -nivå for prognosesituasjonen.

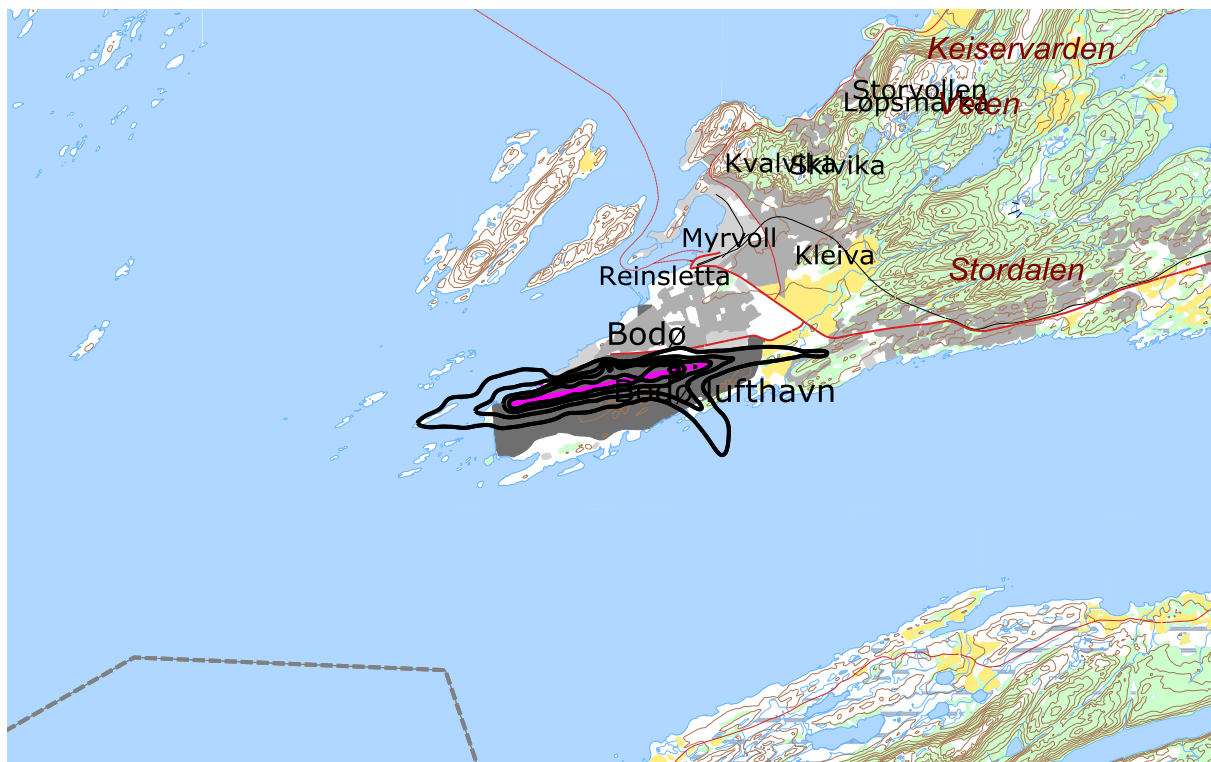
Limits	NoOf People	NoOf Residences	NoOf SchoolBuildings	NoOf HealthInstitutions	NoOf LeisureHomes
50.0-55.0	1086	226	6	0	2
55.0-60.0	0	0	0	0	0
60.0-65.0	0	0	0	0	0
65.0-70.0	0	0	0	0	0
70.0-75.0	0	0	0	0	0
75.0->	0	0	0	0	0



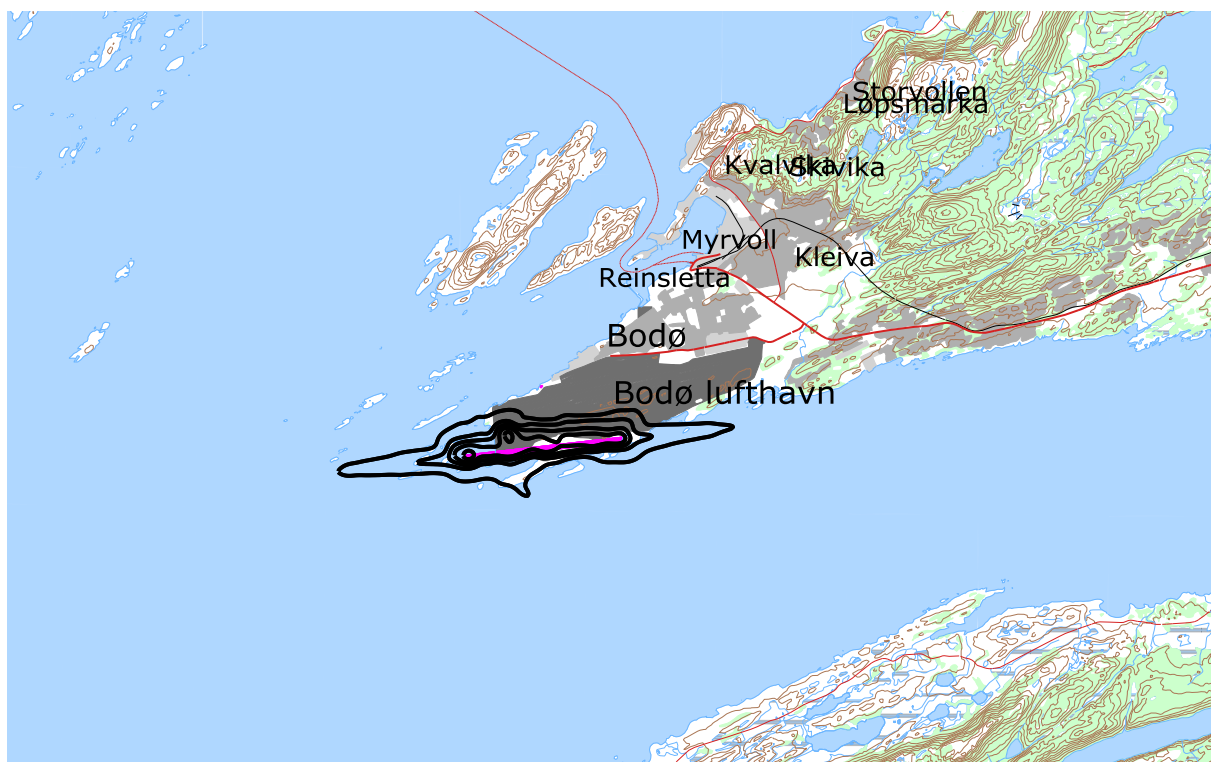
Figur 11-3. L_{den} i 5 dB trinn fra 50 dBA for dagens situasjon. M 1:125 000.



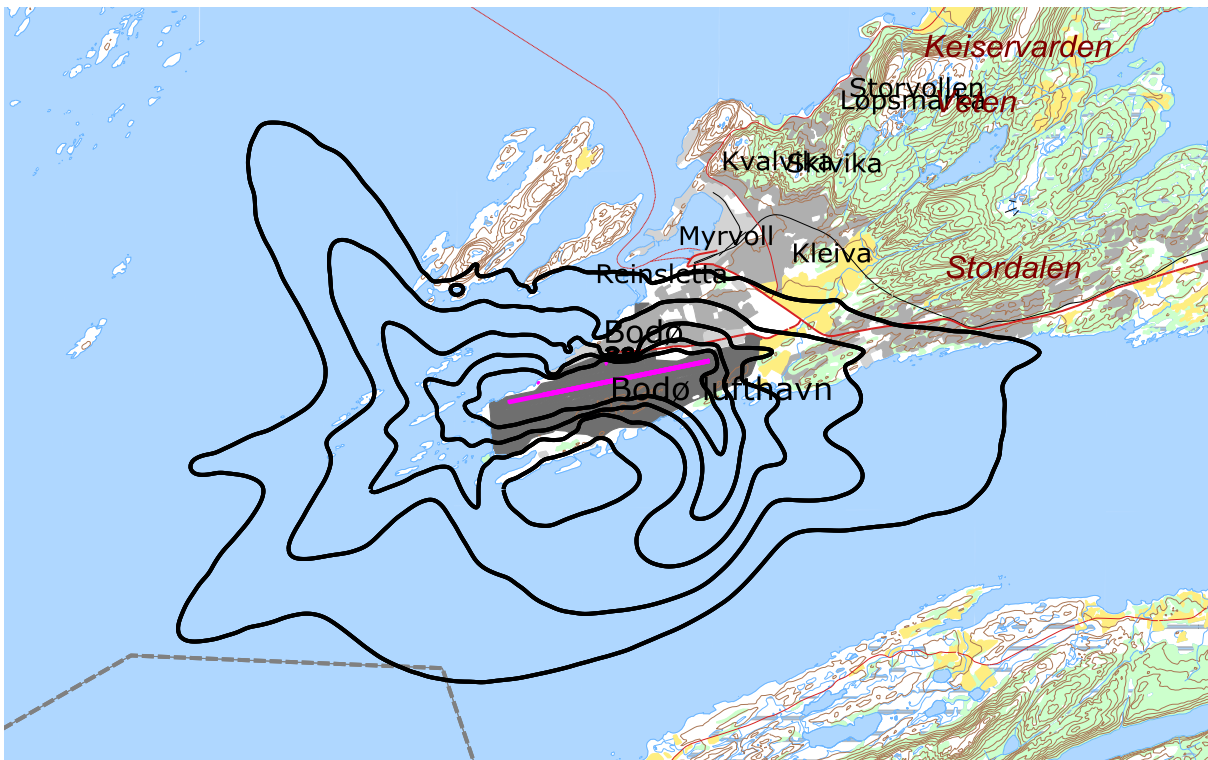
Figur 11-4. L_{den} i 5 dB trinn fra 50 dBA for prognosesituasjonen. M 1:125 000.



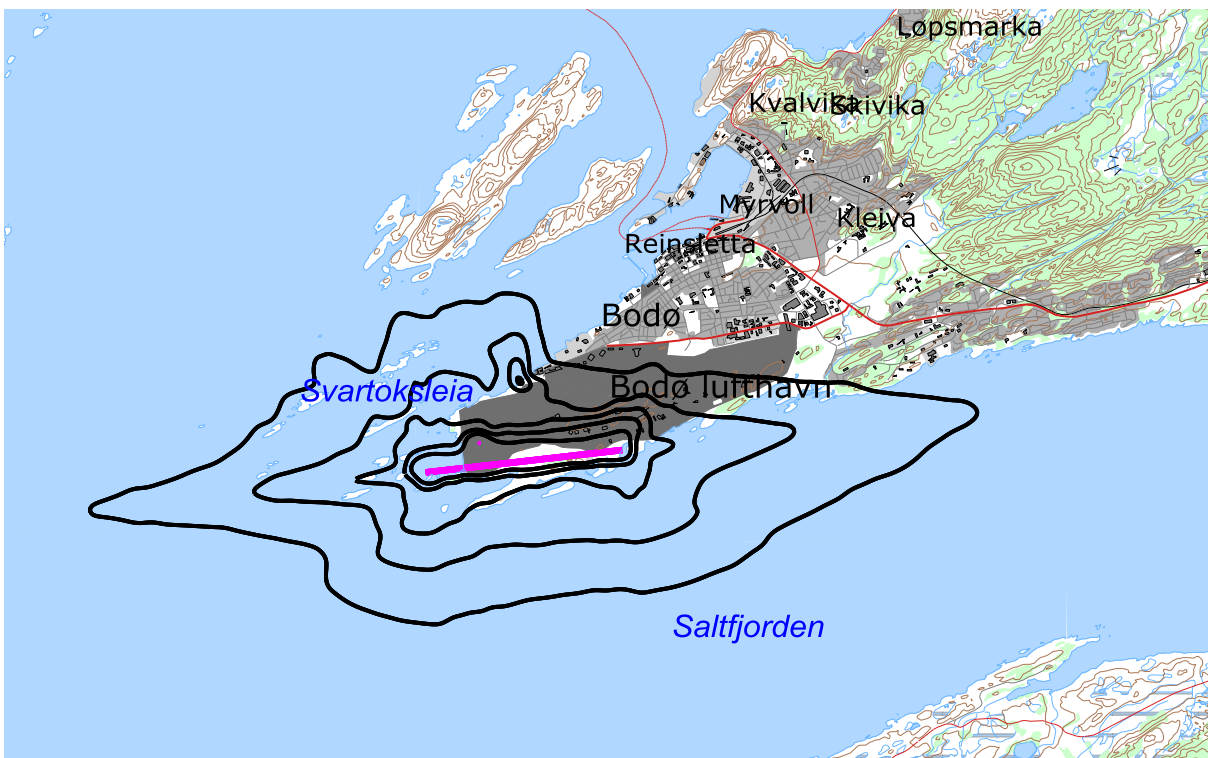
Figur 11-5. L_{night} i 5 dB trinn fra 50 dBA for dagens situasjon. M 1:125 000.



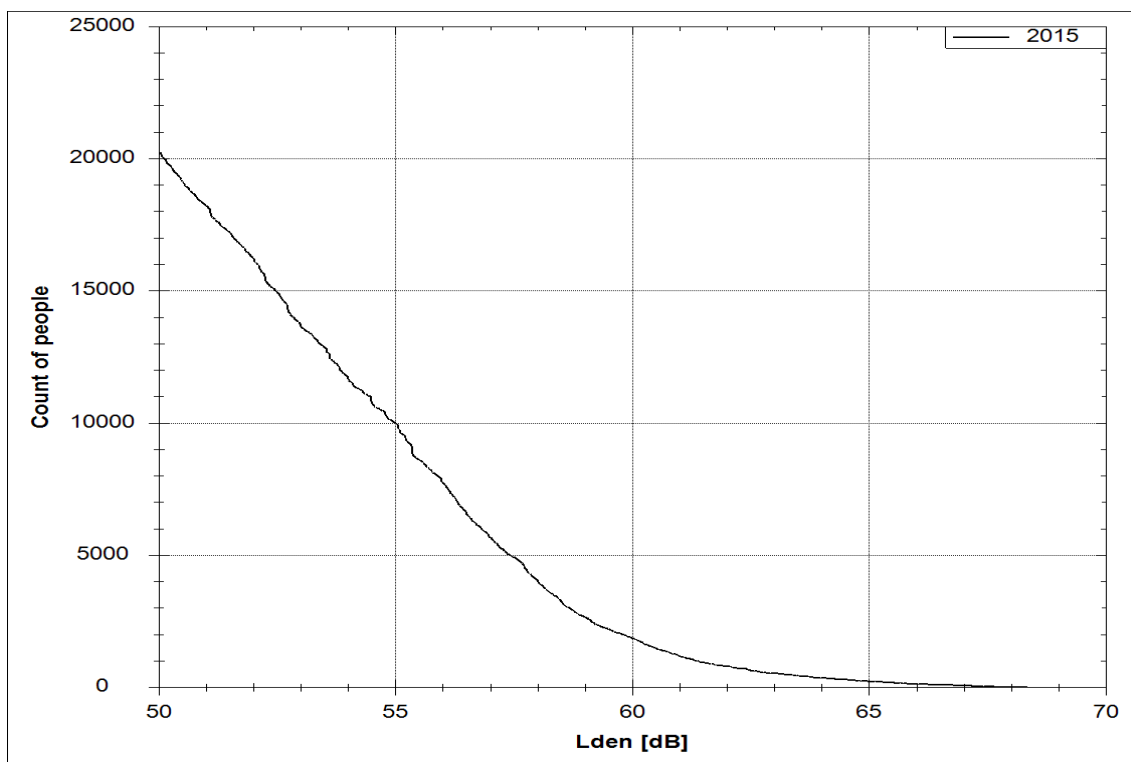
Figur 11-6. L_{night} i 5 dB trinn fra 50 dBA for prognosesituasjonen. M 1:125 000.



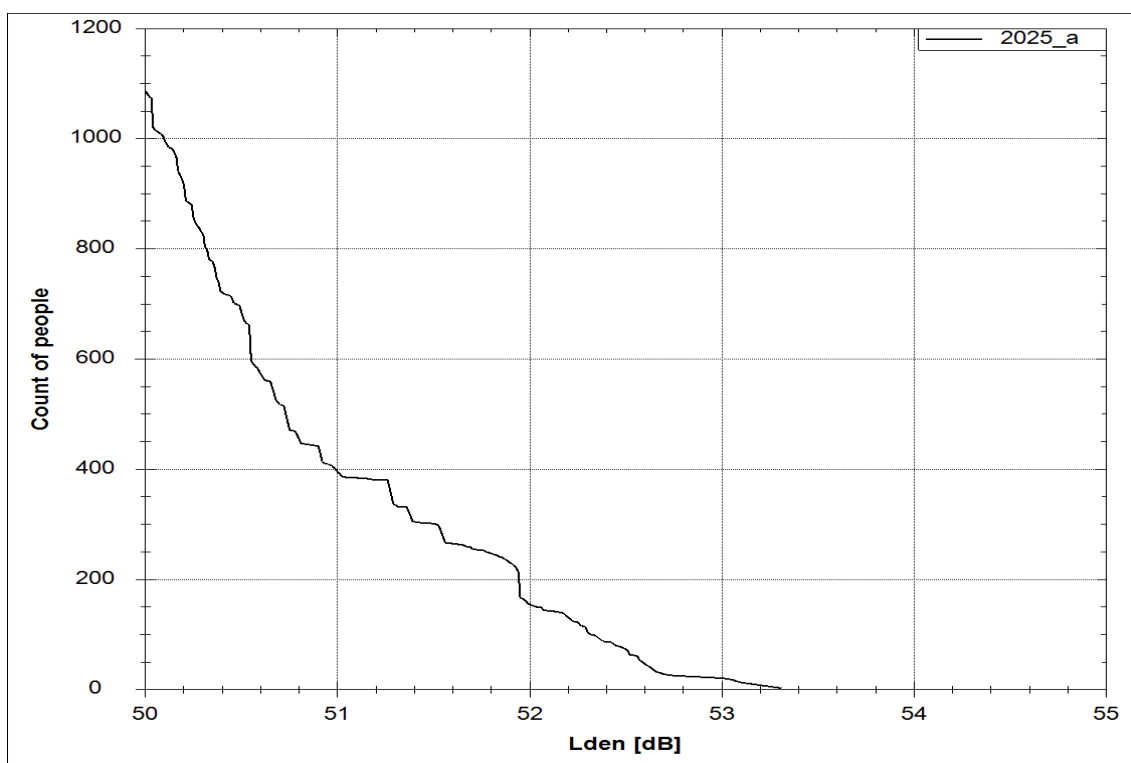
Figur 11-7. L_{Aeq24h} i 5 dB trinn fra 50 dBA for dagens situasjonen. M 1:125 000.



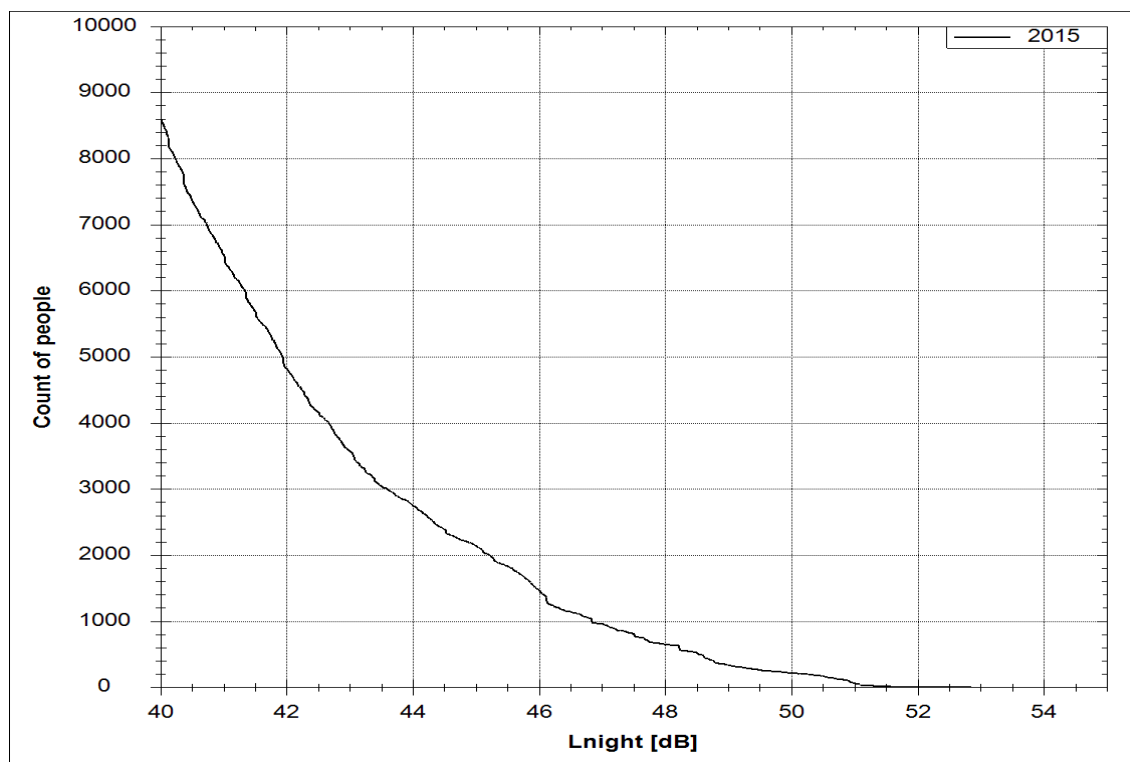
Figur 11-8. L_{Aeq24h} i 5 dB trinn fra 50 dBA for prognosesituasjonen. M 1:125 000.



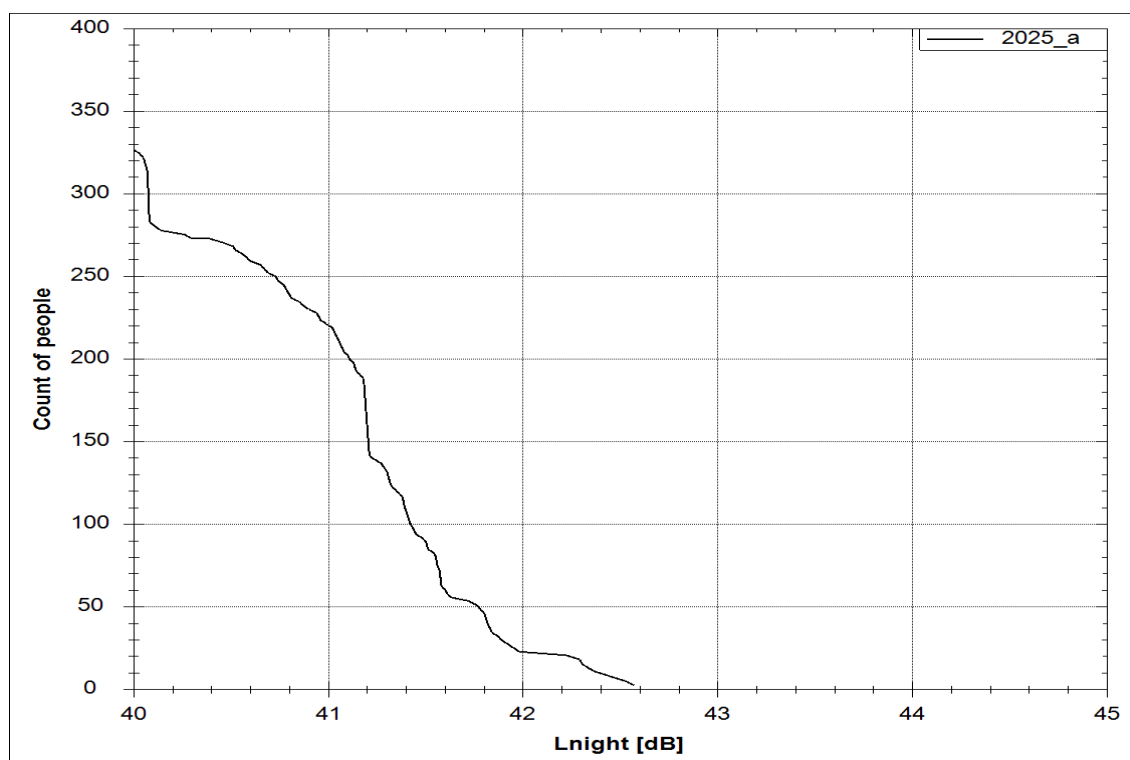
Figur 11-9. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt ved L_{den} for dagens situasjon.



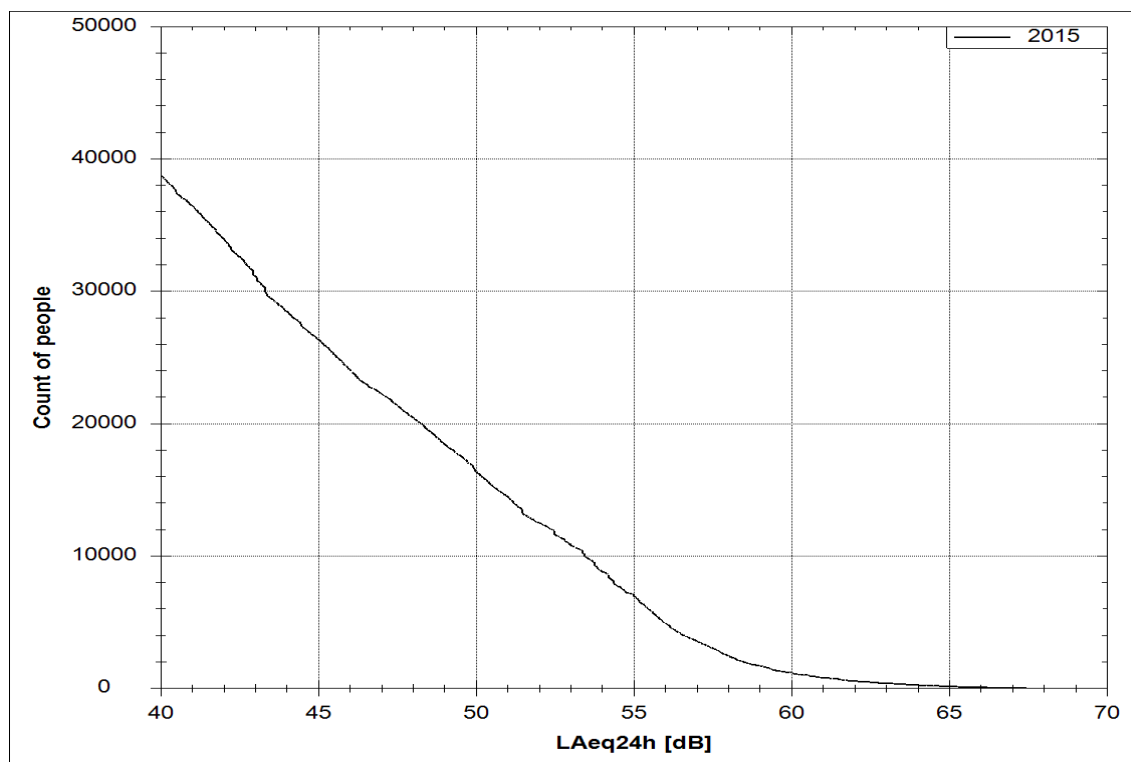
Figur 11-10. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt ved L_{den} for prognosesituasjonen.



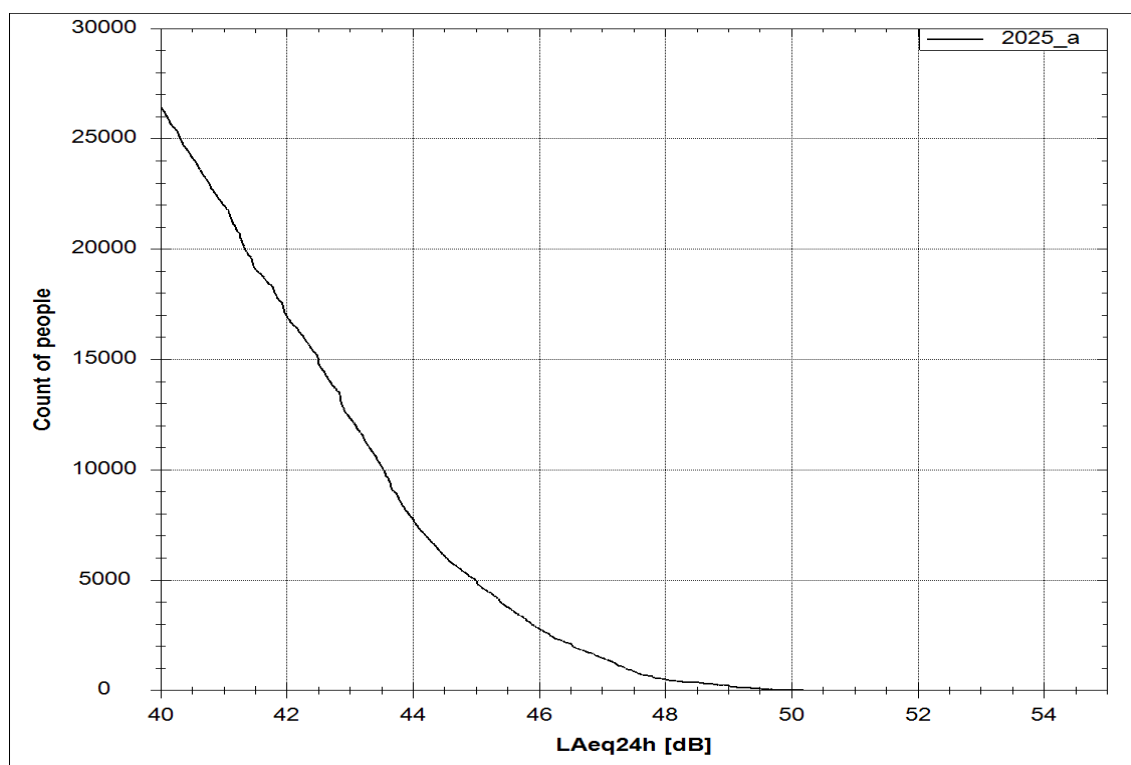
Figur 11-11. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt ved L_{night} for dagens situasjon.



Figur 11-12. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt ved L_{night} for prognosesituasjonen.



Figur 11-13. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt ved L_{Aeq24h} for dagens situasjon.



Figur 11-14. Kumulativ fordeling av antall personer utsatt for utendørs støy ved sin bolig uttrykt ved L_{Aeq24h} for prognosesituasjonen.

12 LITTERATUR

- [1] R. T. R. Idar Ludvig Nilsen Granøien, "Beregning av flystøy etter T-1442 for Bodø lufthavn/hovedflystasjon," SINTEF2007-06-21 2007.
- [2] B. Griefahn, "MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE," in *Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem*, Nice, Frankrike, juli 1993.
- [3] H. M. E. Miedama and C. G. Oudshorn, "Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals.," *Environmental health perspectives*, vol. 109, pp. 409-416, 2001.
- [4] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien, and J. M. Fields, "RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU," ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990.
- [5] T. Gjestland, K. H. Liasjø, and I. L. N. Granøien, "RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.," SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994.
- [6] F. Gelderblom, T. Gjestland, and I. L. N. Granøien, "UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER," Trondheim SINTEF A27596, Mars 2016 2016.
- [7] Miljøverndepartementet, "RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING," Retningslinje T-1442/2012, Oslo, juli 2012.
- [8] Miljødirektoratet, "VEILEDER TIL RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (T-1442/2012)," Veileder M-128, Oslo, februar 2014.
- [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, 2002.
- [10] H. Olsen, K. H. Liasjø, and I. L. N. Granøien, "TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM," SINTEF DELAB Report STF40 A95038, Trondheim, april 1995.
- [11] R. T. Randeberg, H. Olsen, and I. L. N. Granøien, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [12] I. L. N. Granøien, R. T. Randeberg, and H. Olsen, "CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES," SINTEF Report STF40 A02065, Trondheim, desember 2002.
- [13] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [14] S. Å. Storeheier, R. T. Randeberg, I. L. N. Granøien, H. Olsen, and A. Ustad, "AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS," SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, mars 2002.
- [15] J. Koopmann, A. Zubrow, A. Hansen, S. Hwang, and M. Ahearn, "Aviation Environmental Design Tool (AEDT) 2b User Guide," U.S. Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center, Washington DC, USA2015.
- [16] W. R. Lundberg, "BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT," AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, februar 1990.
- [17] OSL, "Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data," August 2015 August 2015.
- [18] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies," October 2014
- [19] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.

- [20] A. Brekke, "NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II," Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave, Oslo, juni 1998.
- [21] A. Brekke, "ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER.," Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, oktober 2013.
- [22] E. Osmundsen, "MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA," Miljøakustikk AS2011.
- [23] Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>

13 Vedlegg

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

Tabell 13-1 viser de benevnelse for flytyper i elektroniske journal som er forskjellig fra typebetegnelse i databasen til NORTIM. Det er nødvendig å oversette disse benevnelsene 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 13-1. Oversetting av ICAO benevnelse til benevnelse i database.

ACtype	NewACtyp	ACtype	NewACtyp	ACtype	NewACtyp
A139	SA330	C210	CNA206	F100	F10062
A321	A320-211	C25A	CNA500	F16	F16N
AC11	GASEPV	C25B	CNA500	F2TH	FAL20
AC90	CNA441	C27J	HS748A	F900	FAL20
AS16	COMSEP	C295	HS748A	FA10	FAL20
AS32	SA330	C303	BEC58P	FA20	FAL20
AS50	SA350	C30J	C130HP	FA7X	FAL20
AS65	MHEL	C340	BEC58P	FDCT	COMSEP
ASTR	IA1125	C402	BEC58P	GLF4	GIV
AT72	HS748A	C525	CNA500	GLF5	GV
AT75	DHC830	C550	MU3001	H25B	LEAR35
AT76	DHC830	C560	CNA560E	K35R	DC870
ATP	HS748A	C56X	CNA560XL	KL07	GASEPF
B06	B206L	C650	CIT3	LJ31	LEAR35
B209	MHEL	C680	CNA680	LJ35	LEAR35
B214	THEL	CL60	CL600	LJ55	LEAR35
B350	DHC6	CN35	HS748A	LNC2	GASEPF
B412	MHEL	CRJ2	CL601	LYNX	MHEL
B462	BAE146	CRJ9	GV	M20T	GASEPV
B712	717200	DA2	GASEPF	MCR1	COMSEP
B733	7373B2	DA42	BEC58P	MF17	GASEPF
B734	737400	DDDD	COMSEP	MI8	THEL
B736	737700	DH8A	DHC8	MICO	COMSEP
B737	737700	DH8B	DHC8	P180	SF340
B738	737800	DH8C	DHC830	P28A	PA28
B752	757PW	DH8D	DHC830	P28R	GASEPV
BE20	DHC6	DHC2	GASEPV	P3	L188
BE30	DHC6	DR40	GASEPF	P68	BEC58P
BE76	BEC58P	DV20	GASEPV	P68T	CNA441
BE9T	CNA441	E135	CL600	PA18	GASEPF
BK17	MHEL	E145	EMB145	PA34	BEC58P
C130	C130HP	E170	EMB170	PAY2	CNA441
C150	CNA172	E3TF	E3A	PC12	GASEPV
C160	HS748A	EC25	EC225	PRM1	CNA500
C172	CNA172	EC35	LHEL	PUMA	THEL
C175	CNA172	EC45	MHEL	R200	GASEPF
C182	CNA182	EH10	THEL	R300	GASEPF
C206	CNA206	EUFI	TYPHON	RV4	GASEPF

A Ctype	NewA Ctyp
RV8	COMSEP
S61	THEL
SB91	GASEPF
SR20	GASEPF
SR22	COMSEP

A Ctype	NewA Ctyp
SW4	DHC6
TB20	GASEPF
TOR	TORNAD
TRIN	GASEPF
UH1	MHEL

A Ctype	NewA Ctyp
ULAC	GASEPF
VL3	COMSEP
WT9	GASEPV
ZZZZ	COMSEP
AA5	GASEPF

For å forenkle beregningsgrunnlaget, blir flytyper som har tilnærmet samme operasjonsmønster samlet i flytypekategorier, som vist i Tabell 13-2.

Tabell 13-2. Inndeling av flytyper i grupper.

NewA Ctyp	Accat
717200	737
7373B2	737
737400	737
737700	737
737800	737
757PW	A320
A310	A320
A319	737
A320	A320
A320-211	A320
B206L	MH
B212	MH
BAE146	737
BEC58P	GA
C130HP	A320
C17	A320
CIT3	737
CL600	737
CL601	737
CNA172	GA
CNA182	GA

NewA Ctyp	Accat
CNA206	GA
CNA441	GA
CNA500	737
CNA560E	737
CNA560XL	737
CNA680	737
COMSEP	GA
DC870	A320
DHC6	WF
DHC8	WF
DHC830	WF
E3A	A320
EC225	TH
EMB145	737
EMB170	737
F10062	737
F16N	JAG
F18	JAG
FAL20	A320
GASEPF	GA
GASEPV	GA

NewA Ctyp	Accat
GIV	737
GV	737
HAWK	JAG
HS748A	A320
IA1125	737
L188	A320
LEAR35	737
LHEL	MH
MHEL	MH
MU3001	737
NH90	TH
PA28	GA
PA31	GA
R44	MH
S92	TH
SA330	TH
SA350	MH
SF340	WF
THEL	TH
TORNAD	JAG
TYPHON	JAG

Destinasjoner samles i grupper etter hvilken himmelretning destinasjonene ligger i, som vist i Tabell 13-3. 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 13-3. Inndeling av destinasjoner i grupper.

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
BGMV	VES1	3
BGNN	VES1	3
BIKF	VES1	2
BIRK	VES1	2

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
CYYT	VES1	4
EBBR	SYD1	3
EBLG	SYD1	3
EBMB	SYD1	3

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
EDDE	SYD1	2
EDDF	SYD1	3
EDDH	SYD1	2
EDDK	SYD1	3
EDDL	SYD1	2
EDDM	SYD1	3
EDDN	SYD1	3
EDDT	SYD1	2
EDDV	SYD1	2
EDFE	SYD1	3
EDFH	SYD1	3
EDTY	SYD1	3
EETN	SYD1	2
EFHK	SYD1	2
EFJY	OST1	1
EFKE	OST1	1
EFKU	OST1	1
EFMA	SYD1	1
EFOU	OST1	1
EFRO	OST1	1
EFTP	SYD1	1
EFTU	SYD1	1
EFVA	OST1	1
EGCC	SYD1	2
EGGD	SYD1	3
EGHH	SYD1	3
EGHL	SYD1	3
EGKK	SYD1	3
EGLC	SYD1	3
EGLF	SYD1	3
EGNT	SYD1	2
EGPD	SYD1	2
EGPH	SYD1	2
EGQS	SYD1	2
EGSC	SYD1	2
EGSS	SYD1	3
EGUN	SYD1	2
EGVN	SYD1	3
EGYD	SYD1	2
EGYM	SYD1	3
EHAM	SYD1	2
EHBK	SYD1	3
EHEH	SYD1	2
EHLW	SYD1	2
EIDW	SYD1	3
EKBI	SYD1	2
EKCH	SYD1	2
EKRK	SYD1	2
EKSB	SYD1	2

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
EKYT	SYD1	2
ENAL	SYD1	1
ENAN	SKA1	1
ENAT	NOR1	1
ENBN	SYD1	1
ENBO	ENBO	1
ENBR	SYD1	1
ENBS	NOR1	1
ENCN	SYD1	2
ENDU	NOR1	1
ENEN	NOR1	1
ENEV	NOR1	1
ENFG	SYD1	1
ENFL	SYD1	1
ENGM	SYD1	1
ENHD	SYD1	2
ENHF	NOR1	1
ENHV	NOR1	1
ENKB	SYD1	1
ENKJ	SYD1	1
ENKR	NOR1	1
ENLK	LEK1	1
ENMH	NOR1	1
ENML	SYD1	1
ENMS	SYD1	1
ENNA	NOR1	1
ENNK	NOR1	1
ENNM	SYD1	1
ENOL	SYD1	1
ENOP	SYD1	1
ENOV	SYD1	1
ENRA	SYD1	1
ENRG	OST1	1
ENRK	SYD1	1
ENRM	SYD1	1
ENRO	SYD1	1
ENRS	VES1	1
ENRY	SYD1	1
ENSB	NOR1	2
ENSG	SYD1	1
ENSH	SKA1	1
ENSK	SKA1	1
ENSM	SYD1	1
ENSN	SYD1	2
ENSR	NOR1	1
ENSS	NOR1	1
ENST	SYD1	1
ENTC	NOR1	1
ENTO	SYD1	1

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
ENTS	SYD1	1
ENVA	SYD1	1
ENVD	NOR1	1
ENVR	VES1	1
ENZV	SYD1	2
EPKT	SYD1	3
EPOK	SYD1	2
EPWA	SYD1	2
ESGG	SYD1	2
ESGP	SYD1	2
ESGT	SYD1	2
ESKN	SYD1	2
ESMK	SYD1	2
ESNG	OST1	1
ESNL	OST1	1
ESNO	SYD1	1
ESNQ	OST1	1
ESNS	OST1	1
ESNU	OST1	1
ESNV	OST1	1
ESNX	OST1	1
ESNZ	SYD1	1
ESOE	SYD1	1
ESOK	SYD1	1
ESPA	OST1	1
ESPE	SYD1	1
ESSA	SYD1	1
ESSB	SYD1	1
ESSP	SYD1	2
ESUT	OST1	1
ETAR	SYD1	3
ETMN	SYD1	2
ETNH	SYD1	2
ETNL	SYD1	2
ETNN	SYD1	3
ETNT	SYD1	2
ETNW	SYD1	2
ETSA	SYD1	3

NewDepDest	DepDestGroup	StageLength
ETSL	SYD1	3
EVRA	SYD1	2
EYKA	SYD1	2
EYSA	SYD1	2
EYVI	SYD1	2
GCLP	SYD1	5
KBFI	VES1	6
KGSB	VES1	6
KLNK	VES1	6
KNUQ	VES1	6
LBWN	SYD1	4
LDSP	SYD1	3
LEBL	SYD1	4
LECO	SYD1	4
LEPP	SYD1	4
LFBO	SYD1	3
LFLX	SYD1	3
LFMN	SYD1	3
LFOT	SYD1	2
LFPO	SYD1	3
LFRH	SYD1	3
LFSB	SYD1	3
LFTH	SYD1	3
LGSA	SYD1	4
LGTS	SYD1	4
LHPA	SYD1	3
LIRN	SYD1	4
LKPR	SYD1	3
LOWI	SYD1	3
LOWW	SYD1	3
LPBJ	SYD1	4
LPFR	SYD1	4
LSGG	SYD1	3
LSZB	SYD1	3
LTAI	SYD1	4
OMDB	SYD1	5
ULLI	SYD1	2



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no