

**SINTEF****SINTEF IKT**

Postadresse: 7465 Trondheim
 Besøksadresse: O S Bragstads plass 2C
 7034 Trondheim
 Telefon: 73 59 30 00
 Telefaks: 73 59 10 39

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Flystøyberegninger for Bergen lufthavn Flesland.
 Støysonegrenser etter T-1277 for eksisterende rullebane og et
 scenario med 2 rullebaner.**

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

OPPDRAGSGIVER(E)

Avinor AS

RAPPORTNR. STF90 A050061	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Are Lien	ANTALL SIDER OG BILAG 61
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-03661-5	PROSJEKTNR. 90E232	
ELEKTRONISK ARKIVKODE STF90 A050061.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Herold Olsen	
ARKIVKODE	DATO 2005-04-29	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Det er beregnet flystøysonegrenser for Bergen lufthavn Flesland i henhold til retningslinje T-1277 fra Miljøverndepartementet. Beregningen er foretatt med programmet NORTIM og basert på trafikksituasjonen sommeren 2004 og en prognose 10 år frem i tid.

Beregningsgrunnlaget er en oppdatering av det grunnlag som ble benyttet i 1999, men med nye trafikk tall og noen endringer i trafikkmønsteret slik Avinor har kunngjort i AIP. Sammenlignet med resultatet fra 1999 er totalt areal i støysone gått ned, og sonene er mer avlange.

Støysonekartet ligger i hovedsak i Bergen kommune, men berører også kommunene Fjell, Sund og Askøy. Disse kommunene skal i henhold til T-1277 inngå i en høringsprosess om grunnlaget for beregningen.

I tillegg til støysonekartet er det også gjort en oppdatert beregning av støynivå ved boliger med referanse til kartlegging etter forurensningsforskriften.

Et scenario for 2025 med ny parallell rullebane er også beregnet og vist støysonegrenser for.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Fly støy	Aircraft Noise
EGENVALGTE	Bergen	Bergen
	Flesland	Flesland

RAPPORT

Flystøyberegninger for Bergen lufthavn Flesland. Støysonegrenser etter T-1277 for eksisterende bane og et scenario med 2 rullebaner.

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

SINTEF IKT

April 2005

**SINTEF****SINTEF IKT**

Postadresse: 7465 Trondheim
 Besøksadresse: O S Bragstads plass 2C
 7034 Trondheim
 Telefon: 73 59 30 00
 Telefaks: 73 59 10 39

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Flystøyberegninger for Bergen lufthavn Flesland.
 Støysonegrenser etter T-1277 for eksisterende rullebane og et
 scenario med 2 rullebaner.**

FORFATTER(E)

Idar Ludvig Nilsen Granøien, Rolf Tore Randeberg

OPPDRAGSGIVER(E)

Avinor AS

RAPPORTNR. STF90 A05051	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Are Lien	ANTALL SIDER OG BILAG 61
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-03661-5	PROSJEKTNR. 90E232	
ELEKTRONISK ARKIVKODE STF90 A050061.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Idar Ludvig Nilsen Granøien	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Herold Olsen
ARKIVKODE	DATO 2005-04-29	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Odd Kr. Ø. Pettersen, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Det er beregnet flystøysonegrenser for Bergen lufthavn Flesland i henhold til retningslinje T-1277 fra Miljøverndepartementet. Beregningen er foretatt med programmet NORTIM og basert på trafikksituasjonen sommeren 2004 og en prognose 10 år frem i tid.

Beregningsgrunnlaget er en oppdatering av det grunnlag som ble benyttet i 1999, men med nye trafikk tall og noen endringer i trafikkmønsteret slik Avinor har kunngjort i AIP. Sammenlignet med resultatet fra 1999 er totalt areal i støysone gått ned, og sonene er mer avlange.

Støysonekartet ligger i hovedsak i Bergen kommune, men berører også kommunene Fjell, Sund og Askøy. Disse kommunene skal i henhold til T-1277 inngå i en høringsprosess om grunnlaget for beregningen.

I tillegg til støysonekartet er det også gjort en oppdatert beregning av støy nivå ved boliger med referanse til kartlegging etter forurensningsforskriften.

Et scenario for 2025 med ny parallell rullebane er også beregnet og vist støysonegrenser for.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Akustikk	Acoustics
GRUPPE 2	Fly støy	Aircraft Noise
EGENVALGTE	Bergen	Bergen
	Flesland	Flesland

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	4
2. GENERELT OM FLYSTØY	5
2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger	5
2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy.....	5
2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy.....	6
2.2 Måleenheter	6
2.3 Flystøysoner	7
2.3.1 Definisjon av flystøysoner	8
2.3.2 Retningslinjer for arealutnyttelse innenfor støysonene.....	8
2.3.3 Generelle merknader til støysonene	9
2.4 Beregningsmetode	9
2.4.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget	10
2.4.2 Beregningsprogrammet NORTIM.....	10
2.5 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven	11
3. OMGIVELSER.....	12
3.1 Digitalt kartgrunnlag	12
3.2 Digital terrengmodell	13
4. FLYTRAFIKK	14
4.1 Trafikk i følge tårnjournal	14
4.2 Annen trafikk.....	14
4.3 Oppsummering av trafikk.....	14
5. FLYTYPER 16	
5.1 Flytyper i bruk.....	16
5.2 Kildedata for fly	18
5.3 Oppsummering av flydata	18
6. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER	20
6.1 Destinasjoner	20
6.2 Flygeprosedyrer.....	20
6.3 Rullebaner	20
6.4 Flytraséer	20
6.5 Flygeprofiler.....	29
6.6 Oppsummering av trafikkmønster	29
7. SKALERING AV TRAFIKK	32
7.1 Trafikkskalering etter flytype og type flyging	32
7.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer.....	32
7.3 Trafikkskalering etter tidspunkt	32
8. BEREGNINGSPARAMETERE.....	32
8.1 Beregningsenheter	32
8.2 Beregning i enkeltpunkter	32
8.3 NORTIM beregningskontroll	32

9. RESULTATER	32
9.1 Dagens situasjon sivil trafikk	33
9.2 Dagens situasjon militær trafikk	37
9.3 Dagens situasjon total trafikk	40
9.4 Prognose 2014	44
9.5 Støysonegrensener etter T-1277	48
9.6 Kartleggingsgrenser i hht forurensingsloven	49
9.7 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA	51
10. PROGNOSE MED 2 RULLEBANER	52
10.1 Fysisk plassering av ny rullebane	52
10.2 Prognosetall for trafikken i 2025	52
10.3 Endret flygemønster med 2 rullebaner	53
10.4 Resultater for 2025	56
11. LITTERATUR	59

1. INNLEDNING

Avinor AS har behov for å oppdatere flystøysonekartet for Bergen lufthavn, Flesland. Det eksisterende kartet er fra 1999 (se [20] i referanselisten i kapittel 10). Siden 1999 har Avinor overtatt ansvaret for utarbeidelsen av støysonekartet fra Forsvarsbygg. I tråd med retningslinje T-1277 skal støysonekartet evalueres hvert fjerde år og reberignes minimum hvert åttende år. Særlig endringene i flyflåten ved utfasing av kapittel 2 fly forventes å gi endringer i støysonene.

Oppdraget er utført for Avinor, med Are Lien som prosjektansvarlig. Lokal kontaktperson ved Bergen lufthavn har vært sjeflygeleder Sveinung Ytreøy. Deler av datagrunnlaget er levert av Oslo Lufthavn AS, på vegne av AVINOR. Kontaktperson ved OSL har vært Kåre H. Liasjø. Ved SINTEF IKT har prosjektet vært behandlet av forsker Rolf Tore Randeberg, med forsker Idar Ludvig Nilsen Granøien som prosjektleder.

Denne rapporten viser datagrunnlaget for beregningen og resultatene. Den inneholder også et kapittel med bakgrunnsmateriale for T-1277, de viktigste premisser i retningslinjen samt omtale av forskriften til forurensningsloven FOR 1089 fra 2002 (grenseverdiforskriften fra 1997 i revidert utgave).

Ut over denne rapporten leverer SINTEF resultatene på SOSI-filer, som gjør mottaker i stand til å importere resultatene i digitale kartbaser. Støysonekartet skal i henhold til retningslinjen tas inn i kommunenes plankart.

2. GENERELT OM FLYSTØY

I dette kapitlet vil flystøyens egenskaper og virkninger, Miljøverndepartementets sonedefinisjoner og retningslinjer for arealdisponeringer, samt beregningsmetode for flystøy, bli kort og summarisk behandlet. For nærmere utdyping vises til referanselisten i Kap. 11.

2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger

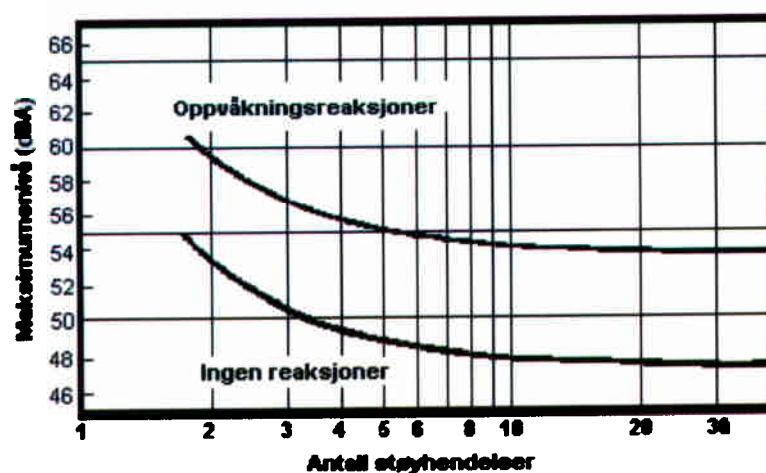
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

Folk som utsettes for flystøy rapporterer flere ulemper. De to viktigste typer er: 1) Forstyrrelse av søvn eller hvile og 2) generell irritasjon eller sjenanse. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader begrenser seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

2.1.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

Det er bred internasjonal enighet om at **vekking** som følge av flystøy kan medføre en risiko for helsevirkninger på lang sikt, se litteraturlisten ref. [1]. Det er **ikke** konsensus på hvorvidt **endring av søvnstadium** (søvnndybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking. (Disse betraktninger kan ikke anvendes for andre typer trafikkstøy hvor støynivået varierer mindre og ikke er totalt fraværende i perioder slik som flystøy kan være.)

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. søvnstadiendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

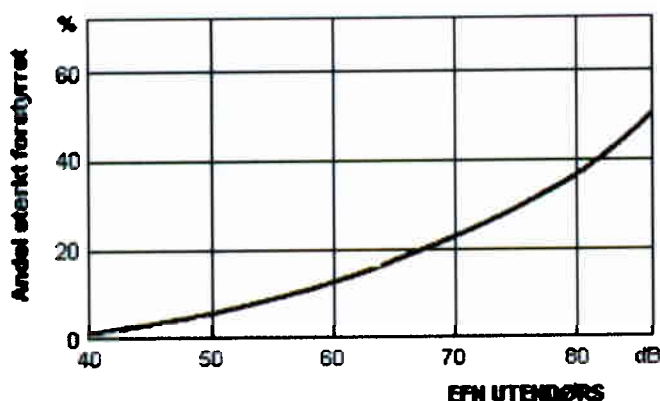
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse 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 radio, fjernsyn og musikk (se ref. [2] – [6] for en grundigere beskrivelse). Det er mulig å kartlegge disse faktorene enkeltvis og samlet gjennom spørreundersøkelser i støyutsatte områder.

Det er gjort en rekke undersøkelser hvor flystøy er relatert til ekvivalent støynivå, “gjennomsnittsnivået”. Figur 2-2 fra ref. [3] viser en gjennomsnittlig middelkurve for de som ble ansett som de mest pålitelige av disse undersøkelsene. Antallet som føler seg “sterkt forstyrret” av flystøy er relatert til den norske måleenhet ekvivalent flystøynivå (EFN).

En stor undersøkelse fra Fornebu bekrefter i store trekk både kurveform og rapportert sjenanse for flystøy ved de normalt forekommende belastningsnivåer i boligområder innenfor flystøysonene [4]. Tilsvarende funn er gjort ved Værnes og i Bodø [5].



Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall sterkt forstyrret av flystøy som funksjon av ekvivalent flystøynivå utendørs [3].

2.2 Måleenheter

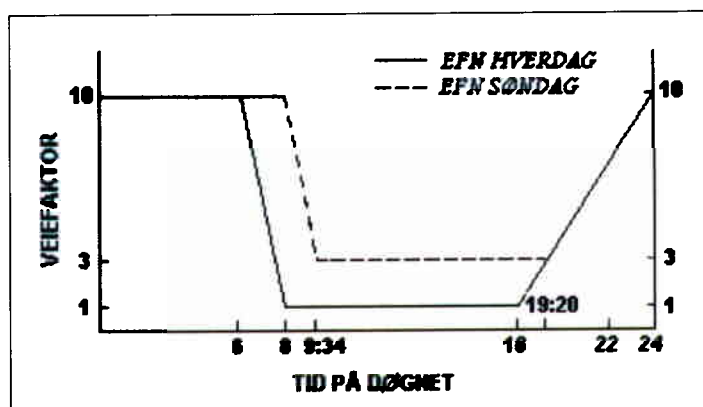
En sammensatt støyindikator, som på en enkel måte skal karakterisere den totale flystøybelastning, og derved være en indikator for flest mulige virkninger, må ta hensyn til følgende faktorer ved støyen: Nivå (styrke), spektrum (farge), karakter, varighet samt tid på døgnet. Måleenheten for flystøy må i rimelig grad samsvare med de ulemper som vi vet flystøy medfører. Et høyt flystøynivå må indikere høy ulempe.

Vurdering av flystøy i Norge skal baseres på lydnivåmålinger i dBA. Det er utarbeidet to spesielle enheter som benyttes i karakterisering av flystøy, nemlig Ekvivalent Flystøynivå (EFN) og Maksimum Flystøynivå (MFN), som er nærmere definert i ref. [6].

MFN er det høyeste A-veide lydnivå som regelmessig forekommer i et observasjonspunkt, og som klart kan tilskrives flyoperasjoner (“regelmessig” er definert til en hyppighet på minimum 3 ganger per uke). MFN får betydning særlig i tilfeller med lite trafikk eller dersom en spesielt støyende flytype trafikkerer regelmessig, men ikke dominerer trafikkbildet. Det regnes separat maksimumsnivå for natt (22–07) og dag (07–22). MFN fra nattrafikk kan få betydning dersom den medfører nivåer som gir større ulemper enn det som beregnet ekvivalentnivå for flyplassens totaltrafikk skulle innebære.

Et ekvivalentnivå tar hensyn til nivå, varighet og hyppighet av hver støyhendelse ved å summere all lydenergi. Målestørrelsen EFN er definert for best mulig å avspeile sammenheng mellom ulempene og støyhendelsens tidspunkt på døgnet, ved hjelp av en tidsrelatert veiefaktor (se Figur 2-3). Denne veiefaktor skiller seg fra de som benyttes i andre land ved at den er kontinuerlig jevnt varierende. De vanligste andre (inter-)nasjonale måleenheter for ekvivalent flystøy har trinnvise forskjeller mellom dag, kveld og natt. Veiefaktor 10 på natt er felles for alle varianter.

Ved beregning og måling av EFN teller flybevegelser på natt som 10 bevegelser på dagtid. For hverdager er natt fra kl. 00:00 til 06:00 og dag fra 08:00 til 18:00. I periodene morgen (06:00–08:00) og kveld (18:00–24:00) er det glidende overgang fra vektfaktor 10 til 1 på morgen og 1 til 10 på kveld. For søndag er nattperioden forlenget til kl. 08:00 og dagveiting er her lik 3.



Figur 2-3. Veiekurve for EFN. Veiefaktor, $K_i(t)$, relatert til faktiske bevegelser, som funksjon av tid på døgnet [6].

Det matematiske uttrykket for EFN er

$$EFN = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \left(\frac{p_i}{p_0} \right)^2 \cdot K_i(t) dt \right]$$

der i er ukedag 1–7, T er døgnet 24 timer, p_i er A-veiet støynivå for flystøyhendelsen, p_0 er referanse lydtryknivå (20 μ Pa) og $K_i(t)$ er veiefaktor som vist i Figur 2-3. Et matematisk uttrykk for $K_i(t)$ finnes i ref. [6].

2.3 Flystøysoner

Miljøverndepartementet har gitt nye reviderte retningslinjer, T-1277, om utnyttelse av areal innenfor definerte støysoner [7]. Disse retningslinjene er utgitt i 1999 og erstatter retningslinje T-

22/84, som var grunnlag for bestemmelse av støysonekart fram til 1999. Både definisjon av grenseverdier og anbefalt arealutnyttelse ble endret da ny retningslinje ble innført.

Retningslinjene er knyttet opp mot plan og bygningsloven, men har også referanse til byggeforskriften og skal sees i sammenheng med annet lovverk, som forurensningsloven, luftfartsloven og kommunehelsetjenesteloven.

2.3.1 Definisjon av flystøysoner

Området rundt flyplasser deles inn i 4 støysoner som nummereres med romertall I–IV. Støysone IV ligger nærmest rullebanesystemet og har de høyeste støynivå, mens støysone I strekker seg lengst fra flyplassen. Støysonene avgrenses etter følgende kriterier:

Støysone IV: Området hvor

EFN er høyere enn 70 dB *eller*

MFN er høyere enn 105 dB på dag (07–22) *eller*

MFN er høyere enn 100 dB på natt (22–07)

Støysone III: Området utenfor støysone IV hvor

EFN er høyere enn 65 dB *eller*

MFN er høyere enn 100 dB på dag (07–22) *eller*

MFN er høyere enn 85 dB på natt (22–07)

Støysone II: Området utenfor støysone III hvor

EFN er høyere enn 60 dB *eller*

MFN er høyere enn 95 dB på dag (07–22) *eller*

MFN er høyere enn 80 dB på natt (22–07)

Støysone I: Området utenfor støysone II hvor

EFN er høyere enn 50 dB *eller*

MFN er høyere enn 80 dB på dag (07–22).

2.3.2 Retningslinjer for arealutnyttelse innenfor støysonene

Miljøverndepartementets retningslinjer for arealbruk innenfor støysoner gjelder både for planlegging av arealbruk og for behandling av enkeltsaker etter plan og bygningsloven. Kommunene er pålagt å benytte retningslinjene ved planlegging av:

1. Områder eller bygning med støyfølsomt bruksformål ved eksisterende flyplass.
2. Ny flyplass eller endring av eksisterende flyplass som medfører økende støynivå.

Retningslinjene definerer de følgende områdene, A, og bygningene, B, som støyfølsomme.

- A. Gravlund, friområde, friluftsområde og område som er regulert til dette for framtidig bruk.
- B. Boliger, hotell, skoler, barnehager, helseinstitusjoner, fritidsboliger, kirker, kulturbygg og andre bygninger med tilsvarende bruksformål.

Retningslinjens kapittel 3 tar utgangspunkt i at utendørsareal skal ha et tilfredsstillende støynivå, både for støyfølsomme bygninger og områder. Områdene A bør derfor ikke etableres i noen av støysonene. For etablering av bygninger innenfor støysonene gjelder også krav til innendørs støynivå i henhold til Byggeforskriften. Retningslinjene for regulering av arealdisponering og etablering av bygninger i støysonene er som følger:

STØYSONE I

I støysone I må kommunene ut fra en totalvurdering (blant annet hensyn til mulige støyplager) avgjøre om etablering av bygninger med støyfølsomt bruksformål er tilrådelig.

STØYSONE II

I støysone II bør kommunene ikke tillate etablering av bygninger med støyfølsomt bruksformål, eller etablering av flyplass som medfører at tilsvarende eksisterende bygninger havner i sonen.

I områder som allerede er utbygd og hvor det er knapp tilgang på alternative utbyggingsareal, kan kommunene tillate oppføring av enkeltbygg eller et fåtall nye bygninger med støyfølsomt bruksområde. Under samme forutsetning kan kommunene tillate at eksisterende bygninger utvides til flere boenheter eller at det gjøres bruksendringer.

STØYSONE III

I støysone III skal kommunene ikke tillate etableringer av bygninger med støyfølsomt bruksformål, eller etablering av flyplass som medfører at tilsvarende eksisterende bygninger havner i sonen.

Kommunene kan tillate gjenoppbygging, ombygging og utvidelse av eksisterende bebyggelse under forutsetning om at det ikke øker antall boenheter. Eksisterende boliger kan reguleres til boligformål.

STØYSONE IV

I støysone IV skal kommunene ikke tillate etablering av bygninger med støyfølsomt bruksformål.

2.3.3 Generelle merknader til støysonene

Flystøykommisjonen uttalte i ref. [3] som foreløpig målsetning at mindre enn 10 % av en gjennomsnitts befolkning skal føle seg sterkt forstyrret av flystøyen. Sammenholdt med Figur 2-2 tilsier dette at byggegrense for nye boliger legges på 55 EFN, dvs halvveis ute i støysone I. Nyere undersøkelser understøtter dette [4, 5].

Den arealutnyttelse som de nye retningslinjene legger opp til representerer i så måte et skritt i retning av innfrielse av Flystøykommisjonens målsetning. I definisjonene av sonegrenser er det også lagt større vekt på å sikre uforstyrret søvn på natt, ved både å senke grensene for maksimumsnivå på natt med 5 dBA og ved at natt i denne sammenheng økes til 9 timer fra kl 22 om kvelden til kl 7 om morgenen, mot tidligere fra 23 til 06.

Retningslinjene gir kommunene anledning til unntak fra hovedbestemmelsene dersom lokale forhold tilsier dette. Administrasjonen av dispensasjonsmulighetene var i de tidligere retningslinjer overlatt til Fylkesmennene gjennom departementets rundskriv T-1/86 [8]. Rollen til Fylkesmannen er endret til råd og rettleiding for kommunene, men også ansvar for kontroll av at kommunenes planer overholder kravene. T-1/86 vil bli revidert, men gjelder til så lenge, dog relatert til de nye retningslinjer.

2.4 Beregningsmetode

Vurdering av flystøy etter Miljøverndepartementets retningslinjer gjøres normalt 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 2.4.2), er imidlertid

basert på en database som representerer en sammenfatning av et omfattende antall målinger. Under forutsetning av at beregningsmodellen nyttes innenfor sitt gyldighetsområde, må det derfor gjøres meget lange måleserier for å oppnå samme presisjonsnivå som det beregningsprogrammet gir. Sammenligninger av lang tids målinger og beregninger for tilsvarende trafikk har gitt avvik på i gjennomsnitt under 0.5 dBA [9].

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

2.4.1 Dimensjonering av trafikkgrunnet

Vedlegg 3 til retningslinjene fra Miljøverndepartementet viser hvordan grunnlaget for beregning av flystøysonegrenser skal settes sammen. Flystøybelastningen beregnes normalt for sommertid, fordi ulempene med støy ansees å være størst på denne årstiden. Dette begrunnes i økt aktivitet utendørs og ønsket om å sove med åpne vinduer. Normalt vil også trafikken være størst i sommerhalvåret.

Som trafikkgrunnlag benyttes døgngjennomsnittet for den travleste sammenhengende 3-måneders periode på sommerstid (mellom 1.mai og 30.september). Man regner dermed å fange opp de viktigste utløste ulemper ved den støybelastning flytrafikken medfører.

I spesielle tilfelle kan trafikken være større på vinterstid, men på grunn av noe reduserte ulemper legges vintertrafikk bare til grunn dersom den er mer enn dobbelt så stor som sommertrafikken.

Militær øvelsestrafikk inngår i trafikkgrunnet dersom slike øvelser forekommer så ofte som annet hvert år. Øvelsestrafikken beregnes som et døgnmiddel for den 3-måneders periode som øvelsen inngår i, på samme måte som den regelmessige trafikk.

På grunn av den spesielle impuls karakter støy fra helikoptre kan ha, anbefalte Flystøykommissjonen tidligere at helikopterstøy skulle vurderes 5 dB høyere enn målt eller beregnet nivå. En rekke nyere undersøkelser, bl.a. en utredning utført for Luftfartsverket [10], konkluderer klart med at en generell 5 dB impuls korreksjon for helikopter ikke samsvarer med folks sjanseopplevelse slik man tidligere har trodd. I de nye retningslinjene fra Miljøverndepartementet, er tidligere praksis med impuls korreksjon av helikopterstøy derfor tatt ut.

2.4.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [11]. Dette programmet er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndigheter og basert på rutiner fra programmet Integrated Noise Model (INM), som er utviklet for det amerikanske luftfartsverket FAA.

Det unike med NORTIM er at det tar hensyn til topografiens påvirkning av lydutbredelse, samt lydutbredelse over akustisk reflekterende flater. NORTIM kan også inkludere helikopter på en bedre måte enn tidligere modeller. Videre kan programmet beregne korrekt MFN-konturer for totaltrafikken, samt sonegrenser hvor hensyn til både EFN og MFN på dag og natt er ivarettatt. Andre støy mål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, LEQ, for dag og for natt eller for hele det dimensjonerende middeldøgn.

SINTEF har også utviklet program som foretar nødvendig statistisk behandling av trafikkdata, forenkler innlesing av beregningsgrunnlaget og uttegning av kart og resultater. Beregningsresultatene fremkommer som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

NORTIM er i 2002 modernisert ved at nye algoritmer er utviklet for beregning av bakkedemping og direktivitet [9]. Disse algoritmer erstatter tidligere algoritmer for beregning av lateral demping.

Beregningsprogrammet inneholder en database for 239 ulike flytyper. Databaseen er i hovedsak en kopi av INM 6.0c databasen [12], men supplert med profiler fra NOISEMAP [13] og med korrigerede støydata for 2 flyfamilier [9]. Ved bruk av en liste over substitutter (inkludert i [12]) for flytyper som ikke inngår i databasen, kan det beregnes støy fra omlag 500 forskjellige 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 [14, 15] eller egne målinger.

2.5 Kartlegging i henhold til forskrift til forurensningsloven

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven og ble oppdatert i 2002 [16].

Forskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak. For støy er kartleggingsgrensen satt til døgnkvivalent nivå (LEQ24h) 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.

Flystøy beregnes 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. Det betyr at forskjellige flytyper har ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på utredning om fasadeisolasjon [17] er det i ref. [18] valgt tre forskjellige tall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på de hustyper som gir minst demping i fasaden. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnkvivalent nivå (LEQ24h):

Flyplasstype	Dominerende flytype	Minimum fasadeisolasjon i vanlig bebyggelse	Kartleggingsgrense
Regionale flyplasser	Propellfly	18 dBA	53 dBA (35+18)
Stamruteplasser og militære flyplasser	Eldre (kap.2) jetfly eller jagerfly	23 dBA	58 dBA (35+23)
Stamruteplasser	Støysvake jetfly	26 dBA	61 dBA (35+26)

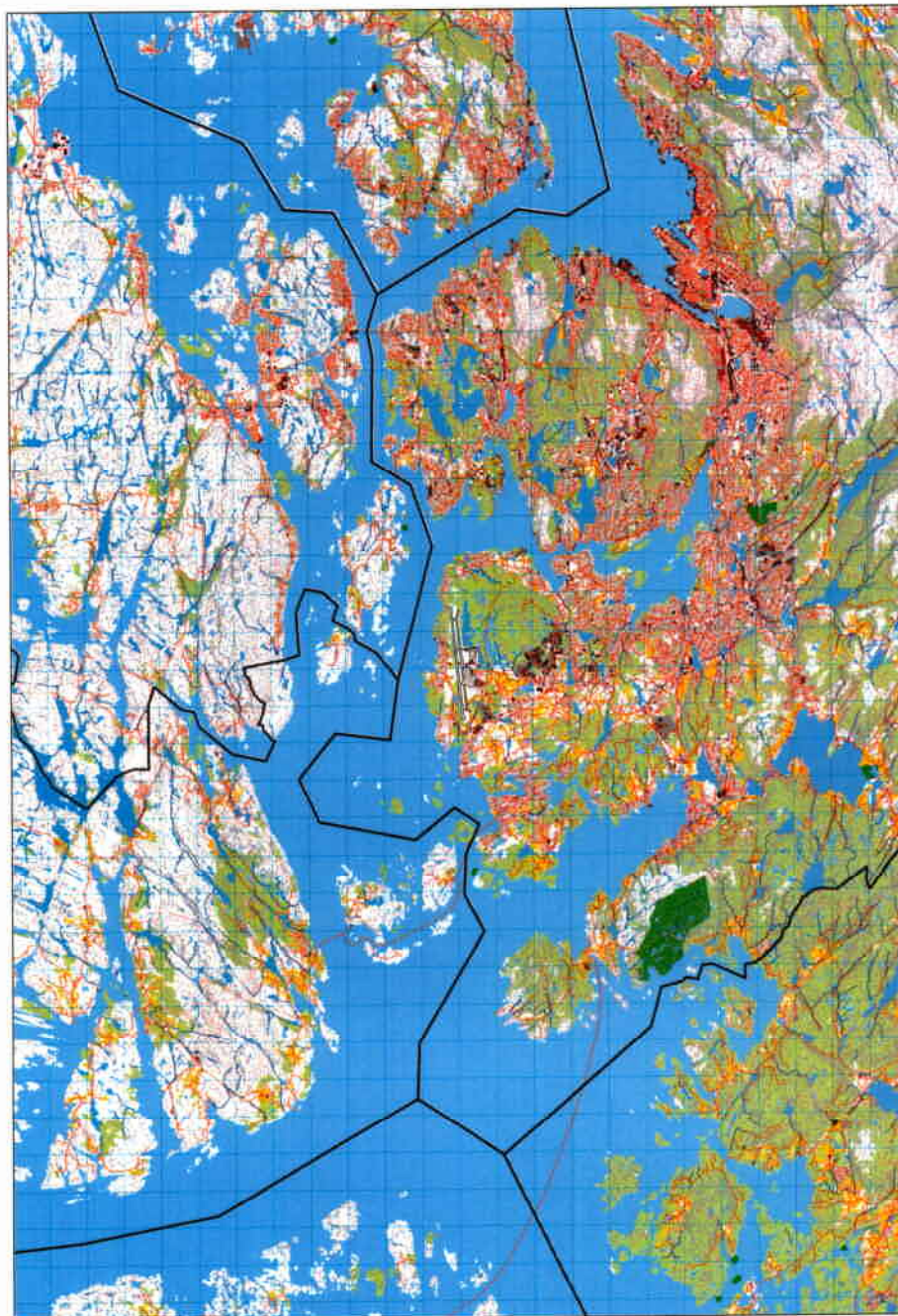
Tabell 2-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

3. OMGIVELSER

Bergen lufthavn Flesland ligger i Bergen kommune med nærhet til nabokommunene Fjell og Sund og inn- og utflygingsprosedyrer som i tillegg primært berører kommunene Askøy, Os og Austevoll.

3.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag i denne undersøkelsen er levert på sosi-format av Norkart som del av AVINOR sin avtale med Statkart. Kartet er basert på N50, og vises i utsnitt i forskjellig målestokk i denne rapport. Det er lagt inn et rutemønster med 1 km ruter i alle kart.



Figur 3-1 Basiskart i målestokk 1:200 000.

Kartet er i UTM89 (koordinatsystem 7) sone 32. Referanse og origo for beregningene er vist i den følgende tabell.

Name	ICAO_code	OrigoEast	OrigoNorth	CoordSys	CoordAxis	Description
BaseMap	ENBR	291000	6690000	7	32	Flesland

Tabell 3-1 Kartreferanse med origo

3.2 Digital terrengmodell

Digital topografi er tidligere levert av AVINOR for hele landet og det er tatt et utsnitt på 40 x 50 km, som dekker aktuelt område. Oppløsninger i den digitale topografi er 25 meter i x- og y-koordinat, 0.1 meter i z-koordinat.

4. FLYTRAFIKK

4.1 Trafikk i følge tårnjournal

Elektronisk journal ført i tårnet på Flesland er importert i NORTIM for månedene juni – august 2004. Disse 3 måneder var de som hadde høyest trafikk sommeren 2004 og skal derfor legges til grunn for beregningene av dagens situasjon i samsvar med retningslinje T-1277.

4.2 Annen trafikk

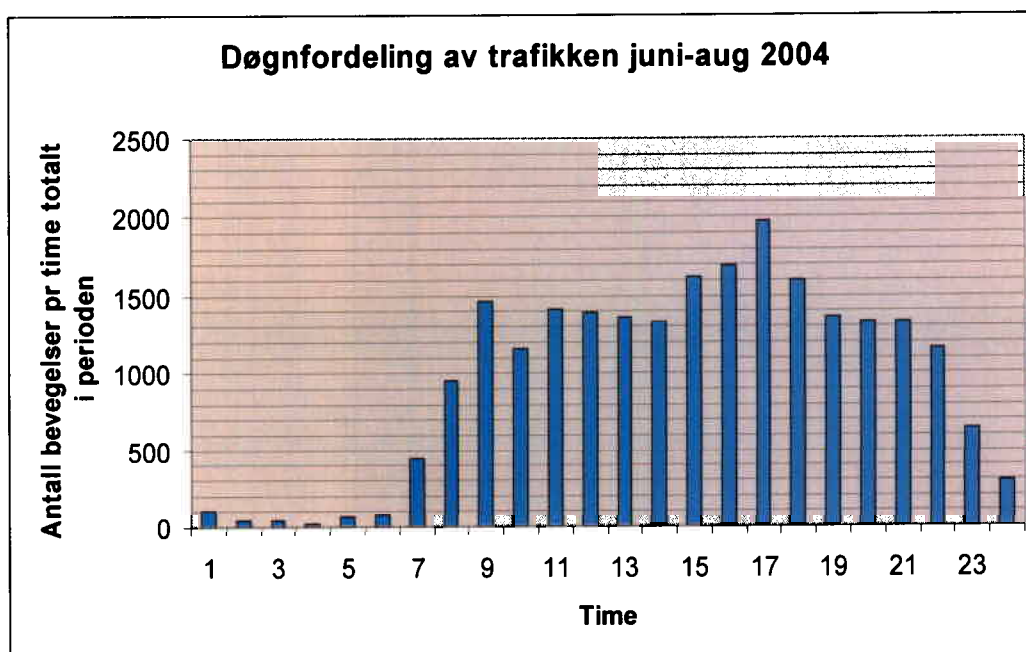
Det er ikke lagt inn annen trafikk enn den journalførte i beregningene.

4.3 Oppsummering av trafikk

Statistikk for perioden er vist i utdrag i følgende tabell og figur.

TO	LA	SumOper
LA		11399
TG		91
TO		11392

Tabell 4-1 Antall registrerte landinger (LA), landingsrunder (TG) og avganger (TO) i 3 måneders perioden juni – august 2004.



Figur 4-1 Døgnfordeling av trafikken

Det fremgår av figuren at det er lite trafikk i døgnetts første 6 timer, mens det er noe trafikk i den neste timen og likeledes de to siste timene av døgnet. Den travleste timen i døgnet er mellom kl 16 og 17 med om lag 21 bevegelser i gjennomsnitt.

Den følgende tabell viser hvordan trafikken fordeler på ulike kategorier flyging, sortert slik AVINOR sorterer.

Kode	Type flyging	SumOper
1	Ruteflyging	14675
2	Ikke regelbunden trafikk	904
3	Fraktflyging	607
4	Kontinentalsokkelflyging (m/helikopter)	3429
5	Annen kommersiell helikopterflyging	613
6	Annen kommersiell flyging	133
9	(Rundflyging/gammel betegnelse eg. 17 ?)	10
12	Ambulanseflyging	212
13	Skole- og instruksjonsflyging	794
14	Posisjonsflyging	210
15	Teknisk retur flyging	45
16	Kontrollflyging	6
17	Allmen flyging	1143
21	Militær flyging	101

Tabell 4-2 Antall bevegelser fordelt på ulike kategorier flyging.

5. FLYTYPER

I dette kapitlet sammenholdes flytypenavn som benyttes av AVINOR i henhold til ICAO standard [21] og de navn som benyttes i databasen til NORTIM. Dette betyr at støydata tilordnes til forskjellige flytypebetegnelser.

5.1 Flytyper i bruk

Det er i alt 155 forskjellige flytyper som er notert i den elektroniske journalen for ENBR. Noen få av disse har samme betegnelse som databasen (som for eksempel A320, C130, MD81, MD82 og MD83). De øvrige oversettes i henhold til den følgende tabell.

ACtype	NewACtyp	ACtype	NewACtyp
A109	LHEL	C152	CNA172
A321	A320	C172	CNA172
A333	A330	C177	CNA172
AC90	CNA441	C182	CNA206
AN12	L188	C185	CNA206
AN22	L188	C206	CNA206
AN26	CVR580	C208	GASEPV
AS32	THEL	C210	CNA206
AS50	LHEL	C310	BEC58P
AS55	LHEL	C402	CNA441
AS65	MHEL	C404	BEC58P
AT43	DHC8	C414	BEC58P
AT72	HS748A	C421	BEC58P
B105	LHEL	C441	CNA441
B190	DHC6	C501	CNA500
B212	THEL	C525	CNA500
B350	DHC6	C550	MU3001
B462	BAE146	C551	MU3001
B703	707320	C56X	MU3001
B733	737300	C650	CIT3
B734	737400	C77R	GASEPF
B735	737500	C82R	GASEPV
B736	737700	CL60	CL600
B737	737700	CRJ2	CL601
B738	737700	D228	DHC6
B744	747400	D328	DHC8
B752	757RR	DEFI	BEC58P
BE20	DHC6	DH8A	DHC8
BE23	GASEPF	DH8C	DHC830
BE33	GASEPV	DH8D	DHC830
BE35	GASEPV	DHC2	GASEPV
BE36	GASEPV	DIMO	GASEPV
BE40	LEAR35	DR40	GASEPF
BE55	BEC58P	EC20	LHEL
BE9L	DHC6	EC35	LHEL
BSTP	THEL	EN28	LHEL
C150	CNA172	F100	F10062

Datagrunnlag versjon 2

Dato: 29.04.05. Tid: 15:34

Filnavn: I:\4050\Pro\90E232_IG_Flesland\STF90 A050061.doc

ACtype	NewACtyp	ACtype	NewACtyp
F16	F16N	PA18	GASEPF
F2TH	FAL20	PA23	BEC58P
F406	CNA441	PA27	BEC58P
F50	DHC830	PA30	BEC58P
F70	F10062	PA31	BEC58P
F900	FAL20	PA32	GASEPV
FA10	LEAR35	PA34	BEC58P
FA20	FAL20	PA38	GASEPF
FA50	FAL20	PAY1	CNA441
G115	GASEPF	PAY3	CNA441
GA7	BEC58P	PUMA	THEL
GALX	GII	R22	LHEL
GAZL	MHEL	R44	LHEL
GLF4	GIV	R90R	GASEPF
GLID	GASEPF	RALL	GASEPF
H25B	LEAR25	RJ1H	BAE146
IL62	707QN	RJ85	BAE146
J328	CL600	RV4	GASEPF
JS31	DHC6	RV6	GASEPF
JS32	DHC6	RV8	GASEPF
LJ31	LEAR35	S61	THEL
LJ35	LEAR35	S76	THEL
LJ55	LEAR35	SB91	GASEPF
LJ60	LEAR35	SF25	GASEPV
LNC2	GASEPF	SF34	SF340
LYNX	MHEL	SR20	GASEPF
M20P	GASEPF	SR22	GASEPF
M20T	GASEPV	SW3	DHC6
MD87	MD81	SW4	DHC6
MD90	MD9025	T154	727200
MU2	DHC6	TBM7	GASEPF
P149	GASEPF	TOBA	GASEPF
P28A	GASEPF	TRIN	GASEPF
P28R	GASEPF	ULAC	GASEPF
P28T	GASEPV	YK42	LEAR35
P3	L188	ZZZZ	GASEPF
P32R	GASEPV	AA5	GASEPF
P68	BEC58P		

Tabell 5-1 Oversettelse av ICAO typebetegnelser til betegnelser i databasen.

Det benyttes noen samlebetegnelser for flytyper som ikke har egne data. Dette gjelder særlig småfly med en motor som samles i GASEPF og GASEPV med henholdsvis fast eller variabel pitsj propell. Helikopter er samlet i 3 grupper avhengig av størrelse: LHEL (med data for Bo105), MHEL (med data for SA365N) og THEL (med data for S61). Øvrige flytyper som ikke har egne data tilordnes til databasens støydata i henhold til approbert liste fra FAA (se kapittel 2.4).

Med denne tilordningen består grunnlaget nå av 46 ulike flytyper. Det er hensiktsmessig for den videre behandling å samle disse i grupper. Den følgende tabell viser hvordan dette er gjort.

Datagrunnlag versjon 2

Dato: 29.04.05. Tid: 15:34

Filnavn: I:\4050Pro\90E232_IG_Flesland\STF90 A050061.doc

NewACtyp	Accat	EngInstall	NewACtyp	Accat	EngInstall
707320	J1	W	DHC6	T0	T
707QN	J2	W	DHC8	T3	T
727200	J1	R	DHC830	T3	T
737300	J3	W	F10062	J3	R
737400	J3	W	F16N	J0	F
737500	J3	W	FAL20	J2	R
737700	J3	W	GASEPF	P0	P
747400	J3	W	GASEPV	P0	P
757RR	J3	W	GII	J2	R
A320	J3	W	GIV	J3	R
A330	J3	W	HS748A	T2	T
BAE146	J3	W	L188	T0	T
BEC58P	P0	P	LEAR25	J2	R
C130	T3	T	LEAR35	J3	R
C140	J0	R	LHEL	H	H
CIT3	J3	R	MD81	J3	R
CL600	J3	R	MD82	J3	R
CL601	J3	R	MD83	J3	R
CNA172	P0	P	MD9025	J3	R
CNA206	P0	P	MHEL	H	H
CNA441	T0	T	MU3001	J3	R
CNA500	J3	R	SF340	T3	T
CVR580	T0	T	THEL	H	H

Tabell 5-2 Samling av flytyper i grupper med angivelse av type motor og plassering (for jetfly)

Kategoriene J0, J1, J2 og J3 er alle jetfly, H er helikopter, P0 er stempelmotor propellfly, T0, T2 og T3 er turboprop.

De forskjellige betegnelser for motorinstallasjon i denne tabellen er som følger

- W jetmotorer under vingene
- R jetmotorer bak på flykroppen
- F jetmotor innebygd i flykroppen ("fighter")
- P stempelmotor med propell
- T turbomotor med propell (turboprop)
- H helikopter

Årsaken til skillene er at motorinstallasjon og type motor har betydning for direktivitet og lydutbredelse.

5.2 Kildedata for fly

Støydata for de 46 flytypene hentes fra master database for NORTIM 3.0 og importeres inn i prosjektdatabasen. Det benyttes data for LAMAX og SEL.

5.3 Oppsummering av flydata

Den følgende tabellen viser antall bevegelser fordelt på hver av de 46 flytypene som vil inngå i beregningen av støy.

NewACtyp	SumOper	NewACtyp	SumOper
707320	2	DHC6	863
707QN	2	DHC8	1575
727200	4	DHC830	4175
737300	1402	F10062	184
737400	95	F16N	6
737500	2758	FAL20	28
737700	3359	GASEPF	1013
747400	2	GASEPV	489
757RR	40	GII	2
A320	98	GIV	6
A330	20	HS748A	139
BAE146	42	L188	8
BEC58P	201	LEAR25	4
C130	18	LEAR35	84
C140	7	LHEL	668
CIT3	6	MD81	400
CL600	8	MD82	273
CL601	2	MD83	62
CNA172	597	MD9025	280
CNA206	32	MHEL	9
CNA441	188	MU3001	20
CNA500	10	SF340	2
CVR580	2	THEL	3697

Tabell 5-3 Antall bevegelser pr flytype fra databasen.

Pr flytypekategori fordeler trafikken seg som vist i følgende tabell.

ACcat	SumOper
H	4374
J0	13
J1	6
J2	36
J3	9151
P0	2332
T0	1061
T2	139
T3	5770

Tabell 5-4 Antall bevegelser pr flytypekategori.

6. DESTINASJONER, TRASÉER OG PROFILER

Elektronisk journal inneholder opplysninger om hvor fly kommer fra og hvor de skal. I dette kapitlet benyttes betegnelsen destinasjon som samlebegrep for hvor innkommende fly startet fra og hvor utgående skal til.

6.1 Destinasjoner

Det er i alt angitt 206 forskjellige destinasjoner i journalen. De fleste angivelsene følger ICAO standard [22]. Destinasjoner som ligger i samme retning vil følge de samme flygeveger til og fra flyplassen. De samles derfor i grupper som tilsvarer de retninger som vises i "ENR 6 UNDERVEISKART" i AIP [23]. For flytrafikken til andre flyplasser benyttes ENR 6.3-9 Area Chart – ICAO, Bergen Area. For helikoptertrafikken offshore er det benyttet kartene ENR 6.4-2 og -3.

6.2 Flygeprosedyrer

Til hver destinasjonsgruppe legges det 4 prosedyrer for landing og 4 for avgang. Av de 4 går 2 til hver rullebaneretning, hvorav 1 for flyging under visuelle forhold, 1 for instrumentforhold.

Trafikken fordeles slik at 60 % benytter rullebanen i retning mot sør både for landing og avgang, 40 % bruker rullebanen mot nord. For landing er det forutsatt at 80 % av trafikken flyr inn på instrument, mens 20 % flyr visuelt. For avgang er det motsatt at 20 % flyr full SID instrumentprosedyre, mens 80 % gis anledning til tidligere sving mot destinasjon.

6.3 Rullebaner

Rullebanen på Flesland har betegnelse 17/35. Koordinater for terskelpunktene benyttes som endepunkter for støyberegningene. Det betyr at alle avganger starter fra tersklene. Koordinatene er hentet fra [23] og transformert til UTM89, sone 32 ved hjelp av Wsktrans 5.0. Tabellen under viser koordinatene som er lagt inn. (Ved kontroll mot N50 kartet viser det seg at senterlinje blir liggende anslagsvis 10 meter øst for midtlinjen i kartets rullebane.)

RWY	FromEast	FromNorth	FromElevation	ToEast	ToNorth	ToElevation	Direction	Length
17	290872	6691298	50.3	291136	6688862	44.5	174	2450
35	291136	6688862	44.5	290872	6691298	50.3	354	2450

Tabell 6-1 Rullebanens koordinater i UTM89 sone 32.

Rullebanen blir i NORTIM automatisk lagt inn som en akustisk hard flate med utstrekning lik bredden (45 meter) og den viste lengden + 50 meter i hver retning.

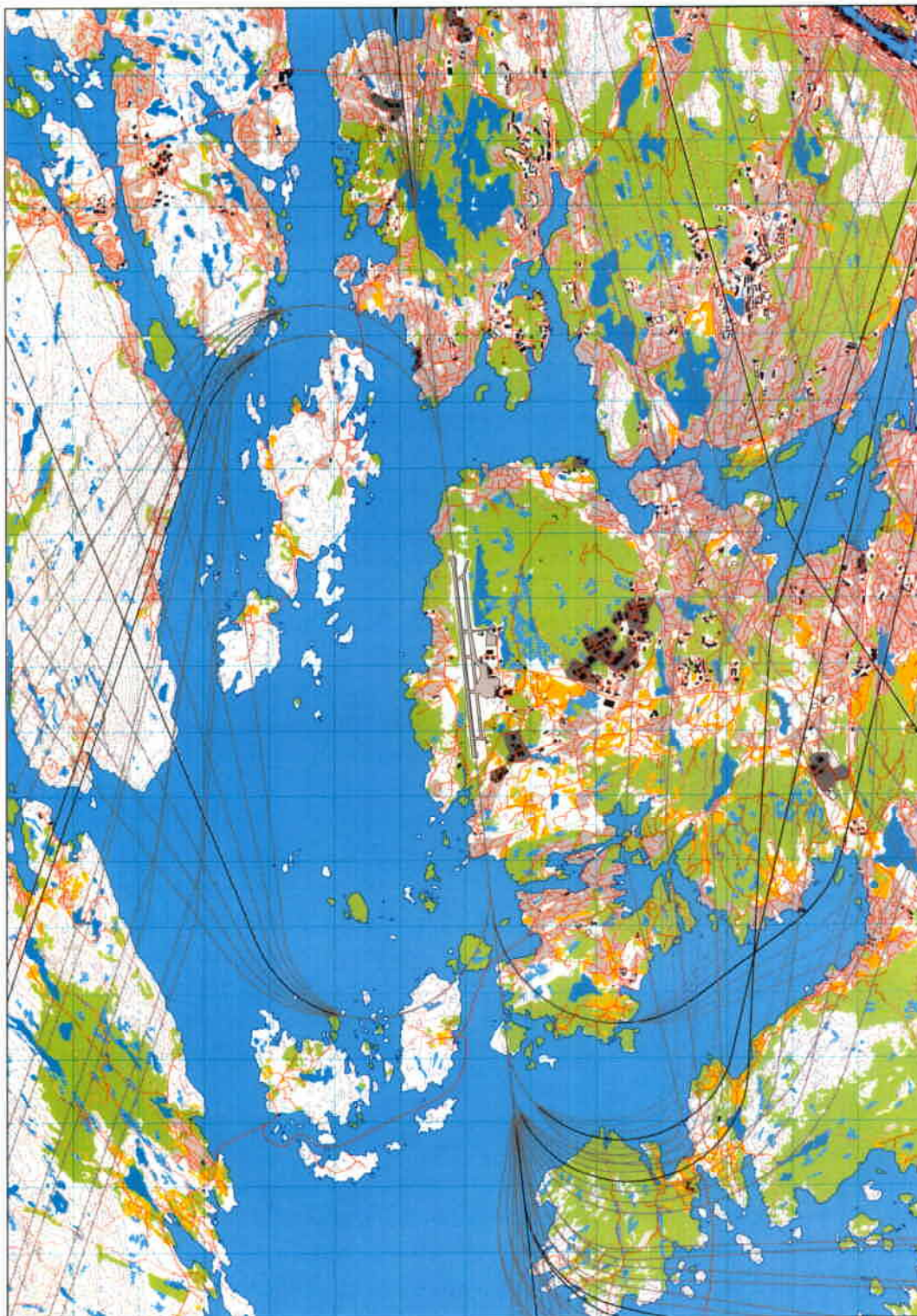
6.4 Flytraséer

Til hver prosedyre som nevnt i 6.2 konstrueres det en trasé for hver flytypekategori (Tabell 5-2). En ytterligere forenkling er gjort ved at alle jetfly og turboprop er samlet. De følgende figurer viser traséer for landinger og avganger for hver gruppe. Trasékartene har vært oversendt Avinor for kvalitetssikring og er justert etter de kommentarer som er gitt. Trafikkmengder for de ulike destinasjoner er vist i tabellene i kapittel 6.6.

I tråd med ECAC standard [19] legges det inn spredning på trafikken. Det benyttes 6 spredtraséer i tillegg til hovedtraséene. For oversiktens skyld er ikke spredemønsteret tatt med i figurene, med ett par unntak. Det er forskjellig spredning på avgang og landing, som vist på figurene 6.1 og 6.2.



Figur 6-1 Avgangstraséer med spredning for jetfly. Målestokk 1:100 000.



Figur 6-2 Landingstraséer med spredning for jetfly. Målestokk 1:100 000.



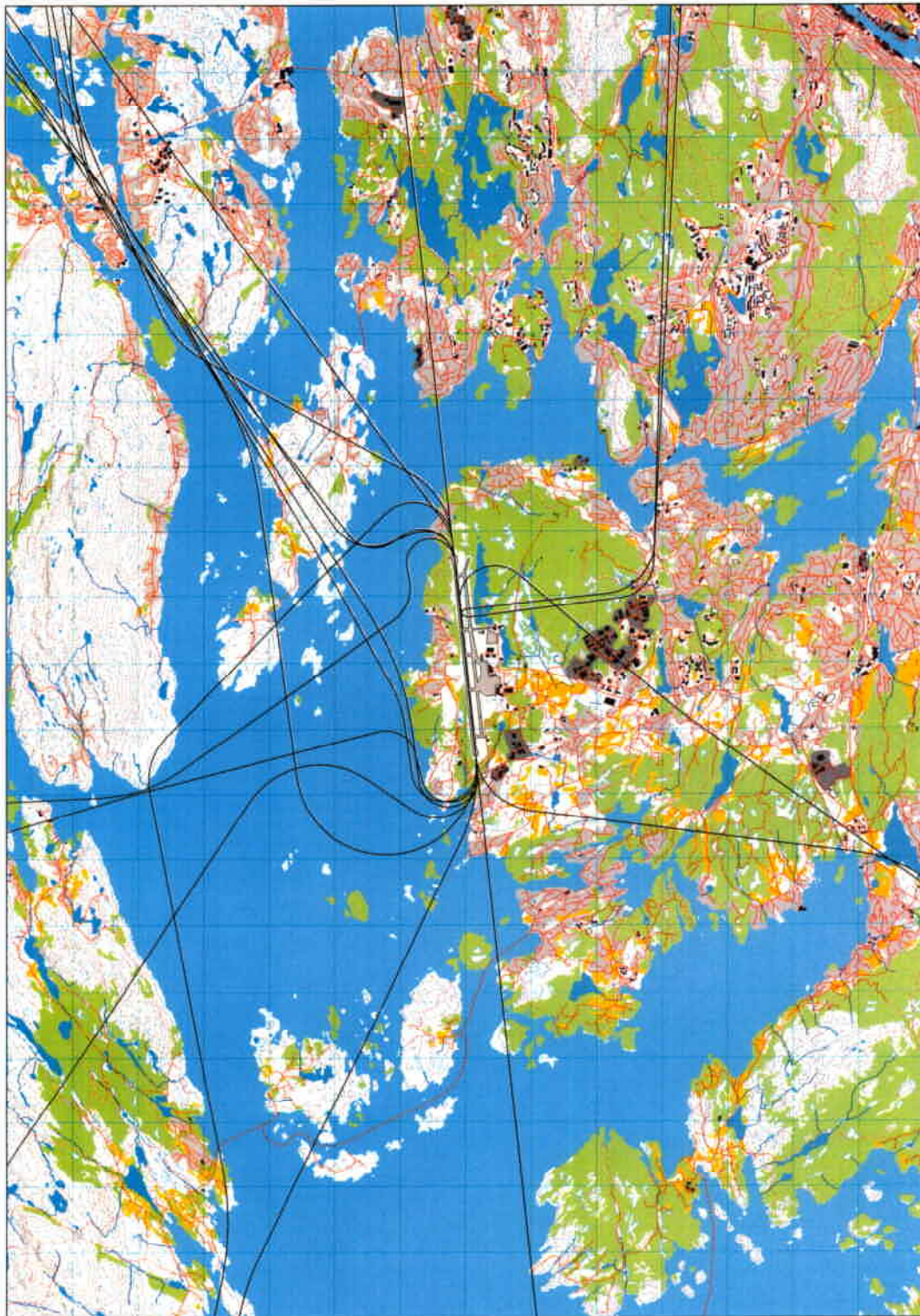
Figur 6-3 Avgangstraséer for turboprop. Målestokk 1:100 000.



Figur 6-4 Landingstraséer for turboprop. Målestokk 1:100 000.



Figur 6-5 Avgangstraséer helikopter. Målestokk 1:100 000.



Figur 6-6 Landingstraséer for helikopter. Målestokk 1:100 000.



Figur 6-7 Avgangstraséer for småfly (GA). Målestokk 1:100 000.



Figur 6-8 Landingsstraséer for småfly (GA). Målestokk 1:100 000.

For GA-trafikken er det lagt inn ventemønster ved sjekkpunktene Kokstad og Haganes og det regnes at alle landingene har en runde her som gjennomsnitt. Det benyttes ikke spredning for GA landinger ut over det som er vist i figuren. Landingsrunder er vist i eget kart.



Figur 6-9 Landingsrunder for GA-trafikken. Målestokk 1:100 000.

6.5 Flygeprofiler

Med flygeprofiler menes høyde, hastighet og motorpådrag som funksjon av utfløyet distanse. Mens traséene plasserer flyene i x- og y- koordinat, vil profilene plassere flyene i z-retning og også gi beskjed om hvilken motorsetting som hører med til disse koordinatene. Dette gir den komplette plassering av støykildene i det 3 dimensjonale rom. Hver bevegelse er også registrert med et tidspunkt, slik at også denne dimensjonen er representert.

For avganger inneholder databasen i beregningsprogrammet egenskapene til hver enkelt flytype slik at flygeprofilene kan hentes her direkte. Ut fra opplysningene om destinasjon beregnes total avstand som skal flyes og dette bestemmer igjen hvilken avgangsvekt flyet har, ut fra drivstoffmengde og en gjennomsnittlig mengde passasjerer (kabinfaktor) eller last. I databasen er lengdene til destinasjoner delt opp i intervaller på 0-500 nautiske mil, 500-1000, 1000-1500, osv. med 1000 NM intervaller.

For landinger er det lagt inn glidebanevinkler på 3.0° og til rullebane 35 og 3.1° til rullebane 17.

For GA og helikopter er det lagt inn utflating på profilene på angitt høyde i prosedyrene i [23].

6.6 Oppsummering av trafikkmønster

RWY	Operation	SumOper
17	LA	6357.3
17	TG	54.6
17	TO	6835.2
35	LA	4238.2

RWY	Operation	SumOper
35	TG	36.4
35	TO	4556.8

Tabell 6-2 Trafikkmengde pr bane.

TO_LA	DepDestGroup	ACcat	SumOper
LA	Flo	H	5
LA	Kvb	H	5
LA	Lokal	H	241
LA	Stat	H	902
LA	Sør	H	58
LA	Sørøst	H	2
LA	Vest	H	561
LA	Vig	H	3
LA	YV	H	413
LA	Øst	H	1

Tabell 6-3 Trafikkfordeling landing med helikopter.

TO_LA	DepDestGroup	ACcat	SumOper
TO	Flo	H	8
TO	Kvb	H	4
TO	Lokal	H	241
TO	Stat	H	868
TO	Sør	H	62
TO	Sørøst	H	1
TO	Tro	H	1
TO	Vest	H	579
TO	Vig	H	4
TO	YV	H	414
TO	Øst	H	1

Tabell 6-4 Trafikkfordeling avgang med helikopter.

TO_LA	DepDestGroup	ACcat	SumOper
LA	Kvb	J0	3
LA	Lokal	J0	3
LA	Sørøst	J1	1
LA	Øst	J1	2
LA	Flo	J2	1
LA	Sør	J2	1
LA	Sørøst	J2	6
LA	Vest	J2	3
LA	Vig	J2	1
LA	Øst	J2	6
LA	Kvb	J3	3
LA	Lokal	J3	4
LA	Sør	J3	1244
LA	Sørøst	J3	684
LA	Tro	J3	525

TO_LA	DepDestGroup	ACcat	SumOper
LA	Vest	J3	199
LA	Vig	J3	249
LA	Øst	J3	1669

Tabell 6-5 Trafikkfordeling landing med jetfly.

TO_LA	DepDestGroup	ACcat	SumOper
TO	Kvb	J0	3
TO	Lokal	J0	3
TO	Sør	J0	1
TO	Sør	J1	1
TO	Øst	J1	2
TO	Flo	J2	1
TO	Sør	J2	3
TO	Sørøst	J2	7
TO	Vest	J2	2
TO	Øst	J2	5
TO	Kvb	J3	3
TO	Lokal	J3	4
TO	Sør	J3	1218
TO	Sørøst	J3	675
TO	Tro	J3	552
TO	Vest	J3	195
TO	Vig	J3	247
TO	Øst	J3	1680

Tabell 6-6 Trafikkfordeling avgang med jetfly.

TO_LA	DepDestGroup	ACcat	SumOper
LA	Flo	P0	9
LA	Kvb	P0	13
LA	Lokal	P0	507
LA	Sør	P0	214
LA	Sørøst	P0	84
LA	Tro	P0	10
LA	Vest	P0	23
LA	Vig	P0	79
LA	YV	P0	89
LA	Øst	P0	91
TG	Lokal	P0	91

Tabell 6-7 Trafikkfordeling landing med småfly.

TO_LA	DepDestGroup	ACcat	SumOper
TO	Flo	P0	20
TO	Kvb	P0	21
TO	Lokal	P0	507
TO	Stat	P0	1
TO	Sør	P0	219
TO	Sørøst	P0	89
TO	Tro	P0	12
TO	Vest	P0	27
TO	Vig	P0	99
TO	YV	P0	57
TO	Øst	P0	70

Tabell 6-8 Trafikkfordeling avgang med småfly.

TO_LA	DepDestGroup	ACcat	SumOper
LA	Kvb	T0	118
LA	Lokal	T0	37
LA	Sør	T0	180
LA	Sørøst	T0	51
LA	Tro	T0	4
LA	Vest	T0	16
LA	Vig	T0	32
LA	YV	T0	1
LA	Øst	T0	91
LA	Sør	T2	66
LA	Sørøst	T2	4
LA	Flo	T3	369
LA	Kvb	T3	461
LA	Lokal	T3	4
LA	Sør	T3	929
LA	Sørøst	T3	597

LA	Tro	T3	156
LA	Vest	T3	236
LA	Vig	T3	122
LA	Øst	T3	11

Tabell 6-9 Trafikkfordeling landing turboprop.

TO_LA	DepDestGroup	ACcat	SumOper
TO	Flo	T0	1
TO	Kvb	T0	113
TO	Lokal	T0	37
TO	Sør	T0	196
TO	Sørøst	T0	54
TO	Tro	T0	17
TO	Vest	T0	13
TO	Vig	T0	31
TO	Øst	T0	69
TO	Sør	T2	66
TO	Sørøst	T2	1
TO	Vest	T2	2
TO	Flo	T3	370
TO	Kvb	T3	458
TO	Lokal	T3	4
TO	Sør	T3	915
TO	Sørøst	T3	607
TO	Tro	T3	160
TO	Vest	T3	240
TO	Vig	T3	121
TO	Øst	T3	10

Tabell 6-10 Trafikkfordeling avgang med turboprop.

7. SKALERING AV TRAFIKK

NORTIM kan beregne for forskjellige trafikksituasjoner ved å skalere inngangsdata på flere nivå. I denne beregningen er utgangspunktet sommeren 2004. Retningslinjen sier at det også skal beregnes for en prognose, helst 20 år frem i tid, men det aksepteres kortere horisont. Avinor har bedt om at en 10 års prognose benyttes i stedet, ut fra en vurdering av sikrere prognoser. Prognosen baserer seg på [24], referansealternativet som har en årlig vekst på 2.4 % for rute og charter, inn- og utland, tilsvarende 27 % på 10 år.

7.1 Trafikkskalering etter flytype og type flyging

For dagens situasjon beregnes det separat for sivil trafikk og militær trafikk ved å skalere med 1 og 0 etter flykategoriene i Tabell 4-2. Det beregnes også for all trafikk samlet for dagens situasjon. Skaleringsfaktor på 1.27 legges inn for flight kode 1 og 2 (se Tabell 4-2) for å beregne prognosesituasjonen og denne beregnes kun for total trafikk.

7.2 Trafikkskalering etter prosedyrer og traséer

Det er ikke lagt inn forutsetninger om at fordelingen av trafikken mellom traséer og prosedyrer endrer seg i 10 års prognosen.

7.3 Trafikkskalering etter tidspunkt

Det er ikke lagt inn endringer i døgnfordelingen av trafikken.

8. BEREGNINGSPARAMETERE

8.1 Beregningsenheter

Det beregnes primært for EFN, MFN dag og natt, sonegrenser og LEQ. LEQ beregnes for hele døgnet (døgnequivivalent nivå).

8.2 Beregning i enkeltpunkter

Det utføres beregning av utendørs ekvivalentnivå (LEQ) for alle støyømfintlige bygninger innenfor et rektangel som omfatter alle støysoner. Koordinater for bygningene er hentet fra databasen Norges eiendommer (GAB-registeret) ved uttrekk fra 19.01.05.

8.3 NORTIM beregningskontroll

Det beregnes for et gjennomsnitt av 92 døgn med oppløsning i beregningsgriden på 256 fot for dagens situasjon med militær trafikk og 512 fot for de øvrige scenarier. Digital topografi ligger i bunn ved beregning av lydutbredelse og MFN beregnes for 3dje høyeste nivå pr uke i alle punkt.

9. RESULTATER

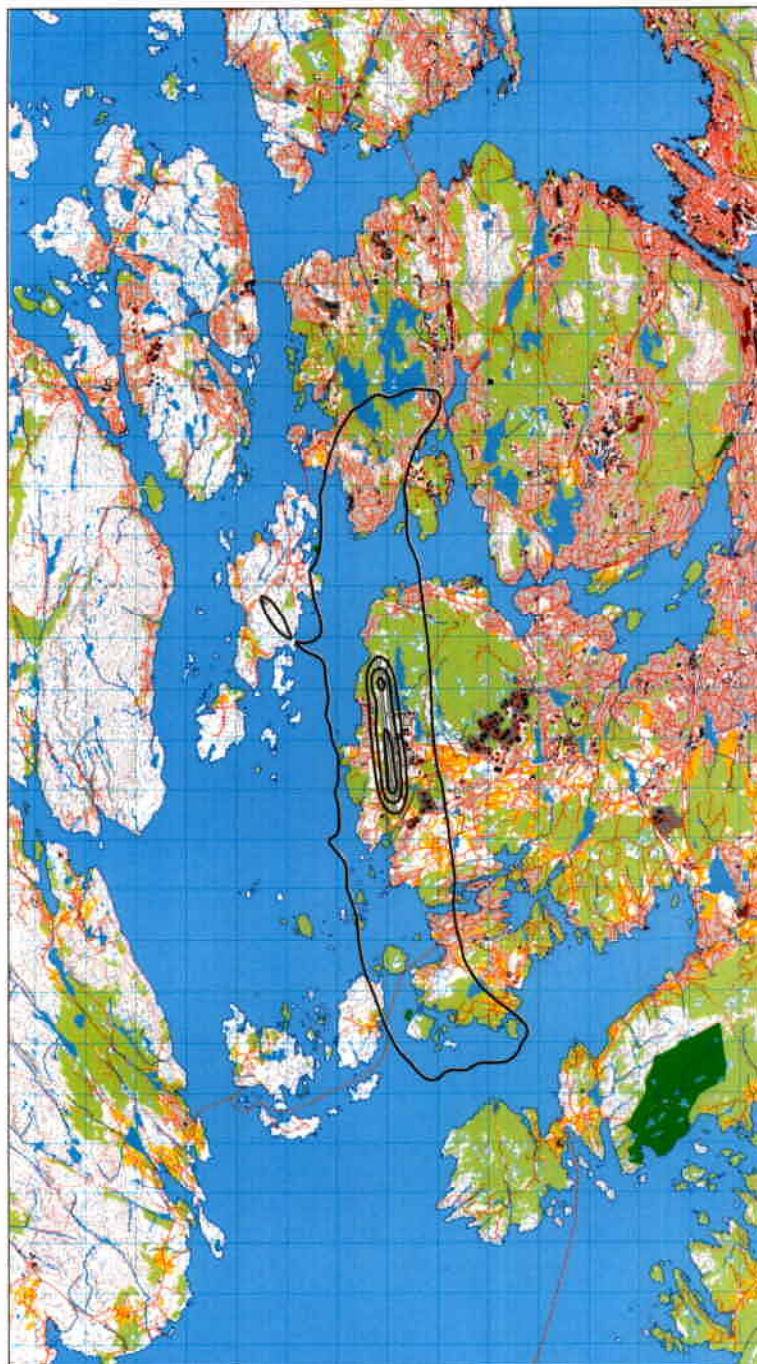
Resultatene fremkommer primært i form av koter på kart. På grunn av utstrekningen på støysonene er kartene vist i forskjellig målestokk. Alle kart er utstyrt med rutenett på 1 x 1 km. Resultatene foreligger også på digitalt format i form av SOSI-filer og er derfor tilgjengelig for uttegning i annen målestokk og andre formater.

9.1 Dagens situasjon sivil trafikk

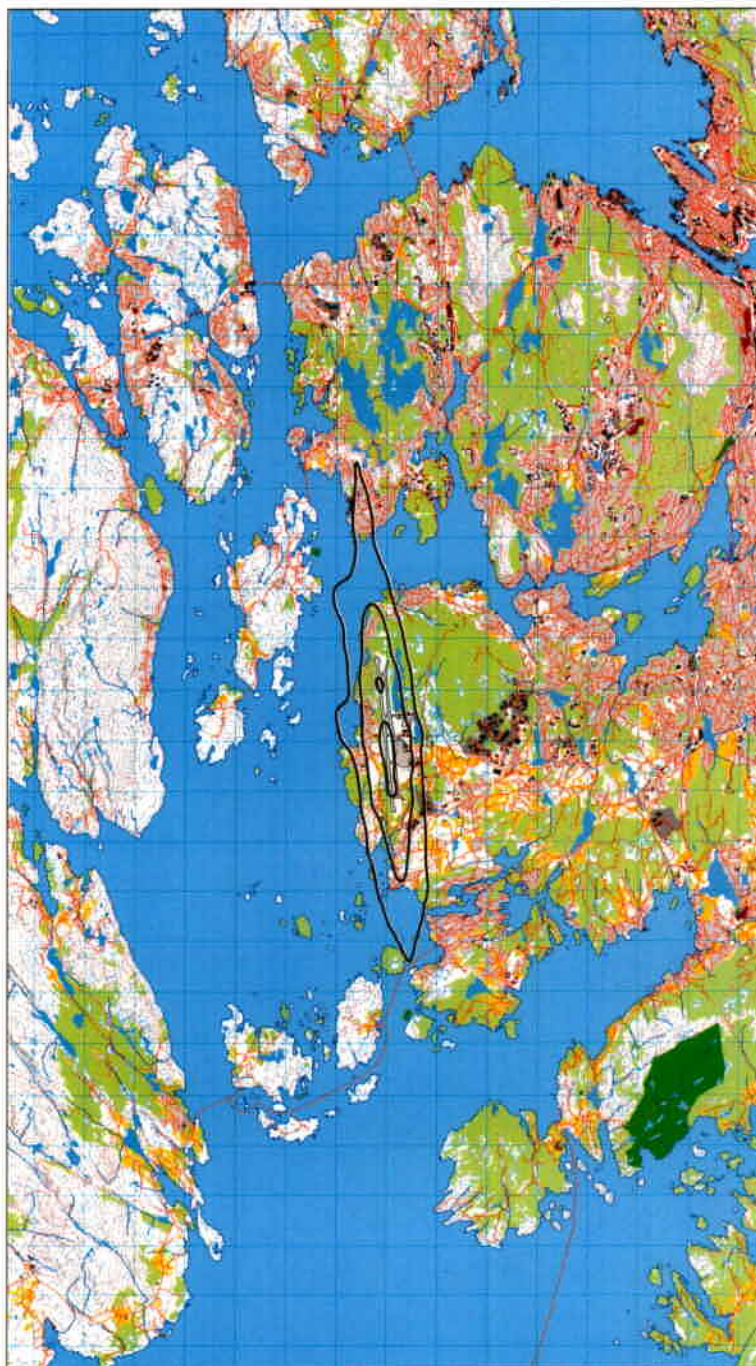
De følgende figurer viser EFN, MFN dag, MFN natt, og støysoner for dagens situasjon (sivil trafikk alene).



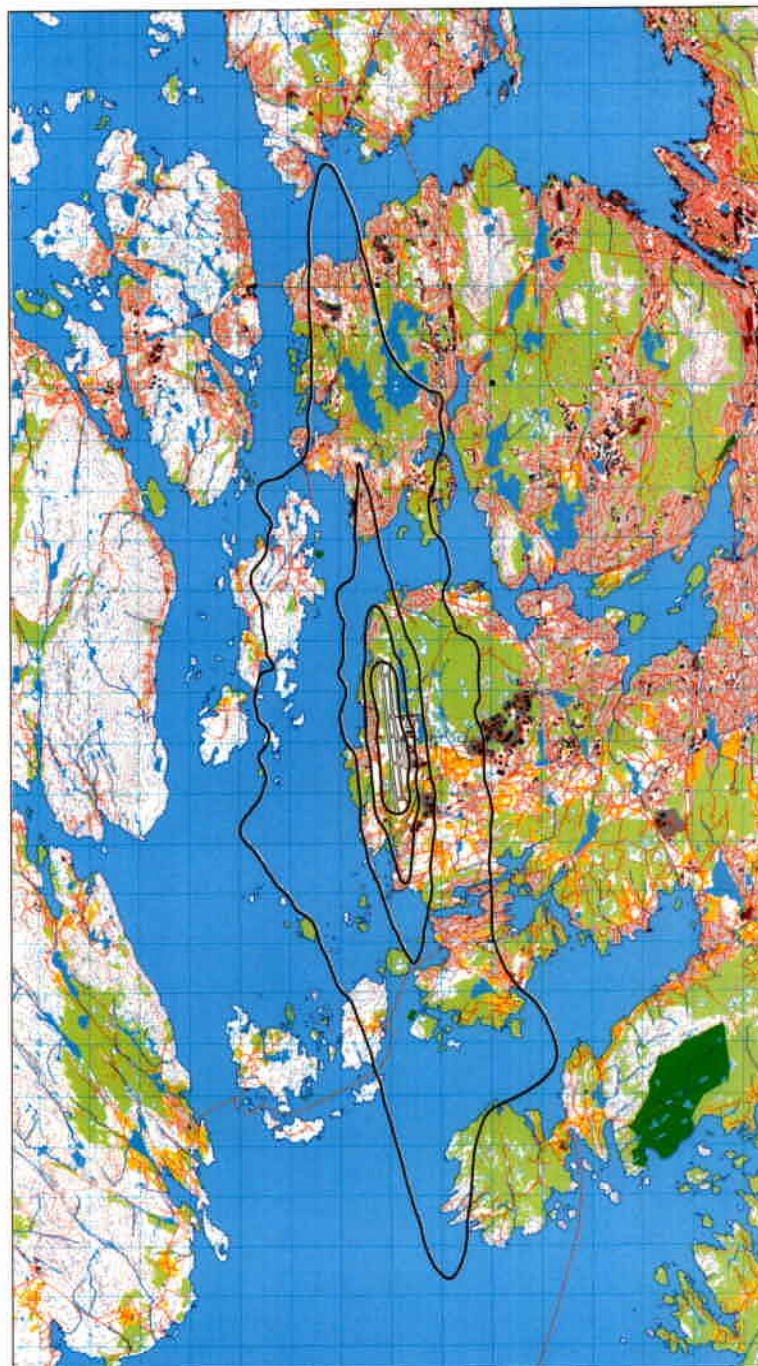
Figur 9-1 EFN 50, 60, 65 og 70 dBA for dagens situasjon (sivil trafikk).
Målestokk 1:150.000.



*Figur 9-2 MFN Dag 80, 95, 100 og 105 dBA for dagens situasjon (sivil trafikk).
Målestokk 1:150.000.*



*Figur 9-3 MFN Natt 80, 85 og 100 dBA for dagens situasjon (sivil trafikk).
Målestokk 1:150.000.*



*Figur 9-4 Støysone 1, 2, 3 og 4 for dagens situasjon (sivil trafikk).
 Målestokk 1:150.000.*

9.2 Dagens situasjon militær trafikk

Den militære trafikken foregår i det vesentlige innen for dagperioden (og etter de samme prosedyrer som den sivile trafikk). Det betyr at det ikke blir resultater for MFN natt for dette scenariet. De følgende figurer viser derfor EFN, MFN dag, og resulterende støysoner for dagens situasjon med militær trafikk alene.



*Figur 9-5 EFN 50, 60 og 65 dBA for dagens situasjon (militær trafikk).
 Målestokk 1:25.000.*



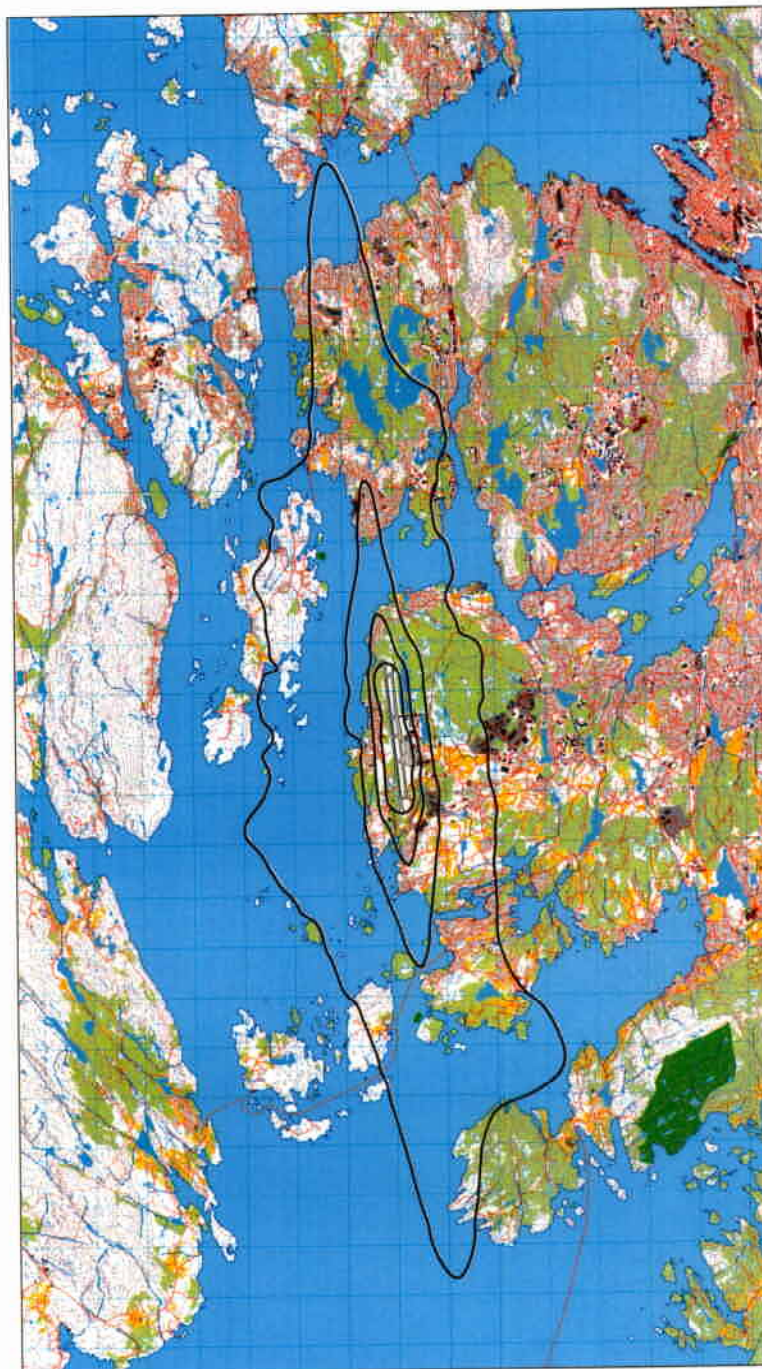
*Figur 9-6 MFN Dag 80 dBA for dagens situasjon (militær trafikk).
 Målestokk 1:25.000.*



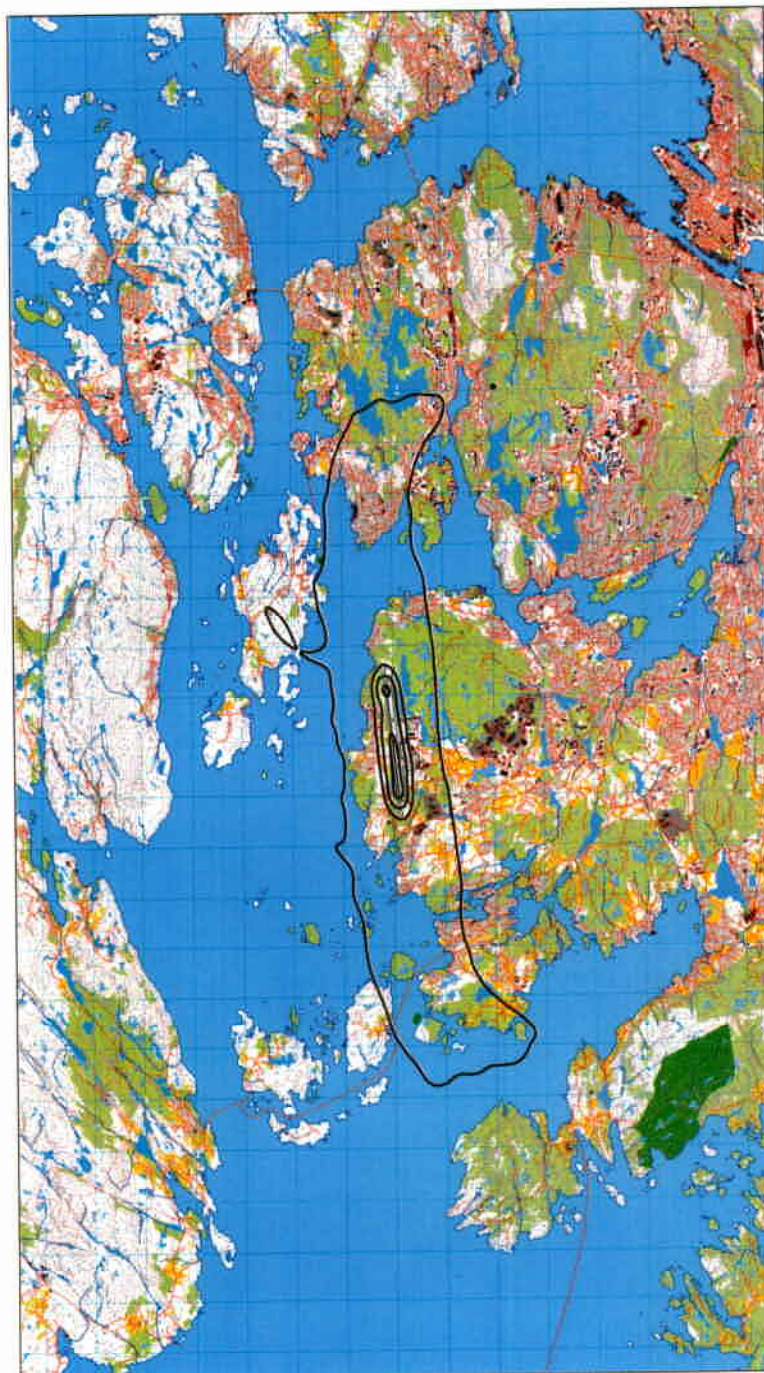
*Figur 9-7 Støysone 1, 2 og 3 for dagens situasjon (militær trafikk).
Målestokk 1:25.000.*

9.3 Dagens situasjon total trafikk

De følgende figurer viser EFN, MFN dag, MFN natt, og støysoner for dagens situasjon med samlet sivil og militær trafikk.



*Figur 9-8 EFN 50, 60, 65 og 70 dBA for dagens situasjon (total trafikk).
 Målestokk 1:150.000.*



*Figur 9-9 MFN Dag 80, 95, 100 og 105 dBA for dagens situasjon (total trafikk).
Målestokk 1:150.000.*



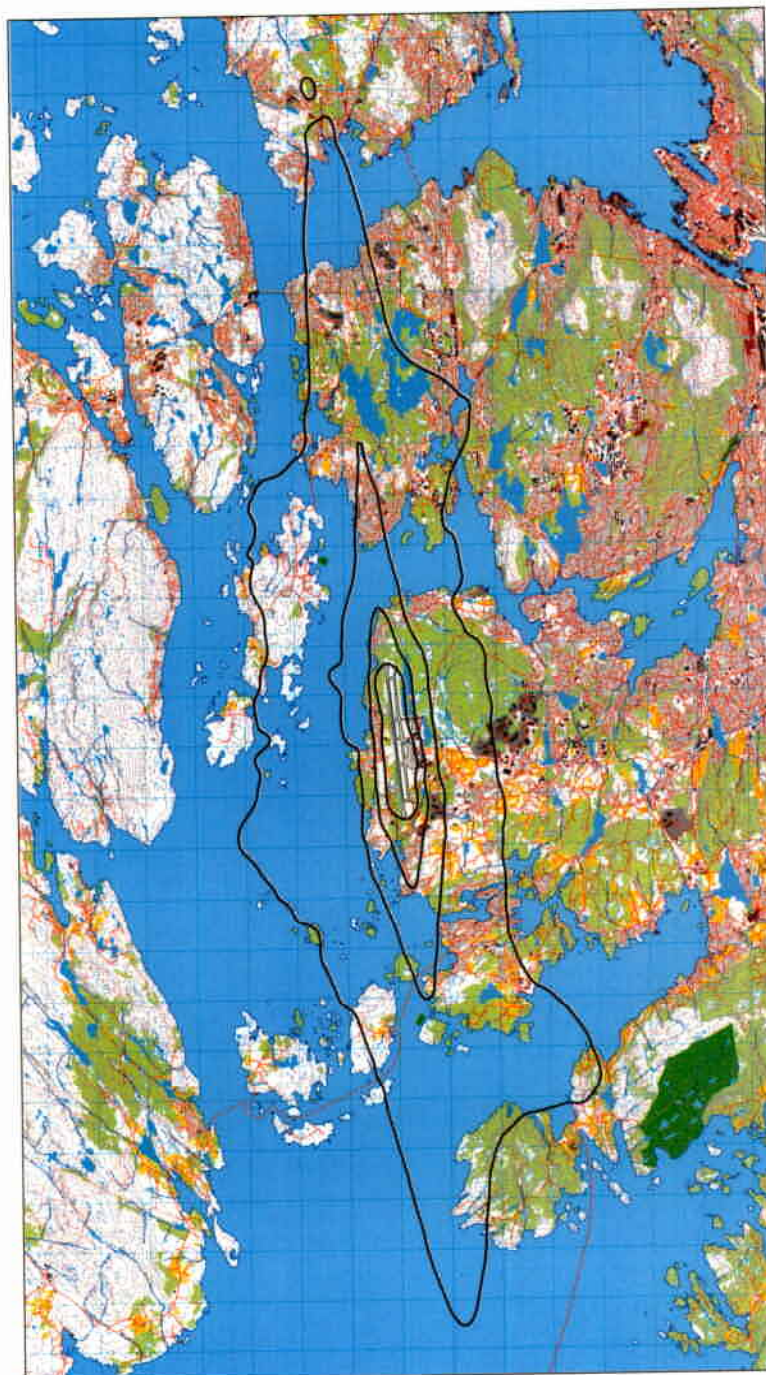
*Figur 9-10 MFN Natt 80, 85 og 100 dBA for dagens situasjon (total trafikk).
Målestokk 1:150.000.*



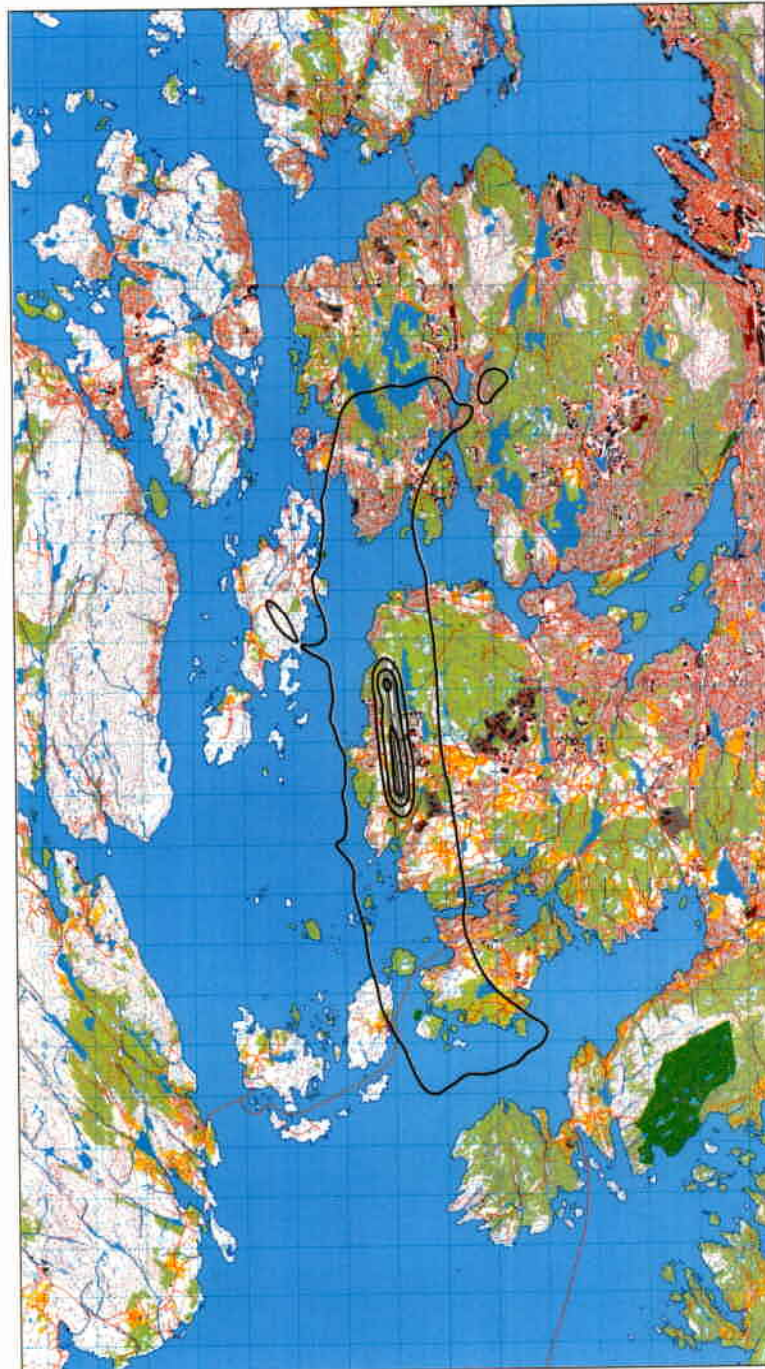
*Figur 9-11 Støysone 1, 2, 3 og 4 for dagens situasjon (total trafikk).
 Målestokk 1:150.000.*

9.4 Prognose 2014

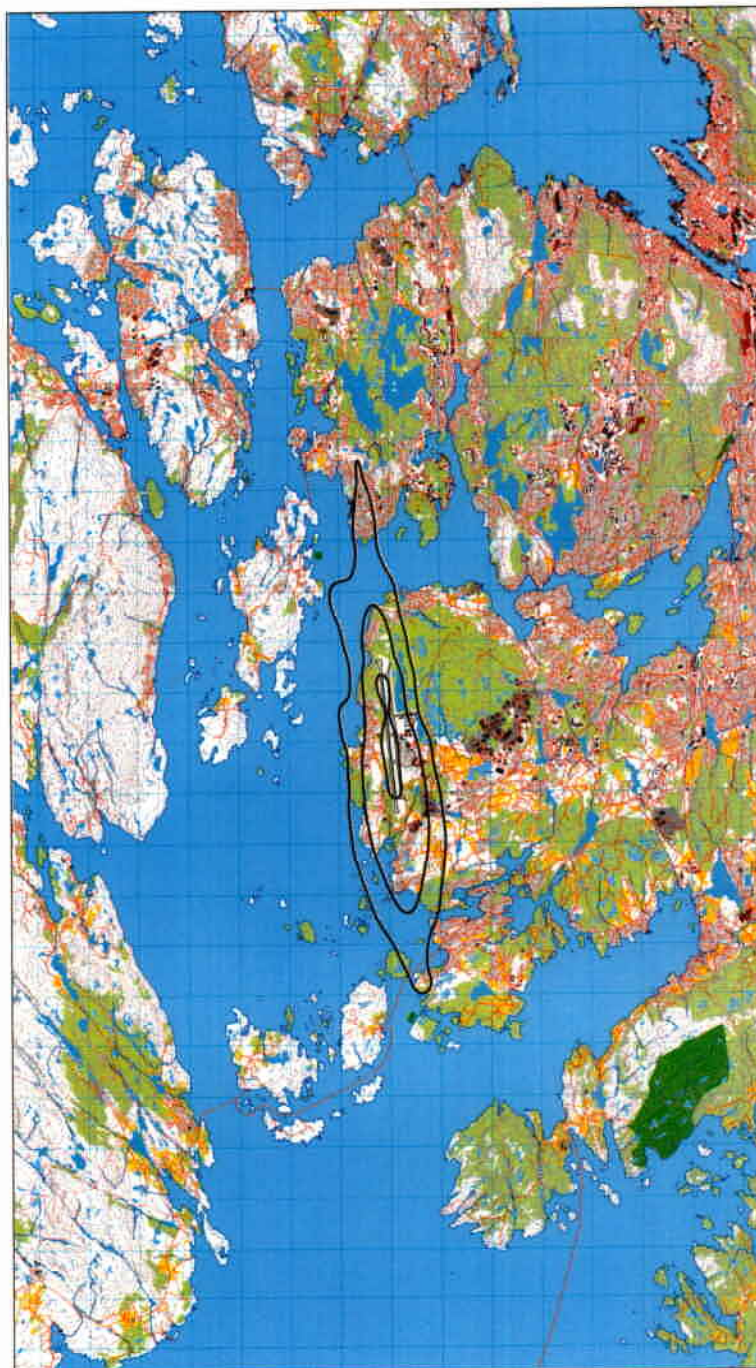
De følgende figurer viser EFN, MFN dag, MFN natt, og støysoner for prognosen for 2014 (samlet sivil og militær trafikk).



Figur 9-12 EFN 50, 60, 65 og 70 dBA for prognosen for 2014.
 Målestokk 1:150.000.



*Figur 9-13 MFN Dag 80, 95, 100 og 105 dBA for prognosen for 2014.
Målestokk 1:150.000.*



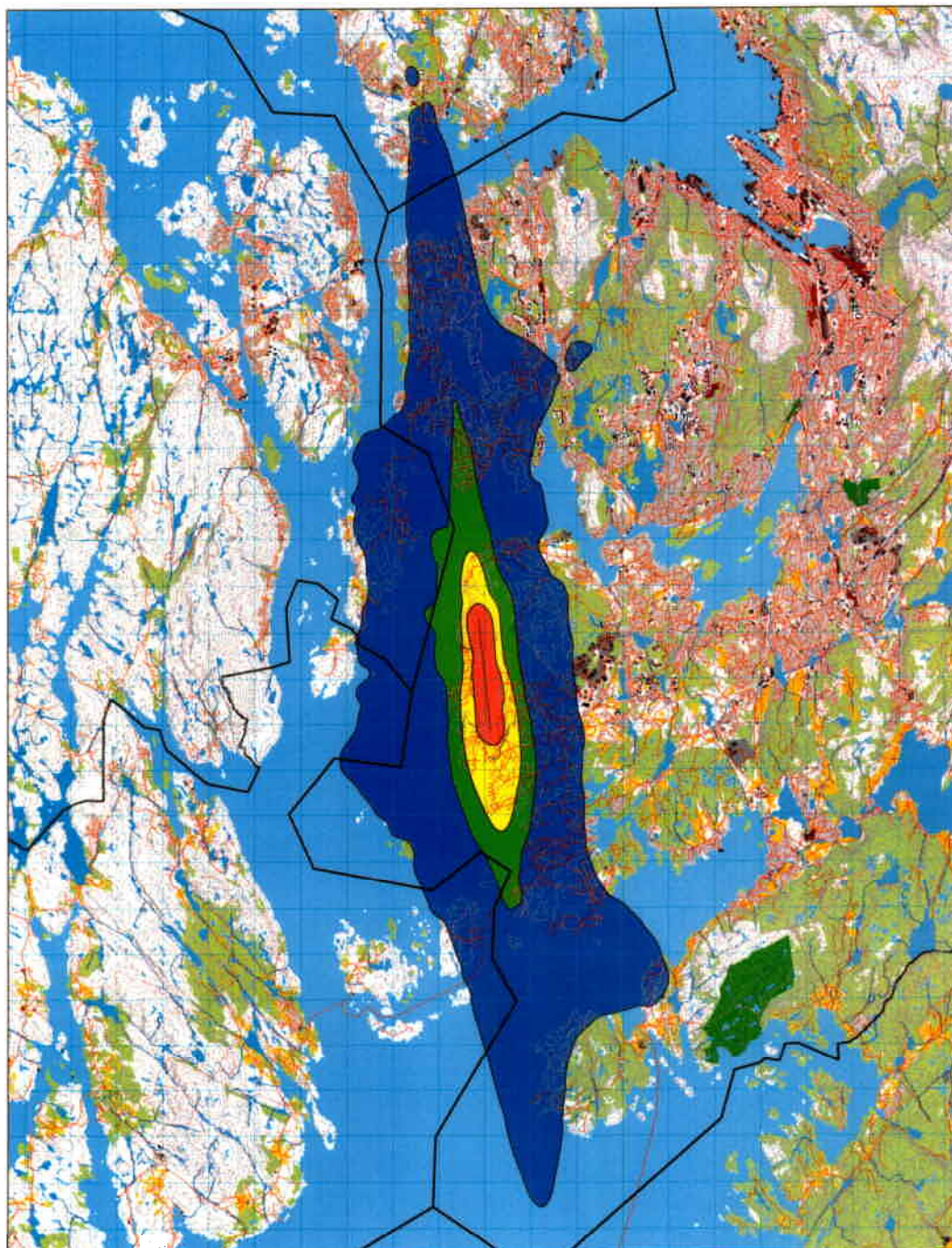
*Figur 9-14 MFN Natt 80, 85 og 100 dBA for prognosen for 2014.
Målestokk 1:150.000.*



Figur 9-15 Støysone 1, 2, 3 og 4 for prognosen for 2014. Målestokk 1:150.000.

9.5 Støysonegrenser etter T-1277

I henhold til Miljøverndepartementets retningslinje T-1277 skal støysonene settes sammen som et "verste tilfelle", i dette tilfellet av dagens situasjon og prognosen for 2014. Figur 9-11 og Figur 9-15 viser at støysonene for prognosen representerer "verste tilfelle". Støysonene er vist i figuren under.



Figur 9-16 Støysone 1 (blå), 2 (grønn), 3 (gul) og 4 (rød) i henhold til retningslinje T-1277. Målestokk 1:150.000.

Sammenlignet med støysonekartet fra 1999 [20] er totalt areal gått ned, og sonene er mer avlange. Det første skyldes at flyparken består av mindre støyende fly, det siste at det er forutsatt mindre

Datagrunnlag versjon 2

Dato: 29.04.05. Tid: 15:34

Filnavn: I:\4050\Pro\90E232_JG_Flesland\STF90 A050061.doc

bruk av visuell innflyging i forhold til tidligere. Ett forhold må også tilskrives en forbedring i beregningsmodellen NORTIM, som gir det utslag at det beregnes mer støy til siden for flyene særlig når de er nær bakken. Dette gir utslag i form av av støysone III er bredere sør for midten av rullebanesystemet.

9.6 Kartleggingsgrenser i hht forurensingsloven

Med henvisning til Tabell 2-1 vil kartleggingsgrense for utendørs støy ligge på 61 dBA frittfeltsnivå (flatt 24 timers ekvivalentnivå – LEQ24h) for totaltrafikken. Om man skal gjennomføre kartlegging av fasadeisolasjon i bygninger som er berørt av støy må bygninger innenfor denne grensen tas med. De følgende figurer viser denne grensen for dagens situasjon og prognosesituasjonen. I figurene er det også vist en tentativ tiltaksgrense på 68 dBA frittfeltsnivå. Med normal fasadeisolasjon på bygningene innenfor kartleggingsgrensen, vil bare boliger innenfor denne grensen trenge tiltak for at forskriften skal være oppfylt. Figurene inneholder også en ytre kontur som viser hvor kartleggingsgrensen ville gått dersom det var andre like sterke støykilder i området.

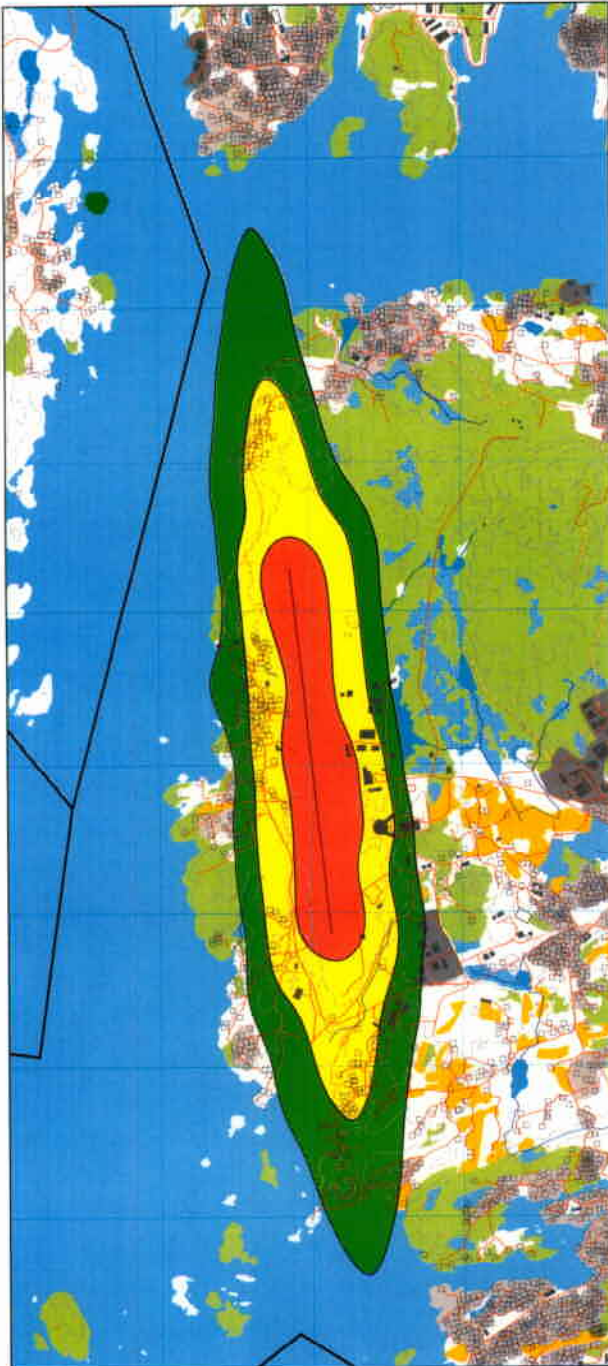
Ved hjelp av databasen Norges Eiendommer fra Norsk Eiendomsinformasjon AS er de støyømfintlige bygninger (boliger, helseinstitusjoner, skoler, mm.) innenfor kartleggingsgrensene identifisert. Dato for uttrekk fra databasen er 19. januar 2005. En liste over bygningene med eiere rapporteres separat. Listen er unntatt offentlighet. Antall bygninger innenfor de ulike konturene er vist i tabellene under.

Limits	NoOfBuildings
58.0 -- 61.0	144
61.0 -- 68.0	117
68.0 ->	0

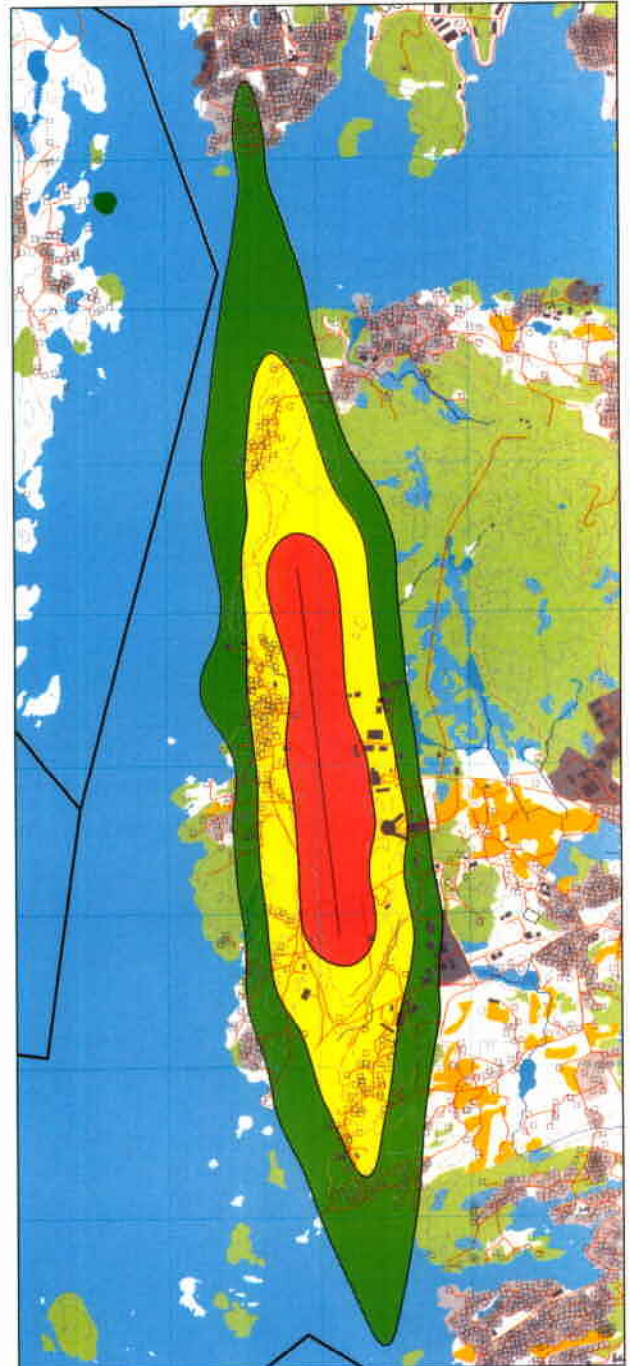
Tabell 9-1 Antall bygninger innenfor kartleggingsgrenser for dagens situasjon.

Limits	NoOfBuildings
58.0 -- 61.0	194
61.0 -- 68.0	168
68.0 ->	1

Tabell 9-2 Antall bygninger innenfor kartleggingsgrenser for prognosesituasjonen



Figur 9-17 Kartleggingsgrenser for dagens situasjon (total trafikk). Kartleggings- og tentativ tiltaksgrense for flystøy alene (61 dBA, gul, og 68 dBA, rød), samt kartleggingsgrense for flystøy sammen med annen støy (58 dBA, grønn). Målestokk 1:50.000.



Figur 9-18 Kartleggingsgrenser for prognosen for 2014. Kartleggings- og tentativ tiltaksgrense for flystøy alene (61 dBA, gul, og 68 dBA, rød), samt kartleggingsgrense for flystøy sammen med annen støy (58 dBA, grønn). Målestokk 1:50.000.

9.7 Antall mennesker bosatt innenfor LEQ 50 dBA

Miljøverndepartementet gjennomførte en kartlegging av antall personer utsatt for støy i Norge i 1999. Som ledd i dette ble det beregnet antall personer med bosted innenfor utendørs døgnekvivalent støynivå fra fly på 50 dBA og oppover i 5 dB trinn. Det henvises til SINTEF rapporten [25] som beskriver metoder og resultater. For Bergen lufthavn var utregningene basert på beregningene fra 1999 [20] for situasjonen i 1997 og prognosen for 2007.

Med utgangspunkt i de nye beregningene gjennomføres uttrekk av boliger innenfor 5 dB trinnene. Antall personer i hver boligtype beregnes ut fra et landsgjennomsnitt med en fylkesvis justering.

Resultatet av de nye beregningene vises i den følgende tabell, som også viser de tallene som ble beregnet i [25].

LEQ	Antall bosatte			
	Dagens situasjon		Prognoser	
	2004	1997	2014	2007
50.0 – 54.9	2153	2001	2685	2007
55.0 – 59.9	1440	1773	1646	1730
60.0 – 64.9	435	327	483	332
65.0 – 69.9	19	109	51	102
70.0 ->	0	11	0	9

Tabell 9-3 Antall bosatte innenfor 5 dB intervaller fra LEQ 50 dBA og høyere.

10. PROGNOSE MED 2 RULLEBANER

Masterplanen for Bergen lufthavn som er under utarbeidelse [24] behandler mulig utvikling i trafikken fram til 2050. Man omtaler situasjoner fram til 2020 som scenarier med høyt alternativ, referanse alternativ og lavt alternativ. Etter 2020 anser man trafikktutviklingen som svært usikker. For hvert tiår etter 2020 har man imidlertid ”perspektiver” for de tre respektive trender.

For en utvikling av trafikken etter høyt alternativ vil det være behov for å bygge en ekstra rullebane i parallell med eksisterende rullebane klar til bruk i 2025. Det gjennomføres derfor en grov analyse av de støymessige konsekvenser ved å avvikle trafikken for 2025 på to baner.

Dette kapittel viser grunnlaget for en slik beregning i form av prognosetall, mønster for trafikk avvikling og resulterende støysoner.

10.1 Fysisk plassering av ny rullebane

Koordinater for ny parallellbane er levert av ASPLAN VIAK og er identisk med en de som ble brukt for en forstudie i år 2000 [26]. I tabellen under er koordinatene transformert til UTM89 sone 32 og vist sammen med koordinatene for eksisterende bane. Den nye rullebanen er gitt betegnelsen 17L/35R (uten at navnet på eksisterende bane er endret her).

RWY	FromEast	FromNorth	FromElev	ToEast	ToNorth	ToElev	Direction	Length
17	290872	6691298	50.3	291136	6688862	44.5	174	2450
35	291136	6688862	44.5	290872	6691298	50.3	354	2450
17L	291835	6692044	50.3	292036	6690158	50.3	174	1897
35R	292036	6690158	50.3	291835	6692044	50.3	354	1897

Tabell 10-1 Rullebanenes koordinater i UTM89 sone 32.

Avstanden mellom rullebanene er oppgitt til å være 1035 meter som skal tilfredsstillere krav fra ICAO for uavhengig trafikkavvikling ved IFR forhold.

I beregningsgrunnlaget gjøres det en editering av topografien i et rektangel som har bredde 300 meter langs senterlinjen til den nye rullebanen og har en lengde som strekker seg 100 meter lengre i hver ende av rullebanen. Rektangelet leges inn med kotehøyde på 50.3 meter og med bakkekarakteristikk som akustisk myk. Innen for dette rektangelet legges så rullebanen inn som hard flate med bredde på 45 meter.

10.2 Prognosetall for trafikken i 2025

Masterplanen [24] har tall for trafikkmengdene brutt ned på rute/charter (fordelt på innland, utland og samlet) samt ”øvrig” trafikk angitt for hvert tiår fra 2010 og utover. Siden det i koding av type flyging ikke skilles om et rutefly går innen- eller utenlands, er ikke NORTIM uten videre i stand til å skille disse. I beregningene benyttes derfor tallene for sum rute/charter.

For 2025 er det interpolert lineært mellom tallene for 2020 og 2030 i henhold til høyt alternativ fra Masterplanen. Det gir en økning på sum rute/charter på 77 % fra 2004, mens den øvrige trafikk økes med 25 %.

I beregningen byttes alle SAS sine MD 80 maskiner ut med B737 av tilsvarende størrelse. Finnair og andre selskaper (hovedsakelig charter) benytter i dag MD83 som i 2025 sannsynligvis vil være ute av drift. Disse er i beregningene erstattet med A320.

10.3 Endret flygemønster med 2 rullebaner

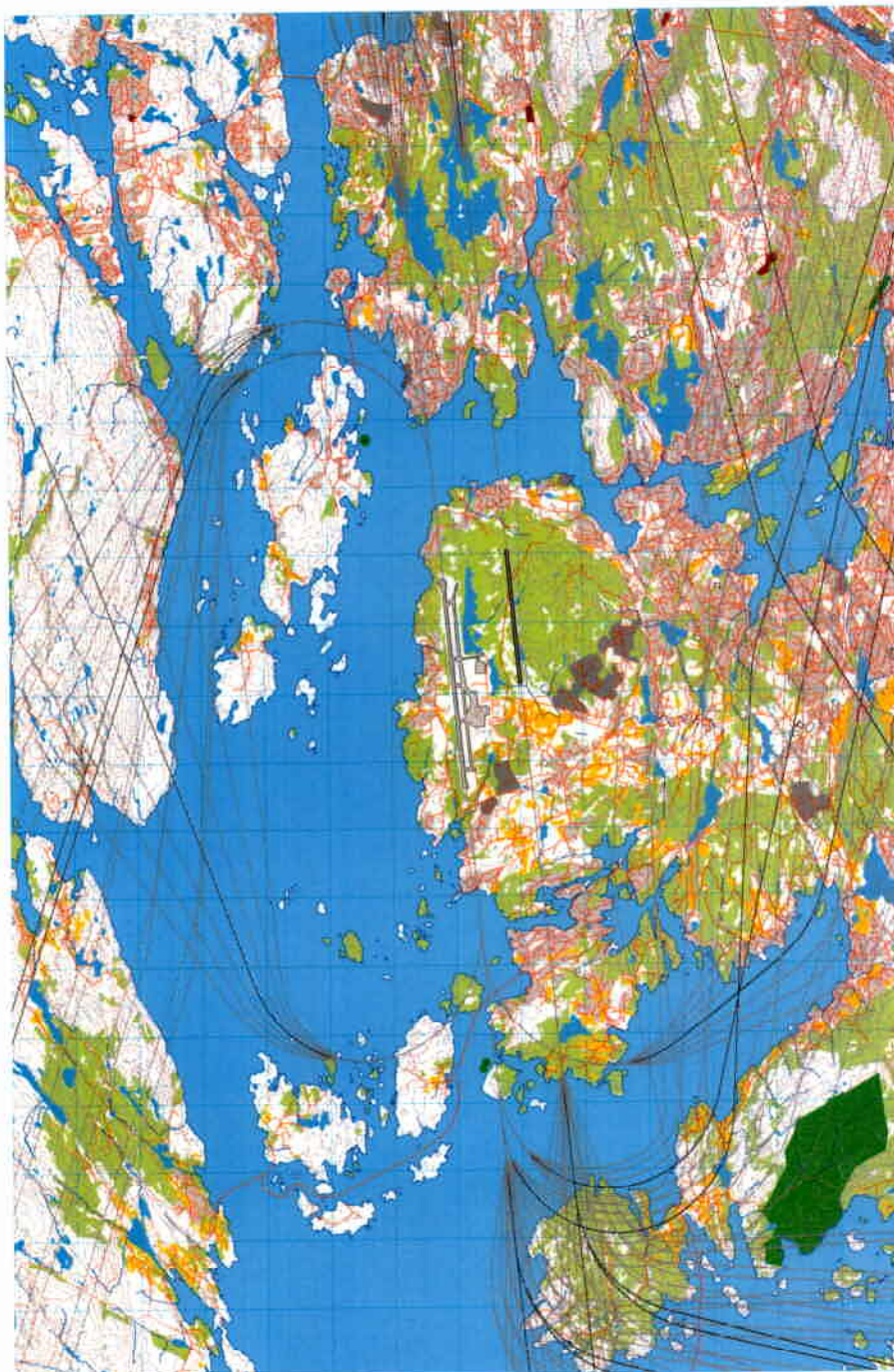
Det er forutsatt at den østre bane bare skal benyttes av jetfly. Trafikk til/fra destinasjoner i øst og sydpøst med jetfly legges til den østre rullebanen så fremt avstand til destinasjon ikke er så stor at lengre rullebane trengs. Det er valgt å la all trafikk som har distanse til destinasjon på over 500 NM ligge uendret på vestre bane, med unntak av København ruten hvor 50 % av trafikken flyttes over på østre bane.

Traséene for jetfly blir dermed som vist i de to følgende figurer hvor også spredningen er vist. Kartene inneholder operasjonene både på østre og vestre bane. Traséene på østre bane er fremkommet ved ren parallellforskyvning fra vestre.

For den øvrige trafikken benyttes de samme traséer som er vist fra Figur 6-3 til Figur 6-9. Det må forventes at det blir endringer for VFR trafikken, både med hensyn på sjekkpunktet øst av flyplassen og for landingsrundene. Betydningen av dette for støysonekartet er imidlertid neglisjerbar.



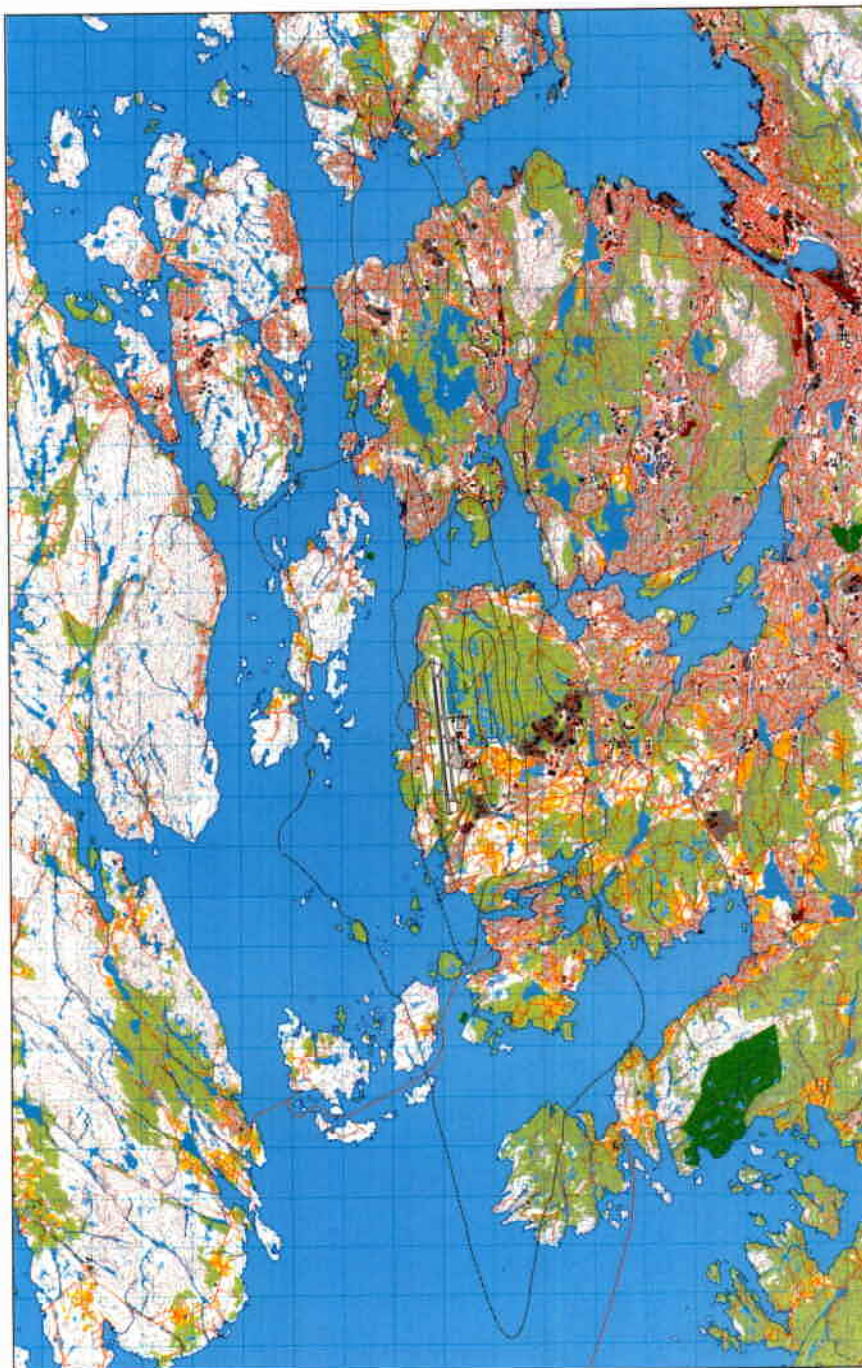
Figur 10-1 Avgangstraséer for jetfly med to rullebaner. M 1:150 000.



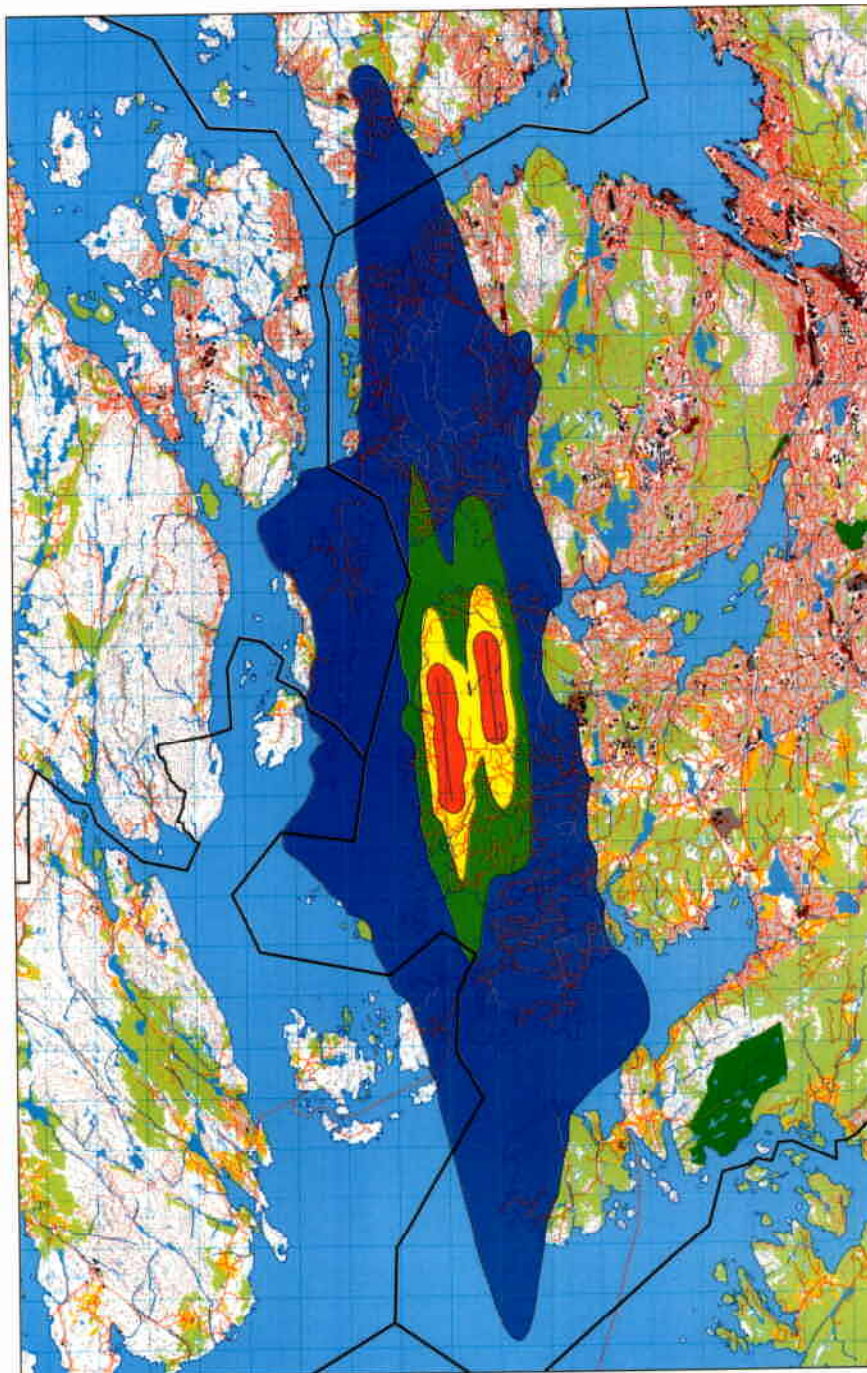
Figur 10-2 Landingstraséer for jettfly med to rullebaner. M 1:150 000.

10.4 Resultater for 2025

Med det grunnlag som er beskrevet over er det foretatt beregning med NORTIM for situasjonen i 2025. Grunnlaget genererer 208 180 støykilder (linjesegmenter). Beregningene foretas med en oppløsning på 512 fot mellom beregningspunktene. Totalt beregnes støynivået i 9392 punkter og disse punktverdiene danner grunnlaget for å trekke støykoter. Sonengrenser er vist i de to følgende figurer, en som kun viser kotene og en som viser sonene som flater.



Figur 10-3 Støysonegrenser for 2 rullebaner i 2025. Kotene viser yttergrense for støysone I, II, III og IV regnet utenfra. Målestokk 1:150 000.



Figur 10-4 Støysone I (blå), II (grønn), III (gul) og IV (rød) for 2 rullebaner i 2025. Målestokk 1:150.000.

Mens det for dagens rullebane er lagt inn taksing på egen taksebane er det i beregningen forutsatt backtracking på den nye rullebanen. Denne forenklingen medfører at støysone IV er usymmetrisk om vestre rullebane, men symmetrisk om østre.

I den følgende tabellen er arealene for støysone I-IV for dagens situasjon, prognosen for 2014 samt prognosen for 2025 vist.

Støysone	Areal (km ²)		
	2004	2014	2025
I	53.11	60.70	72.30
II	6.64	8.10	9.99
III	2.24	3.73	4.39
IV	1.51	1.70	2.49
Totalt	2120	295	304

Tabell 10-2 Areal innenfor støysonene for alle scenarier.

11. LITTERATUR

- [1] B. Griefahn:
MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE.
Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Nice, Frankrike, juli 1993.
- [2] T. Gjestland:
VIRKNINGER AV FLYSTØY PÅ MENNESKER.
ELAB-rapport STF44 A82032, Trondheim, april 1982
- [3] Flystøykommisjonen:
STØYBEGRENSNING VED BODØ FLYPLASS.
Rapport nr. TA-581, Oslo, mars 1983
- [4] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. Granøien, J. M. Fields:
RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU.
ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, November 1990
- [5] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien:
RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.
SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994
- [6] A. Krokstad, O. Kr. Ø. Pettersen, S. Å. Storeheier:
FLYSTØY; FORSLAG TIL MÅLEENHETER, BEREGNINGSMETODE OG
SONEINDELING.
ELAB-rapport STF44 A81046, revidert utgave, Trondheim, mars 1982
- [7] Miljøverndepartementet:
T-1277 RETNINGSLINJER ETTER PLAN- OG BYGNINGSLOVA OM AREALBRUK I
FLYSTØYSONER
<http://odin.dep.no/md/norsk/regelverk/rikspolitiske/022005-990564>
Lagt inn 8. mars 1999 av Statens forvaltningstjeneste, ODIN-redaksjonen

AREALBRUK I FLYSTØYSONER.
Retningslinjer T-1277, Oslo, april 1999 (Papirutgaven).
- [8] Miljøverndepartementet:
RETNINGSLINJER FOR FYLKESMANNENS MEDVIRKNING SOM STATLIG
FAGMYNDIGHET FOR STØY VED PLANER ETTER BYGNINGS-LOVEN OG
VEGLOVEN.
Rundskriv T-1/86, 25 februar 1986
- [9] Idar L N Granøien, Rolf Tore Randeberg, Herold 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, 16 December 2002.

- [10] T. Gjestland, I. Granøien, K. H. Liasjø, H. Olsen:
STØYSJENANSE. SAMMENLIGNING AV STØY FRA HELIKOPTER OG JETFLY.
SINTEF DELAB Rapport STF40 A91118, Trondheim, september 1991.
- [11] H. Olsen, K. H. Liasjø, 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
- [12] G. G.: Flemming et. al.:
INTEGRATED NOISE MODEL (INM) VERSION 6.0 TECHNICAL MANUAL
U.S. Department of Transportation, Report No.: FAA-AEE-01-04, Washington DC, June
2001.
- [13] 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, February 1990
- [14] G. G. Fleming, E. J. Rickley:
HNM - HELIPORT NOISE MODEL, VERSION 2.2. USER'S GUIDE.
Federal Aviation Administration, Report No. DOT/FAA/EE-94-01, February 1994
- [15] Miljøstyrelsen:
STØJ FRA FLYVEPLADSER
Veiledning fra miljøstyrelsen Nr 5, 1994
- [16] Miljøverndepartementet:
FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING
(FORURENSNINGSFORSKRIFTEN).
Forskrift FOR-2004-06-01-931, Oslo juni 2004
<http://www.lovdata.no/for/sf/md/md-20040601-0931.html>
(Del 2, kapittel 5).
- [17] Arild Brekke:
NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE
STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II.
Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave. Oslo, juni 1998.
- [18] Kåre H. Liasjø:
MØTE OM KARTLEGGING AV FLYSTØY I HENHOLD TIL FORSKRIFTEN TIL
FORURENSNINGSLOVEN
Referat fra møte i SFT Oslo, 25 juni 1999.
- [19] MODELLING OF LATERAL AND VERTICAL DISPERSION OF FLIGHT PATHS
Kapittel 10 i
European Civil Aviation Conference:
STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL
AIRPORTS
ECAC.CEAC Doc.29 Second Edition, Strasbourg, 3/7/97. (Under revisjon)

- [20] Idar Ludvig Nilsen Granøien:
STØYSONEGRENSER FOR FLESLAND FLYSTASJON – BERGEN LUFTHAVN
SINTEF rapport STF40 F99054, oktober 1999.
- [21] International Civil Aviation Organization:
AIRCRAFT TYPE DESIGNATORS
ICAO Doc 8643/32, mai 2004.
- [22] International Civil Aviation Organization:
LOCATION INDICATORS
ICAO Doc 7910/111, mars 2004.
- [23] Avinor AS:
AIP NORWAY, AMDT 01/05
Oslo januar 2005.
- [24] Avinor AS:
MASTERPLAN FOR BERGEN LUFTHAVN FLESLAND
Utkast datert Oslo 10. februar 2005.
- [25] Idar L N Granøien, H Olsen, O M Arntzen, A Ustad, T Berg:
NASJONALE MÅL FOR STØY. KARTLEGGING AV ANTALL PERSONER BERØRT
AV FLYSTØY.
SINTEF rapport STF40 A99037. Trondheim, 25. juni 1999.
- [26] Idar L N Granøien:
STØYBEREGNINGER FOR ET FREMTIDSSCENARIUM FOR FLESLAND MED 2
PARALLELLE RULLEBANER
SINTEF notat 40-2000-2441, Trondheim, mars 2000.