

Prosjekt: <h2 style="text-align: center;">Detaljregulering for Gaustad sykehusområde</h2>						
Tittel: <h1 style="text-align: center;">Fagrapport Helikopter</h1> <h2 style="text-align: center;">Konsekvensutredning og undersøkelse</h2>						
04	Revidert etter komplettvurdering	31.01.22	TORH	RASTBG	LSYOSL	
03	Revidert planforslag etter offentlig ettersyn	01.12.21	TORH	RASTBG	LSYOSL	
02	Revidert planforslag	15.12.20	TORH	EB	LSYOSL	
01	Øversendelse av planforslag til Oslo kommune	31.01.20	TORH	EB	LSYOSL	
Rev.	Beskrivelse	Rev. Dato	Utarbeidet	Kontroll	Godkjent	
Kontraktør/leverandørs logo:  Bright ideas. Sustainable change.		Bygg nr.:	Etasje nr.:	Systemgr.:	Antall sider: <h3 style="text-align: center;">Side 1 av 32</h3>	
Prosjekt:	Utgivernr.:	Fag:	Dok.type:	Løpenr.:	Rev.nr.:	Status:
<b>NSG</b>	<b>8302</b>	<b>Z</b>	<b>RA</b>	<b>0006</b>	<b>04</b>	<b>G</b>

## REVISJONER

### REV02

Rapporten er revidert og oppdatert med justeringer av planalternativ 1A og 1B som er utført i løpet av høsten 2020.

### REV03

Rapporten er justert som følge av endringer i konsept etter offentlig ettersyn, og supplert med CFD-simulering av helikoptervind.

### REV04

Rapporten er justert etter kommentarer fra PBE ved komplettvurdering etter offentlig ettersyn.

## Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Helikopter på Gaustad sykehusområde</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Utredningskrav</b> .....	<b>7</b>
3.1 Fra planprogrammet.....	7
<b>4. Gjeldende planer og føringer</b> .....	<b>8</b>
4.1 Sivilt og militært regelverk .....	8
<b>5. Dagens situasjon</b> .....	<b>9</b>
<b>6. Trafikkgrunnlag</b> .....	<b>10</b>
<b>7. Undersøkelser</b> .....	<b>11</b>
7.1 Relokalisering av landingsplass for helikopter tilknyttet akuttmottaket. ....	11
<b>8. Konsekvenser</b> .....	<b>14</b>
8.1 Konsekvensene av lokalisering av helikopterlandingsplass i forhold til akuttmottak, og for brukbarheten av byrom i og inntil området.....	14
<b>9. Vedlegg</b> .....	<b>31</b>

## FORORD

Målbildet for Oslo universitetssykehus HF slik det ble godkjent i foretaksmøtet for Helse Sør-Øst RHF 24. juni 2016, innebærer blant annet at det skal bygges et samlet og komplett regionsykehus inkludert lokalsykehusfunksjoner på Gaustad (Nye Rikshospitalet). Det er derfor utarbeidet en reguleringsplan med konsekvensutredning i saken. Konsekvensutredningen belyser virkningene for miljø og samfunn av Helse Sør-Øst RHF sin foreslåtte utbygging på Gaustad.

Rapporten om *helikopter* inngår i en serie fagrapporter som dokumenterer temaer som er konsekvensutredet og undersøkt i tråd med planprogrammet fastsatt av Oslo kommune. Belysningen i denne rapporten er ensidig rettet mot noen utvalgte spørsmål i planprogrammet, mens helheten er oppsummert og vurdert i en felles rapport, en samlet konsekvensutredning. Denne rapporten er utarbeidet av Rambøll Norge AS på vegne av Helse Sør-Øst RHF.

En prosjekteringsgruppe bestående av Ratio arkitekter AS, Arkitema Architects, Sweco Norge AS og Metier OEC har utviklet utbyggingsløsningen gjennom en konseptfase og et skisseprosjekt. I dette arbeidet har behovet for ett funksjonelt sykehus tilrettelagt for god pasientsikkerhet og effektiv drift, vurdert i forhold til andre virkninger for miljø og samfunn, vært sentralt for utforming av konseptet og planforslaget.

Høsten 2020 ble det engasjert ny prosjekteringsgruppe bestående av Multiconsult AS, Fabel Arkitekter, Bølgeblikk arkitekter og Erichsen & Horgen AS for gjennomføring av forprosjektet. Denne gruppen har bistått med videreutvikling av konseptet og revidert planforslag.

Planprosessen som er gjennomført med Rambøll som planrådgiver, er gjennomført i nær dialog med blant annet representanter fra Helse Sør-Øst RHF sin prosjektorganisasjon, Oslo universitetssykehus HF, Oslo kommune, Statens Vegvesen, Riksantikvaren og Byantikvaren i Oslo.

Styret i Helse Sør-Øst RHF vedtok i juni 2019 (i sak 050-2019) at videre prosess skal basere seg på planalternativ 1A. Konseptet for dette alternativet skal videreutvikles gjennom forprosjekt og detaljprosjektering. Denne rapporten vurderer konsekvensene av alle fire planalternativene angitt i planprogrammet.

## 1. INNLEDNING

Videreutviklingen av Aker (Nye Aker) og Gaustad (Nye Rikshospitalet) er et ledd i realisering av målbildet for Oslo universitetssykehus HF slik det ble vedtatt i foretaksrådet for Helse Sør-Øst RHF 24.6.2016. Målbildet innebærer at Oslo universitetssykehus HF utvikles med et samlet og komplett regionsykehus inkludert lokalsykehusfunksjoner på Gaustad, et lokalsykehus på Aker og et spesialisert kreftsykehus på Radiumhospitalet. I tillegg skal det etableres en regional sikkerhetsavdeling (RSA) til erstatning for nåværende virksomhet på Dikemark.

Det er tre hovedårsaker til at Oslo universitetssykehus HF trenger nye sykehusbygg:

- Store deler av virksomheten foregår i bygninger som er gamle, uhensiktsmessige og i dårlig stand. Dette krever tiltak for å sikre avansert medisinsk virksomhet og for å kunne følge den medisinske og teknologiske utviklingen. En stor del av bygningsmassen gir dårlige forhold for både pasienter og ansatte.
- En sammenslåing av likartede aktiviteter er nødvendig for både å oppnå bedre kvalitet og effektivitet i pasientbehandlingen og for å gi sunn økonomisk drift.
- Det forventes en betydelig befolkningsvekst i Oslo og i regionen rundt.

I tillegg til pasientbehandling har Oslo universitetssykehus HF omfattende og viktige oppgaver knyttet til forskning, utvikling, utdanning og innovasjon. Dette er oppgaver som løses i samarbeid med nære samarbeidspartnere som Universitetet i Oslo, Oslo kommune og høyskolene.

Planleggingen på Gaustad forutsetter at Rikshospitalet videreutvikles til et komplett regionsykehus inkludert nasjonale funksjoner, og med lokalsykehusfunksjoner. På Rikshospitalet ivaretas i dag i hovedsak elektive lands-, region- og en del områdefunksjoner, og noen mer akutte funksjoner. Dagens virksomhet i Gaustad sykehus, som hovedsakelig er døgnvirksomhet for psykisk helsevern for voksne, er planlagt flyttet til Aker. Universitetet i Oslo (UiO) har også stor aktivitet på området i Domus Medica og Domus Odontologica.

Konseptfasen for nye sykehus på Gaustad og Aker ble gjennomført i 2018/2019, og dokumentert i konseptfaserapporter fra november 2018<sup>[1]</sup> og revidert mai 2019<sup>[2]</sup>. Formålet med konseptfaseutredningene er å avklare innhold, rammer og utbyggingsløsning slik at det kan tas stilling til fremdrift og gjennomføring av prosjektene. Konseptfaserapporten ble vedtatt av styret ved Helse Sør-Øst RHF 20. juni 2019. Styret i Helse Sør-Øst RHF vedtok i sitt møte den 25. juni 2020 i sak 063-2020 oppstart av forprosjekt for Nye Aker og Nye Rikshospitalet med endelig behandling i møtet den 26. november 11.2020 i sak 124-2020.

En ønsket fremtidig utvikling av Gaustad sykehusområde krever ny reguleringsplan. I henhold til plan- og bygningslovens § 12-10 første ledd, jf. § 4-1 og § 4-2 med tilhørende forskrift, skal det utarbeides konsekvensutredning for reguleringsplaner som kan ha vesentlige virkninger for miljø og samfunn. Planforslaget faller inn under forskriftens § 6 b jf. Vedlegg 1, punkt 24: *«næringsbygg, bygg for offentlig eller privat tjenesteyting og bygg til allmennyttig formål med et bruksareal på mer enn 15 000 m<sup>2</sup> skal konsekvensutredes».*

<sup>[1]</sup> Videreutvikling av Aker og Gaustad, Konseptrapport, Oslo universitetssykehus HF, 16.11.2018

<sup>[2]</sup> Videreutvikling Aker og Gaustad, Konseptrapport Barn, føde og gynekologi, Oslo universitetssykehus HF, 23.5.2019

Reguleringsplanforslaget for Nye Rikshospitalet ble oversendt plan- og bygningsetaten i Oslo i desember 2020 og lagt ut på offentlig ettersyn og høring 12. april 2021. Det er gjennom pågående forprosjekt gjort endringer i konseptet som følge av innkomne merknader ved offentlig ettersyn og prosjektutvikling. Endringene er innarbeidet i det reviderte planforslaget, som denne fagrapporten er en del av.

Reguleringsplanen er en oppfølging av vedtaket om målbildet for videreutvikling av Oslo universitetssykehus HF i Helse Sør-Øst i 2016, godkjent av helseministeren i foretaksmøte. Stortinget godkjente planene for utbygging av Aker og Gaustad i forbindelse med behandling av statsbudsjettet for 2020.

## 2. HELIKOPTER PÅ GAUSTAD SYKEHUSOMRÅDE

En del av beredskapen til nytt regionsykehus på Gaustad er å kunne ta imot pasienter som ankommer via helikopter.

Forslagsstiller har som del av konseptfasen utarbeidet en operativ vurdering av landingsplass for helikopter som grunnlag for å vurdere lokalisering av helikopterlandingsplass på sykehusområdet på Gaustad. Denne vurderingen er dokumentert i *fagrapport NSG-8302-T-RA-0003 Operativ vurdering av landingsplass for helikopter* (EK Consulting, 2021). Som en del av operativ vurdering er det gjort analyser av inn- og utflyvningsruter for de ulike planalternativene. Vurderingen er gjort på bakgrunn av stedlige forhold og Luftfartstilsynets krav.

Forslagsstiller har på bakgrunn av disse inn- og utflyvningstraséene utarbeidet en analyse av støy fra helikoptertrafikk. Støyanalysen er dokumentert i *fagrapport NSG-8302-C-RA-0002 Støy fra helikoptertrafikk* (Sweco, 2020). Forslagsstiller har også gjort en simulering av vind fra helikopter, som følger som vedlegg i denne rapporten.

Som del av konseptfasen er det gjennomført flere kontaktmøter med brukerne i preklinisk klinikk, forslagsstiller og rådgivere. Der ble det fastsatt noen overordnede føringer og innspill til videre planlegging av landingsplass:

- Ny primær landingsplass må være dimensjonert for Forsvarets nye redningshelikopter AW101.
- Det må være direkte adgang fra landingsplass til akuttmottak uten omlasting av pasient i ambulansebil. For landingsplass på tak må det være akuttheis fra landingsplass til akuttmottak. Dette er lagt inn som en føring for plassering av akuttmottak i alle planalternativene. For alle planalternativene er landingsplass for helikopter plassert på tak, direkte over akuttmottaket med kobling via akuttheis (se kapittel 7.1.)
- Det bør være tilgang til drivstoff på landingsplass.
- Det må være alternativ evakueringsmulighet fra landingsplass på tak.

Bilder og illustrasjoner som vises i denne rapporten uten henvisninger er produsert av Rambøll. Bilder og illustrasjoner med henvisning til «Prosjekteringsgruppen» er produsert av prosjekteringsgruppen for nytt sykehus på Gaustad.

### 3. UTREDNINGSKRAV

#### 3.1 Fra planprogrammet

Det er valgt å samle alle undersøkelsesspørsmålene og konsekvensutredningsspørsmålene fra planprogrammet i dette fagnotatet. Undersøkelses- og utredningsspørsmålene ligger under disse temaene i planprogrammet:

- 9. Trafikk og mobilitet
- 10. Avkjøring og internlogistikk
- 15. Støy og luftkvalitet

HELIKOPTER	
UNDERTEMA	HVA SKAL UNDERSØKES?
Landingsplass helikopter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relokalisering av landingsplass for helikopter tilknyttet akuttmottak</li> </ul>
UNDERTEMA	HVA SKAL KONSEKVENSTREDES?
Støy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Helikopterstøy for omgivelsene som følge av økt frekvens av helikoptertrafikk</i></li> </ul>
Helikopter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsekvensene av lokalisering av helikopterlandingsplass i forhold til akuttmottak, og for brukbarheten av byrom i og inntil området.</li> </ul>

Helikopterstøy for omgivelsene som følge av økt frekvens av helikoptertrafikk omtales *fagrapport NSG-8302-C-RA-0002 Støy fra helikoptertrafikk*.

Vurdering av lokalisering av helikopterlandingsplass i forhold til akuttmottak, og for brukbarheten av byrom i og inntil området er vurdert på bakgrunn av *fagrapport NSG-8302-C-RA-0002 Støy fra helikoptertrafikk*, og *fagrapport NSG-8302-T-RA-0003 Operativ vurdering av landingsplass for helikopter* og vindanalyse fra helikopter som ligger som vedlegg i denne rapporten.



## 4. GJELDENE PLANER OG FØRINGER

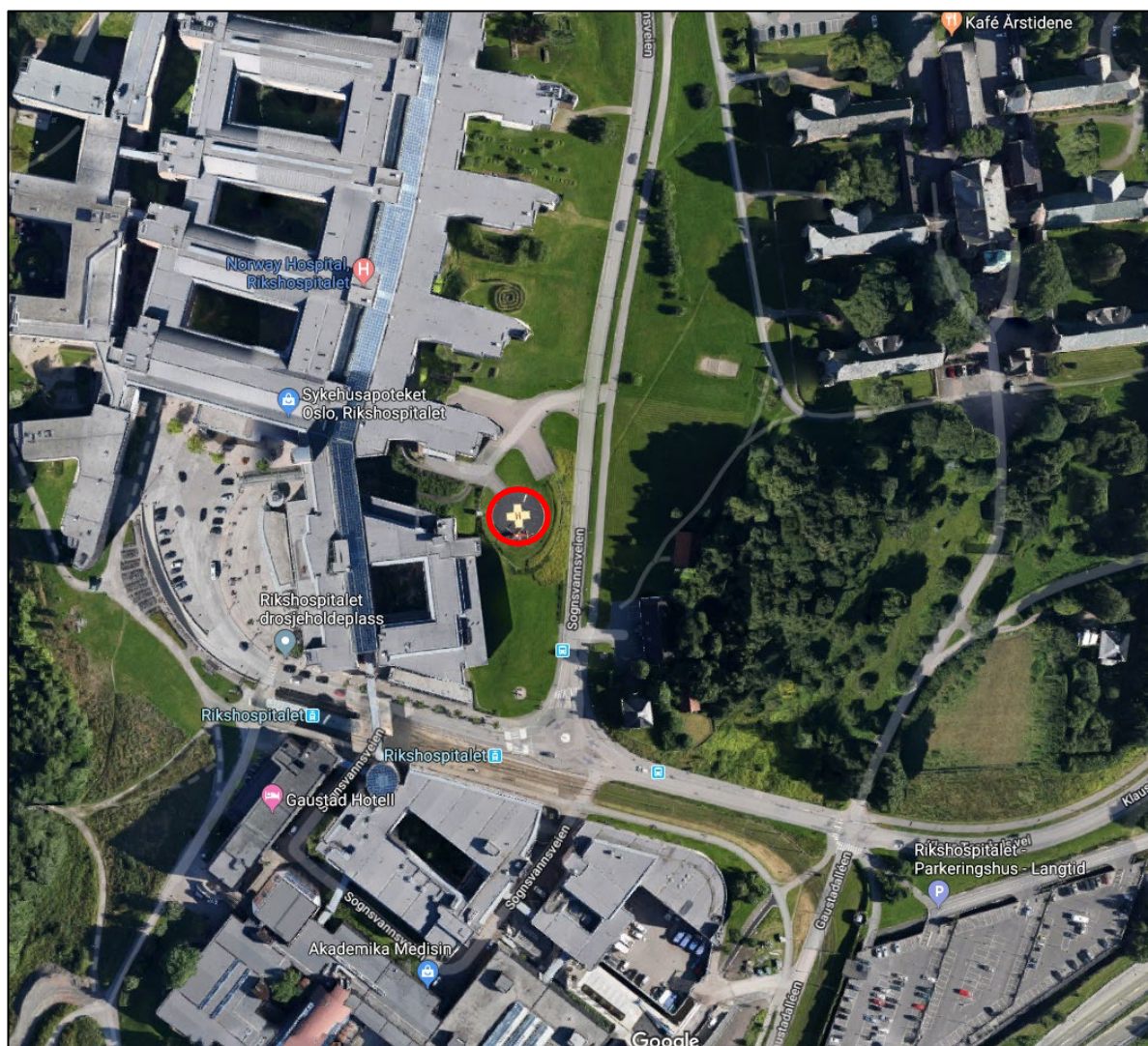
### 4.1 Sivilt og militært regelverk

En etablering av ny helikopterlandingsplass må gjøres i samsvar med gjeldende norske og internasjonale regelverk, samt retningslinjer gitt av Luftfartstilsynet. Krav til utforming av landingsplasser er publisert i BSL-E 3-6 «*Forskrift om utforming av små helikopterplasser*».

Luftforsvaret som operatør av redningshelikoptertjenesten opererer etter eget militært regelverk og er i visse situasjoner ikke bundet til kravene i sivil regelverk. Det er fartøysjefen på militært opererte helikopter som vurderer hvorvidt en landingsplass er egnet eller ikke. Forsvaret har uttalt at Luftforsvarets gjeldende retningslinjer er i overensstemmelse med Forsvarets ønsker.

## 5. DAGENS SITUASJON

Dagens helikopterlandingsplass er lokalisert på bakkenivå ved akuttmottaket, på østsiden av Rikshospitalet ved C1-avsnittet. Denne landingsplassen er ikke dimensjonert for fremtidens redningshelikopter.



**Figur 1. Dagens lokalisering av helikopterlandingsplass.**

Området på Gaustad er relativt åpent og svakt hellende mot syd, og har stigende terreng mot nord og vest. På nordsiden av Rikshospitalet ved teknisk sentral er det et tårn på 31 meter over bakkenivå (kote c+162 meter). Nordøst på området ved Gaustad sykehus er det en skorstein 55 meter over bakkenivå (kote c+179 meter). Begge hindringene er merket med rødt lys på toppen.

## 6. TRAFIKKGRUNNLAG

Det er lagt til grunn at helikoptertrafikken i fremtidig situasjon skjer med helikoptre av typen H145 og H135 fra Luftambulansen, samt av forsvarets nye redningshelikopter AW101. Trafikken til luftambulansen utgjør ca. 85-90 % av helikoptertrafikken i området. Øvrig trafikk utgjøres av forsvarets redningshelikopter. Helse Sør-Øst RHF sin prosjektorganisasjon har på grunnlag av data for de senere årene vurdert fremtidig trafikkmengde. Som følge av usikkerhet knyttet til vekst i helikoptertrafikk er det vurdert tre ulike scenarier; nullvekst, moderat vekst og maksimal vekst. De to første scenariene er vurdert som mest sannsynlige, og er vist i Figur 9, Figur 11 og Figur 14. Det gjøres nye vurderinger av trafikkveksten for helikopter i forbindelse med søknad om konsesjon for helikopterplattform til Luftfartstilsynet, senest året før plattformen skal tas i bruk.

Antall flybevegelser lagt til grunn er vist i Tabell 1. Dette inkluderer trafikk som flyttes fra Ullevål til Rikshospitalet fremskrevet til 2040.

**Tabell 1: Antall flybevegelser ved nye Gaustad sykehus i 2040. En landing skaper to flybevegelser, landing og utflyging.**

Helikoptertype	Antall flybevegelser pr. år i 2040	
	Ingen vekst	Moderat vekst
Ambulanshelikopter H135 og H145	2400	2800
Redningshelikopter AW101	350	400

For ytterligere informasjon om trafikkgrunnlaget, se *fagrapport NSG-8302-C-RA-0002 Støy fra helikoptertrafikk*.

## 7. UNDERSØKELSER

### 7.1 Relokalisering av landingsplass for helikopter tilknyttet akuttmottaket.

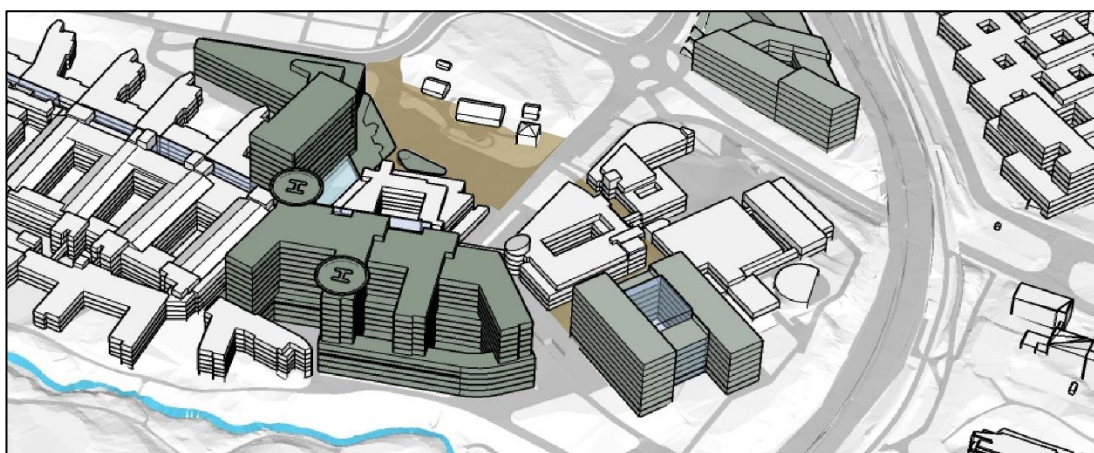
Som følge av nylig innfasing av det nye redningshelikopteret AW101, som dimensjonerende helikopter for nye helikopterplattformer, er ikke premisene for plassering av plattformer avklart. Dette gjelder for alle planalternativene. Forslagsstiller har gjennom dialog med Forsvarets redningstjeneste vurdert at dette ikke blir avklart i løpet av plansaken. Dermed er det i Figur 2, Figur 4 og Figur 5 vist flere varianter av plassering innenfor det aktuelle bygningsavsnittet. Foreløpige vurderinger tilsier at det vil være krav til minimumsavstand mellom to plattformer på omtrent 60 meter.

#### Planalternativ 1A

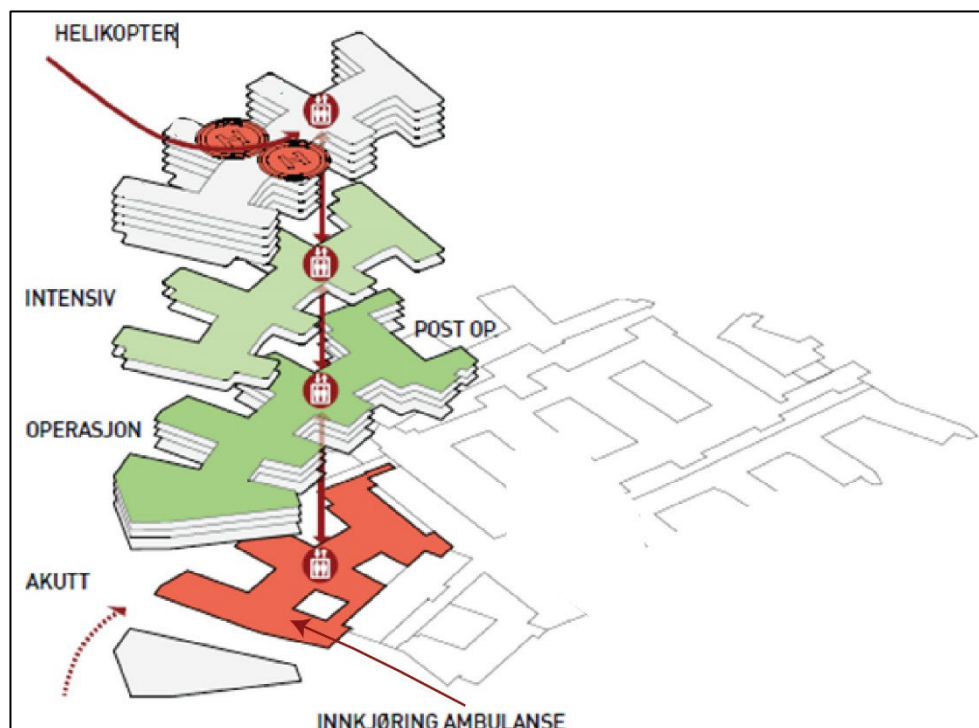
Helikopterlandingsplassene er i 1A plassert på toppen av J-avsnittet. Helikopterlandingsplassen dimensjoneres for kapasitet til to helikoptre samtidig for å oppfylle kravet fra brukerne. Helikopterplattformen tilknyttes en akuttheis som har direkte forbindelse til akuttmottak på plan U1. Helikopterplattformen har direkte, planfri adgang til akuttheisen, slik at en unngår omlasting av pasienter. Akuttmottaket er plassert i underetasjen i J-avsnittet med egen adkomst via Klaus Torgårds vei. Ambulansene kjører direkte inn i egen ambulanseshall, mens det er en egen inngang i Klaus Torgårds vei for pasienter som kommer med privatbiler, taxi og eventuelt gående. Slik skjermes denne trafikken fra annen trafikk til sykehuset. På denne måten skapes en effektiv atkomst til akuttmottaket både for ambulanse og med helikopter. Dette prinsippet som er illustrert i Figur 3 gjelder i alle planalternativene. Det presiseres at landingsplassenes lokalisering og byggets utforming i figur 3 ikke er presise, men prinsippet med kobling til akuttmottaket i akuttheis er gjeldende.

Plassering av landingsplass på sykehusbebyggelsens høyeste punkt gir stor frihet i fastsettelse av inn- og utflyvningstraséer. Sett bort ifra heishuset som er planlagt på nordsiden av helikopterplattformen, er det ingen hindringer i umiddelbar nærhet. Det er også god høydeforskjell fra landingsdekket til terreng og andre omkringliggende bygninger. Dette gir helikopteret ekstra sikkerhetsmarginer under avgang og landing dersom noe uforutsett skulle inntreffe.

Unntaket er skorsteinen ved Gaustad sykehus som er området høyeste punkt også i fremtiden (kote 179). Denne er lokalisert ca. 425 meter nordøst for helikopterlandingsplassen. Inn- og utflyvnings-traséene bør unngå dette hinderet.



Figur 2. Helikopterlandingsplass på toppen av J-avsnittet. Planalternativ 1A.



Figur 3. Akuttheis forbinder helikopterlandingsplass, ambulanseinngang, akutt, traume, operasjon og observasjon i en akuttakse. Planalternativ 1A. Det presiseres at plattformenes plassering og byggets utforming ikke er presise.

### Planalternativ 1B

I planalternativ 1B gjelder samme prinsipp som i 1A. Her er helikopterlandingsplassene plassert på taket på J-avsnittet, samme sted som i 1A. Grunnet lavere høyde på bebyggelsen vil helikopterlandingsplassen komme nærmere bakkeplan.

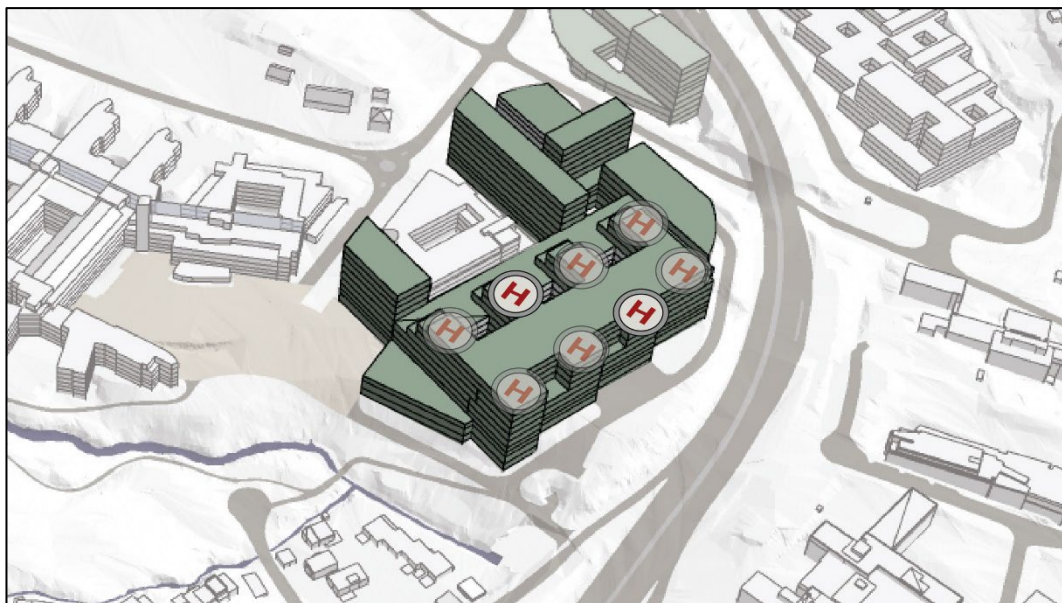
Akuttmottaket er plassert i U1, med kobling i akuttheis. Grunnet lavere bygningsmasse blir det kortere avstand mellom helikopterplattformen og akuttmottaket.



Figur 4. Helikopterlandingsplass lokaliseres på toppen av J – avsnittet. Planalternativ 1B.

### Planalternativ 2A og 2B

For planalternativ 2A gjelder samme prinsipp som for 1A og 1B med plassering av helikopterlandingsplass på tak direkte over akuttmottaket. Helikopterlandingsplassen kobles med akuttmottak via nødheis. Her ligger helikopterlandingsplassen i ca. samme høyde som i 1B. For 2A og 2B er det større usikkerhet rundt endelig plassering av plattformer. Derfor er det illustrert flere alternative plasseringer i Figur 5.



Figur 5. Helikopterplattformene lokaliseres på toppen av ny bebyggelse. Planalternativ 2A og 2B.

## 8. KONSEKVENSER

### 8.1 Konsekvensene av lokalisering av helikopterlandingsplass i forhold til akuttmottak, og for brukbarheten av byrom i og inntil området

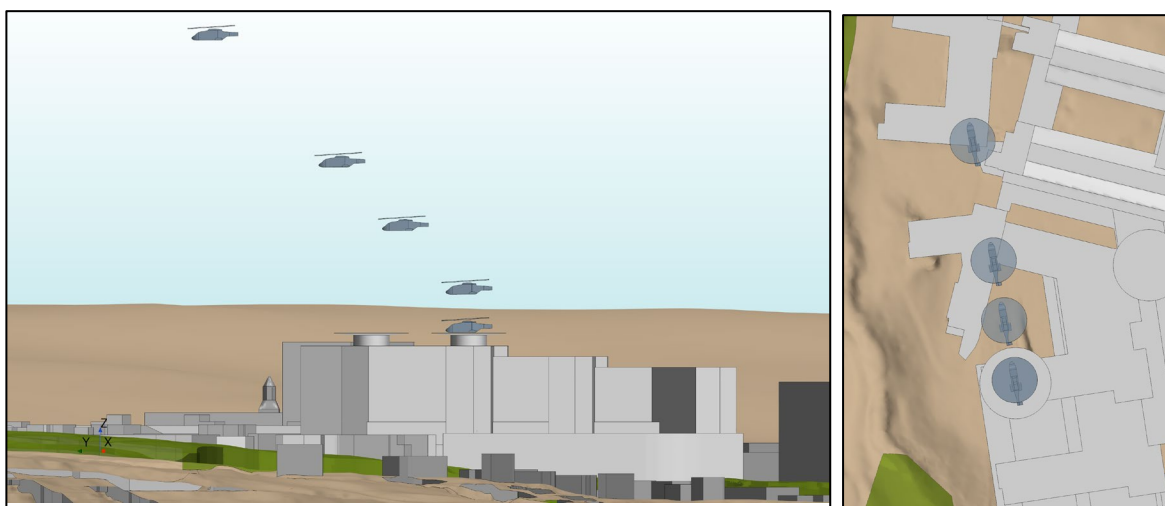
#### 8.1.1 Metode og datagrunnlag

Vurderinger bygger på *fagrapport NSG-8302-T-RA-0003 Operativ vurdering av landingsplass for helikopter* (EK Consulting, 2021) og *fagrapport NSG-8302-C-RA-0002 Støy fra helikoptertrafikk* (Sweco, 2021), samt helikoptervindanalysen som er vedlagt denne rapporten.

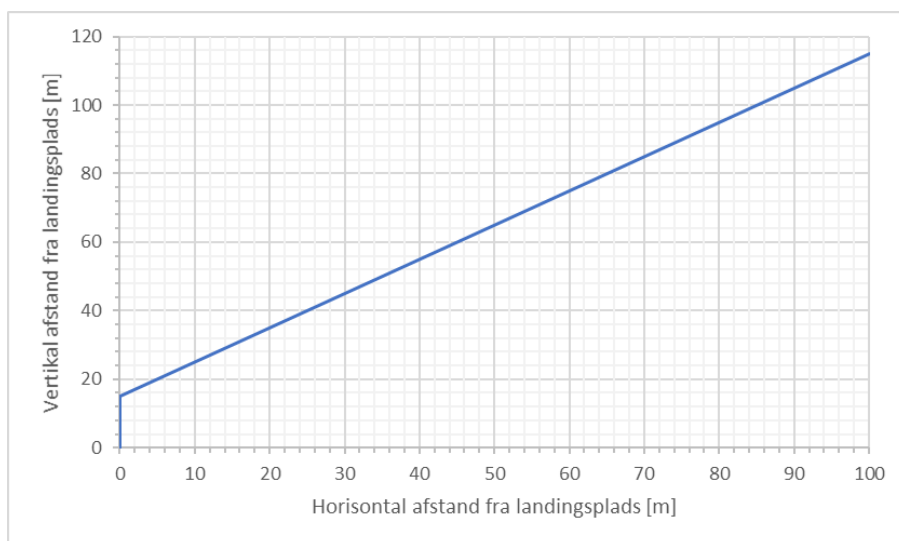
Det er hovedsakelig to faktorer som påvirker brukbarheten og kvaliteten til byrom i området som følge av etablering av helikopterlandingsplasser. Dette er rotorvind fra helikopter i bevegelse, under landing og ved start, samt støy. Den operative vurderingen av landingsplassen fastsetter inn- og utflyvningstraséer som er viktige for å vite hvilke områder som blir påvirket av vind og støy.

Det nye redningshelikopteret AW101 er under innfasing og uttesting av Forsvarets redningstjeneste. Justisdepartementet har etablert et prosjekt, NAWSARH (Norwegian All Weather Search And Rescue Helicopter), som har ansvaret for utredning, planlegging og etablering av nye plattformer for redningshelikopter.

Informasjon tilknyttet effektene av rotorvind kommer frem som følge av erfaring fra innfasing av de nye redningshelikoptrene, og erfaring fra lignende helikoptertype i Danmark. Utredningene knyttet til vurdering av helikopters påvirkning på byrom baserer seg på denne informasjonen. Det er gjort egne CFD analyser av rotorvind fra helikopter, med utgangspunkt i en statisk modelleringsmetode. Tre plasseringer av helikopteret er simulert; 25, 50 og 100 meter fra landingsplassen for hver retning og plattform. Flyvehøyden følger profilet vist i Figur 7, og gir en høyde over landingsplassen på 40, 65 og 115 meter.



**Figur 6: Helikopteres plassering for 0, 25, 50 og 100 meter under utflyvning mot nord fra vestlig plattform.**



**Figur 7: Flyvebane for helikopter ved utflyving. Helikopteret stiger først 15 meter, og flyr deretter med 45 grader horisontal helning.**

### 8.1.2 Viktige forhold for vurdering av konsekvens

#### *Rotorvind*

Luftstrømmer rundt helikopteraktivitet er svært kompleks. Under start og landing er helikopterets flyhastighet lav og all rotorkraft er nedadrettet for å skape et løft som kan holde helikopteret i luften. I denne prosessen trekkes store luftmengder gjennom hovedrotoren og rettes hovedsakelig ned mot bakken.

Virkningene av rotorvind gjelder særlig for Forsvarets redningshelikopter. Det nye redningshelikopteret, AW101, har kraftigere rotorvinder enn dagens redningshelikopter, SeaKing. Dette kan mulig skape situasjoner for tredjepart utover det som er akseptabelt. Det viktigste avbøtende tiltaket er å legge landingsplassen lengst unna områder for allmenn ferdsel eller på toppen av bebyggelsen.

Vindpåvirkningen deles inn i tre kategorier, begrenset-, medium og voldsom påvirkning.

*Begrenset påvirkning* har vindstyrke mindre enn 10 m/s og skaper liten sjenanse for omgivelsene.

*Medium påvirkning* har vindstyrke mellom 10-20 m/s og kan oppleves sjenerende for myke trafikanter. Parasoller og andre lette gjenstander kan blåse vekk. *Voldsom påvirkning* har vindstyrke over 20 m/s og kan velte fotgjengere og syklistere. Sjøfører kan miste kontrollen over kjøretøy.

Konklusjonen er at vindpåvirkningen er størst ved landing og kan være voldsom innenfor en radius på 100 meter fra senter landingsplass. Fra 100-120 meter er det medium påvirkning. Ifølge Forsvarets redningstjeneste skal det fastsettes en sikkerhetssone på 100 meter ved etablering av landingsplass på bakken og 60 meter dersom det etableres på fast dekke.

Rotorvindens påvirkning på bakkenivå avtar med økende høyde til helikopterlandingsplassen. Helikopterlandingsplassen på Rigshospitalet i København er 71 meter over bakkenivå. Erfaringer innhentet fra maskinmester og flyplass-sjef ved Rigshospitalet tilsier ingen negative erfaringer knyttet til rotorvind på bakkenivå med helikopterlandingsplass på 71 meter over bakken. Rotorvinden oppleves som kraftig for personell som befinner seg på helikopterplattformen, men er i København ikke merkbar for personell på bakkenivå og omgivelsene rundt.



På nåværende tidspunkt foreligger det ikke et universelt normgrunnlag for vindmiljø som setter grenser for vindhastigheter rundt bygninger, og det foreligger lite veiledning for helikopterindusert vind. Det er derfor nødvendig å fastlegge et akseptkriterie for vindpåvirkning basert på vindens effekt på omgivelsene. Effektens størrelse bestemmes ut ifra Beaufort skalaen, som er vist i tabell 1-2 i vedlegget i denne rapporten. Akseptkriteriet for helikopterindusert vind på terreng er satt til stiv kuling (14 m/s), som er karakterisert ved at det skapes utrygghet ved bevegelse på terreng og problemer med å gå opp mot vinden. Dette er en relativt høy vindhastighet, men den medfører normalt ingen risiko for tap av balanse eller fall for gående. For å oppnå dette må vindhastigheten opp i sterk kuling eller liten storm. Dette er tilsvarende akseptkriterie for sikkerhet som benyttes for vindpåvirkning fra passerende tog ved perronger.

#### *Avstand til akuttmottak*

Avstand til akuttmottak er først og fremst viktig av pasienthensyn. Dersom man slipper omlasting til ambulanse, sparer man verdifull tid og man uroer pasient minst mulig. Løsninger med direkte adgang til akuttmottaket via eksklusiv heis sikrer rask og effektiv transportvei for akutte pasienter. Landingsdekket og transportveien bort til heishuset må være isfritt. Deler av landgangen nærmest heisen kan vurderes overdekket så lenge denne delen er utenfor hinderflaten.

#### *Støy og vibrasjoner fra helikopter*

Helikoptertrafikk skaper støy for omgivelsene. For alle helikopterlandingsplasser der det er krav til konsesjon, skal det utarbeides en støyberegning etter retningslinje T-1442 – *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*. Støyberegningen skal vedlegges søknad om konsesjon til Luftfartstilsynet. Man bør også vurdere hvordan helikopterstøy og vibrasjon kan påvirke egen virksomhet. Sykehusdrift som er sensitiv til støy og vibrasjon bør derfor kartlegges.

Luftfartstilsynet krever egen ROS-analyse for landingsplass på bygninger. Støy og vibrasjon, sammen med andre utfordringer knyttet til helikopterlandingsplass, bør derfor komme frem i denne ROS-analysen. I fagrapport for vurdering av helikopterstøy er det utarbeidet støysonekart for hvert planalternativ med beregningspunkter 4 meter over terreng. Sonene er farget i henhold til støyretningslinjen og påført linjer med 1 dB ekvidistanse.

Et utendørs tidsmidlet lydnivå inntil  $L_{den} = 57$  dB (dvs. 5 dB inn i gul sone), og et begrenset antall hendelser over  $L_{p,A}$ , maks 80 dB dag/kveld/natt anses å gi en tilfredsstillende støysituasjon for vanlig boligbebyggelse. Grensene kan være mildere for kraftigere bebyggelsesstruktur og arealer med mindre følsom bruk.

Utbredelsen av støysonene er veldig følsomme for endelig plassering av helikopterlandingsplassen. Vurderingene som er gjort for hvert planalternativ er på bakgrunn av illustrert plassering. Ved søknad om konsesjon til Luftfartstilsynet skal støyanalyse med endelig plattform-plassering utarbeides.

### 8.1.3 Tiltakets virkning

#### **0-alternativet**

Dagens helikopterplattform videreføres på bakkenivå, og er ikke godkjent for operativ drift av nye helikoptertyper. Det betyr at nye redningshelikoptre ikke kan lande på Rikshospitalet i fremtiden i 0-alternativet.

#### **Planalternativ 1A**

Helikopterlandingsplassen er i 1A plassert på taket av J1 og J2 (ca. kote c+170 meter. Kotehøyden på plattformen ligger på ca. 174 meter. Det vil si at plattformen ligger ca. 58 meter over bakkenivå.

Helikopterlandingsplassen dimensjoneres for kapasitet til to helikoptre samtidig. Helikopterplattformen tilknyttes en akuttheis som har direkte forbindelse til akuttmottak på plan U1 som gir god forbindelse mellom landingsplass og akuttmottak, med kort transporttid for pasienten.

#### **Planalternativ 1B**

Helikopterlandingsplassen i 1B bygger på samme prinsipp som i 1A. Landingsplassen er lokalisert samme sted, på taket av J-avsnittet. Utforming av avsnittet J er identisk med 1A, men med lavere byggehøyde tilsvarende makshøyde 42 meter på bebyggelsen. Dette fører til at helikopterlandingsplassen ligger nærmere bakkenivå. Her er landingsplassen anslått å ligge på kote ca. c+157 meter.

#### **Planalternativ 2A og 2B**

Utformingen av bygningsmassen på dagens universitetsarealer er identisk i 2A og 2B. Derfor er lokalisering og utforming av helikopterlandingsplass i disse planalternativene utformet likt, og konsekvensen for brukbarheten av byrom er vurdert sammen.

Her ligger helikopterlandingsplassen på ca. kote c + 157 meter. Byggene i 2A og 2B er utformet etter samme prinsipp som 1A og 1B. Det betyr somatikk, operasjon, behandling og klinisk virksomhet i de lavere etasjene med senger på toppen. Her kobles helikopterplattformen direkte med akuttmottaket i U1 via heis.

### 8.1.4 Konsekvens

Konsekvensvurderingen er foretatt på et overordnet nivå. I NAW SARH prosjektet (*Norwegian All Weather Search And Rescue Helicopter*), etablert av justisdepartementet, er det definert at under 31 meter vil vindpåvirkningen være voldsom, slik beskrevet i kapittel 8.1.2. Her er det opp til tiltakshaver å dokumentere og vurdere virkningene når helikopterplattform skal etableres. Dette gjelder for de nye redningshelikoptrene AW101. I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i en kritisk overflyvningshøyde på 35 meter, for å ha en mer konservativ betraktning enn det NAW SARH legger til grunn. I tillegg vurderes akseptkriteriet på 14 m/s for vindpåvirkning på bakkenivå.

Tabell 2 viser de ulike graderingene av konsekvenser benyttet i denne rapporten.

**Tabell 2: Metode benyttet for gradering av konsekvens.**

Kritisk negativ konsekvens	Svært stor negativ konsekvens	Stor negativ konsekvens	Middels negativ konsekvens	Noe negativ konsekvens	Ubetydelig konsekvens	Positiv konsekvens	Stor positiv konsekvens
----------------------------	-------------------------------	-------------------------	----------------------------	------------------------	-----------------------	--------------------	-------------------------

### **0-alternativet**

0-alternativet er en videreføring av dagens situasjon med landingsplass for helikopter på bakkeplan. Dette fører til en uakseptabel situasjon for fotgjengere og trafikk langs Sognsvannsveien. I tillegg er ikke landingsplassen dimensjonert for nytt redningshelikopter, noe som gjør at dette ikke kan lande ved Rikshospitalet i 0-alternativet.

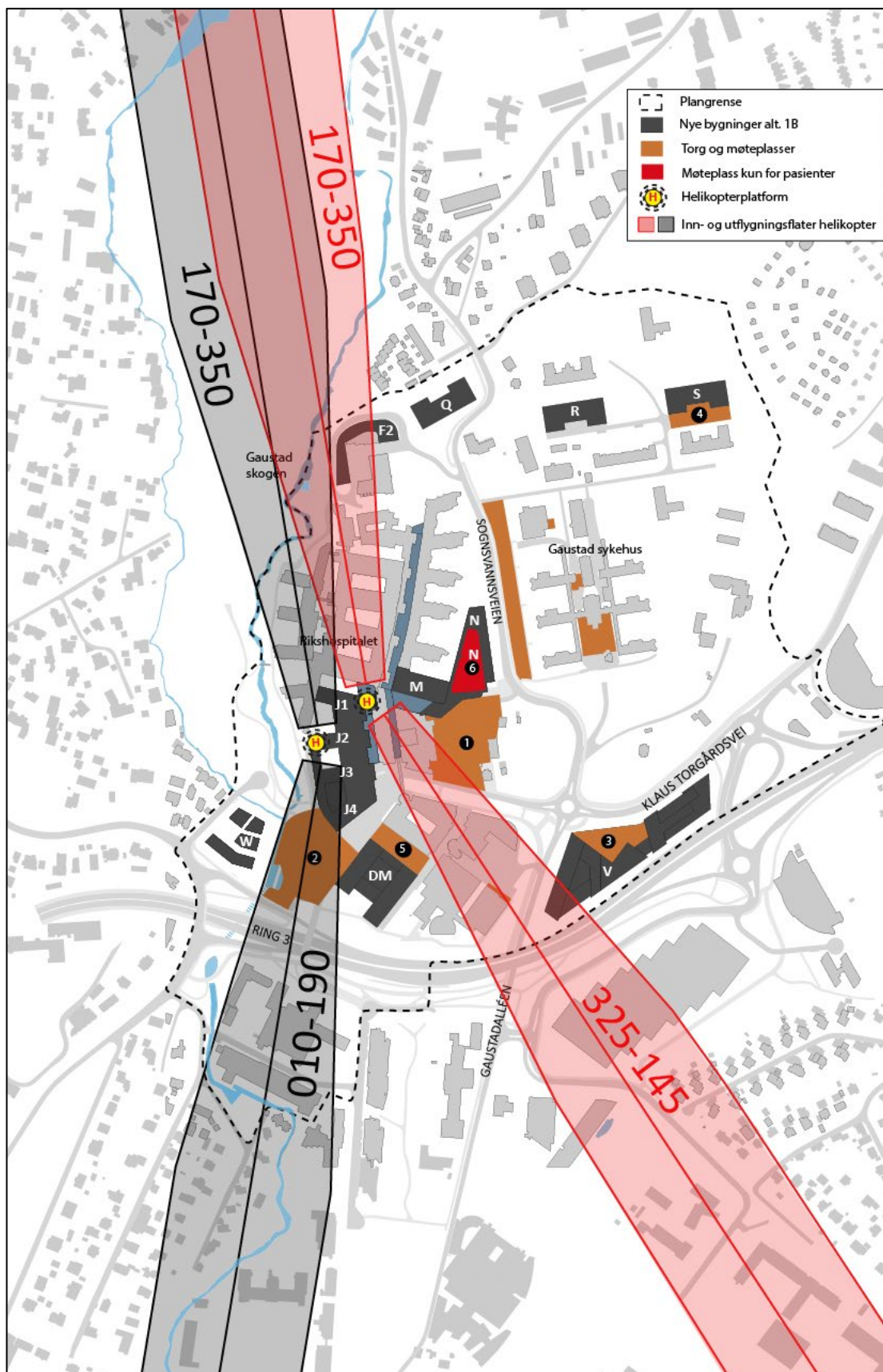
### **Planalternativ 1A**

I 1A ligger landingsplassen ca. 58 meter over terreng, grunnet varierende nivå på bakkenivå rundt H-avsnittet. Dette gir en differanse på 23 meter til kritisk overflyvningshøyde, og medium vindpåvirkning.

Vindanalysen i vedlegg til denne rapporten viser at både ved inn- og utflygning fra begge landingsplattformer er maksimal vindhastighet på bakkenivå rundt 8 m/s, som er langt lavere enn akseptkriteriet på 14 m/s.

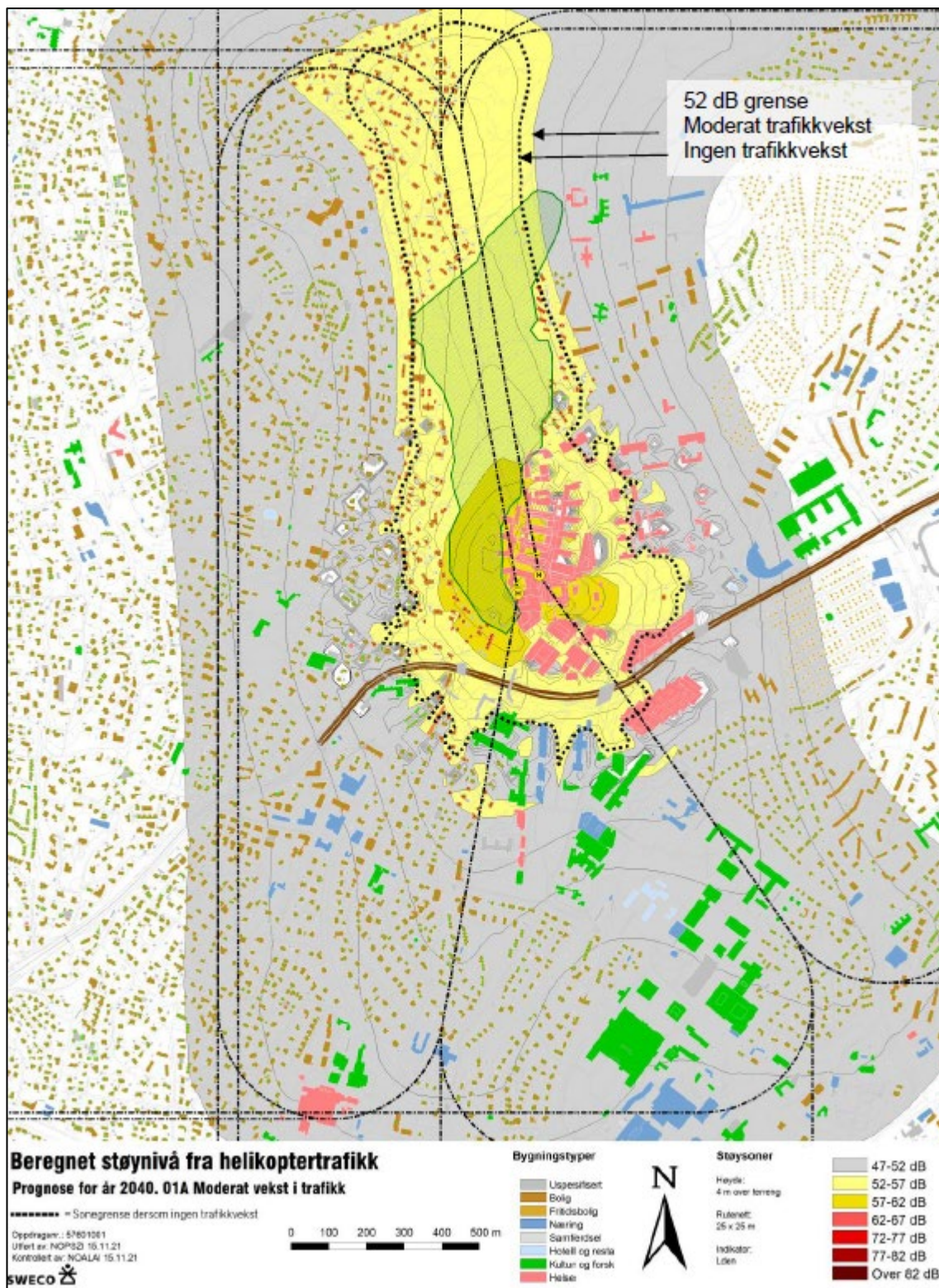
Bygningsformen i 1A er en videreføring av den arkitektoniske formen på dagens Rikshospital med en kamstruktur. I koblingen med eksisterende Rikshospital skapes det noen delvis lukkede avsnitt. Her fører rotorvinden til at det kan oppstå turbulens. Den relativt store høydeforskjellen reduserer denne effekten. Den største påvirkningen fra rotorvind er på fasadene til J1-J4. Utvendig solskjerming og andre fasadeinstallasjoner som kan være sårbare for kraftig vind bør unngås.

Inn- og utflyvningstraséene i 1A viser at helikoptre flyr inn over noen av de definerte torg- og møteplassene. Sykehusparken (torg og møteplass 2 i Figur 8) ligger relativt nærme helikopterlandingsplassen. Dette er et mindre problem, da landingsplassen ligger høyt over dette nivået, og helikopteret befinner seg høyt over bakken ved disse overflyvningene, slik vist i Figur 7. Helikopteret flyr vertikalt før landing og når det letter, slik at det vil befinne seg vesentlig høyere enn plattformen langs inn- og utflyvningskorridoren. Hovedatkomsttorget er utenfor inn- og utflyvningskorridorene, og her anses konsekvensene som minimale.



Figur 8: Inn- og utflyvningskorridorer og definerte torg og møteplasser i området. Planalternativ 1A.

Støy fra helikopter



Figur 9: Støyutbredelse som følge av helikoptertrafikk. Planalternativ 1A (Sweco 2021).

Figur 9 viser utbredelsen av støy fra helikopter i 1A med henholdsvis moderat trafikkvekst og ingen trafikkvekst. Ingen områder ligger i rød sone.

Mørkegul støysoner (57-62 dB) omfatter store deler av byrommene i nærhet til den nye helikopterlandingsplassen, det vil si søndre deler av Gaustadskogen, nytt atkomsttorg, Lindeskollen, arealene sør for Domus Medica samt noen boliger øst for Gaustadskogen. Lysegul støysoner (52-57 dB) omfatter store deler av planområdet i tillegg til arealer sørover mot Blindern, østover mot Ris og nordover mot Marka og Sogn transformatorstasjon.

Konsekvensene for brukbarheten av byrom i og inntil området er noe negativ konsekvens for 1A.

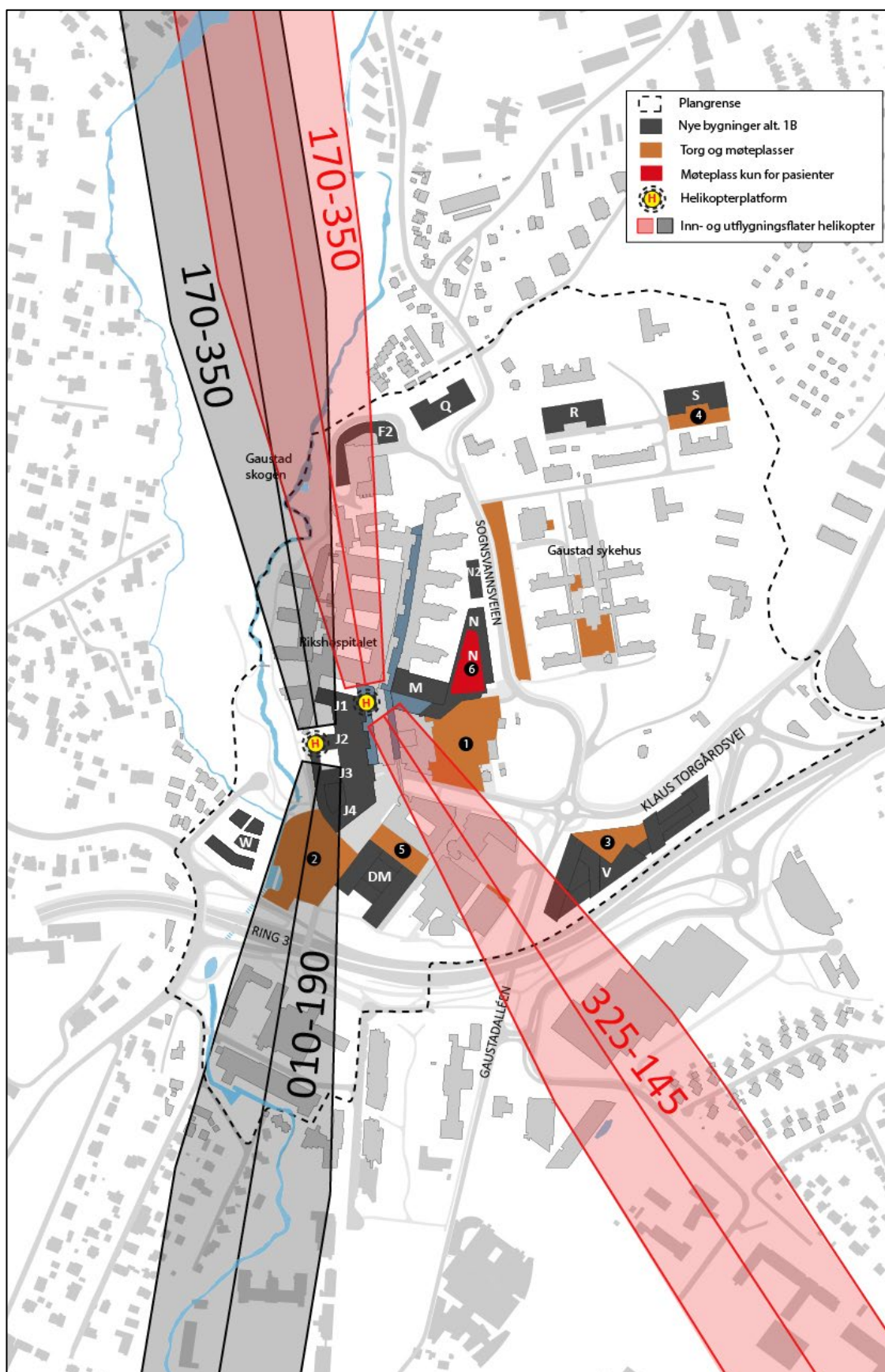
### **Planalternativ 1B**

I 1B ligger helikopterlandingsplassen ca. 46 meter over terreng. Dette gir en differanse på 11 meter til kritisk overflyvningshøyde, og medium til sterk vindpåvirkning.

Vindanalysen i vedlegg til denne rapporten viser at både ved inn- og utflygning fra begge landingsplattformer er maksimal vindhastighet på bakkenivå lavere enn akseptkriteriet på 14 m/s.

Rotorvind fra helikopter i 1B har større påvirkning på bygninger og omgivelser sammenlignet med 1A. Årsaken til dette er planalternativets reduserte byggehøyde. Det betyr at påvirkningen på bakkenivå er større, ettersom helikopterplattformen ligger ca. 11 meter nærmere bakkenivå enn i 1A. Lavere byggehøyde betyr lavere flyvehøyder langs inn- og utflyvningstraséene enn i 1A.

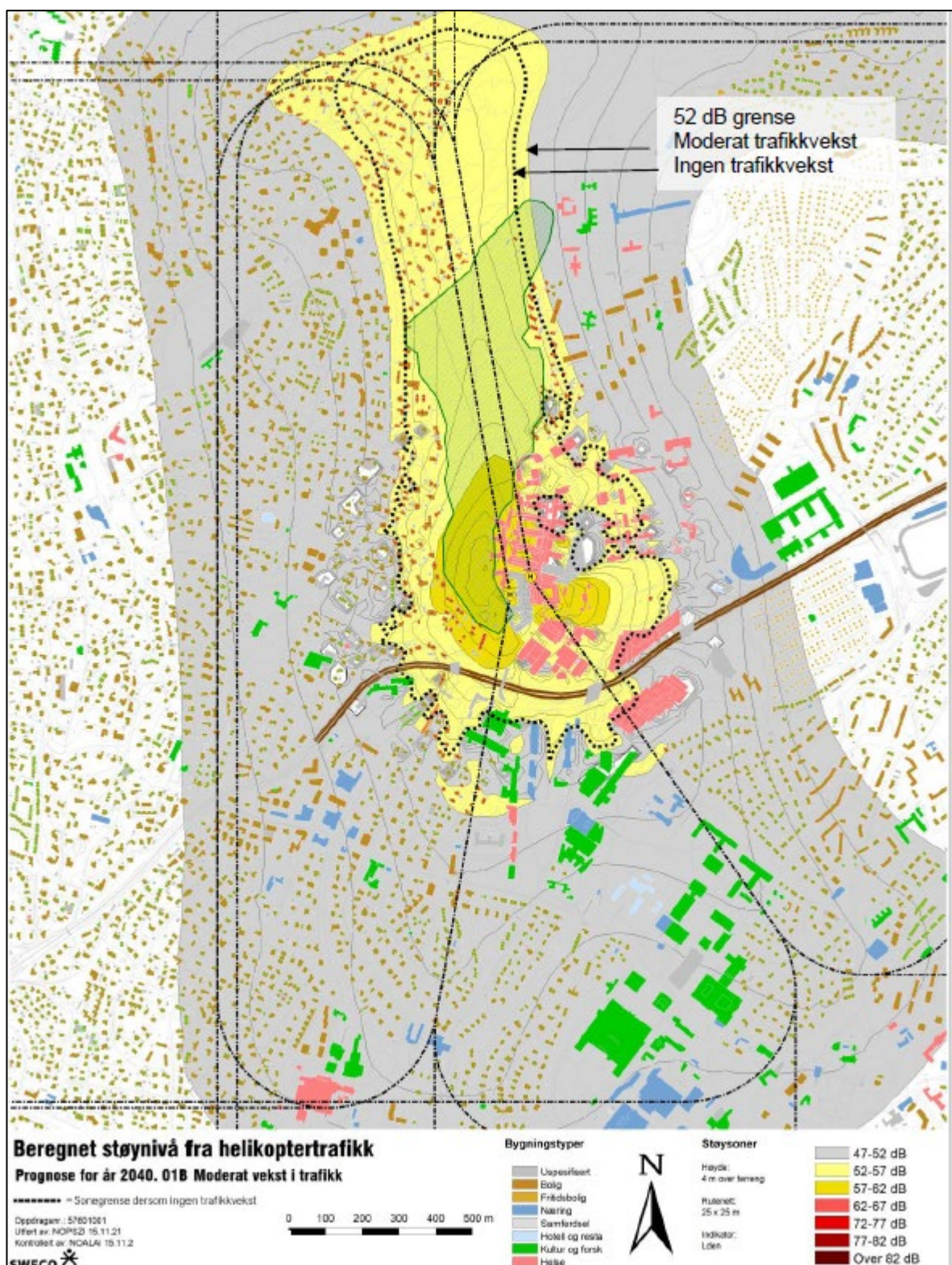
For sykehusparken (torg og møteplass 2) gjelder samme vurdering som i 1A, men med noe større konsekvens grunnet lavere høyde på helikopterplattformen.



Figur 10: Inn- og utflygningstraséer og definerte torg og møteplasser i området. Planalternativ 1B.



Støy fra helikopter



Figur 11: Støyutbredelse som følge av helikoptertrafikk. Planalternativ 1B (Sweco 2021).

Figur 11 viser utbredelsen av støy fra helikopter i 1B. Utbredelsen av støy er tilnærmet lik 1A. Ingen områder ligger i rød støysone. Mørkegul støysone omfatter store deler av byrommene i nærhet til ny helikopterlandingsplass, det vil si søndre deler av Gaustadskogen, Lindekollen, arealene sør for Domus Medica samt noen boliger øst for Gaustadskogen. Lysegul støysone omfatter store deler av planområdet i tillegg til arealer sørover mot Blindern, østover mot Ris og nordover mot Marka og Sogn transformatorstasjon.

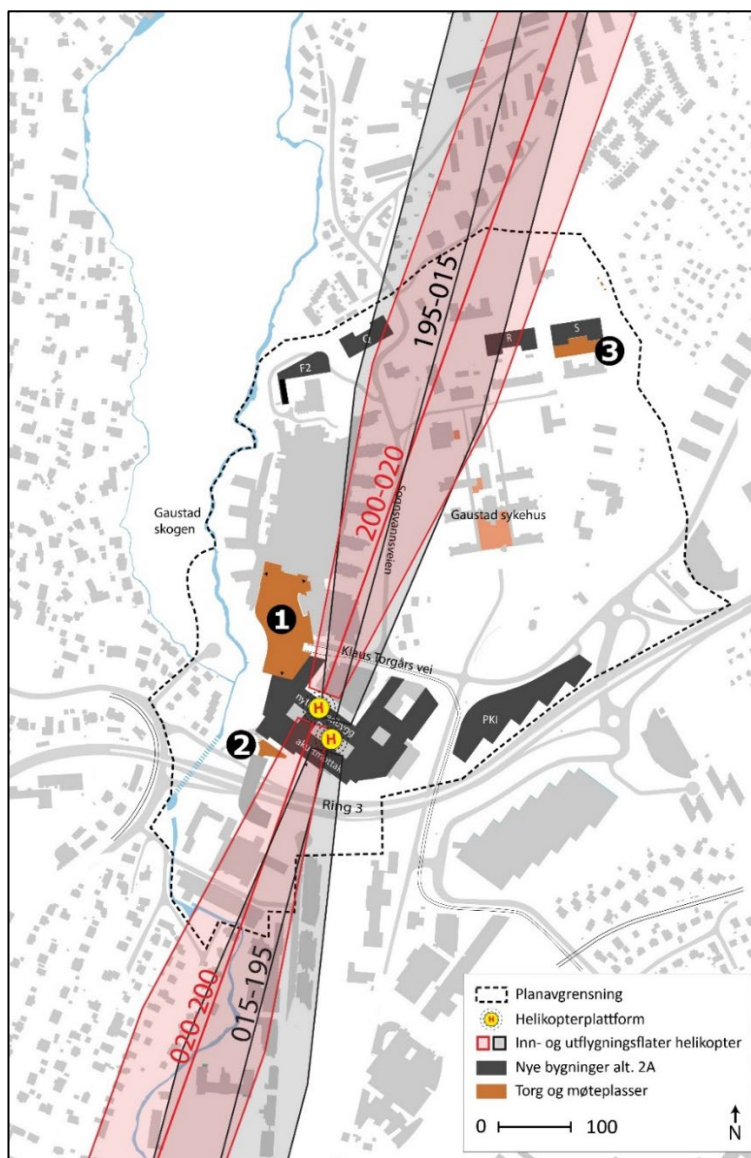
Konsekvensene for brukbarheten av byrom i og inntil området settes til middels negativ konsekvens for 1B, grunnet lavere byggehøyde sammenlignet med 1A.

## **Planalternativ 2A og 2B**

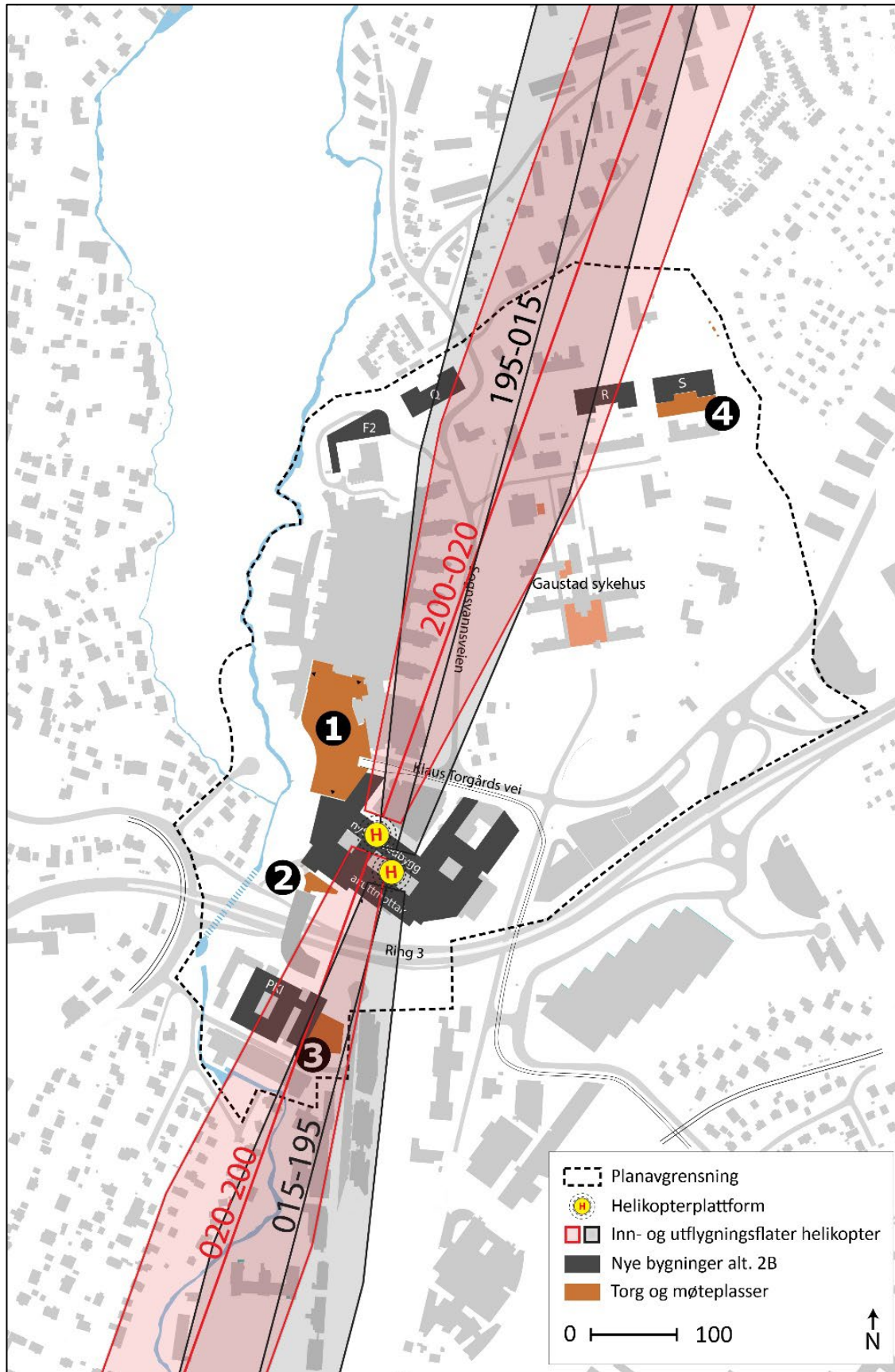
### Rotorvind

I 2A og 2B ligger helikopterlandingsplassen ca. 46 meter over terreng. Dette gir en differanse på 11 meter til kritisk overflyvningshøyde, og medium til sterk vindpåvirkning. Her er påvirkning på bakkenivå større enn i 1A, ettersom helikopterplattformen ligger ca. 11 meter nærmere bakkenivå enn i 1A (22 meter). Lavere byggehøyde betyr lavere flyvehøyder langs inn- og utflyvnings-traséene enn i 1A. Inn- og utflyvningskorridoren er i konflikt med ny gangbro over Ring 3, en forbindelse som er brukt av myke trafikanter til sykehusområdet og Gaustadskogen. I tillegg kan lokalisering av helikopterplattformene føre til ugunstige vindforhold i de trange passasjene. Disse er spesielt utsatt for rotorvind og kan skape uønskede effekter.

Ettersom plattformen ligger på samme høyde i 1B, antas det at vindhastighet på bakkenivå er lavere enn akseptkriteriet på 14 m/s. For 2B ligger møteplass 3 (Figur 13) under inn- og utflyvningskorridoren til begge plattformene. Dette er relativt langt unna plattformen, og møteplassen ligger lavere i terrenget (ca. kote c+101).

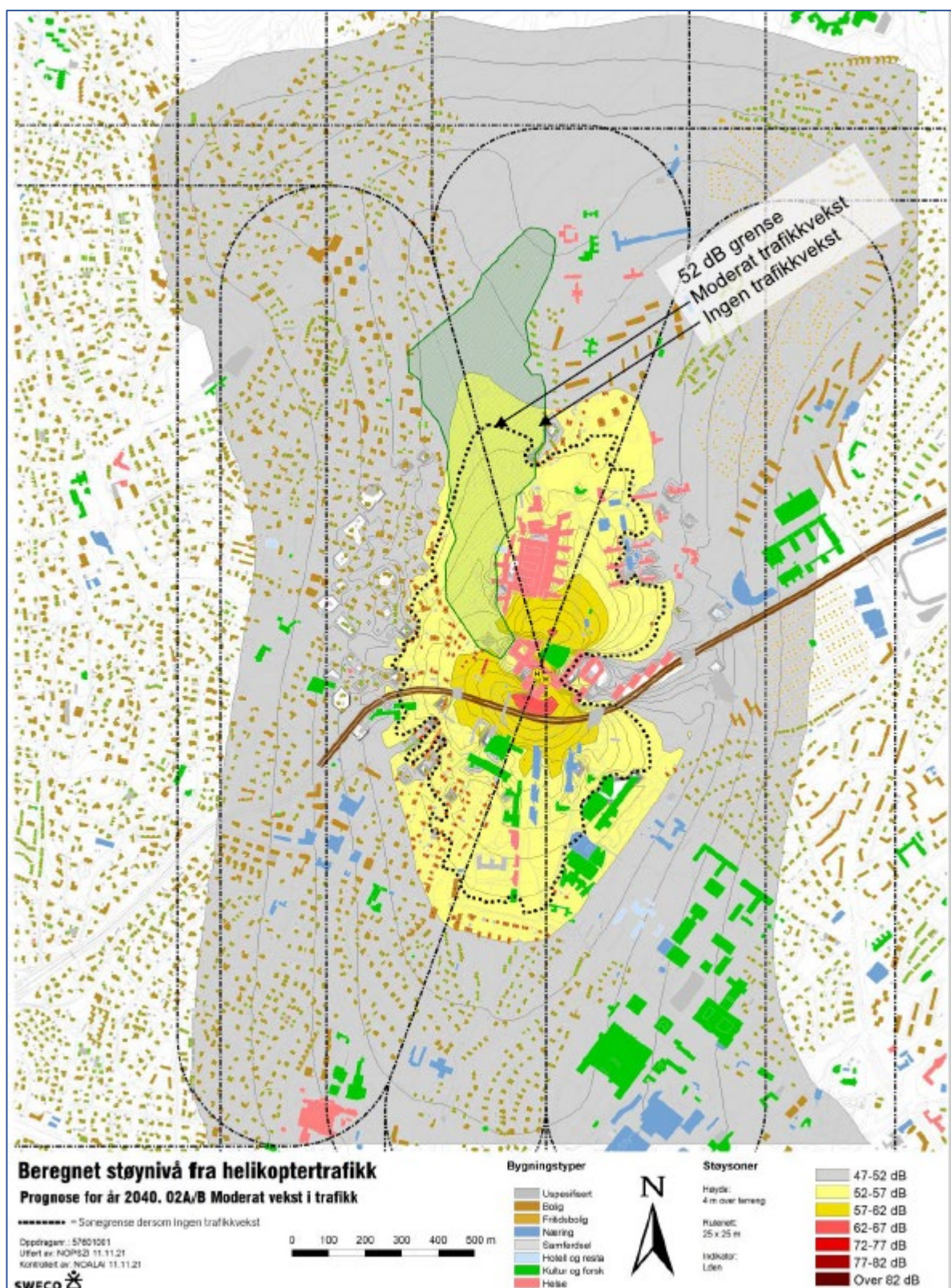


**Figur 12: Inn- og utflyvningsstraséer og definerte torg og møteplasser i området. Planalternativ 2A.**



Figur 13: Inn- og utflyvningsstraséer og definerte torg og møteplasser i området. Planalternativ 2B.

Støy fra helikopter



Figur 14: Støyutbredelse som følge av helikoptertrafikk. Planalternativ 2A og 2B (Sweco 2021).

Figur 14 viser utbredelsen av støy fra helikopter i 2A og 2B. Støyanalysen viser at områder sør og nord for ny sykehusbebyggelse på dagens PKI-arealer ligger i rød støysone. I nord omfatter dette hovedsakelig trikkeholdeplassen og deler av internveiene rundt bygningsmassen, mens det i sør omfatter Ring 3 og krysningen som brukes av myke trafikanter.

Mørkegul støysone omfatter store deler av byrommene i nærhet til ny helikopterlandingsplass, dvs. deler av parkarealet mellom Rikshospitalet og Gaustad sykehus, samt deler av turdraget mot Blindern i sør. Lysegul støysone omfatter store deler av planområdet i tillegg til arealer sørover mot Blindern, østover mot Ris og nordover mot Marka og boligområdene nord for planområdet.

Konsekvensene av relokalisering av helikopterlandingsplass i forhold til akuttmottak, og for brukbarheten av byrom i og inntil området er middels negativ for 2A og 2B, grunnet lavere byggehøyde sammenlignet med 1A, og lik plattformhøyde som i 1B.

### **Samlet konsekvens**

<b>0-alternativet</b>	<b>Planalternativ 1A</b>	<b>Planalternativ 1B</b>	<b>Planalternativ 2A</b>	<b>Planalternativ 2B</b>
Ubetydelig	Noe negativ	Middels negativ	Middels negativ	Middels negativ

#### **8.1.5 Usikkerhet**

Vurderingen av konsekvenser for brukbarhet av byrom har usikkerheter.

For vurdering av støy fra helikopter er det gjort en analyse på bakgrunn av kjente parametere på nåværende tidspunkt. Dette er knyttet til antall flyvninger og til plassering av plattform. Slik nevnt tidligere, vil det gjennomføres en separat prosess med konsesjonssøknad til luftfartstilsynet. Her skal det blant annet utføres en ny støyberegning etter retningslinjene i T-1442, med endelig plassering av helikopterplattformene. Her fastsettes også dimensjonering og sikkerhetssoner rundt plattformen.

## 9. VEDLEGG

Helikoptervindanalyse



## GAUSTAD SYKEHUS HELIKOPTERVINDANALYSE

Projektnavn **Gaustad Sykehus - Helikoptervindanalyse**  
 Projektnr. **1350020501-001**  
 Modtager  
 Dokumenttype **Rapport**  
 Version **1A**  
 Dato **28-10-2021**  
 Udarbejdet af **Daniel Plesner (DPL)**  
 Kontrolleret af **Christian Matthes Nørgaard (CHMN)**  
 Godkendt af **Tore Bakken Horne (TORH)**  
 Beskrivelse **Opdateret planalternativ 1A og 1B**

Revision	Dato	Udarbejdet af	Kontrolleret af	Godkendt af	Beskrivelse
0	21-01-2021	DPL	CHMN		Udkast
1	28-10-2021	DPL	CHMN		Opdateret planalternativ 1A og 1B
2	06-12-2021	DPL	CHMN		Rettet fejl i 3D model

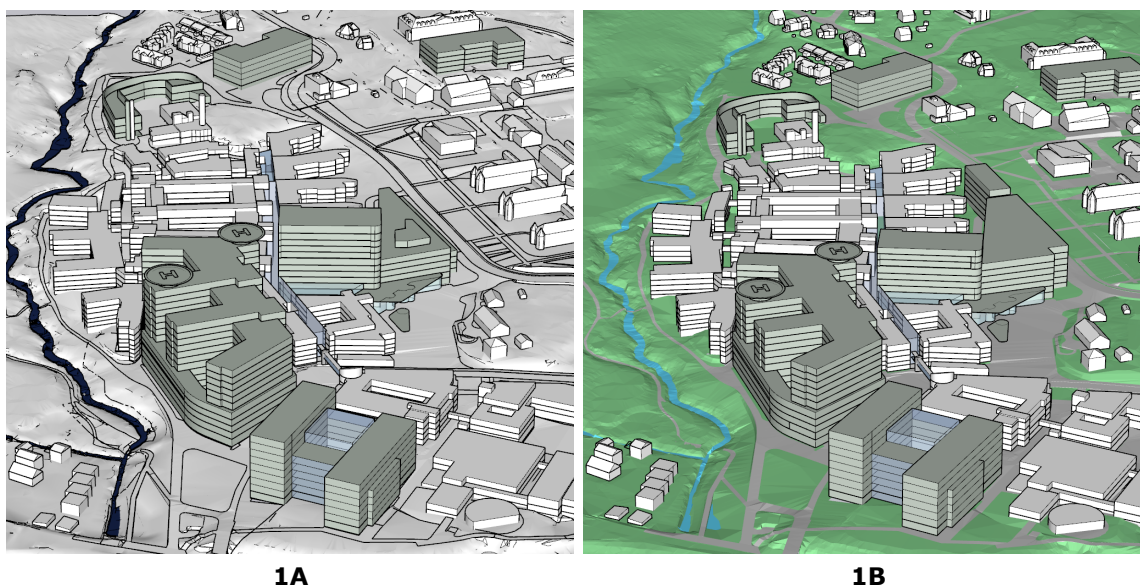
### INDHOLD

<b>1.</b>	<b>Introduktion</b>	<b>2</b>
1.1	Forudsætninger for studiet	2
1.1.1	Flyvekorridor og udflyvningsbane	2
1.1.2	Vindrose	3
1.1.3	Helikoptertype	4
1.1.4	Acceptkriterie	5
<b>2.</b>	<b>Metode</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Resultater</b>	<b>11</b>
3.1	Udflyvning mod nord fra vestlig landingsplads	11
3.2	Udflyvning mod syd fra vestlig landingsplads	14
3.3	Udflyvning mod nord fra østlig landingsplads	16
3.4	Udflyvning mod syd fra østlig landingsplads	18
<b>4.</b>	<b>Konklusion &amp; anbefalinger</b>	<b>20</b>
<b>5.</b>	<b>Referencer</b>	<b>21</b>

## 1. Introduktion

For udbygningen af Gaustad Sykehus planlægges der at placere helikopterlandingspladser på toppen af udbygningens to højeste bygninger (se Figur 1-1). I dette studie er planalternativ 1A og 1B analyseret.

Under helikopterflyvningen trækkes store mængder luft igennem hovedrotoren på helikopteren. Under start og landing vil helikopterens flyvehastighed være lavest og al rotorkraft vil være rettet nedad for at skabe løft og holde helikopteren i luften. Eftersom strømmingen er rettet nedad, kan en helikopters overflyvning medføre, at luften presses ned i de lukkede eller semi-lukkede gårdrum. Denne effekt vil opstå pludseligt og forsvind hurtigt igen, hvorfor den potentielt kan skabe utryghed for personer, der opholder sig i disse områder. Hovedfokus for dette notat/studie er vindeffekten i gårdrum og ved terræn.

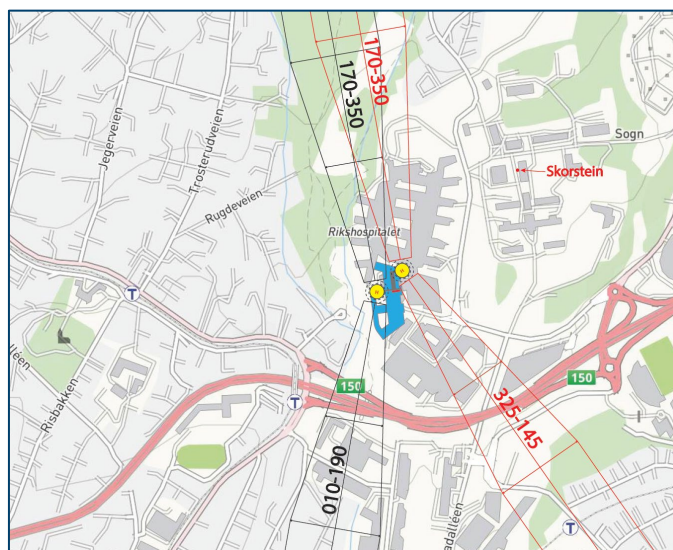


Figur 1-1 Planoversigt 1A og 1B over Gaustad Sykehus samt nærliggende bygninger.

### 1.1 Forudsætninger for studiet

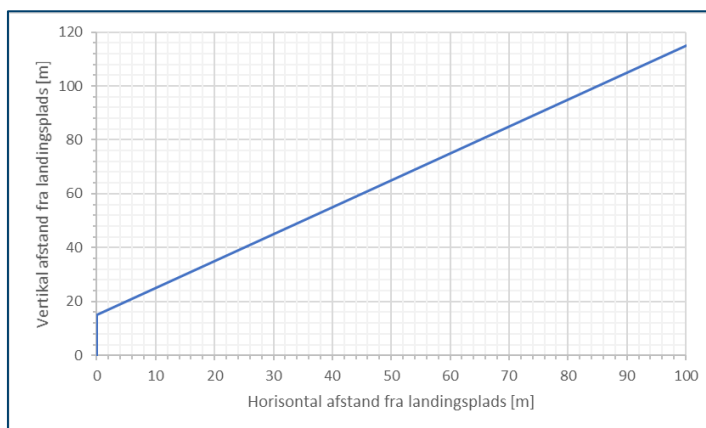
#### 1.1.1 Flyvekorridor og udflyvningsbane

Flyvekorridorer for ind- og udflyvning er fastsat i den operationelle vurdering af landingspladsen for planalternativ 1A og 1B [7]. Den vestlige platform benytter ved udflyvning en korridor på 190° og 350°, afhængig af vindretning og den østlige platform benytter 145° og 350°. Figur 1-2 viser flyvekorridorerne.



**Figur 1-2 Konseptskitse for landingsplads alternativ 1A og 1B med ind- og udflyvningssektorer [7].**

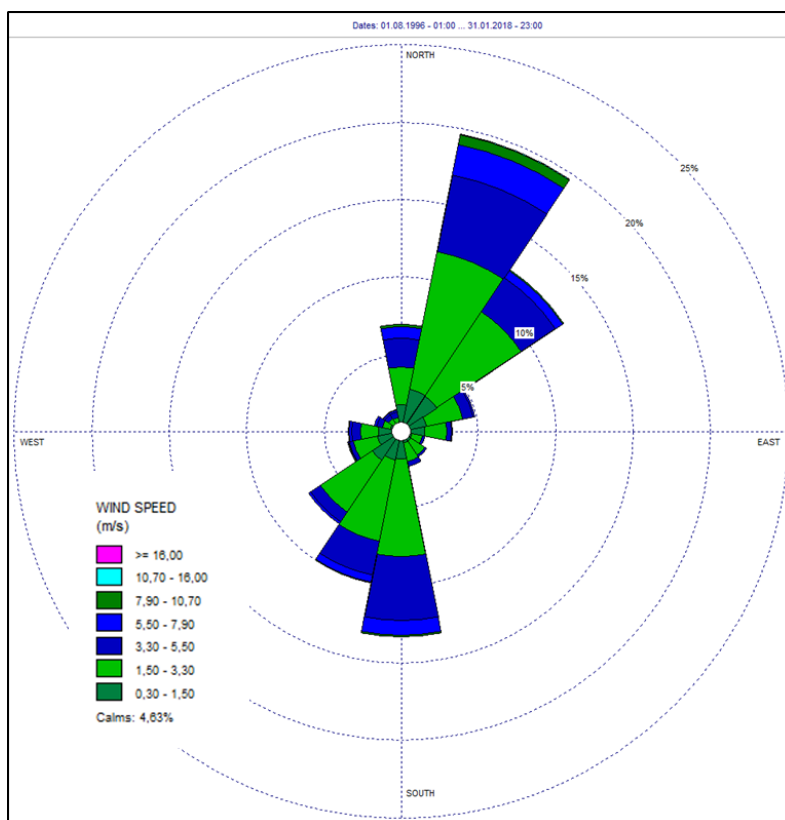
Helikopterens flyvebane ved udflyvning er vist i Figur 1-3. Under take-off vil helikopteren først stige lodret ca. 15 m, derefter vil helikopteren bevæge sig fremad over landskabet samtidig med at dens flyvehøjde øges med en hældning på 45°. Flyvebanen vil altså følge en skrå kurve som illustreret på Figur 1-3. Under indflyvning vil helikopterne have en lignende flyvebane, hvor flyvehøjden gradvist mindskes hen imod landingspladsen.



**Figur 1-3 Flyvebane for helikopter ved udflyvning. Helikopteren stiger først vertikalt 15 m, hvorefter den flyver med 45° horisontal hældning.**

### 1.1.2 Vindrose

Vindstatistikken for området viser dominerede vindretninger fra nord-nordøst, nordøst, syd og syd-sydvest. Statistikken er den samme som brugt i [2].



Figur 1-4 Vindrose for perioden 1996-2018 for Blindern målestasjon hentet fra NOAA GIS [2].

### 1.1.3 Helikoptertype

Til studiet benyttes helikoptertypen AgustaWestland AW101, idet det er den største helikopter der kommer til at operere ved Gaustad Sykehus og det inducerede momentum fra helikopteren skalerer med vægten. AW101 vil derfor have den største påvirkning af vind på terrænniveau af de helikoptere der bruges (Tabel 1-1). AW101 har en maksimal take-off vægt på 15.000 kg, og et rotorareal på 276 m<sup>2</sup>.



**Figur 1-5 AgustaWestland AW101. Foto: Martin Mellquist/Norwegian Armed Forces**

**Tabel 1-1 Oversikt over aktuelt helikoptermateriell og benyttet ICAN-klasse [3].**

Type	Merknad	Maks takeoff vekt	ICAN-klasse (MTOW)
Airbus H135	Dagens luftambulanse	2 900 kg	H1.2 (3-5 tonn)
Airbus H145		3 800 kg	
Westland Sea king S60	Dagens redningshelikopter	9 700 kg	H2.2 (over 10 tonn)
AgustaWestland AW101	Erstatter Sea King S60 fra 2019	15 000 kg	

#### 1.1.4 Acceptkriterie

På nuværende tidspunkt foreligger der intet universelt normgrundlag for vindmiljø, der sætter grænser for vindhastigheder omkring bygninger, og der foreligger endnu mindre vejledning for helikopterinduceret vind. Der er derfor nødvendigt at fastlægge et acceptkriterium for vindpåvirkningen baseret på vindens effekt på omgivelserne. Effektens størrelse bestemmes ud fra Beaufort skalaen, som er vist nedenfor i Tabel 1-2.

Acceptkriteriet for helikopterinducerede vinde på terræn er sat til stiv kuling (14 m/s), som er karakteriseret ved at der skabes utryghed ved gang på terræn og problemer med at gå op imod vinden. Dette er en relativt høj vindhastighed, men den medfører normalt ingen risiko for tab af balance eller omkuld blæsning af gående, hvilket ville kræve vindstød af hhv. hård og stormende kuling. Andre studier af vindpåvirkning fra gennemkørende tog ved perroner har også foreslået samme acceptkriterie for personsikkerhed.

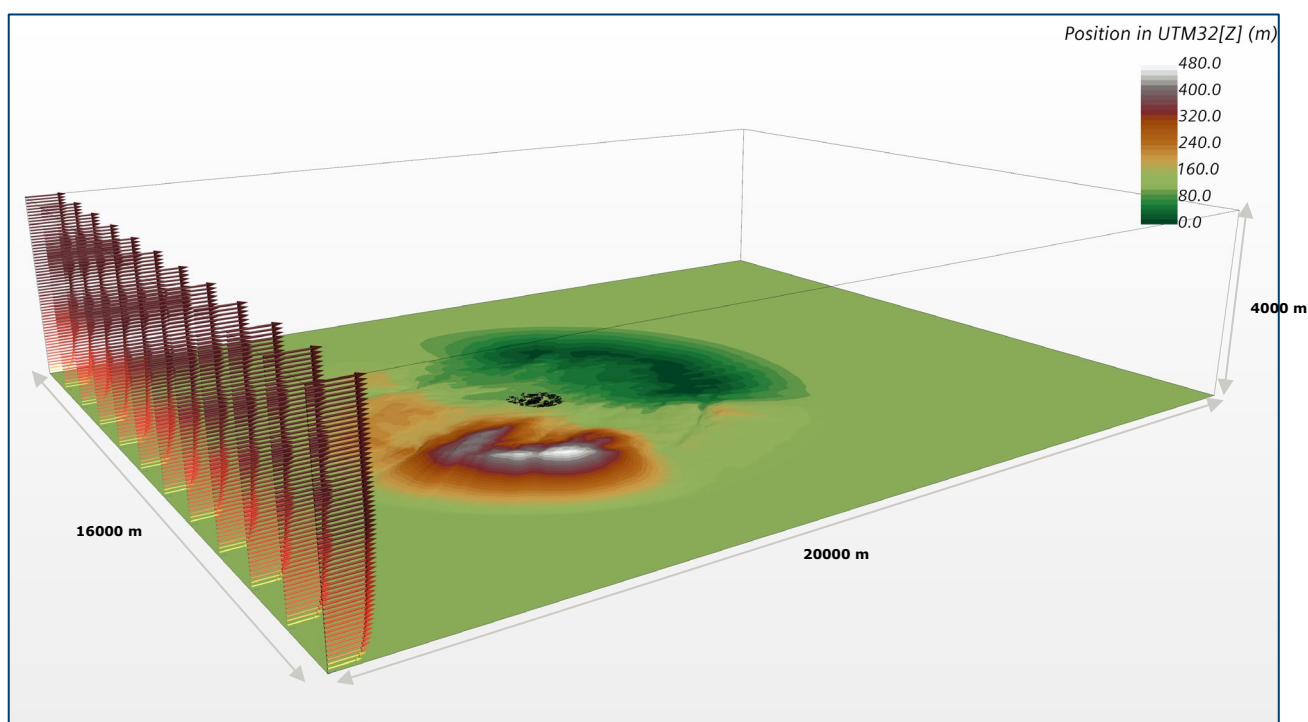
**Tabel 1-2 Beaufortskalaen.**

Beaufort nummer	Middel vindhastighed (m/s)	Beskrivelse	Effekt
0	< 0.45	Stille	Røg stiger vertikalt.
1	0.45 - 1.55	Næsten stille	Svag bevægelse i røg i vindens retning.
2	1.55 - 3.35	Svag vind	Vinden føles i ansigtet. Blade rasler.
3	3.35 - 5.60	Let vind	Vindstød blæser hår i uorden. Blade og kviste er i konstant bevægelse.
4	5.60 - 8.25	Jævn vind	Håret forstyrres konstant. Støv og papir hvirvles rundt.
5	8.25 - 10.95	Frisk vind	Vindens kraft føles på kroppen. Små træer svajer i vinden.
6	10.95 - 14.10	Hård vind	Bevægelse i store grene. Luft-ledninger synger. Det er vanskeligt at bruge paraply.
7	14.10 - 17.20	Stiv kuling	Utryghed ved at gå. Vanskeligt at gå mod vinden. Store træer bevæger sig.
8	17.20 - 20.80	Hård kuling	Vanskeligt at holde balancen i vindstødene. Kviste og grene brækkes af træer. Biler er vanskelige at holde på vejen.
9	20.80 - 24.35	Stormende kuling	Fodgængere risikerer at blive blæst omkuld. Store grene på træerne knækker. Tagsten blæser ned.
10	24.35 - 28.40	Storm	Træer rives op med rode. Store skader på bygninger.

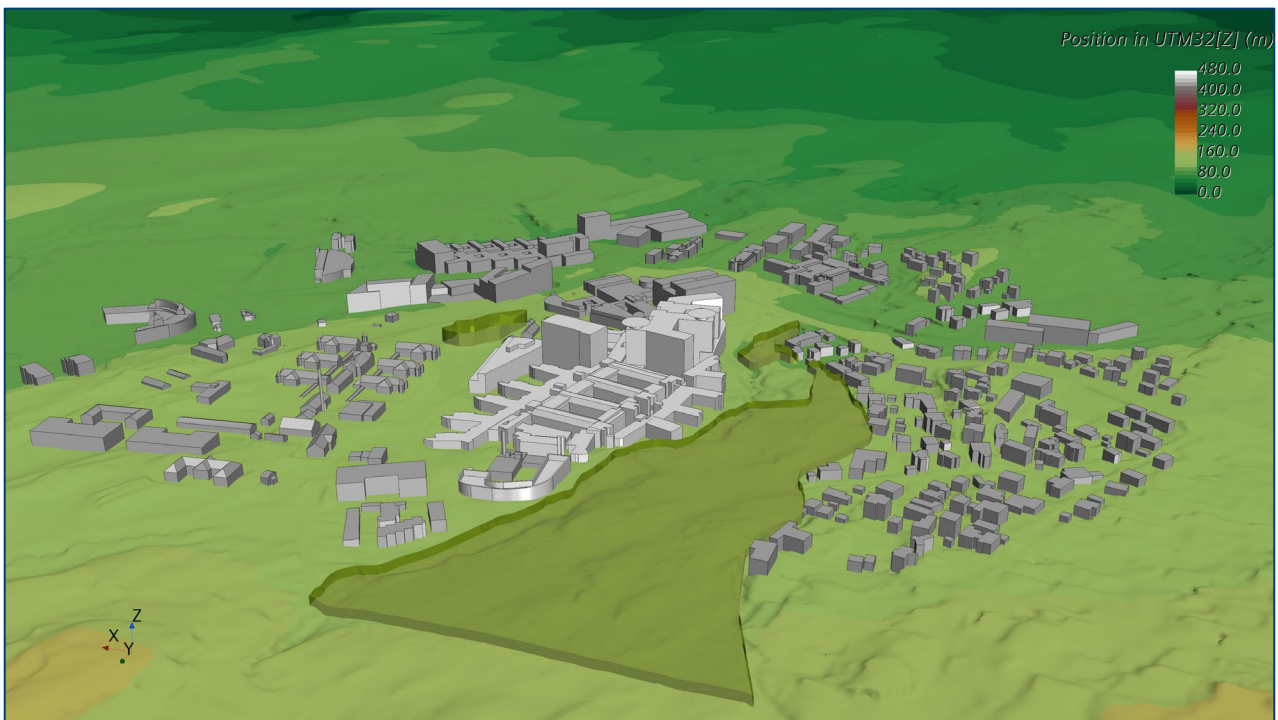
## 2. Metode

CFD-analyser anvendes rutinemæssigt til at undersøge strømnings- og opblandingsforhold i omgivelser. Metoden baserer sig på en diskret (digital) repræsentation af en geometri (strømningsdomænet), i hvilken de grundlæggende strømningsligninger løses numerisk.

Geometrien til CFD-modellen omkring sygehuset er fastlagt på baggrund af modtaget SketchUp model [4] af sygehuset og omkringliggende bygninger. Terrændata hentet fra hoydedata.no. Beregningsdomænet størrelse er 16x20x4 km (bredde x længde x højde) for at medtage de større højdeforskelle i terrænet. Bygninger og større områder med beplantning indenfor 500 m afstand af sygehuset er medtaget i modellen. Beregningsdomænets grundflade med terræn, bygninger og beplantning ses på Figur 2-1 og Figur 2-2.



**Figur 2-1 Beregningsdomænets udstrækning med terrænflade, bebyggelse og beplantninger. Vindprofil anvendt på indløbsranden.**



**Figur 2-2 Nærbillede af bygninger og beplantning inkluderet i beregningsmodellen.**

Et atmosfærisk vindprofil (grænselagsprofil) påtrykkes langs randen i den retning hvorfra vinden kommer, mens en trykrandbetingelse anvendes på den "frie rand" modsat vindretningen. En vindhastighed ( $u_{ref}$ ) på 2,5 m/s i 10 m højde er brugt i analysen. Vindprofilet ( $u(z)$ ) og turbulente størrelser ( $k$  &  $\varepsilon$ ) er defineret som [5]:

$$u(z) = \frac{u^*}{\kappa} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right), \quad u^* = \frac{\kappa u_{ref}}{\ln\left(\frac{z_{ref}}{z_0}\right)}, \quad k = \frac{u^{*2}}{\sqrt{C_\mu}}, \quad \varepsilon(z) = \frac{u^{*3}}{\kappa z}$$

Terrænets ruhedslængde,  $z_0$ , er sat til 0,7 m fra alle retninger svarende til by og skovområder [6]. Beplantning er modelleret som porøse områder med uniform modstand svarende til ensartet bevoksning. Modstanden er defineret som:

$$\frac{\Delta P}{L} = 0,35 \text{m}^{-1} \frac{1}{2} \rho u^2$$

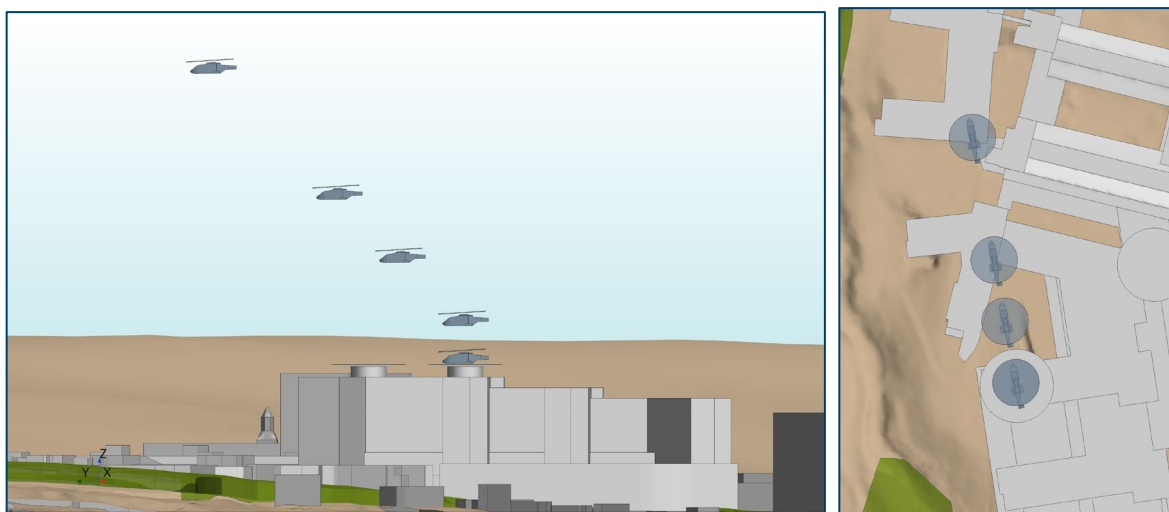
hvor  $\Delta P/L$  er tryktab pr. længdeenhed,  $\rho$  er luftens densitet,  $u$  er luftens lokale hastighed.

Der er to metoder til simulering af helikoptereffekten - en statisk og en dynamisk modellering. I en statisk modellering placeres helikopteren i en udvalgt, stationær position i modelområdet, og det samlede vindfelt beregnes derefter som en "steady state" tilstand. I en dynamiske model bevæger helikopteren sig derimod igennem modellen relativt til byggeriet, som det er tilfældet ved virkelig helikopterflyvning. En tidligere udført sammenligning af resultater fra en statisk og en dynamisk modellering viste god overensstemmelse i nærheden af landingszonen, hvor helikopterflyvehastigheden er lav. I takt med at helikopteren accelererer og dens hastighed øges efter take-off, forøges samtidig forskellen mellem de to modelresultater eftersom den statiske model ikke medtager effekten af helikopter-hastigheden på samme måde som den dynamiske model. Den dynamiske modellerings-



metode opfanger en større del af det komplekse forløb under start og landing, men desværre er den særdeles beregningstung og tidskrævende. Den statiske model viser de højest mulige vindhastigheder, der induceres af en given helikoptertype ved en given flyvehøjde. Derved må denne metode kategorisere som konservativ.

Den statiske modelleringmetode er valgt til dette studie. Tre placeringer af helikopteren er simuleret; 25, 50 og 100 meter fra landingspladsen for hver retning og platform. Flyvehøjden følger profilet vist i Figur 1-3, og giver en højde (over landingspladsen) på 40, 65 og 115 meter. Figur 2-3 viser de tre helikopterpositioner relativt til sygehuset. To yderligere placeringer er simuleret for at for vestlig landingsplads, hvor der forventes at opstå problemer.



Den inducerede vindhastighed fra helikopteren beregnes ud fra kraftligevægt mellem helikopterens vægt og lodrette momentum fra rotoren:

$$V_i = \sqrt{\frac{m g}{2 A_r \rho}}$$

hvor  $m$  er helikopterens masse,  $g$  er tyngdeaccelerationen,  $A_r$  er helikopterens rotorareal og  $\rho$  luftens densitet. Den inducerede hastighed påtrykkes uniformt på randen ved helikopterrotoren.

Idet helikopteren i udgangspunkt vil lande i modvind, er vindretningen valgt således at dette overholdes. Af vindrosen (Figur 1-4) ses det at vinden primært kommer fra nordøst og syd. Grundet sammenfaldet mellem flyvekorridor og dominerende vindretning er vindretningen valgt til NNE (22,5°) eller S (180°) alt afhængig af udflyvningsretning.

Vindhastigheden og retning er af mindre betydning for vindpåvirkningen på terræn, idet den inducerede hastighed vil være dominerende for vindhastigheder under ca. 10 m/s. Derfor er vindhastigheden sat til 2,5 m/s (i 10 m højde) ved alle simuleringerne. En oversigt over alle simuleringer med afstand og retning af helikopter, vindretning og vind hastighed er vist i Tabel 2-1.

**Tabel 2-1 Oversigt over scenarier simuleret.**

	<b>Landingsplads</b>	<b>Helikopter afstand fra landingsplads [m]</b>	<b>Helikopter højde over landingsplads [m]</b>	<b>Helikopter flyveretning [°]</b>	<b>Vindretning [°]</b>	<b>Vind hastighed [m/s]</b>
1	Vest	25	40	350	22,5	2,5
2	Vest	50	65	350	22,5	2,5
3	Vest	100	115	350	22,5	2,5
4	Vest	25	40	190	180	2,5
5	Vest	50	65	190	180	2,5
6	Vest	100	115	190	180	2,5
7	Øst	25	40	350	22,5	2,5
8	Øst	50	65	350	22,5	2,5
9	Øst	100	115	350	22,5	2,5
10	Øst	25	40	145	180	2,5
11	Øst	50	65	145	180	2,5
12	Øst	100	115	145	180	2,5

### 3. Resultater

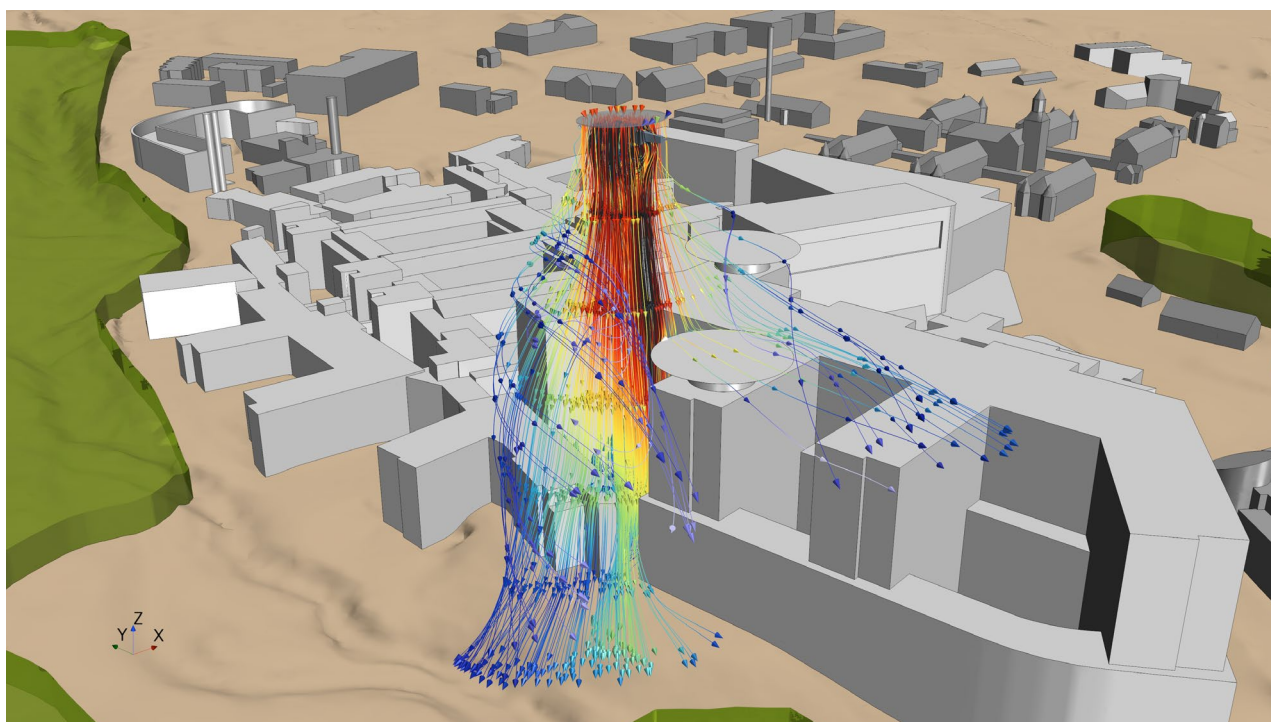
I følgende afsnit er resultater af simuleringerne vist ved lufthastighed 2 m over terræn. Resultater for både planalternativ 1A og 1B er vist.

#### 3.1 Udflyvning mod nord fra vestlig landingsplads

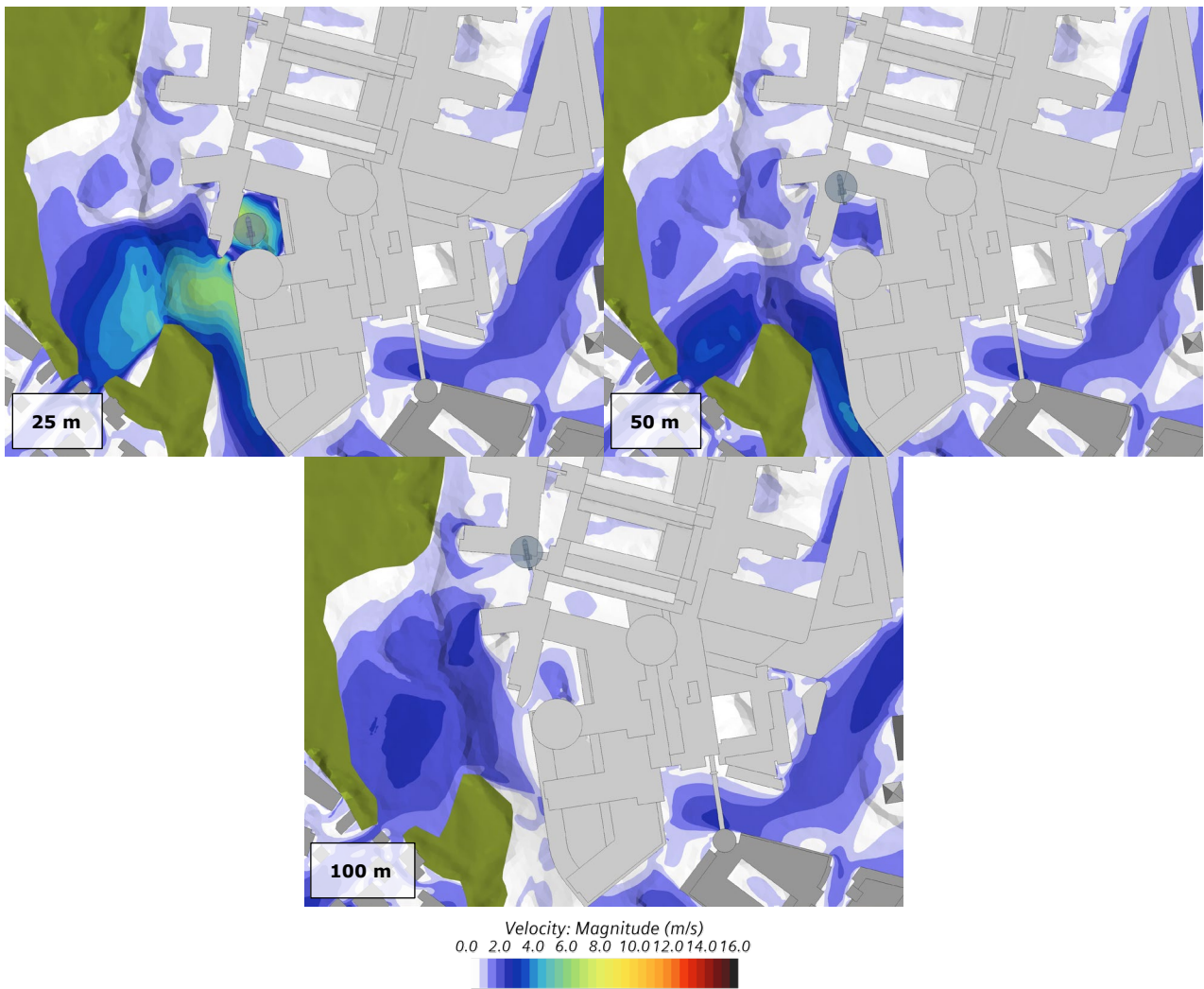
Ved udflyvning mod nord fra den vestlige landingsplads ses der områder med forøget hastighed når helikopteren er 25 m fra landingspladsen (Figur 3-2 øverst til venstre). Idet helikopteren befinder sig over gårdrummet nord for landingspladsen, fanges vinden i dette gårdrum og skubbes ud af den smalle passage ved terræn. Dette accelererer luften, hvorved lufthastigheder op til 8 m/s fremkommer 2 meter over terræn, hvilket ikke overstiger acceptkriteriet på 14 m/s.

Fænomenet er vist i Figur 3-1, hvor strømningslinjer fra helikopterrotoren er vist. Her ses det at luften skubbes ned i gårdrummet og presses ud gennem passagen. Resultaterne for hhv. planalternativ 1A og 1B er meget ens, men hastigheder ved terræn er en smule højere ved planalternativ 1B grundet den lavere højde af bygningen og dermed landingspladsen.

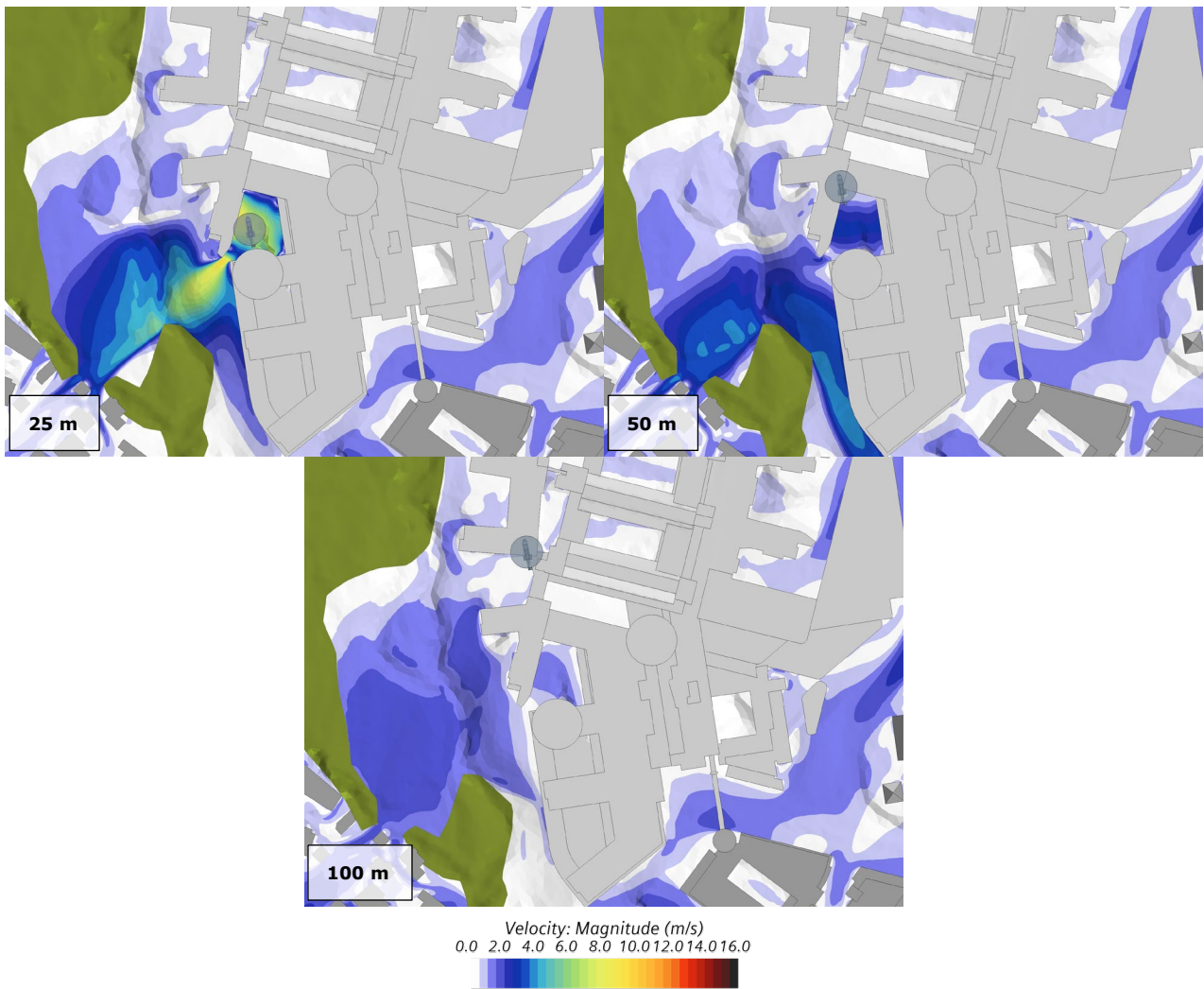
Ved andre positioner ses der ingen væsentlig påvirkning ved terrænniveau.



**Figur 3-1 Strømningslinjer fra helikopterrotoren. Luften presses ned i gårdrummet, op langs facaden eller ud af passagen med forøget hastighed. Planalternativ 1B.**



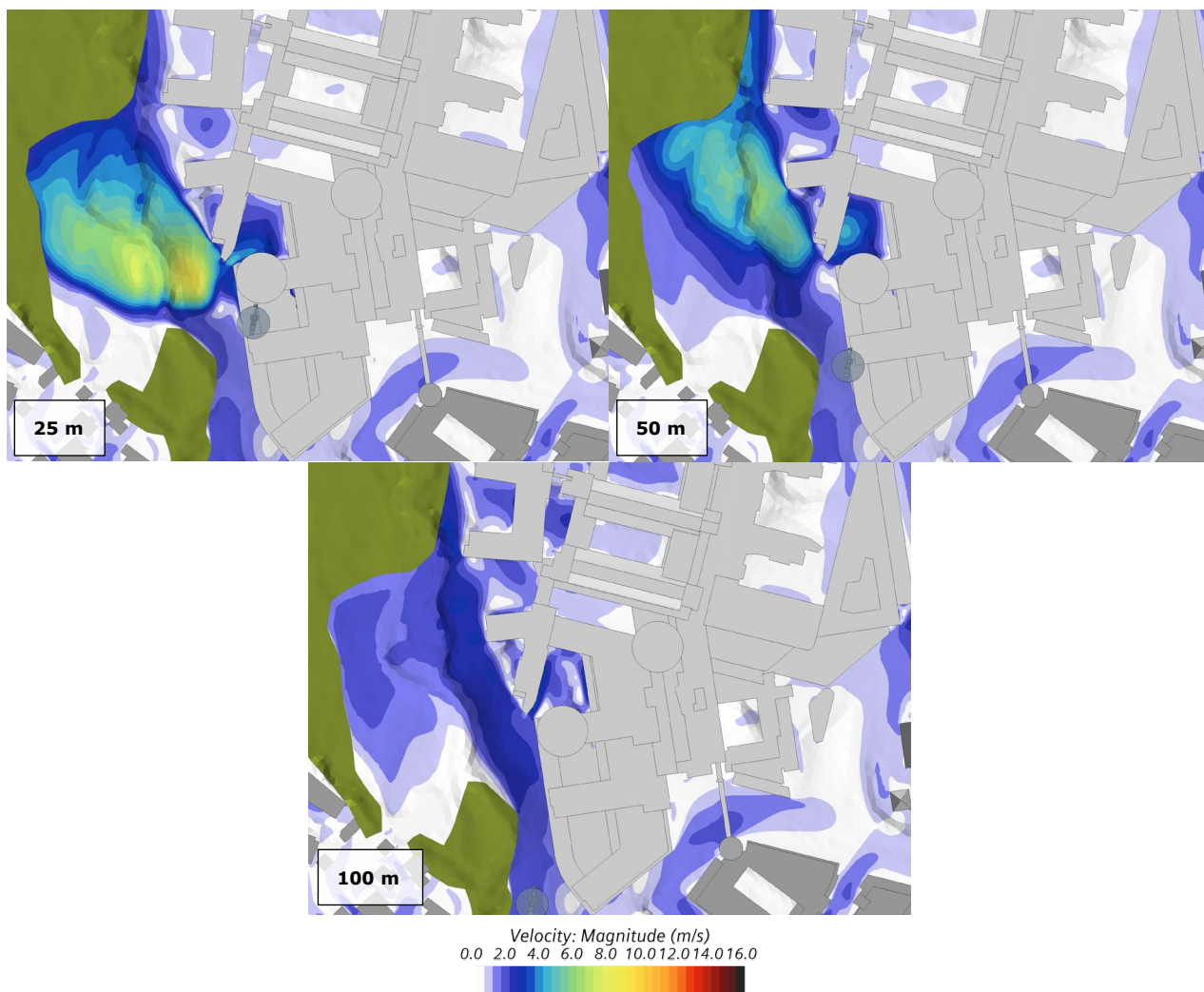
**Figur 3-2 Planalternativ 1A: Lufthastighed 2 meter over terræn ved nordlig udflyvning fra vestlig landingsplads med helikopteren hhv. 25 meter, 50 meter og 100 meter fra landingspladsen. Vindretning fra NNE (22,5°).**



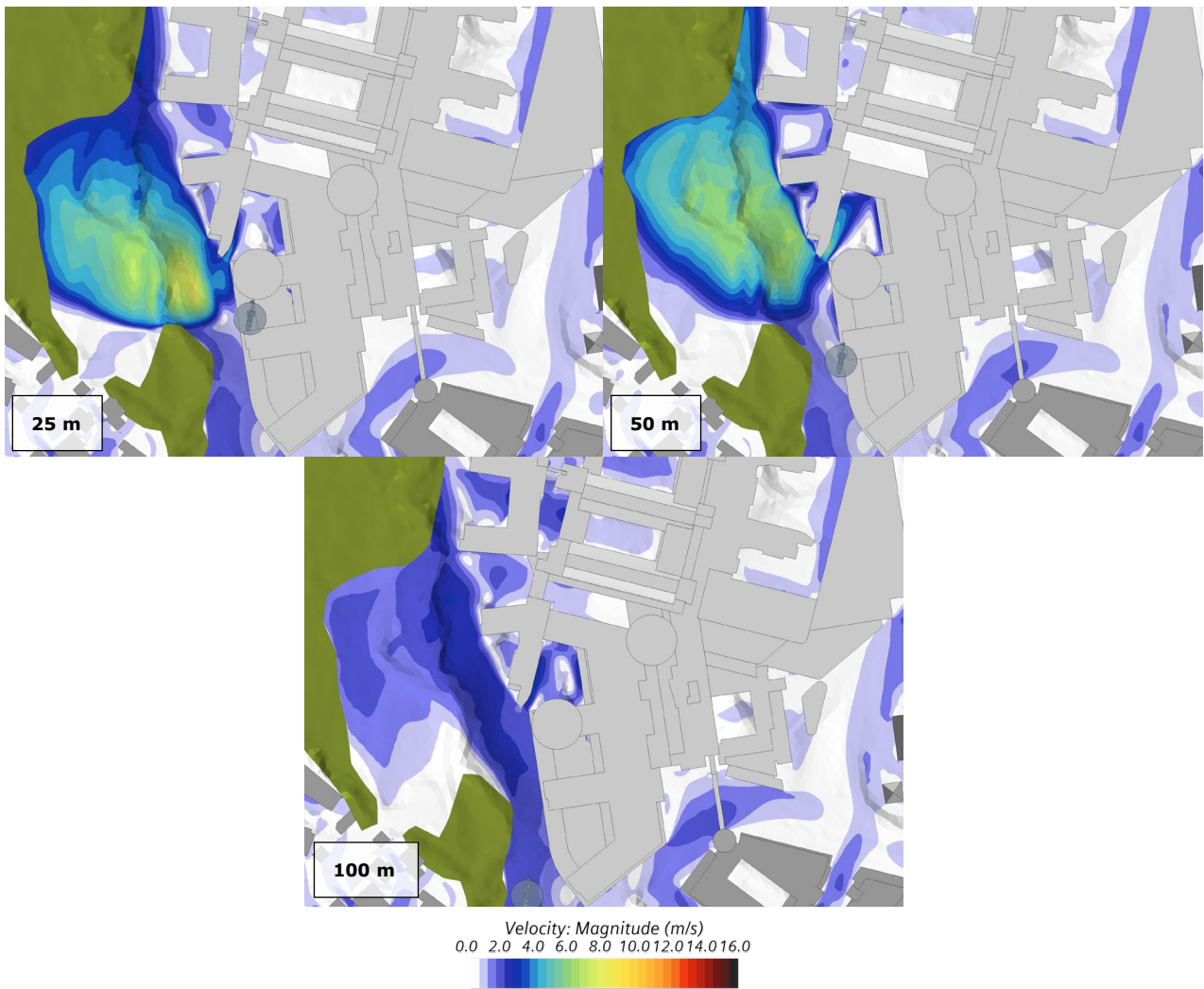
**Figur 3-3 Planalternativ 1B: Lufthastighed 2 meter over terræn ved nordlig udflyvning fra vestlig landingsplads med helikopteren hhv. 25 meter, 50 meter og 100 meter fra landingspladsen. Vindretning fra NNE (22,5°).**

### 3.2 Udflyvning mod syd fra vestlig landingsplads

Ved udflyvning mod syd fra vestlig platform ses områder med højere vindhastighed ved overflyvning vest for hospitalet, dog begrænset til hastigheder på op til 8 m/s ved 25 og 50 m horisontal afstand til landingspladsen. Ved større afstande fra landingspladsen forekommer der ikke problematiske områder.



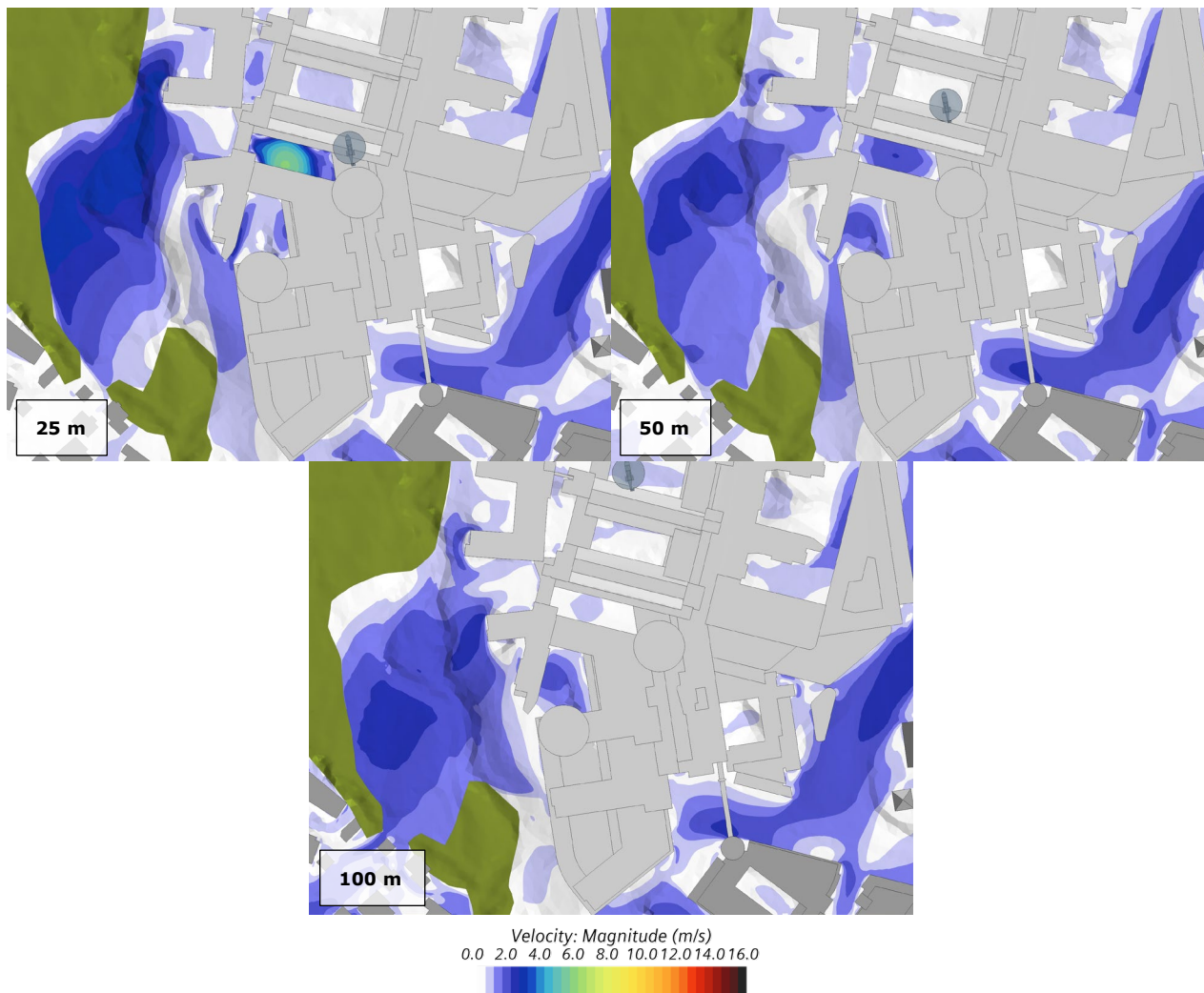
Figur 3-4 Planalternativ 1A: Lufthastighed 2 meter over terrænen ved sydlig udflyvning fra vestlig landingsplads med helikopteren hhv. 25 meter, 50 meter og 100 meter fra landingspladsen. Vindretning fra S (180°).



**Figur 3-5 Planalternativ 1B: Lufthastighed 2 meter over terræn ved sydlig udflyvning fra vestlig landingsplads med helikopteren hhv. 25 meter, 50 meter og 100 meter fra landingspladsen. Vindretning fra S (180°).**

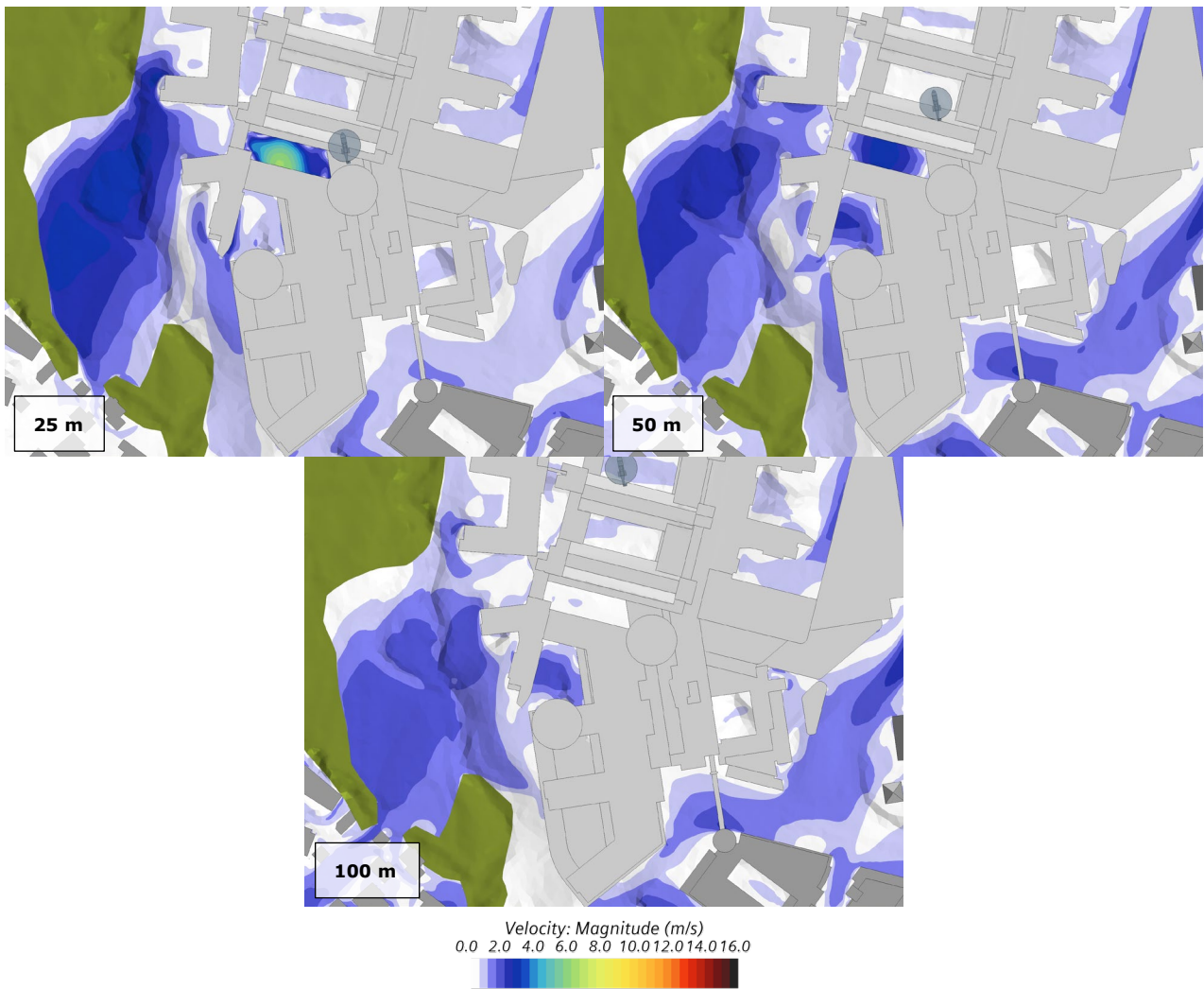
### 3.3 Udflyvning mod nord fra østlig landingsplads

Ved udflyvning mod nord fra østlig platform ses ingen områder med lufthastighed over acceptkriteriet for hverken planalternativ 1A og 1B.



**Figur 3-6 Planalternativ 1A: Lufthastighed 2 meter over terrænen ved nordlig udflyvning fra østlig landingsplads med helikopteren hhv. 25 meter, 50 meter og 100 meter fra landingspladsen. Vindretning fra NNE (22,5°).**

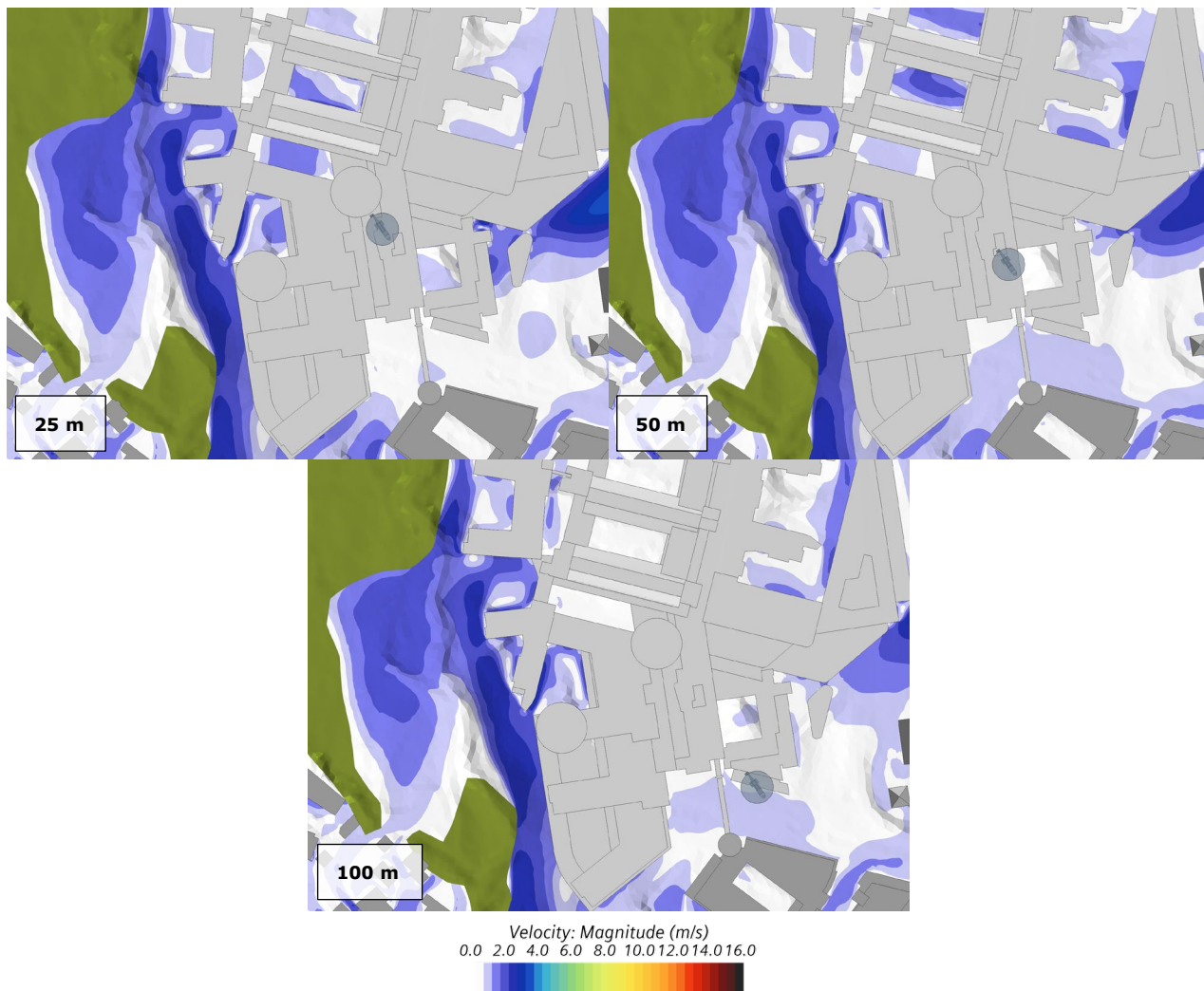




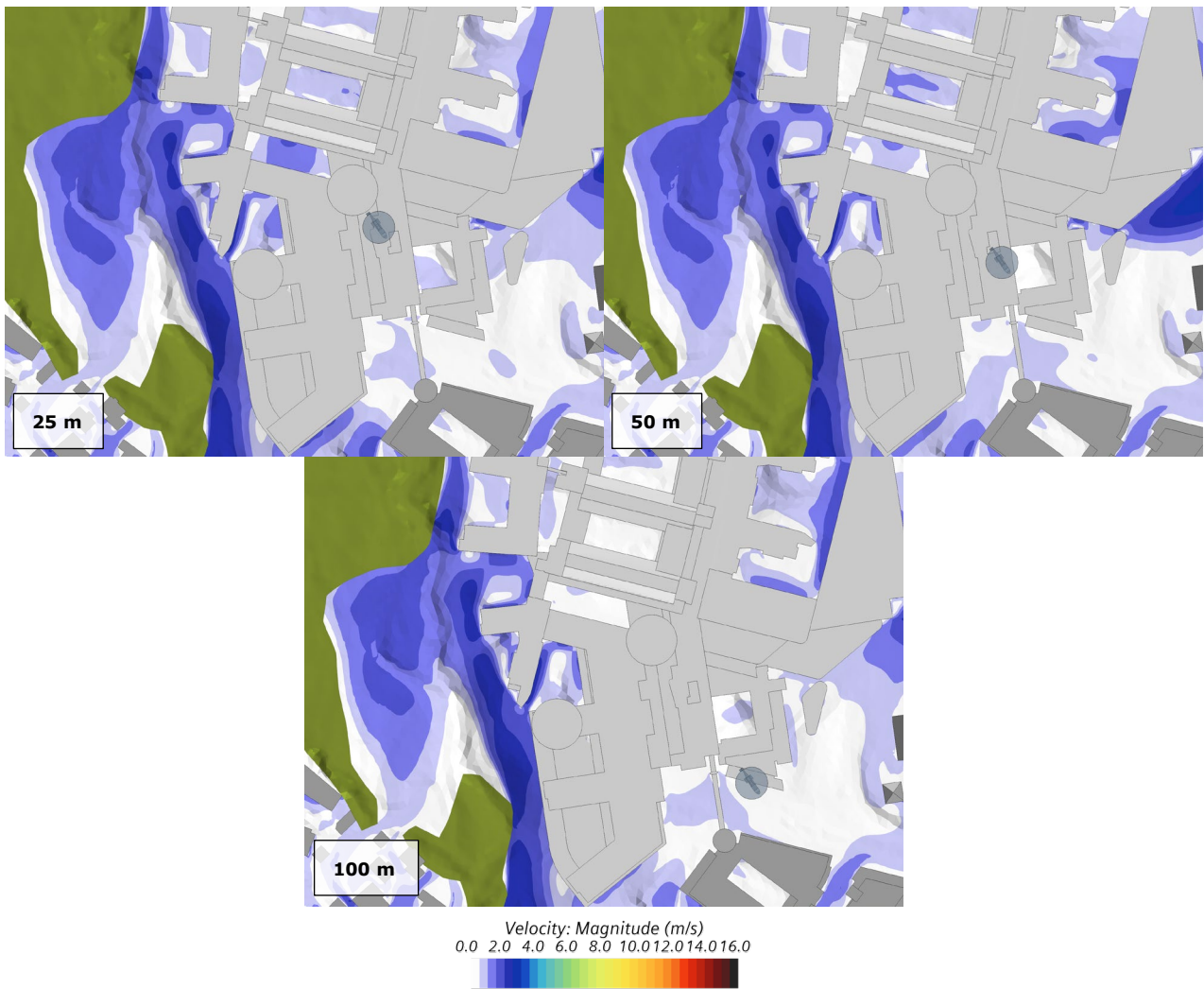
**Figur 3-7 Planalternativ 1B: Lufthastighed 2 meter over terræn ved nordlig udflyvning fra østlig landingsplads med helikopteren hhv. 25 meter, 50 meter og 100 meter fra landingspladsen. Vindretning fra NNE (22,5°).**

### 3.4 Udflyvning mod syd fra østlig landingsplads

Ved udflyvning mod syd fra østlig platform ses ingen områder med lufthastighed over acceptkriteriet for hverken planalternativ 1A og 1B.



**Figur 3-8 Planalternativ 1A: Lufthastighed 2 meter over terrænen ved sydlig udflyvning fra østlig landingsplads med helikopteren hhv. 25 meter, 50 meter og 100 meter fra landingspladsen. Vindretning fra S (180°).**



**Figur 3-9 Planalternativ 1B: Lufthastighed 2 meter over terræn ved sydlig udflyvning fra østlig landingsplads med helikopteren hhv. 25 meter, 50 meter og 100 meter fra landingspladsen. Vindretning fra S (180°).**

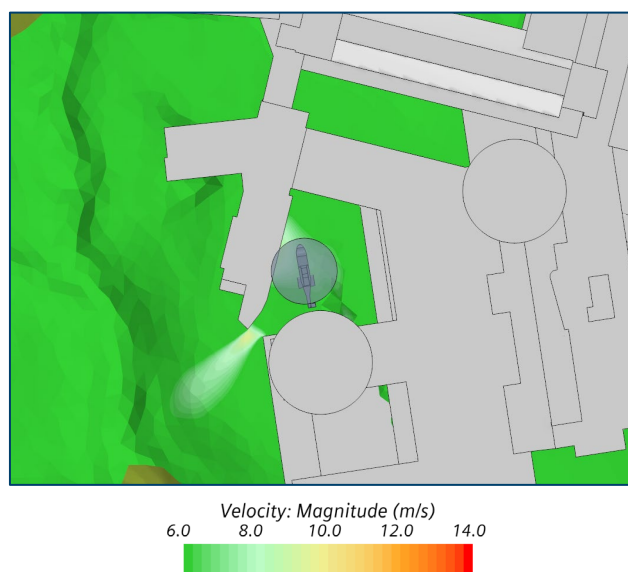
#### 4. Konklusion & anbefalinger

Resultaterne viser at der, ved de forudsætninger studiet er udført med, ikke opstår områder hvor acceptkriteriet på vindhastighed over 14 m/s overskrides. Set i lyset af den konservative modelleringsmetode, vurderes det yderligere ikke at være sandsynligt at der opstår situationer med usikre vindforhold på terrænniveau. Generelt set er vindpåvirkningen på terræn lille og er begrænset til tidspunkter, hvor helikopteren befinder sig tæt ved landingspladsen.

Forskellen mellem de to planalternativer er relativt begrænset, dog ses der højere vindhastigheder på terræn ved planalternativ 1B grundet den lavere bygningshøjde.

Figur 4-1 viser lufthastigheden 2 m over terrænen ved en begrænset skala fra 6 til 14 m/s for det scenarie, hvor der opstår høje hastigheder ved terrænen. Dette illustrerer, hvor evt. problemer med vindkomfort mm. kan opstå. Det ses at der kan fremkomme relativ høje vindhastigheder ved den snævre passage nordvest for landingspladsen ved planalternativ 1B, men at vindhastigheden stadig er under acceptkriteriet for personsikkerhed. Der vil dog fremkomme ukomfortable vindforhold disse steder ved ind-/ud flyvning, særligt for de større redningshelikoptere.

På baggrund af tidligere studier af helikopterinduceret vind anbefales det kraftigt at den relative stejle flyvebane tæt på landingspladsen opretholdes, idet en lavere indflyvning med stor sandsynlighed vil lede til problemer med overholdelse af acceptkriteriet på max 14 m/s.



**Figur 4-1 Lufthastighed 2 meter over terrænen med reduceret skala fra 6 til 14 m/s. Resultat for planalternativ 1B med udflyvning mod nord fra vestlig platform vist. Grønne områder angiver en lufthastighed under 6 m/s, hvor røde områder angiver lufthastighed over acceptkriteriet på 14 m/s.**

## 5. Referencer

- [1] Operativ vurdering av landingsplass for helikopter, Detaljregulering for Gaustad sykehusområde, EK consulting, NSG 8302 T RA 0003 02 G
- [2] Vindanalyse Konsekvensutredning, Detaljregulering for Gaustad sykehusområde, Rambøll, NSG 8302 A RA 003 02 G
- [3] Støy fra helikoptertrafikk, Detaljregulering for Gaustad sykehusområde, Swecom, NSG 8302 C RA 002 02 B
- [4] SketchUp 3D model af Gaustad Sygehus, Planalternativ 1A med landskap.skp & Planalternativ 1B med oppdatert landskap.skp.
- [5] Richards, P.J. and R.P. Hoxey. APPROPRIATE BOUNDARY-CONDITIONS FOR COMPUTATIONAL WIND ENGINEERING MODELS USING THE KAPPA-EPSILON TURBULENCE MODEL. in 1st International Symp on Computational Wind Engineering (CWE92). 1992. Tokyo, Japan.
- [6] Zhang, X. (2009). CFD simulation of neutral ABL flows. Danmarks Tekniske Universitet, Risø Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi. Denmark. Forskningscenter Risoe. Risø-R-1688(EN)
- [7] Inn- og utflygingsflater Gaustad, alt 1A, 10.21 rev1.pdf, modtaget 2021-10-07