

Rapport

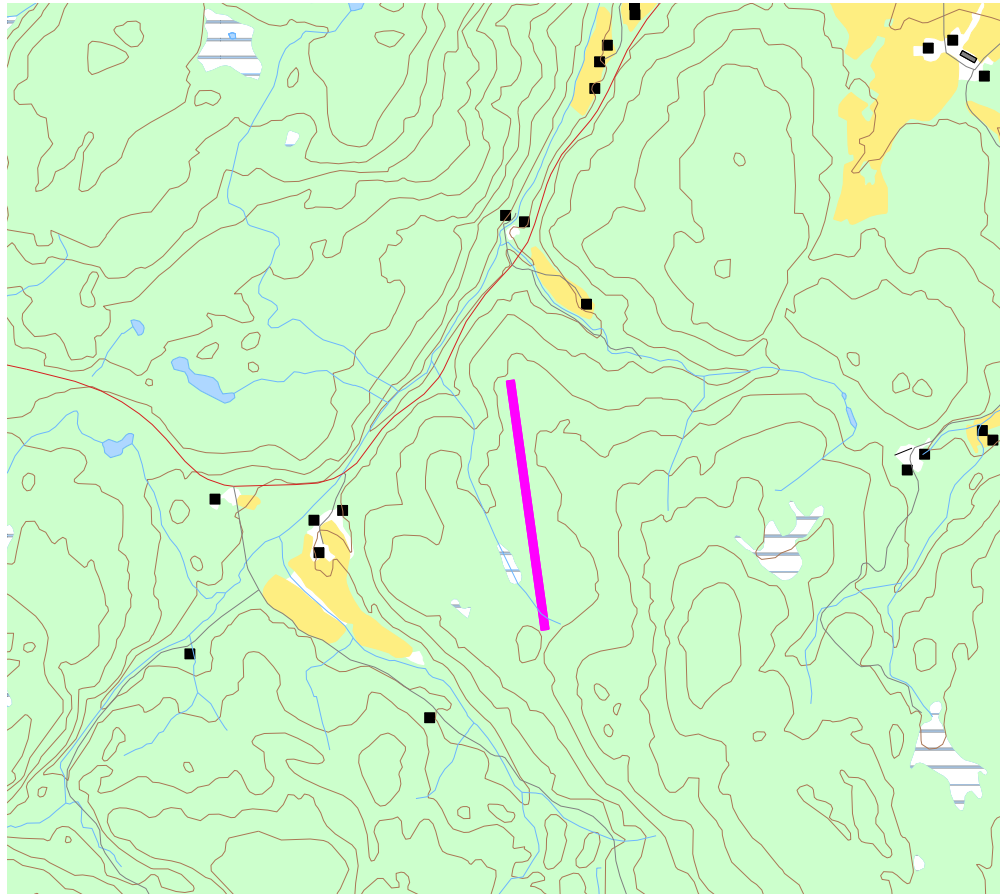
Flystøysoner for Krokstad luftsportssenter – Sørum

Støysoner etter T1442/2016

Forfatter(e)

Joakim Bustad

Idar L. N. Granøien, Rolf Tore Randeberg



Rapport

Flystøysoner for Krokstad luftsportssenter – Sørums

Støysoner etter T1442/2016

EMNEORD:

RAPPORTNR	VERSJON	DATO
2018:00038	2.0	2018-01-12

FORFATTER(E)

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

OPPDRAGSGIVER(E)

Norges luftsportforbund

OPPDRAGSGIVERS REF.

Torkell Sætervadet

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

36

GRADERING

Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE

Unrestricted

ISBN

978-82-14-06634-0

SAMMENDRAG

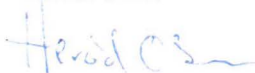
SINTEF har fått i oppdrag fra Norges luftsportforbund å utarbeide støyonekart for et mulig framtidig luftsportssenter ved Krokstad i Sørums. Tre mulige scenario er lagt til grunn for beregningene i denne rapporten. Det er ingen av disse tre scenarioa som fører til at støyømfintlige bygninger blir berørt i en sånn grad at regelverket krever tiltak.



UTARBEIDET AV
Joakim Bustad



KONTROLLERT AV
Herold Olsen



GODKJENT AV
Bengt Holter



Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	4
2	GENERELT OM FLYSTØY	5
2.1	Akustiske størrrelser.....	5
2.2	Flystøyens egenskaper og virkninger	5
2.2.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy.....	5
2.2.2	Generell plage av flystøy	6
3	MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE	8
3.1	Måleenheter	8
3.2	Støysoner til arealplanlegging.....	8
3.2.1	Definisjon av støysoner	8
3.2.2	Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer	9
3.2.3	Kartlegging av stille områder	9
3.3	Beregningsmetode.....	9
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnet	10
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM	10
4	KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN	11
4.1	Innendørs støy	11
4.1.1	Beregning med normtall for fasadedempning	11
4.1.2	Beregning med frekvensspekter.....	11
4.2	Strategisk støykartlegging.....	12
5	OMGIVELSER	13
6	FLYAKTIVITETEN VED KROKSTAD LUFTSPORTSSENTER	14
6.1	Kildedata for fly.....	14
6.2	Oppsummering av flydata.....	14
7	FLYGEPROSEDYRER	16
8	BEREGNINGSPARAMETRE	20
8.1	Beregningsenheter.....	20
8.2	Beregning i enkeltpunkt.....	20
8.3	NORTIM beregningskontroll	20
9	RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442	21
9.1	Areal innenfor støysoner	21
9.2	Støysonekart for scenario 1	22
9.3	Støysonekart for scenario 2	23

9.4	Støysonekart for scenario 3	24
10	RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN	25
10.1	Kartlegging av innendørs støynivå	25
10.2	Kartlegging av utendørs støynivå	28
11	Litteratur	35

1 INNLEDNING

SINTEF har fått i oppdrag fra Norges luftsportforbund å utarbeide støysonekart for et mulig framtidig luftsportssenter ved Krokstad i Sørumsund. Tre mulige scenarier er lagt til grunn for beregningene i denne rapporten. Det er ingen av disse tre scenarioene som fører til at støyømfintlige bygninger blir berørt i en sånn grad at regelverket krever tiltak.

Denne rapporten er en revisjon av tidligere rapport 2017:00858. Det er her lagt til grunn at vesentlige deler av trafikken i to av scenarioene er i form av landingsrunder.

2 GENERELT OM FLYSTØY

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

2.1 Akustiske størrelser

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

2.2 Flystøyens egenskaper og virkninger

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

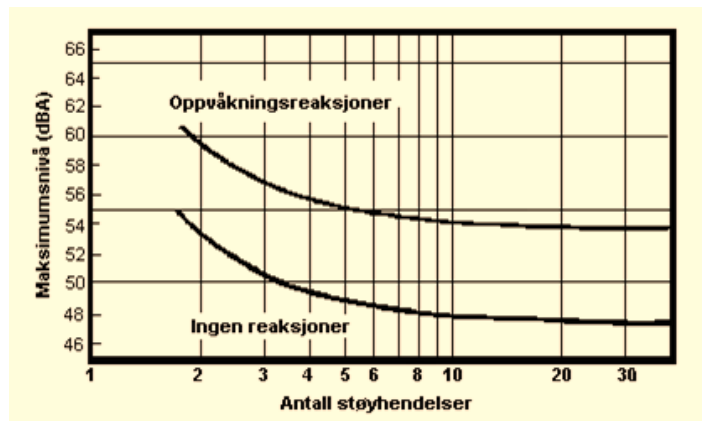
De to viktigste typer ulemper forbundet med flystøy er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller plage. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader med få unntak begrenser seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

2.2.1 Søvnforstyrrelse som følge av flystøy

Det har vært bred internasjonal enighet om at **vekking** som følge av flystøy kan medføre en risiko for helsevirkninger på lang sikt, se litteraturlisten ref. [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 støy nivå og antall hendelser som kan medføre vekking, som illustrert i Figur 2-1.



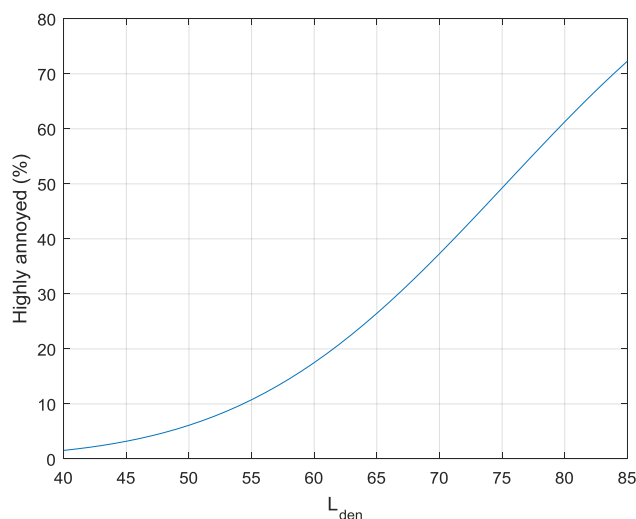
Figur 2-1. 10 % sannsynlighet for vekking resp. søvnstadiumsendring. Sammenheng mellom maksimum innendørs støy nivå og antall hendelser [1].

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

2.2.2 Generell plage av flystøy

Generell støyplage kan betraktes som en sammenfatning av de *ulempen* 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 støy nivå. Både L_{den} og L_{dn} er slike nivåstørrelser hvor det i tillegg gjøres en vekting av når på døgnet støyhendelsen forekommer. Den følgende figuren viser andel sterkt plaget som funksjon av L_{den} slik den er sammenfattet i [2].



Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall personer sterkt plaget av flystøy som funksjon av 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 2-2, mens én av de fem viser sterkere reaksjoner. De fire med lavere respons er Bodø, Sola, Tromsø og Værnes, mens reaksjonene rundt Gardermoen skiller seg ut i motsatt retning. Årsaken til høyere respons her er antatt å være todelt; dels et vedvarende konfliktnivå mellom flyplass og naboer rundt Gardermoen, dels at tettere trafikk medfører færre stille perioder hvor man får tatt seg inn igjen.

3 MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE

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

3.1 Måleenheter

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

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

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

3.2 Støysoner til arealplanlegging

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

3.2.1 Definisjon av støysoner

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

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

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

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

3.2.2 Utarbeidelse av støysonekart og implementering i kommunale planer

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

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

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

Følgende regler for arealutnyttelse er angitt i retningslinjen:

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

3.2.3 Kartlegging av stille områder

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

3.3 Beregningsmetode

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

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

3.3.1 Dimensjonering av trafikkgrunnet

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

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

3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

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

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

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

Beregningsprogrammet inneholder en database for over 300 ulike flytyper. Databasen er importert fra internasjonalt tilgjengelige kilder, i hovedsak fra USA, AEDT [13] og NOISEMAP [14] og med korrigerede 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 databasen, kan det beregnes støy fra omlag 650 forskjellige typer fly. I tillegg er det mulig å legge inn brukerdefinerte data for fly- og helikoptertyper som ikke er definert i databasen. I slike situasjoner hentes data fra andre anerkjente kilder eller egne målinger.

4 KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSNINGSLOVEN

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

4.1 Innendørs støy

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

4.1.1 Beregning med normtall for fasadedempning

Flystøy beregnes primært for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Ettersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstituttets utredning om fasadeisolasjon [18], som er revidert av Brekke og Strand [19], er det valgt tre forskjellige normtall for fasadeisolasjon avhengig av hvilke flytyper som er støymessig dominant på hver flyplass. Grenseverdi for kartlegging baseres på hustyper ført opp i 1970 eller senere. Tabell 4-1 viser grenseverdiene for beregnet utendørs døgnkvikivalent nivå ($L_{Aeq,24h}$):

Tabell 4-1. Kartleggingsgrenser i henhold til forurensningsloven.

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

Beregninger foretatt for offshore helikopter i den reviderte rapporten [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 døgnkvikivalent nivå. En tentativ tiltaksgrense vil derfor ligge 7 dB over den kartleggingsgrense som for hvert tilfelle framkommer av tabellen over.

4.1.2 Beregning med frekvensspekter

I enkelte tilfeller med blandet trafikk med ulikt frekvensinnhold kan metoden beskrevet i forrige avsnitt være noe upresis. Det er derfor utviklet en forbedret metode hvor det beregnes et anslag av *innendørs støynivå*, som kan sammenholdes direkte med kartleggingsgrensene og den tentative tiltaksgrensen. Metoden tar hensyn til frekvensinnholdet i hver enkelt flygning. Effektene av kunstige og naturlige skjærmer beregnes for hver enkelt frekvens. Ved beregning av innendørs nivå benyttes to ulike reduksjonsspekter for fasaden, for Hustype II og IV i ref. [19]. Førstnevnte representerer hus bygget rundt 1970-1980 med isolert tak og kaldt loft, og benyttes i de aller fleste tilfeller. Hustype IV representerer boligblokker, og benyttes for bygningstyper hvor vegger typisk er murt eller støpt. På grunn av disse forenklingene vil det beregnede

innendørsnivået *ikke* kunne erstatte en faglig utredning som tar hensyn til den aktuelle bygningskonstruksjonen i hvert enkelt tilfelle.

4.2 Strategisk støykartlegging

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

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

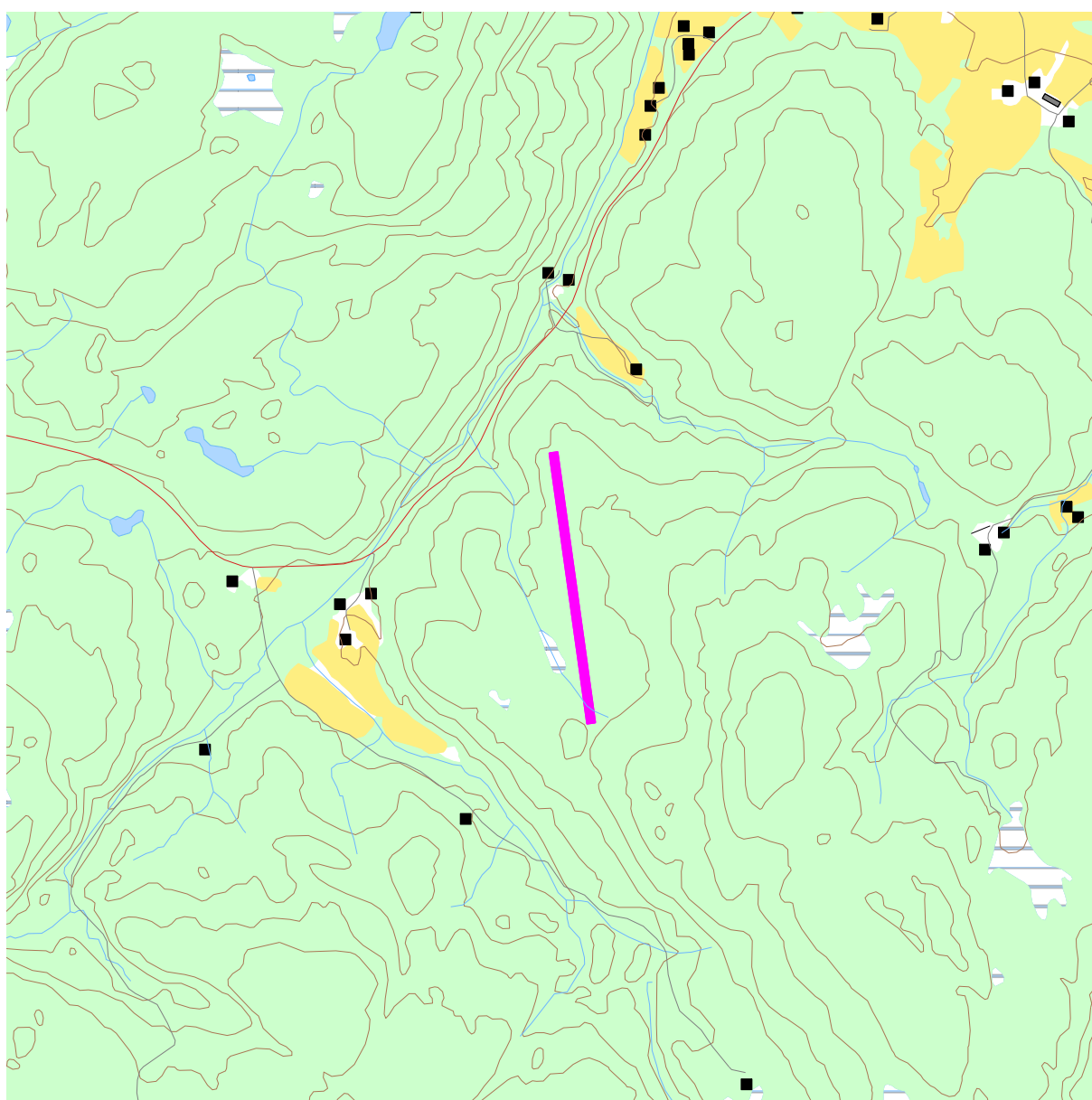
5 OMGIVELSER

Digitalt kartgrunnlag og topografi er hentet fra Kartverket sine gratis tjenester [21]. Topografien er representert med en punkttetthet på 10×10 meter.

I denne rapporten er rullebanene 17 og 35 definerte som vist i Tabell 5-1:

Tabell 5-1. Posisjon til rullebaner.

RWY	FromEast	FromNorth	ToEast	ToNorth	Length
17	628 513	6 646 616	628 651	6 645 625	1000
35	628 651	6 645 625	628 513	6 646 616	1000



Figur 5-1. Foreslått plassering av Krokstad luftsportssenter med omgivelser. Rullebanen (terskel til terskel) er markert rosa. M 1:25 000.

6 FLYAKTIVITETEN VED KROKSTAD LUFTSPORTSSENTER

I følge retningslinje T-1442 skal det benyttes trafikk for et helt år som grunnlag for beregningen av støysoner. I dette tilfellet finnes det ikke noe trafikkgrunnlag og kunden har bedt SINTEF om å ta utgangspunkt i trafikken på Kjeller flyplass og beregne disse tre scenarioa:

- Støynivået ved 10 000 bevegelser der man forutsetter en 50/50 «miks» av luftfartøy med «tradisjonelt» støynivå, jf. registrert trafikk ved Kjeller (bortsett fra helikopter og jetfly), og det «moderne» støynivået, jf. oversikten i Tabell 6-1 og Tabell 6-2.
- Støynivået ved 15 000 bevegelser der man i tillegg til bevegelsene omtalt i punkt a også tar med 5000 bevegelser som utelukkende dekkes av luftfartøy med det «moderne» støynivået (72 dBA). Halvparten av disse ekstra bevegelsene forutsettes å være landingsrunder.
- Støynivået ved 30 000 bevegelser der man i tillegg til bevegelsene omtalt i punkt b også tar med 15 000 bevegelser som utelukkende dekkes av luftfartøy med det enda svakere støynivået (66 dBA). Halvparten av disse ekstra bevegelsene forutsettes å være landingsrunder.

6.1 Kildedata for fly

NORTIM databasen inneholder støydata for de aktuelle flytyper unntatt for de som er støydempet. Data for disse hentes fra målinger utført av SINTEF i forbindelse med en undersøkelse ved Fagerhaug flyplass i Oppdal. Flytypene som var støydempet her var en PA-28-180 (GASEFH) og en Cessna 180 N (GASEVH).

I tillegg er det laget egne grupper for de tre flyene Diamond DA40 NG, Aquila AT-01 og Tecnam P2002 JF, basert på justerte kildedata for en generisk type småfly (COMSEP).

6.2 Oppsummering av flydata

Tabell 6-1 til Tabell 6-4 viser hvilke flytyper som det modelleres med og hvor mange bevegelser det er på hver av dem i beregningsgrunnlaget.

Tabell 6-1. Flytyper hentet fra journalen fra Kjeller flyplass, brukt i alle tre scenarioa.

NewACTyp	Operasjoner
BEC58P	15
CNA172	399
CNA206	75
GASEPF	1 711
GASEPH	2 229
GASEPV	519
GASEVH	34
Sum	4 982

Tabell 6-2. Nye flytyper som modelleres, brukt i alle tre scenarioa.

NewACTyp	Operasjoner
COMSEPA	3 500
COMSEPD	750
COMSEPP	750
Sum	5 000

Tabell 6-3. Nye støysvake fly (72 dBA) brukt i scenariora 2 og 3.

NewACtyp	Operasjoner
COMSEPABB	3 500
COMSEPDBB	750
COMSEPPBB	750
Sum	5 000

Tabell 6-4. Nye støysvake fly (66 dBA) brukt i scenario 3.

NewACtyp	Operasjoner
COMSEPACC	10 500
COMSEPDC	2 250
COMSEPPCC	2 250
Sum	15 000

7 FLYGEPROSEDYRER

Loggen som ligger til grunn for denne undersøkelsen angir ikke destinasjoner, verken hvor avgående fly skal eller innkommende kommer fra (destinasjon "ukjent"). Det legges i stedet inn en fordeling av trafikken i de retninger som er aktuelle utfra opplysninger fra oppdragsgiver.

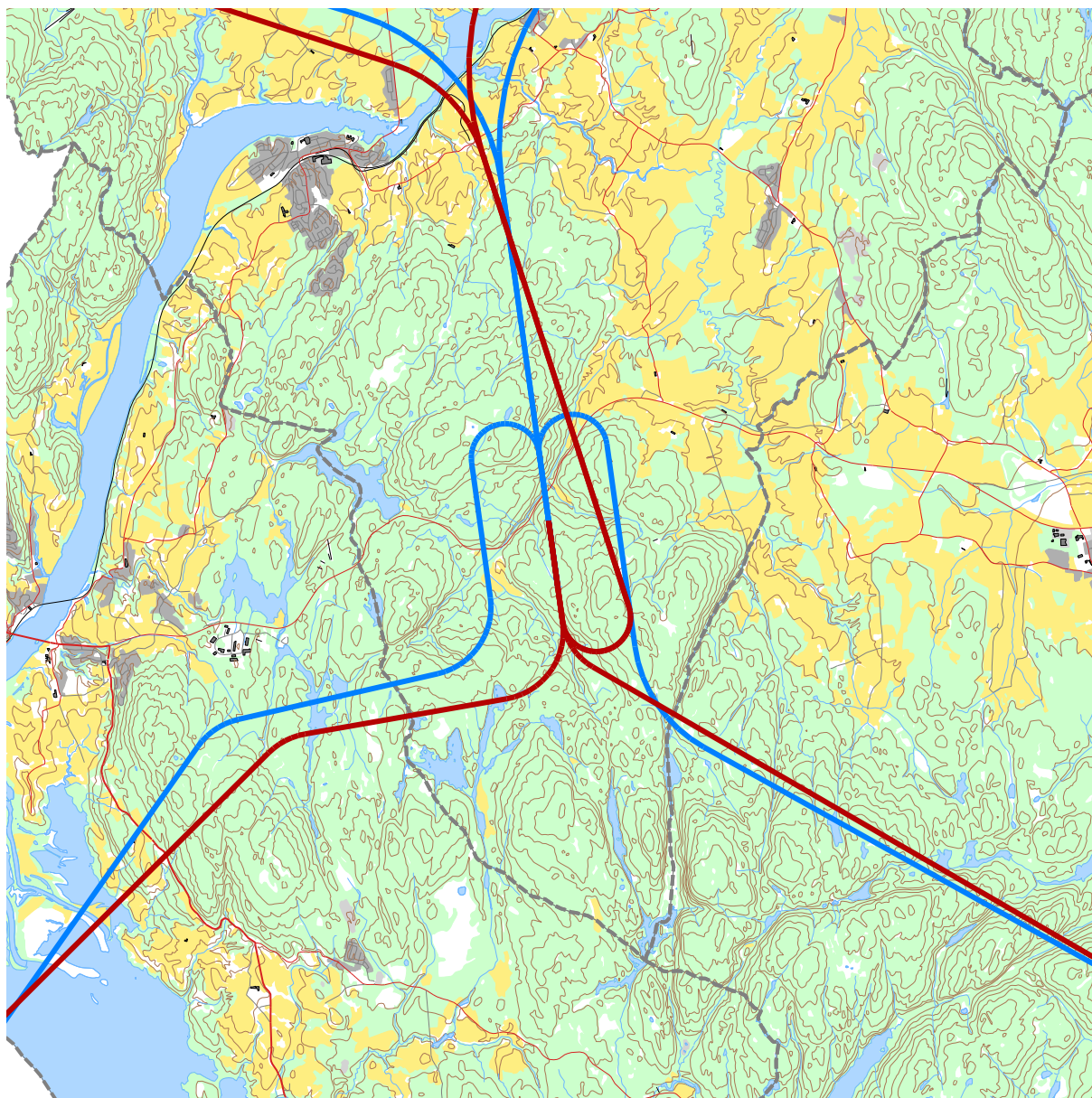
Det er fire sjekkpunkt som er tenkt brukt og beregningene tar utgangspunkt i denne fordelingen, både for avgang og landing:

- Midtøy 50%
- Nittedal 20%
- Årnes 20%
- Bjørkelangen 10%

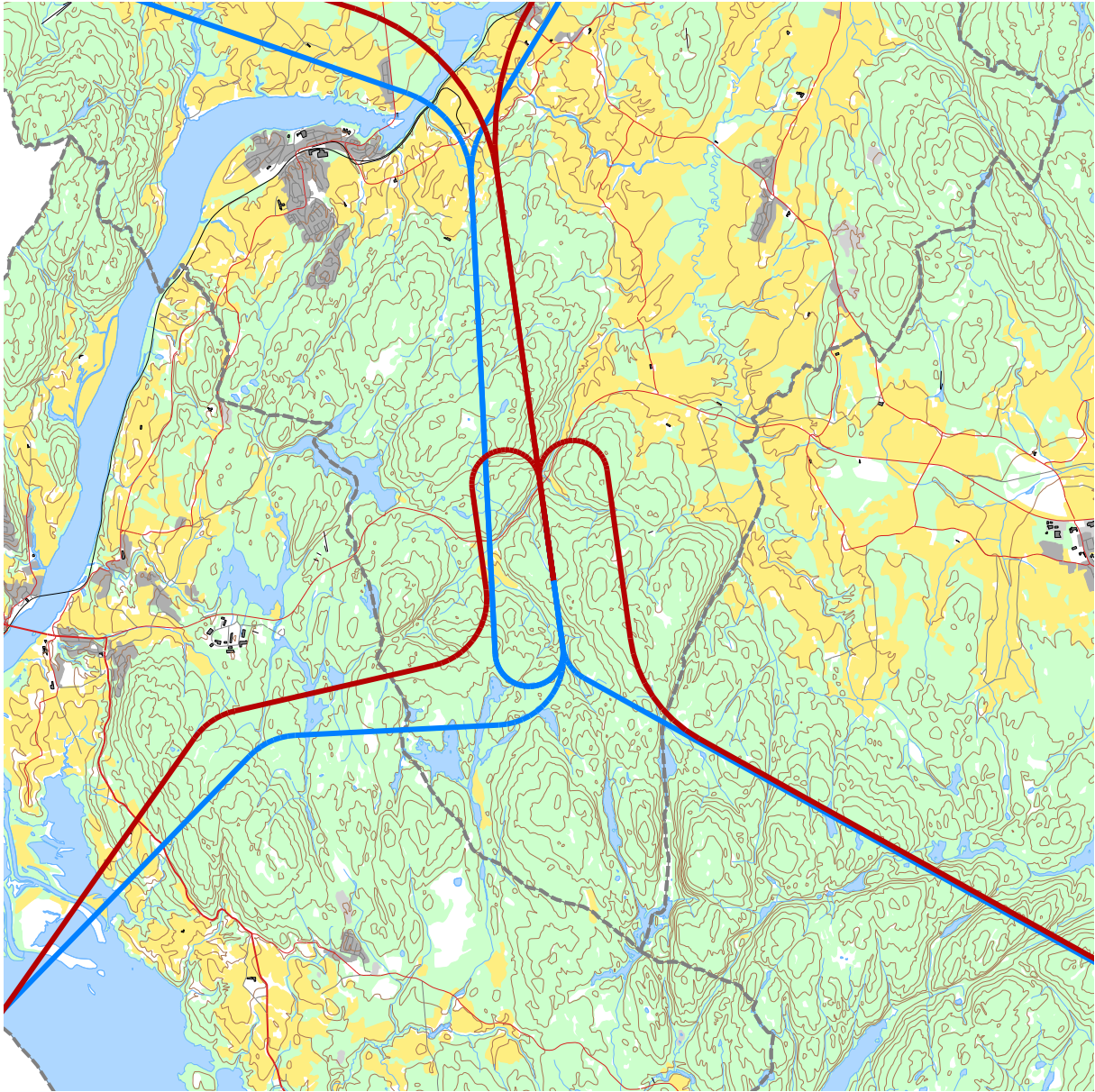
Til og fra hvert av disse sjekkpunktene etableres det prosedyrer for begge baneretninger. I fordelingen av trafikk på sjekkpunktene er det lagt til grunn at for småflyene går 40% av trafikken på hver av de to i sørlig retning og 10% i hver av de to i nordlig retning. Alle prosedyrer er visuelle prosedyrer og det flys bare i dagslys (sol inntil 6 under horisont).

For scenario 1 er det lagt til grunn samme forutsetninger for landingsrunder som for Kjeller: Landingsrunder flys bare ved solo utsjekk av nye piloter og det flys en og en runde med full stopp. Beregningene er gjort med forutsetning av at det vil være i størrelsesorden 30 ganger per år og det flys normalt 3 runder ved hver slik utsjekk. For scenario 2 og 3 forutsettes det at halvparten av de ekstra hhv 5000 og 15 000 bevegelsene kommer i form av landingsrunder.

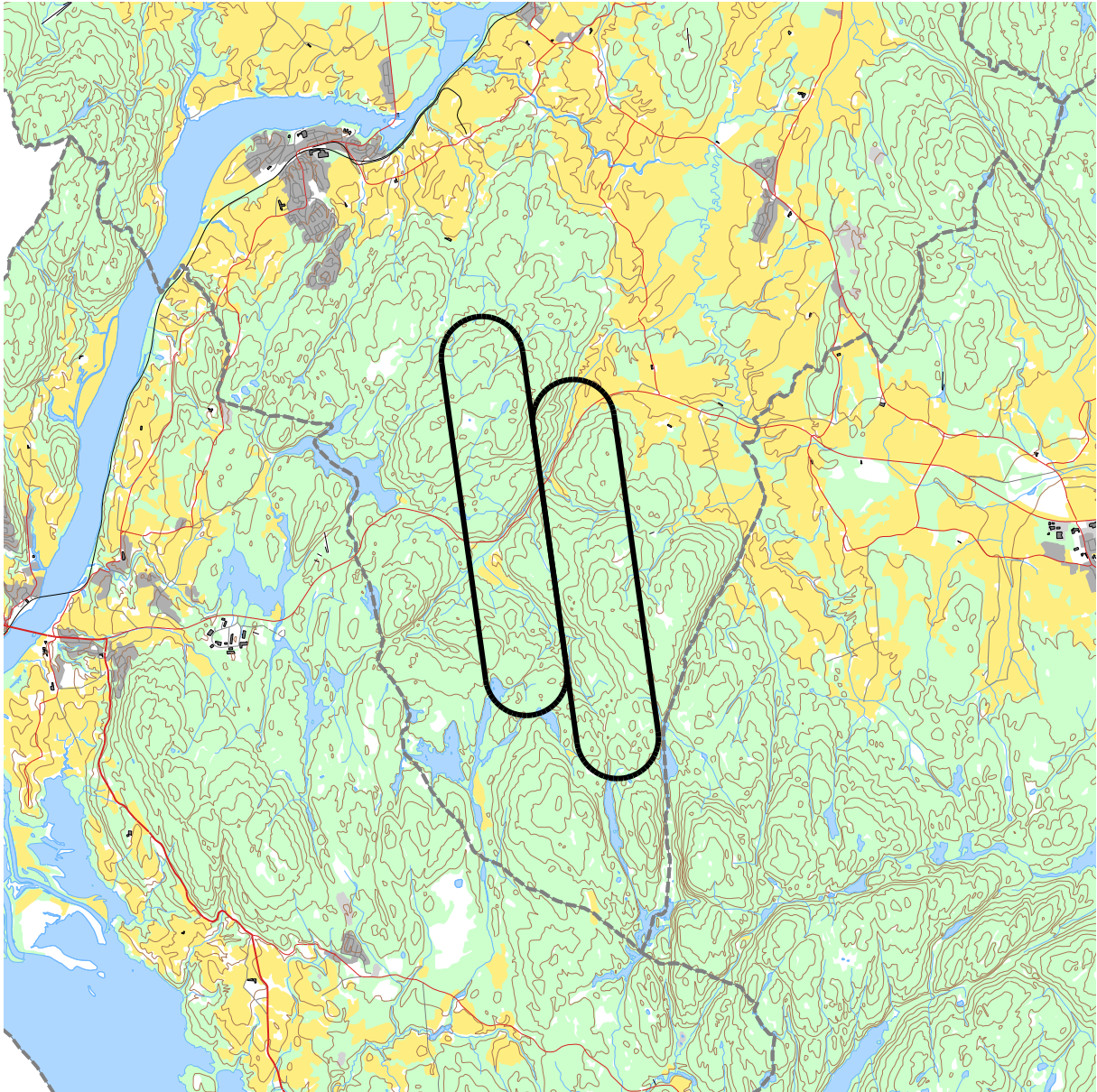
Denne beregningen legger til grunn fordeling 60% på bane 17 og 40% på bane 35 for både avganger og landinger.



**Figur 7-1. Traséer for landing (blå streker) og avgang (røde streker) på bane 17.
M 1:100 000.**



**Figur 7-2. Traséer for landing (blå streker) og avgang (røde streker) på bane 35.
M 1:100 000.**



Figur 7-3. Traséer for landingsrunder. M 1:100 000.

8 BEREGNINGSPARAMETRE

8.1 Beregningsenheter

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

8.2 Beregning i enkeltpunkt

Det gjøres punktregninger i koordinatpunktene for alle støyømfintlige bygninger innenfor beregningsområdet. Bygningsdata fra Norges Eiendommer er importert per 2017-11-28.

8.3 NORTIM beregningskontroll

Grunnlagsberegningene for T-1442 og kartlegging etter forurensningsforskriften foretas med en oppløsning på 128 fot (39 meter) mellom hvert punkt med mottakerhøyde 4 meter over bakken. For alle beregningene tas det hensyn til topografien.

9 RESULTATER RELATERT TIL RETNINGSLINJE T-1442

Beregningene som er gjort inneholder også resultater for andre enheter for støynivå. Disse foreligger på SOSI filformat og leveres til oppdragsgiver på elektronisk form. De er ikke vist her av plasshensyn og ut fra ønske om å begrense omfanget av resultatfigurer.

Som beskrevet i kapittel 3.2.2 skal det normalt utarbeides støysonekart for dagens situasjon, beregnet situasjon for 10 årsprognose og en summering av disse to. Det er ingen landingsbane ved Krokstad i dag. SINTEF har derfor fått i oppdrag å beregne flystøy i tre tenkte scenario og disse er presentert her.

9.1 Areal innenfor støysoner

Tabellene under viser arealene innenfor rød og gul støysone for de tre scenarioene som er beregnet.

Tabell 9-1. Areal innenfor støysoner for scenario 1.

Støysone	Areal (da)
Rød	47,1
Gul	178,6

Tabell 9-2. Areal innenfor støysoner for scenario 2.

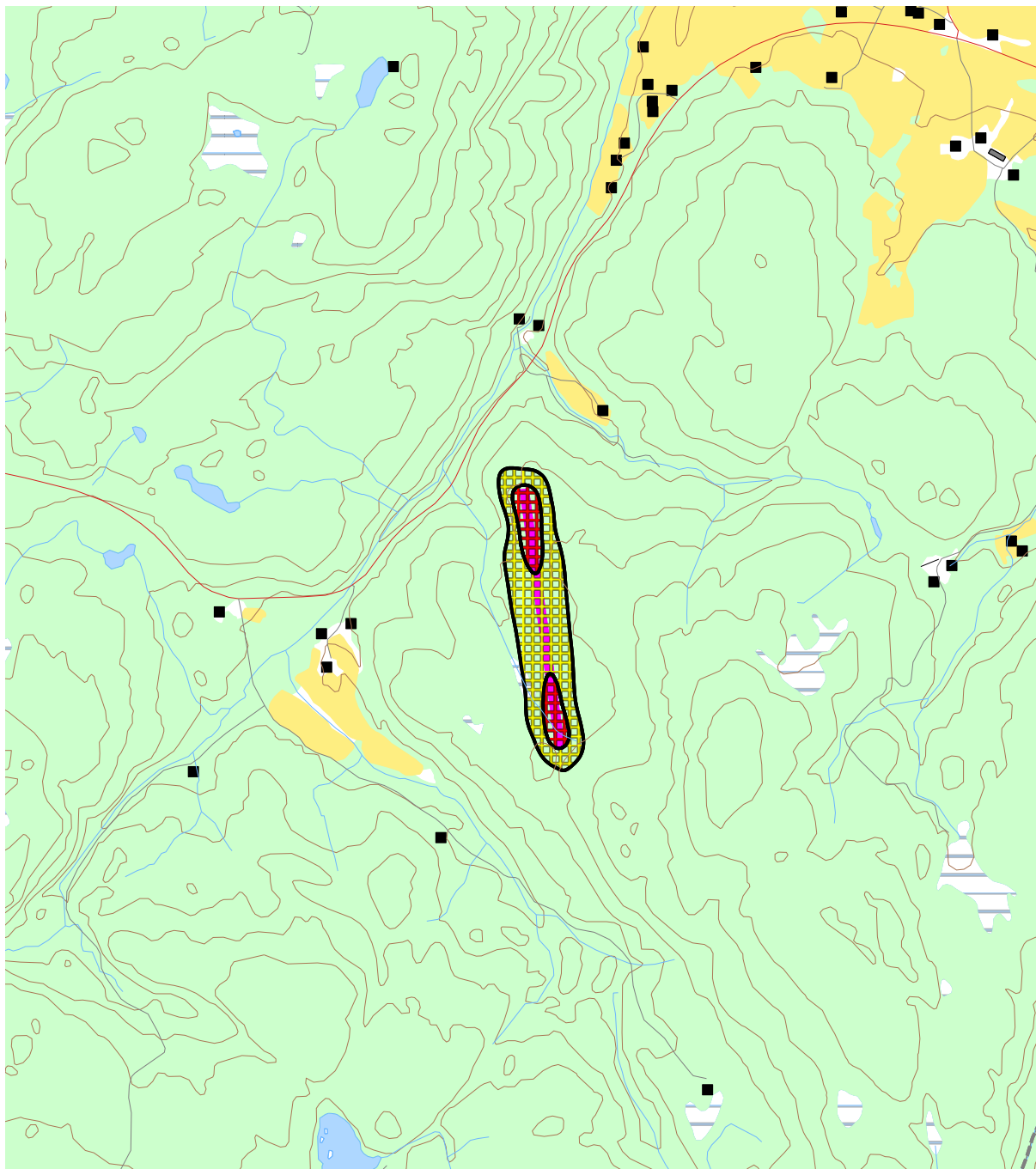
Støysone	Areal (da)
Rød	99,3
Gul	294,9

Tabell 9-3. Areal innenfor støysoner for scenario 3.

Støysone	Areal
Rød	121,9
Gul	510,1

9.2 Støysonekart for scenario 1

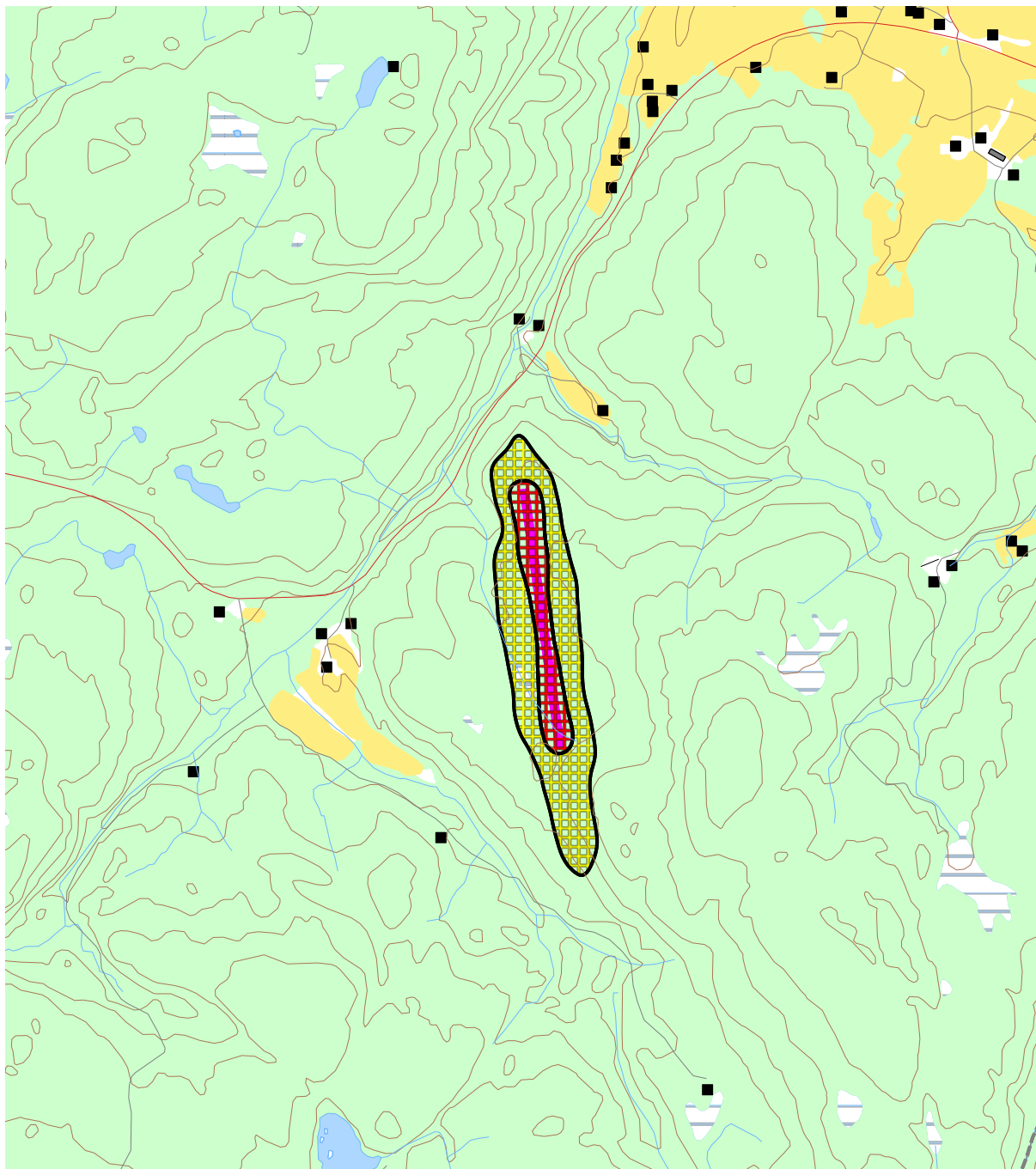
Støysonekart for støynivået ved 10 000 bevegelser der man forutsetter en 50/50 miks av luftfartøy med «tradisjonelt» støynivå og det «moderne» støynivået, jf. Tabell 6-1 og Tabell 6-2 er vist i Figur 9-1.



Figur 9-1. Rød og gul støysone for Krokstad luftsportscenter for scenario 1. M 1:25 000.

9.3 Støysonekart for scenario 2

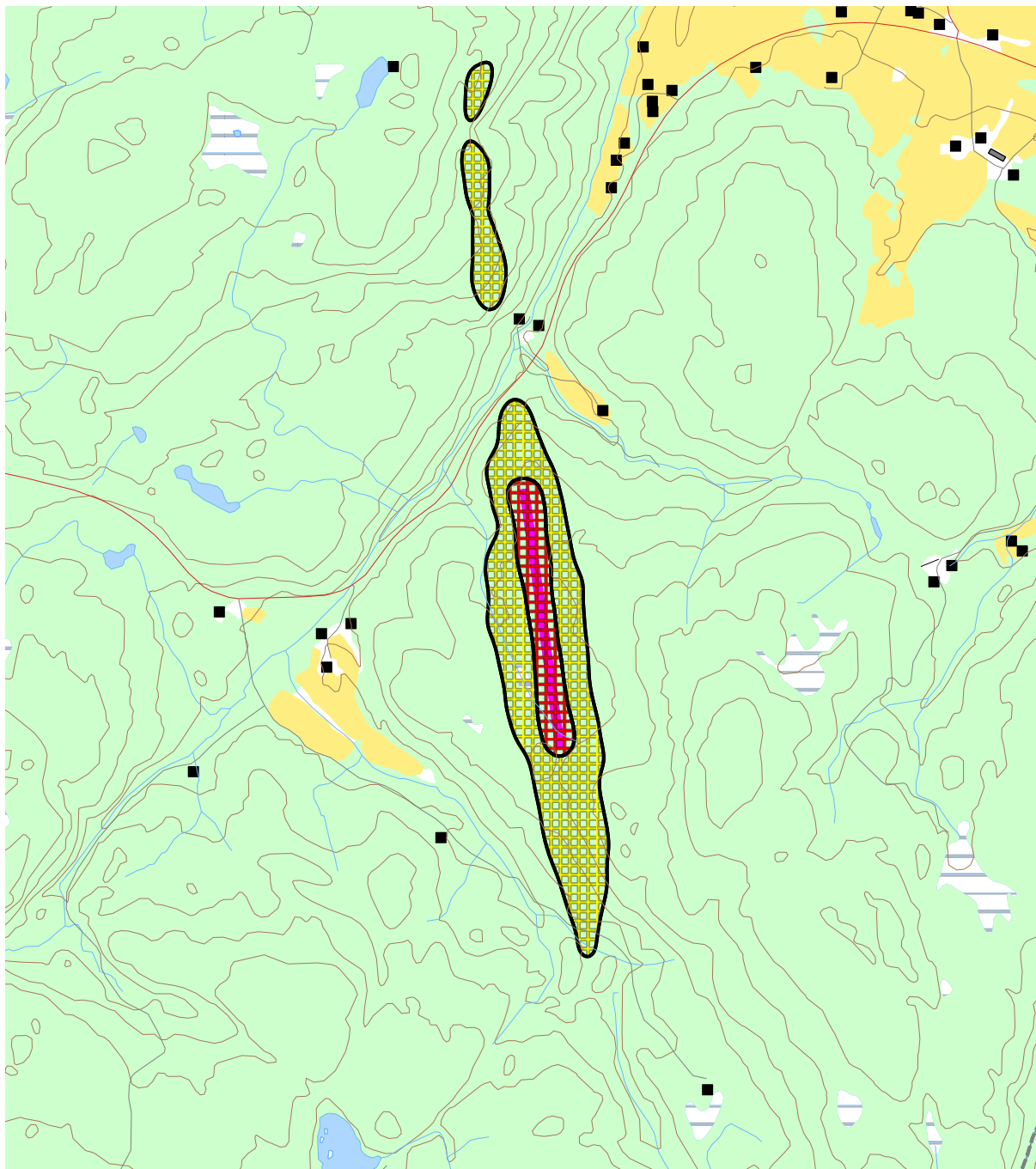
Støysonekart for støynivået ved 15 000 bevegelser. 5000 flybevegelser med støysvake fly (72 dBA), hvorav halvparten er landingsrunder, i tillegg til bevegelsene i scenario 1.



Figur 9-2. Rød og gul støysone for Krokstad luftsportscenter for scenario 2. M 1:25 000.

9.4 Støysonekart for scenario 3

Støysonekart for støynivået ved 30 000 bevegelser. 15 000 flybevegelser med støysvake fly (66 dBA), hvorav halvparten er landingsrunder, i tillegg til bevegelsene i scenario 2.



Figur 9-3. Rød og gul støysone for Krokstad luftsportscenter for scenario 3. M 1:25 000.

10 RESULTATER RELATERT TIL FORURENSINGSFORSKRIFTEN

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

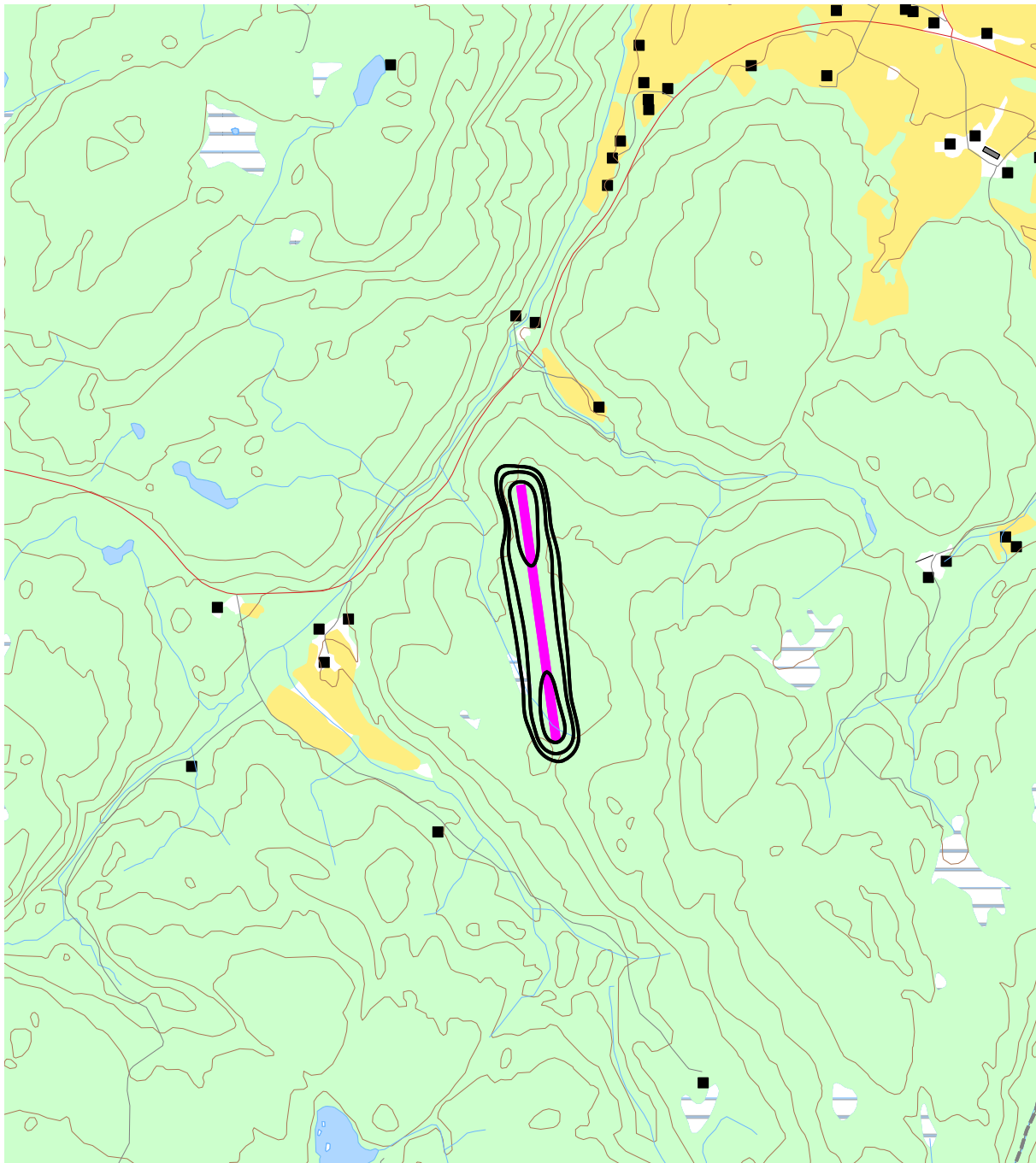
10.1 Kartlegging av innendørs støynivå

For beregningene ved Krokstad luftsportssenter legges "Regionale flyplasser" til grunn.

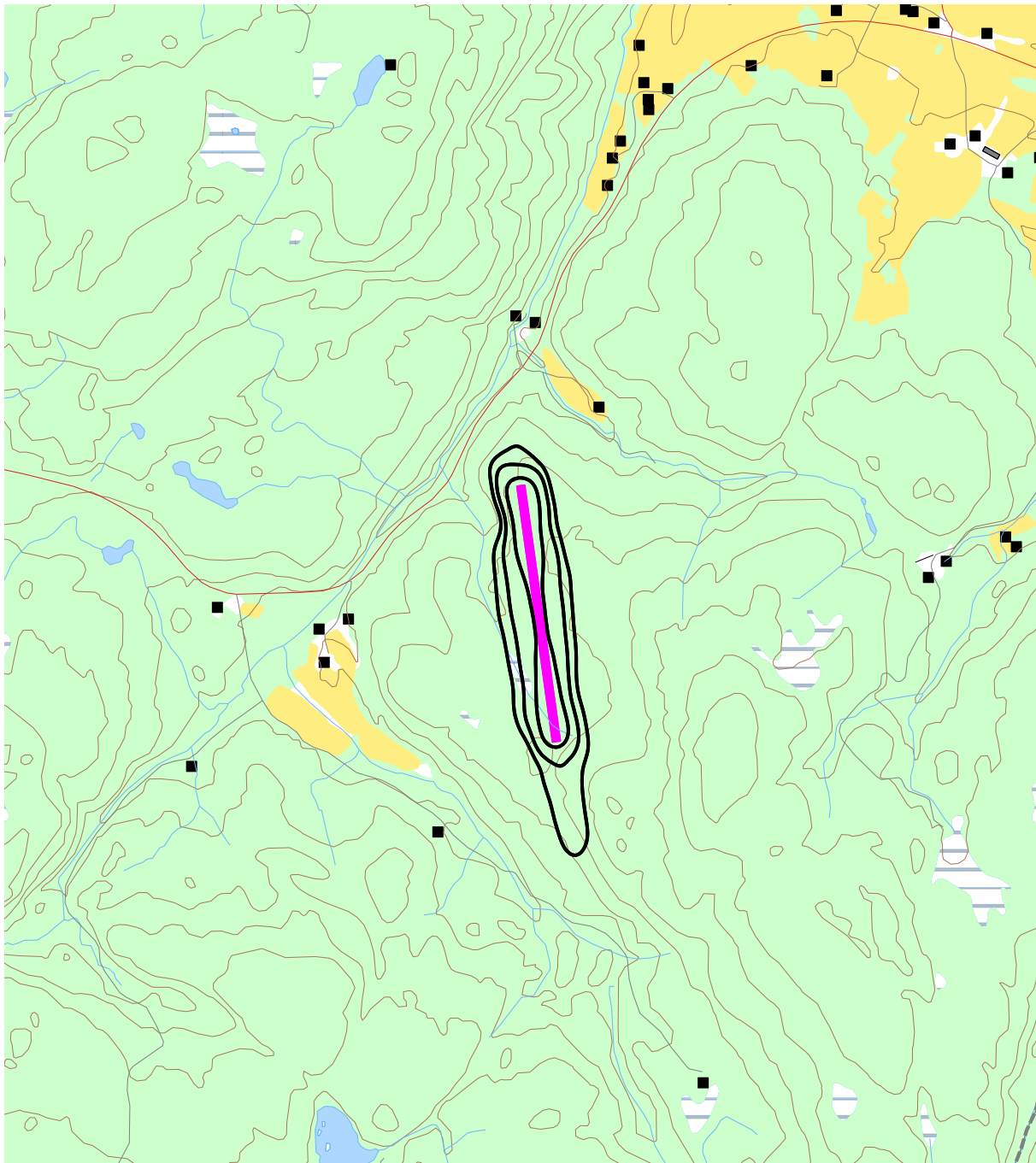
I henhold til Tabell 4-1 er kartleggingsgrensen for flystøy og helikopterstøy på L_{Aeq24h} 54 dBA utendørs frittfeltnivå. Det korresponderer med en reduksjon på 19 dBA i fasader relativt til frittfeltnivå og gir 35 dBA innendørs nivå. I tilfeller hvor det er andre støykilder som bidrar like mye som flytrafikken (som f.eks. en veg), så skal kartleggingsgrensen flyttes 3 dB lenger ut, dvs. til 51 dBA. Tentativ tiltaksgrense på innendørs nivå 42 dBA gir et tilsvarende frittfeltnivå på 61 dBA utendørs.

Det er ingen bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner eller fritidsboliger innenfor kartleggingsnivåene for noen av scenarioa. De høyeste L_{Aeq24h} -nivåene for støyømfintlige bygningene er

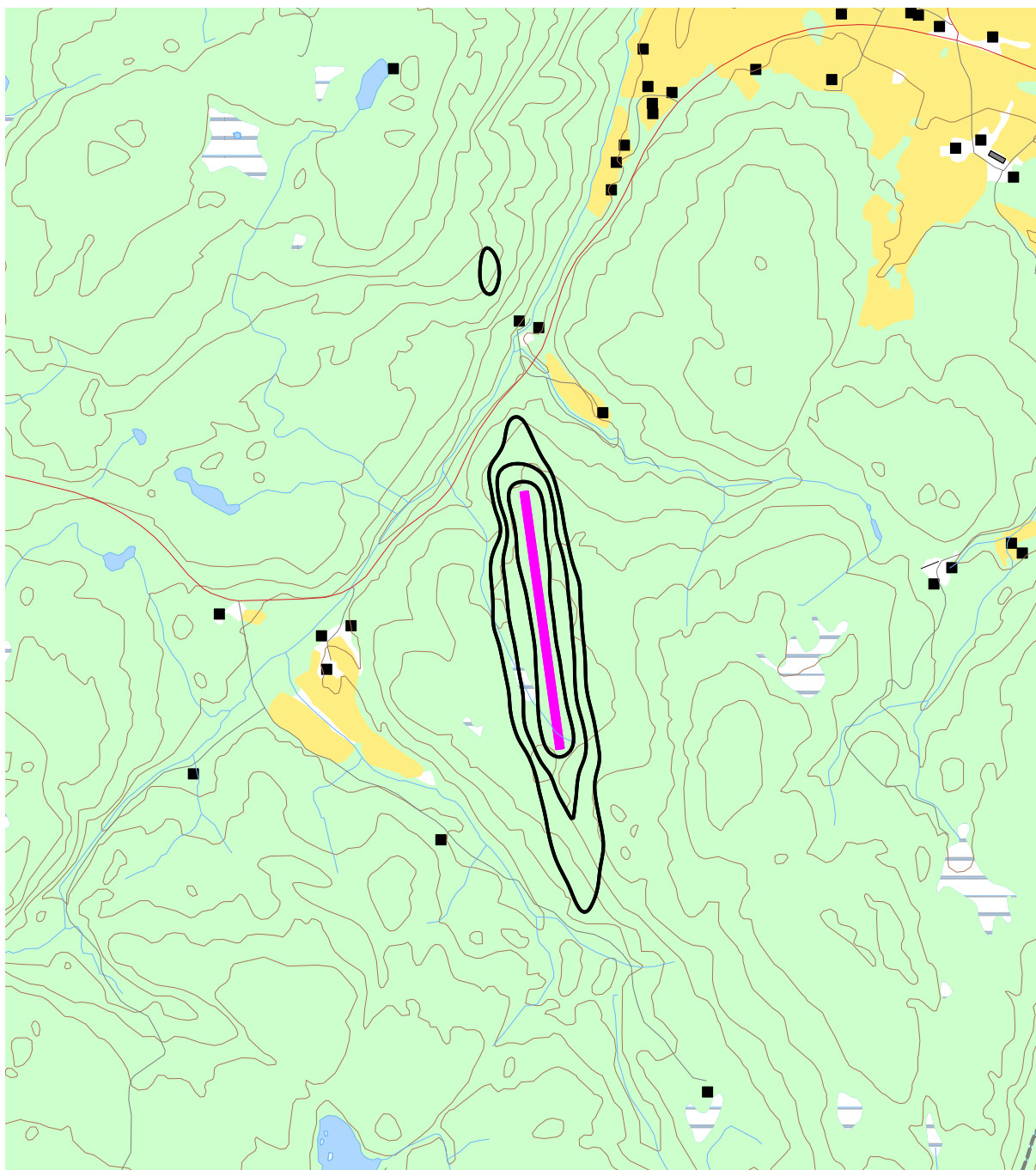
Scenario	L_{Aeq24h}
1	42,3 dBA
2	46,4 dBA
3	48,1 dBA



Figur 10-11. Kartleggingsgrenser for scenario 1. L_{Aeq24h} 51, 54 og 61 dBA. M 1:25 000.



Figur 10-2. Kartleggingsgrenser for scenario 2. L_{Aeq24h} 51, 54 og 61 dBA. M 1:25 000.



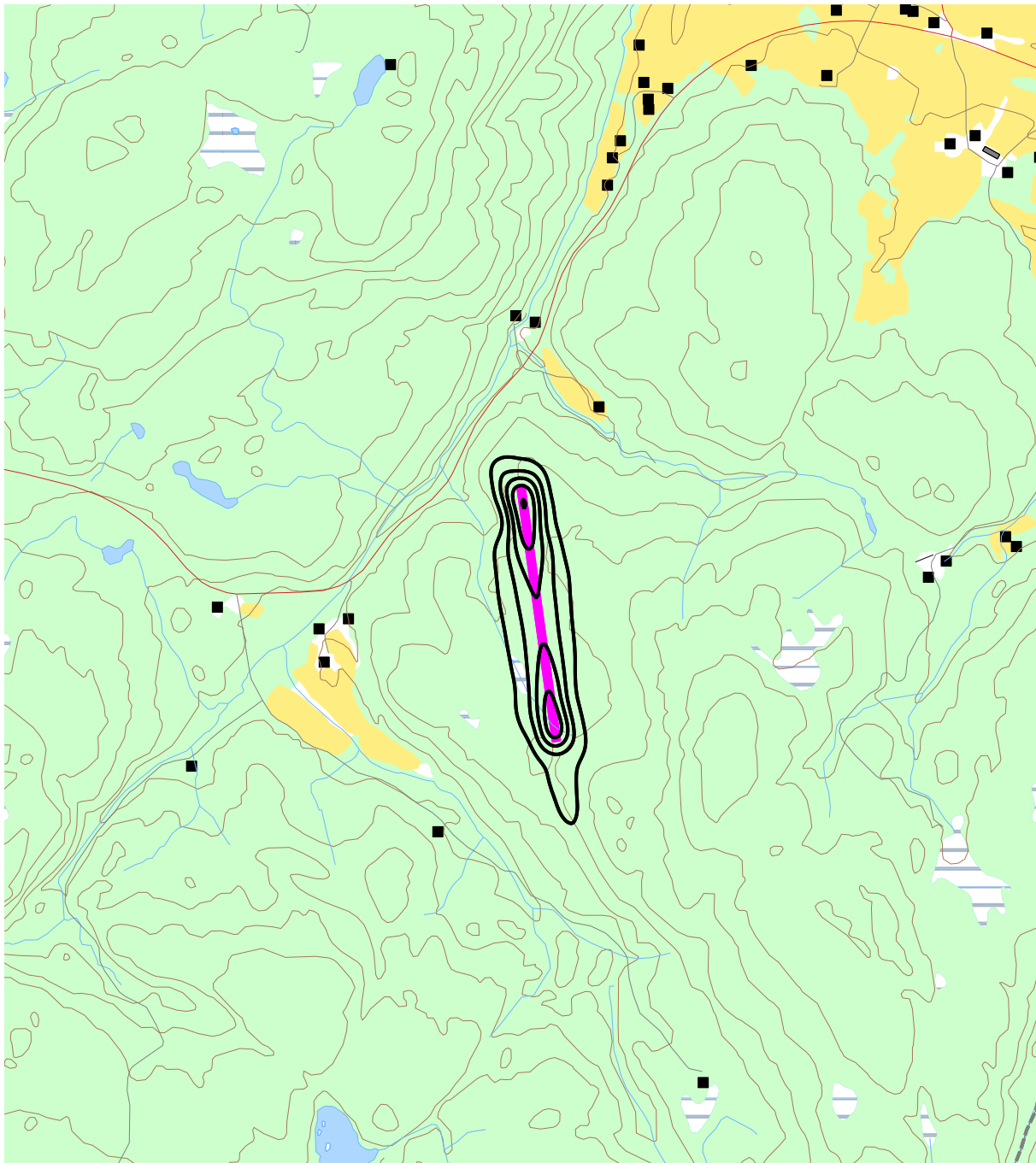
Figur 10-3. Kartleggingsgrenser for scenario 3. L_{Aeq24h} 51, 54 og 61 dBA. M 1:25 000.

10.2 Kartlegging av utendørs støynivå

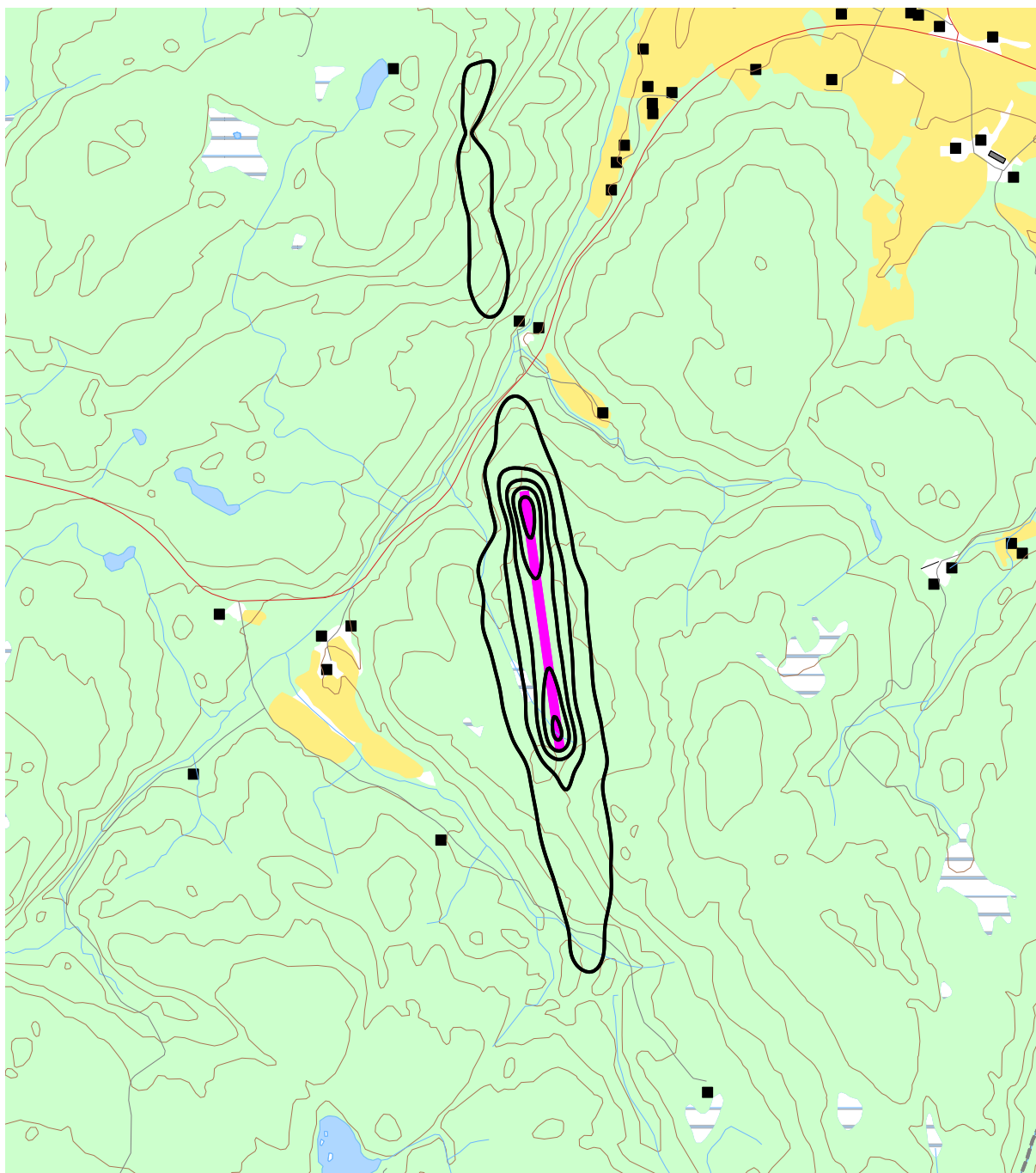
Strategisk støykartlegging gjennomføres i henhold til forurensningsforskriften, ref.[17], Del 2, kapittel 5, avsnitt III og vedlegg 2 til del 2.

Det er ingen bosatte, boliger, skoler, helseinstitusjoner eller fritidsboliger innenfor kartleggingsnivåene for noen av scenarioa. De høyeste L_{den} -nivåene for støyømfintlige bygningene er

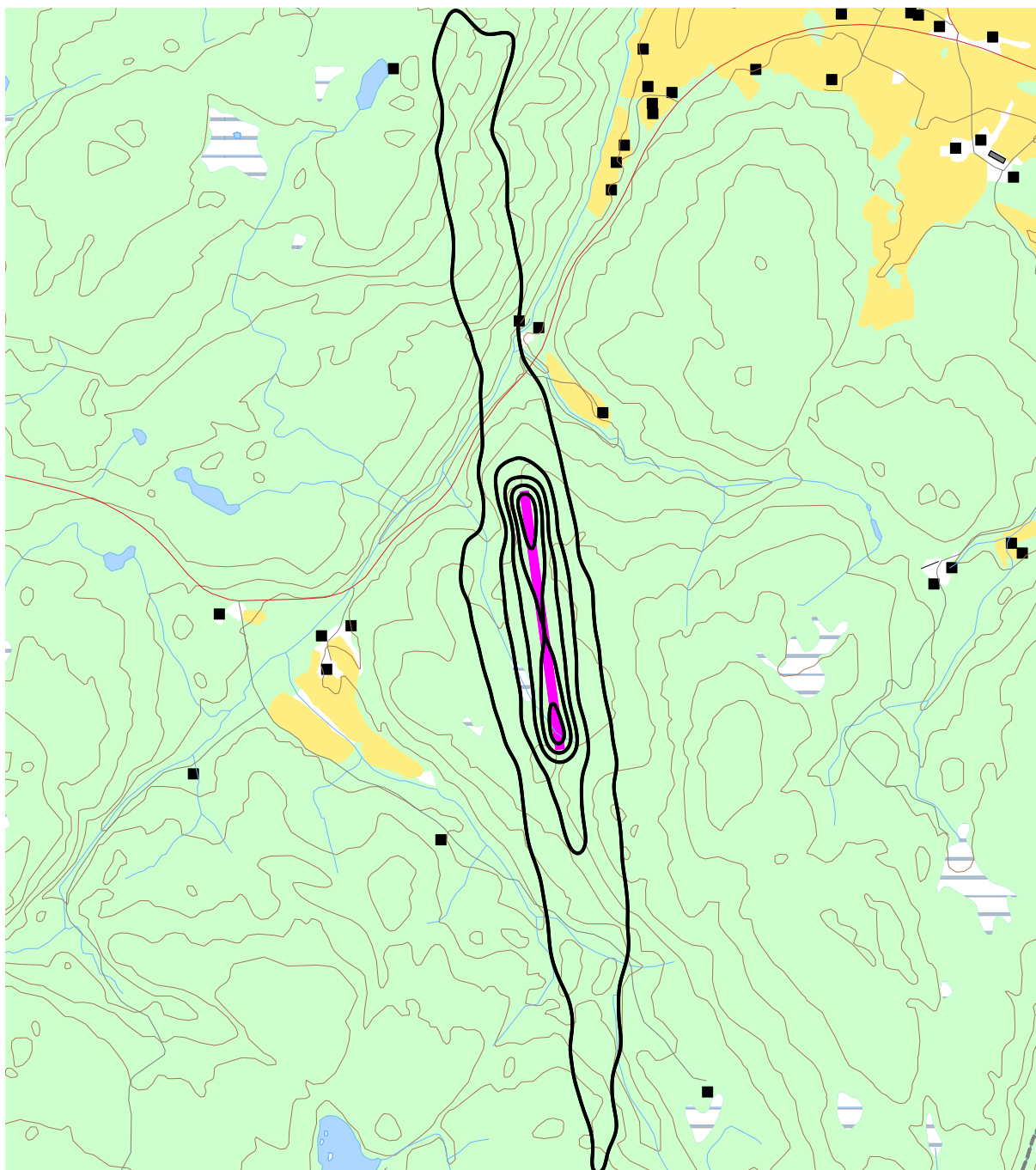
Scenario	L_{den}
1	43,9 dBA
2	48,2 dBA
3	49,9 dBA



Figur 10-4. L_{den} for scenario 1 i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:25 000.



Figur 10-5. L_{den} for scenario 2 i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:25 000.

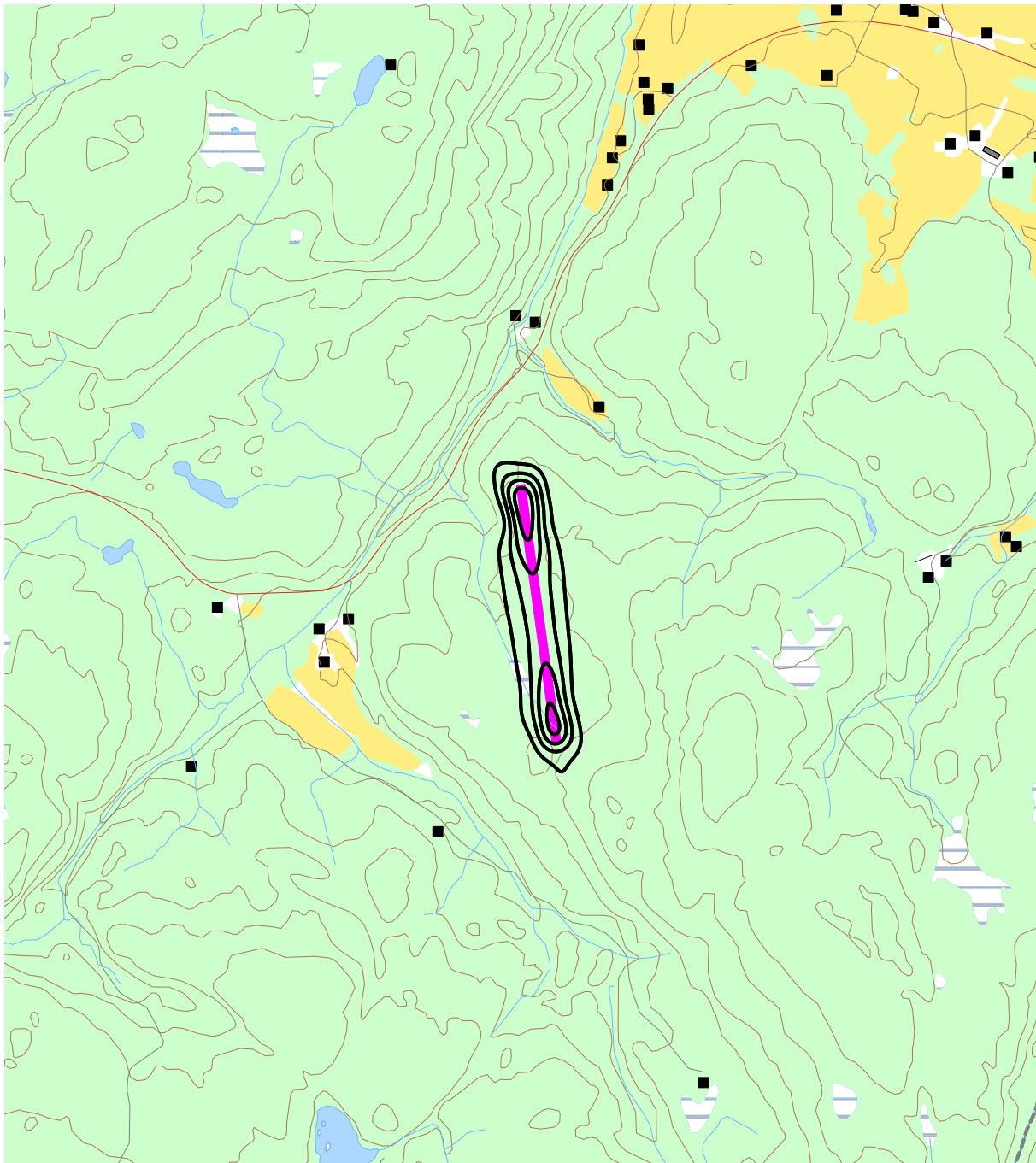


Figur 10-6. L_{den} for scenario 3 i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:25 000.

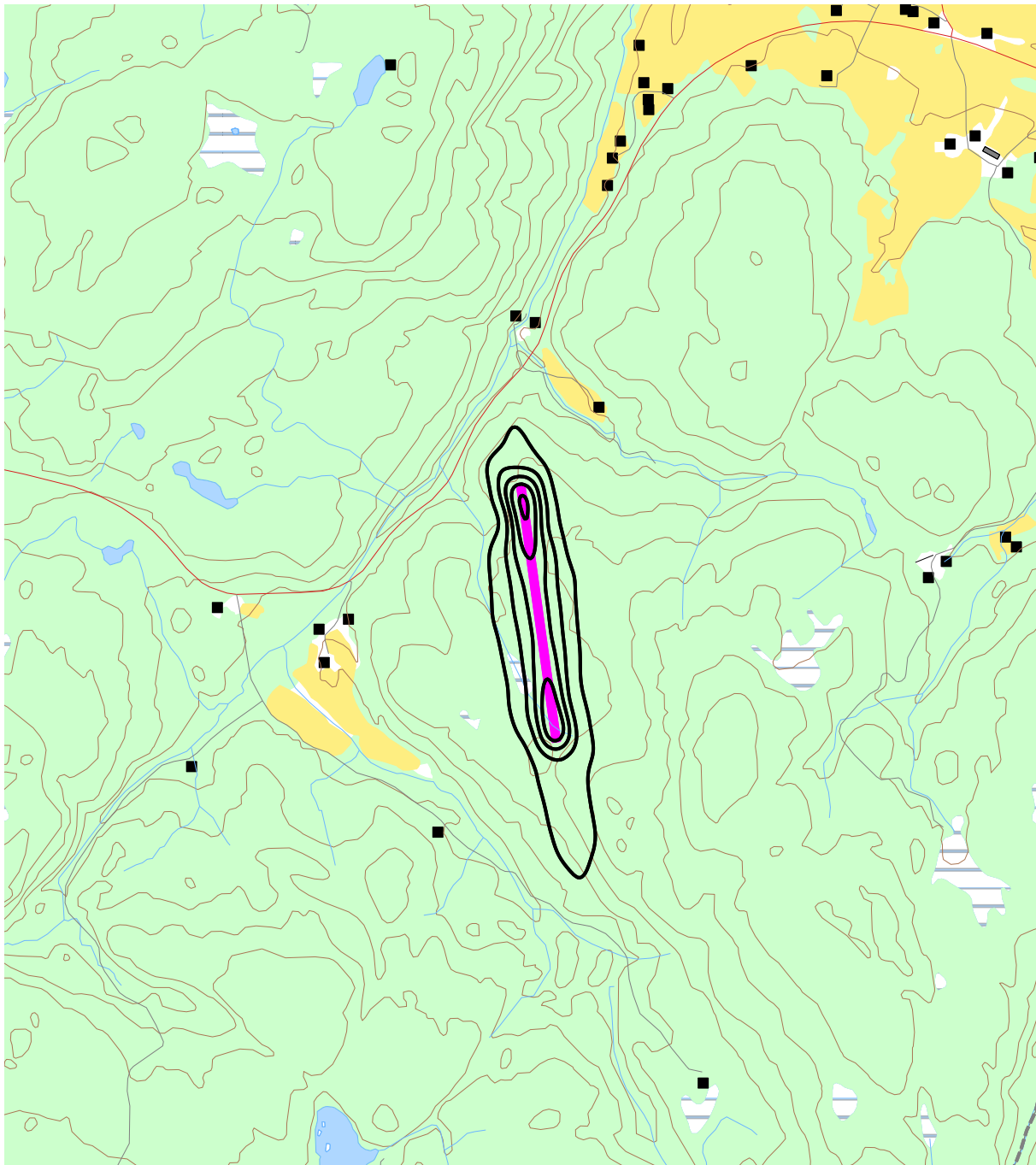
Det er ingen flyginger om natta så det er ingen beregnede verdier for L_{night} .

De høyeste L_{Aeq24h} -nivåene for støyømfintlige bygningene er:

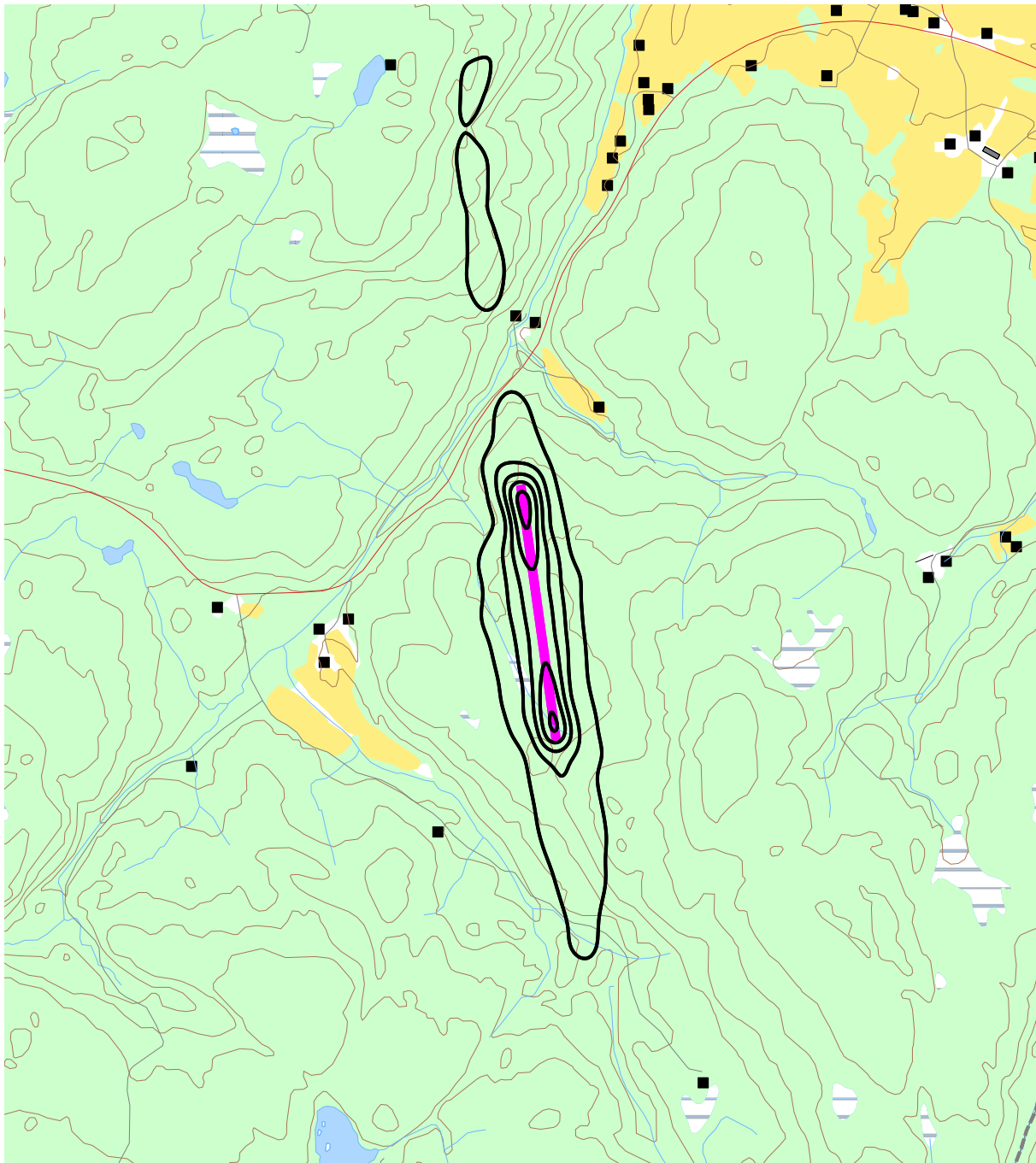
Scenario	L_{Aeq24h}
1	42,3 dBA
2	46,4 dBA
3	48,1 dBA



Figur 10-7. L_{Aeq24h} for scenario 1 i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:25 000.



Figur 10-8. L_{Aeq24h} for scenario 2 i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:25 000.



Figur 10-9. L_{Aeq24h} for scenario 3 i 5 dB trinn fra 50 dBA. M 1:25 000.

11 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 BEREKNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA," Miljøakustikk AS2011.
- [21] Statkart. *Digital terrengmodell 10 m UTM 33 og N50 kart* © Kartverket Available: <http://www.statkart.no/Kart/Gratis-kartdata/>



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no