

2019:00515 - Åpen

Rapport

Ny støyanalyse for Arendal lufthavn Gullknapp

Støysoner etter retningslinje T-1442/2016

Forfatter(e)

Idar Ludvig Nilsen Granøien
[Co Authors]



Rapport

Ny støyanalyse for Arendal lufthavn Gullknapp

Støysoner etter retningslinje T-1442/2016

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2019:00515	102020701	0.2	2019-05-22

EMNEORD:

Akustikk; flystøy

FORFATTER(E)Idar Ludvig Nilsen Granøien
[Co Authors]**OPPDRAKSGIVER(E)**

Arendal Lufthavn Gullknapp AS

OPPDRAKSGIVERS REF.
Jan Morten Myklebust**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**
24 + vedlegg**GRADERING**
Åpen**GRADERING DENNE SIDE**
Åpen**ISBN**
978-82-14-06358-5**SAMMENDRAG**

Det er beregnet nye støysoner for Arendal Lufthavn Gullknapp basert på opplysninger om fremtidig drift av flyplassen. Beregningene er gjort i henhold til retningslinje T-1442/2016 fra Klima og Miljøverndepartementet.

I prognosesituasjonen er det en til dels betydelig vekst i trafikken fra skoleflyging med et antatt årlig omfang på 30 000 flybevegelser med en- og tomotors propellfly. Dette medfører at 7 bygg definert som boliger i eiendomsregisteret blir liggende i gul støysone, men ingen i rød. Av de 7 eier flyplassen 5, slik at det er kun to som eies av tredjepart. Økningen i trafikk og støynivå er så pass stor at det etter anbefalingene i retningslinjen må betraktes som ny virksomhet. Det vil normalt være krav til at innendørs støynivå i disse bygningene overholder lydklasse C i standarden NS 8175.

Introduksjon av elektriske fly kan medføre at støynivået vil reduseres slik at kartleggingsplikten bortfaller, men det er ventet at flyskolen vil ha full produksjon med dagens flypark i flere år før elektriske fly overtar.

**UTARBEIDET AV**

Idar Ludvig Nilsen Granøien

KONTROLLERT AV

Rolf Randeberg

GODKJENT AV

Erik Swendgaard

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjeningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2019-05-13	Første utkast til rapport
1.0	2019-05-22	Endelig utgave med små endringer i tekst

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	4
GENERELT OM FLYSTØY	5
Akustiske størrelser	5
Flystøyens egenskaper og virkninger	5
Søvnforstyrrelse som følge av flystøy	5
Generell plage av flystøy	6
MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE	8
Måleenheter	8
Støysoner til arealplanlegging	8
Definisjon av støysoner	8
Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer	9
Kartlegging av stille områder	9
Beregningsmetode	9
Dimensjonering av trafikkgrunnlaget	10
Beregningsprogrammet NORTIM	10
KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN	11
Innendørs støy	11
Beregning med normtall for fasadedempning	11
Beregning med frekvensspekter	11
Strategisk støykartlegging	12
BEREGNINGSGRUNNLAG FOR GULLKNAPP	13
Trafikkgrunnlag 2019 og 2030	13
Støydata for flyparken	14
TRAFIKKMØNSTER.....	15
LITTERATUR	22

BILAG/VEDLEGG

-

INNLEDNING

Arendal Lufthavn Gullknapp AS har gitt SINTEF Digital i oppgave å oppdatere støysonekartet for flyplassen basert på nye trafikkprognoser. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Jan Morten Myklebust. Flyskolen som etablerer seg på flyplassen er OSM Aviation Academy (heretter kalt OSM) og kontaktperson der har vært Martin Floor. Grunnlaget for beregningene er levert av disse to og har vært kvalitetssikret av de samme etter bearbeidingen for beregningsprogrammet.

Ved SINTEF Digital er prosjektet bearbeidet ved avdeling Connectivity Technologies and Platforms, faggruppe akustikk med Idar Ludvig Nilsen Granøien som prosjektleder og bearbeider, Rolf Tore Randeberg som kvalitetssikrer og Erik Swendgaard som prosjektansvarlig.

Denne rapporten har et standardformat og inneholder bakgrunnsinformasjon om flystøy og regelverket som gjelder ved utarbeidelse av støysonekart mm. I teksten videre vil flyplassen bli omtalt som Gullknapp.

GENERELT OM FLYSTØY

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

Akustiske størrelser

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

Flystøyens egenskaper og virkninger

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

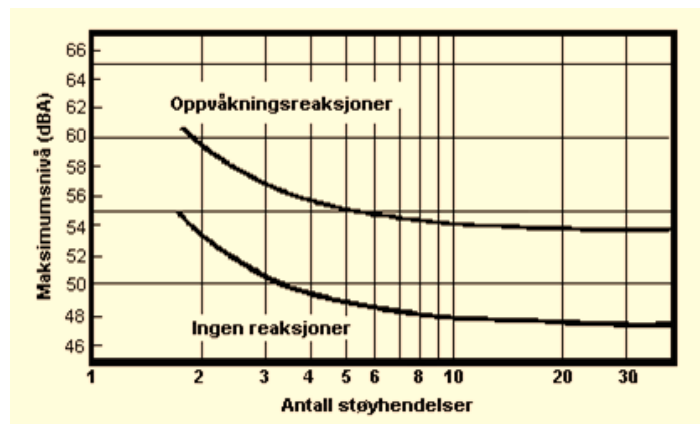
De to viktigste typer ulemper forbundet med flystøy er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller plage. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader med få unntak begrenses seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

Det har vært bred internasjonal enighet om at **vekking** som følge av flystøy kan medføre en risiko for helsevirkninger på lang sikt, se litteraturlisten ref. [1, 2]. Det er **ikke** samme enighet på hvorvidt **endring av søvnstadium** (søvn dybde) har noen negativ effekt alene, dersom dette ikke medfører vekking.

Risiko for vekking er avhengig av hvor høyt støynivå en utsettes for (maksimumsnivå) og hvor mange støyhendelser en utsettes for i løpet av natten. Det er normalt store individuelle variasjoner på når folk

reagerer på støyen. Derfor brukes oftest en gitt sannsynlighet for at en andel av befolkningen vekkes for å illustrere hvilke støynivå og antall hendelser som kan medføre vekking, som illustrert i Figur 1.



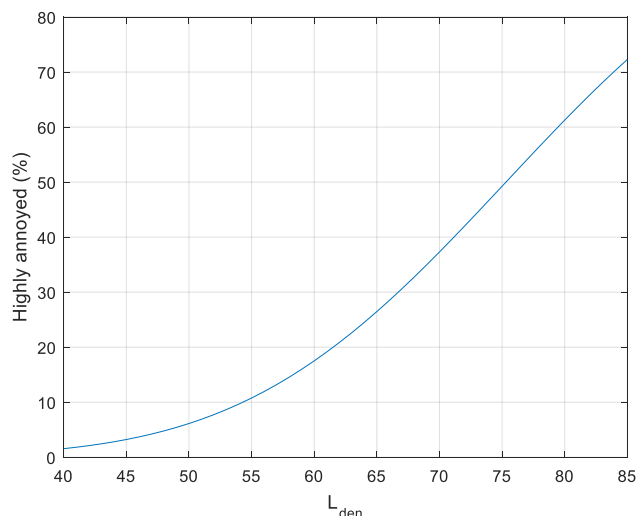
Figur 1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støynivå og antall hendelser [1].

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

Generell plage av flystøy

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

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



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

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

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

MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

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

Måleenheter

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

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

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

Støysoner til arealplanlegging

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

Definisjon av støysoner

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

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

Tabell 1. Kriterier for soneinndeling. Ytre grense i dB, fritt felts verdier.

Støykilde	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

Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer

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

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

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

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

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

Kartlegging av stille områder

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

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 0), er imidlertid basert på en database som representerer en sammenfatning av et omfattende antall målinger. Skulle beregningene vært erstattet med målinger, så måtte det gjøres meget lange måleserier for å oppnå samme presisjonsnivå som det beregningsprogrammet gir.

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

Dimensjonering av trafikkgrunnlaget

Veilederen til T-1442/2016 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC [7] om at det skal benyttes et årsmiddel av trafikken. Det betyr at støysoner skal representere et middeldøgn for hele året. Dersom trafikken er sterkt sesongpreget (turisttrafikk) brukes gjennomsnitt av de tre måneder som har mest trafikk.

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

Beregningsprogrammet NORTIM

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

NORTIM beregner i en og samme operasjon de aktuelle måleenheter som er foreskrevet i retningslinjen L_{den} og MFN_{23-07} (som erstatning for L_{5AS}). Andre støymål som beregnes er blant annet ekvivalentsnivået, L_{Aeq} , for hvert døgnssegment i det dimensjonerende middeldøgn.

Beregningsresultatene fremkommer i tabellariske oversikter og/eller som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk. Alle resultatene leveres på SOSI filformat.

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

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

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

KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN

Forskrift om grenseverdier for lokal luftforurensning og støy ble første gang gitt ved kongelig resolusjon 30. mai 1997, med virkning fra 1. juli samme år. Den er nå gitt tittelen *Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)*. Forskriften er hjemlet i forurensningsloven og ble revidert sist gang i 2018 [17].

Innendørs støy

Forurensningsforskriften fastsetter grenseverdier som skal utløse kartlegging og utredning av tiltak mot støy. Kartleggingsgrensen er satt til døgnkvivalent 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.

Beregning med normtall for fasadedempning

Flystøy beregnes primært for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Etersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt utredning om fasadeisolasjon [18], som er revidert av Brekke og Strand [19], er det valgt tre forskjellige normtall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Tabell 2 viser grenseverdiene for beregnet utendørs døgnkvivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 2. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

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

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

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

Beregning med frekvensspekter

I enkelte tilfeller med blandet trafikk med ulikt frekvensinnhold kan metoden beskrevet i forrige avsnitt være noe upresis. Det er derfor utviklet en forbedret metode hvor det beregnes et anslag av **innendørs støynivå**, som kan sammenholdes direkte med kartleggingsgrensene og den tentative tiltaksgrensen. Metoden tar hensyn til frekvensinnholdet i hver enkelt flygning. Effektene av kunstige

og naturlige skjermer beregnes for hver enkelt frekvens. Ved beregning av innendørs nivå benyttes to ulike reduksjonsspekter for fasaden, for Hustype II og IV i ref. [19]. Førstnevnte representerer hus bygget rundt 1970-1980 med isolert tak og kaldt loft, og benyttes i de aller fleste tilfeller. Hustype IV representerer boligblokker, og benyttes for bygningstyper hvor vegger typisk er murt eller støpt. På grunn av disse forenklingene vil det beregnede innendørsnivået *ikke* kunne erstatte en faglig utredning som tar hensyn til den aktuelle bygningskonstruksjonen i hvert enkelt tilfelle.

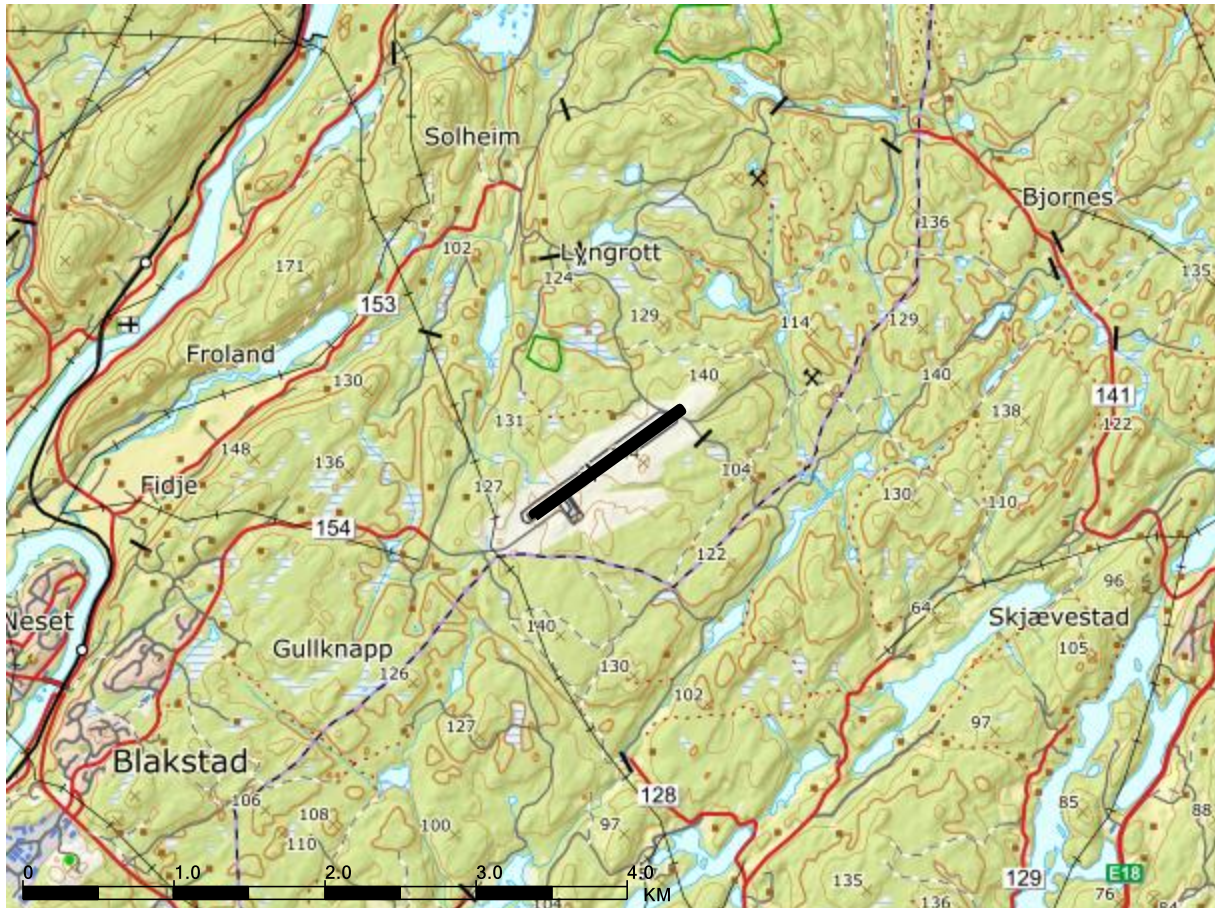
Strategisk støykartlegging

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

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

BEREGNINGSGRUNNLAG FOR GULLKNAPP

Gullknapp ligger i Froland kommune, men bare noen hundre meter fra kommunegrensen til Arendal. I beregningene legges rullebanen inn med en lengde (mellom terskler) på 1 200 meter og bredde 30 meter. Koordinater for terskler er hentet fra AIP Norway (https://ais.avinor.no/no/AIP/View/52/aip/ad/eng/eng_en.html).



Figur 3 Rullebanen markert på kartbakgrunn fra Kartverket. M 1:50 000.

Trafikkgrunnlag 2019 og 2030

Det aller meste av trafikkvolumet på Gullknapp vil være flyskolens aktivitet. OSM har angitt en prognose for aktiviteten for 2019 og fram til 2023 når produksjonen har nådd hva som anses som et tak. Prognosen har et lavt og et høyt estimat. I beregningen legges høyt estimat til grunn i tråd med veilederen til retningslinjen. For 2019 er det angitt at trafikken forventes til 12 500 flybevegelser, hvorav 15 % er i landingsrunder (hver landingsrunde teller som to flybevegelser). OSM vil ha en flypark bestående av en nyere utgave av Cessna 172, benevnt C172JT-A, som er et enmotors propellfly, og en Diamond DA42, som er et tomotors propellfly. Sistnevnte vil utgjøre 10 % av landinger og avganger til flyskolen (men ca. 23 % av antall flytimer). For 2023 er totalt antall bevegelser 30 000 ifølge høyt estimat. Dette tallet benyttes også for 10 års prognosen.

Det er anslått at aktiviteten til OSM vil fordele seg med 94 % av landinger og avganger på dagtid, 5 % på kveld og 1 % på natt, mens landingsrunder får en fordeling på 95 % på dag og 5 % på kveld.

I tillegg til denne aktiviteten vil det være en business jet som vil ha regelmessige flygninger fra og til flyplassen, alt innenfor dagsegmentet. Dette vil være flytypen Cessna Citation Mustang C510.

Flyplassen har også sporadisk besøk av helikopter og det er lagt inn en aktivitet for en helikoptertype som er representativ for mindre helikopter. Videre er det angitt at det er en aktivitet med private småfly, antatt vesentlig en-motors. I modelleringen er flytypene for disse to aktivitetene modellert med hhv. SA350 og COMSEP. Sistnevnte er en samlebetegnelse som benyttes for en variert flyflåte. Det antas samme døgnfordeling som for flyskolen for begge disse.

Tabell 3 Total trafikk fordelt på antall avganger (med tilsvarende antall landinger) samt landingsrunder for 2019.

Flytype	Total mengde 2019 (flybevegelser)	Antall avganger, antall landinger			Landingsrunder	
		Dag	Kveld	Natt	Dag	Kveld
C172JT-A	11250	4494	239	48	802	42
DA42	1250	499	27	5	89	5
CNA510	200	100				
SA350	350	165	9	2		
COMSEP	1950	779	41	8	139	7

For prognosen for 2030 økes altså totalt antall bevegelser fra 15 000 i 2019 til 35 000. Av dette utgjør flyskolens aktivitet 30 000 bevegelser, mens den øvrige trafikken står for 5 000 bevegelser. Dette betyr at trafikken økes med en faktor 2.4 for OSM og faktor 2 for den øvrige. Døgnfordelingen holdes uendret fra situasjonen i 2019 til 2030.

Støydata for flyparken

OSM har overlevert kopi av sertifiseringsdata for sin variant av flytype C172. C172JT-A har diesel motor og propell med tre blader. Det gjør den til en mindre støyende maskin enn den opprinnelige. På bakgrunn av de tilsendte datablad er støydata i NORTIM databasen for C172 justert slik at de gir samme resultat som sertifiseringsdata.

For de øvrige flytyper benyttes substitutter fra NORTIM databasen. DA42 beregnes med de data som databasen har for et to-motors propellfly med stempelmotor, uten endringer. CNA510 substitueres med CNA500, mens SA350 beregnes som lett helikopter. COMSEP representerer en gruppe fly og er inkludert i databasen.

Ifølge oppdragsgiver har OSM inne bestilling på 60 elektriske fly til sine flyskoler og at det derfor er sannsynlig at disse vil overta trafikken i et tiårs perspektiv. Årene fra 2023 når full produksjon oppnås, vil dermed kunne representere verste scenario fram de elektriske flyene tas i bruk. Det er forventet at de nye flyene vil ha betydelig mindre støy, særlig fordi forbrenningsmotorene erstattes. Framdrift i de prototyper som eksisterer, er innebygde vifter, som gir mindre støy enn de mest støysvake propellene på markedet. I tiårs perspektivet er det derfor forventet at støyen går ned dersom elektriske fly erstatter dagens flypark.

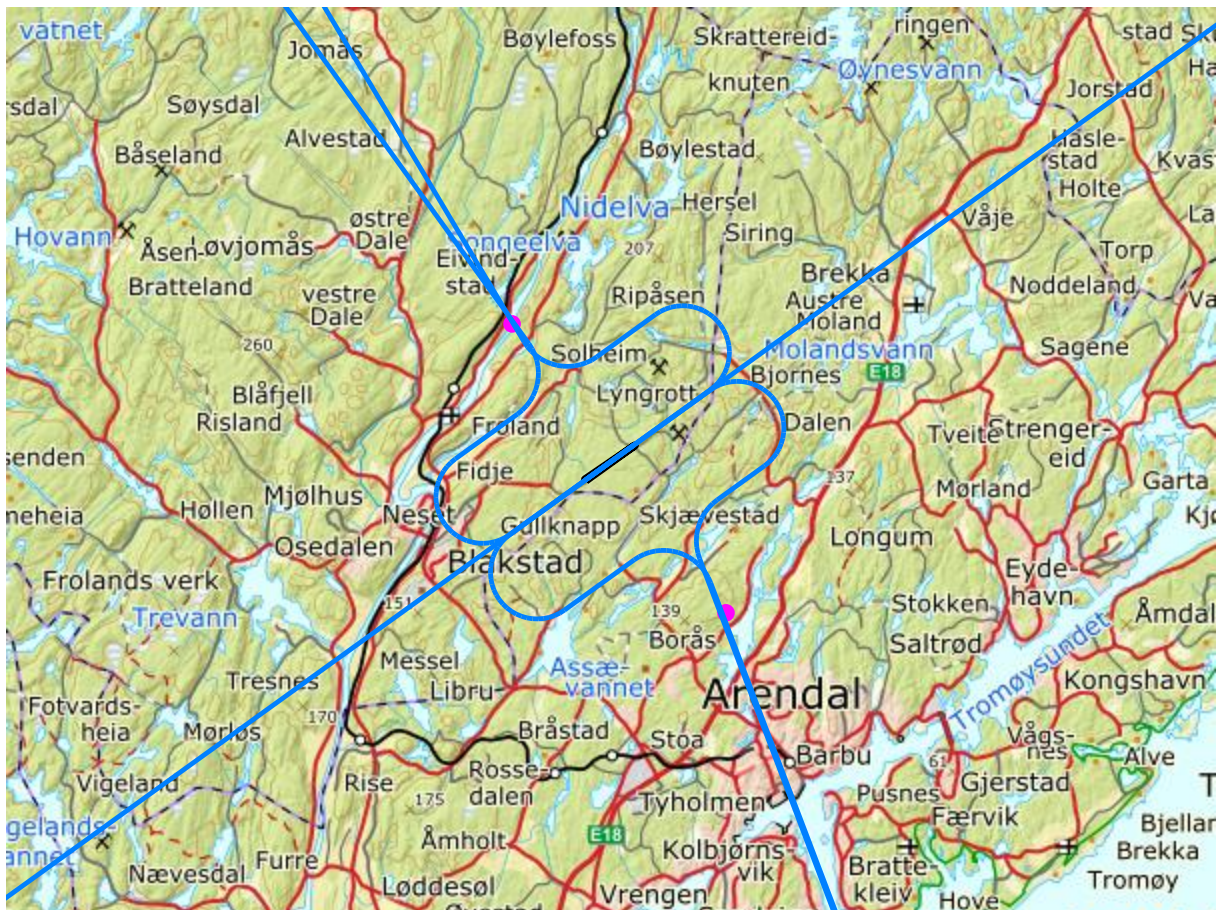
TRAFIKKMØNSTER

Traséer for flytrafikken er i stor grad basert på opplysninger i AIP Norway. Det er antatt at flyskolen i stor grad flyr etter visuelle regler. Unntaket er trening på instrumentinnflyging i et omfang antatt til 10 % av landinger med full stopp. Den øvrige trafikken for flyskolen er lagt via sjekkpunktene som angitt i AIP AD 2 ENGK 6 - 1. Landingsrunder er lagt inn med sving på 700 fot (AAD) på avgangene og 1000 fot på medvindslegg.

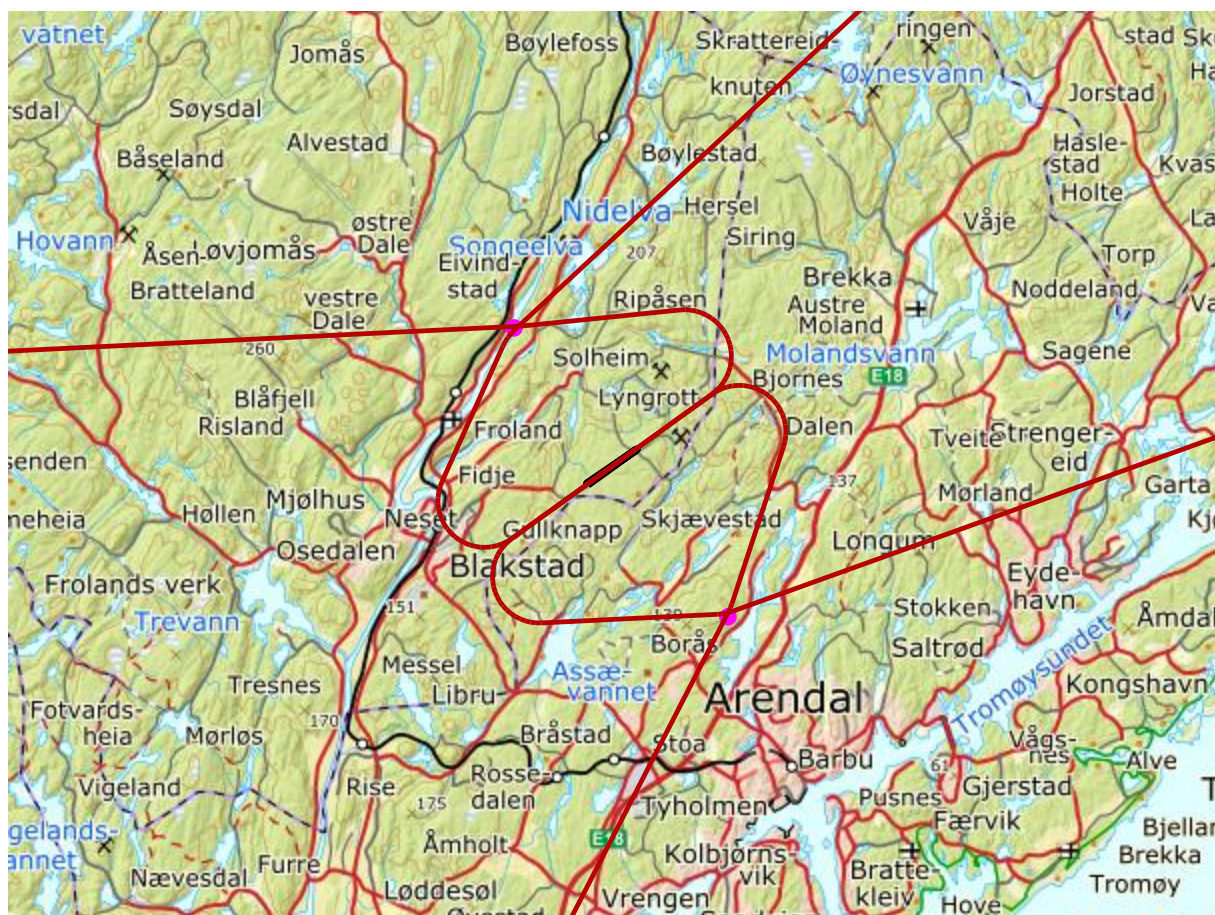
Instrumentinnflyging er lagt rettlinjert. Avganger med Business jet er lagt inn etter SID prosedyrene i AIP AD 2 ENGK 4 - 1 og AD 2 ENGK 4 - 5.

Det er antatt at trafikken fordeler seg med 50 % på hver rullebaneretning for alle operasjoner.

De følgende figurer viser hvordan traséene som følge av disse beskrivelsene ser ut på kartgrunnlag fra Kartverket. Det er ikke vist separate traséer for lette helikopter og disse er lagt inn rettlinjert til hver rullebane. Trafikken på traséer for landinger og avganger får i modellen en sideveis spredning i tråd med internasjonal standard.[21].



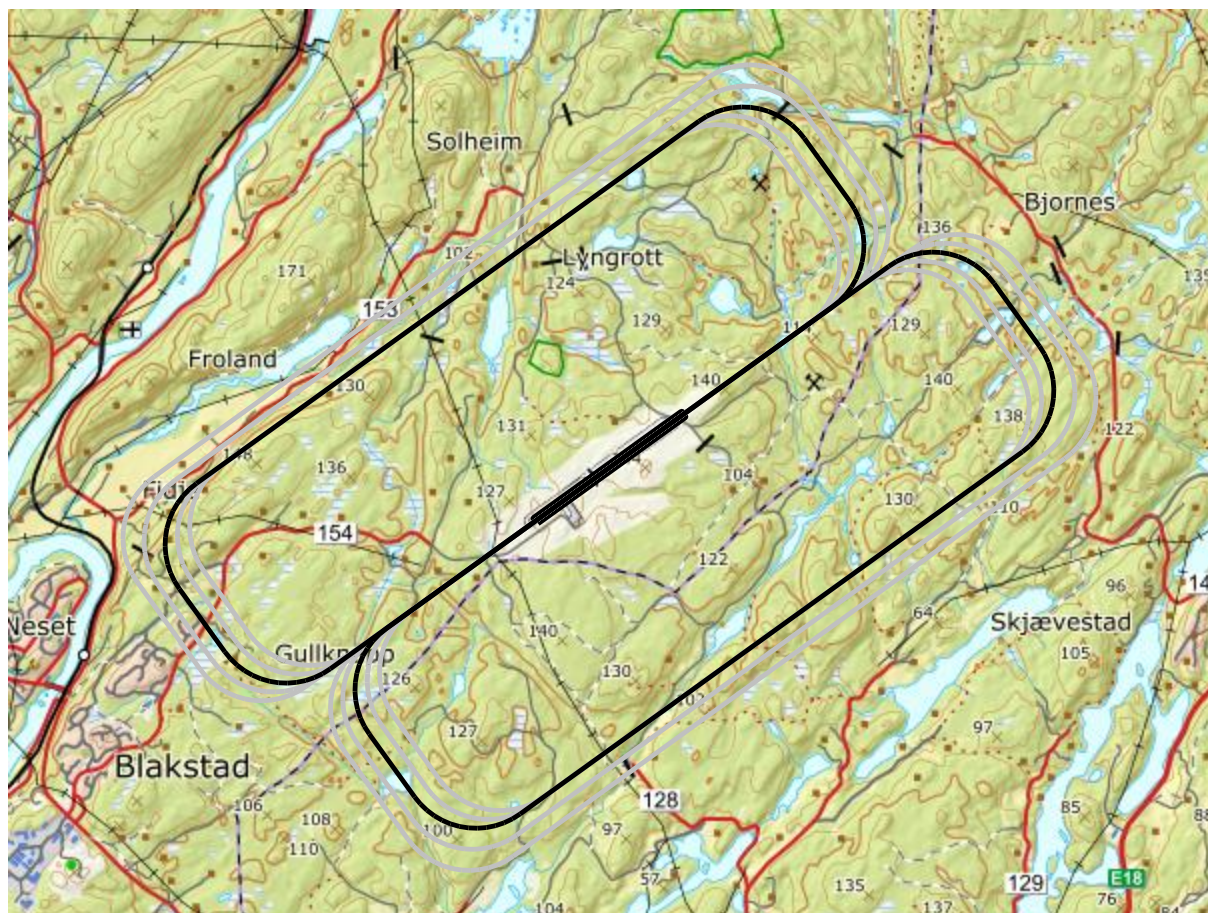
Figur 4 Landingsstraséer for flyskolen og annen GA-trafikk. De to sjekkpunktene er markert med rosa punkt.



Figur 5 Avgangstraséer for flyskolen og annen GA-trafikk.

Som en forenkling er traséene utenfor nærmeste sjekkpunkt lagt mot de tre sjekkpunktene utenfor kartutsnittet på hver side av flyplassen, fordelt på landinger og avganger. Disse sjekkpunktene antas benyttet avhengig av hvilket treningsområde som er i bruk.

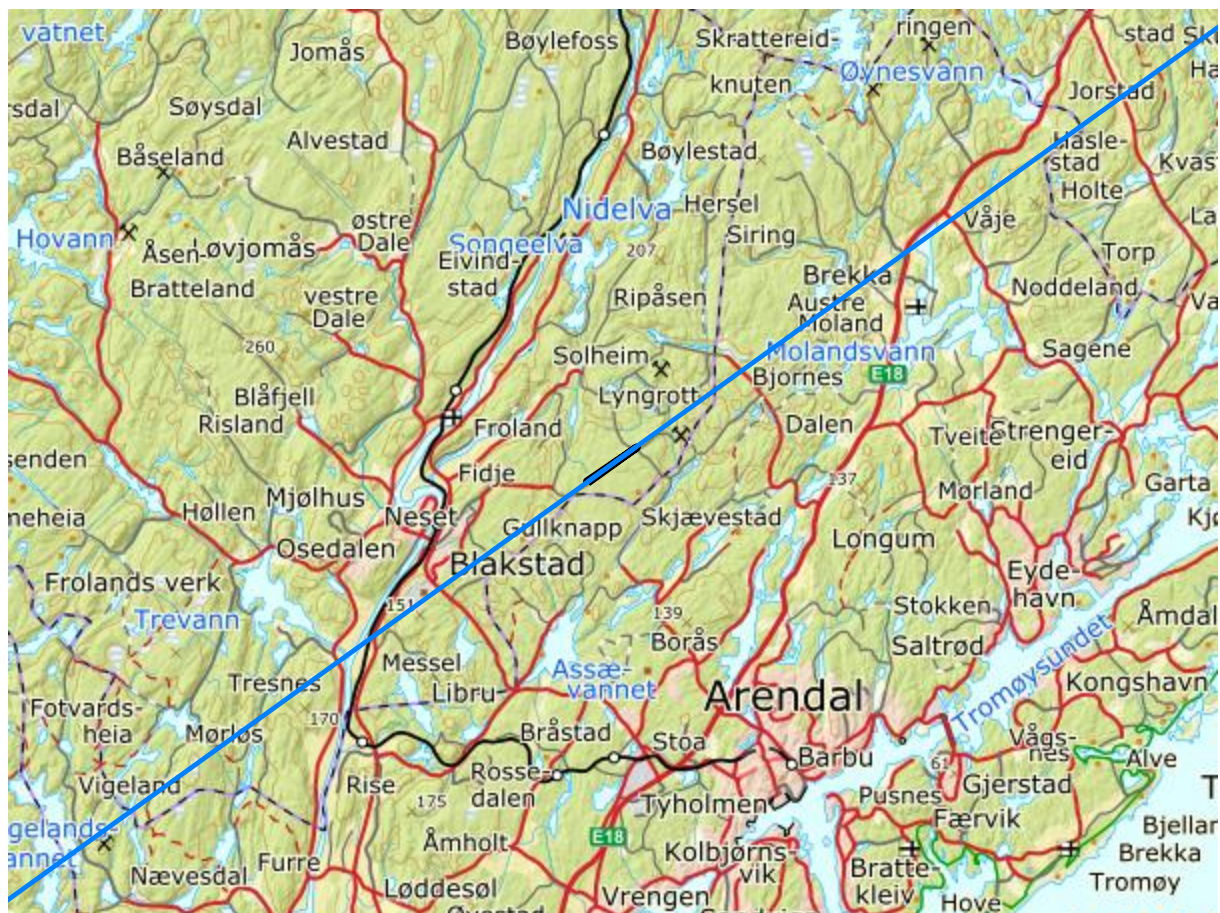
Fordelingen av trafikk er jevnt mellom traséene, dvs at 25 % er lagt inn på hver av de viste avgangene. For landingene er det lagt inn 5 % rettlinjet på hver bane og 45 % via hvert av sjekkpunktene Eivindstad og Uglebu og derfra jevnt fordelt på rullebaneretningene.



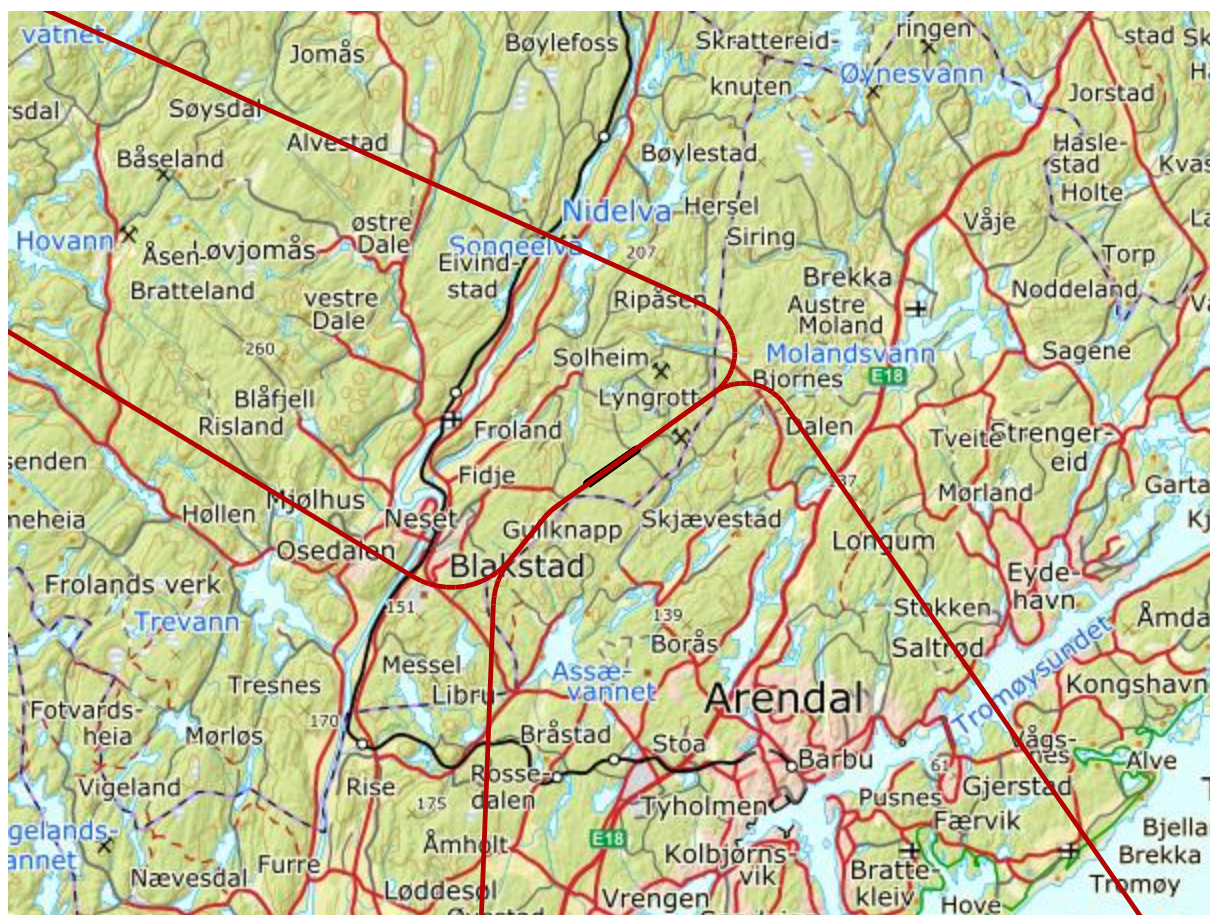
Figur 6 Landingsrunder med standard venstre sving for begge baneretninger med innlagt sideveis spredning.

Sideveis spredning er konstruert delvis som følge av tilsendt bilde, men også basert på erfaring fra andre flyplasser. Sving ved avgang er lagt om lag der man oppnår 700 fot AAD, i samsvar med tilsendt materiale¹. Høyde i medvindslegg er satt til 1 000 fot AAD.

¹ Info. om støyforebyggende tiltak OSMAA, datert 06.03.2019



Figur 7 Landingsstraséer for Business jet.



Figur 8 Avgangstraséer for business jet.

Disse traséene går i henhold til standard prosedyrene for instrumentflyging (SID) i AIP Norway. Trafikken er fordelt jevnt på de fire traséene.

Beregninger og resultater

Med de inngangsdata som er presentert foran gjennomføres det beregninger med NORTIM, med topografi levert av Kartverket forfinet til en oppløsning på 10 x 10 meter. Videre benyttes data fra Norges Eiendommer (oppdatert april 2019) for å beregne støynivå på enkeltbygninger som ut fra sin beskrivelse i registeret defineres å ha et støyfølsomt bruksformål. Beregningen som grunnlag for å trekke likelydskurver (støysonegrenser) gjøres med en punkttetthet på 128 fot, tilsvarende 39 meter.

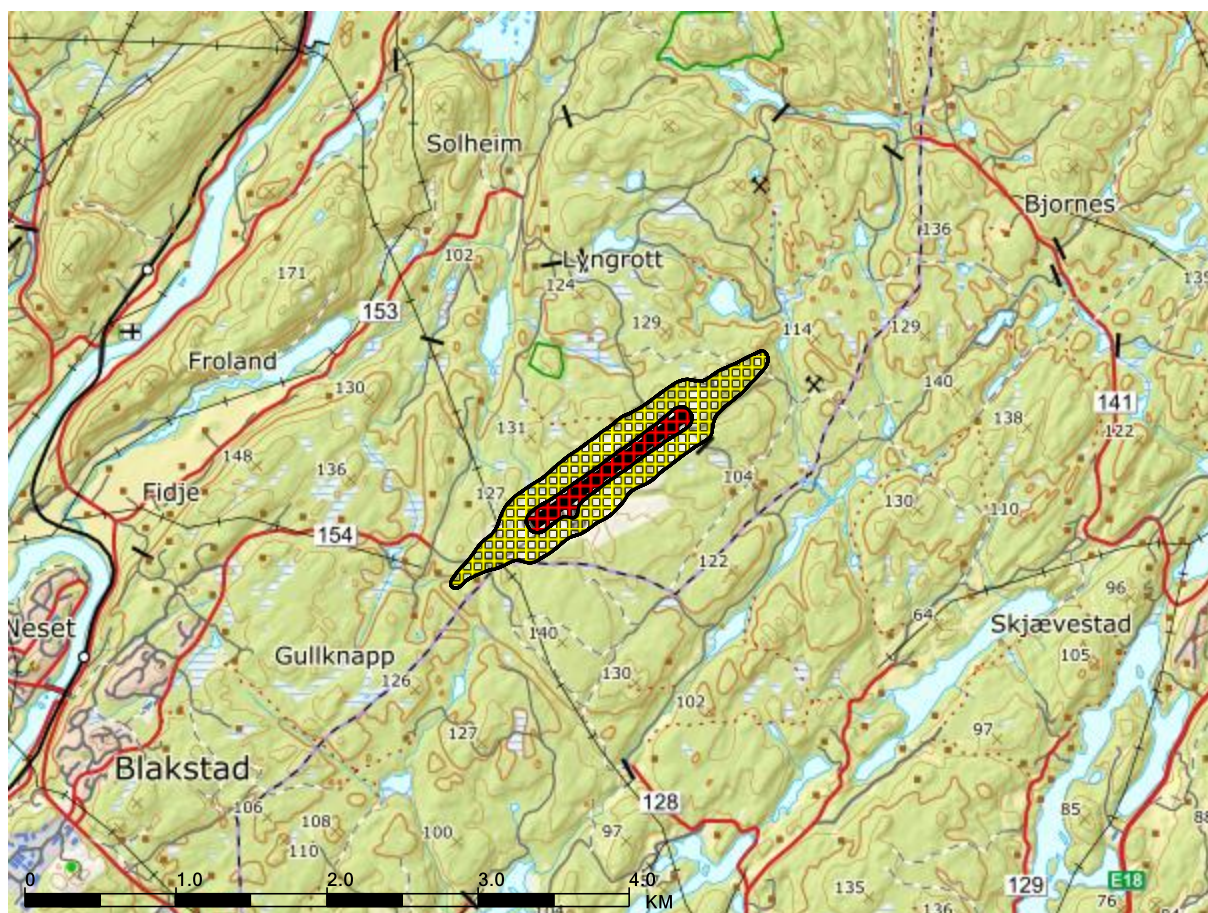
NORTIM beregner støynivå for drøyt 10 forskjellige måleenheter. I denne rapporten vises bare et utdrag av resultater, nemlig de som har betydning for støysonene og eventuell kartlegging av støyutsatte bygninger.

Med den angitte sammensetning av trafikken med hensyn på døgnfordeling, så vil nattrafikken være så liten at L5AS ikke slår ut på støysonene. Der er det utelukkende verdier for LDEN som dimensjonerer. Videre er det klart at økningen av trafikk fram til prognosen er så stor at det i henhold til retningslinjen blir å betrakte på linje med "nytt tiltak" og dermed vil alle boliger o.l. i støysonene være gjenstand for kartlegging med hensyn på innendørs støynivå.

Med dette som bakgrunn begrenser resultatpresentasjonen seg til støysonene, hvis grenser er definert som LDEN 52 og 62 dBA, for henholdsvis gul og rød sone. Kart som viser utstrekningen følger og tabeller med antall berørte bygninger med støyfølsomt bruksformål deretter. Adresseliste over berørte bygninger leveres oppdragsgiver separat.

Tabell 4 Areal innenfor støysonene for de to scenarier.

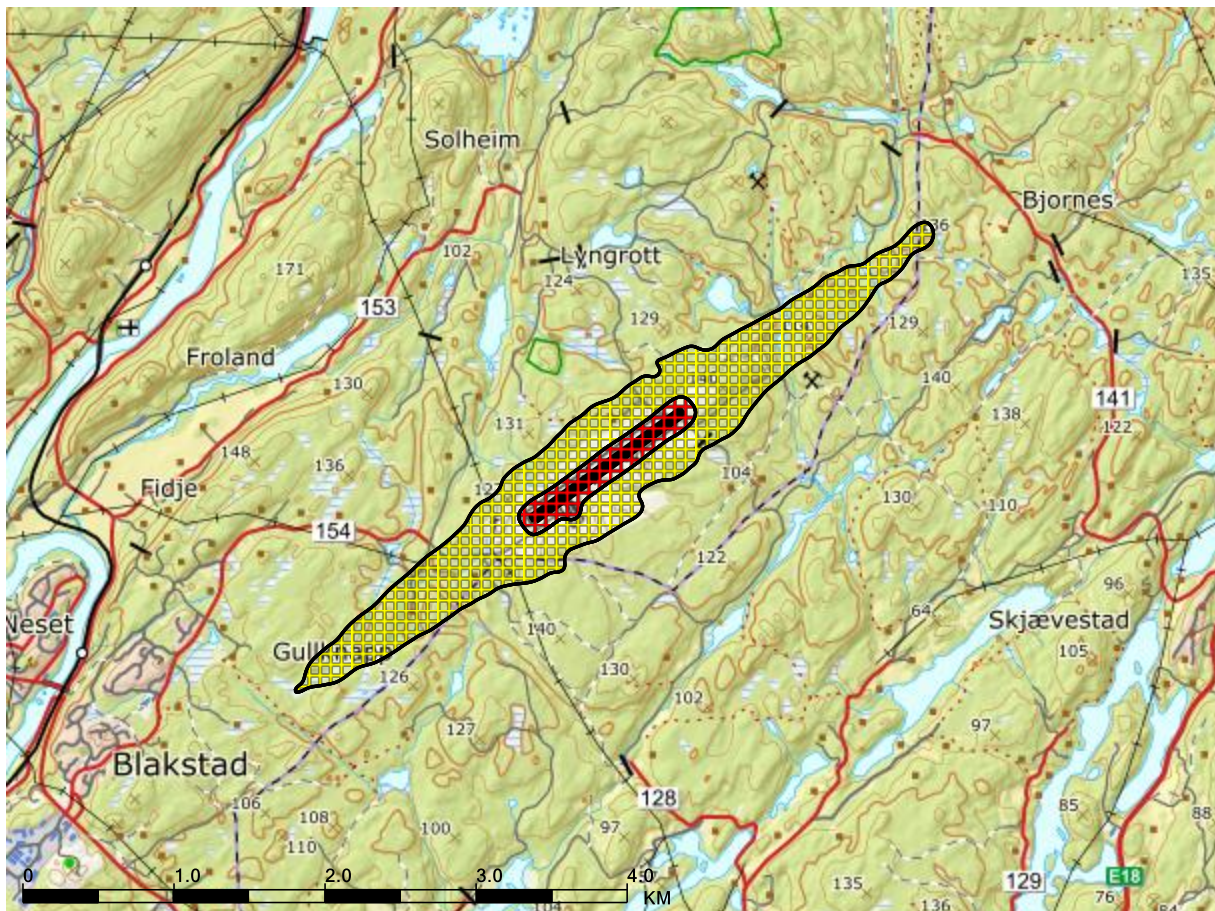
Scenario/Støysone	Gul sone (da)	Rød sone (da)
2019	678.0	174.6
2030	2013.9	275.4



Figur 9 Støysoner for 2019 situasjonen.

Tabell 5 Antall bygninger i støysonene for situasjonen i 2019.

Støysone	Boliger	Skolebygg	Helsebygg	Frtidsboliger
Gul	0	0	0	0
Rød	0	0	0	0



Figur 10 Støysoner for prognosen for 2030.

Tabell 6 Antall bygninger i støysonene for prognosesituasjonen i 2030.

Støysone	Boliger	Skolebygg	Helsebygg	Frtidsboliger
Gul	7	0	0	0
Rød	0	0	0	0

Det fremgår av tabellene at det ikke er behov for kartlegging av boliger eller andre bygninger med den trafikken som er forventet i inneværende år. Derimot vil 7 boliger havne i gul sone med den trafikkmengde som er anslått for prognosesituasjonen. Denne situasjonen oppstår når flyskolen oppnår sin antatte produksjon på 30 000 bevegelser på Gullknapp (høyt estimat) allerede i 2023. Flyplassen eier 5 av de 7 boligene ifølge oppdragsgiver. Det er dermed kun to som eies av tredjepart. Med tanke på at det vil være en periode fra flyskolen er i full produksjon fram til elektriske mer støysvake fly overtar, er det å anbefale at man går i dialog med eierne og også vurderer en kartlegging med tanke på innendørsnivå.

Kartlegging vil bestå i å beregne innendørs støynivå i oppholdsrom basert på beregnet utendørsnivå og beskrivelse av konstruksjoner i fasader, inklusive vindusflater, samt størrelser på slike rom i hvert enkelt av de sju husene. Målsettingen vil da være at innendørs støynivå i disse rommene tilfredsstiller NS 8175 [22], lydklasse C.

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] H. M. E. Miedama and C. G. Oudshorn, "Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals.," *Environmental health perspectives*, vol. 109, pp. 409-416, 2001.
- [3] T. Gjestland, K. H. Liasjø, I. L. N. Granøien, and J. M. Fields, "RESPONSE TO NOISE AROUND OSLO AIRPORT FORNEBU," ELAB-RUNIT Report STF40 A90189, Trondheim, november 1990.
- [4] T. Gjestland, K. H. Liasjø, and I. L. N. Granøien, "RESPONSE TO NOISE AROUND VÆRNES AND BODØ AIRPORTS.," SINTEF DELAB Report STF40 A94095, Trondheim, august 1994.
- [5] F. Gelderblom, T. Gjestland, and I. L. N. Granøien, "UNDERSØKELSE AV STØYPLAGE VED NORSKE FLYPLASSER," Trondheim SINTEF A27596, Mars 2016 2016.
- [6] Klima- og Miljødepartementet, "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging," Retningslinje T-1442/2016, Oslodesember 2016.
- [7] *DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise*, EC, 2002.
- [8] H. Olsen, K. H. Liasjø, and I. L. N. Granøien, "TOPOGRAPHY INFLUENCE ON AIRCRAFT NOISE PROPAGATION, AS IMPLEMENTED IN THE NORWEGIAN PREDICTION MODEL – NORTIM," SINTEF DELAB Report STF40 A95038, Trondheim, april 1995.
- [9] R. T. Randeberg, H. Olsen, and I. L. N. Granøien, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [10] I. L. N. Granøien, R. T. Randeberg, and H. Olsen, "CORRECTIVE MEASURES FOR THE AIRCRAFT NOISE MODELS NORTIM AND GMTIM: 1) DEVELOPMENT OF NEW ALGORITHMS FOR GROUND ATTENUATION AND ENGINE INSTALLATION EFFECTS. 2) NEW NOISE DATA FOR TWO AIRCRAFT FAMILIES," SINTEF Report STF40 A02065, Trondheim, desember 2002.
- [11] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [12] S. Å. Storeheier, R. T. Randeberg, I. L. N. Granøien, H. Olsen, and A. Ustad, "AIRCRAFT NOISE MEASUREMENTS AT GARDERMOEN AIRPORT, 2001. Part 1: SUMMARY OF RESULTS," SINTEF Report STF40 A02032, Trondheim, mars 2002.
- [13] J. Koopmann, A. Zubrow, A. Hansen, S. Hwang, and M. Ahearn, "Aviation Environmental Design Tool (AEDT) 2b User Guide," U.S. Department of Transportation, Volpe National Transportation Systems Center, Washington DC, USA2015.
- [14] 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.
- [15] OSL, "Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data," August 2015 August 2015.
- [16] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies," October 2014
- [17] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.

- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] E. Osmundsen, "MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA," Miljøakustikk AS2011.
- [21] "REPORT ON STANDARD METHOD OF COMPUTING NOISE CONTOURS AROUND CIVIL AIRPORTS," in *European Civil Aviation Conference*, Paris, December 2014.
- [22] S. Norge, "Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper," in *NS 8175:2012* vol. NS 8175:2012, ed. Oslo: Standard Norge, 2012.