

Rapport

Støysoner etter T-1442/2012 for Skien lufthavn Geiteryggen

Forfatter(e)

Idar Ludvig Nilsen Granøien
Femke Berre Gelderblom



Foto: Skien Lufthavn AS

SINTEF IKT

Postadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 Trondheim

Sentralbord: 73593000
Telefaks:

postmottak.IKT@sintef.no
www.sintef.no
Foretaksregister:
NO 948 007 029 MVA

Rapport

Støysoner etter T-1442/2012 for Skien lufthavn Geiteryggen

EMNEORD:

Akustikk; støy

VERSJON

1.0

DATO

2014-04-25

FORFATTER(E)Idar Ludvig Nilsen Granøien
Femke Berre Gelderblom**OPPDRAGSGIVER(E)**

Skien Lufthavn AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

Magne Ryggetangen

PROSJEKTNR

102006677

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

32, inklusive 1 vedlegg

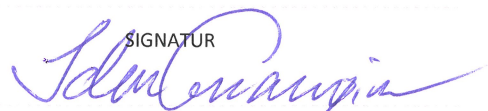
SAMMENDRAG

Det er utarbeidet støysonekart for Skien lufthavn Geiteryggen i henhold til reglene i Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2012. Støyberegningene foretas med NORTIM, verktøyet som tar hensyn til topografi ved beregning av lydutbredelse. Støysonekart er dimensjonert av en prognose for aktiviteten 10 år fram i tid.

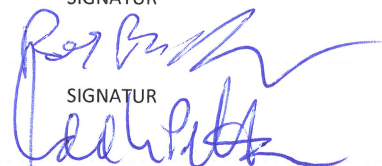
Beregningene viser at det er bebyggelse med støymfintlig bruksformål innenfor kartleggingsgrensene for flystøy relatert til forurensningsforskriften. Støynivåene på disse bygningene forventes imidlertid å ha god margin i forhold til behov for tiltak med tanke på å tilfredsstille kravene for innendørs støynivå.

UTARBEIDET AV

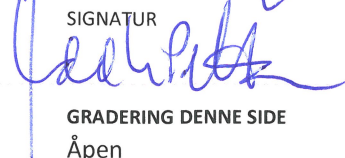
Idar Ludvig Nilsen Granøien

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Rolf Tore Randeberg

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Odd Kristen Østern Pettersen

SIGNATUR**RAPPORTNR**

SINTEF A26082

ISBN

978-82-14-05351-7

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2014-04-10	Første utkast til rapport

1.0	2014-04-23	Endelig versjon
-----	------------	-----------------

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	5
2	GENERELT OM FLYSTØY	6
2.1	Flystøyens egenskaper og virkninger	6
2.1.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy	6
2.1.2	Generell sjenanse som følge av flystøy	7
3	MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE	8
3.1	Måleenheter	8
3.2	Støysoner til arealplanlegging	9
3.2.1	Definisjon av støysoner	9
3.2.2	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer	9
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	Strategisk støykartlegging.....	12
5	OMGIVELSER	13
5.1	Digitalt kartgrunnlag	13
5.2	Digital terrengmodell	14
5.3	Rullebane	14
6	AKTIVITETEN PÅ SKIEN LUFTHAVN GEITERYGGEN	15
6.1	Dagens aktivitet	15
6.2	Prognose	16
7	FLYTYPER	17
8	FLYMØNSTER OG FORDELING AV TRAFIKKEN	18
8.1	Trasémønster	18
8.2	Flygeprofiler	21
9	BEREGNINGSPARAMETERE	22
9.1	Beregning av flystøy	22
10	RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442	23
11	RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN	28

12	LITTERATUR.....	30
A	Vedlegg Flytyper og substitusjoner.....	32

1 INNLEDNING

SINTEF er engasjert av Skien lufthavn AS for å utarbeide støysonekart for aktiviteten ved flyplassen. Prosjektansvarlig og kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Magne Ryggetangen.

Prosjektet er utført ved SINTEF IKT med Idar L. N. Granøien som prosjektleder. Prosjektansvarlig i SINTEF IKT har vært Odd Kr. Ø. Pettersen.

Denne rapporten har et standard format med gjennomgang av grunnlagsmateriale for regelverket i Norge, presentasjon av beregningsprogrammet, beskrivelse av dataunderlaget 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.

2.1 Flystøyens egenskaper og virkninger

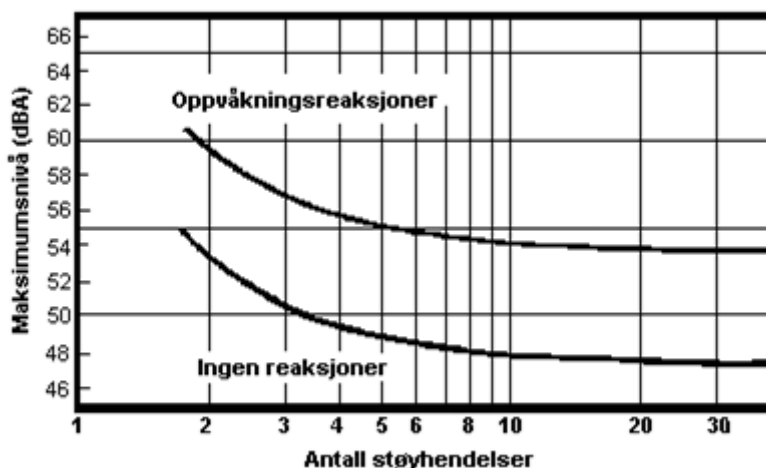
Flystøy har en del spesielle egenskaper som gjør den forskjellig fra andre typer trafikkstøy. Varigheten av en enkelt støyhendelse er forholdsvis lang, nivåvariasjonene fra gang til gang er gjerne store og støynivåene kan være kraftige. Det kan også være lange perioder med opphold mellom støyhendelsene.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

Folk som utsettes for flystøy rapporterer flere ulemper. De to viktigste typer er forstyrrelse av søvn eller hvile og 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** (søvn dybde) 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. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

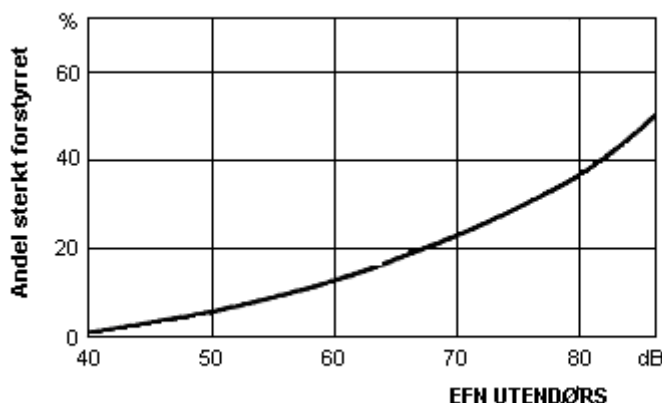
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

2.1.2 Generell sjenanse som følge av flystøy

Generell støysjenanse kan betraktes som en sammenfatning av de *ulemp*er som en opplever at flystøyen medfører i den perioden man er våken. De mest vanlige beskrivelser er knyttet til *stress og irritasjon*, samt *forstyrrelser ved samtale og lytting* til radio, fjernsyn og musikk (se [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 gjennomsnitts 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 bekreftet i store trekk både kurveform og rapportert sjenanse for flystøy ved de normalt forekommende belastningsnivåer i boligområder innenfor flystøysonene [4]. Tilsvarende funn ble 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].

3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

Miljøverndepartementet ga i juli 2012 ut retningslinje T-1442/2012 for behandling av støy fra forskjellige støykilder [7]. Denne erstattet retningslinje T-1442 fra januar 2005. T-1442 endret i sin tid både måleenheter og definisjoner av støysoner.

3.1 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.

På begynnelsen av 1980-tallet ble det i Norge utarbeidet to spesielle enheter for karakterisering av flystøy, nemlig Ekvivalent Flystøynivå (EFN) og Maksimum Flystøynivå (MFN), begge basert på lydnivåmålinger i dBA. Enhetene ble definert i ref. [6] og lagt til grunn i retningslinjen fra 1984 og senere i 1999. Ved innføringen av ny retningslinje i 2005 ble enhetene erstattet med henholdsvis L_{den} og L_{5AS} .

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 hendelsene forekommer. På natt er vekt faktoren 10, på dag er den 1. På kveld adderer L_{den} 5 dB til støyhendelsene. Et tillegg på 5 dB tilsvarer at ett fly på kveld teller som drøyt 3 på dagtid, mens et fly på natt teller som 10 på dag. T-1442 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.

MFN var definert som det høyeste A-veide lydnivå som regelmessig forekommer i et observasjonspunkt, og som klart kan tilskrives flyoperasjoner. "Regelmessig" ble definert til en hyppighet på minimum 3 ganger per uke. I T-1277 ble det regnet separat maksimumsnivå for natt (22–07) og dag (07–22). MFN var ment å skulle gi utslag dersom maksimumsnivå skulle gi større ulemper enn det som beregnet ekvivalentnivå skulle innebære.

Maksimumsnivået L_{5AS} er i [7] definert som det lydnivå "som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs. et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser". Denne enheten kommer bare til anvendelse for hendelser som forekommer på natt mellom 23 og 07, og var ment å skulle erstatte 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 prosentstøt, vil man derfor ikke uten videre vite hvor mange hendelser dette representerer.

Retningslinje T-1442/2012 definerer forøvrig ikke begrepet "hendelse". Det betyr at det ikke er gitt hvor mye støy som skal til for at man skal inkludere noe som en hendelse. I veilederen til T-1442/2012 [8] er dette imidlertid rettet på, slik at det er mulig å beregne størrelsen. Avklaringen i veilederen medfører at L_{5AS} beregnes som MFN på natt, med den forskjell at tidsrommet som betraktes er redusert med en time på kvelden, siden L_{5AS} beregnes for tidsrommet 23–07. Dette er i tråd med uttalt intensjon om at overgang fra MFN til L_{5AS} alene ikke skulle medføre endringer.

Tabell 3-1. Oppsummering av måleenheter.

Måleenhet	Forklaring
L_{den}	A-veiet ekvivalent lydtrykknivå for et helt døgn, korrigert for dag-, kveld- og nattperioder, henholdsvis 0 dB, 5 dB og 10 dB.
L_{5AS}	Det A-veide nivå målt med tidskonstant «Slow» på 1 sek som overskrides i 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode (T-1442 benytter 8-timers nattperiode 23-07) dvs et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser.
$L_{p,Aeq,T}$ L_{AeqT}	Det ekvivalente lydnivået (angis også som L_{Aeq}) er et mål på gjennomsnittlig (energimidlet) nivå for støy over en bestemt periode T (oftest 24 timer).
L_{night}	A-veiet ekvivalentnivå for 8-timers nattperiode 23-07.
$L_{p,AFmax}$	A-veiet maksimalt nivå målt med tidskonstant «Fast».

3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442/2012 definerer 2 støysoner, gul og rød sone til bruk i arealplanlegging. I tillegg benyttes betegnelsen ”hvit sone” om området utenfor støysonene. Kommunene anbefales også å etablere ”grønne soner” på sine kart for å markere ”stille områder som etter kommunens vurdering er viktige for natur- og friluftsinnteresser”. Hvit og grønn sone skal med andre ord ikke betraktes som støysoner.

3.2.1 Definisjon av støysoner

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

De to støysonene er i retningslinjen definert som vist i den følgende tabell. Det fremgår at hver sone defineres med 2 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 3-2. Kriterier for soneinndeling. Ytre grense i dB, frittfeltsverdier.

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

3.2.2 Utarbeidelse av støysonkart 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 støysonkart 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 kommuneplan. 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.

3.3 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. Under forutsetning av at beregningsmodellen nyttes innenfor sitt gyldighetsområde og at datagrunnlaget gir en riktig beskrivelse av flygemønsteret rundt flyplassen, så må det derfor gjøres meget lange måleserier for å oppnå samme presisjonsnivå som det beregningsprogrammet gir.

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

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

I retningslinje T-1277 ble det lagt til grunn at den travleste sammenhengende 3-måneders periode på sommerstid (mellom 1. mai og 30. september) skulle benyttes som trafikkgrunnlag. Sommeren har vært valgt siden EFN ble innført som måleenhet, basert på en antakelse om at sommeren representerte den tid av året da støyen hadde størst negative utslag i forhold til utendørs aktivitet. Også det faktum at flere sover med åpent vindu om sommeren ble tillagt vekt.

Veilederen til T-1442/2012 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC¹ om at det skal benyttes et årsmiddel av trafikken. Det gis imidlertid en liten åpning for fortsatt å bruke 3 måneder på sommeren dersom trafikken er sterkt sesongpreget (turisttrafikk).

Militære øvelser som forekommer minst hvert 2. år, skal inngå i trafikkgrunnlaget.

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [9, 10] eller spesialutgaver av dette (REGTIM og GMTIM). Programmene er utviklet av SINTEF for de norske luftfartsmyndigheter og var opprinnelig basert på rutiner fra programmet Integrated Noise Model (INM), utviklet for det amerikanske luftfartsverket, FAA. Programmene har imidlertid gjennomgått en betydelig modernisering og har svært lite igjen av den opprinnelige kildekode.

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 alle de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjene. Beregning av MFN og EFN er således supplert med L_{den} og L_{5AS} . Andre støymål som beregnes er blant annet ekvivalentnivået, L_{Aeq} , for dag og for natt eller for hele det

¹ EU Directive 2002/49/EC Assessment and management of environmental noise.

dimensjonerende middeldøgn. Beregningsresultatene fremkommer 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 [11] ble tatt i bruk. Årsaken var at den moderne flyparken har andre karakteristika enn de som ble benyttet da de grunnleggende rutiner ble utviklet sent på 1970 tallet. De gamle rutiner var utelukkende empirisk utviklet, mens de nye er en blanding av empiri og teori. Bakkedemping er basert på en teoretisk modell [12], mens direktivitet er basert på måleserier på Gardermoen i 2001 [13] 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 [11].

Beregningsprogrammet inneholder en database for 275 ulike flytyper. Databasen er i hovedsak en kopi av INM 6.0c databasen [14] og senere oppdateringer av denne, supplert med profiler fra NOISEMAP [15] og med korrigerede støydata for 2 flyfamilier [11]. Ved bruk av en liste over substitutter for flytyper som ikke inngår i databasen, kan det beregnes støy fra omlag 650 forskjellige typer fly. I tillegg er det mulig å legge inn brukerdefinerte data for fly- og helikoptertyper som ikke er definert i databasen. I slike situasjoner hentes data fra andre anerkjente kilder eller egne målinger.

4 KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble første gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven, ble senest revidert i 2004 [16] og omtales nå som forurensningsforskriften.

4.1 Innendørs støy

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

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 Norges Byggforskningsinstitutt utredning om fasadeisolasjon [17], som er revidert av Brekke og Strand [18], er det valgt tre forskjellige tall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Ut fra dette gjelder følgende grenseverdier for beregnet utendørs døgnekvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 4-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

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

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

4.1.1 Strategisk støykartlegging

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

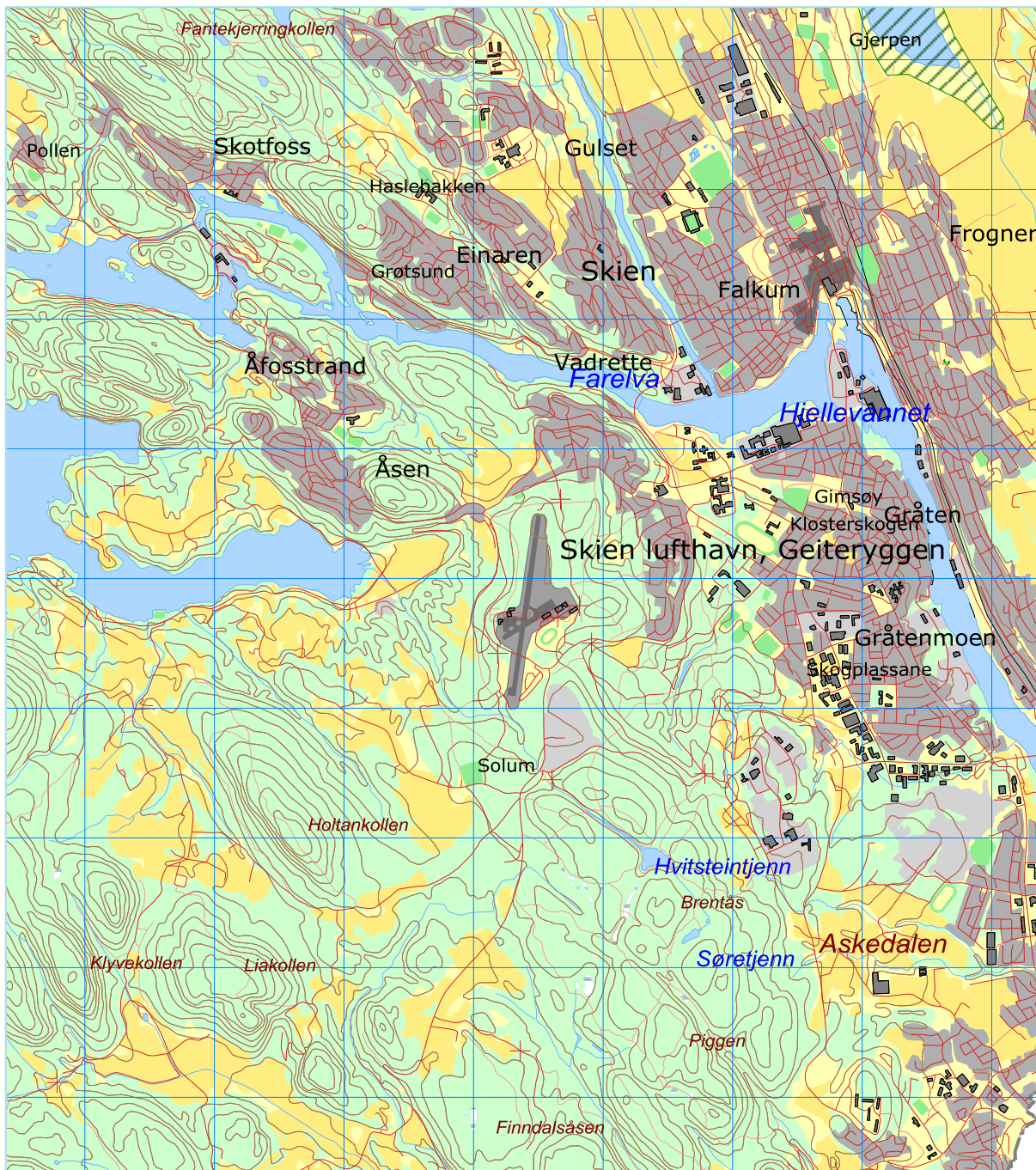
Strategisk støykartlegging skal utføres på flyplasser med mer enn 50 000 sivile bevegelser pr år. I dette tallet inngår ikke militær trafikk eller skoleflyging, men denne trafikken skal likevel regnes med når kartleggingen foretas.

5 OMGIVELSER

Skien lufthavn ligger på høyden Geiteryggen sørvest av Skien sentrum.

5.1 Digitalt kartgrunnlag

Digitalt kart er basert på SOSI fil nedlastet fra © Kartverket [19]. Kartet er fra N50 i UTM Euref89 sone 32 for Skien kommune og det er utvalgte tema herfra som benyttes. I kartet er det lagt inn et rutemønster med 1 x 1 km ruter.



Figur 5-1. Oversikt over flyplassen og dens omgivelser. Målestokk 1:50 000.

5.2 Digital terrengmodell

Digital terrengmodell er lastet ned fra © Kartverket for hele landet [19]. Et utsnitt av dette benyttes for å beregne topografiens betydning for lydutbredelsen. Topografidata består av høydeinformasjon i (desi)meter over havet for et punktmønster med 10 meter avstand mellom hvert punkt i nordlig og østlig retning.

5.3 Rullebane

Hovedrullebanen har betegnelsen 01/19 og defineres i NORTIM med endepunkter tilsvarende tersklene. I tillegg legges det inn at søndre del av banen benyttes til trening med helikopter og at skoleflyging med småfly flyr med en 300 meter forskyvning på terskel på bane 19. Disse to delene av rullebanen er benevnt henholdsvis 01S/19S (helikopter) og 01N/19N (småfly).

Tabell 5-1. Koordinater for rullebanene i UTM Euref89 sone 32.

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Width	Direction ²	Length
01	532315.5	6560153.5	532500.4	6561435	30	8.2	1295
19	532500.4	6561435.0	532315.5	6560153.5	30	188.2	1295
01N	532315.5	6560153.5	532457.4	6561137.9	30	8.2	995
19N	532457.4	6561137.9	532315.5	6560153.5	30	188.2	995
01S	532315.5	6560153.5	532380.5	6560609.5	30	8.1	461
19S	532380.5	6560609.5	532315.5	6560153.5	30	188.1	461

Flyplassens referanse høyde over havet er 463 fot, tilsvarende 141.1 meter, men rullebanen er lagt inn med en profil som vist i AIP³, landingskartet AD 2 ENSN 2-1.

² Retningen er i forhold til aksene i UTM Euref89, sone 32.

³ AIP Norge, utgave pr 6. mars 2014.

6 AKTIVITETEN PÅ SKIEN LUFTHAVN GEITERYGGEN

I flystøyberegningen inngår normalt trafikk for et helt år. Avinor har supplert elektronisk logg for hele 2013 fra luftrafikk tjenesten ved lufthavnen og denne legges til grunn for beregning av dagens situasjon.

6.1 Dagens aktivitet

Trafikklistene fra Avinor viser hver eneste registrerte bevegelse med minuttets nøyaktighet gjennom hele året og disse er importert i NORTIM. De følgende tabeller og figur gir en oversikt over den registrerte trafikken.

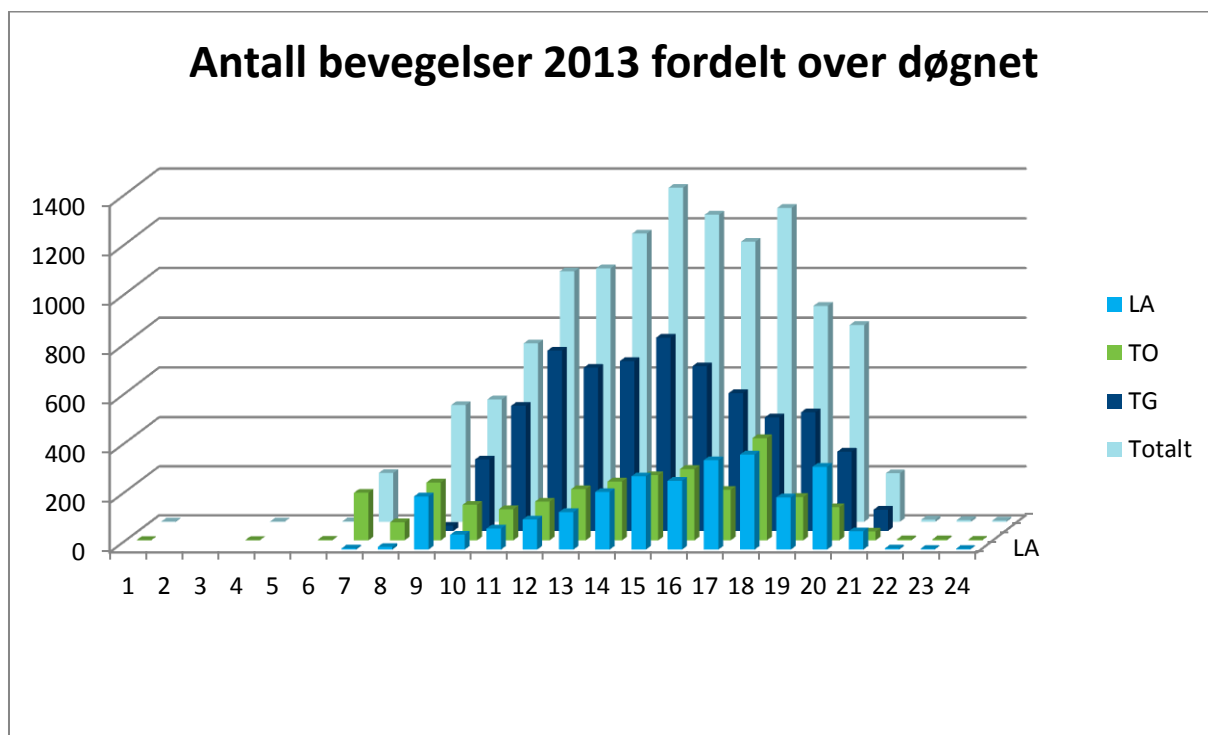
Tabell 6-1 Totalt antall registrerte flybevegelser i 2013.

TO_LA	Beskrivelse	SumOper
LA	Landing	2861
TG	Touch and go	6281
TO	Avgang	2925

Tabell 6-2 Antall bevegelser fordelt på flygingsart.

FLT	Flygingsart - Description	SumOper
1	Ruteflyging	1570
2	Ikke regelbundet trafikk	23
3	Fraktflyging	2
5	Annen kommersiell helikopterflyging	696
6	Annen kommersiell flyging	6
12	Ambulanseflyging	35
13	Skole- og instruksjonsflyging	5756
14	Posisjonsflyging	23
15	Teknisk retur flyging	2
16	Kontrollflyginger	10
17	Allmenn flyging	3898
21	Militær flyging	42
27	Søk- og redningstjeneste med militært luftfartøy	4

I følge Avinor sin årsstatistikk ([http://www.avinor.no/avinor/trafikk/10 Flytrafikkstatistikk](http://www.avinor.no/avinor/trafikk/10_Flytrafikkstatistikk)) er det én til én overensstemmelse med antall passasjerflygninger. Totalt rapporterer Avinor om 6 755 sivile bevegelser på flyplassen i 2013. Dette tallet kan ikke sammenlignes direkte med tallene i tabellene 6-1 og 6-2, siden Avinor ikke teller antall bevegelser i landingsrunder i den offisielle statistikken. Etter deres system er det antall landingsavgifter som registreres. For hver gang det flys landingsrunder, registreres det derfor bare en landing og avgang. I følge trafikklistene er det fløyet landingsrunder 604 ganger i 2013. Tallet som skal sammenlignes med er derfor $2861 + 2925 + 2 \times 604 = 6\,947$. Dette tallet er om lag 3 % høyere enn den rapporterte statistikken sier. Det antas at trafikklistene gir et mer korrekt bilde enn den overordnede statistikk og det lille avviket er uten betydning for resultatet av støyberegningene.



Figur 6-1 Døgnfordeling for flyaktiviteten i 2013.

6.2 Prognose

I et ti til tjue års perspektiv er det antatt at rutetrafikken vil øke med en ekstra rundtur pr dag. Det vil gi en økning på 33 % i forhold til dagens situasjon. Det er likeledes forventet at det blir en økning på skoleaktiviteten med 25 %. Dette tar også høyde for at det foregår en del treningsvirksomhet hvor flyene simulerer innflyging uten å lande; dermed uten at det registreres i trafikklistene.

7 FLYTYPER

I loggen fra Avinor benyttes koder for flytypene i tråd med ICAO dokument 8643 (<http://www.icao.int/publications/DOC8643/Pages/default.aspx>). Databasen for flystøyprogrammet har andre betegnelser på flytypene, så det er behov for å oversette disse. I tillegg vil det være flytyper som ikke er definert i databasen. For disse benyttes substitutter som er støymessig representative i tråd med anbefalinger fra leverandøren av databasen [14].

For Skien lufthavn var det i 2013 loggført bevegelser med i alt 71 forskjellige flytyper. Oversettelse og substitusjoner reduserer dette antallet til 21. Tabellen i *Vedlegg Flytyper og substitusjoner* viser hvordan oversettelsen gjøres. Den følgende tabellen viser antall bevegelser på hver av de 21 databasetypene.

Tabell 7-1 Antall bevegelser pr flytype i 2013 samt inndeling i kategorier.

NewACType	SumOper	AcCat
B206L	69	Hel
BEC58P	30	GA
CNA172	2732	GA
CNA206	994	GA
CNA20T	2	GA
CNA500	6	Jet
COMSEP	1279	GA
DC3	2	GA
DHC6	75	Turbo
DHC8	264	Turbo
DHC830	1306	Turbo

NewACType	SumOper	AcCat
FAL20	56	Jet
GASEPF	1029	GA
GASEPV	268	GA
LHEL	98	Hel
MHEL	2	Hel
PA28	209	GA
PA31	7	GA
R22	2607	Hel
SA350	1030	Hel
SF340	2	Turbo

BEC58P er en samlebetegnelse for propellfly med to stempelmotorer. GASEPF og GASEPV er samlebetegnelser for en motors småfly som ikke er definert med egne data i databasen, hvor "F" og "V" står for henholdsvis fast og variabel pitch propell. I de tilfeller der det ikke er kjent hvilken propelltype småflyet har, benyttes betegnelsen COMSEP. Helikopter som ikke har egne data modelleres med data for lett og medium vekt helikopter LHEL og MHEL. Grensen mellom disse går på 3 tonn i maksimum avgangsvekt.

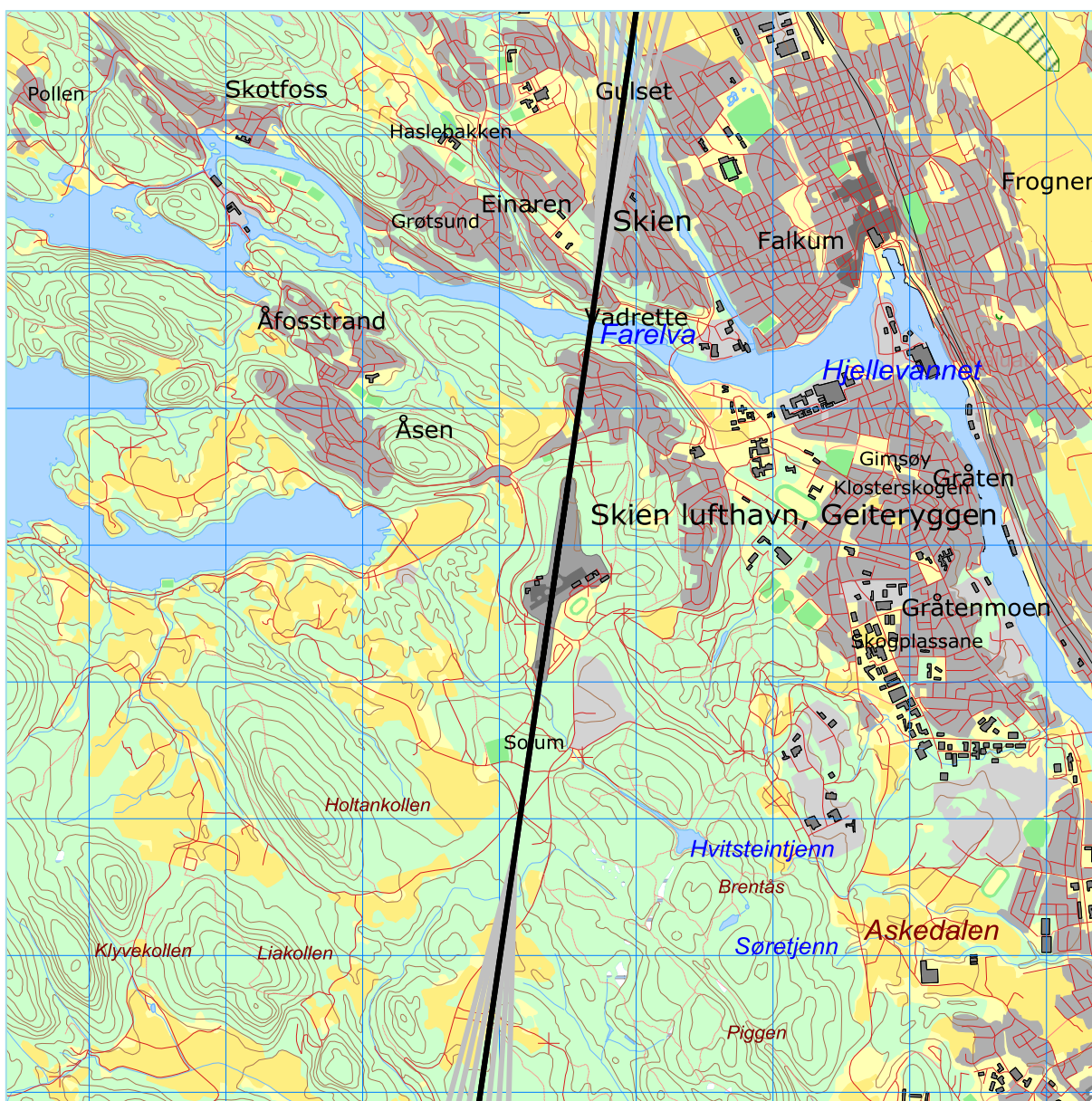
Flyene grupperes som vist i tabellen. I hver gruppe antar vi at operasjonsmønster er ensartet.

8 FLYMØNSTER OG FORDELING AV TRAFIKKEN

Inn- og utflygingstraséer er definert med utgangspunkt i tidligere arbeid med støykartlegging ved Skien lufthavn [20] og oppdatert utgave av AIP. Traségrunnet har vært kvalitetssikret av AVINOR/lufttrafiktjenesten ved Skien lufthavn.

8.1 Trasémønster

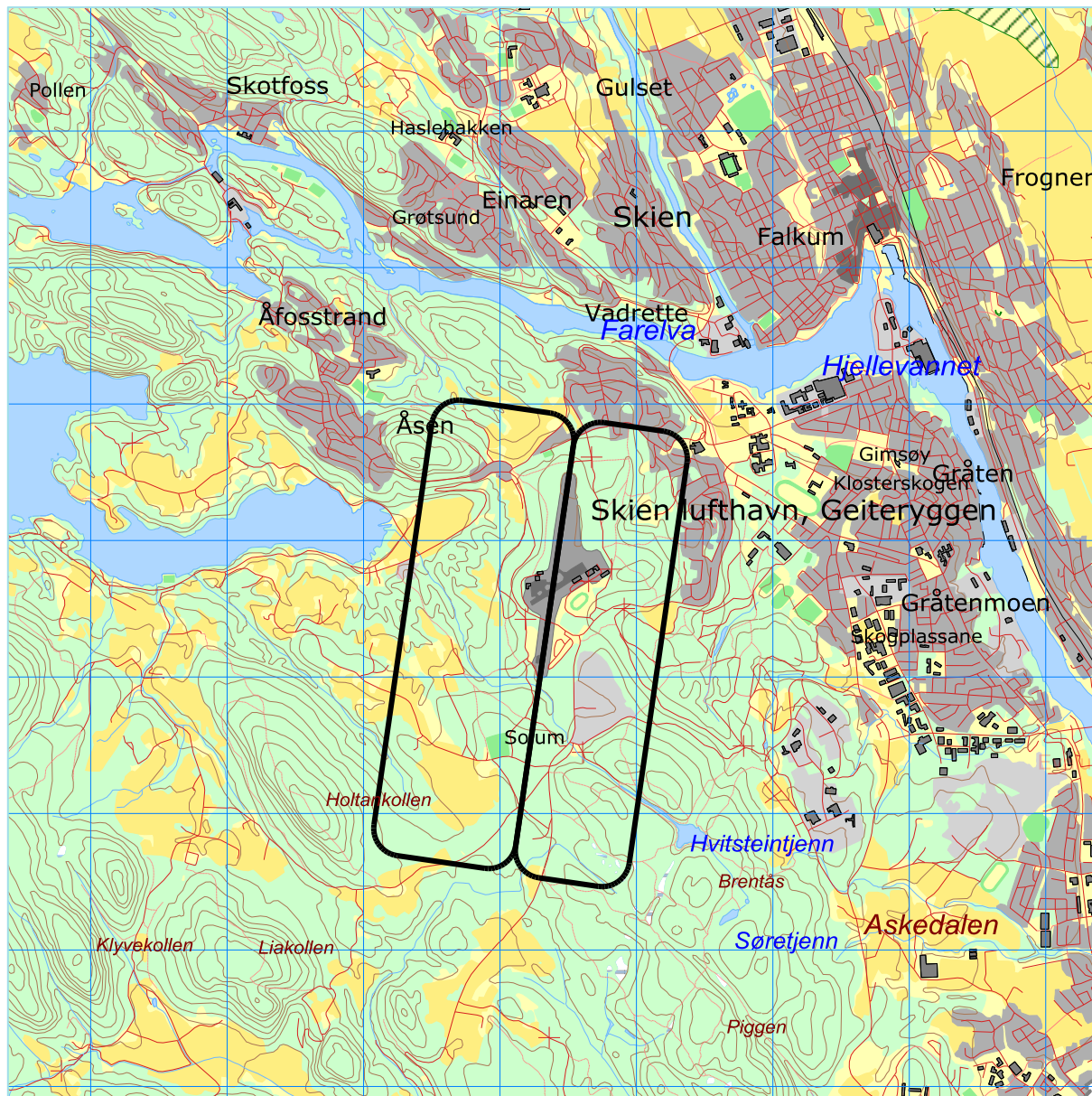
Det er antatt at alle full stopp landinger og alle avganger går i rett linje til og fra flyplassen innenfor det området som støysesonekartet vil dekke.



Figur 8-1 Traséer (med spredning) for landing og avgang alle fly og helikoptre.

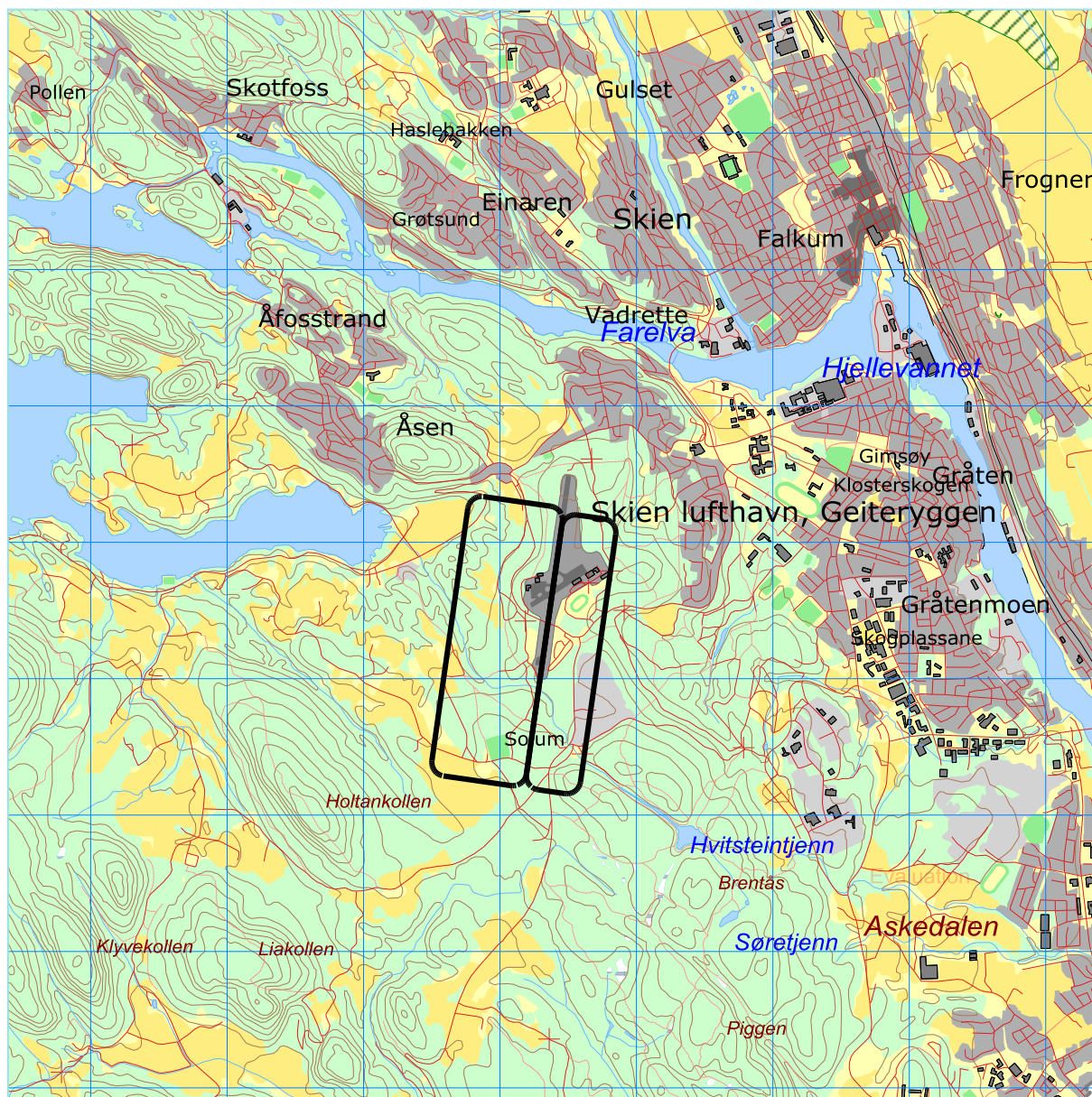
I beregningene legges det inn at rutefly lander på bane 19 i 80 % av tilfellene og tar av på samme bane i 40 % av tilfellene. Ikke regelbunden flytrafikk legges inn med en 50/50 fordeling på rullebanene. Småfly antas å benytte bane 19 til 80 % av landingene og 20 % for avganger. Landingsrunder for fly og helikopter

antas også å ha en 80/20 fordeling på bane 19/01. Landingsrundene flys i normal venstre sving. Sideveis avstand til medvindsløgg (down wind leg) er basert på skisser fra Luftrafikkjenesten.



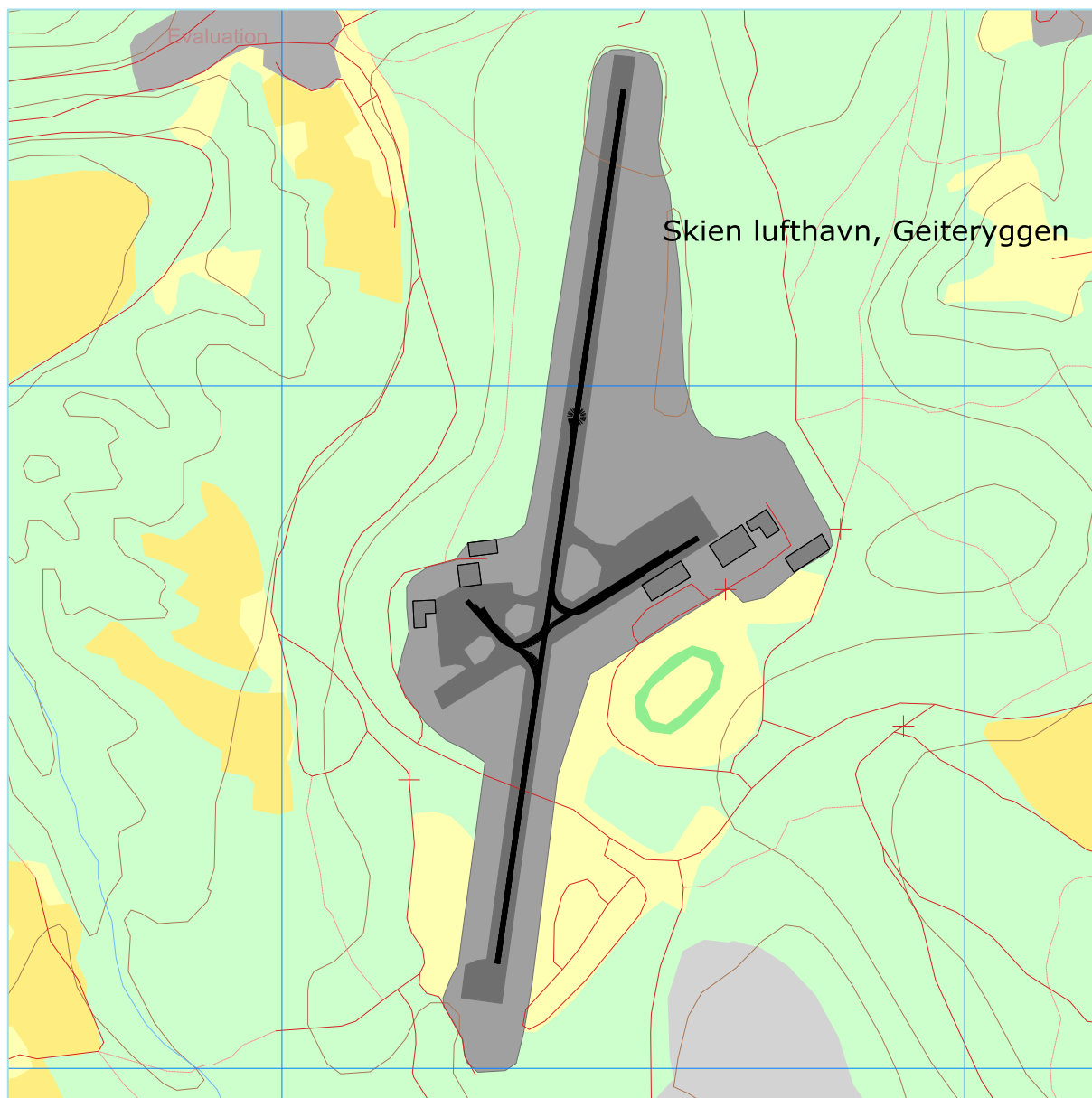
Figur 8-2 Landingsrunder for småfly med standard venstre sving.

For landingsrunder på bane 19 er det lagt inn som forutsetning at terskel simuleres 300 meter lengre sør, dvs. i området hvor normalt setingspunktet er.



Figur 8-3 Landingsrunder for helikoptre med standard venstre sving.

For helikoptre er det antatt at søndre halvdel benyttes når det flys landingsrunder.



Figur 8-4 Traséer for taxiing. Rutefly mot området øst av rullebanen, småfly mot området på vestsiden.

8.2 Flygeprofiler

Med flygeprofiler menes normalt en beskrivelse av den vertikale bane definert med høyde, hastighet og motorsetting som funksjon av avstand. For helikoptre er motorsetting erstattet med "flight modes" *ascend*, *descend* og *level flight*. Profilene for avgang er beregnet med maksimum avgangsvekt og hastighet for *best rate of climb*. For landinger er det lagt inn glidebanevinkel på 6° og hastighet tilsvarende *best rate of descend*. Det legges i tillegg inn 3 minutter med motorkjøring på bakken før hver avgang og 2 minutter etter hver landing.

Innflyging mot rullebanen er lagt inn med glidebanevinkel på 3.5° som angitt i RNAV prosedyrene i AIP. Dette gjelder for alle typer fly. Profiler for avganger hentes fra databasen og er spesifikk for hver fly- og helikoptertype. Avgangsvekter som benyttes tilsvarer flyginger på inntil 500 NM.

9 BEREGNINGSPARAMETERE

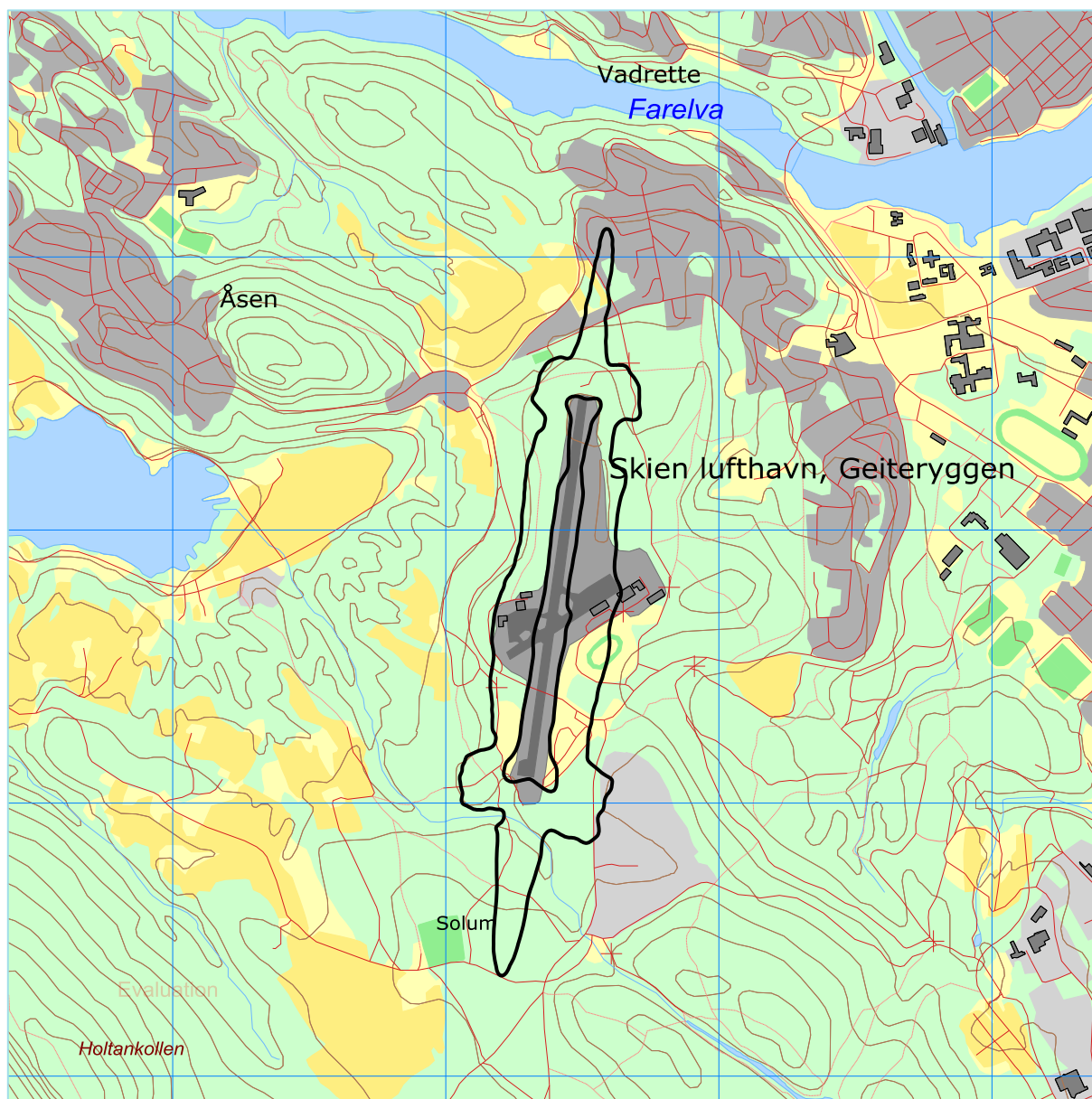
9.1 Beregning av flystøy

Det beregnes flystøy for de enheter som er relatert til retningslinje T-1442 og forurensningsforskriften. Det gjøres punktberegninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Alle opplysninger om bygninger er hentet fra databasen til Norges Eiendommer og er oppdatert pr. 2014-02-24.

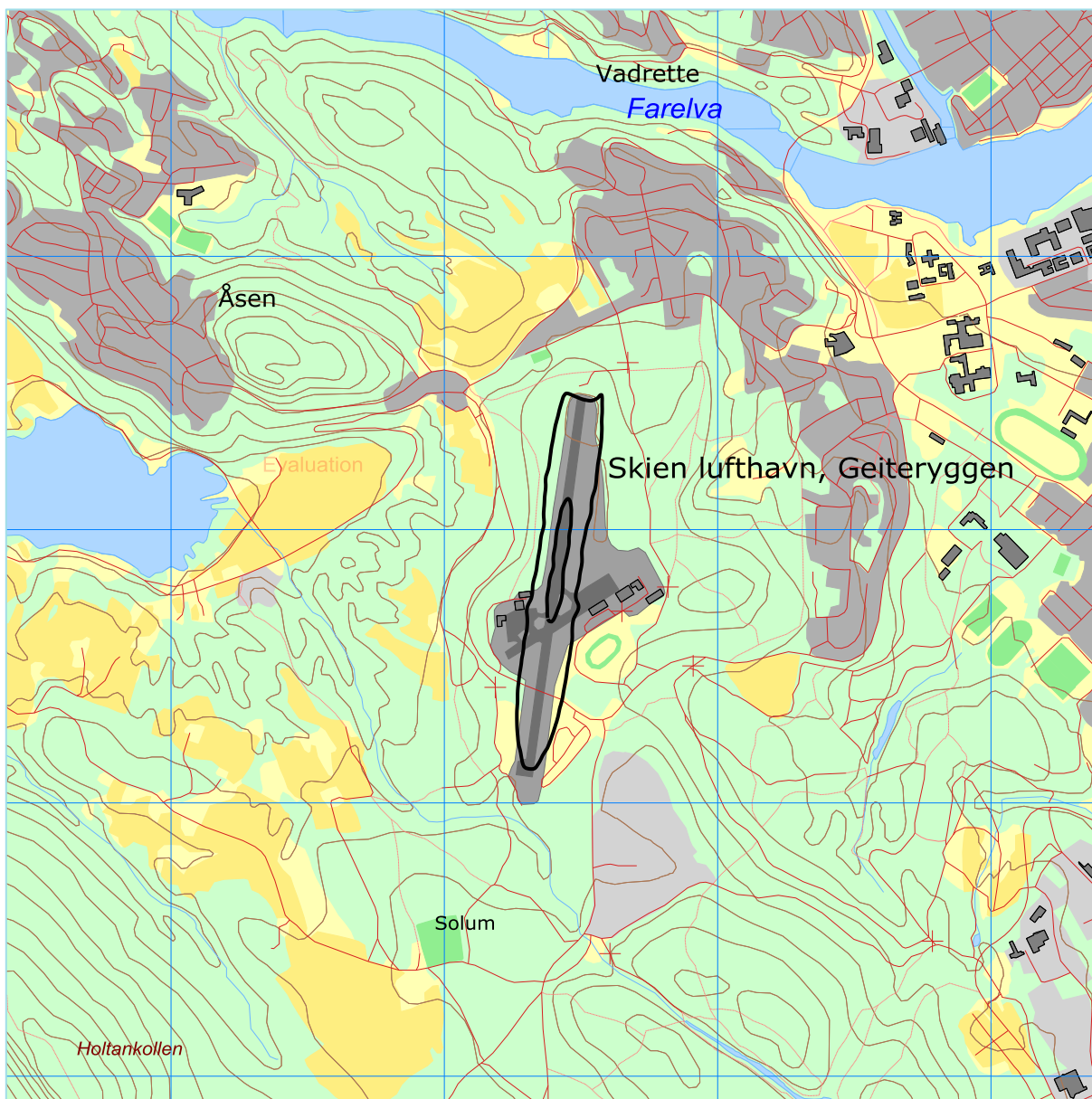
Beregningene av flystøy foretas med en oppløsning på 64 fot (ca. 19.5 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

10 RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

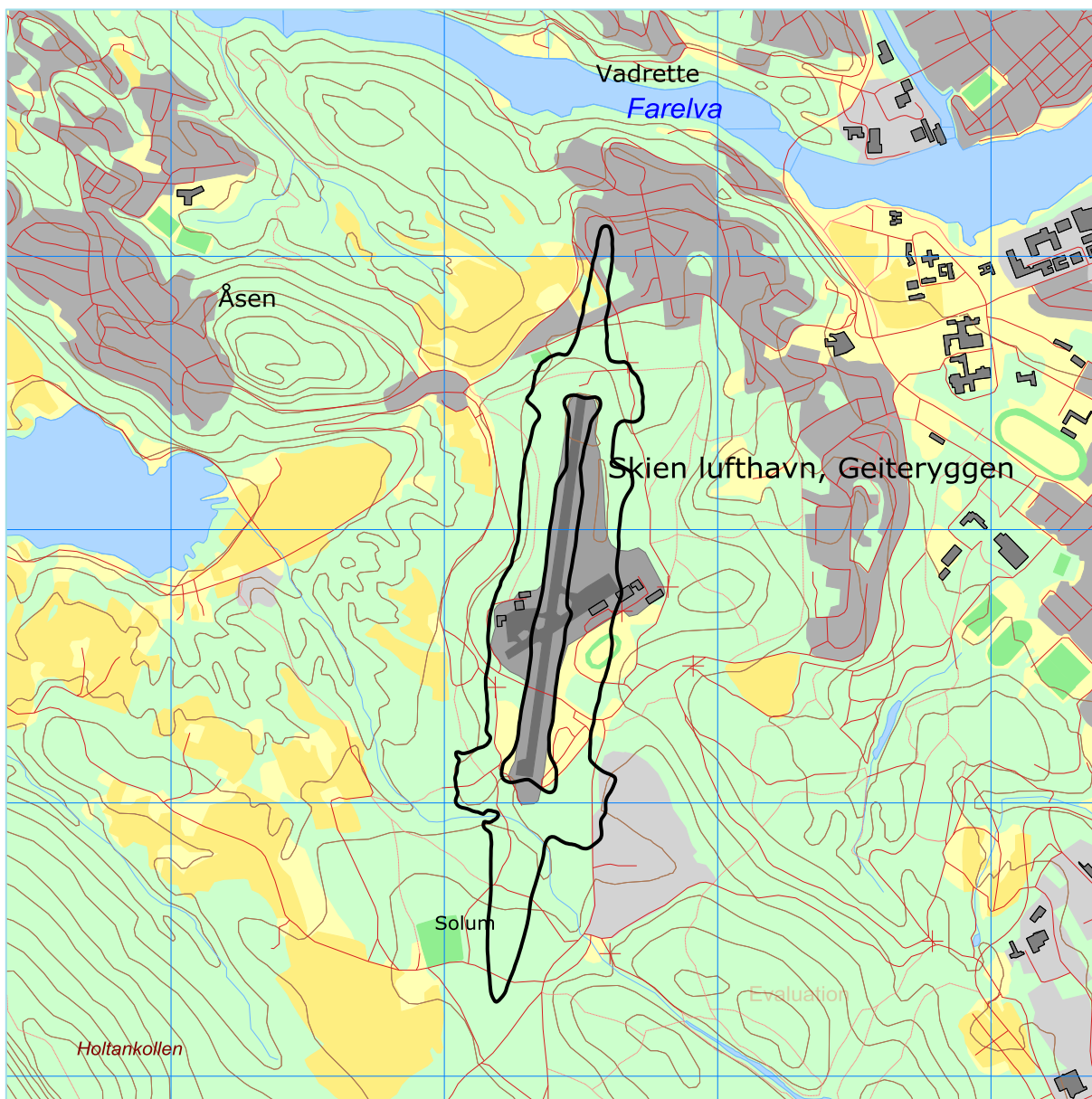
Resultatene av støyberegningene vises i form av kurver på kart. Det vises normalt ett kart for hver støyenhet som inngår i grunnlaget for konstruksjon av støysonekart etter T-1442, dvs. for L_{den} og L_{5AS} (MFN₂₃₋₀₇).



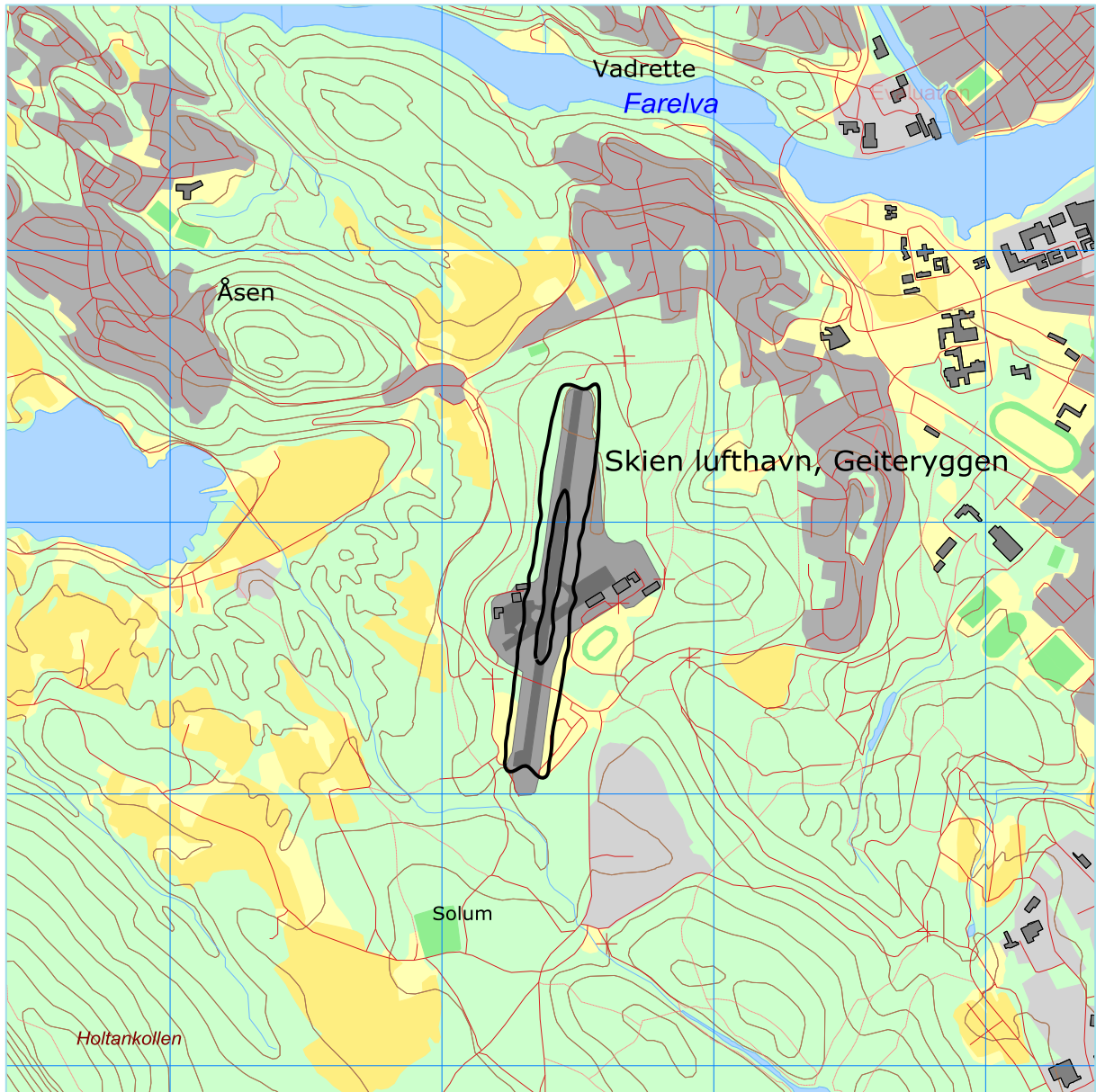
Figur 10-1. L_{den} 52 og 62 dBA for dagens situasjon. Målestokk 1:25 000.



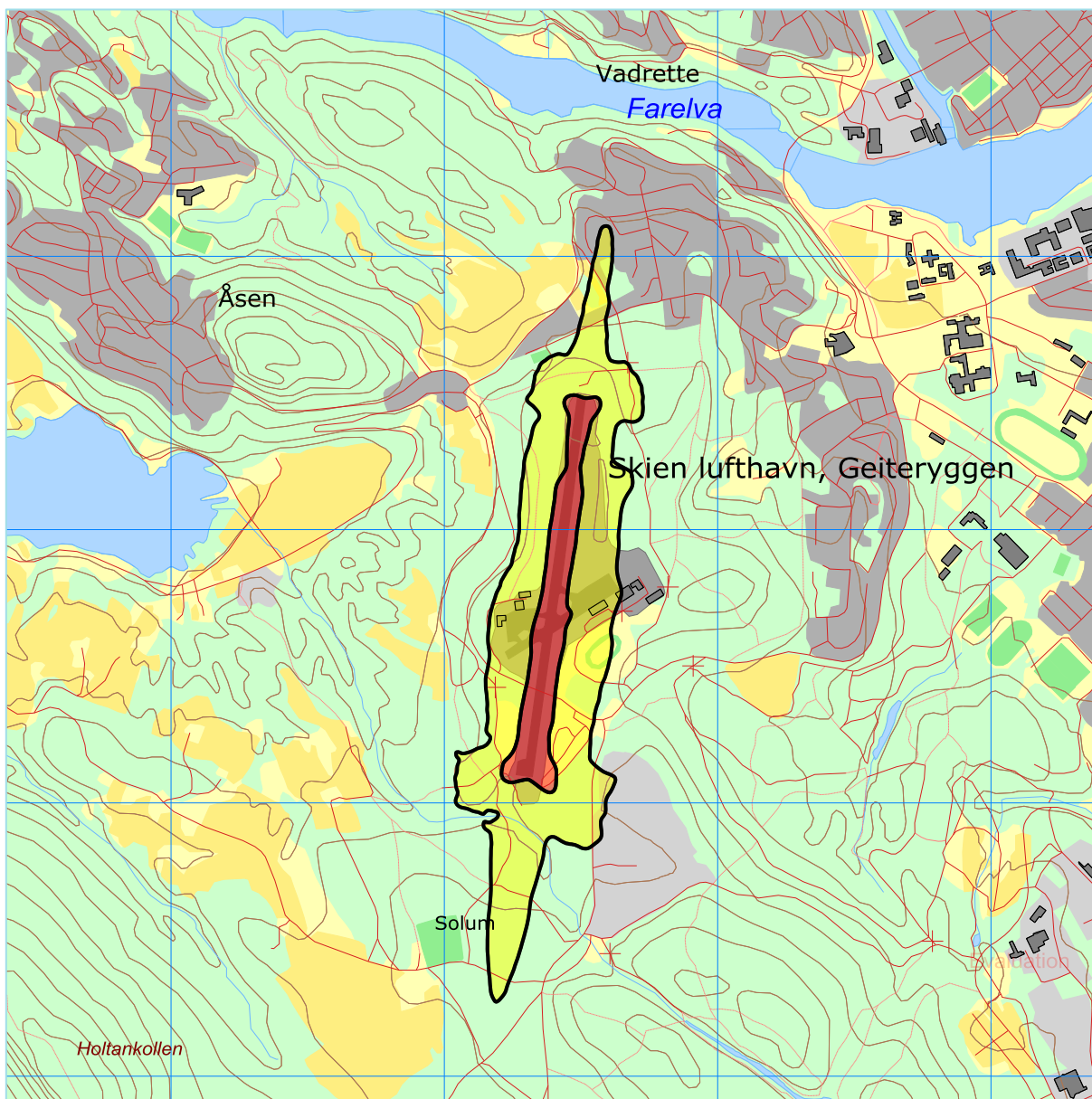
Figur 10-2 L_{5AS} 80 og 90 dBA for dagens situasjon. M 1:25 000.



Figur 10-3. L_{den} 52 og 62 dBA for prognosesituasjonen. Målestokk 1:25 000.



Figur 10-4 L_{5AS} 80 og 90 dBA for prognosesituasjonen. M 1:25 000.



Figur 10-5. Gul og rød støysone for Skien lufthavn Geiteryggen for prognosesituasjonen. Målestokk 1:25 000.

Tabell 10-1. Areal av støysonene.

Støysone	Areal (dA)
Gul	694.6
Rød	152.9

Beregningene viser at det er 18 bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor gul støysone, ingen i rød sone.

11 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

I dette kapittel vises beregninger relatert til forurensningsforskriften normalt i form av kotekart og tabeller med antall berørte støyømfintlige bygninger og antall bosatte. Antall bygninger beregnes først. Deretter, ut fra et fylkesjustert, gjennomsnittlig antall personer bosatt pr boligtype, anslås antall berørte personer.

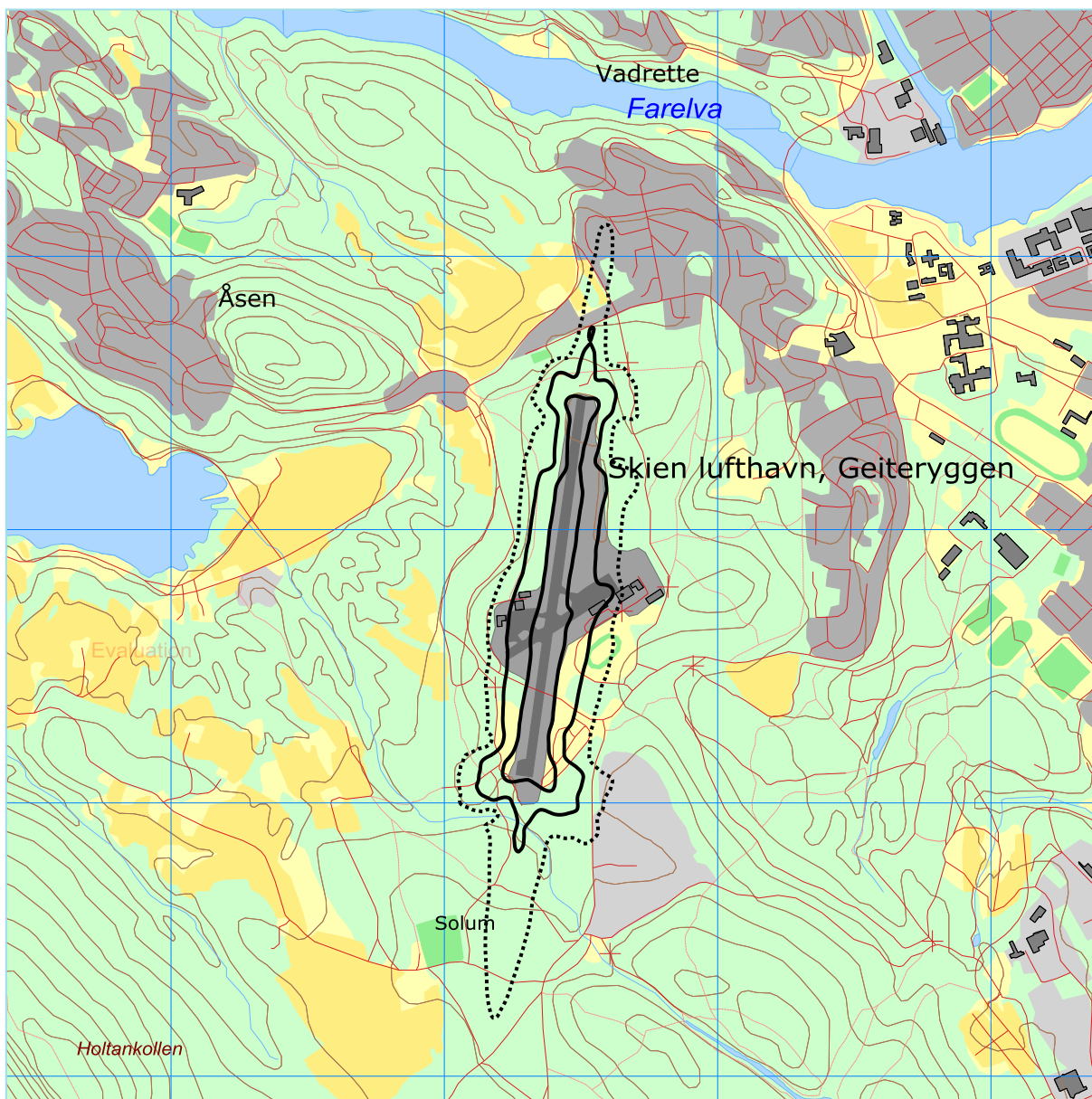
I forhold til krav om kartlegging av innendørs støynivå henvises til bakgrunnsbeskrivelse i kapittel 4. Beregningene med NORTIM gjelder bare for utendørs støynivå i frittfelt, men kan omsettes til innendørs nivå for de dårligste støyisolerte boliger, som likevel har standard utførelse, ved hjelp av Tabell 4-1. Jamført med tabellen korresponderer kartleggingsgrense i henhold til forurensningsforskriften med et utendørs nivå på $L_{Aeq,24h}$ på 54 dBA for propellfly og helikopter.

Tabell 11-1 Antall bosatte og bygninger innenfor kartleggingsgrenser.

Antall berørte personer og bygninger					
L_{Aeq24h}	Personer	Boliger	Skolebygg	Helsebygg	Fritidsbygg
51.0 - 54.0	38	14	0	1	0
54.0 - 61.0	2	1	0	0	0
61.0 ->	0	0	0	0	0

Punktberegningene viser at den bygningen som ligger innenfor kartleggingsgrensen for flystøy alene, har så lavt utendørs nivå at det er lite sannsynlig at det må gjøres tiltak for å få tilfredsstillende innendørs støynivå. Det samme gjelder også de øvrige bygninger.

I den følgende figur vises 3 kurver for $L_{Aeq,24h}$ for prognosen. Den midterste kurven er kartleggingsgrensen for fly- og helikopterstøy alene, den ytterste stiplede er kartleggingsgrense for fly- og helikopterstøy og annen støy som er like sterk, mens den innerste er en tentativ tiltaksgrense. Innenfor den innerste vil man normalt kunne forvente at bolighus som ikke allerede er gjort tiltak på, kan ha behov for det.



Figur 11-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsforskriften for prognosesituasjonen. Kotene viser $L_{Aeq,24h}$ 51 (stiplet), 54 og 61 dBA. Målestokk 1:25 000.

12 LITTERATUR

- [1] B. Griefahn, "MODELS TO DETERMINE CRITICAL LOADS FOR NOCTURNAL NOISE," in *Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem*, Nice, Frankrike, juli 1993.
- [2] T. Gjestland, "VIRKNINGER AV FLYSTØY PÅ MENNESKER," ELAB-rapport STF44 A82032, Trondheim, april 1982.
- [3] Flystøykommisjonen, "STØYBEGRENSNING VED BODØ FLYPLASS," Rapportnr. TA-581, Oslo, mars 1983.
- [4] T. Gjestland, *et al.*, "RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU," ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990.
- [5] T. Gjestland, *et al.*, "RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.," SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994.
- [6] A. Krokstad, *et al.*, "FLYSTØY; FORSLAG TIL MÅLEENHETER, BEREGNINGSMETODE OG SONEINDELING," ELAB-rapport STF44 A81046, revidert utgave, Trondheim, mars 1982.
- [7] Miljøverndepartementet, "RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING," Retningslinje T-1442, Oslo, juli 2012.
- [8] Miljødirektoratet, "VEILEDER TIL RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (T-1442/2012)," Veileder M-128, Oslo, februar 2014.
- [9] H. Olsen, *et al.*, "TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM," SINTEF DELAB Report STF40 A95038, Trondheim, april 1995.
- [10] R. T. Randeberg, *et al.*, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [11] I. L. N. Granøien, *et al.*, "CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES," SINTEF Report STF40 A02065, Trondheim, desember 2002.
- [12] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [13] S. Å. Storeheier, *et al.*, "AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS," SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, mars 2002.
- [14] G. Fleming, *et al.*, "INTEGRATED NOISE MODEL (INM) VERSION 6.0 TECHNICAL MANUAL," U.S. Department of Transportation, Washington DC, juni 2001.
- [15] W. R. Lundberg, "BASEOPS DEFAULT PROFILES FOR TRANSIENT MILITARY AIRCRAFT," AAMRL-TR-90-028, Harry G. Armstrong, Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio, februar 1990.

- [16] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.
- [17] A. Brekke, "NYE RETNINGSLINJER FOR FLYSTØY. KONSEKVENSER VEDRØRENDE STØYISOLERING AV BOLIGER I STØYSONE I OG II," Norges byggforskningsinstitutt rapport 7939, revidert utgave, Oslo, juni 1998.
- [18] A. Brekke, "ISOLERING MOT STØY FRÅ HELIKOPTER OG ULIKE FLYTYPER. ENTALLSVERDIER FOR STØYISOLERING FOR ULIKE BOLIGTYPER.," Notat fra Brekke og Strand til OSL AS, Aku 01 C, oktober 2013.
- [19] Digital terrengmodell 10 m. © Kartverket. Available: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>
- [20] I. L. N. Granøien and H. Olsen, "KARTLEGGING AV FLYSTØY RUNDT SKIEN LUFTHAVN - GEITERYGGEN," SINTEF, Trondheim STF40 A01045, 2001.

A Vedlegg Flytyper og substitusjoner

ACType	SumOper	NewACType
A210	12	COMSEP
ALO3	2	LHEL
AN2	2	GASEPV
AS50	1030	SA350
B06	69	B206L
BE20	67	DHC6
C150	47	CNA172
C152	331	CNA172
C172	2352	CNA172
C177	2	CNA172
C182	143	CNA206
C185	7	CNA206
C206	14	CNA206
C207	765	CNA206
C208	2	CNA20T
C210	65	CNA206
C525	2	CNA500
C680	4	CNA500
DA40	4	GASEPV
DC3	2	DC3
DDDD	2	COMSEP
DH8A	264	DHC8
DH8C	1306	DHC830
DHC6	4	DHC6
DRAG	2	LHEL
DV20	20	GASEPV
E300	153	GASEPV
EC20	6	LHEL
EC35	39	LHEL
EC45	2	MHEL
G115	2	GASEPV
GLID	2	GASEPF
H269	49	LHEL
HUSK	173	COMSEP
J3	2	GASEPF
JS32	4	DHC6
L29	56	FAL20

ACType	SumOper	NewACType
LGEZ	8	GASEPF
M20P	2	GASEPV
M7	1	COMSEP
MCR1	2	COMSEP
ME08	36	GASEPV
MF17	4	GASEPF
MICO	2	COMSEP
P06T	6	BEC58P
P28A	209	PA28
P28R	25	GASEPV
PA12	14	GASEPF
PA18	922	GASEPF
PA31	7	PA31
PA34	24	BEC58P
PA38	4	GASEPF
PA46	2	GASEPV
R22	2198	R22
R44	409	R22
RALL	2	GASEPV
RV6	1	GASEPF
S6	1	COMSEP
SB91	68	GASEPF
SF34	2	SF340
SIRA	51	COMSEP
SKAR	4	GASEPF
SR20	2	COMSEP
SR22	4	GASEPV
TBM7	12	GASEPV
TBM8	4	GASEPV
TFUN	2	COMSEP
ULAC	921	COMSEP
VP2	8	COMSEP
WT9	2	COMSEP
YK52	100	COMSEP



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no