

HEGRENESET AS

HEGRENESET

UTREDNING AV VINDKOMFORT MED VINDSIMULERINGER

ADRESSE COWI AS
Karvesvingen 2
0579 Oslo
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo

TLF +47 21 49 76 88
WWW cowi.no

INNHold

1	Sammendrag	2
2	Innledning	3
3	Metodikk	3
3.1	Vindmodellen UrbaWind	3
3.2	Komfortkriterier	4
3.3	Vinddata	4
4	Vurdering av vindkomfort på og omkring planområdet	8
4.1	Vindkomfort for tre bygge-scenarioer	8
4.2	Vindkomfort inkludert vegetasjon ved strandsonen	16
4.3	Ytterligere tiltak for å øke vindkomforten for planlagt bygningsmasse på Hegreneset	17
5	Forutsetninger og usikkerheter	18
6	Referanser	18

PROSJEKTNR.

A227976

DOKUMENTNR.

1

VERSJON

1.0

UTGIVELSESDATO

12.10.2021

BESKRIVELSE

RAPPORT

UTARBEIDET

JNBR

KONTROLLERT

IDNO

GODKJENT

JNBR

1 Sammenheng

I forbindelse med reguleringsplanarbeid for Hegreneset i Bergen kommune, er det gjennomført en vurdering av vindkomfort med vindsimuleringer som følge av foreslått bebyggelse. Vindmodellen UrbaWind er brukt til simuleringene. Tomten skal hovedsakelig omreguleres til boligformål og noe næringsvirksomhet. Det er tatt utgangspunkt i vinddata fra værstasjonen på Flesland for årene 2015–2021 i vurderingen.

Planområdet på Hegreneset ligger i et svært vindutsatt område med forholdsvis stor andel av høye vindhastigheter. Hovedvindretningene kommer langs fjorden, det vil si fra nord-nordvest og sør-sørøst. Vindsimuleringene tar utgangspunkt i tre bygge-scenarier (konsept 1 og alternativ A og B), der hovedforskjellene ligger i høyde, utforming og plassering av byggene i vest ved strandsonen og i sør. Vindkomforten er vurdert for ulike relevante aktiviteter i henhold til Lawsons vindkomfortkriterier.

Komfortkriteriet for inngangspartier for bygninger og fotgjengerområder for stående er oppfylt for størstedelen av områdene mellom bygningsmassene på hele planområdet. Komforten blir bedre jo lenger inn fra kysten man beveger seg. De største overskridelsene forekommer på stranden i vest og omkring det høye bygget i sør i konsept 1. Overskridelser forekommer også i korridorer mellom enkelte av de mest vindutsatte byggene ytterst ved kysten.

Overskridelsene av komfortkriteriet for utearealer for sittegrupper strekker seg lengre inn på planområdet (mot øst fra strandsonen og mot nord fra den vindutsatte sonen i sør). Ellers er kriteriet oppfylt mellom bygningsmassene lengst inn på planområdet. For strandsonen er det i tillegg anvendt et litt strengere komfortkriterium for utearealer for sittegrupper (grense mellom akseptabelt og tålelig). Dette komfortkriteriet vurderes til å være relevant for strandsonen der det er forventet at folk skal oppholde seg over lengre perioder på sommeren. Overskridelser av dette kriteriet, oppstår i strandsonen og utearealet videre innover mot øst, samt omkring bygget i nord, i vest ved strandsonen og i flere korridorer mellom bygningene.

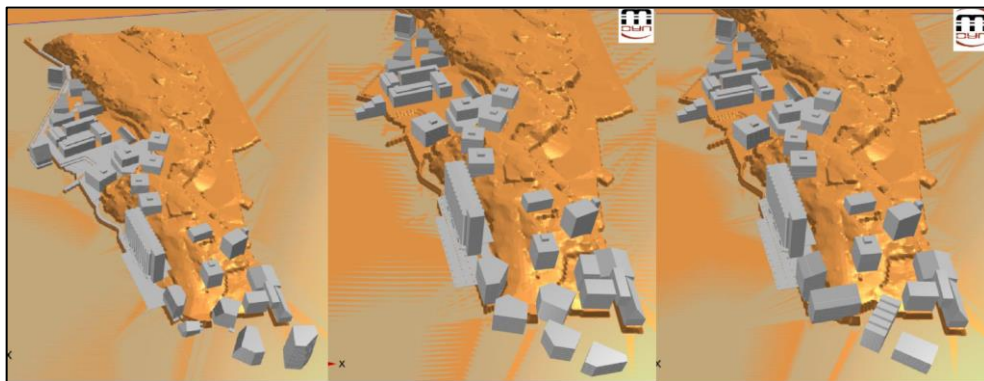
Vegetasjon kan i mange tilfeller bidra til å øke vindkomfort, og det er gjort vindsimuleringer hvor lave busker og trær er plassert på området omkring strandsonen. Tiltaket fører til at utearealer for sittegrupper, grense mellom tålelig og uakseptabelt er oppfylt på et større område øst for stranden enn for situasjonen uten tiltak. Det strengere komfortkriteriet for utearealer for sittegrupper (grense mellom tålelig og akseptabelt) er fortsatt overskredet ved strandsonen, men vegetasjonen fører til at kriteriet overholdes noe lenger ut mot vest enn i situasjonen uten vegetasjon.

Av de tre vurderte bygge-scenariene, er det alternativ A som kommer best ut med hensyn til vindkomfort. Dette er spesielt synlig i den sørligste delen av planområdet, der de lavere byggene helt i sør i alternativ A (og i stor grad alternativ B) i større grad demper vinden før den treffer bygningsmassen i bakkant.

I kapittel 4.3 er det foreslått noen ytterligere tiltak som kan bidra til økt vindkomfort. Forutsetninger og usikkerheter som ligger til grunn for vindsimuleringene er presentert i kapittel 5.

2 Innledning

I forbindelse med reguleringsplanarbeid og boligbebyggelse på Hegreneset lokalisert 1.2 km nordvest for Sandviken i Bergen kommune, har COWI på oppdrag fra Hegreneset AS gjennomført en utredning av vindklima. Vindmodellering er gjennomført med modellen UrbaWind på planområdet som følge av foreslått bebyggelse. Den 50 mål store næringseiendommen skal hovedsakelig omreguleres til boligformål og noe næringsvirksomhet. Det er planlagt 500–600 leiligheter. Tre ulike bygge-scenarier er vurdert i vindsimuleringene, disse er vist i Figur 1. I konsept 1 er det foreslått et høyere bygg i sør og nord for strandsonen i vest. I alternativ A og B er to ulike varianter av lavere bygg i sør foreslått. Videre er et lavere bygg foreslått nord for strandsonen i alternativ A og sør for strandsonen i alternativ B. Vurderingen av resultatene tar utgangspunkt i egnede vindkomfort-kriterier. I kapittel 3 følger en beskrivelse av modellverktøyet og de anvendte vindkomfortkriteriene.



Figur 1: Tre scenarier av planlagt bebyggelse på Hegreneset, Bergen kommune. Sett fra sørvest. Til venstre: Konsept 1, i midten: Alternativ A, til høyre: Alternativ B. Illustrasjonen er bearbeidet i UrbaWind.

3 Metodikk

3.1 Vindmodellen UrbaWind

For å utrede de lokale vindforholdene omkring foreslått bygningsmasse på Hegreneset er vindmodellen UrbaWind benyttet. UrbaWind er en CFD (Computational Fluid Dynamics) programvare som løser ligningene for bevaring av masse og momentum i atmosfæren for å simulere vindforholdene i urbane miljøer (Meteodyn, u.d.). Den tar hensyn til effekten av bygninger, porøsiteten til vegetasjon og ruhetsgraden til bakken.

Computational Fluid Dynamics (CFD) anvendes for å beregne vindbevegelsen (flow). Gjennom CFD løses ligningene for bevaring av masse og bevegelse (Navier-Stokes-ligningene) numerisk innenfor et geometrisk avgrenset domene delt opp i små volumer eller celler som til sammen utgjør grid-området.

3.2 Komfortkriterier

Resultatene er presentert i henhold til Lawsons kriterier for vindkomfort, presentert i Tabell 1 (Lawson, 2001). Disse angir vindstyrker som oppleves som komfortable over et definert tidsrom for et gitt oppholdsrom eller aktivitet. Kriteriene ble opprinnelig utviklet på University of Bristol og er basert på mange års erfaring. Da en felles konsensus for vindkomfort ennå ikke er etablert, finnes det også en rekke andre kriterier for vindkomfort i litteraturen, med ulik grad av detaljnivå og andre grenseverdier.

Vindkomfort vurderes med grunnlag i Lawsons kriterier ut fra tre nivåer:

1. Uakseptabelt (forebyggende tiltak er nødvendige).
2. Tålelig (man merker vinden, men finner seg i forholdene da det ikke oppleves som noe som skjer særlig ofte. Krever ikke forebyggende tiltak, men man *kan* velge å iverksette slike, hvis økonomi og øvrige forhold taler for det).
3. Akseptabelt (det føles ikke ubehag).

Tabell 1: Lawsons vindkomfortkriterier (Lawson, 2001).

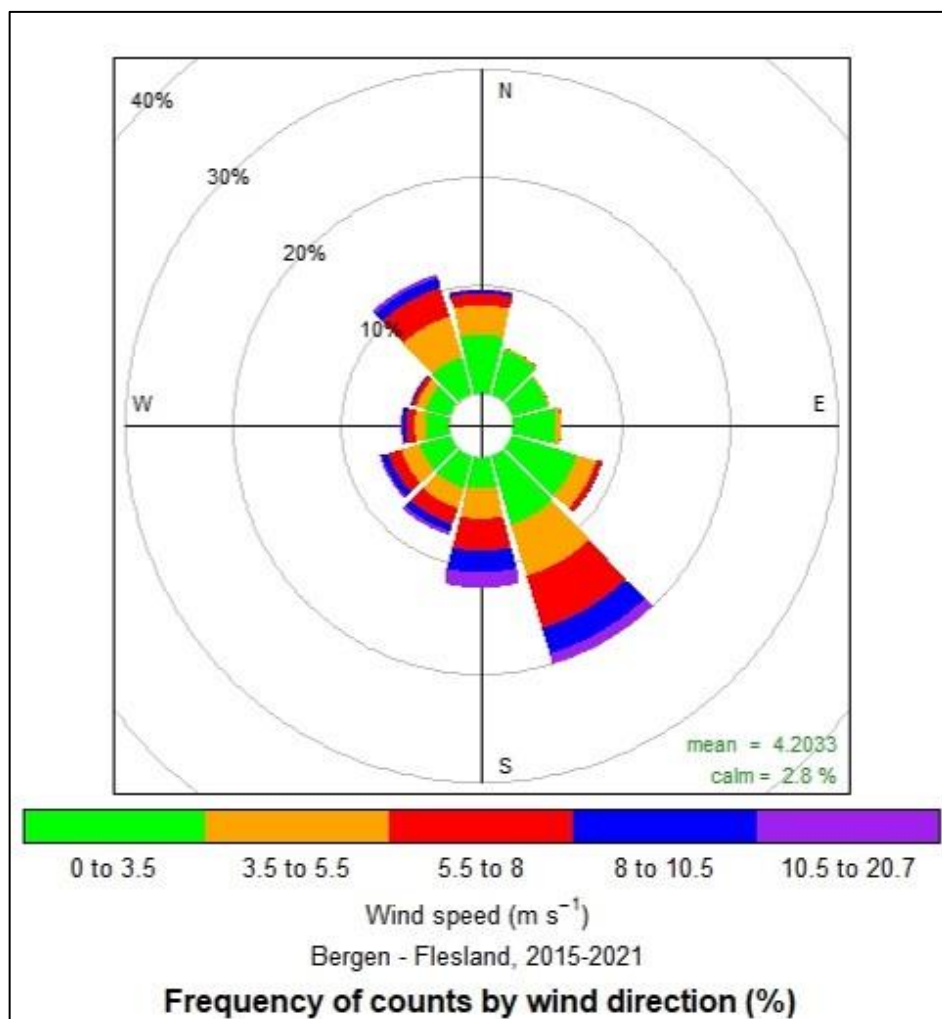
Oppholdsområde / aktivitet	Grense mellom tålelig og uakseptabelt	Grense mellom akseptabelt og tålelig
Utearealer for sittegrupper	1% > 5.5 m/s	4% > 3.5 m/s
Inngangspartier for bygninger	6% > 5.5 m/s	4% > 3.5 m/s
Fotgjengerområder for stående	6% > 5.5 m/s	6% > 3.5 m/s
Fotgjengerområder for gående	4% > 8.0 m/s	6% > 5.5 m/s
Fotgjengere til og fra arbeidet	2% > 10.5 m/s	2% > 8.0 m/s
Veier og parkeringsplasser	6% > 10.5 m/s	2% > 10.5 m/s

3.3 Vinddata

For å vurdere vindforholdene på og omkring planområdet er data for vindretning, og -hastighet hentet fra Meteorologisk Institutt sine lokale værstasjoner omkring planområdet (Seklima, u.d.).

I forbindelse med flom- og bølgeberegningene utført for prosjektet, ble vinddata fra Flesland sammenlignet med vinddata fra målestasjonen Florida i perioden 1997 til 2020, vinddata fra den nå nedlagte målestasjonen Fredriksberg og vinddata målt ved Hellen skole 2018-2021. For flere detaljer rundt denne sammenligningen, se RAP001 Hegreneset Flom Bølger Ekstremvann COWI_2021_10-01.pdf (COWI, 2021). Basert på dette ble vinddata fra Flesland værstasjon vurdert til å være mest representativ på planområdet. Værstasjonen er i tillegg lokalisert i et forholdsvis åpent landskap i umiddelbar nærhet til kysten og havet,

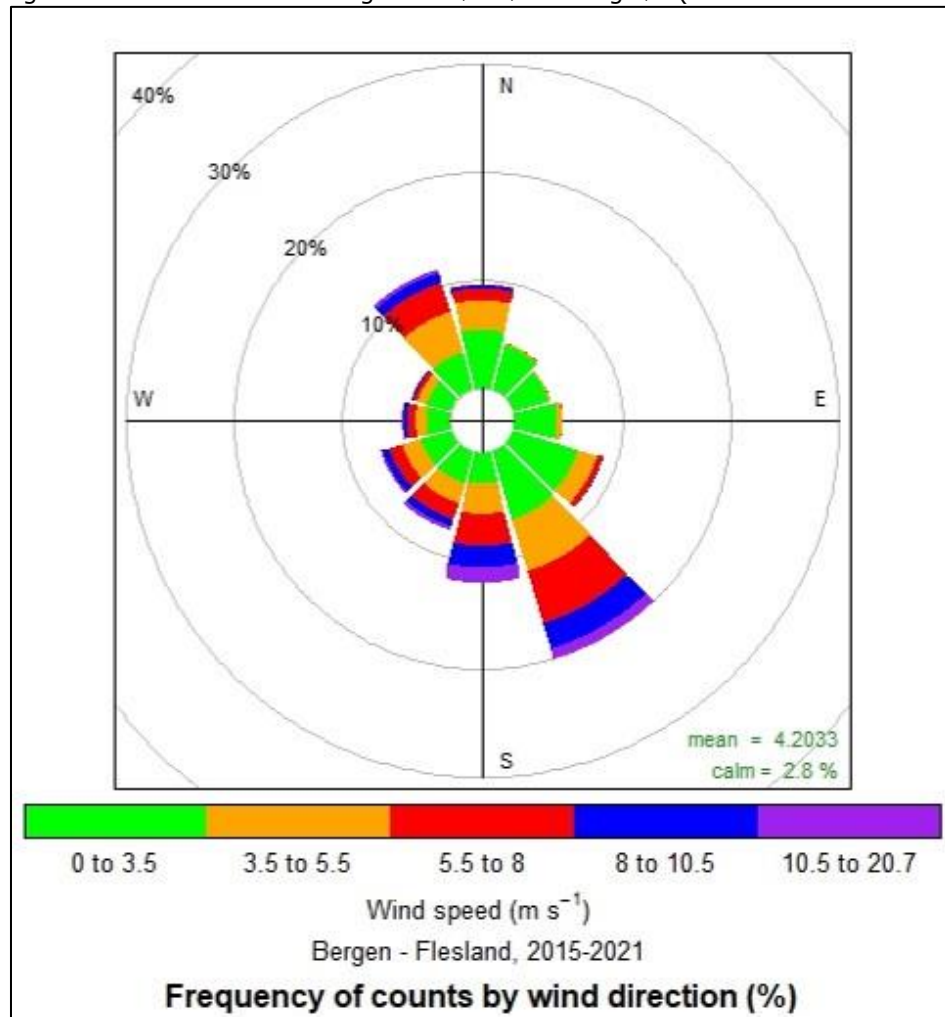
tilsvarende planområdet. Vinddata for perioden 2015–2020 ble brukt til vindsimuleringene. Vindrose for Flesland i denne perioden er vist i Figur 2. Dominerende vindretninger kommer fra sør-sørøst og nord-nordvest.



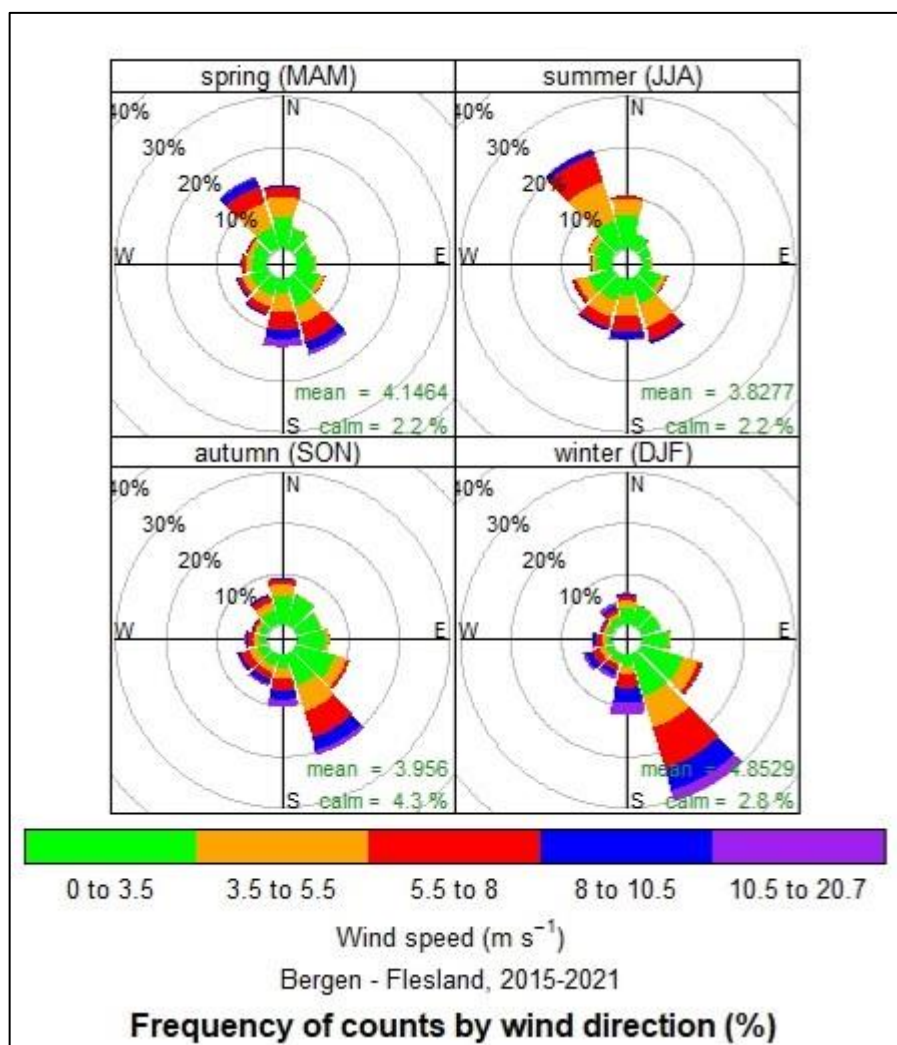
Figur 2: Vindrose for værstasjonen på Flesland. Vindhastigheten er målt 10 meter over bakken. Generert i statistikkprogrammet R.

Gjennom hele måleperioden er det størst hyppighet av vindstyrker lavere enn 3.5 m/s (ca. 50% av tiden). Det er likevel en forholdsvis stor andel av høye vindhastigheter; vind med styrke 8 m/s – 21 m/s forekommer ca. 11% av tiden

og er rådende ved vindretninger fra sør-sørvest og sør (



Figur 2c). Vindroser for vår-, sommer-, høst- og vintersesong for årene 2015–2021 for Flesland værstasjon er vist i Figur 3. Dominerende vindretninger er fra nord-nordvest, sør og sør-sørøst i vår- og sommersesongen, mens hovedvindretningen i større grad kommer fra sør-sørøst i løpet av høst- og vintersesongen. Tabell 2 viser at vindhastigheten i gjennomsnitt er størst om vinteren (desember – februar).



Figur 3: Vindrose for vår-, sommer-, høst- og vintersesong for Flesland værsta-
sjon, representert som gjennomsnitt av årene 2015 – 2021. Vindhastigheten er
målt 10 meter over bakken. Generert i statistikkprogrammet R.

Tabell 2: Gjennomsnittlig vindhastighet for alle fire årstider for årene 2015–
2021.

	Vår	Sommer	Høst	Vinter
Vindstyrke, gjennomsnitt (m/s)	4.1	3.8	4.0	4.9

4 Vurdering av vindkomfort på og omkring planområdet

Resultatene er vurdert for aktiviteter og kategorier beskrevet i punkt (i)–(iii) under.

(i) Utearealer for sittegrupper, grense mellom tålelig og uakseptabelt. Kriteriet er oppfylt når midlere vindhastighet på 5.5 m/s overskrides i mindre enn 1% av tiden.

(ii) For strandsonen hvor det er forventet at folk oppholder seg over lenger tid på sommeren er grensen justert til mellom akseptabelt og tålelig. Dette kriteriet er oppfylt når midlere vindhastighet på 3.5 m/s overskrides i mindre enn 4% av tiden.

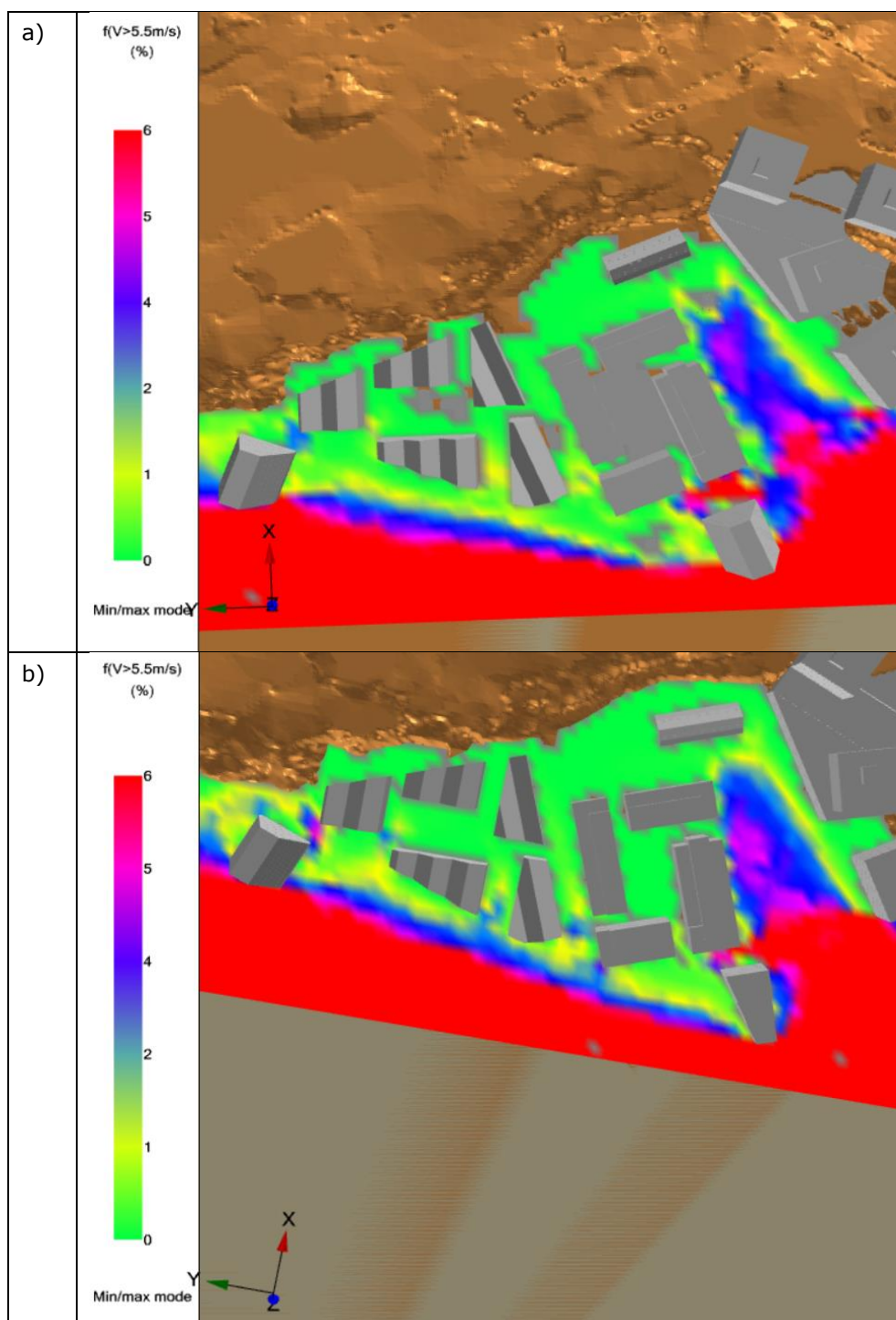
(iii) Inngangspartier for bygninger og fotgjengerområder for stående, grense mellom tålelig og uakseptabelt. Kriteriet er oppfylt når midlere vindhastighet på 5.5 m/s overskrides i mindre enn 6% av tiden.

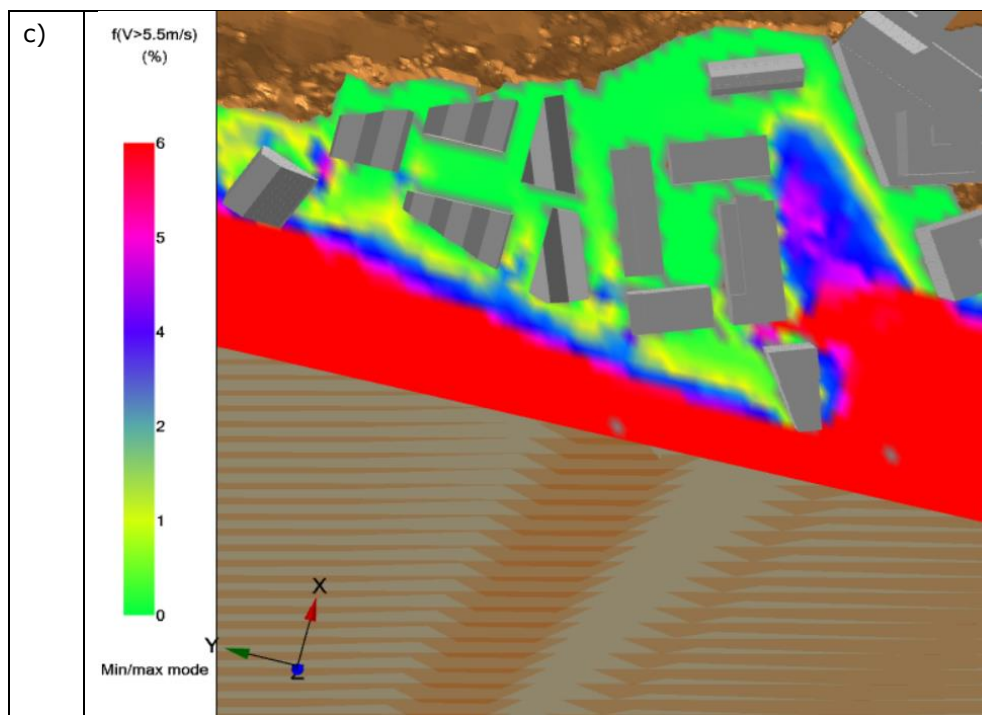
4.1 Vindkomfort for tre bygge-scenarier

Figur 4 a)–c) viser vindkomfort for bygningsvolumene omkring strandsonen for de tre bygge-scenariene i forhold til kategori (i) og (iii) beskrevet over.

Komfortkriteriet for inngangspartier for bygninger og fotgjengerområder for stående er oppfylt for størstedelen av områdene mellom bygningsmassene. Overskridelser oppstår i korridoren mellom bygget nord for strandsonen og bygget øst for dette. Dette skjer på grunn av den såkalte korridoreffekten som oppstår når vinden presses sammen og gir økt vindhastighet mellom bygningene. Overskridelser oppstår også i området helt nede på stranden i vest. Førstnevnte overskridelse er mest fremtredende for konsept 1 fordi hvor bygget nord for strandsonen i vest er høyere i dette forslaget enn i alternativ A og B, som har lik bygningsutforming for dette området. Til gjengjeld virker dette bygget mer skjermende for den nordvestlige delen av strandsonen da rød sone synes å strekke seg lenger inn mot dette området i alternativ A og B.

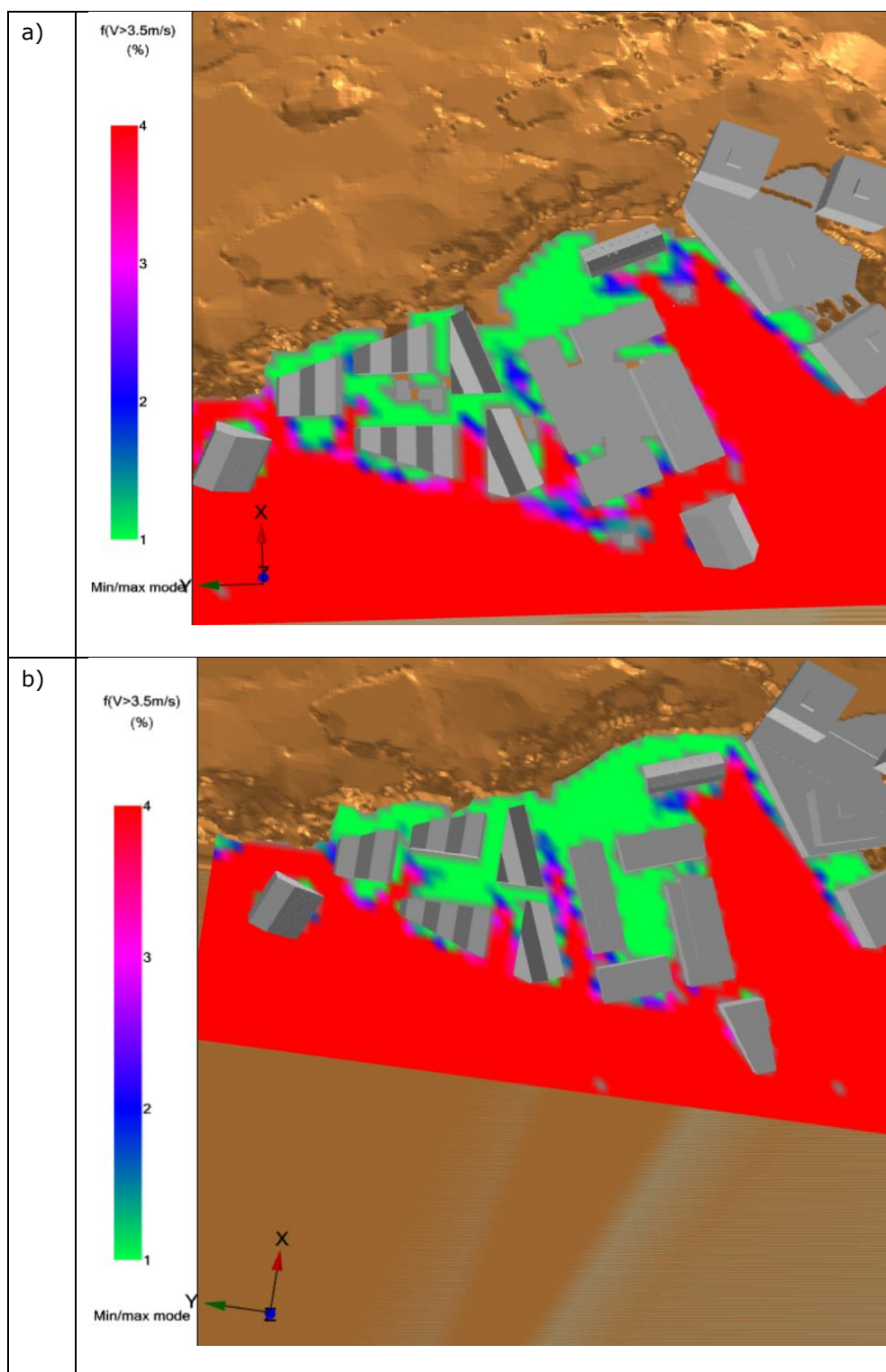
Komfortkriteriet for utearealer for sittegrupper, grense mellom tålelig og uakseptabelt er oppfylt på tilsvarende områder som beskrevet over (se grønne områder i Figur 4), men overskridelsene strekker seg lengre inn mot øst fra strandsonen, samt i enkelte områder mellom byggene lokalisert i vest.

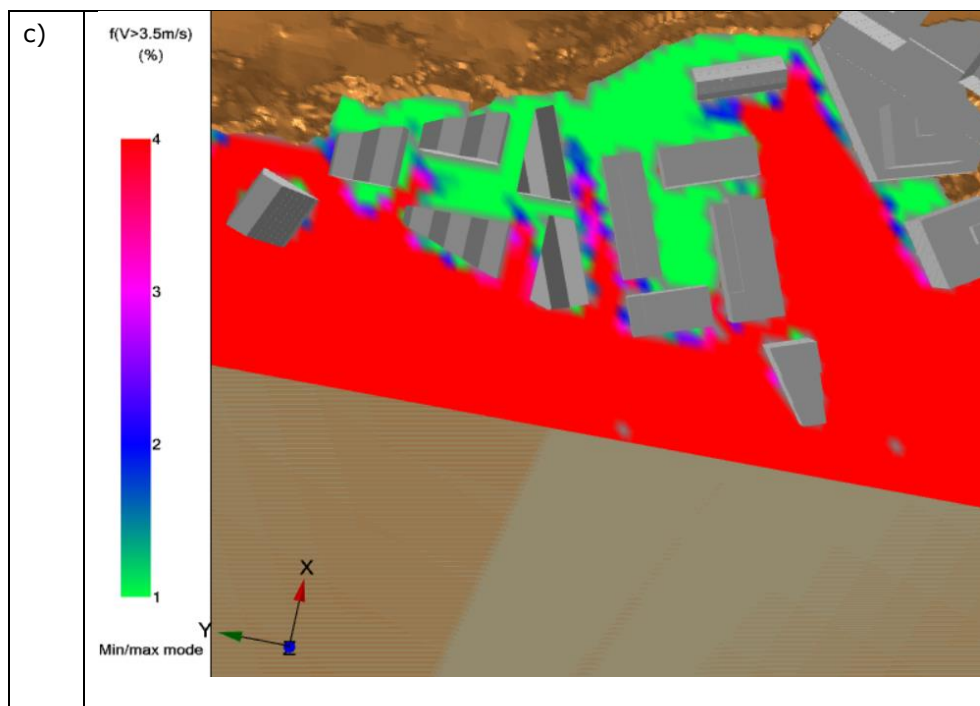




Figur 4: Vindkomfort vist i forhold til kategori (i) og (iii) for a) konsept 1, b) alternativ A og c) alternativ B for området omkring strandsonen. Generert i UrbaWind.

Figur 5 a)–c) viser vindkomfort for bygningsvolumene omkring strandsonen for de tre bygge-scenarioene i forhold til kategori (ii) beskrevet over. Dette komfortkriteriet for utearealer for sittegrupper er noe strengere enn de øvrige og vurderes til å være relevant for strandsonen der det er forventet at folk skal oppholde over lengre perioder på sommeren. Komfortkriteriet er oppfylt for store deler av områdene mellom bygningsmassene, mens overskridelser, markert i rød farge, oppstår i strandsonen og utearealet videre innover mot øst, samt omkring bygget i nord, i vest ved strandsonen og i flere korridorer mellom bygningene. Det er ingen store distinkte forskjeller mellom de tre bygge-scenarioene i vurderingen av dette komfortkriteriet.



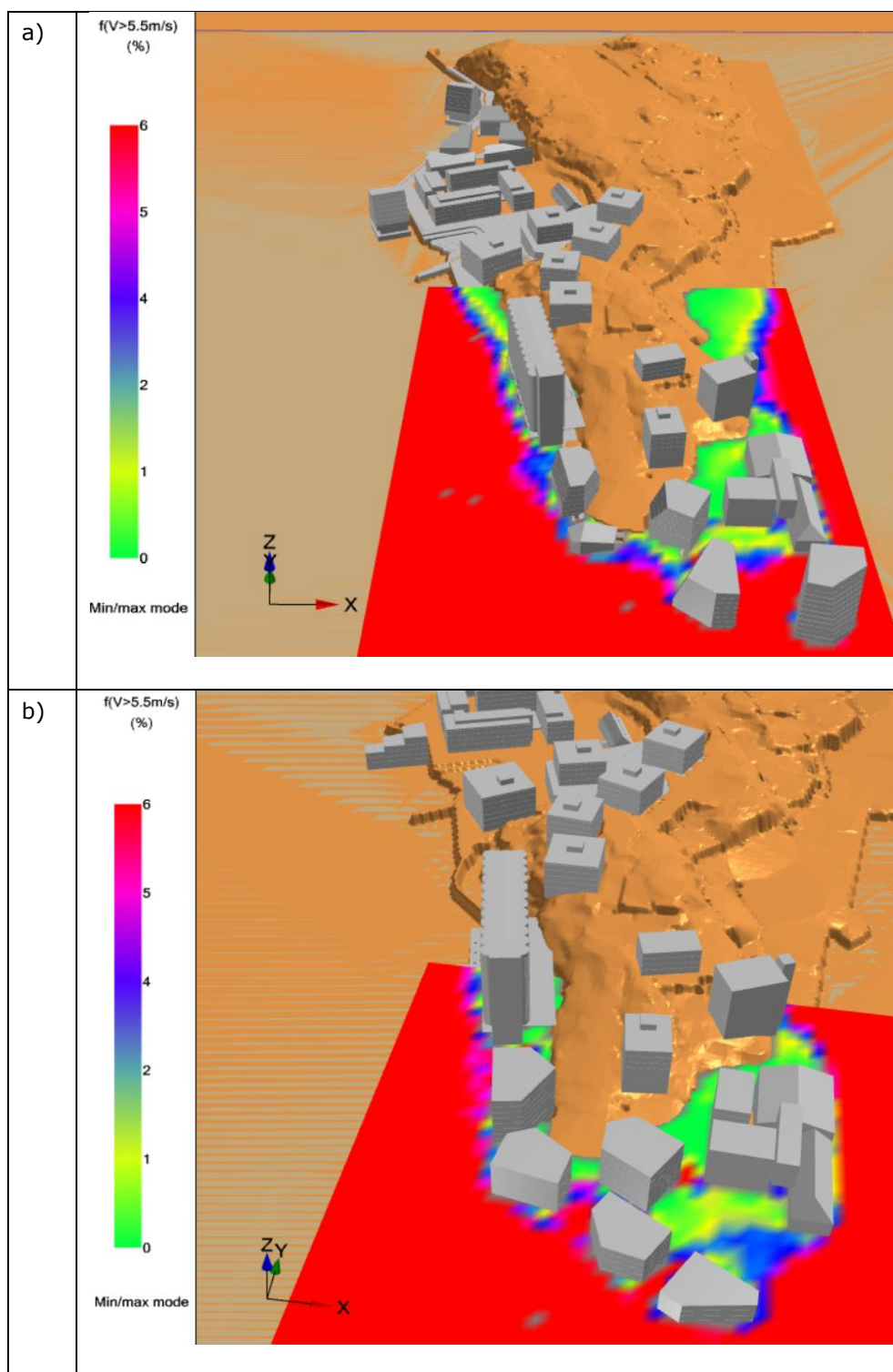


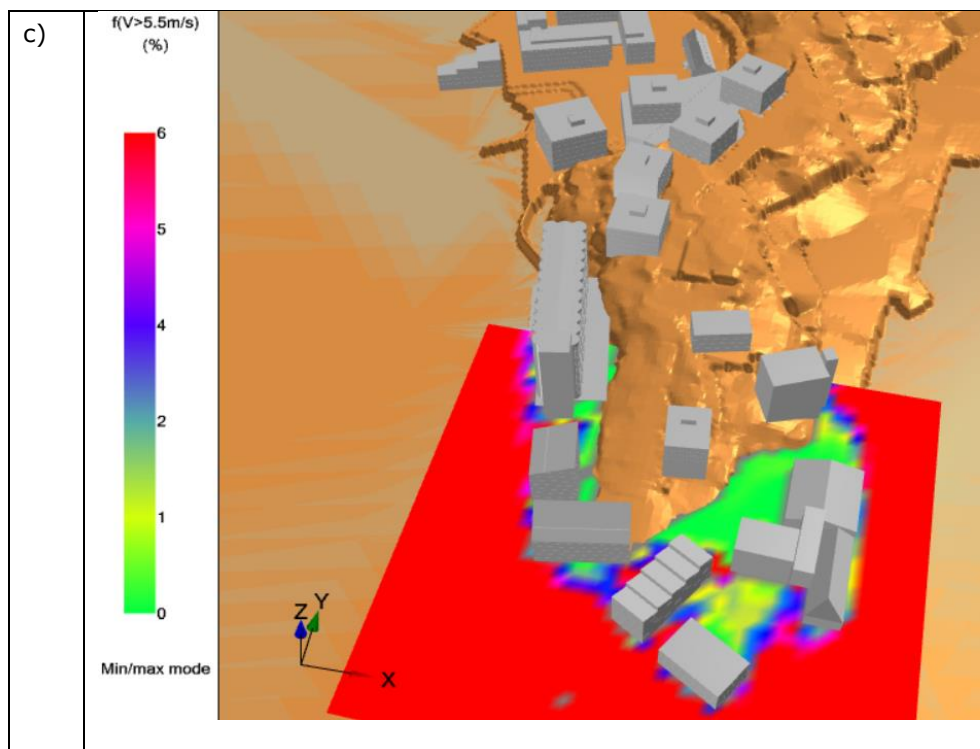
Figur 5: Vindkomfort vist i forhold til kategori (ii) for a) konsept 1, b) alternativ A og c) alternativ B for området omkring strandsonen. Generert i UrbaWind.

Figur 6 a)–c) viser vindkomfort for bygningsvolumene på den sørligste delen av planområdet i forhold til kategori (i) og (iii) beskrevet over.

Komfortkriteriet for inngangspartier for bygninger og fotgjengerområder for stående er stort sett oppfylt mellom bygningene og komforten bedres lenger inn på planområdet. Overskridelser oppstår spesielt omkring det sørligste bygget i konsept 1 og i enkelte korridorer mellom bygningene. Førstnevnte overskridelse er mest fremtredende for konsept 1. I alternativ A og B er det høye bygget erstattet av tre lavere bygg lengst i sør og mot nordvest. Dette fører til bedre vindkomfort lengst i sør, men noen korridoreffekter fører til enkelte overskridelser mellom byggene. Alternativ A synes å ha best vindkomfort av de tre byggescenarioene, da spesielt i de sørligste delene av planområdet.

Komfortkriteriet for utearealer for sittegrupper, grense mellom tålelig og uakseptabelt er oppfylt på tilsvarende områder som beskrevet over (se grønne områder i Figur 6), men overskridelsene strekker seg lengre inn mot nord.



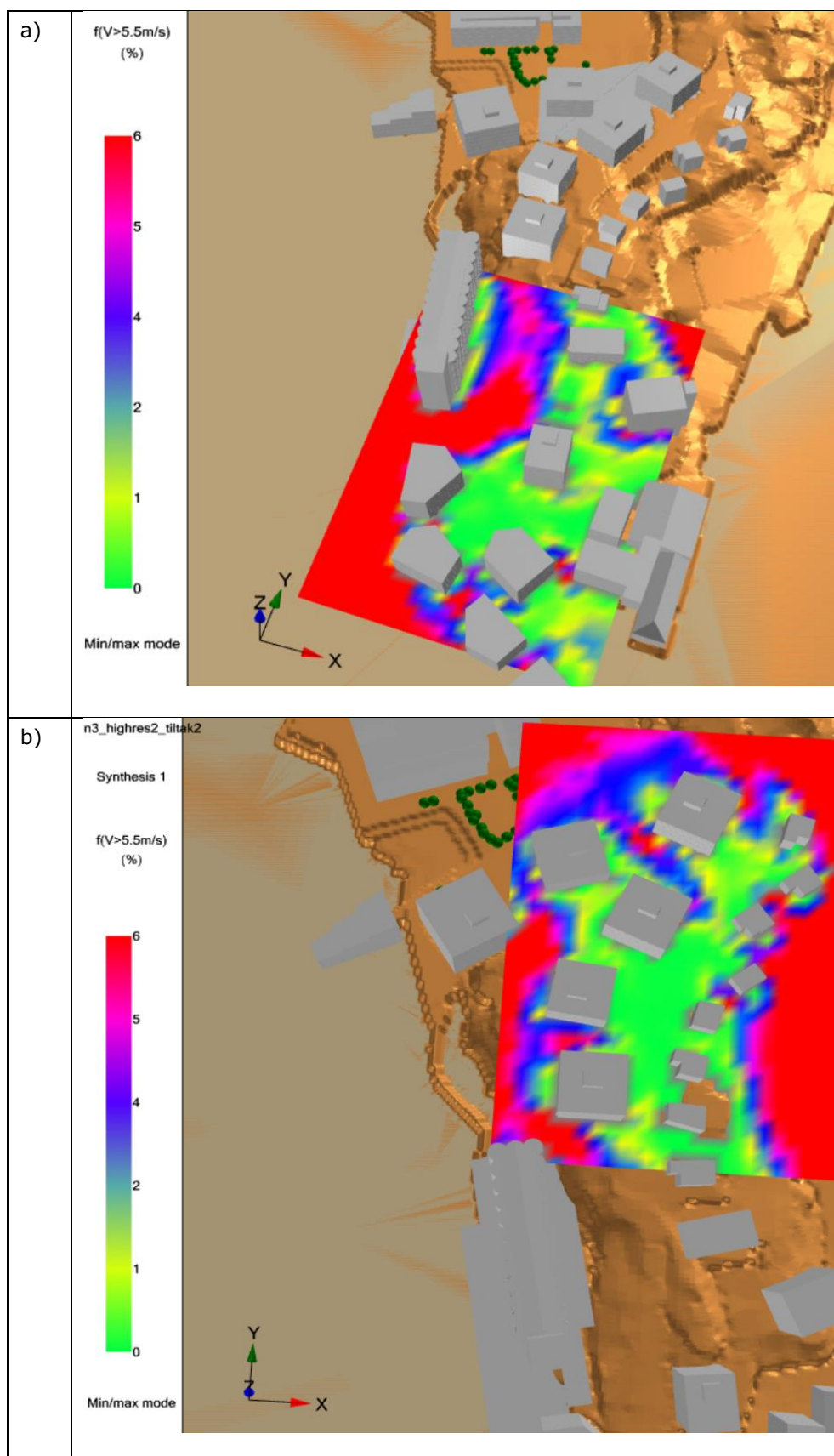


Figur 6: Vindkomfort vist i forhold til kategori (i) og (iii) for a) konsept 1, b) alternativ A og c) alternativ B for den sørlige delen av planområdet. Generert i UrbaWind.

Figur 7 a)–b) viser vindkomfort for bygningsvolumene øst for siloen og på kollen i forhold til kategori (i) og (iii) beskrevet over. Resultater vises kun for alternativ A, da resultatene er tilsvarende for konsept 1 og alternativ B.

Komfortkriteriet for inngangspartier for bygninger og fotgjengerområder for stående er stort sett oppfylt blant bygningsmassene på de studerte flatene med unntak av området sør for siloen og videre nordover bak siloen. Enkelte overskridelser forekommer også mellom enkelte av bygningene på grunn av korridoreffekter.

Komfortkriteriet for utearealer for sittegrupper, grense mellom tålelig og uakseptabelt er oppfylt mange steder inne blant bygningsmassen (se grønne områder i Figur 7), men overskridelser forekommer mellom enkelte av byggene og omkring hjørner og langs byggene på grunn av en lokal vindøkning her.

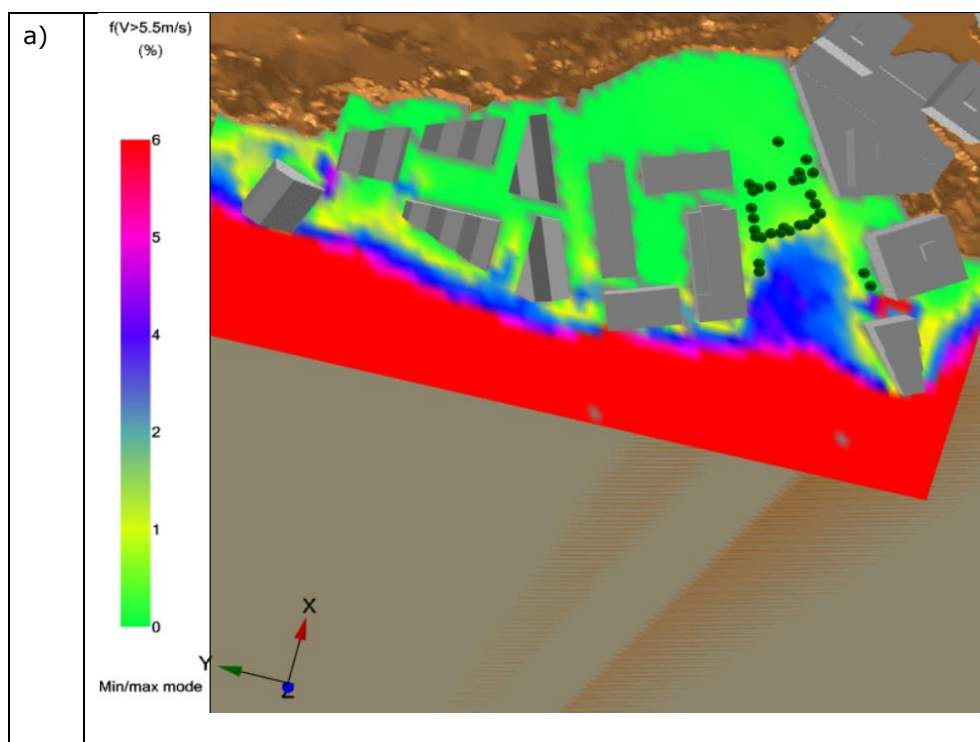


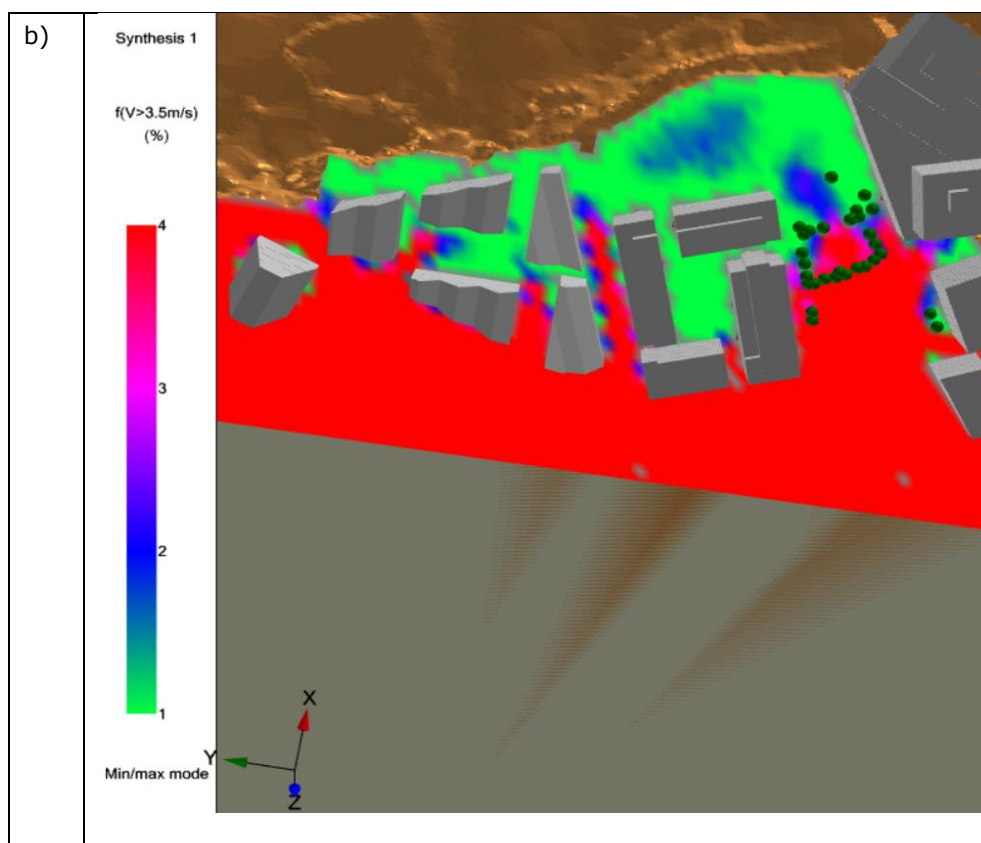
Figur 7: Vindkomfort vist i forhold til kategori (i) og (iii) for alternativ A for a) området øst for siloen og b) på kollen. Generert i UrbaWind.

4.2 Vindkomfort inkludert vegetasjon ved strandsonen

Figur 8 viser vindkomfort for bygningsvolumene omkring strandsonen for de tre bygge-scenariene i forhold til kategori (i) og (iii) (Figur 8 a)) og kategori (ii) (Figur 8 b)) beskrevet over. Det er lagt inn vegetasjon i form av busker og lave trær på området omkring strandsonen for å øke vindkomforten. I tillegg er bygget i vest plassert sør for stranden. Vindkomforten som følge av disse tiltakene sammenlignes med situasjonen uten tiltak (se Figur 4 b) eller c)).

Generelt bedres komforten som følge av vegetasjonen. Komfortkriteriet for utearealer for sittegrupper, grense mellom tålelig og uakseptabelt er nå oppfylt på et større område øst for stranden enn for situasjonen uten tiltak (se Figur 8 a) og Figur 4 b) eller c)). Det strengere komfortkriteriet for utearealer for sittegrupper (kategori (ii)) er fortsatt overskredet på stranden (se rød markering i Figur 8 b)), men vegetasjonen fører til at kriteriet overholdes noe lenger ut mot vest enn i situasjonen uten vegetasjon (Figur 5 b) eller c)).





Figur 8: Vindkomfort vist i forhold til a) kategori (i) og (iii), og b) kategori (ii) for området omkring strandsonen. Vegetasjon i form av små busker og trær er lagt inn i vindmodellen og vises her som grønne sirkler øst for strandsonen. Bygget i vest er i dette tilfellet plassert sør for stranden. Generert i UrbaWind.

4.3 Ytterligere tiltak for å øke vindkomforten for planlagt bygningsmasse på Hegreneset

Vindsimuleringene har vist at vegetasjon i form av lave busker og trær bidrar til bedre vindkomfort i området øst for strandsonen. I tillegg viser vindsimuleringene at lavere bygningshøyde på de mest vindutsatte byggene i sør i større grad demper vinden før den treffer høyere fasader i bakkant. Dette er ivare tatt i alternativ A og B.

Under presenteres noen ytterligere tiltak som kan bidra til å øke vindkomforten for enkelte aktiviteter.

- > Det planlagte badeanlegget i den sørligste delen av planområdet er svært vindutsatt og det anbefales høyt fokus på vindskjerming ved bruk av høye vegger/skjermer omkring anlegget.
- > Inngangspartier til bygninger anbefales så langt det er mulig å lokaliseres på le-siden av byggene. For byggene helt i sør, vest og nord bør inngangspartier lokaliseres på le-siden av byggene, det vil si henholdsvis på nordsiden, østsiden og sørsiden av byggene.

- > Sittegrupper og gangveier anbefales så langt det er mulig å lokaliseres lengst mulig vekk fra bygningshjørner og korridorer hvor vindforsterkninger kan forekomme.

5 Forutsetninger og usikkerheter

Følgende forutsetninger og usikkerheter ligger til grunn i vurderingen av vindkomfort på Hegreneset:

- > Det er ikke lagt inn en flate under de planlagte byggene i den sørligste delen av planområdet. Det er dermed noe usikkerheter i den beregnede vindkomforten i dette området. De relative forskjellene mellom de vurderte byggescenarioene vurderes likevel ivaretatt.
- > Det er brukt vinddata fra Flesland, lokalisert ca. 14.6 km sør-sørvest for planområdet, for perioden 2015–2020, da disse dataene ble vurdert til å være mest representative for planområdet. Faktiske lokale vindforhold på bakkenivå kan likevel avvike noe fra dette.

6 Referanser

COWI. (2021). *Hegreneset flom bølger ekstremvann. Teknisk notat*. COWI AS på oppdrag fra ABO Plan & Arkitektur AS; RAP001 Hegreneset Flom Bølger Ekstremvann COWI_2021_10-01.pdf.

Lawson. (2001). *Building Aerodynamics*. Imperial College Press.

Meteodyn. (u.d.). User Manual UrbaWind. METEODYN, www.meteodyn.com.

Seklima. (u.d.). *Seklima*. Hentet fra Observasjoner og værstatistikk: <https://seklime.met.no/observations/>