

# Rapport

## Støyforhold for eksisterende og alternativ landingsplass ved Sykehuset i Vestfold

### Forfatter(e)

Rolf Randeberg

Idar L. N. Granøien



# Rapport

## Støyforhold for eksisterende og alternativ landingsplass ved Sykehuset i Vestfold

**EMNEORD:****RAPPORTNR**

SINTEF 2017:00115

**VERSJON**

2.0

**DATO**

2017-10-19

**FORFATTER(E)**Rolf Randeberg  
Idar L. N. Granøien**OPPDRAGSGIVER(E)**

Sykehuset i Vestfold HF

**OPPDRAGSGIVERS REF.**

Lars Pettersvold, Tønsbergprosjektet

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

37

**GRADERING**

Restricted

**GRADERING DENNE SIDE**

Restricted

**ISBN**

-

**SAMMENDRAG**

Det er beregnet støyforhold for den eksisterende og en alternativ plassering av helikopterlandingsplassen ved Sykehuset i Vestfold. Beregningene er utført med programmet NORTIM, og i henhold til retningslinje T-1442 og Forurensingsforskriften. Det er i tillegg utført beregning av fasadenivå for en rekke bygninger nær de to plasseringene av landingsplassen.

Beregningene viser at det vil være noen få bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor støysoner og kartleggingsgrenser.

**UTARBEIDET AV**

Rolf Randeberg

**KONTROLLERT AV**

Herold Olsen

**GODKJENT AV**

Bengt Holter

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2017-06-02	Endelig versjon
2	2017-10-18	Revidert versjon med oppdaterte trafikk tall

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>GENERELT OM FLYSTØY</b> .....	<b>6</b>
2.1	Akustiske størrelser .....	6
2.2	Flystøyens egenskaper og virkninger .....	6
2.2.1	Søvnforstyrrelse som følge av flystøy .....	6
2.2.2	Generell plage av flystøy .....	7
<b>3</b>	<b>MILJØVERNDEPARTEMENTETS RETNINGSLINJE</b> .....	<b>9</b>
3.1	Måleenheter .....	9
3.2	Støysoner til arealplanlegging .....	9
3.2.1	Definisjon av støysoner .....	9
3.2.2	Utarbeidelse av støysonkart og implementering i kommunale planer .....	10
3.2.3	Kartlegging av stille områder .....	10
3.3	Beregningsmetode.....	10
3.3.1	Dimensjonering av trafikkgrunnet.....	11
3.3.2	Beregningsprogrammet NORTIM.....	11
<b>4</b>	<b>KARTLEGGING I HENHOLD TIL FORSKRIFT TIL FORURENSINGSLOVEN</b> .....	<b>12</b>
4.1	Innendørs støy .....	12
4.1.1	Beregning med normtall for fasadedempning.....	12
4.1.2	Beregning med frekvensspekter .....	12
4.2	Strategisk støykartlegging.....	13
<b>5</b>	<b>OMGIVELSER</b> .....	<b>14</b>
5.1	Digitalt kartgrunnlag .....	14
<b>6</b>	<b>TRAFIKKGRUNNLAG</b> .....	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>TRAFIKKMØNSTER</b> .....	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>BEREGNING OG RESULTATER</b> .....	<b>18</b>
8.1	Støysoner etter retningslinje T-1442.....	18
8.2	Resultater relatert til Forurensingsforskriften .....	20
8.3	Støynivåer ved fasader .....	22
8.3.1	Eksisterende plassering .....	22
8.3.2	Alternativ plassering.....	25
<b>9</b>	<b>ANDRE STØYNIVÅ VED FASADE</b> .....	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>LITTERATUR</b> .....	<b>36</b>



## 1 INNLEDNING

Sykehuset i Vestfold / Tønsbergprosjektet har gitt SINTEF i oppdrag å utrede støyforholdene knyttet til eksisterende helikopterlandingsplass og en alternativ plassering av landingsplassen, som vist i Figur 1-1 under.



**Figur 1-1. Oversikt over sykehusområdet med angivelse av eksisterende og foreslått alternativ plassering av helikopterlandingsplassen. Figur fra Tønsbergprosjektet.**

Trafikkgrunnlag, informasjon om landingsplassene, inn- og utflygingskorridorer, samt koordinater for bygninger hvor det skal utredes støy ved fasade, er oversendt SINTEF fra Tønsbergprosjektet. Kontaktpersoner hos oppdragsgiver har vært Jonas Thallemer og Bjørnar Byberg.

Denne rapporten presenterer grunnlag og metode for støyberegning, datagrunnlaget for denne beregningen samt resultater. Resultater vises som støysoner og -koter på kart samt tabeller, men vil ved behov også kunne oversendes oppdragsgiver elektronisk. Ved SINTEF har Rolf Tore Randeberg vært prosjektleder og har utført beregningene. Prosjektansvarlig hos SINTEF har vært Odd Kr. Ø. Pettersen.

## 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.

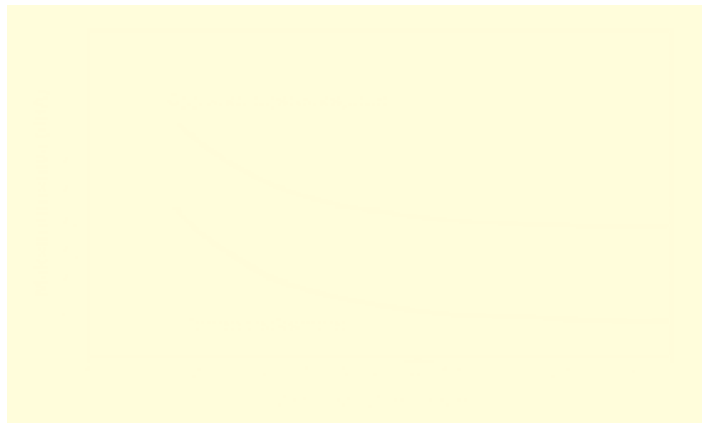
De to viktigste typer ulemper forbundet med flystøy er forstyrrelse av søvn eller hvile og generell irritasjon eller plage. Det er viktig å merke seg at fare for hørselsskader med få unntak begrenser seg til de personer som jobber nær flyene på bakken.

#### 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 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].**

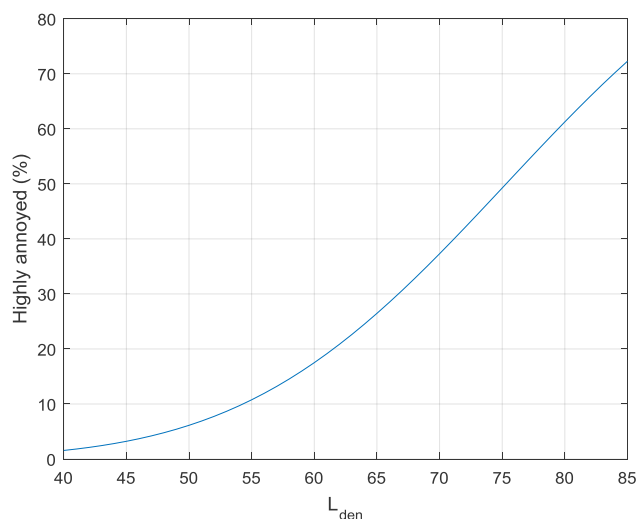
Figuren viser at man tåler høyere støynivå uten å vekkes dersom støynivået opptrer sjelden. Når det blir mer enn ca. 15 støyhendelser i søvnperioden er ikke antallet så kritisk lenger. Da er det 10 % sjanse for vekking dersom nivåene overstiger 53 dBA i soverommet.

## 2.2.2 Generell plage av flystøy

Generell støyplage 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 TV/radio og musikk. Kartlegging av folks reaksjoner gjøres normalt gjennom spørreundersøkelser og man søker å finne resultater som er representative for gjennomsnittet av befolkningsgrupper. Slike undersøkelser har vært gjennomført i stor skala både internasjonalt og i Norge.

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





**Figur 2-2. Middelkurve for prosentvis antall personer sterkt plaget av flystøy som funksjon av 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

Miljøverndepartementet ga i juli 2012 ut retningslinje T-1442/2012 for behandling av støy fra forskjellige støykilder [6], som en videreføring av T-1442 fra 2005. 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-1442/2012 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-1442/2012 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-1442/2012 [7] er det angitt at  $L_{5AS}$  beregnes som  $MFN_{23-07}$ .

#### 3.2 Støysoner til arealplanlegging

T-1442/2012 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 den følgende tabell. 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 <sub>den</sub> 52 dB	L <sub>5AS</sub> 80 dB	L <sub>den</sub> 62 dB	L <sub>5AS</sub> 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<sub>den</sub> 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 trafikkgrunnlaget

Veilederen til T-1442/2012 legger seg opp til reglene fra EU direktiv 2002/49/EC [8] 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.

### 3.3.2 Beregningsprogrammet NORTIM

Fra 1995 beregnes flystøy i Norge med det norskutviklede dataprogrammet NORTIM [9, 10] 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 som støykurver (sonegrenser) som kan tegnes i ønsket målestokk eller i tabellariske oversikter. 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 over 300 ulike flytyper. Databasen er importert fra internasjonalt tilgjengelige kilder, i hovedsak fra USA, AEDT [14] og NOISEMAP [15] og med korrigerede støydata for to flyfamilier [11]. I tillegg benyttes data fra målinger foretatt av OSL for de to mest benyttede offshore helikoptre [16] og data fra fabrikken for det nye redningshelikopteret [17].

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 senest revidert i 2004 [18],

### 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.

#### 4.1.1 Beregning med normtall for fasadedempning

Flystøy beregnes primært for utendørs nivå. Det må derfor gjøres forutsetninger om hvor stor støyisolasjon (demping) husets fasader medfører for å kunne gjøre resultatene om til innendørsnivå. Fasadeisolasjon varierer med frekvensinnhold i støyen. Lave frekvenser (basslyder) går lettere gjennom, mens høye frekvenser (diskant) dempes bedre. Ettersom frekvensinnhold er forskjellig fra flytype til flytype, vil støy fra disse ha ulik støydemping gjennom en fasade. Basert på Norges Byggforskningsinstitutt utredning om fasadeisolasjon [19], som er revidert av Brekke og Strand [20], 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. 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
<b>Regionale flyplasser</b>	Propellfly	19 dBA	54 dBA (35+19)
<b>Stamruteplasser / militære flyplasser</b>	Jagerfly	25 dBA	60 dBA (35+25)
<b>Stamruteplasser</b>	Støysvake jetfly	27 dBA	62 dBA (35+27)

Beregninger foretatt for offshore helikopter i den reviderte rapporten [20] 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 [21].

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

#### 4.1.2 Beregning med frekvensspekter

I enkelte tilfeller med blandet trafikk med ulikt frekvensinnhold kan metoden beskrevet i forrige avsnitt være noe upresis. Det er derfor utviklet en forbedret metode hvor det beregnes et anslag av *innendørs støynivå*, som kan sammenholdes direkte med kartleggingsgrensene og den tentative tiltaksgrensen. Metoden tar hensyn til frekvensinnholdet i hver enkelt flygning. Effektene av kunstige og naturlige skjermer beregnes for hver enkelt frekvens. Ved beregning av innendørs nivå benyttes to ulike reduksjonsspekter for fasaden, for Hustype II og IV i ref. [20]. 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.

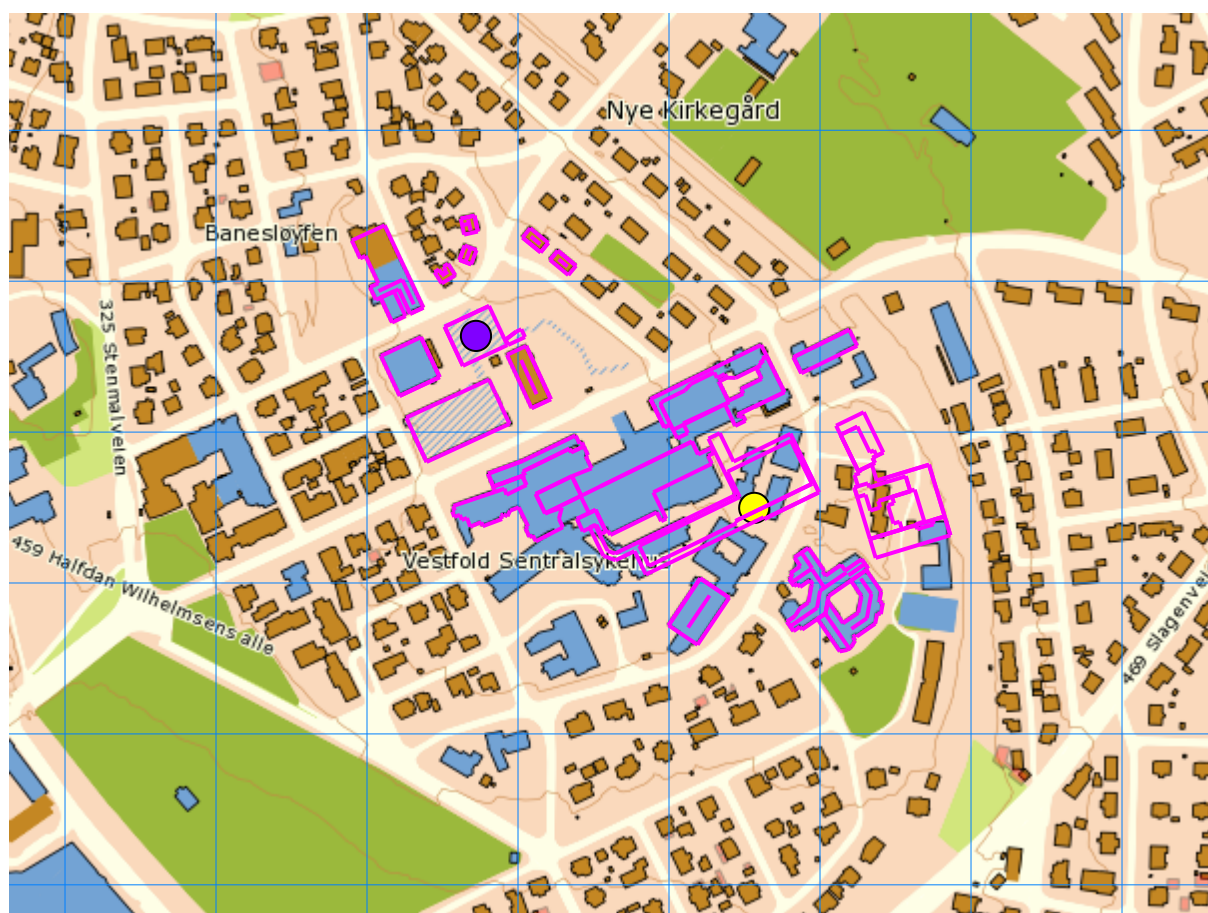
## 4.2 Strategisk støykartlegging

Strategisk støykartlegging gjennomføres for å tilfredsstille EU direktiv 2002/49/EC, 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.

## 5 OMGIVELSER

Den eksisterende landingsplassen ved Sykehuset i Vestfold ligger i utkanten av sykehusområdet, som vist med lilla sirkel i Figur 5-1. Den alternative plasseringen er vist med gul sirkel. Merk at kartgrunnlaget ikke viser den planlagte/nye bygningsmassen. Beregningene tar imidlertid hensyn til den lydskjermende effekten til de viktigste eksisterende og planlagte bygninger. Disse er vist med rosa strek i figuren.



**Figur 5-1. Eksisterende (lilla sirkel) og alternativ (gul sirkel) plassering av landingsplass ved Sykehuset i Vestfold, samt aktuelle lydskjermende bygninger (rosa strek). M 1:5 000.**

### 5.1 Digitalt kartgrunnlag

Som kartunderlag i denne rapporten benyttes kartdata fra Kartverkets gratis karttjenester på nett. I de fleste figurer er det også lagt inn et rutenett med 100 meters ruter.

I beregningene blir det tatt hensyn til hvordan terrenget og de mest dominerende bygningene påvirker lydutbredelsen. Terrenget representeres høydeverdier i et grid med punktavstand 10 meter. Dette er utarbeidet basert på data fra Kartverket. Bygningene legges semiautomatisk inn som vertikale støyskjermer basert på koordinater oversendt fra oppdragsgiver.

## 6 TRAFIKKGRUNNLAG

Oppdragsgiver har oversendt trafikk tall for gjennomsnittstrafikk per år i perioden 2011– 2016. Dette er levert av Norsk Luftambulans, supplert med tall for redningshelikopter fra Sykehuset i Vestfold. Basert på disse tallene har oppdragsgiver angitt en prognose som skal legges til grunn for beregningen, hvor nye redningshelikopter inngår. Trafikk tall for denne prognosen er vist i Tabell 6-1, og legges til grunn for beregningene for både eksisterende og alternativ plassering.

**Tabell 6-1. Trafikk tall per år, fordelt på helikoptertyper, landing/avgang og tidspunkt på døgnet.**

ACtype	LA	TO	LA	TO	LA	TO	Totalt
	0700-1900	0700-1900	1900-2300	1900-2300	2300-0700	2300-0700	
<b>EC135</b>	27	27	9	9	9	9	90
<b>EC145</b>	33	33	11	11	11	11	110
<b>AW-139</b>	3	3	1	1	1	1	10
<b>AW-101</b>	7	7	2	2	1	1	20
<b>Sum</b>	70	70	23	23	22	22	230

Beregningsprogrammet har ikke data for alle disse helikoptertypene. I beregningene vil EC145 benytte data for EC135, og AW-139 vil benytte data for AS-330. Sistnevnte er standard substitutt for middels tunge helikopter.

Det er benyttet standard inn- og utflygingsprofiler. I tillegg er det lagt inn prosedyrer for nedkjøling og oppstart (med helikopteret stående med rotor i gang på landingsplassen). Det er antatt gjennomsnittlig 2 minutter for nedkjøling og 3 minutter for oppvarming i forbindelse med hver landing og avgang.



## 7 TRAFIKKMØNSTER

Basert på skisser oversendt fra oppdragsgiver er flygemønsteret ved landingsplassene lagt inn i beregningsmodellen slik det er vist i Figur 7-1 og Figur 7-2 under. Det er lagt inn statistisk spredning, dvs. at trafikken fordeles på en hovedtrasé (svart) i senter av inn- og utflygingskorridorane, samt på seks spredtraséer (grå) per hovedtrasé i henhold til en standardisert metode. Trafikken fordeles med en tilnærmet Gausisk fordeling. Det er antatt 50/50 fordeling på de to korridorretningene, både for landinger og avganger.

For avganger er det antatt et flygemønster hvor det klatres baklengs omtrent til høyde 100 fot før det flyges forover. Spredningen beskrevet over starter da der hvor flyging forover starter.



**Figur 7-1. Traséer for inn- og utflyging for eksisterende plassering, inkludert sideveis spredning. M 1:5 000.**



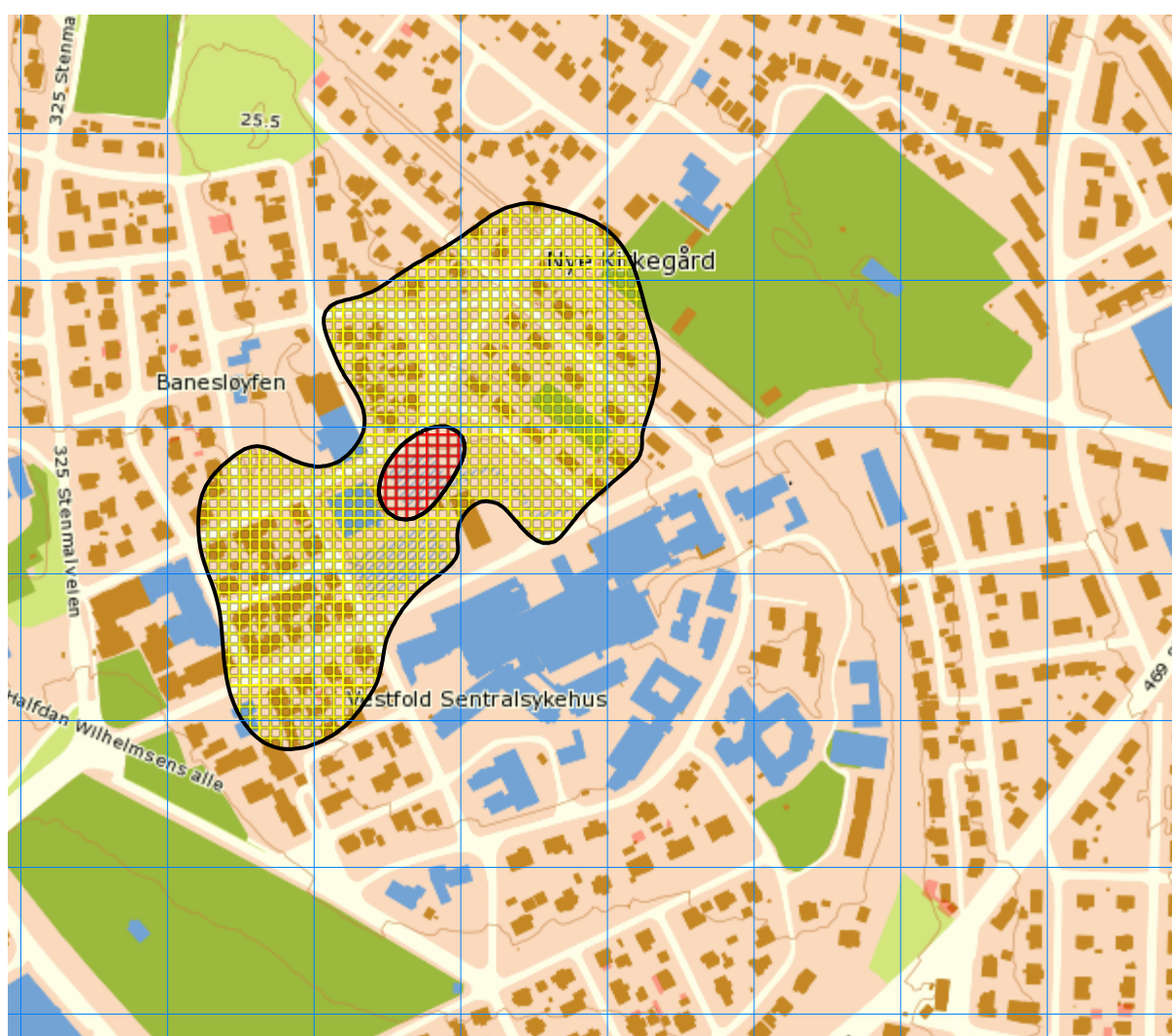
**Figur 7-2. Traséer for inn- og utflyging for alternativ plassering, inkludert sideveis spredning.  
M 1:5 000.**

## 8 BEREGNING OG RESULTATER

Beregninger med NORTIM gjøres i et grid rundt landingsplassen med punkttetthet på 64 x 64 fot (ca. 19,5 x 19,5 meter). Beregningshøyde er 4 meter over bakken. Beregningsområdet strekker seg ut over de områder som har ekvivalentnivå høyere enn 50 dBA. Innenfor beregningsområdet gjøres det punktberegninger for alle bygninger med støyømfintlig bruksformål<sup>1</sup>.

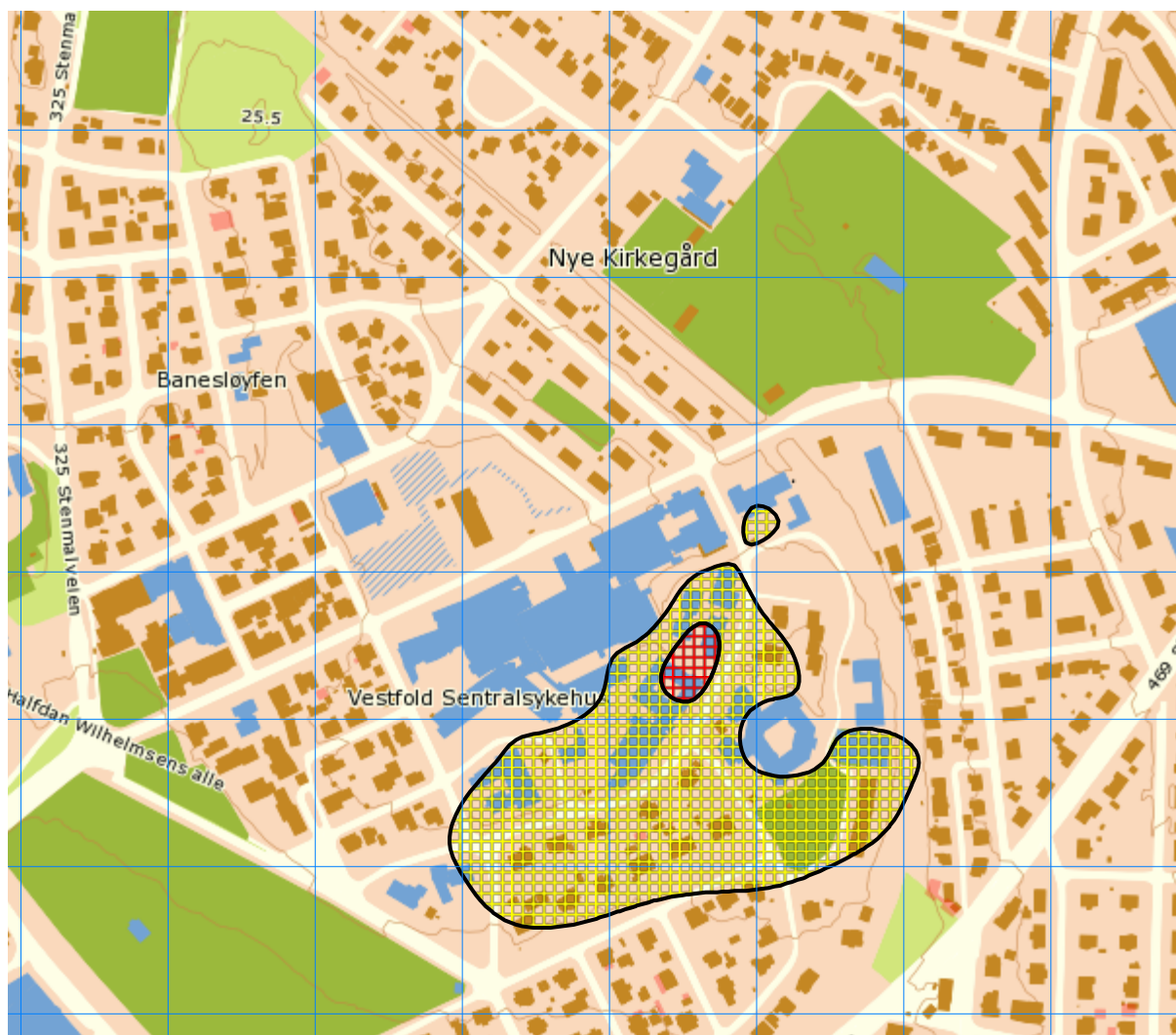
### 8.1 Støysoner etter retningslinje T-1442

Resultatene fra støyberegningene vises på de følgende kart. I følge retningslinje T-1442 skal støysonekartet lages med grunnlag i støykoter for enhetene  $L_{den}$  og  $L_{5AS}$  (MFN<sub>23-07</sub>). Imidlertid er trafikkmengde på natt så liten at støysonene er gitt av  $L_{den}$  alene. Figur 8-1 og Figur 8-2 viser støysonekart for hhv. eksisterende og alternativ plassering for landingsplassen.



**Figur 8-1. Støysonekart etter T-1442 for landingsplass ved Sykehuset i Vestfold, med eksisterende plassering. M 1:5 000.**

<sup>1</sup> Bygningstyper, adresser, koordinater, m.m. er hentet ut fra tjenesten [www.infoland.no](http://www.infoland.no) per 2017-05-22.



**Figur 8-2. Støysonekart etter T-1442 for landingsplass ved Sykehuset i Vestfold, med alternativ plassering. M 1:5 000.**

**Tabell 8-1. Areal innenfor støysoner.**

	Eksisterende plassering	Alternativ plassering
<b>Gul sone</b>	58,3 da	40,1 da
<b>Rød sone</b>	2,5 da	1,4 da

Den alternative plasseringen må antas å representere et nytt tiltak, og det skal da etter T-1442 kartlegges innendørs støynivå i alle bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor gul sone. Retningslinjen anbefaler da at krav til innendørs støynivå settes til lydklasse C i NS8175.

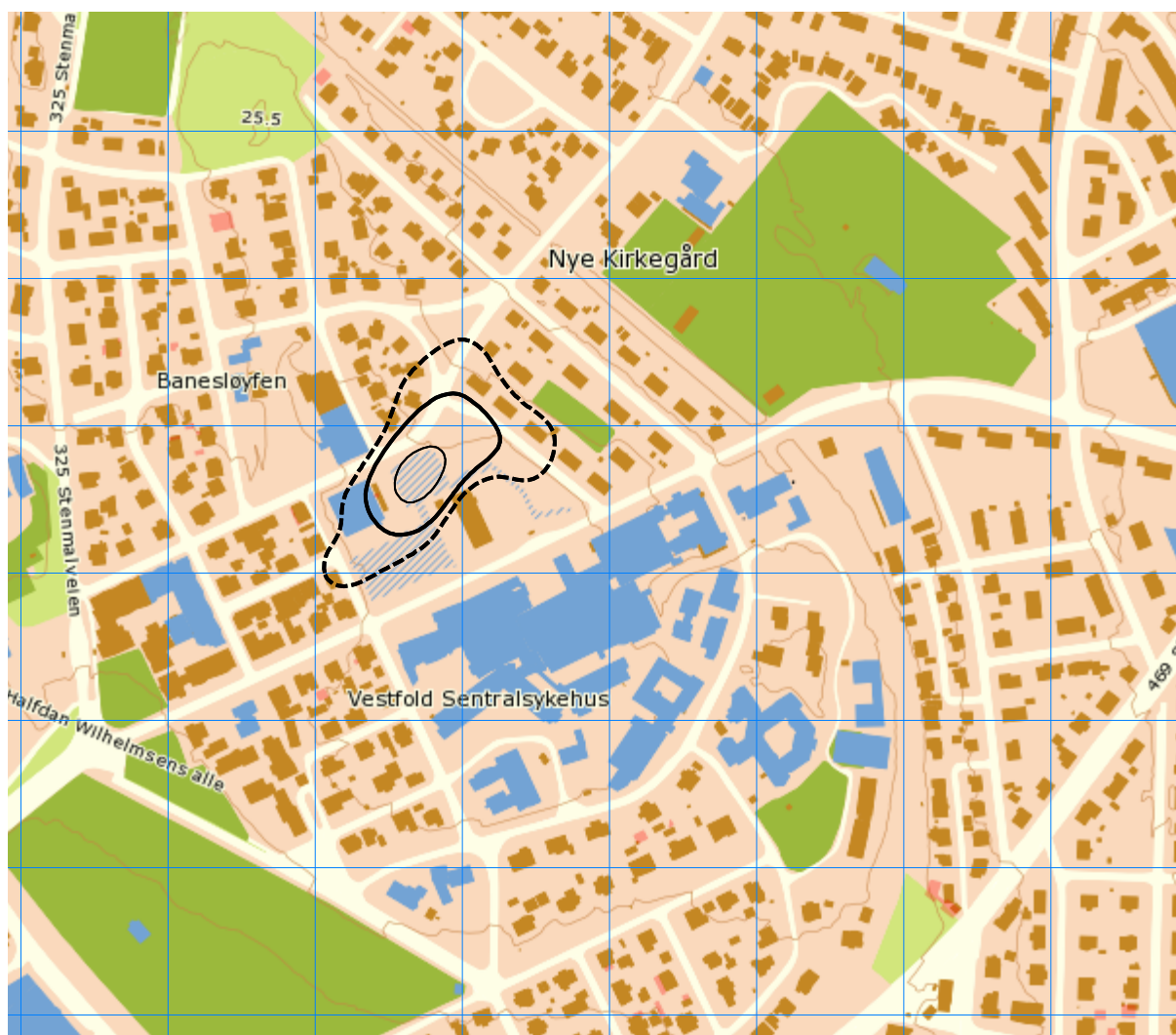
**Tabell 8-2. Antall bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor støysonene for alternativ plassering av landingsplassen.**

	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
<b>Gul sone</b>	16	0	5	0
<b>Rød sone</b>	0	0	2	0

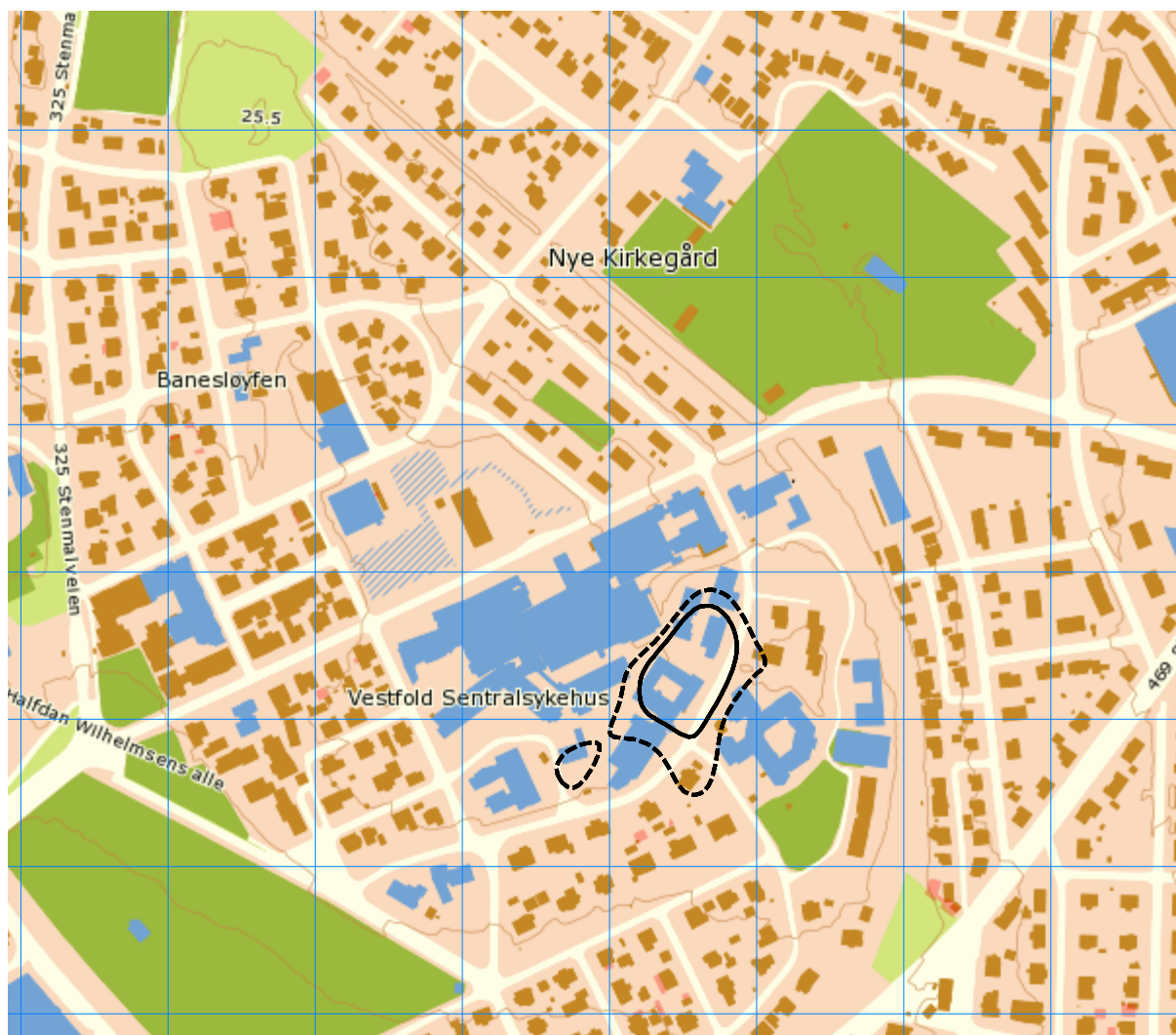
## 8.2 Resultater relatert til Forurensingsforskriften

For tiltak som ikke er nye, gjelder kravene i Forurensingsforskriften. I dette kapitlet vises støykoter og optellinger av antall bygninger og bosatte i hht. disse kravene. Antall bosatte beregnes ut fra antall boliger og et fylkesjustert gjennomsnittstall for antall personer bosatt per byggtipe.

Som beskrevet i kapittel 4 skal kartlegging og tiltak skje på bakgrunn av innendørs ekvivalentnivå. NORTIM beregner i utgangspunktet bare utendørs støynivå. Ved å ta utgangspunkt i et lavt estimat av fasededemping til boliger med standard utførelse (**Tabell 4-1**) kan det beregnes hvilke utendørs støynivå som tilsvarer kartleggings- og tiltaksgrensene gitt i forskriften. For helikopterlandingsplasser blir kartleggingsgrensen  $L_{Aeq24h}$  54 dBA, mens tentativ tiltaksgrense blir 61 dBA. Dersom andre støykilder bidrar like mye som landingsplassen blir kartleggingsgrensen 51 dBA. Støykotene for disse tre nivåene er vist i Figur 8-3 og Figur 8-4. Tabell 8-3 og Tabell 8-4 viser antall bosatte og bygninger innenfor disse grensene.



**Figur 8-3. Kartleggings- og tiltaksgrenser i henhold til forurensingsforskriften for eksisterende plassering. Kotene viser  $L_{Aeq24h}$  61 dBA (tentativ tiltaksgrense), 54 dBA (kartleggingsgrense) og 51 dBA (kartleggingsgrense med andre kilder). M 1:5 000.**



Figur 8-4. Kartleggings- og tiltaksgrenser i henhold til forurensingsforskriften for alternativ plassering. Kotene viser  $L_{Aeq24h}$  54 dBA (kartleggingsgrense) og 51 dBA (kartleggingsgrense med andre kilder). Tentativ tiltaksgrense (61 dBA) er ikke definert. M 1:5 000.

Tabell 8-3. Antall bosatte og bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor kartleggings- og tiltaksgrenser for eksisterende plassering av landingsplassen.

Limits	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
51,0 – 54,0	18,7	5	0	0	0
54,0 – 61,0	0	0	0	0	0
61,0 →	0	0	0	0	0

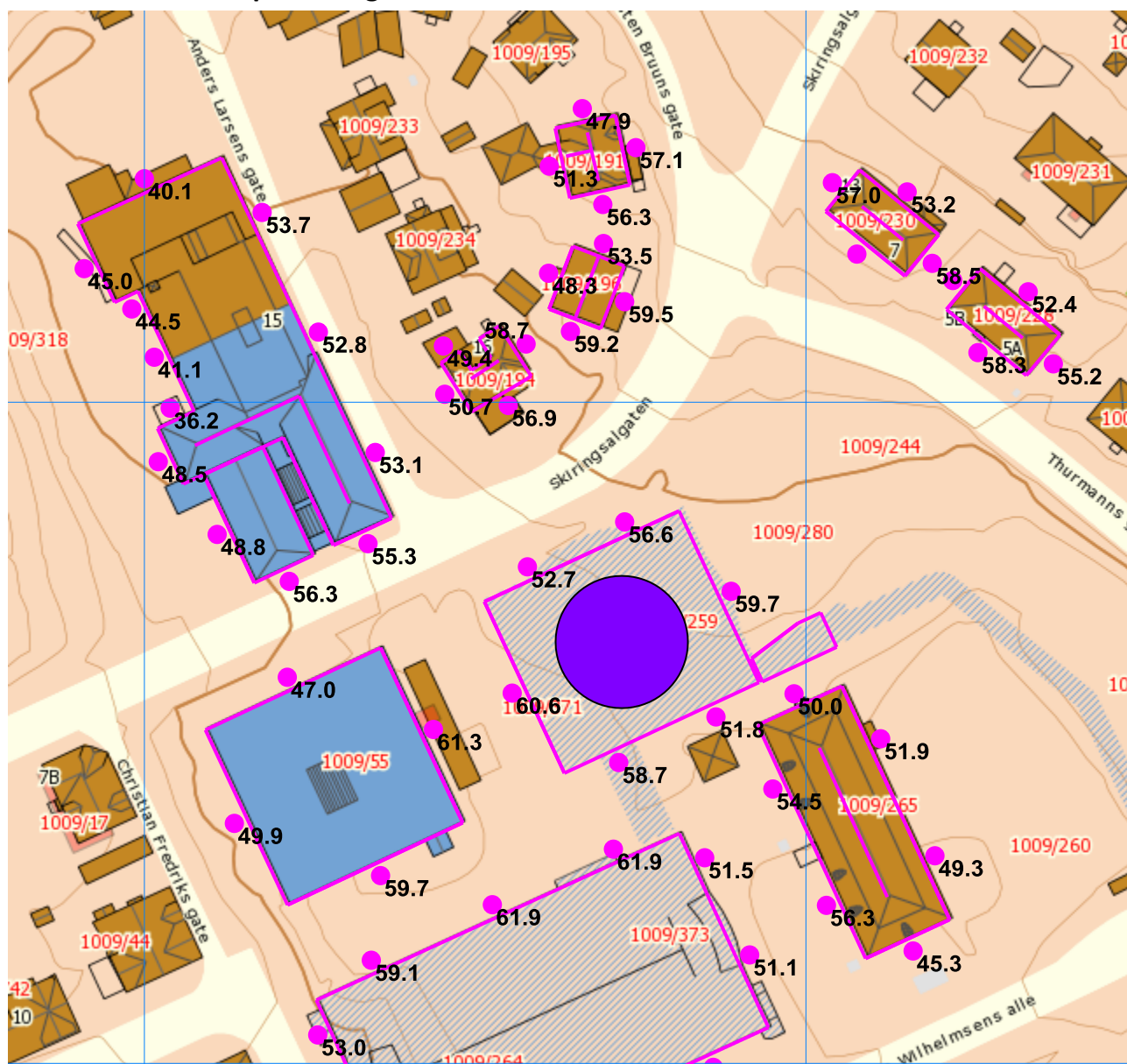
Tabell 8-4. Antall bosatte og bygninger med støyfølsomt bruksformål innenfor kartleggings- og tiltaksgrenser for alternativ plassering av landingsplassen.

Limits	Bosatte	Boliger	Skolebygninger	Helsebygninger	Fritidsboliger
51,0 – 54,0	2,55	1	0	1	0
54,0 – 61,0	2,55	1	0	1	0
61,0 →	0	0	0	2	0

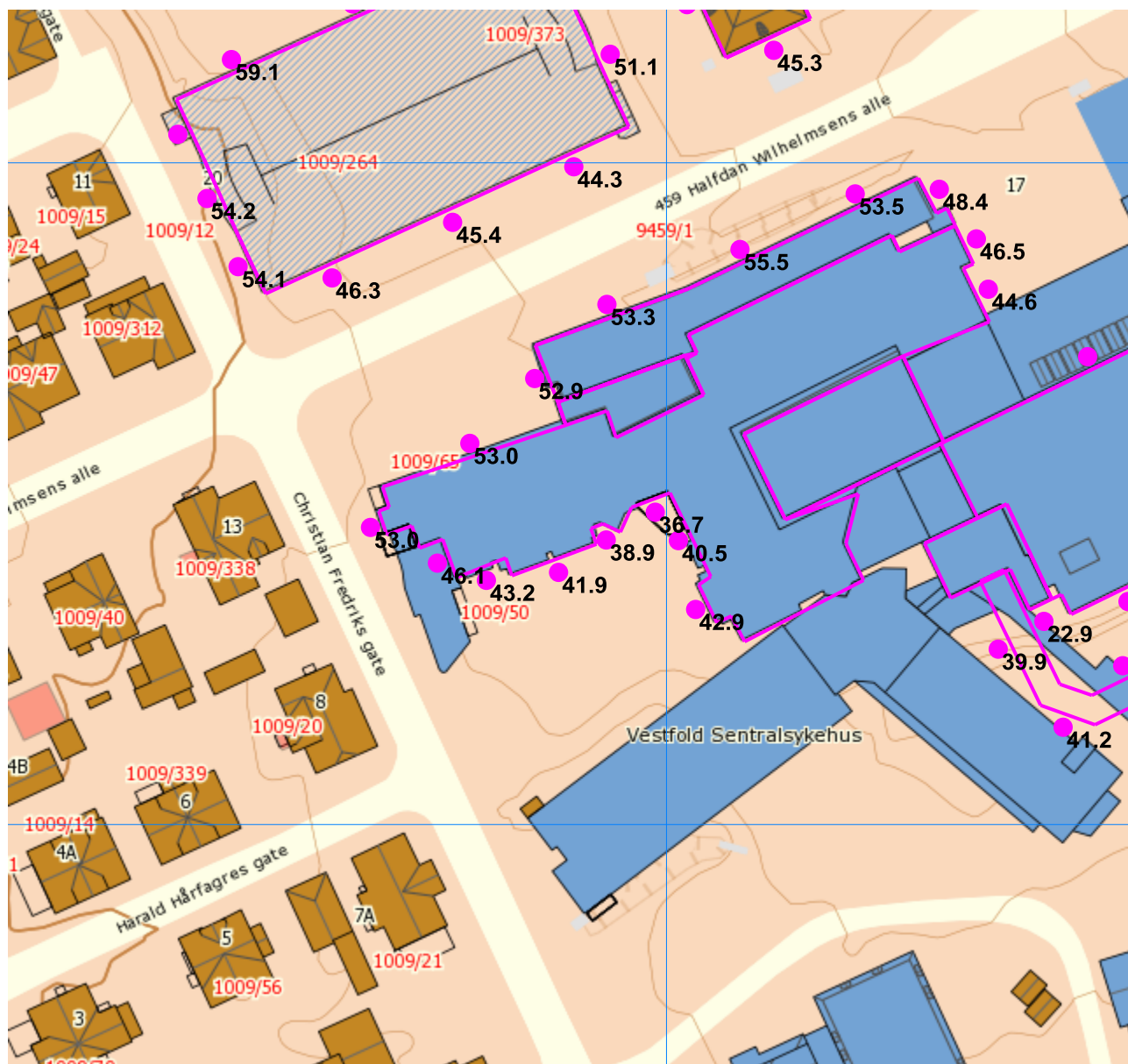
### 8.3 Støynivåer ved fasader

Det er beregnet støynivå ved fasade for en rekke bygg nær eksisterende og alternativ landingsplass. Figurene i dette kapitlet viser  $L_{den}$ -nivå beregnet 2 m fra fasade, i høyde 4 m over bakkenivå. Andre støyerverdier kan finnes i kapittel 9. Nivåene inkluderer ikke bidrag fra refleksjoner i fasadene. I enkelte tilfeller vil derfor nivået kunne være noe lavere enn reelt.

#### 8.3.1 Eksisterende plassering

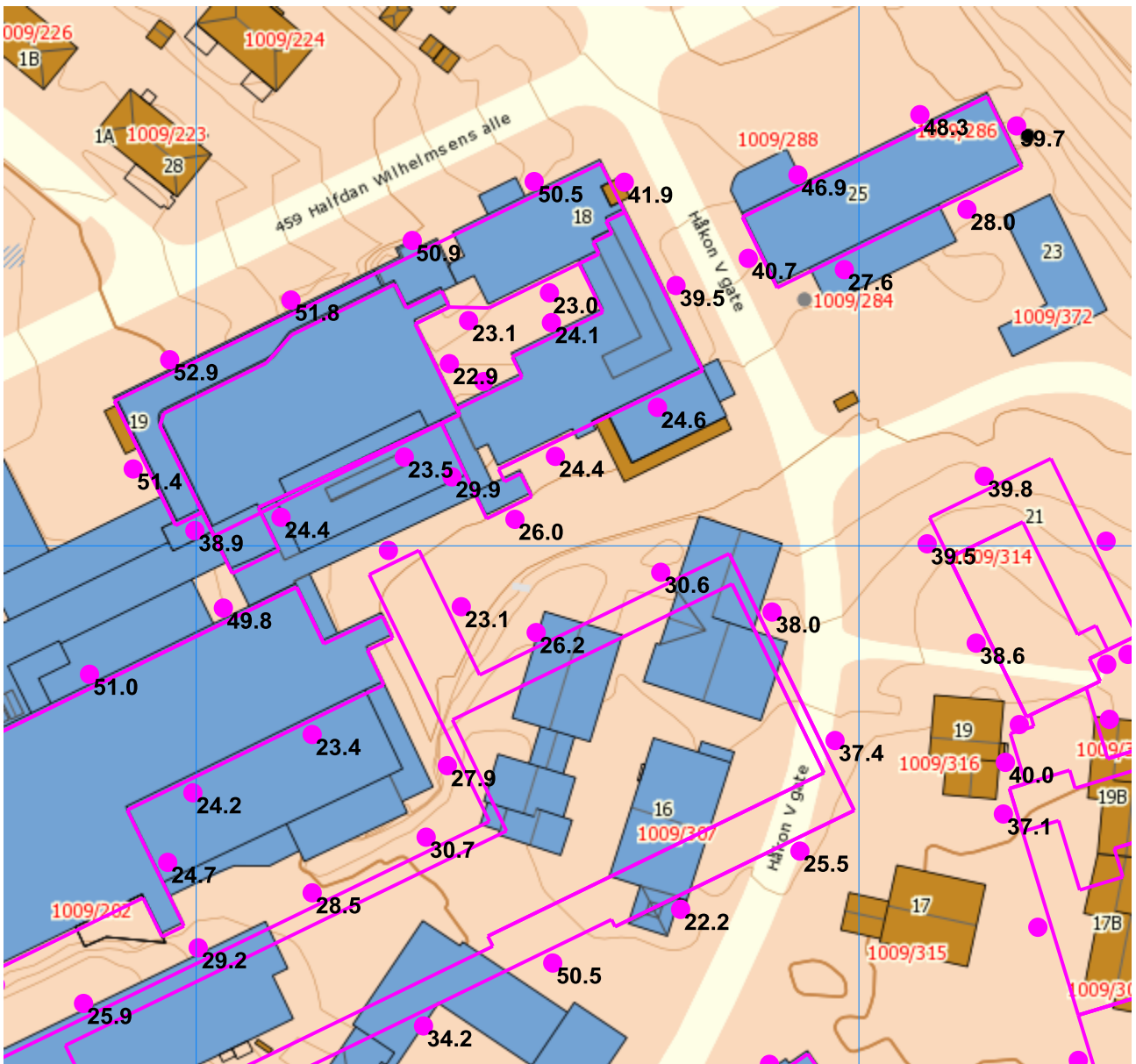


Figur 8-5. Fasadenivå for bygninger nær eksisterende landingsplass (1 av 3). M 1:1 000.



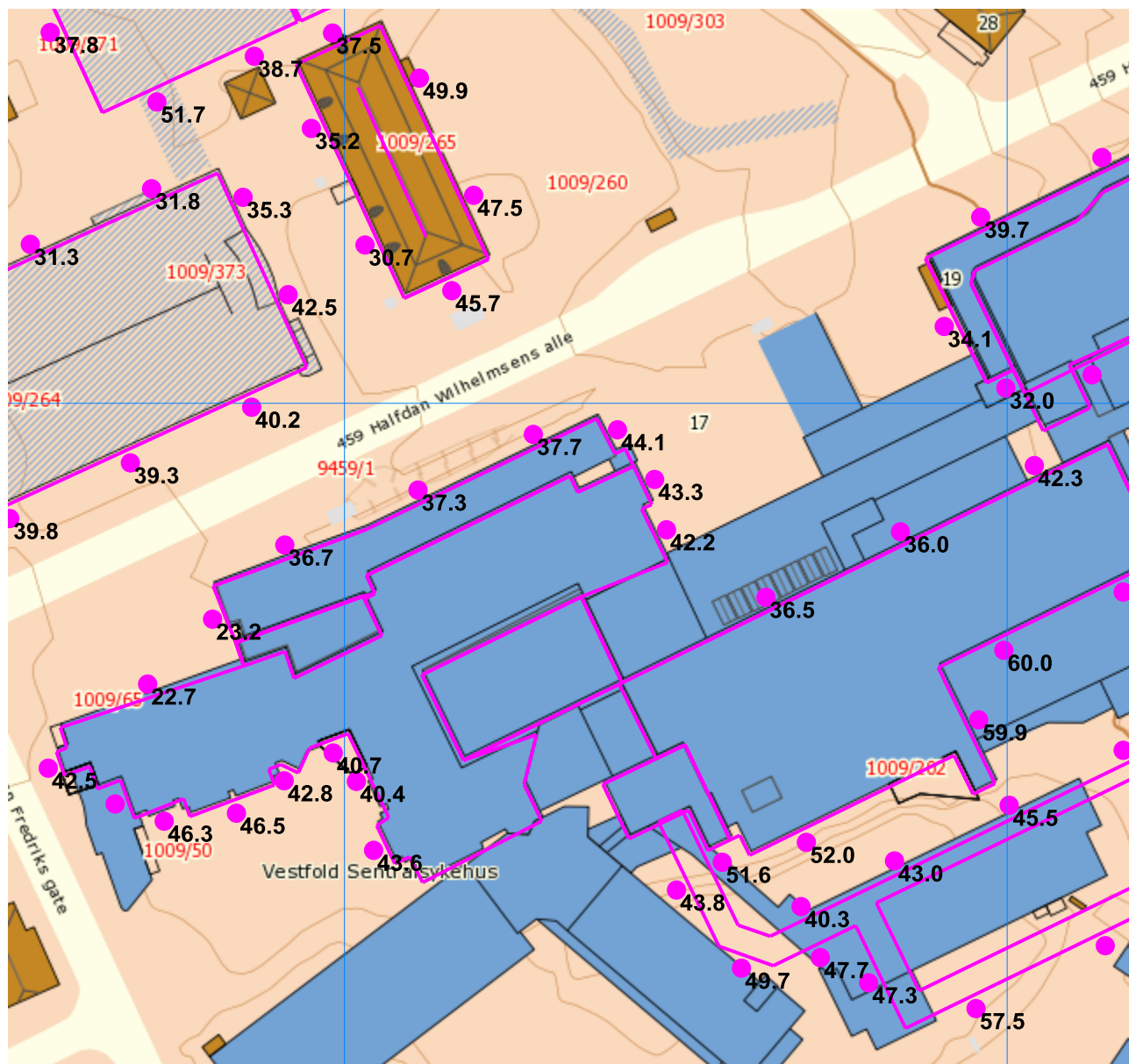
**Figur 8-6. Fasadenivå for bygninger nær eksisterende landingsplass (2 av 3). M 1:1 000.**



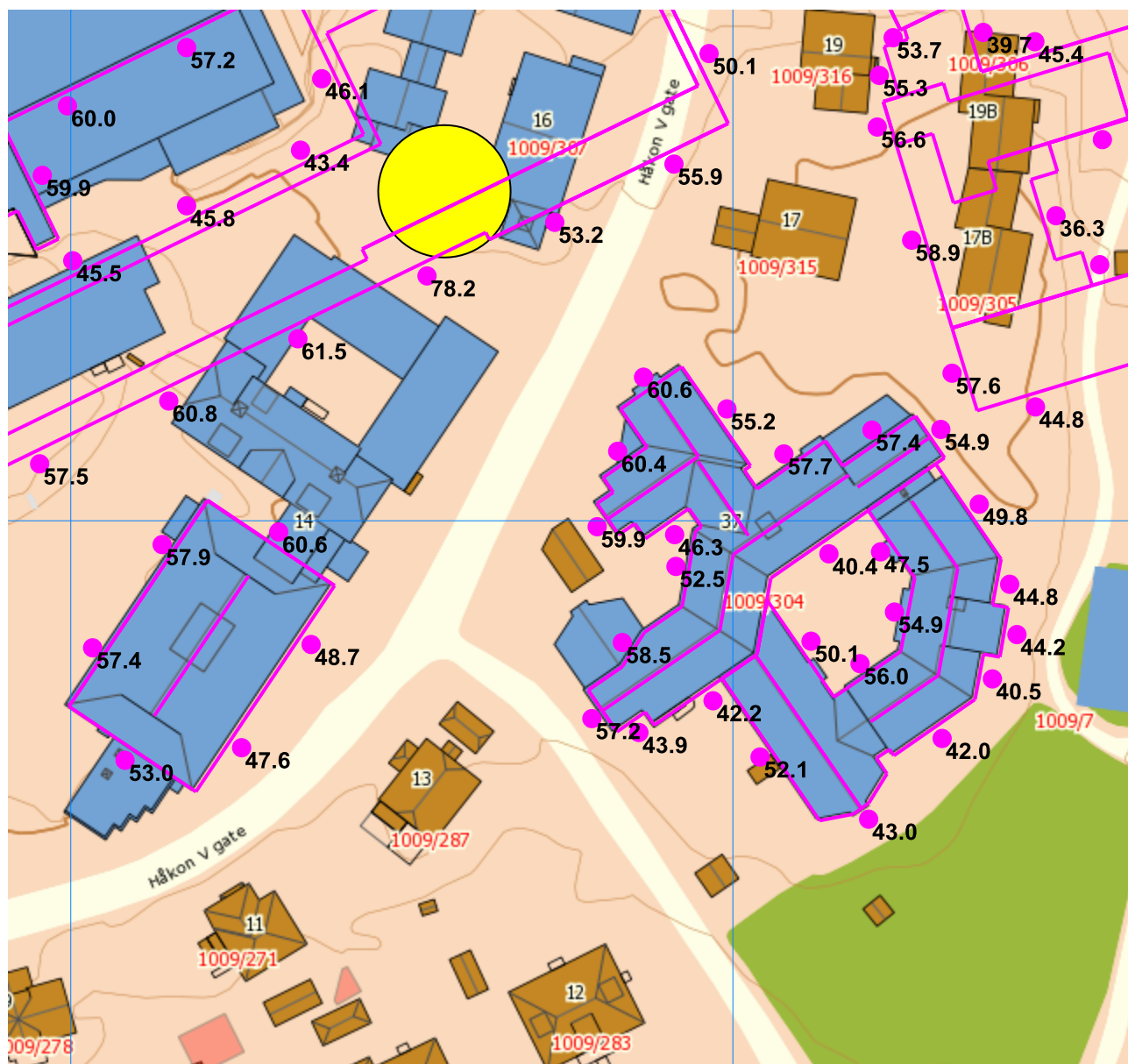


Figur 8-7. Fasadenivå for bygninger nær eksisterende landingsplass (3 av 3). M 1:1 000.

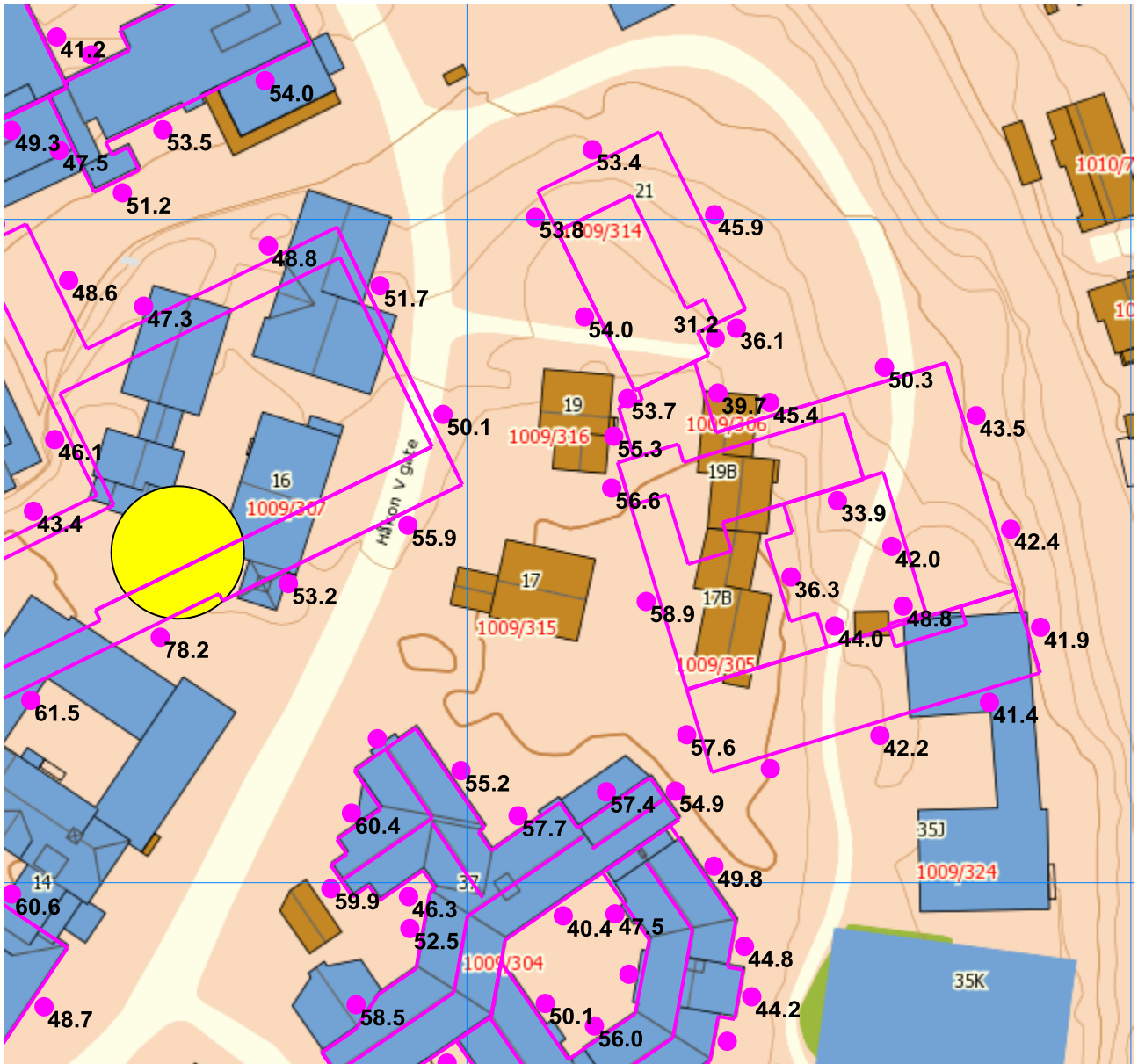
### 8.3.2 Alternativ plassering



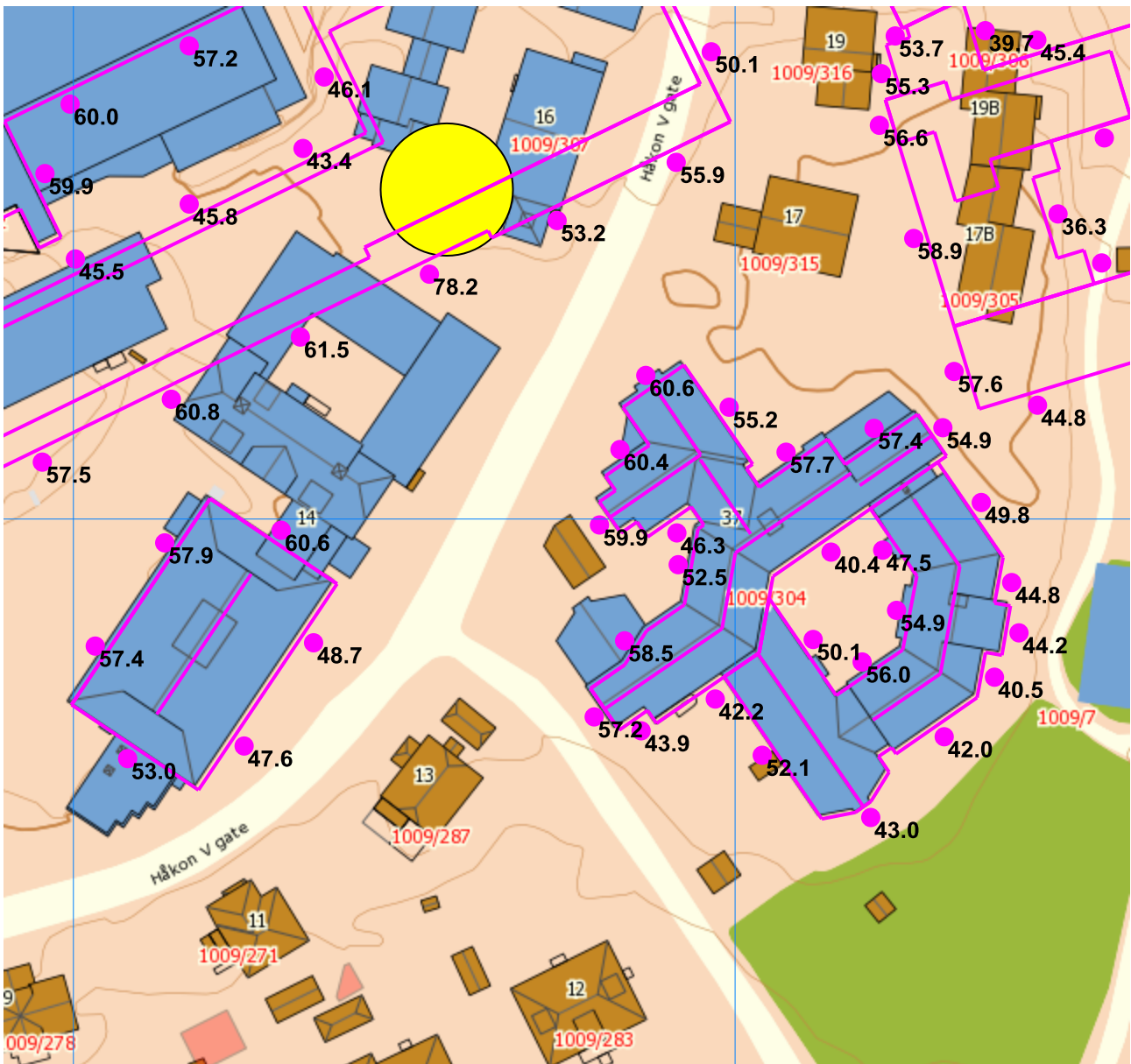
Figur 8-8. Fasadenivå for bygninger nær alternativ landingsplass (1 av 4). M 1:1 000.



Figur 8-9. Fasadenivå for bygninger nær alternativ landingsplass (2 av 4). M 1:1 000.



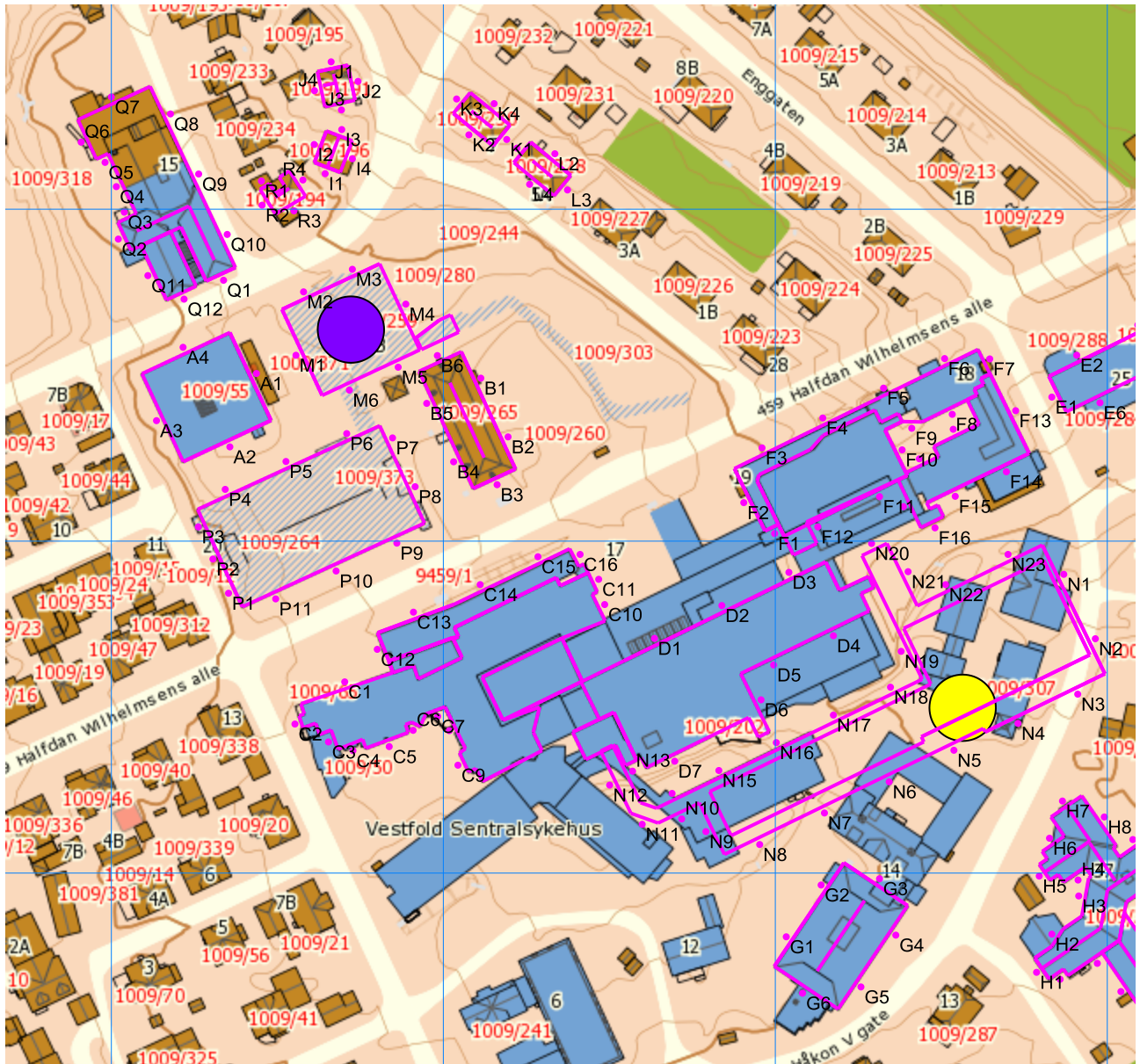
Figur 8-10. Fasadenivå for bygninger nær alternativ landingsplass (3 av 4). M 1:1 000.



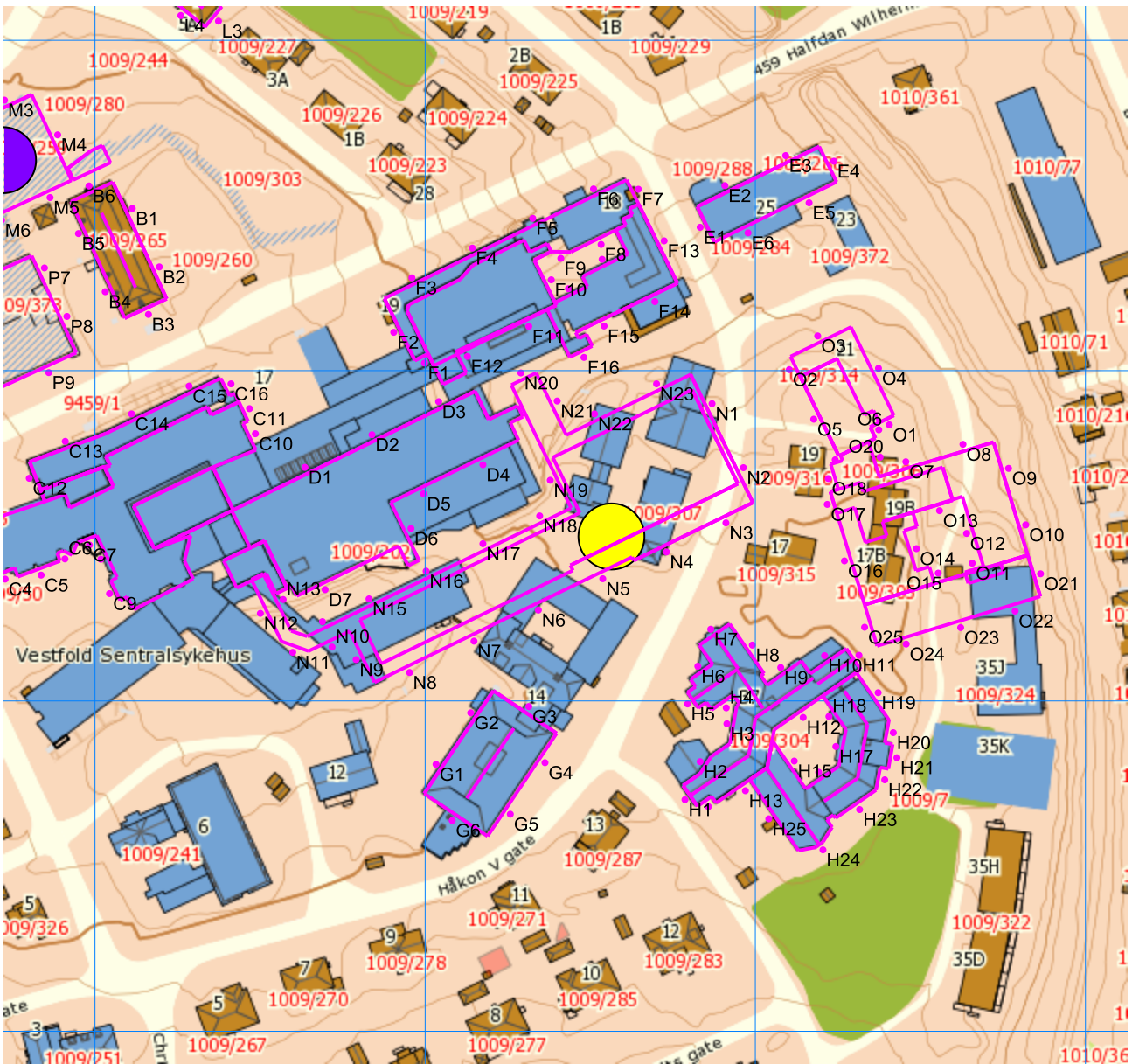
**Figur 8-11. Fasadenivå for bygninger nær alternativ landingsplass (4 av 4). M 1:1 000.**

## 9 ANDRE STØYNIVÅ VED FASADE

Tabell 9-1 viser beregnet støynivå 2 m fra fasade, 4 m over bakkenivå, for punktene som er angitt i Figur 9-1 og Figur 9-2.



Figur 9-1. Benevnelse for fasadepunkt (1 av 2). M 1:2 000.



Figur 9-2. Benevnelse for fasadepunkt (2 av 2). M 1:2 000.

Tabell 9-1. Alle støynivå for alle fasadepunkt angitt i Figur 9-1 og Figur 9-2, for eksisterende og alternativ plassering av landingsplassen.

ID	Eksisterende plassering						Alternativ plassering					
	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax
A1	56.9	58.1	57.7	53.3	61.3	104.8	31.7	32.6	32.5	29.3	36.7	75.9
A2	55.2	56.3	56.0	51.8	59.7	107.4	30.2	31.0	31.0	27.8	35.2	78.0
A3	45.0	45.8	45.8	42.5	49.9	95.5	31.8	32.8	32.6	29.1	36.6	83.1
A4	42.3	43.3	43.1	39.4	47.0	94.0	26.9	28.0	27.7	24.0	31.6	79.0
B1	47.0	47.9	47.8	44.4	51.9	98.2	44.9	45.7	45.7	42.5	49.9	84.6
B2	44.5	45.4	45.3	41.8	49.3	96.2	42.6	43.4	43.4	40.1	47.5	84.5

ID	Eksisterende plassering						Alternativ plassering					
	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax
B3	40.3	41.2	41.1	37.9	45.3	92.1	40.8	41.7	41.6	38.3	45.7	84.2
B4	51.3	52.2	52.1	48.9	56.3	95.7	25.7	26.5	26.5	23.2	30.7	78.9
B5	49.7	50.6	50.5	47.0	54.5	99.8	30.1	31.0	30.9	27.9	35.2	80.9
B6	45.0	45.9	45.8	42.5	50.0	95.2	32.7	33.7	33.5	30.0	37.5	84.1
C1	48.1	49.0	48.9	45.5	53.0	98.7	17.9	18.9	18.7	15.2	22.7	57.2
C2	48.2	49.1	49.0	45.4	53.0	99.7	37.8	38.8	38.6	34.9	42.5	89.0
C3	41.5	42.5	42.3	38.5	46.1	98.4	37.7	38.7	38.5	34.8	42.5	89.8
C4	38.4	39.4	39.2	35.6	43.2	94.2	41.4	42.4	42.2	38.8	46.3	90.4
C5	37.1	38.0	37.9	34.4	41.9	93.2	41.6	42.5	42.4	39.0	46.5	90.8
C6	34.1	35.1	34.9	31.2	38.9	90.3	38.0	39.0	38.8	35.1	42.8	91.0
C7	31.9	32.9	32.7	29.1	36.7	89.7	35.9	36.9	36.7	33.2	40.7	89.5
C8	35.6	36.6	36.4	32.9	40.5	89.7	35.6	36.5	36.4	32.9	40.4	89.4
C9	38.1	39.1	38.9	35.4	42.9	90.8	38.9	40.0	39.7	35.9	43.6	92.6
C10	39.8	40.8	40.6	36.9	44.6	90.6	37.1	38.0	37.9	34.8	42.2	85.4
C11	41.6	42.6	42.4	38.9	46.5	91.2	38.2	39.1	39.0	35.9	43.3	87.1
C12	47.9	48.8	48.7	45.5	52.9	96.4	18.4	19.3	19.2	15.6	23.2	57.9
C13	48.3	49.1	49.1	45.9	53.3	94.6	31.9	32.9	32.7	29.2	36.7	82.8
C14	50.5	51.3	51.3	48.1	55.5	93.5	32.5	33.4	33.3	29.7	37.3	83.5
C15	48.5	49.4	49.3	46.1	53.5	92.3	32.9	33.9	33.7	30.2	37.7	84.1
C16	43.6	44.5	44.3	40.9	48.4	92.0	39.1	40.0	39.9	36.7	44.1	90.0
D1	41.7	42.6	42.5	39.1	46.6	89.4	31.5	32.3	32.2	29.1	36.5	86.0
D2	46.0	46.8	46.8	43.6	51.0	89.3	31.1	31.9	31.8	28.5	36.0	87.3
D3	44.8	45.7	45.6	42.4	49.8	88.9	37.3	38.1	38.1	35.0	42.3	88.7
D4	18.6	19.5	19.4	15.9	23.4	58.9	52.3	53.2	53.1	49.8	57.2	97.8
D5	19.4	20.3	20.2	16.7	24.2	56.5	55.1	56.0	55.9	52.5	60.0	97.0
D6	19.9	20.8	20.7	17.2	24.7	57.8	54.9	55.7	55.7	52.5	59.9	96.9
D7	19.5	20.4	20.3	16.7	24.3	58.9	47.1	48.0	47.9	44.6	52.0	93.0
E1	36.0	37.1	36.8	33.0	40.7	88.3	47.4	48.4	48.2	44.7	52.2	98.4
E2	42.1	43.0	42.9	39.3	46.9	88.5	40.1	41.1	40.9	37.3	44.9	95.9
E3	43.4	44.3	44.2	40.8	48.3	88.2	40.9	41.9	41.7	38.0	45.6	98.1
E4	34.9	35.8	35.7	32.1	39.7	86.6	44.0	45.1	44.8	40.8	48.6	98.1
E5	23.1	24.1	23.9	20.5	28.0	65.0	47.0	48.0	47.8	44.1	51.8	98.3
E6	22.7	23.7	23.5	20.1	27.6	65.7	48.1	49.1	48.9	45.3	52.9	98.5
F1	34.0	34.8	34.8	31.5	38.9	84.1	27.2	28.1	28.0	24.5	32.0	65.8
F2	46.5	47.4	47.3	43.9	51.4	90.9	29.2	30.1	30.0	26.7	34.1	80.0
F3	48.0	48.9	48.8	45.4	52.9	91.6	34.9	35.8	35.6	32.2	39.7	89.5
F4	46.9	47.8	47.7	44.3	51.8	91.1	35.4	36.4	36.2	32.7	40.2	90.7
F5	46.0	46.9	46.8	43.5	50.9	90.6	35.6	36.6	36.4	32.9	40.5	89.0



ID	Eksisterende plassering						Alternativ plassering					
	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax
F6	45.6	46.5	46.4	43.0	50.5	90.1	36.8	37.8	37.6	34.1	41.6	92.0
F7	37.1	38.1	37.9	34.3	41.9	89.5	45.4	46.4	46.2	42.6	50.2	97.6
F8	18.2	19.2	19.0	15.4	23.0	57.7	30.5	31.4	31.3	27.9	35.4	82.5
F9	18.3	19.2	19.1	15.5	23.1	57.8	38.2	39.0	38.9	35.8	43.2	91.4
F10	18.1	19.1	18.9	15.4	22.9	57.8	36.2	37.0	37.0	33.8	41.2	88.9
F11	18.6	19.6	19.4	15.9	23.5	57.0	44.4	45.2	45.2	41.9	49.3	96.9
F12	19.6	20.6	20.4	16.9	24.4	57.6	43.1	44.0	43.9	40.5	48.0	95.7
F13	34.7	35.7	35.5	32.0	39.5	86.5	46.6	47.5	47.4	43.8	51.4	98.2
F14	19.7	20.7	20.5	17.0	24.6	59.9	49.1	50.1	49.9	46.4	54.0	98.7
F15	19.6	20.5	20.4	16.9	24.4	58.8	48.6	49.5	49.4	46.0	53.5	98.4
F16	21.1	22.1	21.9	18.5	26.0	77.3	46.3	47.2	47.1	43.7	51.2	98.4
F17	24.9	25.7	25.7	22.5	29.9	79.4	42.5	43.3	43.3	40.2	47.5	93.9
F18	18.7	19.7	19.5	16.0	23.5	59.4	29.9	30.8	30.7	27.3	34.8	83.9
F19	19.3	20.2	20.1	16.5	24.1	58.5	28.5	29.4	29.3	25.8	33.4	74.7
G1	35.1	36.0	35.8	32.3	39.9	85.6	52.7	53.8	53.5	49.7	57.4	106.2
G2	34.0	35.0	34.8	31.2	38.8	85.1	53.4	54.4	54.1	50.1	57.9	107.5
G3	26.6	27.5	27.4	24.2	31.6	74.7	56.0	57.1	56.8	52.8	60.6	107.9
G4	21.1	22.0	21.9	18.3	25.9	61.4	43.8	44.7	44.6	41.2	48.7	95.1
G5	21.9	22.9	22.7	19.1	26.7	65.1	42.6	43.5	43.4	40.1	47.6	96.0
G6	35.6	36.6	36.4	33.0	40.5	85.1	48.8	50.1	49.6	44.8	53.0	105.3
H1	33.0	33.9	33.8	30.5	37.9	80.3	52.4	53.4	53.2	49.7	57.2	95.7
H2	33.1	34.0	33.9	30.7	38.1	80.1	53.6	54.6	54.4	50.9	58.5	96.1
H3	32.2	33.0	33.0	29.7	37.1	78.9	47.7	48.7	48.5	44.9	52.5	95.7
H4	28.6	29.5	29.4	26.0	33.5	78.1	41.3	42.2	42.1	38.9	46.3	90.0
H5	32.4	33.2	33.2	30.0	37.4	79.2	55.1	56.0	55.9	52.4	59.9	97.9
H6	32.4	33.3	33.2	30.1	37.5	81.7	55.6	56.5	56.4	52.9	60.4	98.2
H7	31.3	32.2	32.1	28.9	36.3	81.9	55.7	56.6	56.5	53.1	60.6	98.1
H8	27.1	28.1	27.9	24.2	31.8	79.9	50.3	51.2	51.1	47.7	55.2	97.2
H9	28.3	29.2	29.1	25.7	33.2	79.2	52.8	53.8	53.6	50.2	57.7	95.9
H10	31.9	32.8	32.7	29.5	36.9	82.4	52.5	53.4	53.3	49.9	57.4	95.2
H11	30.3	31.2	31.1	27.6	35.1	82.3	50.0	51.0	50.8	47.4	54.9	94.5
H12	21.4	22.3	22.2	18.7	26.2	61.2	35.5	36.3	36.2	33.0	40.4	82.3
H13	24.6	25.6	25.4	21.7	29.3	78.3	37.4	38.3	38.2	34.7	42.2	90.5
H14	29.5	30.5	30.3	26.7	34.3	80.2	39.1	40.0	39.9	36.4	43.9	93.3
H15	23.7	24.6	24.5	21.1	28.6	67.6	45.2	46.0	46.0	42.7	50.1	88.7
H16	28.2	29.1	29.0	25.9	33.2	73.6	51.1	52.0	51.9	48.5	56.0	92.9
H17	29.1	29.9	29.9	26.7	34.1	74.0	49.9	50.8	50.7	47.4	54.9	90.4
H18	24.3	25.2	25.1	21.9	29.3	69.9	42.5	43.4	43.3	40.1	47.5	90.1

ID	Eksisterende plassering						Alternativ plassering					
	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax
H19	29.7	30.6	30.5	27.0	34.5	81.9	44.9	45.8	45.7	42.4	49.8	93.0
H20	24.3	25.3	25.1	21.6	29.1	80.0	39.8	40.7	40.6	37.4	44.8	87.0
H21	25.1	26.0	25.9	22.7	30.1	72.4	39.2	40.1	40.0	36.8	44.2	86.5
H22	22.8	23.7	23.6	20.2	27.7	64.2	35.6	36.5	36.4	33.0	40.5	80.6
H23	24.1	25.1	24.9	21.5	29.0	67.7	37.0	37.9	37.8	34.6	42.0	85.1
H24	29.4	30.3	30.2	26.6	34.2	79.5	38.2	39.2	39.0	35.5	43.0	89.6
H25	32.1	33.0	32.9	29.5	37.0	79.8	47.1	48.0	47.9	44.7	52.1	90.8
I1	54.6	55.7	55.4	51.5	59.2	100.3	43.6	44.4	44.3	41.1	48.5	84.8
I2	43.4	44.3	44.2	40.9	48.3	91.4	25.8	26.7	26.6	23.2	30.7	67.8
I3	48.7	49.7	49.5	45.9	53.5	100.0	43.1	43.9	43.9	40.6	48.0	84.7
I4	54.9	55.9	55.7	51.8	59.5	100.8	43.5	44.4	44.3	41.1	48.5	85.0
J1	43.0	43.9	43.8	40.4	47.9	95.4	32.9	33.9	33.7	30.2	37.7	83.6
J2	52.4	53.4	53.2	49.5	57.1	99.6	42.8	43.7	43.6	40.3	47.8	84.7
J3	51.5	52.5	52.3	48.6	56.3	99.7	43.0	43.9	43.8	40.5	48.0	84.7
J4	46.4	47.3	47.2	43.8	51.3	97.4	28.7	29.5	29.5	26.3	33.7	75.0
K1	53.8	54.8	54.6	50.9	58.5	101.3	35.3	36.2	36.1	32.7	40.2	84.7
K2	53.9	54.9	54.7	50.9	58.5	101.5	42.0	42.8	42.8	39.6	47.0	85.9
K3	52.2	53.2	53.0	49.4	57.0	101.2	26.5	27.6	27.3	23.5	31.2	81.6
K4	48.6	49.7	49.4	45.4	53.2	101.1	39.3	40.2	40.1	36.6	44.1	86.3
L1	53.8	54.8	54.6	50.8	58.5	101.4	30.1	31.1	30.9	27.4	34.9	81.9
L2	47.8	48.8	48.6	44.7	52.4	101.1	40.8	41.7	41.6	38.2	45.7	87.4
L3	50.4	51.3	51.1	47.7	55.2	98.4	42.1	43.0	42.9	39.6	47.1	87.8
L4	53.6	54.6	54.4	50.7	58.3	101.5	41.1	41.9	41.9	38.6	46.0	87.2
M1	56.2	57.4	57.0	52.6	60.6	105.2	32.9	33.8	33.7	30.4	37.8	81.1
M2	48.0	49.0	48.8	45.0	52.7	100.8	29.1	30.1	29.9	26.2	33.8	80.7
M3	51.8	52.8	52.6	49.0	56.6	103.3	30.3	31.3	31.1	27.4	35.1	84.4
M4	55.5	56.7	56.3	51.5	59.7	105.2	35.5	36.4	36.3	33.0	40.4	84.0
M5	46.8	47.7	47.6	44.4	51.8	103.3	33.7	34.6	34.5	31.3	38.7	84.4
M6	53.9	54.9	54.7	51.1	58.7	104.1	46.7	47.6	47.5	44.3	51.7	87.1
N1	33.1	34.0	33.9	30.5	38.0	84.1	46.9	47.8	47.7	44.1	51.7	99.4
N2	32.5	33.4	33.3	29.9	37.4	83.5	45.2	46.1	46.0	42.6	50.1	99.4
N3	20.7	21.6	21.5	18.0	25.5	71.2	50.9	51.8	51.7	48.6	55.9	95.6
N4	17.4	18.3	18.2	14.7	22.2	61.7	48.3	49.2	49.1	45.8	53.2	99.3
N5	45.5	46.4	46.3	43.1	50.5	86.6	73.4	74.3	74.2	70.7	78.2	107.6
N6	29.4	30.4	30.2	26.6	34.2	80.6	57.4	58.7	58.2	53.1	61.5	112.9
N7	28.5	29.5	29.3	25.6	33.2	81.1	56.2	57.2	57.0	53.2	60.8	106.6
N8	30.4	31.4	31.2	27.5	35.2	84.3	52.8	53.8	53.6	49.9	57.5	103.5
N9	35.4	36.4	36.2	32.6	40.2	87.1	42.5	43.4	43.3	39.8	47.3	98.6

ID	Eksisterende plassering						Alternativ plassering					
	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax
N10	31.6	32.6	32.4	28.7	36.4	85.0	42.9	43.9	43.7	40.1	47.7	99.1
N11	36.4	37.3	37.2	33.7	41.2	88.3	44.9	45.8	45.7	42.1	49.7	98.0
N12	35.2	36.1	36.0	32.3	39.9	89.0	39.1	40.1	39.9	36.2	43.8	95.7
N13	18.1	19.1	18.9	15.4	22.9	57.8	46.6	47.5	47.4	44.2	51.6	91.9
N14	20.2	21.2	21.0	17.5	25.0	58.8	36.0	37.2	36.7	32.2	40.3	90.4
N15	21.1	22.0	21.9	18.4	25.9	64.9	38.4	39.5	39.2	35.2	43.0	91.6
N16	24.2	25.0	24.9	21.8	29.2	77.1	40.8	41.8	41.6	37.8	45.5	93.0
N17	23.6	24.5	24.4	21.0	28.5	80.9	40.9	41.8	41.7	38.3	45.8	92.0
N18	25.8	26.6	26.5	23.3	30.7	73.6	38.5	39.4	39.3	35.9	43.4	89.4
N19	22.9	23.8	23.7	20.5	27.9	71.6	41.2	42.1	42.0	38.7	46.1	92.8
N20	23.6	24.5	24.4	21.1	28.5	73.4	40.2	41.0	41.0	37.9	45.2	92.2
N21	18.3	19.3	19.1	15.6	23.1	59.9	43.6	44.5	44.4	41.2	48.6	98.0
N22	21.4	22.3	22.2	18.7	26.2	65.9	42.3	43.2	43.1	39.9	47.3	93.9
N23	25.7	26.6	26.5	23.1	30.6	81.8	43.8	44.7	44.6	41.4	48.8	95.2
O1	18.5	19.4	19.2	15.6	23.2	65.3	31.4	32.3	32.2	28.5	36.1	88.1
O2	34.7	35.6	35.4	31.9	39.5	85.9	49.0	50.0	49.8	46.3	53.8	99.1
O3	34.9	35.9	35.7	32.3	39.8	86.1	48.6	49.6	49.4	45.8	53.4	98.9
O4	33.1	34.0	33.9	30.4	37.9	84.2	41.2	42.3	42.0	38.2	45.9	98.3
O5	33.7	34.6	34.5	31.1	38.6	85.3	49.1	50.1	49.9	46.5	54.0	99.0
O6	14.5	15.5	15.3	11.7	19.3	53.4	26.3	27.3	27.1	23.6	31.2	71.6
O7	29.7	30.7	30.5	26.8	34.4	81.4	40.6	41.6	41.4	37.9	45.4	94.8
O8	33.1	34.1	33.9	30.2	37.8	83.9	45.4	46.3	46.2	42.8	50.3	96.2
O9	29.8	30.8	30.6	26.9	34.6	81.3	38.7	39.7	39.5	35.9	43.5	94.0
O10	29.3	30.3	30.1	26.5	34.1	80.8	37.6	38.6	38.4	34.8	42.4	92.6
O11	20.4	21.3	21.2	17.7	25.2	59.7	43.8	44.6	44.6	41.4	48.8	90.1
O12	19.6	20.6	20.4	16.9	24.5	59.1	37.0	37.8	37.8	34.6	42.0	81.2
O13	16.3	17.3	17.1	13.5	21.1	55.8	29.1	30.0	29.8	26.5	33.9	68.8
O14	19.0	20.0	19.8	16.3	23.9	58.4	31.4	32.3	32.2	28.9	36.3	79.2
O15	19.2	20.2	20.0	16.5	24.1	60.9	38.9	39.8	39.7	36.7	44.0	89.7
O16	33.1	34.0	33.9	30.4	38.0	83.2	53.9	54.8	54.7	51.4	58.9	96.9
O17	32.3	33.2	33.1	29.5	37.1	83.5	51.7	52.6	52.5	49.1	56.6	98.1
O18	35.0	35.9	35.8	32.5	40.0	84.6	50.4	51.3	51.2	47.8	55.3	98.4
O19	35.0	35.9	35.8	32.5	40.0	84.7	48.8	49.7	49.6	46.2	53.7	98.5
O20	22.1	23.0	22.9	19.4	26.9	70.1	35.0	35.9	35.8	32.2	39.7	89.3
O21	29.0	30.0	29.8	26.1	33.7	80.4	37.1	38.1	37.9	34.3	41.9	91.4
O22	26.0	26.9	26.8	23.7	31.0	73.9	36.3	37.2	37.1	34.0	41.4	84.4
O23	24.0	24.8	24.8	21.6	29.0	74.3	37.1	38.0	37.9	34.8	42.2	85.3
O24	23.0	23.9	23.8	20.5	28.0	73.0	39.8	40.6	40.6	37.5	44.8	88.3

ID	Eksisterende plassering						Alternativ plassering					
	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax	Leq	Leq dag	Leq kveld	Leq natt	Lden	Lmax
<b>O25</b>	32.8	33.7	33.6	30.3	37.8	82.5	52.6	53.5	53.4	50.1	57.6	94.9
<b>P1</b>	49.7	50.8	50.5	46.2	54.1	105.1	33.8	34.7	34.6	31.2	38.7	85.2
<b>P2</b>	49.9	51.1	50.7	46.2	54.2	105.3	33.5	34.4	34.3	30.9	38.4	84.7
<b>P3</b>	48.5	49.6	49.3	45.1	53.0	105.4	33.3	34.2	34.1	30.7	38.2	84.3
<b>P4</b>	54.5	55.6	55.3	51.3	59.1	106.5	27.3	28.1	28.1	24.8	32.2	78.5
<b>P5</b>	57.5	58.7	58.3	53.9	61.9	108.1	26.4	27.3	27.2	23.9	31.3	79.6
<b>P6</b>	57.5	58.7	58.3	54.0	61.9	105.1	26.8	27.6	27.6	24.4	31.8	79.3
<b>P7</b>	46.5	47.4	47.3	44.1	51.5	97.3	30.3	31.2	31.1	27.9	35.3	78.5
<b>P8</b>	46.1	46.9	46.9	43.7	51.1	94.8	37.6	38.5	38.4	35.1	42.5	85.2
<b>P9</b>	39.5	40.4	40.3	36.8	44.3	93.9	35.3	36.1	36.1	32.8	40.2	83.0
<b>P10</b>	40.6	41.5	41.4	37.9	45.4	97.8	34.3	35.2	35.1	31.9	39.3	82.1
<b>P11</b>	41.6	42.7	42.4	38.7	46.3	101.2	34.9	35.8	35.7	32.3	39.8	85.3
<b>Q1</b>	50.6	51.5	51.4	47.7	55.3	98.4	34.4	35.3	35.2	32.0	39.4	82.3
<b>Q2</b>	43.5	44.4	44.3	41.2	48.5	92.3	31.6	32.5	32.4	29.1	36.5	80.0
<b>Q3</b>	31.4	32.3	32.2	28.7	36.2	81.2	18.3	19.2	19.1	15.6	23.2	59.8
<b>Q4</b>	36.3	37.2	37.1	33.6	41.1	86.1	26.2	27.3	27.0	23.1	30.9	79.6
<b>Q5</b>	39.5	40.4	40.3	37.1	44.5	88.1	28.9	29.8	29.7	26.1	33.7	79.5
<b>Q6</b>	40.0	40.9	40.8	37.6	45.0	87.6	30.8	31.7	31.6	28.3	35.7	79.4
<b>Q7</b>	35.4	36.4	36.2	32.5	40.1	88.8	27.1	28.1	27.9	24.1	31.8	79.4
<b>Q8</b>	48.8	49.7	49.6	46.2	53.7	95.0	37.5	38.4	38.3	34.9	42.4	82.1
<b>Q9</b>	48.0	48.9	48.8	45.2	52.8	97.0	33.9	34.8	34.7	31.2	38.7	82.4
<b>Q10</b>	48.4	49.5	49.2	45.4	53.1	98.1	33.2	34.1	34.0	30.7	38.1	82.5
<b>Q11</b>	43.8	44.6	44.6	41.4	48.8	92.8	28.5	29.4	29.3	26.0	33.5	79.2
<b>Q12</b>	51.5	52.5	52.3	48.6	56.3	97.2	30.8	31.8	31.6	28.1	35.7	82.0
<b>R1</b>	44.4	45.2	45.2	42.0	49.4	91.6	27.9	28.8	28.7	25.4	32.8	78.4
<b>R2</b>	45.8	46.7	46.6	43.3	50.7	96.0	28.8	29.7	29.6	26.4	33.8	75.8
<b>R3</b>	52.1	53.1	52.9	49.4	56.9	100.0	36.6	37.6	37.4	33.7	41.3	84.6
<b>R4</b>	54.0	55.1	54.8	51.0	58.7	99.8	43.6	44.4	44.3	41.1	48.5	84.6

## 10 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] Miljøverndepartementet, "RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING," Retningslinje T-1442/2012, Oslo, juli 2012.
- [7] Miljødirektoratet, "VEILEDER TIL RETNINGSLINJE FOR BEHANDLING AV STØY I AREALPLANLEGGING (T-1442/2012)," Veileder M-128, Oslo, februar 2014.
- [8] *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.
- [9] 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.
- [10] R. T. Randeberg, H. Olsen, and I. L. N. Granøien, "NORTIM VERSION 3.3. USER INTERFACE DOCUMENTATION," Report SINTEF A1683, Trondheim, juni 2007.
- [11] 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.
- [12] B. Plovsing and J. Kragh, "COMPREHENSIVE OUTDOOR SOUND PROPAGATION MODEL," Nord2000 DELTA Report, Lyngby, desember 2000.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [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] OSL, "Noise Measurements on EC 225 and S 92 helicopters for development of NPD-data," August 2015 August 2015.
- [17] AgustaWestland, "AW101-612 External Noise Data for NAW SARH Environmental Impact Studies," October 2014
- [18] Miljøverndepartementet, "FORSKRIFT OM BEGRENSNING AV FORURENSNING (FORURENSNINGSFORSKRIFTEN)," Forskrift FOR-2004-06-01-931 (Del 2, kapittel 5), Oslo, juni 2004.
- [19] 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.

- [20] 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.
- [21] E. Osmundsen, "MÅLING AV FASADEISOLERING OG BEREGNING AV INNENDØRS STØYNIVÅ VED STAVANGER LUFTHAVN, SOLA," Miljøakustikk AS2011.

Forsidefoto: Norsk Luftambulanse



Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)