

Rapport

Støyberegning for planlagt ny lufthavn Bodø

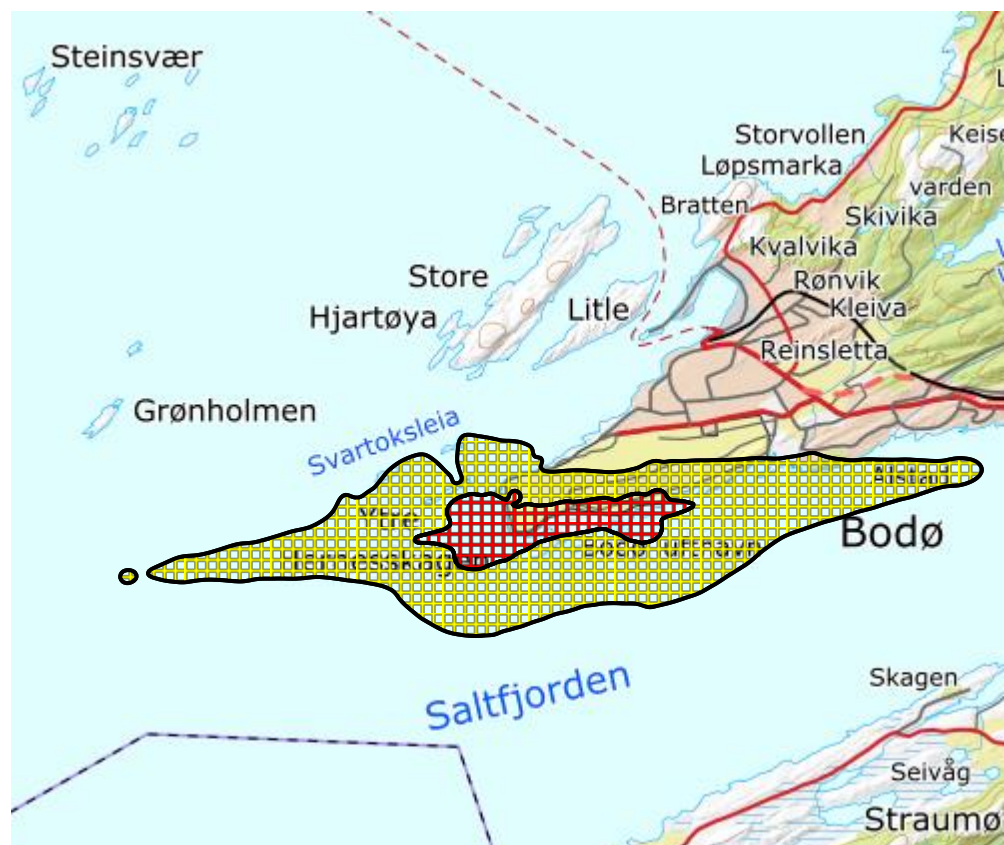
Støysoner etter T-1442/2016

Forfatter(e)

Karen Brastad Evensen

Rolf Randeberg

Idar L. N. Granøien



SINTEF Digital

Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: [Institute Phone]
E-mail: [InstituteEmail]

Foretaksregister:
919 303 808 MVA

Rapport

Støyberegning for planlagt ny lufthavn Bodø

Støysoner etter T-1442/2016

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2020:00291	102022034	3	2020-06-03

EMNEORD:

Akustikk; Flystøy;
Beregning

FORFATTER(E)

Karen Brastad Evensen
Rolf Randeberg
Idar L. N. Granøien

OPPDRAKSGIVER(E)

Avinor

OPPDRAKSGIVERS REF.

J. A. Marheim

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

44 + vedlegg

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Fortrolig

ISBN

978-82-14-06285-4

SAMMENDRAG

Avinor har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en støykartlegging av ny lufthavn Bodø etter Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2016. Beregning av støy er utført med NORTIM 4.5 som tar hensyn til topografien ved beregning av lydutbredelse.

Det er gjort beregninger for estimert trafikk i 2045 basert på gjennomført trafikk i 2019 og planlagte nye ruter.

Det ligger ingen støyømfintlige bygninger innenfor kartleggingsgrensene og tiltaksgrensene for planlagt ny lufthavn Bodø. I alt 40 boliger ligger innenfor gul støysone Lden > 52 dB. Ingen støyømfintlig bebyggelse ligger innenfor rød støysone.

**UTARBEIDET AV**

Karen Brastad Evensen

KONTROLLERT AV

Herold Olsen

GODKJENT AV

Erik Swendgaard

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjeningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

info@sintef.no

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
3	2020-06-03	Revidert rapport

Foretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Generelt om flystøy	6
2.1	Akustiske størrelser	6
2.2	Flystöyens 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	10
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM	10
4	Kartlegging i henhold til forskrift til forurensingsloven	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
6	Flyaktiviteten ved ny lufthavn Bodø	16
6.1	Forventet flyaktivitet i 2045	16
7	Destinasjoner, traséer og profiler	19
7.1.1	Helikopter	19
7.1.2	Widerøes rutefly	22
7.1.3	SAS og Norwegians rutefly	23
7.1.4	Større jetfly og fraktfly	24
7.1.5	Småfly	25
7.1.6	Motorkjøring	26
7.1.7	Landingsrunder	26
8	Beregningsparametere	28
8.1	Beregningsenheter	28
8.2	Beregning i enkelt punkt	28

8.3	NORTIM beregningskontroll	28
9	Resultater relatert til retningslinje T-1442/2016	29
9.1	Støysonekart for 2045-situasjon	29
9.2	Kartlegging av stille områder	30
10	Resultater relatert til forurensningsloven	31
10.1	Kartlegging av innendørs støynivå	31
10.2	Kartlegging av utendørs støynivå	32
11	Litteratur	37
12	Vedlegg	39

1 Innledning

Dette notatet oppsummerer de viktigste resultatene og inngangsdataene for beregning av flystøy ved ny lufthavn Bodø. Beregningen er gjort i april 2020 for en prognosesituasjon i 2045. Oppdatert trafikkjournal fra 2019 er brukt som grunnlag sammen med rapporten fra siste støyutredning for eksisterende Bodø lufthavn, SINTEF rapport A28026 (2016-12-22).

I trafikkjournalen fra 2019 som danner basisen for trafikkfordelingen i beregningen inngår dagens militære trafikk. Det forutsettes at all jagerflytrafikk, og majoriteten av annen militær trafikk, har opphørt i 2045. Disse flyvningstypene er derfor ikke inkludert i beregningen. Av militær trafikk er kun ambulanseflyging med militært luftfartøy og søk- og redningstjenestens flyvninger med militært luftfartøy inkludert.

Jan Anders Marheim har vært kontaktperson hos Avinor. Prosjektet er utført ved SINTEF Digital med Rolf Tore Randeberg som prosjektleder og Karen Evensen som prosjektmedarbeider. Prosjektansvarlig i SINTEF Digital har vært Erik Swendgaard.

Støyberegning for ny lufthavn Bodø 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-veing 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

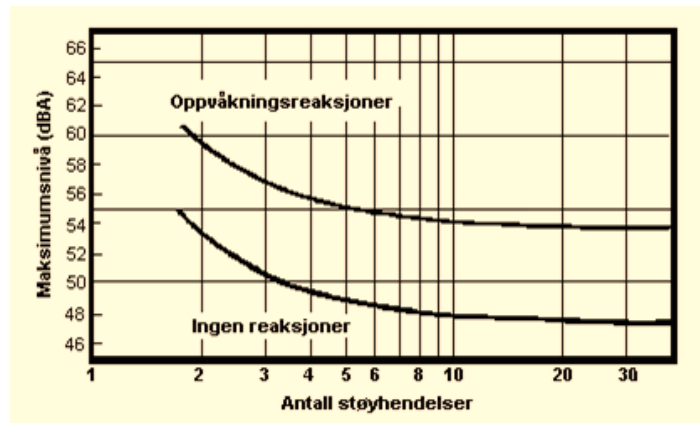
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

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



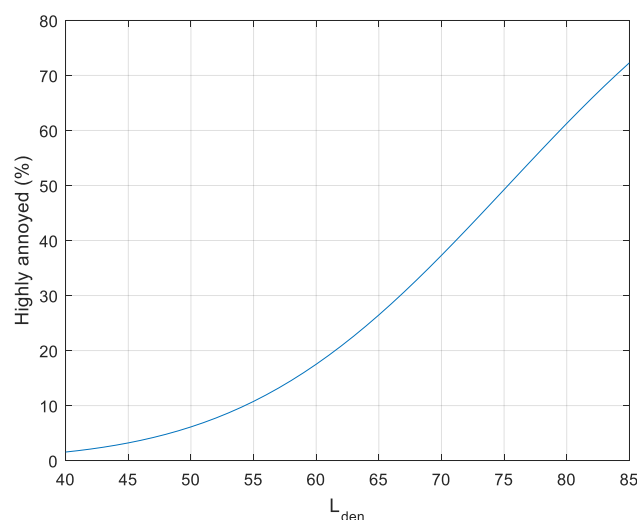
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

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

2.2.2 Generell plage av flystøy

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

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



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

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

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

3 Miljøverndepartementets retningslinje

Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442) ble fastsatt av Klima- og miljødepartementet i januar 2005. Retningslinjen ble revidert i 2012 og oppdatert i 2016 [6]. Før 2005 var retningslinjen basert på måleenheter utviklet i Norge i starten av 1980-tallet. T-1442 må kunne sies å representere en tilpasning til EU sitt direktiv fra 2001 siden den legger L_{den} til grunn for beregning av ekvivalentnivå. Den har likevel definert et statistisk representativt maksimumsnivå som er ment benyttet for vurdering av støy på natt. For flystøy er denne betegnet L_{5AS} .

3.1 Måleenheter

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

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

Retningslinje T-1442/2016 definerer ikke begrepet "hendelse". Det betyr at det ikke er gitt hvor mye støy som skal til for at man skal inkludere noe som en hendelse. I veilederen til T-1442/2016 [6], er det angitt at L_{5AS} beregnes som MFN_{23-07} .

3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442/2016 definerer to støysoner, gul og rød sone, til bruk i arealplanlegging. 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*. Grønn sone skal med andre ord ikke betraktes som støysoner.

3.2.1 Definisjon av støysoner

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

De to støysonene er i retningslinjen definert som vist i Tabell 3-1. Det fremgår at hver sone defineres med to kriterier. Hvis ett av kriteriene er oppfylt på et sted, så faller stedet innenfor den aktuelle sonen – det er med andre ord et "eller" mellom kolonnene.

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

	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støy nivå	Utendørs støy nivå i nattperioden kl. 23 – 07	Utendørs støy nivå	Utendørs støy nivå 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-1442/2016 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC [7] om at det skal benyttes et årsmiddel av trafikken. Det betyr at støysoner skal representere et middeldøgn for hele året. Dersom trafikken er sterkt sesongpreget (turisttrafikk) brukes gjennomsnitt av de tre måneder som har mest trafikk. Militære øvelser som forekommer minst annethvert år, skal inngå i trafikkgrunnet.

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [8, 9] eller spesialutgaver av dette (REGTIM og RADTIM). Programmene er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndighetene. Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater.

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

NORTIM programmene ble i 2002 endret ved at nye algoritmer for beregning av bakkedemping og direktivitet [10] ble tatt i bruk. Årsaken var at flyparken har andre karakteristika enn den som ble benyttet da de grunnleggende rutiner ble utviklet sent på 1970-tallet. De gamle rutiner var utelukkende empirisk utviklet, mens de nye er en blanding av empiri og teori. Bakkedemping er basert på en teoretisk modell [11], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [12] og således empiriske. Etter endringene viser sammenligninger av lang tids målinger og beregninger for tilsvarende trafikk et avvik på i gjennomsnitt under 0.5 dB [10].

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

Ved bruk av en liste over substitutter for flytyper som ikke inngår i databaseen, 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 databaseen. I slike situasjoner hentes data fra andre anerkjente kilder eller egne målinger.

4 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensingsloven

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble første gang gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven og omtales som forurensningsforskriften. Den ble revidert sist gang i 2004 [17].

4.1 Innendørs støy

Forurensningsforskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak mot støy. Kartleggingsgrensen er satt til døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$) på 35 dBA innendørs når bare én støytype dominerer. 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 utredning om fasadeisolasjon [18], som er revidert av Brekke og Strand [19], er det valgt tre forskjellige normtall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Tabell 4-1 viser grenseverdiene for beregnet utendørs 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	22 dBA	57 dBA (35+22)
Stamruteplasser / militære flyplasser	Jagerfly	25 dBA	60 dBA (35+25)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	27 dBA	62 dBA (35+27)

Beregninger foretatt for offshore helikopter i den reviderte rapporten [19] viser tilsvarende fasadeisolasjon på minimum 23 dBA for bygningstyper oppført etter 1970. Målinger utført på bygninger rundt de to største offshorebasene har således vist eksempler på at fasadeisolasjon mot denne typen trafikk kan ligge i størrelsesorden 26 dBA [20].

Tiltak på bygninger skal gjøres dersom innendørs støynivå overstiger 42 dBA 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. [19]. Førstnevnte representerer hus bygget rundt 1970-1980 med isolert tak og kaldt loft, og benyttes i de aller fleste tilfeller. Hustype IV representerer boligblokker, og benyttes for bygningstyper hvor vegger typisk er murt eller støpt. På

grunn av disse forenklingene vil det beregnede innendørsnivået *ikke* kunne erstatte en faglig utredning som tar hensyn til den aktuelle bygningskonstruksjonen i hvert enkelt tilfelle.

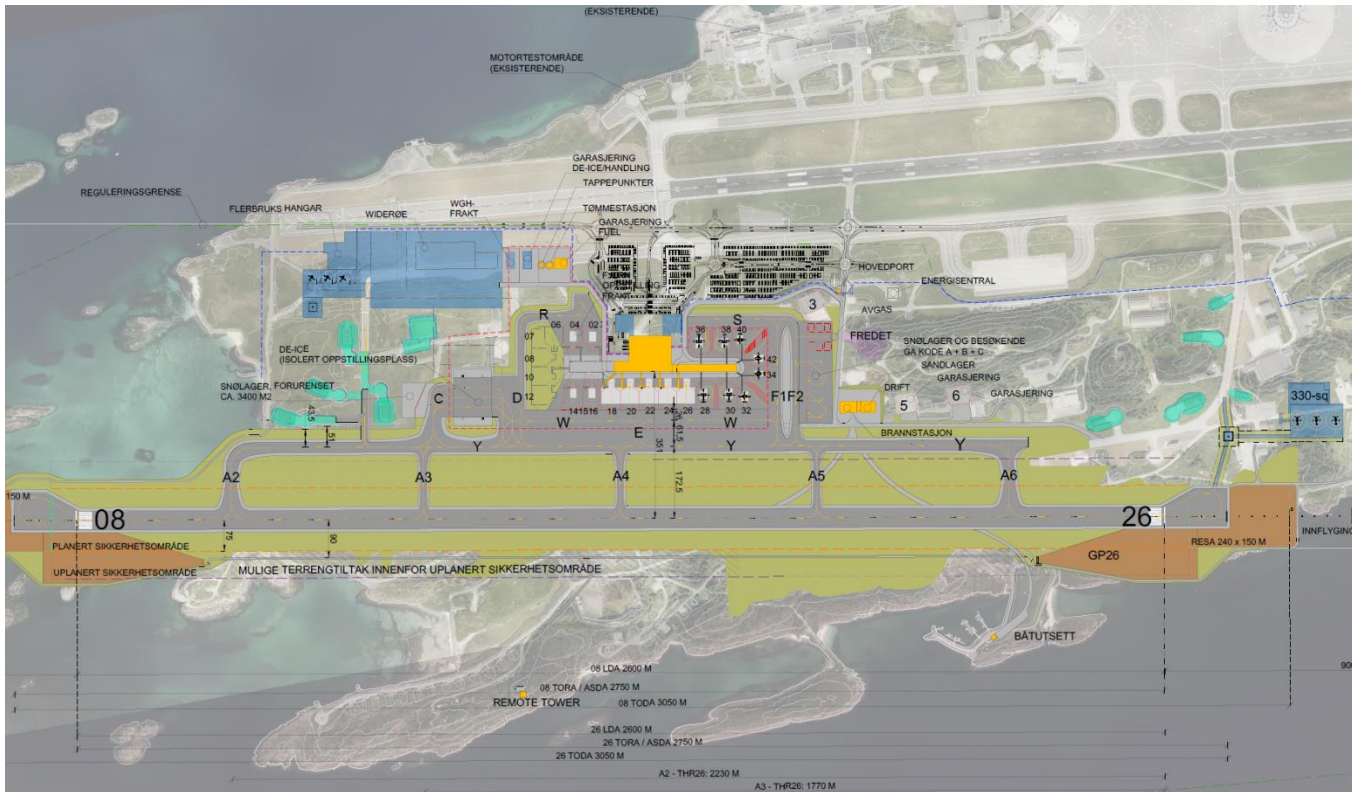
4.2 Strategisk støykartlegging

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

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

5 Omgivelser

Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverket sine gratis tjenester [21]. Topografien er representert med en punktetthet på 10×10 meter. Rullebanen med taksebaner for ny lufthavn Bodø er illustrert på Figur 5-1.



Figur 5-1. Rullebaner og helikopterlandingsplasser for ny lufthavn Bodø per 21.03.2020.

Tabell 5-1 viser koordinater for rullebane 08 og 26 som inngår i støyberegningen. Relativ dagens situasjon forutsettes det at rullebanen i 2045 har blitt flyttet som gitt i Tabell 5-1. Høyden er antatt til å være 6,15 m ved terskel 08 og 7,10 m ved terskel 26. Alle kartkoordinater er gitt i UTM/EUREF Zone 33. Rullebanene legges inn som akustisk harde flater.

Tabell 5-1. Rullebanebeskrivelse for situasjon i 2045. Koordinatene er gitt i UTM sone 33.

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Length
08	469951.2	7460295.4	472529.7	7460621.4	2599
08A3	470773.6	7460399.4	472529.7	7460621.4	1770
08A5	471707.2	7460517.4	472529.7	7460621.4	829
26	472529.7	7460621.4	469951.2	7460295.4	2599
26A3	470773.6	7460399.4	469951.2	7460295.4	829
26A5	471707.2	7460517.4	469951.2	7460295.4	1770
MHTOX	470526.6	7460906.8	470556.6	7460906.8	30
MKJ	470740.7	7460702.6	470770.7	7460702.6	30
THTOX	472891.5	7460874.2	472920.5	7460874.2	30

I Tabell 5-1 viser MHTOX til luftambulansens landingsplattform nord for taksebane A2/A3 og THTOX til 330-skvadronens område øst for terskel 26 på Figur 5-1.

Helikoptre bruker rullebanesystemet ved avgang og ankomst. Luftambulanse-helikopter har takeoff fra avkjøring A3 og redningstjenesten fra avkjøring ved A5. Oppkjøring og avkjøling skjer ved de respektive oppstillingsplassene MHTOK og THTOX.

I tillegg er et område (MKJ) for motorkjøring etter teknisk vedlikehold for Widerøes maskiner forutsatt lagt sør for MHTOX.

6 Flyaktiviteten ved ny lufthavn Bodø

Ifølge retningslinje T-1442 skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregningen av støysoner. I dette tilfellet er trafikken for 2019 benyttet som utgangspunkt for beregningene.

6.1 Forventet flyaktivitet i 2045

Trafikkprognose for 2045 er oppgitt av Avinor til å være 40320 flybevegelser totalt for rute- og chartertrafikk. Relativ trafikkjournal fra 2019, er dette en prosentvis økning på 18 % for flygningstype 1 (Ruteflygning) og 2 (Ikke regelbunden trafikk). Denne prosentvise økningen er brukt på flygningstype 1, 2, 14 (Posisjonsflygning) og 15 (Teknisk retur). For den øvrige sivile trafikken antas det ingen vesentlige endringer i antall operasjoner.

I og med at forsvarrets flybase ved Bodø vil være nedlagt i 2045 forutsettes det at all regulær trafikk med jagerfly utgår, samt all annen militær trafikk unntatt redningshelikopter. Videre er det planlagt å erstatte Sea King helikoptrene med AW101 fra Leonardo og generell utskiftning av flyparken mot 737 MAX og A320 NEO. På kortbanenettet erstattes DHC8A, DHC8B og DHC8C med ATR42-600S.

I tillegg er det gjort enkelte destinasjonsspesifikke bytter. For ruter til OSL er B737 byttet ut med A320NEO og B738 med 737 Max. For ruter til TOS og TRD erstattes B737 med A220. For ruter til BGO beholdes Embraer.

I 2045 er det sannsynlig at el-fly har blitt innført, men på nåværende tidspunkt finnes ikke data for disse flytypene. Dagens turbopropfly benyttes derfor for Widerøetrafikken også i 2045. Dersom el-fly har blitt innført i 2045 vil dette kunne bety et noe lavere støynivå.

I tillegg til oppskalert 2019-trafikk, er rutene gitt i Tabell 6-1 lagt til. For disse er det antatt 730 operasjoner per destinasjon (én avgang og én landing per dag gjennom hele året).

Tabell 6-1. Tilleggsruter i prognosen (2045).

Destinasjon	Flytype	Flyelskap	Ankomst	Avgang	Sektor
BGO	E290	WF	09:55	10:45	Innland
HEL	AT72	AY	13:10	13:45	Schengen
ARN	CRJ9	SK	15:10	15:40	Schengen
GDN	A320	W6	16:10	16:40	Schengen
AYT	B738	XC	20:10	21:00	Non-Schengen

For øvrig antas ingen vesentlig endring for annen kommersiell helikopterflyging, ambulanseflyginger eller andre typer flyging. Det legges til grunn at rullebanen i 2045 har blitt flyttet som nærmere beskrevet i Kapittel 5.

Beregningene for prognosesituasjon blir dermed gjort på grunnlaget gitt i Tabell 6-2 til Tabell 6-4. Figur 6-1 viser antall bevegelser fordelt over et gjennomsnittsdøgn.

Tabell 6-2. Antall flybevegelser i 2045, hvor TO = Take Off, LA = Landing og TG = Touch and go.

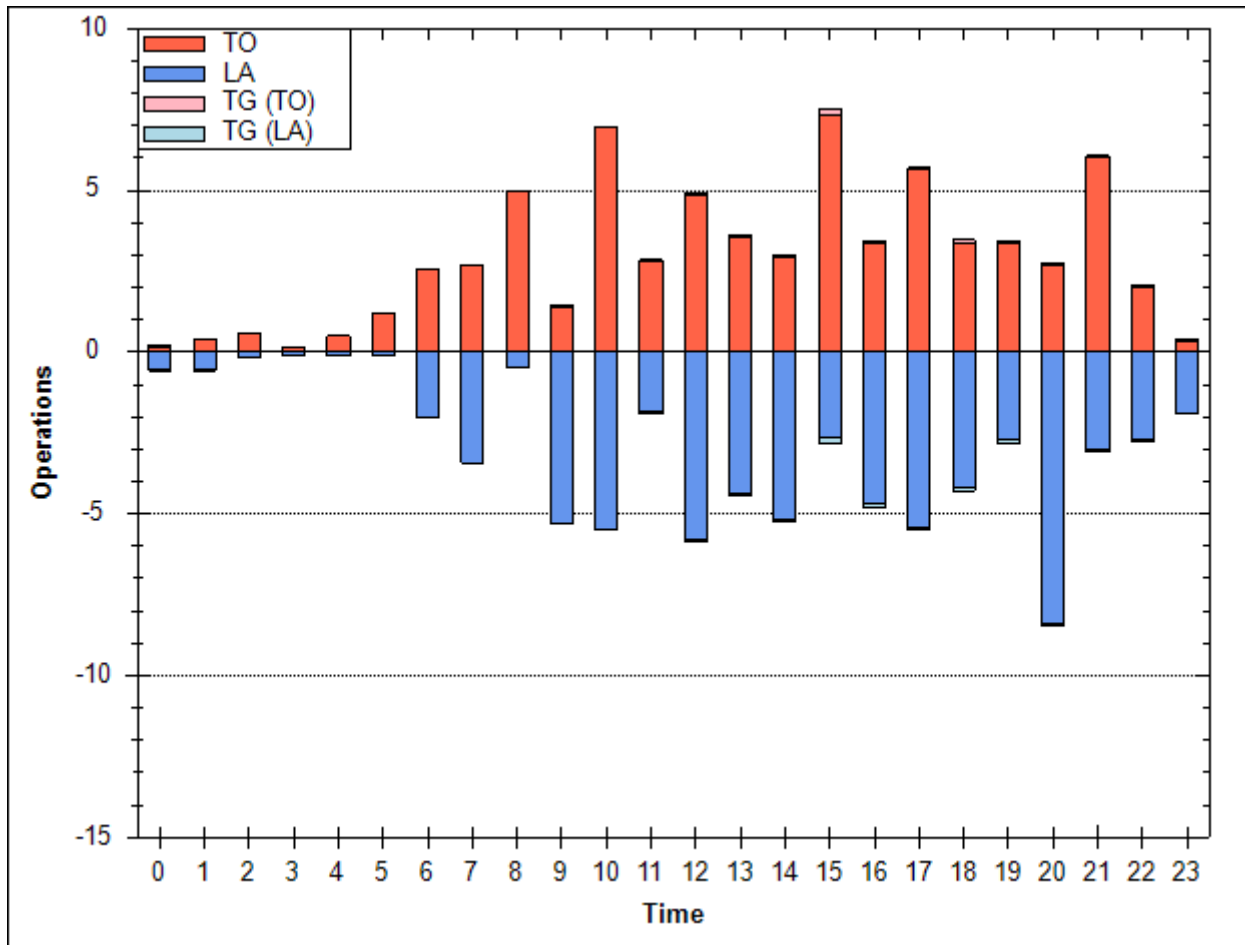
TO_LA	SumOper
TO	25484
LA	25937
TG	815
Totalt	52236

Tabell 6-3. Antall bevegelser per type flyging i 2045. I tabellen gir summen av de første to radene forventet trafikk for innenlands og charter når de ekstra flyvningene i Tabell 6-1 er inkludert i FLT kode 1.

FLT	FLTDescription	SumOper
1	Ruteflyging	43093
2	Ikke regelbundet trafikk	877
3	Fraktflyging	766
5	Annen kommersiell helikopterflyging	642
6	Annen kommersiell flyging	204
11	Ettersøkning- og redningstjeneste	2
12	Ambulanseflyging	2820
13	Skole- og instruksjonsflyging	326
14	Posisjonsflyging	510
15	Teknisk retur flyging	221
16	Kontrollflyginger	30
17	Allmenn flyging	2089
21	Militær flyging	0
22	Ambulanseflyging med militært luftfartøy	509
23	Militær skoleflyging	0
24	Militær posisjonsflyging	0
25	Militær testflyging	0
26	Militær kontrollflyging	0
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	147
28	Luftfartøy som deltar i militærøvelser	0
29	Militær treningsflyging	0
30	Operativ militær flyging	0
	Totalt	52236

Tabell 6-4. Antall bevegelser per type fly i 2045.

NewA Ctyp	SumOper
ATR 42-600S	23630
7378Max	6925
A220	5546
A320 NEO	3059
DHC6	2947
EMB190	1670
HS748A	1154
SA330	1051
GV	935
SA350	902
GASEPF	853
AW101	671
CNA172	496
Andre	2397
Total	52236



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

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 en del av preprocessingen er å oversette typenavn til navn som finnes i databasen. I tilfellene hvor flytypen ikke finnes i databasen, benyttes substitutter etter en godkjent liste. For mindre fly benyttes samlebetegnelsene, GASEPF og GASEPV, for én-motors småfly med stempelmotor og propell, henholdsvis med fast og variabel pitch. COMSEP benyttes når pitchen ikke er kjent. BEC58P benyttes på samme måte som en samlebetegnelse på små to-motors propellfly med stempelmotor. For helikopter som ikke har egne data er det benyttet betegnelsene LHEL, MHEL og THEL for henholdsvis lett, middels og tungt helikopter. Disse tre representeres ved data som foreligger for Bo105, SA365 og SK61.

Flytyper som har tilnærmet samme operasjonsmønster samles videre i grupper for å forenkle beregningsgrunnlaget. I kapittel 12 vises hvordan flytypene tilordnes en gruppe (ACcat). I likhet med ved forrige beregning er det valgt seks forskjellige grupper, som gjengitt i Tabell 6-5.

Tabell 6-5. Inndeling av flytyper i grupper.

NewACTyp	Beskrivelse	SumOper
737	Moderne rutefly med jetmotorer under vingene	15953
A320	Andre jettfly og fly større enn i gruppen over	4385
GA	Småfly	2089
MH	Mindre helikopter	1503
TH	Tunge helikopter	1729
WF	Turboprop, ambulansfly og Widerøe fly	26577

7 Destinasjoner, traséer og profiler

Prosedyrer beskrevet i forrige SINTEF rapport A28026 (2016-12-22) er lagt til grunn. Det er ikke antatt endring i fordelinger eller traséer med unntak av de endringene som følger av flytting av rullebane og helikopterlandingsplasser. I hovedsak sendes 60 % av avgangene mot øst og 40 % mot vest. Unntaket er middels tunge helikopter der flyvninger mot vest tar av mot vest og flyvninger mot øst tar av mot øst.

SINTEF legger til grunn at overvekt av flygningene skjer ved instrumentflyging og har lagt inn vinkel 3 grader for innflygning på begge rullebaner. Dette er i henhold til AIP. Noen helikopter er lagt inn med glidebane 6 grader.

Tabell 7-1 viser antall bevegelser på hver destinasjonsgruppe.

Tabell 7-1. Antall bevegelser per destinasjonsgruppe. TO = Take Off, LA = Landing og TG = Touch and Go.

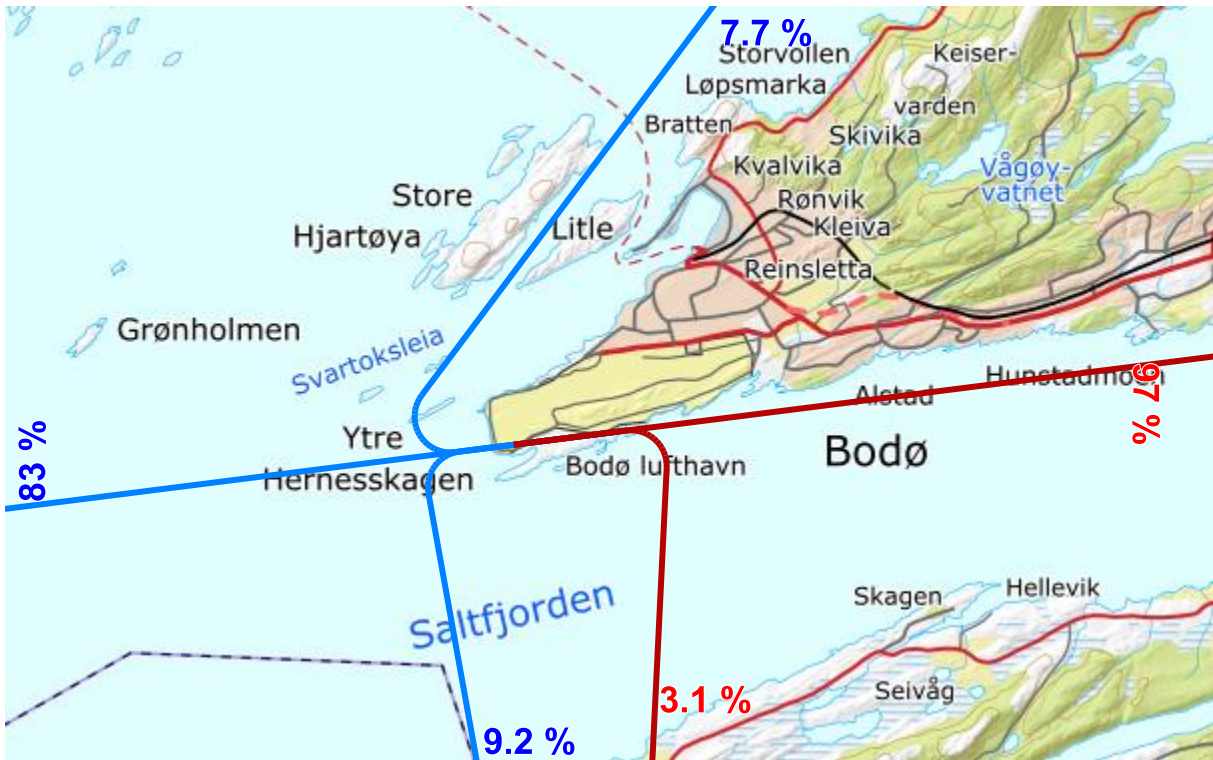
TO_LA	Destinasjonsgruppe	Antall
TG	ENBO	651
TO	ENBO	954
LA	ENBO	968
LA	LEK1	2663
TO	LEK1	2606
TG	LEK1	6
TG	NOR1	18
LA	NOR1	3372
TO	NOR1	3534
LA	OST1	421
TG	OST1	30
TO	OST1	335
LA	SKA1	4573
TO	SKA1	4458
TG	SKA1	87
TG	SYD1	21
LA	SYD1	12800
TO	SYD1	12500
TG	VES1	2
LA	VES1	1141
TO	VES1	1097

I all hovedsak er traséene for 2045 basert på en parallellforskyvning av traséene fra forrige beregning og er vist med prosentvis fordeling til destinasjonene i de neste avsnittene. Fordeling mellom visuell og instrumentell flygning er den samme som ved forrige beregning.

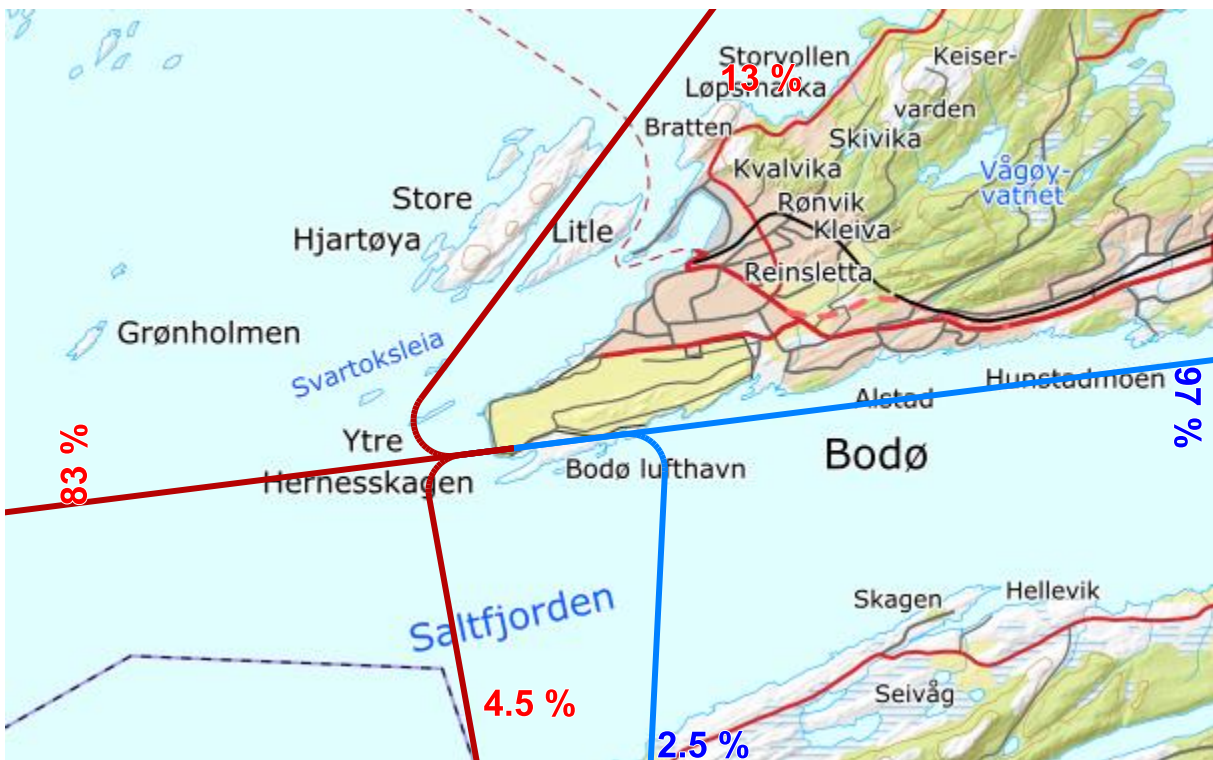
7.1.1 Helikopter

Helikopter lander og tar av langs rullebanen. Luftambulanshelikopter tar av fra avkjøring A3 og redningstjenesten tar av fra avkjøring A5. Det skiller videre mellom middels tunge helikopter (luftambulanshelikopter) og tunge helikopter (redningstjenesten).

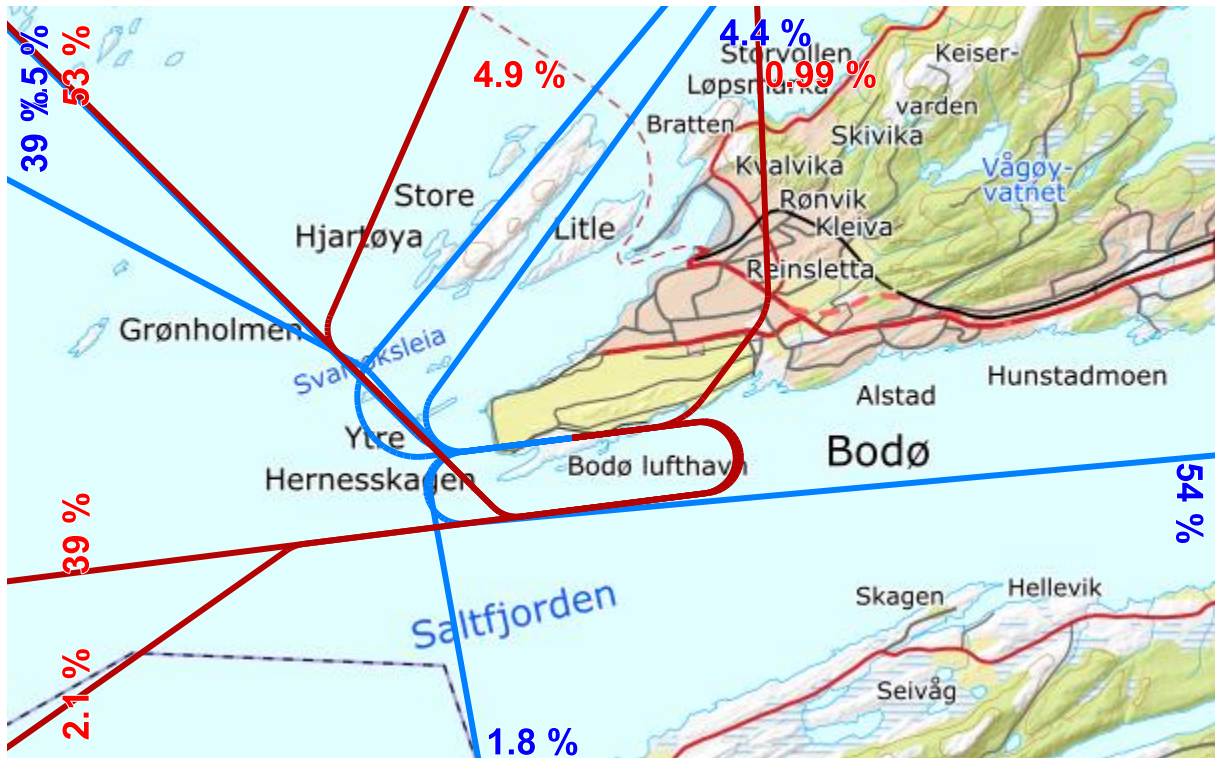
For middels tunge helikopter er det antatt 5 minutter oppstart og 2 minutter nedkjøling, for tunge helikopter er det antatt 3 minutter oppstart og 5 minutter nedkjøling. Oppstart og nedkjøling skjer ved hhv. MHTOX og THTOX. Traséene for middels tunge helikopter er gitt på Figur 7-1 og Figur 7-2. For tunge helikopter er traséene vist på Figur 7-3 og Figur 7-4.



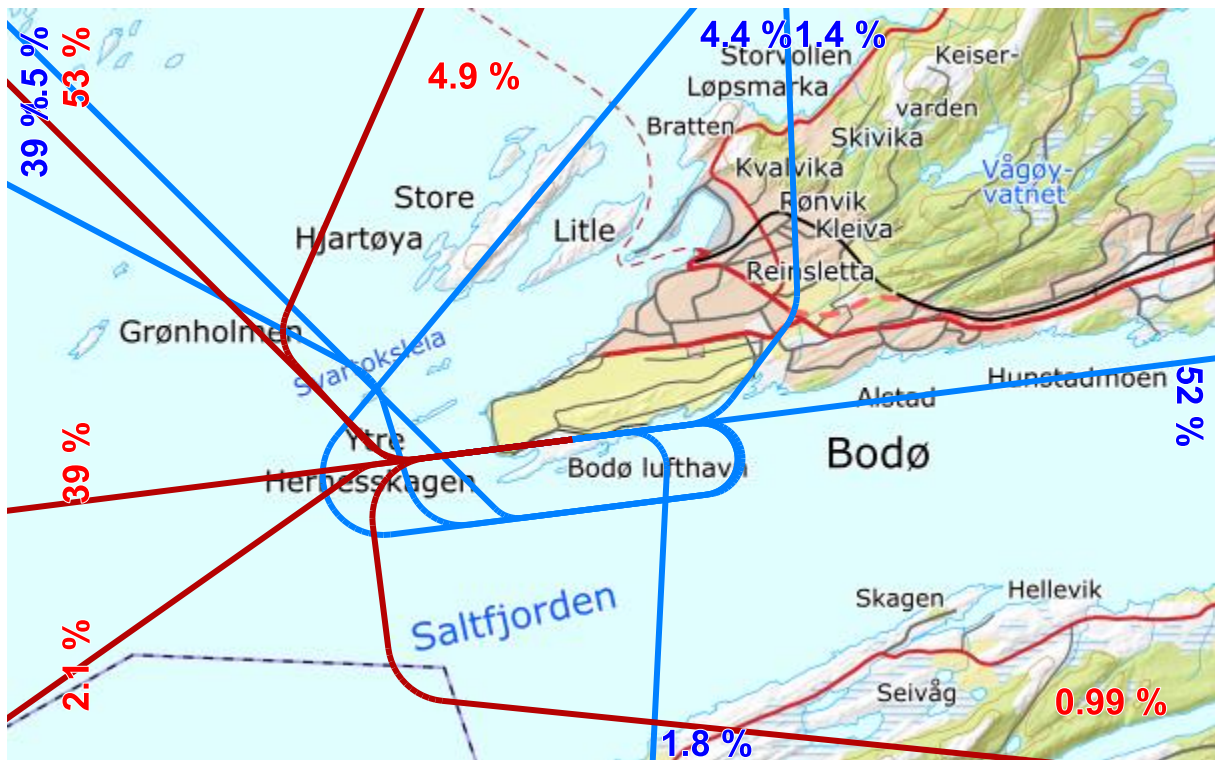
Figur 7-1. Traséer for landing (blå) og avgang (rød) for middels tunge helikopter på rullebane 08 og 08A3. M 1:125 000.



Figur 7-2. Traséer for landing (blå) og avgang (rød) for middels tunge helikopter på rullebane 26 og 26A3. M 1:125 000.



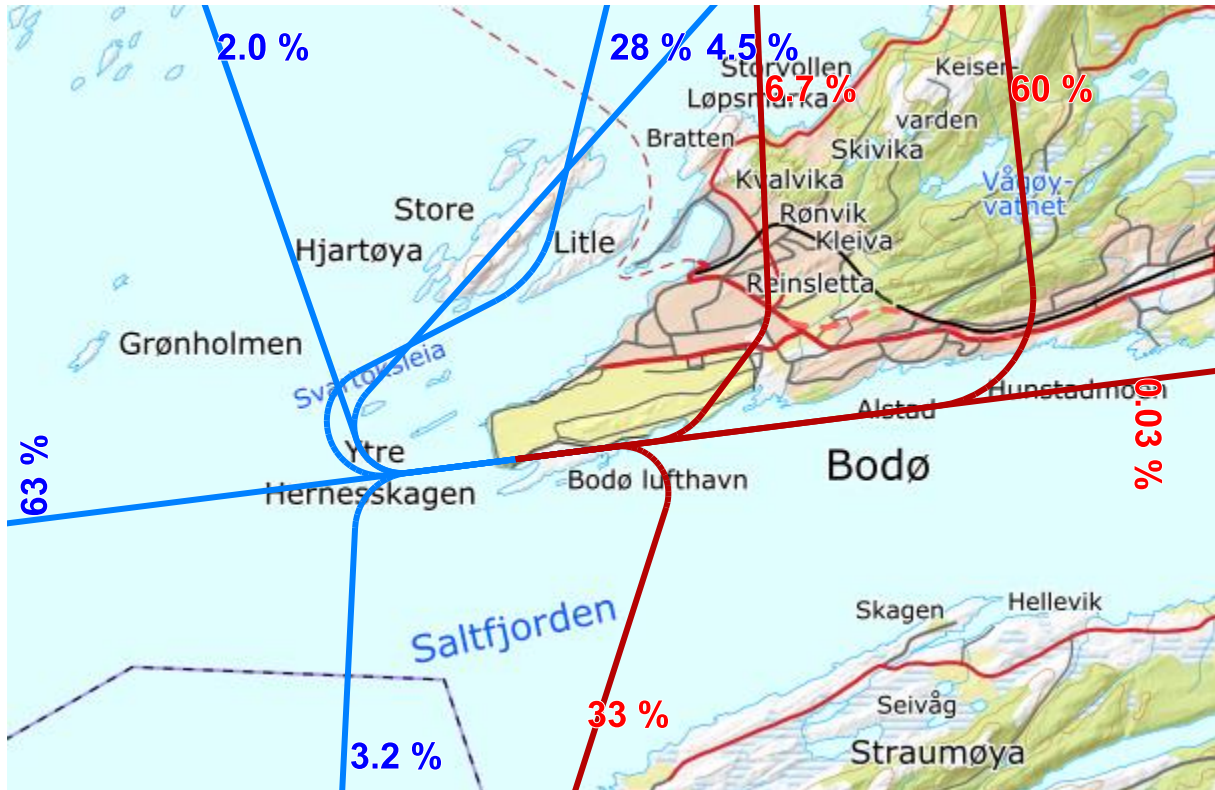
Figur 7-3. Traséer for landing (blå) og avgang (rød) for tunge helikopter på rullebane 08 og 08A5. M 1:125 000.



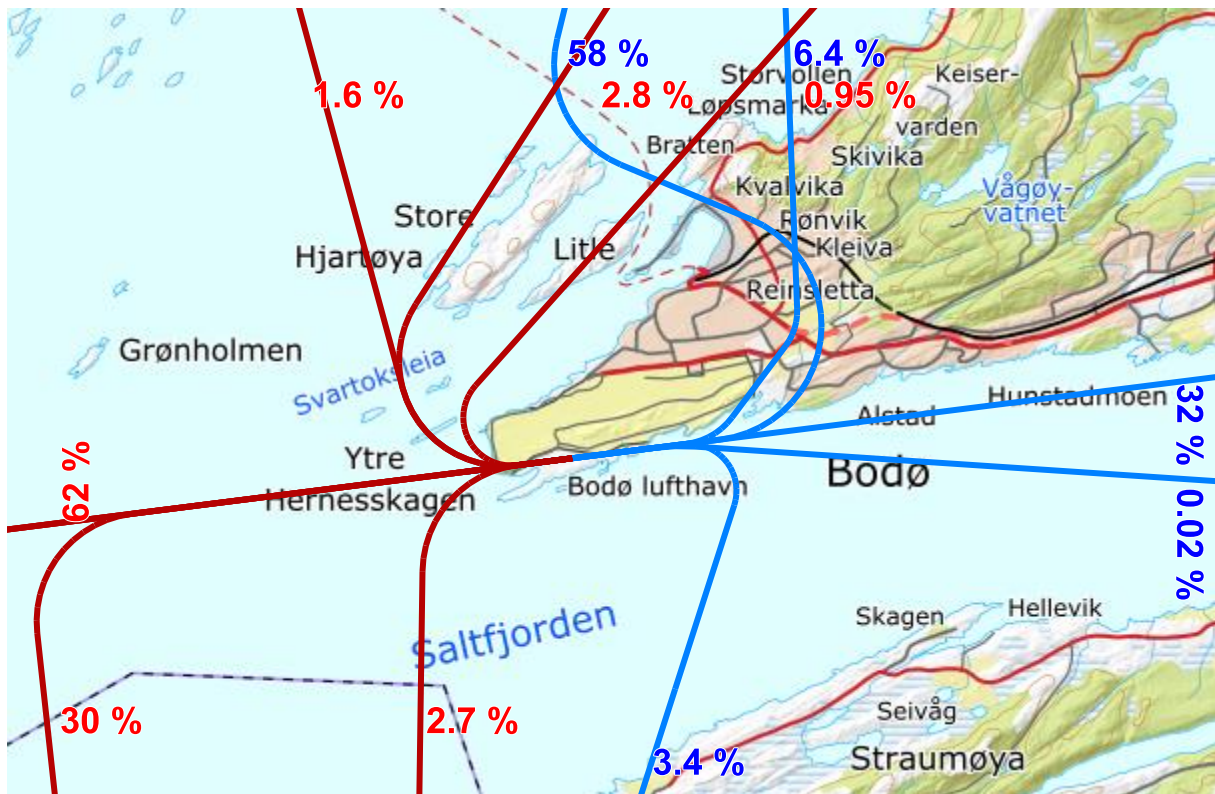
Figur 7-4. Traséer for landing (blå) og avgang (rød) for tunge helikopter på rullebane 26A5. M 1:125 000.

7.1.2 Widerøes rutefly

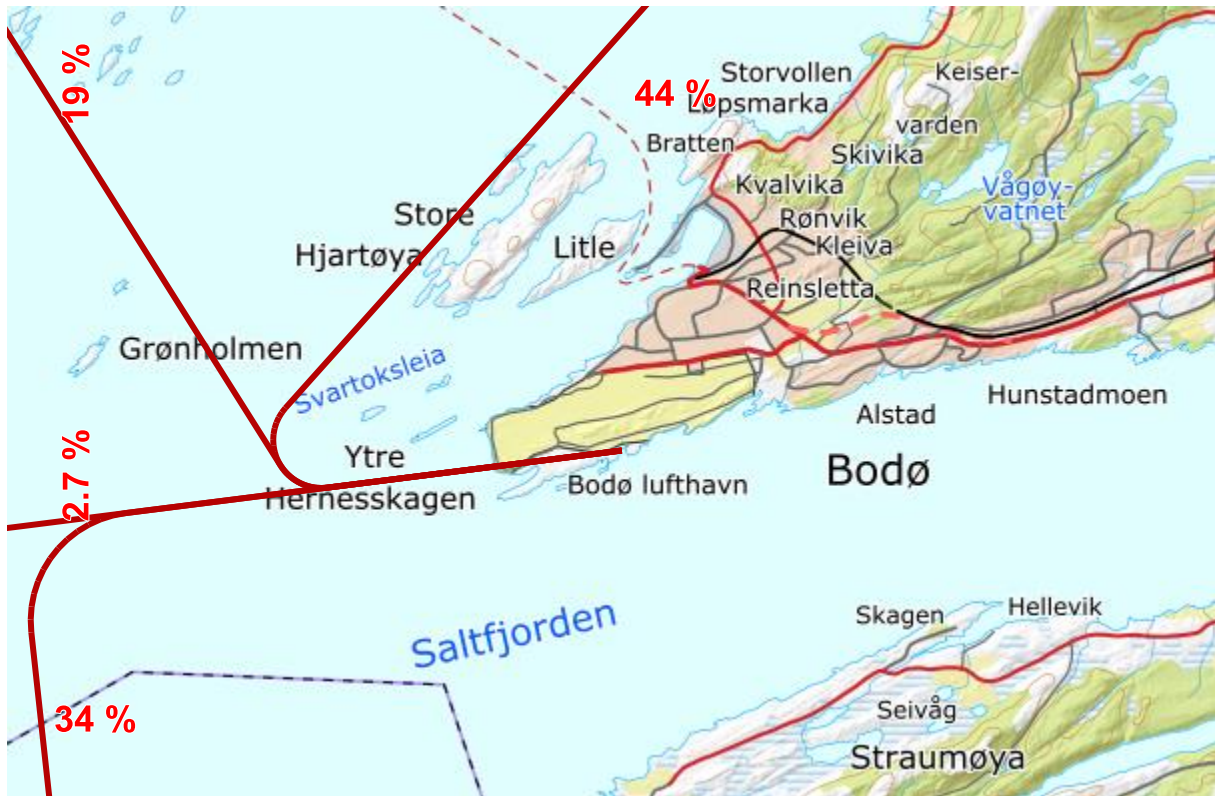
Fordeling mellom avganger østover og vestover er, i likhet med ved forrige beregning, 60/40. Mellom instrumentell og visuell inn- og utflygning er fordelingen satt til 90/10. Avganger fra 26A5 og 26 har en fordeling på 60/40, som ved forrige beregning. Østover benyttes rullebane 08A3.



Figur 7-5. Traséer for landing på bane 08 (blå) og avgang på bane 08A3 (rød) for Widerøefly, M 1:125 000.



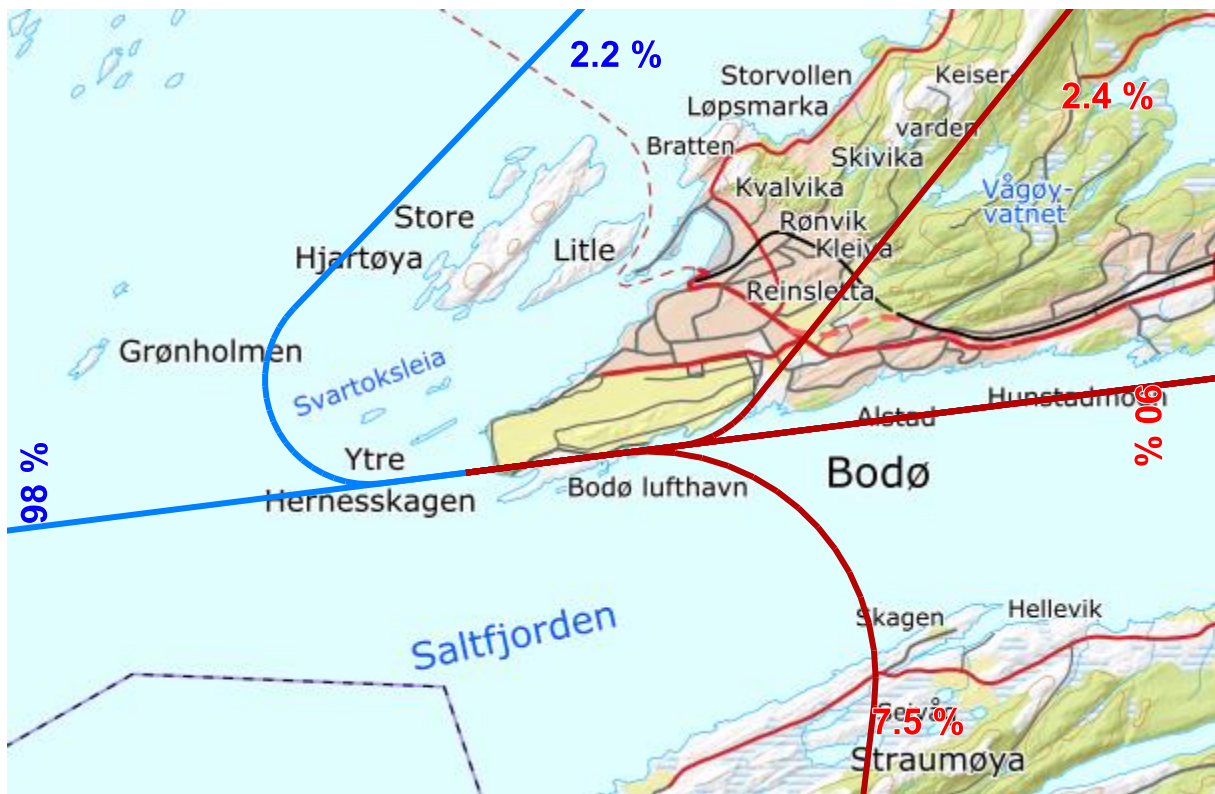
Figur 7-6. Traséer for landing på bane 26 (blå) og avgang på bane 26A5 (rød) for Widerøefly, M 1:125 000.



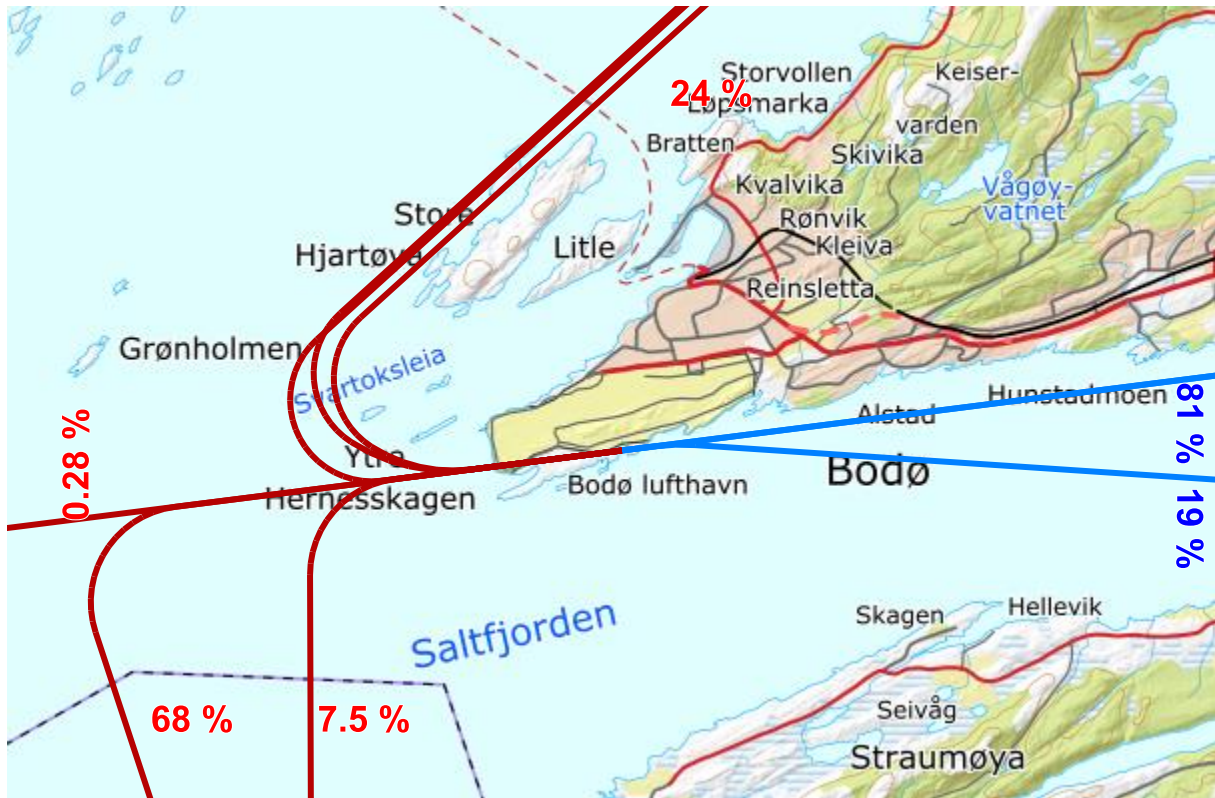
Figur 7-7. Traséer for avgang på bane 26 for Widerøefly, M 1:125 000.

7.1.3 SAS og Norwegians rutefly

Fordeling mellom avganger østover og vestover er 60/40. Det lagt inn en fordeling på visuell og instrumentell inn- og utflyging på 90/10.



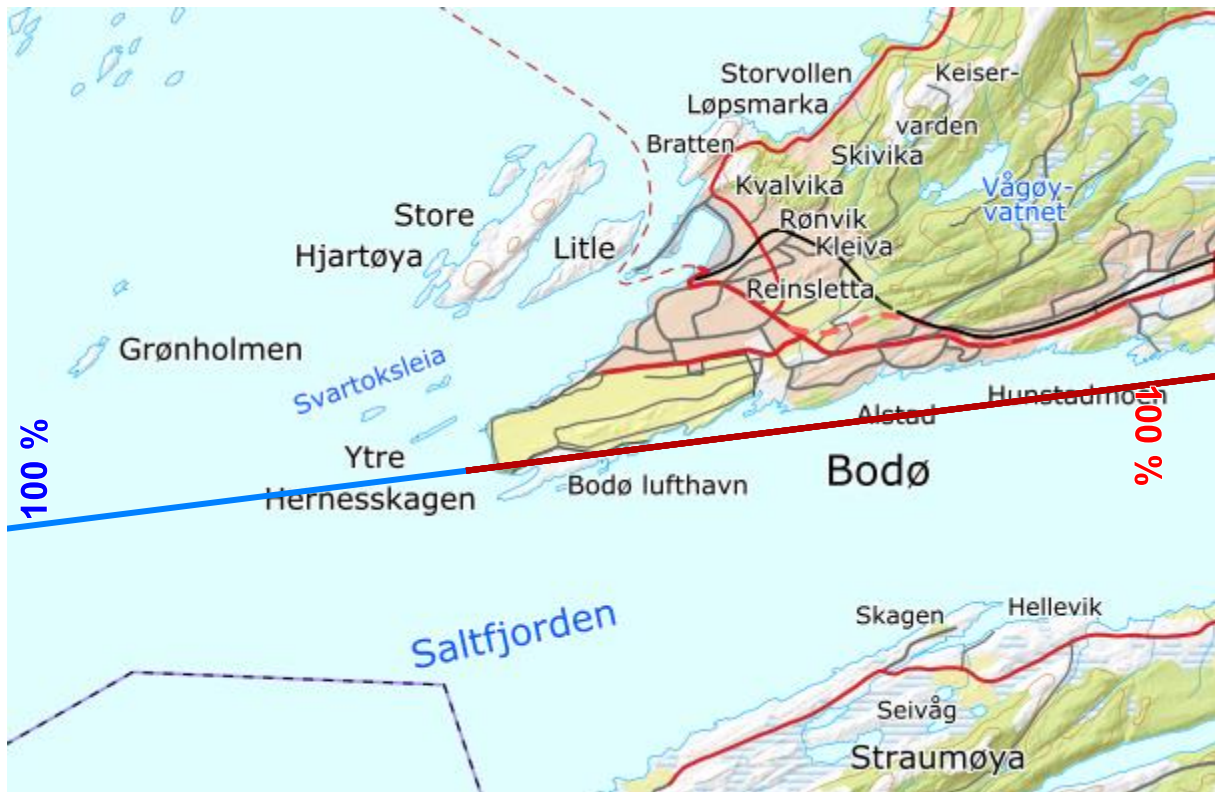
Figur 7-8. Traséer for landing på bane 08 (blå) og avgang på bane 08 (rød) for SAS og Norwegian. M:125 000.



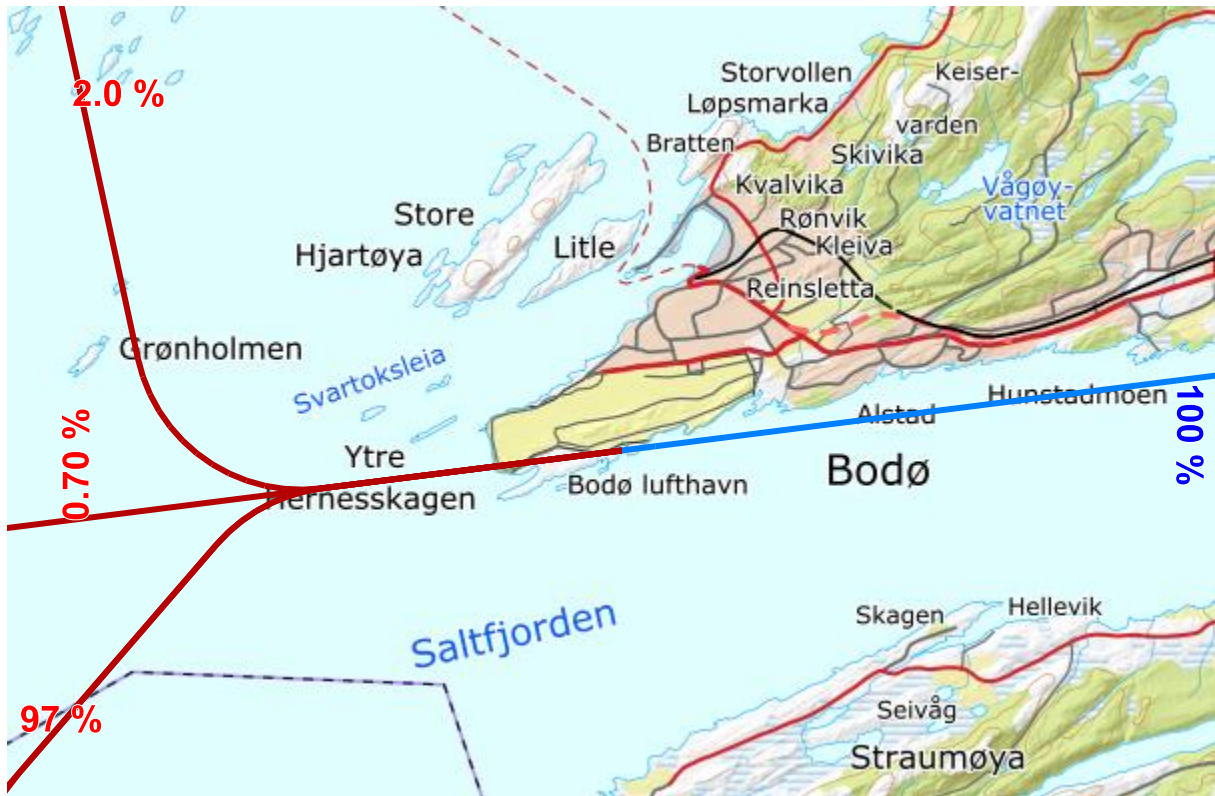
Figur 7-9. Traséer for landing på bane 26 (blå) og avgang på bane 26 (rød) for SAS og Norwegian. M:125 000.

7.1.4 Større jetfly og fraktfly

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.



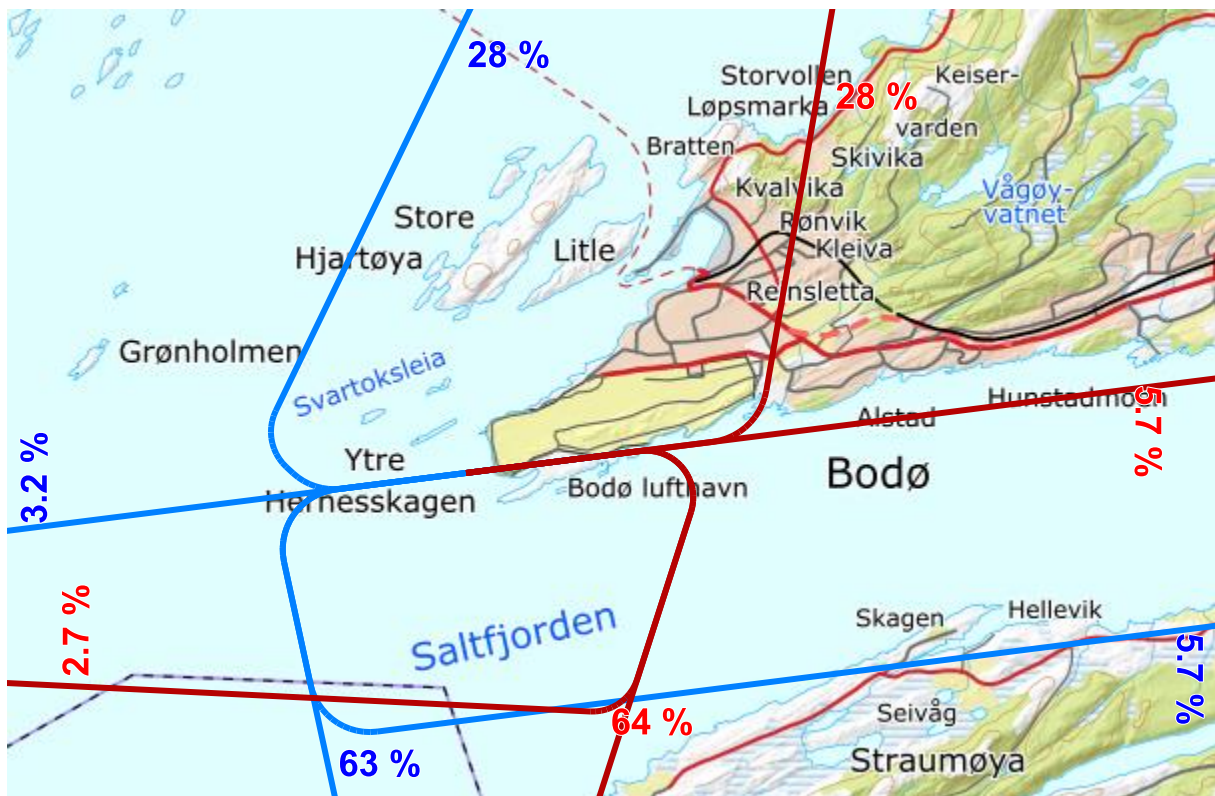
Figur 7-10. Traséer for landing på bane 08 (blå) og avgang på bane 08 (rød) for større jetfly, M:125 000.



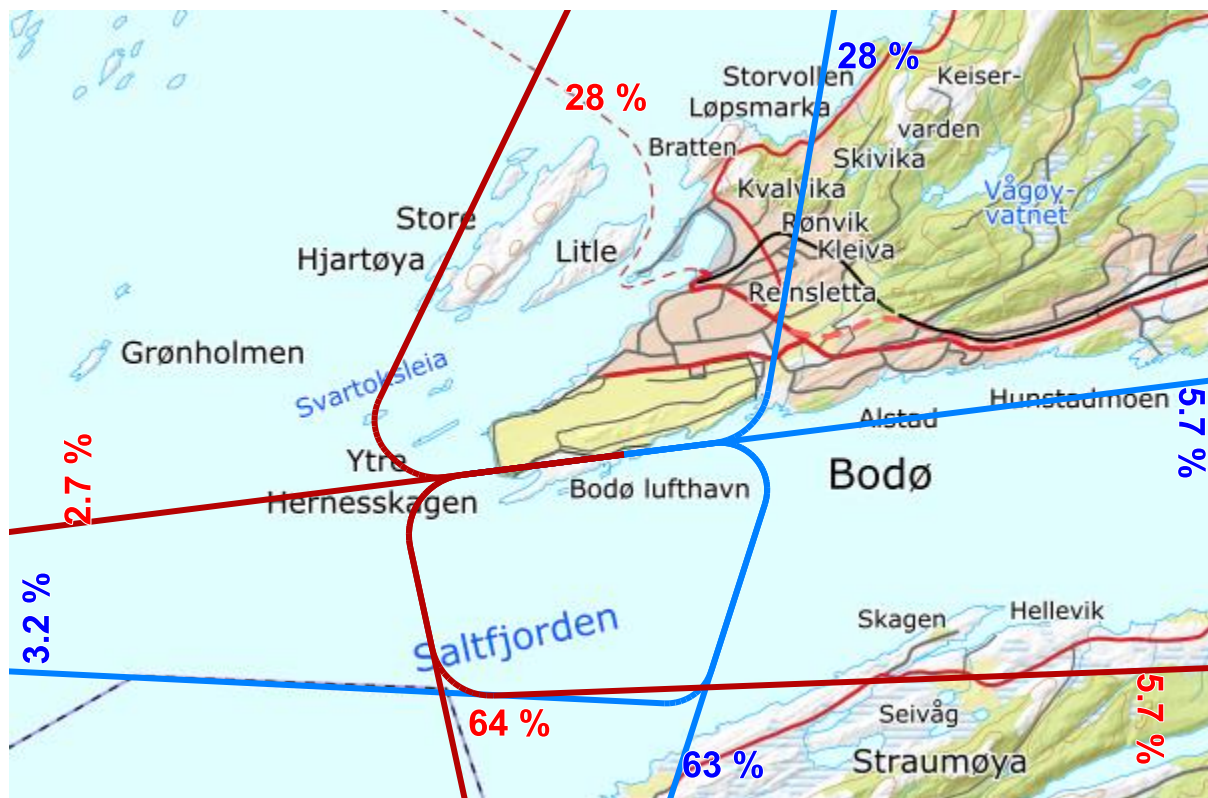
Figur 7-11. Traséer for landing på bane 26 (blå) og avgang på bane 26 (rød) for større jettfly, M:125 000.

7.1.5 Småfly

Fordelingen mellom avganger østover og vestover er 60/40. Det er antatt kun visuell flygning.



Figur 7-12. Traséer for landing på bane 08 (blå) og avgang på bane 08 (rød) for småfly, M:125 000.



Figur 7-13. Traséer for landing på bane 26 (blå) og avgang på bane 26 (rød) for småfly, M:125 000.

7.1.6 Motorkjøring

I likhet med ved forrige beregning er det lagt inn én time motorkjøring daglig med Widerøes maskiner ved "rullebanen" MJK. Denne er antatt plassert nord for taksebane/påkjøring A3. For mer detaljert beskrivelse, se Kapittel 5.

7.1.7 Landingsrunder

Alle landingsrundene er lagt sør for rullebanen. Det er brukt en fordeling på 60/40 mellom rullebane 08 og 26.



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



Figur 7-15. Landingsrunder for rutefly, charter og større jetfly. M 1:125 000.

8 Beregningsparametere

8.1 Beregningsenheter

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

8.2 Beregning i enkeltpunkt

Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert per 2020-01-13.

8.3 NORTIM beregningskontroll

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

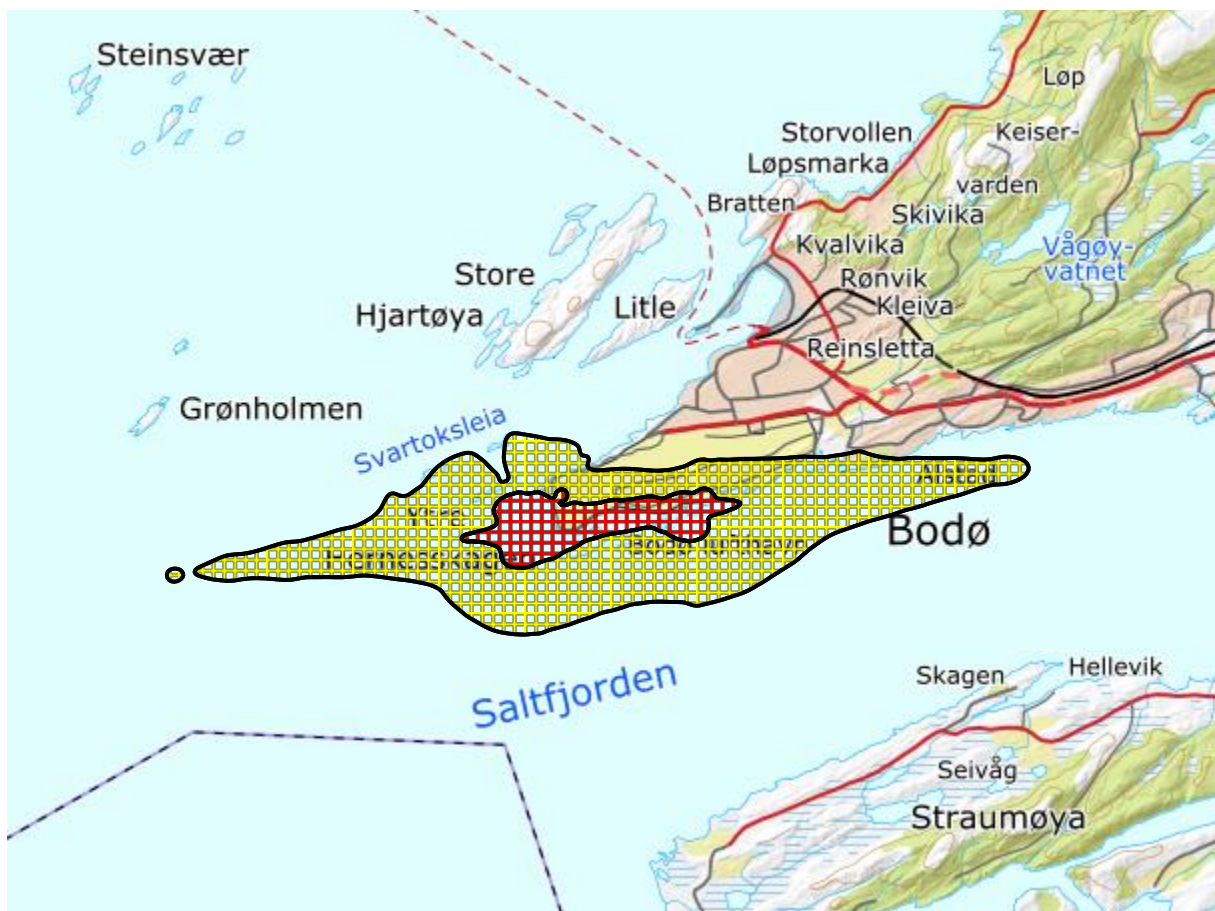
9 Resultater relatert til retningslinje T-1442/2016

9.1 Støysonekart for 2045-situasjon

Støysonekart for prognosesituasjon i 2045 er vist på Figur 9-1. 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 viser støysoneenes areal for 2045.

Tabell 9-1. Totalt areal i støysoner for prognosesituasjon i 2045.

Støysone	Areal 2045
Rød	3,0 km ²
Gul	18,4 km ²

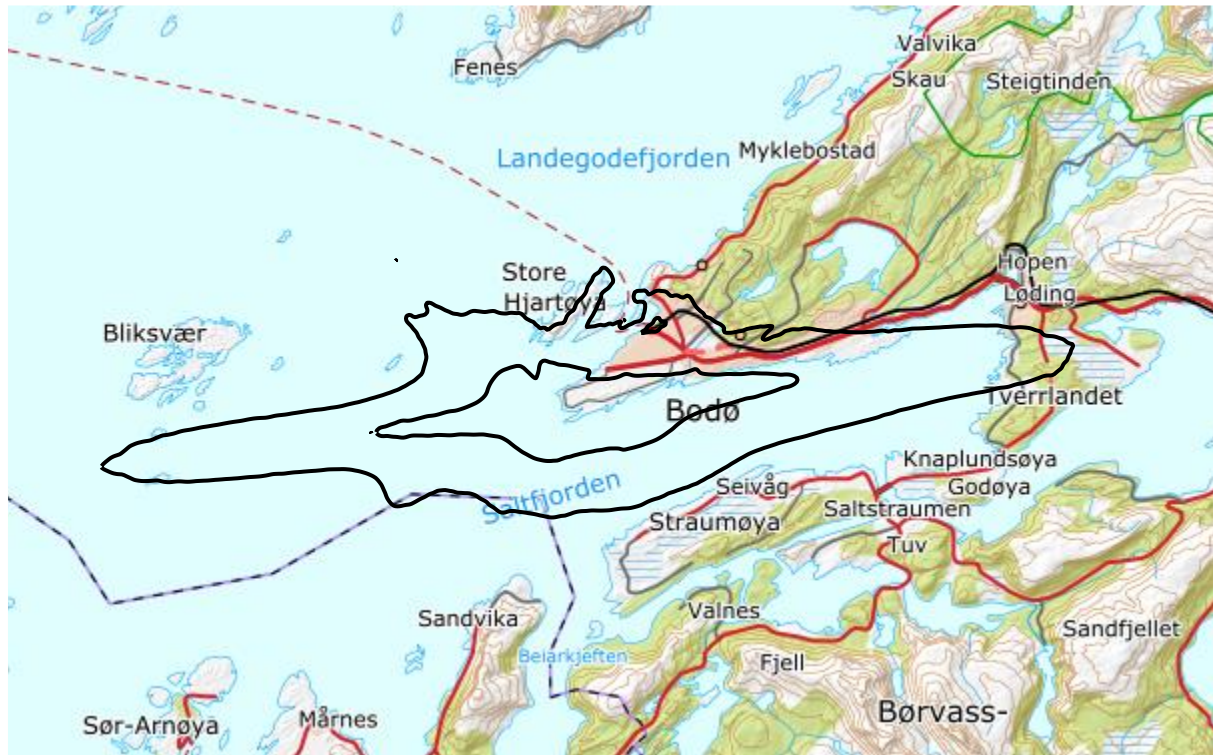


Figur 9-1. Støysoner L_{den} for prognosesituasjon i 2045. M 1:125 000.

I alt 40 boliger ligger innenfor gul støysone $L_{den} > 52$ dB. Ingen støyømfintlig bebyggelse ligger innenfor rød støysone.

9.2 Kartlegging av stille områder

Som grunnlag for å kunne definere stille soner har SINTEF utarbeidet kart som viser grensene for L_{den} 40 og 50 dBA. Dette er vist på Figur 9-2.



Figur 9-2. L_{den} 40 og 50 dBA for prognosesituasjonen (2045). M 1:300 000.

10 Resultater relatert til forurensningsloven

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

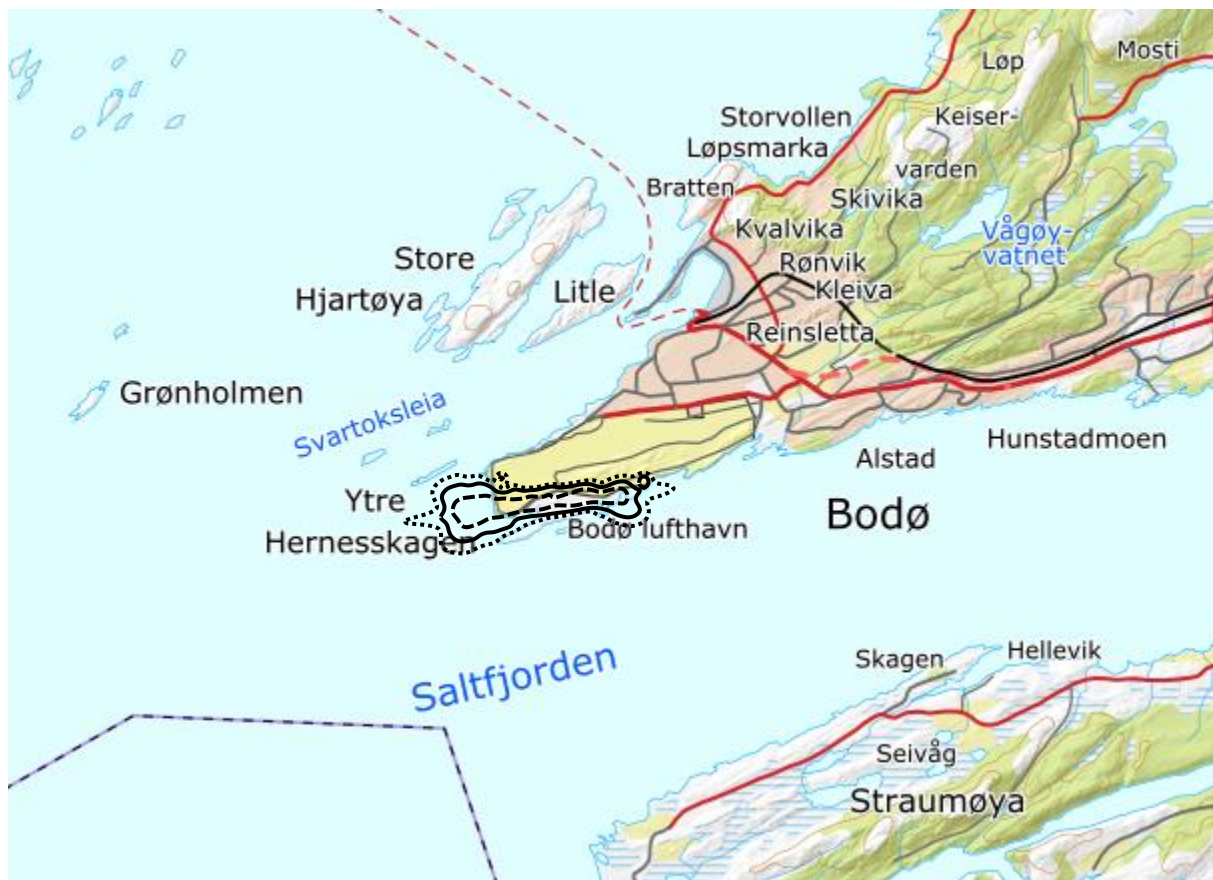
10.1 Kartlegging av innendørs støynivå

Kartlegging av innendørs støynivå gjøres iht. Forurensningsforskriften [17], Del 2, kapittel 5, avsnitt II. Det legges til grunn at jettfly er støymessig dominerende ved ny lufthavn Bodø. I henhold til Tabell 4-1, er da kartleggingsgrensen for ny Lufthavn Bodø for utendørs frittfeltnivå $L_{Aeq,24h}$ lik 62 dBA. Med en fasadeisolasjon på 27 dBA fås innendørs nivå lik 35 dBA som beskrives i forurensningsforskriften. I tilfeller hvor det er andre støykilder som bidrar like mye som flytrafikken (som f.eks. en veg), skal kartleggingsgrensen flyttes 3 dB lenger ut, dvs. til 59 dBA i dette tilfellet. Tentativ tiltaksgrense på innendørsnivå 42 dBA gir et tilsvarende frittfeltnivå på 69 dBA utendørs.

Tabell 10-1 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med døgnmidlet ekvivalentnivå over de ulike grensene. Det ligger altså ingen støyømfintlige bygninger med $L_{Aeq,24h}$ over 59 dBA. Det høyeste registrerte $L_{Aeq,24h}$ -nivået for støyømfintlige bygninger nær flyplassen er 49,4 dBA. For prognosesituasjonen i 2045 er de ulike grensene vist på Figur 10-1.

Tabell 10-1. Antall bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner og fritidsboliger innenfor kartleggingsnivå for 2045.

$L_{Aeq,24h}$	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
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



Figur 10-1. Tentativ tiltaksgrense (stiplet), kartleggingsgrense (tykk heltrukket), og kartleggingsgrense med andre like sterke støykilder (prikket) for prognosesituasjon i 2045. $L_{Aeq,24h}$ 69, 62 og 59 dBA. M 1:125 000.

10.2 Kartlegging av utendørs støynivå

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

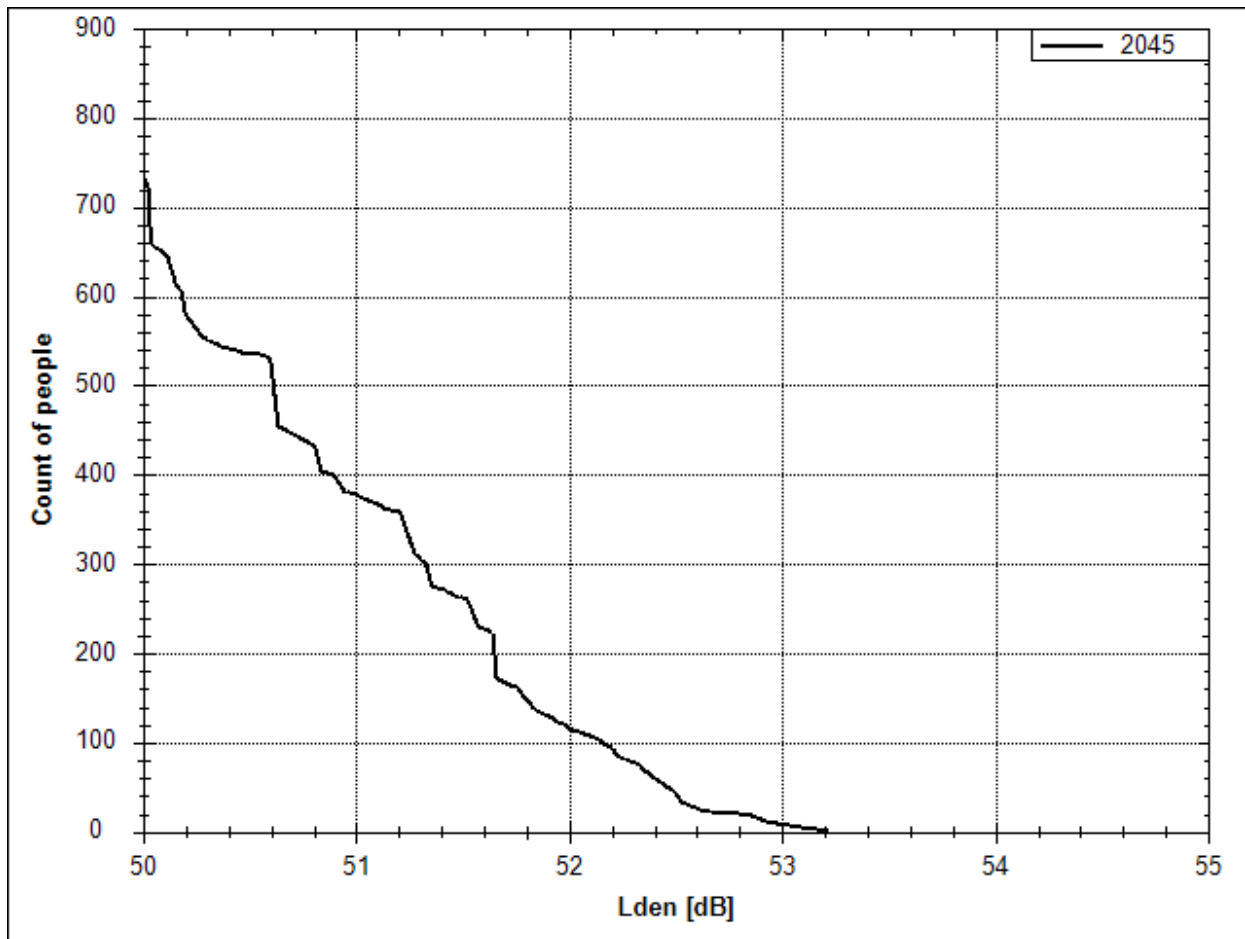
Tabell 10-2 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med L_{den} over 50 dBA.

Figur 10-2 viser kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for støy over 50 dBA. Denne figuren viser altså totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt støynivå eller mer.

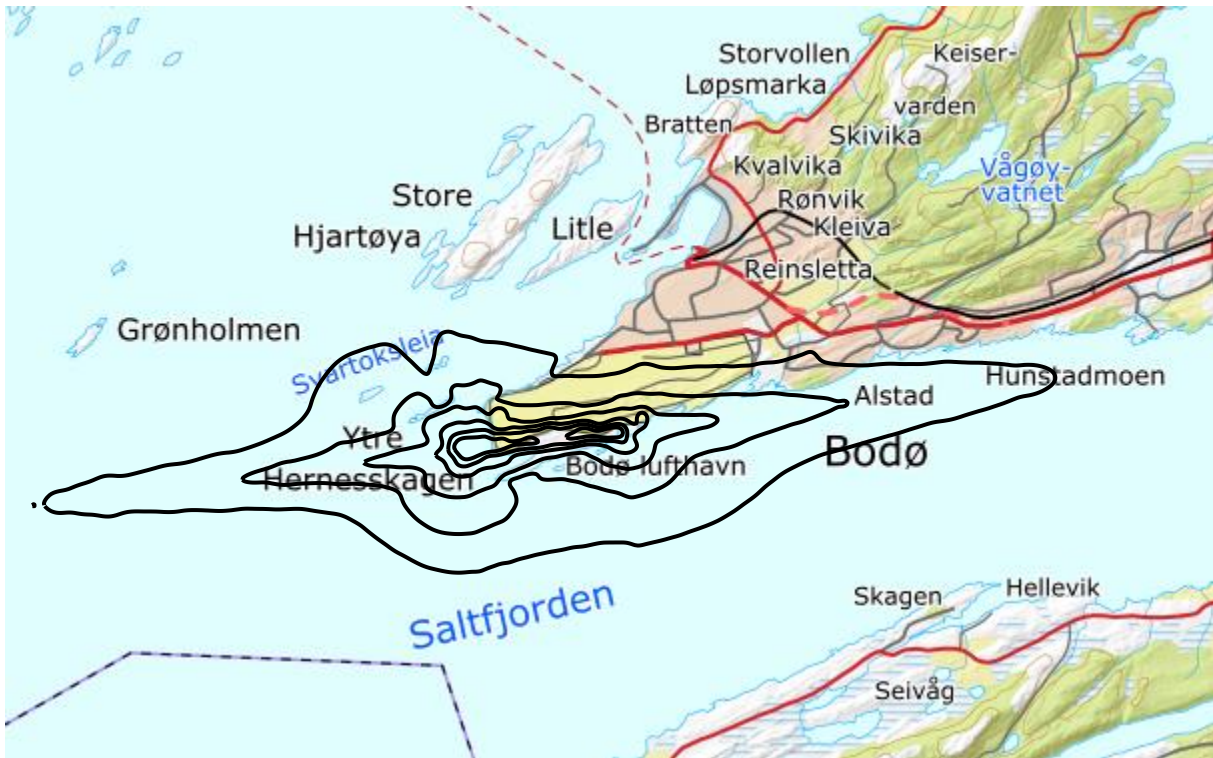
Figur 10-3 viser konturer for L_{den} 50, 55, 60, 65, 70 og 75 dBA.

Tabell 10-2. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{den} -nivå for prognosesituasjon (2045).

L_{den}	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
50,0 – 55,0	733	133	5	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 10-2. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{den} -nivå.



Figur 10-3. L_{den} for prognosesituasjon i 2045 i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:125 000.

Figur 10-2 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med L_{night} over 50 dBA.

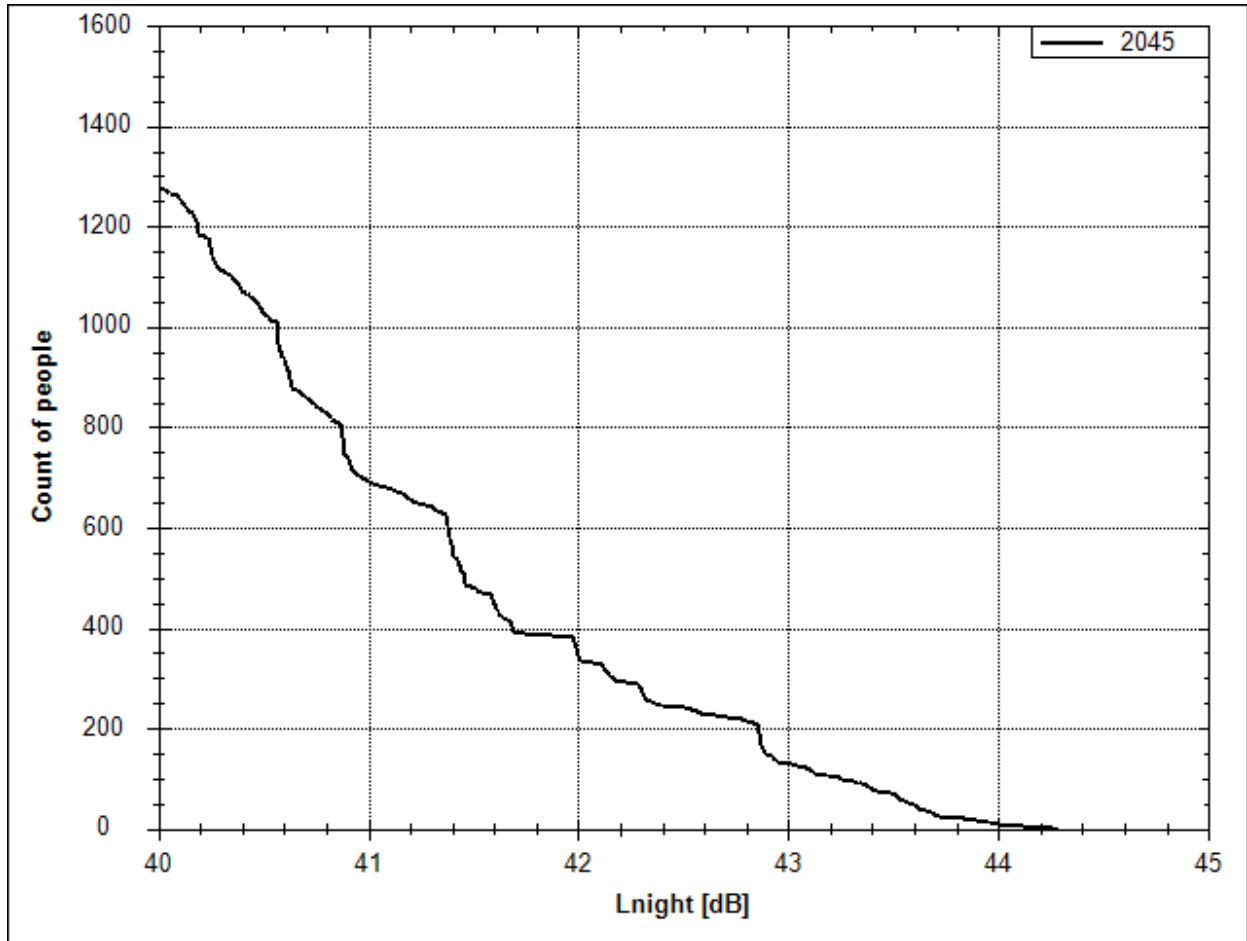
Tabell 10-3. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av L_{night} -nivå for prognosesituasjon (2045).

L_{night}	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
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 ligger altså ingen støyømfintlige bygninger med L_{night} over 50 dBA. Det høyeste registrerte L_{night} -nivået for støyømfintlige bygninger er 44,3 dBA.

Figur 10-4 viser den kumulative fordelinger av antall bosatte personer utsatt for L_{night} over 50 dBA. Denne kurven viser altså totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt støynivå eller mer på natt.

Figur 10-5 viser konturer for L_{night} 50, 55, 60, 65 og 70 dBA for det samme scenarioet.



Figur 10-4. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av L_{night} -nivå.



Figur 10-5. L_{night} for prognosesituasjon (2045) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:125 000.

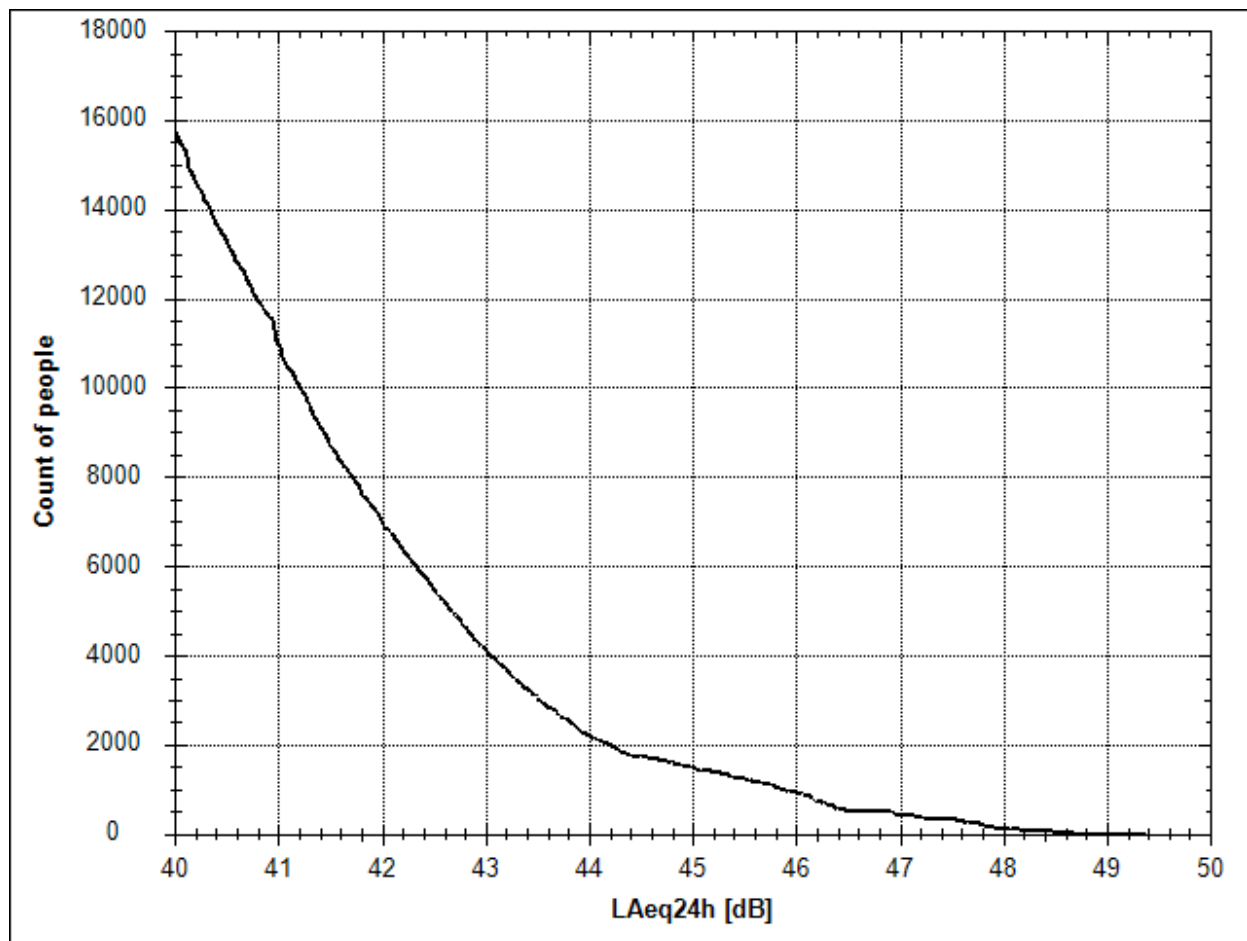
Tabell 10-4 viser antall bosatte, boliger, skoler, helsebygninger og fritidsboliger med $L_{Aeq,24h}$ over 50 dBA. Det høyeste registrerte $L_{Aeq,24h}$ -nivået for støyømfintlige bygninger nær flyplassen er 49,4 dBA og det ligger dermed ingen støyømfintlige bygninger med $L_{Aeq,24h}$ over 50 dBA.

Figur 10-6 viser kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy over 50 dBA. Denne kurven viser altså totalt antall bosatte personer som utsettes for et gitt døgnmidlet støynivå eller mer.

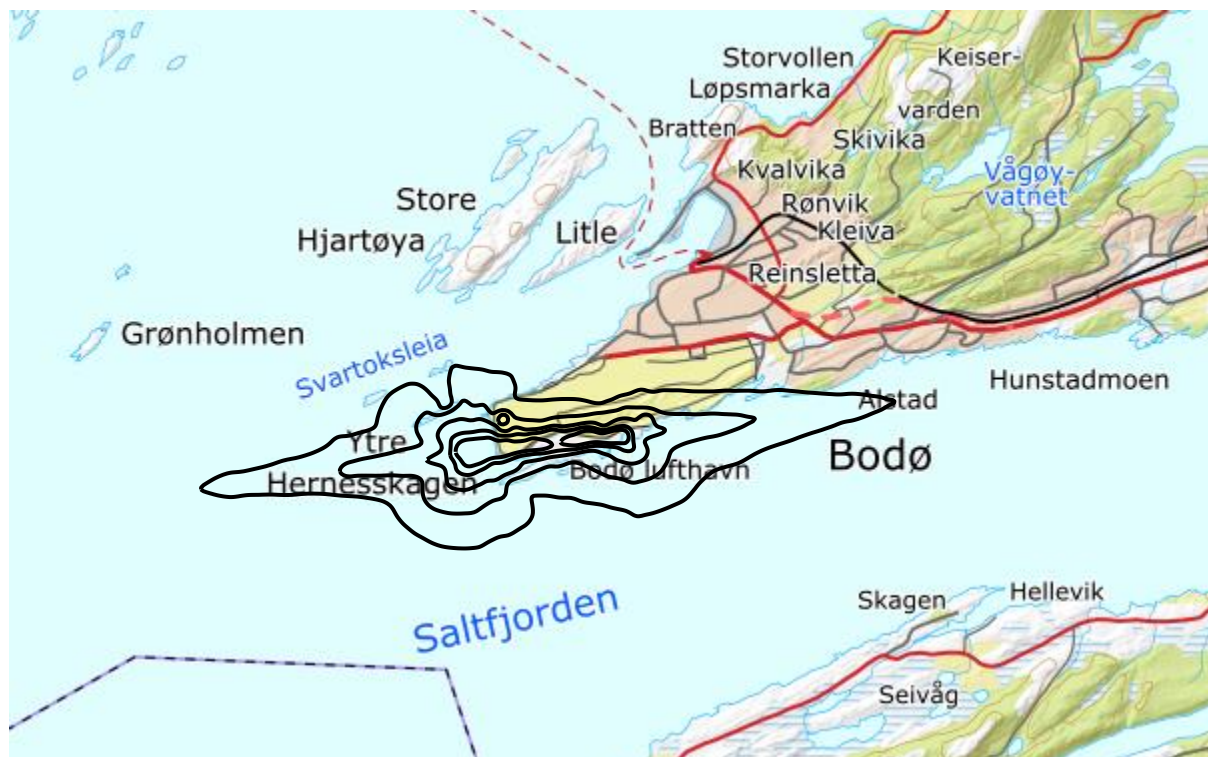
Figur 10-7 viser konturer for $L_{Aeq,24h}$ 50, 55, 60, 65 og 70 dBA.

Tabell 10-4. Antall bosatte personer og bygninger som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå for prognosesituasjon (2045).

$L_{Aeq,24h}$	NoOf People	NoOf Residences	NoOf School Buildings	NoOf Health Institutions	NoOf Leisure Homes
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



Figur 10-6. Kumulativ fordeling av antall bosatte personer utsatt for støy som funksjon av $L_{Aeq,24h}$ -nivå.



Figur 10-7. $L_{Aeq,24h}$ for prognosesituasjon (2045) i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:125 000.

11 Litteratur

1. Griefahn, B. *MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE*. in *Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem*. juli 1993. Nice, Frankrike.
2. Miedama, H.M.E. and C.G. Oudshorn, *Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals*. Environmental health perspectives, 2001. **109**(4): p. 409-416.
3. Gjestland, T., et al., *RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU*. november 1990, ELAB-RUNIT Report STF40 A90189: Trondheim, .
4. Gjestland, T., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS*. august 1994, SINTEF DELAB Report STF40 A94095: Trondheim, .
5. Gelderblom, F., T. Gjestland, and I.L.N. Granøien, *UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER*. 2016: Trondheim.
6. Klima- og Miljødepartementet, *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*. desember 2016, Retningslinje T-1442/2016: Oslo.
7. *DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise*, EC, Editor. 2002.
8. Olsen, H., K.H. Liasjø, and I.L.N. Granøien, *TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM*. april 1995, SINTEF DELAB Report STF40 A95038: Trondheim, .
9. Randeberg, R.T., H. Olsen, and I.L.N. Granøien, *NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION*. juni 2007, Report SINTEF A1683: Trondheim, .
10. Granøien, I.L.N., R.T. Randeberg, and H. Olsen, *CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES*. desember 2002, SINTEF Report STF40 A02065: Trondheim, .
11. Plovsing, B. and J. Kragh, *COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL*. desember 2000, Nord2000 DELTA Report: Lyngby, .
12. Storeheier, S.Å., et al., *AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS*. mars 2002, SINTEF Report STF40 A02032: Trondheim, .
13. Koopmann, J., et al., *Aviation Environmental Design Tool (AEDT) 2b User Guide*. 2015, U.S. Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center: Washington DC, USA.
14. Lundberg, W.R., *BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT*. februar 1990, AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB: Ohio, .
15. OSL, *Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data*. August 2015.
16. AgustaWestland, *AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies*. p. 30.
17. Miljøverndepartementet, *FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)*. juni 2004, Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5): Oslo, .
18. Brekke, A., *NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II*. juni 1998, Norges byggforskning sinstitutt rapport 7939, revidert utgave: Oslo, .
19. Brekke, A., *ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER*. oktober 2013, Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, .
20. Osmundsen, E., *MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA*. 2011, Miljøakustikk AS.

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

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 benevnelser for flytyper i elektroniske journal som er forskjellig fra typebetegnelse i databasen til NORTIM. Det er nødvendig å oversette disse benevnelser til flytypebenevnelser 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-benevnelser til benevnelse i database.

ACtype	New ACtyp	ACtype	New ACtyp	ACtype	New ACtyp
A109	A109K2	BE36	GASEPV	DA62	BEC58P
A139	SA330	BE9L	CNA441	DC10	DC1010
A169	MHEL	C130	C130HP	DH8A	DHC8
A20N	A320	C150	CNA172	DH8B	DHC8
A310	A310	C160	HS748A	DH8C	DHC830
A319	A319	C17	C17	DH8D	DHC830
A320	A320	C172	CNA172	DHC6	DHC6
A321	A320-211	C182	CNA182	DHC8	DHC8
A332	A330-301	C206	CNA206	DR10	GASEPF
A400	C130HP	C208	CNA208	DR40	GASEPF
AC90	CNA441	C210	CNA206	E135	CL600
AS50	SA350	C25B	CNA500	E145	EMB145
AS65	MHEL	C25C	CIT3	E290	EMB190
AT42	HS748A	C295	HS748A	E3CF	DC870
AT72	HS748A	C30J	C130HP	E55P	CNA500
ATP	HS748A	C340	BEC58P	EC35	EC135
B105	LHEL	C525	CNA500	EC45	MHEL
B212	B212	C550	MU3001	EH10	THEL
B350	DHC6	C560	CNA560E	F2TH	FAL20
B38M	7378MAX	C56X	CNA560XL	F8L	GASEPF
B412	MHEL	C650	CIT3	F900	FAL20
B429	MHEL	C68A	CIT3	FA20	FAL20
B734	737400	C77R	GASEPF	FA7X	FAL20
B735	737500	CL30	CL600	G2CA	FAL20
B736	737700	CL35	CL600	GLEX	SABR80
B737	737700	CL60	CL600	GLF3	GIIB
B737_A220	BCS3	CN35	HS748A	GLF5	GV
B737_A320	A320	COL4	COMSEP	H25B	LEAR35
NEO		COZY	GASEPF	H60	S70
B738	737800	CRJ2	CL601	J328	CL600
B738_Max	7378MAX	CRJ9	GV	K35R	DC870
B752	757PW	DA40	GASEPV	KODI	COMSEP
BE20	DHC6	DA42	BEC58P	LJ31	LEAR35
BE30	DHC6				

A Ctype	New A Ctyp
LJ35	LEAR35
LJ45	LEAR35
LJ60	LEAR35
M20T	GASEPV
MCR1	COMSEP
MF17	GASEPF
MICO	COMSEP
NH90	NH90
NORS	COMSEP
P28A	PA28
P28R	GASEPV
P3	L188
P8	737800

A Ctype	New A Ctyp
PA11	GASEPF
PA24	GASEPV
PA31	PA31
PA32	GASEPV
PA34	BEC58P
PAY3	CNA441
PC12	GASEPV
PC6T	COMSEP
PIAE	COMSEP
R200	GASEPF
R44	R22
RV4	GASEPF
RV6	GASEPF

A Ctype	New A Ctyp
RV8	COMSEP
RV9	GASEPF
S22T	COMSEP
S61	THEL
S92	S92
SB91	GASEPF
SF34	SF340
SIRA	COMSEP
SR22	COMSEP
SW3	DHC6
TBM7	GASEPV
ULAC	GASEPF

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.

NewA Ctyp	Accat
737400	737
737500	737
737700	737
737800	737
7378MAX	737
757PW	A320
A109K2	MH
A310	A320
A319	737
A320	A320
A320-211	A320
A330-301	A320
B212	MH
BCS3	737
BEC58P	GA
C130HP	A320
C17	A320
CIT3	737
CL600	737
CL601	737

NewA Ctyp	Accat
CNA172	GA
CNA182	GA
CNA206	GA
CNA208	GA
CNA441	GA
CNA500	737
CNA560E	737
CNA560XL	737
COMSEP	GA
DC1010	A320
DC870	A320
DHC6	WF
DHC8	WF
DHC830	WF
EC135	MH
EMB145	737
EMB190	737
FAL20	A320
GASEPF	GA
GASEPV	GA

NewA Ctyp	Accat
GIIB	737
GV	737
HS748A	A320
L188	A320
LEAR35	737
LHEL	MH
MHEL	MH
MU3001	737
NH90	TH
PA28	GA
PA31	GA
R22	MH
S70	TH
S92	TH
SA330	TH
SA350	MH
SABR80	737
SF340	WF
THEL	TH

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.

New DepDest	DepDest Group	Stage Length
BIAR	VES1	2
BIKF	VES1	2
BIRK	VES1	2
EBBL	SYD1	3
EBLG	SYD1	3
EDDC	SYD1	2
EDDH	SYD1	2
EDDK	SYD1	3
EDDL	SYD1	2
EDDM	SYD1	3
EDDN	SYD1	3
EDDP	SYD1	2
EDDW	SYD1	2
EDFH	SYD1	3
EDHL	SYD1	2
EDQG	SYD1	3
EDTY	SYD1	3
EDVE	SYD1	2
EDVK	SYD1	2
EDXW	SYD1	2
EEEI	SYD1	2
EETN	SYD1	2
EFHF	SYD1	2
EFHK	SYD1	2
EFIK	SYD1	1
EFJO	SYD1	1
EFJY	SYD1	1
EFKE	OST1	1
EFKU	SYD1	1
EFOU	OST1	1
EFRO	OST1	1
EFTP	SYD1	1
EFTU	SYD1	1
EFVA	SYD1	1
EGGW	SYD1	3
EGKB	SYD1	3
EGKK	SYD1	3
EGLF	SYD1	3
EGPB	SYD1	2
EGPC	SYD1	2
EGPK	SYD1	2

New DepDest	DepDest Group	Stage Length
EGQS	SYD1	2
EGSS	SYD1	3
EGUN	SYD1	2
EGVN	SYD1	3
EGAA	SYD1	2
EHAM	SYD1	2
EHBK	SYD1	3
EHRD	SYD1	2
EINN	SYD1	3
EKBI	SYD1	2
EKCH	SYD1	2
EKEB	SYD1	2
EKKA	SYD1	2
EKSB	SYD1	2
EKYT	SYD1	2
ENAL	SYD1	1
ENAN	SKA1	1
ENAT	NOR1	1
ENBN	SYD1	1
ENBO	ENBO	1
ENBR	SYD1	1
ENCN	SYD1	2
ENDU	NOR1	1
ENEN	NOR1	1
ENEV	NOR1	1
ENFL	SYD1	1
ENGM	SYD1	1
ENHD	SYD1	2
ENHF	NOR1	1
ENHK	NOR1	1
ENHT	SYD1	1
ENHV	NOR1	1
ENJA	VES1	2
ENKB	SYD1	1
ENKJ	SYD1	1
ENKR	NOR1	1
ENLK	LEK1	1
ENMH	NOR1	1
ENML	SYD1	1
ENMS	SYD1	1
ENNA	NOR1	1

New DepDest	DepDest Group	Stage Length
ENNM	SYD1	1
ENNO	SYD1	1
ENOL	SYD1	1
ENOP	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
ENSO	SYD1	2
ENSS	NOR1	1
ENST	SYD1	1
ENSU	SYD1	1
ENTC	NOR1	1
ENTO	SYD1	1
ENTY	SYD1	1
ENVA	SYD1	1
ENVD	NOR1	1
ENVR	VES1	1
ENZV	SYD1	2
EPGD	SYD1	2
EPKT	SYD1	3
EPWA	SYD1	2
ESCF	SYD1	2
ESDF	SYD1	2
ESGG	SYD1	2
ESIB	SYD1	2
ESKN	SYD1	2
ESMT	SYD1	2
ESMX	SYD1	2
ESNL	SYD1	1
ESNM	SYD1	1
ESNP	SYD1	1
ESNQ	OST1	1
ESNS	OST1	1

New DepDest	DepDest Group	Stage Length
ESNU	SYD1	1
ESNX	SYD1	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
ESSV	SYD1	2
ESTA	SYD1	2
ESUD	SYD1	1
ESUT	SYD1	1
ESVS	SYD1	1
ETAR	SYD1	3
ETNH	SYD1	2
ETNL	SYD1	2
ETNN	SYD1	3
ETNT	SYD1	2
ETNW	SYD1	2
ETSL	SYD1	3
ETSN	SYD1	3
EYSA	SYD1	2
GCLP	SYD1	5
KBAF	VES1	5
KBGR	VES1	5
KHLN	SYD1	6
KLAS	VES1	6
KLAX	VES1	6
KORD	VES1	5
KPHX	VES1	6
KPSM	VES1	5
KWRI	VES1	5
LBWN	SYD1	4
LDZA	SYD1	3
LEAL	SYD1	4
LEIB	SYD1	4
LEPA	SYD1	4
LFBO	SYD1	3
LFJL	SYD1	3
LFLI	SYD1	3
LFMN	SYD1	3
LFOA	SYD1	3
LFOE	SYD1	3
LFOJ	SYD1	3
LFOP	SYD1	3
LFPB	SYD1	3
LFPG	VES1	3

New DepDest	DepDest Group	Stage Length
LFPV	SYD1	3
LFRC	SYD1	3
LFSI	SYD1	3
LFSO	SYD1	3
LFSX	SYD1	3
LFTH	SYD1	3
LGRP	SYD1	4
LGSA	SYD1	4
LHBP	SYD1	3
LIMC	SYD1	3
LIPZ	SYD1	3
LKMT	SYD1	3
LKPR	SYD1	3
LMML	SYD1	4
LOWW	SYD1	3
LPFR	SYD1	4
LSGG	SYD1	3
LTAI	SYD1	4
LTFG	SYD1	4
PAEI	VES1	5
RCSS	OST1	6
ULLI	SYD1	2
UMMS	SYD1	2
UUEE	SYD1	2
UUWW	SYD1	2
UWWW	OST1	3
ZZZZ	<i>ZZZZ</i>	1

