

---

RAPPORT

---

Mosvold Park – Vard3n – vindanalyse

Kunde: Mosvold Park

Prosjekt: Mosvold Park – Vard3n

Prosjektnummer: 10225826

Dokumentnummer:

Rev.:

1

### Sammendrag:

Det er utført vindanalyse av planforslag for prosjektet Mosvold Park – Vard3n, for 10 års vindstatistikk og inkludert omkringliggende bebyggelse. Vindbelastningen er vurdert etter Lawson LDDC vindkomfort og vindsikkerhet.

Det er utført vindanalyse for dagens situasjon og ved nybygget Vard3n. Det oppstår en moderat økning i vindbelastning på bakkenivå sammenlignet med dagens situasjon, men mindre enn det man typisk ser ved oppføring av høye bygg. Byggets irregulære form (ingen sammenhengende slette fasader) gjør at mindre vind vil trekkes ned på bakkenivå.

I sum er vindbelastningen på indre områder mellom gammel og nytt bygg i Lawson-kategori A til C, egnet til sittende aktiviteter, mens terrasser er noe mer utsatte, spesielt de høyereliggende og lengst nordlige delene av disse.

### Rapporteringsstatus:

- Endelig
- Oversendelse for kommentar
- Utkast

<b>Utarbeidet av:</b> Kjetil Birkeland Moe	<b>Sign.:</b>
<b>Kontrollert av:</b> Øyvind Vik Nygard	<b>Sign.:</b>
<b>Prosjektleder:</b> Per Husebø	<b>Prosjekteier:</b>

### Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
1	08.06.2022	Revidert bygghøyde	KBM	OVN
0	27.01.2022	Første utgave	KBM	OVN

## Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn .....	4
2	Situasjonsbeskrivelse .....	4
3	Lokale vindforhold.....	6
4	Metode.....	7
4.1	Vurdering av lokalklima og vindkomfort .....	9
4.2	Grad av skjerming .....	9
5	Resultater .....	10
5.1	Fremherskende vindretninger .....	13
5.1.1	Nordøstlig vindretning .....	13
5.1.2	Sørvestlig vindretning.....	15
6	Konklusjoner .....	17

# 1 Bakgrunn

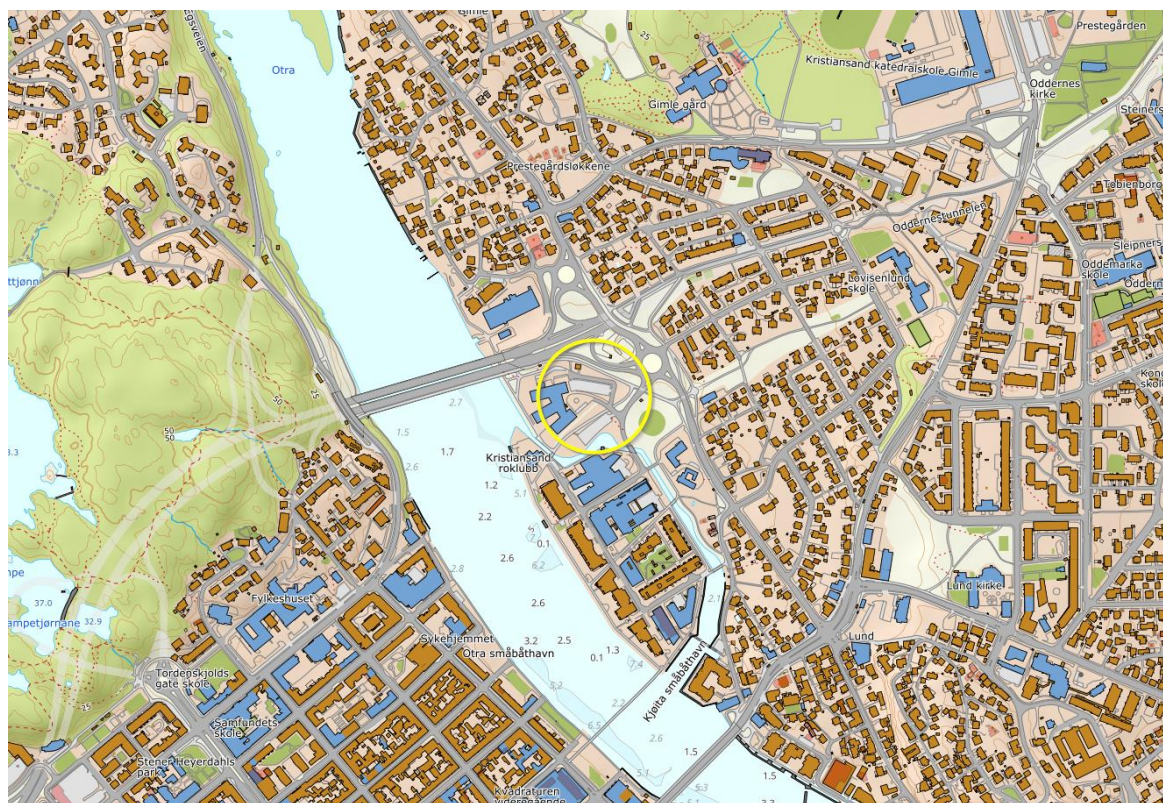
Sweco har blitt forespurt å gjennomføre en vindanalyse i forbindelse med planarbeid for prosjektet Vard3n i Kristiansand.

Analysen har som mål å belyse dagens situasjon, vurdere anvendeligheten av utendørsområdene, og avdekke potensielt vindutsatte områder.

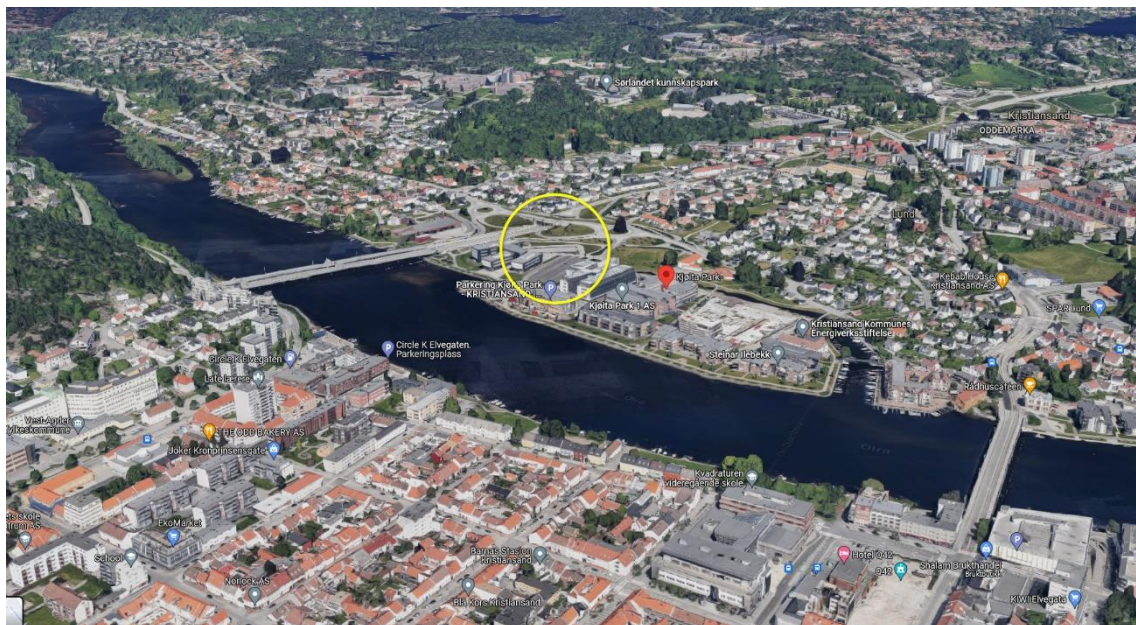
# 2 Situasjonsbeskrivelse

Vard3n ligger på Kjøita rett øst for elven Otra, ved E18 tvers ovenfor Kristiansands brannstasjon. Området preges av næringsbebyggelse rett sør, og boligbebyggelse på alle kanter på denne siden av Otra, utenom vest.

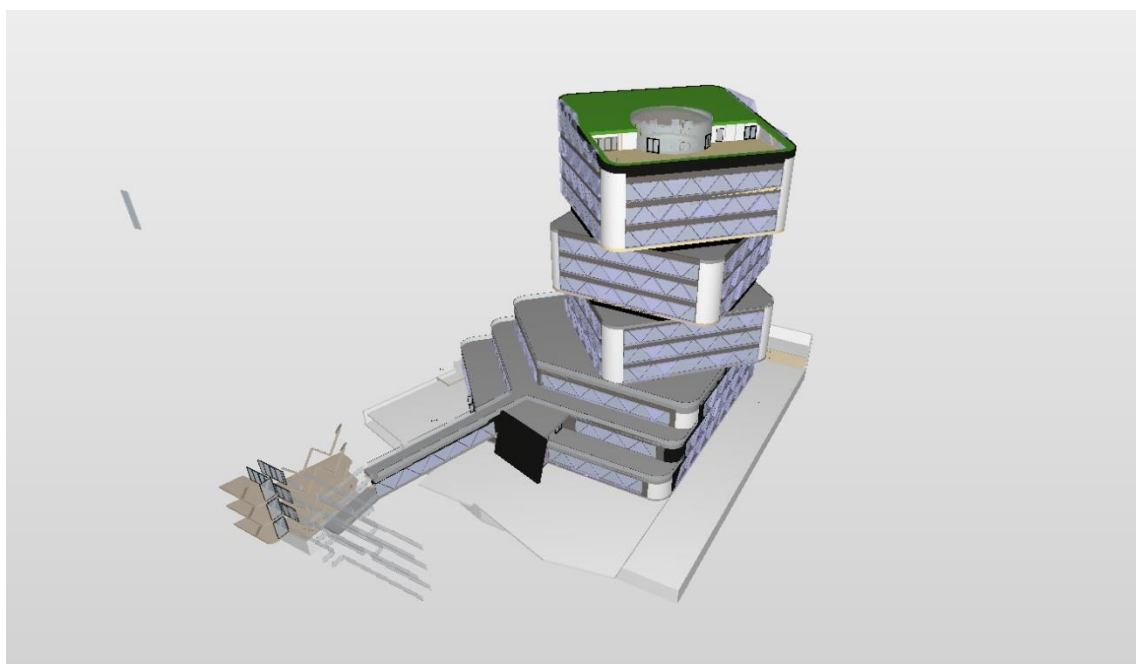
Terrenget er jevnt og ligger som et laveste punkt her på Kjøita, mens det stiger lett mot nord og øst mot universitetsområdet og Prestheia, samt dels i sørøst (Hamreheia). Mot vest over Otra, ligger heiterreng, som Krogen og Baneheia.



Figur 1: Kartutsnitt av Vard3n og Kjøita, innringet. Lokale holdepunkter er Oddernesbroen på E18, Gimle gård øverst midt i bildet, og deler av Kvadraturen i Kristiansand sentrum nederst til venstre i bildet.



Figur 2: Vard3n, sett fra sør. Fra Google Maps.

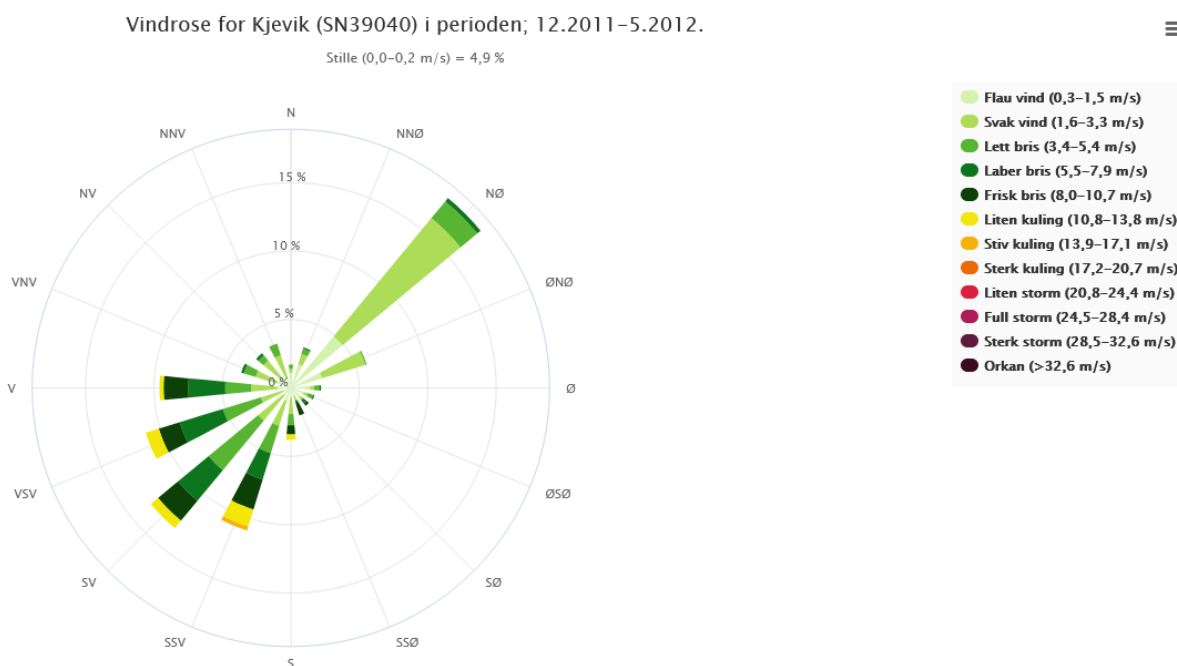


Figur 3: 3D-modell av planforslaget.

### 3 Lokale vindforhold

Som grunnlag for vindanalysen er det benyttet vindmålinger fra Kristiansand lufthavn, Kjevik, som er nærmeste målestasjon. Denne ligger 6,5 km unna Kjøita, og regnes som representativ også for Kristiansand.

Vindstatistikken, presentert ved vindrosen i Figur 4 under, sier noe om både hvilken retning vinden kommer fra, i tillegg til vindstyrke. Det fremkommer at sørvestlig og nordøstlig vindretning er fremherskende gjennom året, hvorav den nordøstlige er den mest hyppige. Den nordøstlige er også mest vanlig på sommerhalvåret (ikke vist her).



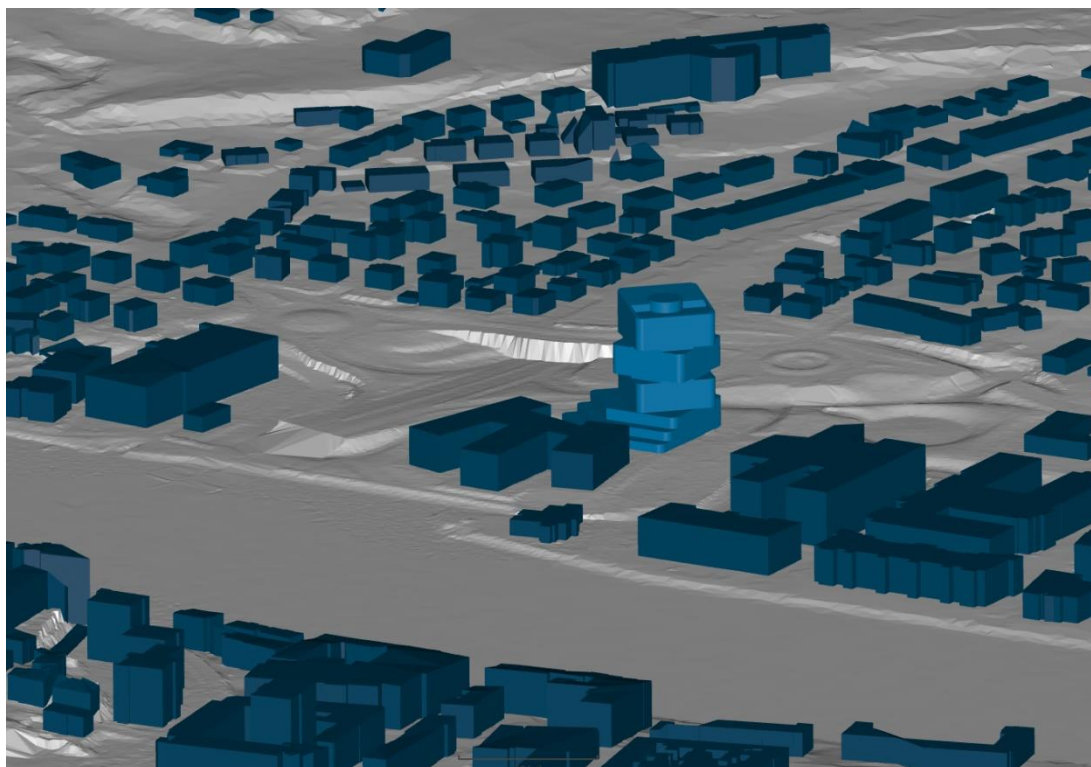
Figur 4: vindrose for Kjevik, ti år.

## 4 Metode

Vindanalysen er utført som en CFD<sup>1</sup>-simulering fra 8 ulike vindretninger. Som nevnt i kapittel 3 er vindobservasjoner over en 10-årsperiode lagt til grunn, og hyppigheten av ulike vindstyrke og retning fordeler seg som vist i vindrosen i Figur 4.

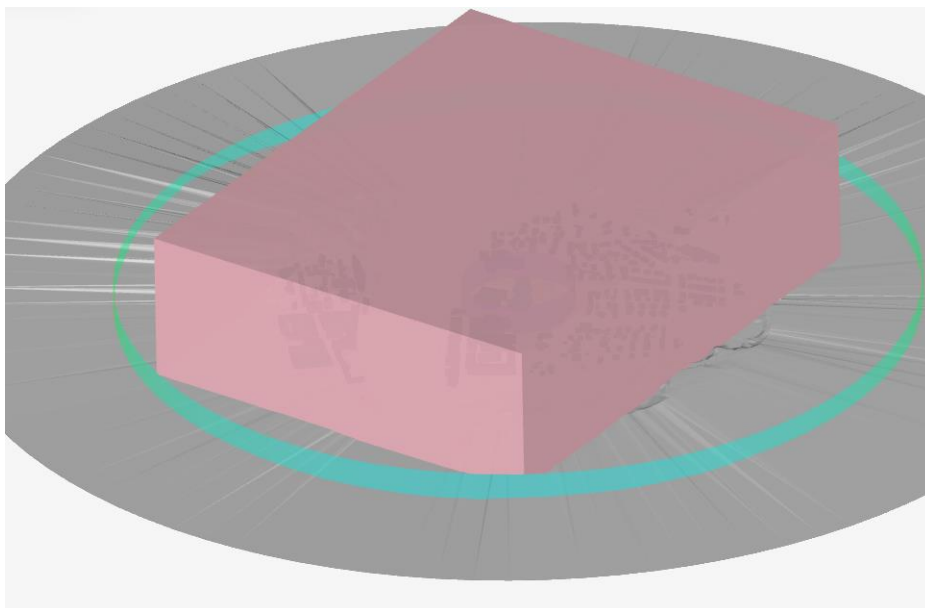
Vindanalysen utføres i simuleringverktøyet Simscale. Det brukes en 3D-modell av all nærliggende bebyggelse, og i særstilling de som ligger opp- eller nedstrøms av fremherskende vindretninger. 3D-modellen av omkringliggende bebyggelse, samt terreng/topografi er hentet fra tilgjengelig .sosi-fil og Høydedata. Selve bygget for Vard3n er modellert på nytt for å sikre rett detaljnivå og at ytre flater er tette.

For å beregne faktiske vindhastigheter er det ikke tilstrekkelig å kun ha en modell av byggene – det må skapes et volum hvor luften kan bevege seg og beregnes. I disse vindsimuleringene benyttes det en «digital vindtunnel», vist i Figur 6. Denne vindtunnelen er relativ til den faktiske vindretningen som til enhver tid undersøkes, og vil altså roteres for hver av de 8 individuelle retningene slik at vind entrer på én kortsida, strømmer gjennom området som er av interesse, og videre ut på bakre kortsida. Vindtunnelen har et tverrsnitt på omtrent 700m x 270m, og er 1000m lang. Dette sikrer at bygninger og terreng ikke skaper en unaturlig innsnevring i vindtunneltverrsnittet, hvilket ville skapt en kunstig forhøyet vindhastighet lokalt (tilsvarende venturiprinsippet) og derav en økt resultatutsikkerhet.



Figur 5: 3D-modell brukt i vindsimulering. Terreng og bebyggelse er inkludert i en radius på omtrent 500m fra dette.

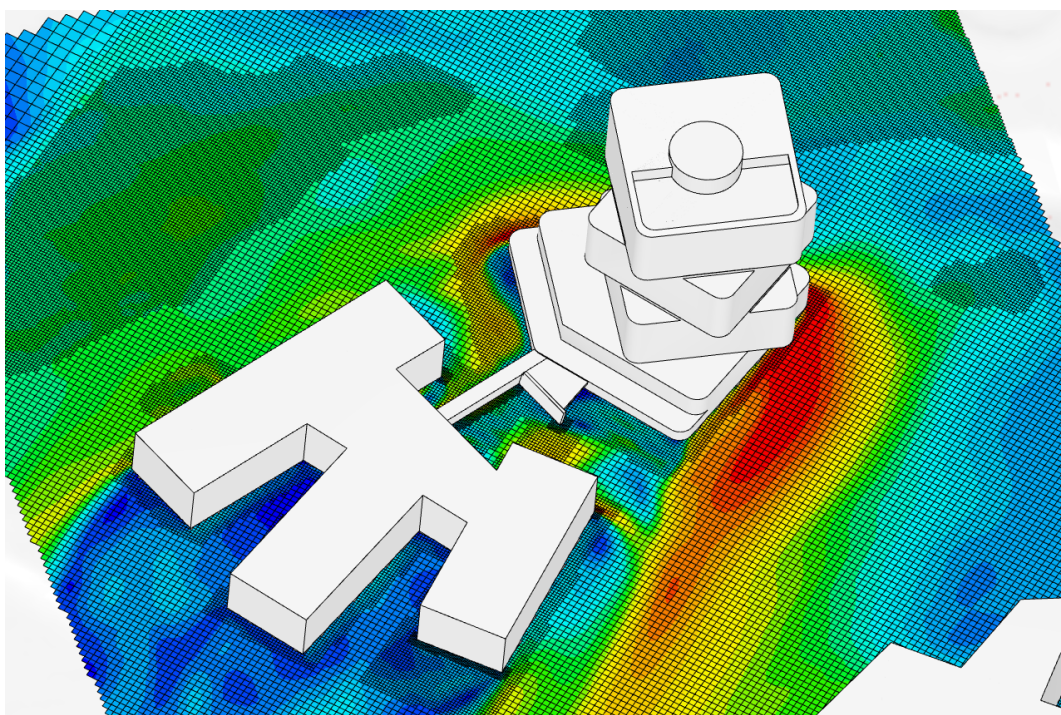
<sup>1</sup> Computational Fluid Dynamics



Figur 6: Vindtunnel for én av vindretningene, dette for rett nordlig vindretning. Modell av bebyggelsen kan skimtes gjennom boksen som utgjør vindtunnelen.

I en CFD-simulering som dette blir selve luftvolumet delt inn i små celler, kalt et *mesh*, og er illustrert i Figur 7 under. Hver celle får beregnet egne verdier for blant annet vindhastighet, -retning og turbulens. Simuleringen kjøres som en transient simulering, og får dermed med seg ustabiliteter og kast i vinden som forårsakes av terrenget og bygningsvolumene. Midlede resultater lagres over den siste 20% av simuleringstiden for hver vindretning.

Resultatene fra alle disse vindretningene brukes sammen med den observerte fordelingen av vindretning og -hastighet til å beregne de statistiske Lawson-plottene, beskrevet i neste avsnitt.



Figur 7: eksempel på mesh. Det blir en finere inndeling i nærheten av fysiske overflater.



## 4.1 Vurdering av lokalklima og vindkomfort

De mest representative resultatene fra vindanalysen og lokalklima vil være de som baseres på lokal vindstatistikk gjennom året. Her brukes gjerne begrepene «vindkomfort» og «sikkerhetsklasse», og baserer seg på en vindkomfortskala definert av Lawson. Vindkomfort er en inndeling av vindhastigheter og maksimal tillatt hyppighet for overskriding (her <5%) for ulike utendørsaktiviteter (sitte, gå, m.m.), henholdsvis kategori A-E:

A	2.5 m/s	< 5%	Frequent Sitting
B	4 m/s	< 5%	Occasional Sitting
C	6 m/s	< 5%	Standing
D	8 m/s	< 5%	Walking
E	8 m/s	> 5%	Uncomfortable
S	15 m/s	> 0.022%	Unsafe

Figur 8: Lawson LDDC vindkomfortkriterier.

Vindresultater illustrert med Lawson-skala er altså en sum av vindbelastningen for alle vindretninger og -hastigheter. For Vard3n er dette vist i resultatdelen i kapittel 5. Fordelen med denne presentasjonsmåten er at dette vil kunne avdekke potensielle områder som er vindutsatte, fra flere ulike vindretninger. Men man vil ikke like lett kunne fange opp nøyaktig *hvilken* vindretning som er mest uheldig og spisse eventuelle avbøtende tiltak – dette krever en gjennomgang av de underliggende resultatene fra de ulike vindretningene.

## 4.2 Grad av skjerming

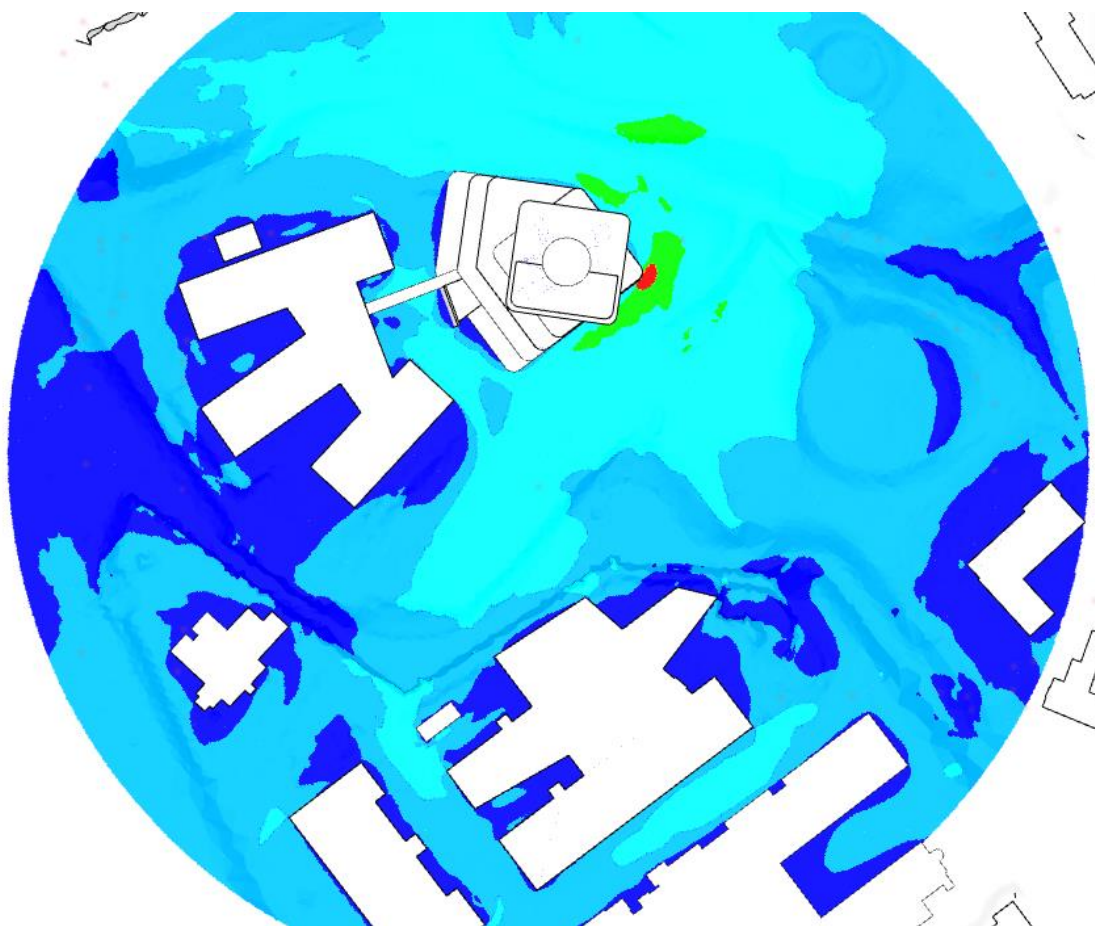
For å se på konsekvens fra enkeltstående vindretninger henvises til *grad av skjerming* fremfor absolutte vindhastigheter. Skjerming er her altså en betegnelse for i hvilken grad (ytre/)uhindret vind blir redusert (skjermet), og angis i prosent (Se Figur 12 og Figur 14). Eksempelvis vil ytre vind angitt som *frisk bris*, også oppleves som frisk bris på områder som er røde (0% skjerming) i en slik skjermingsvisning. Områder med grønn farge, tilsvarende 50% skjerming, vil da til sammenligning oppleves som *lett bris*.

## 5 Resultater

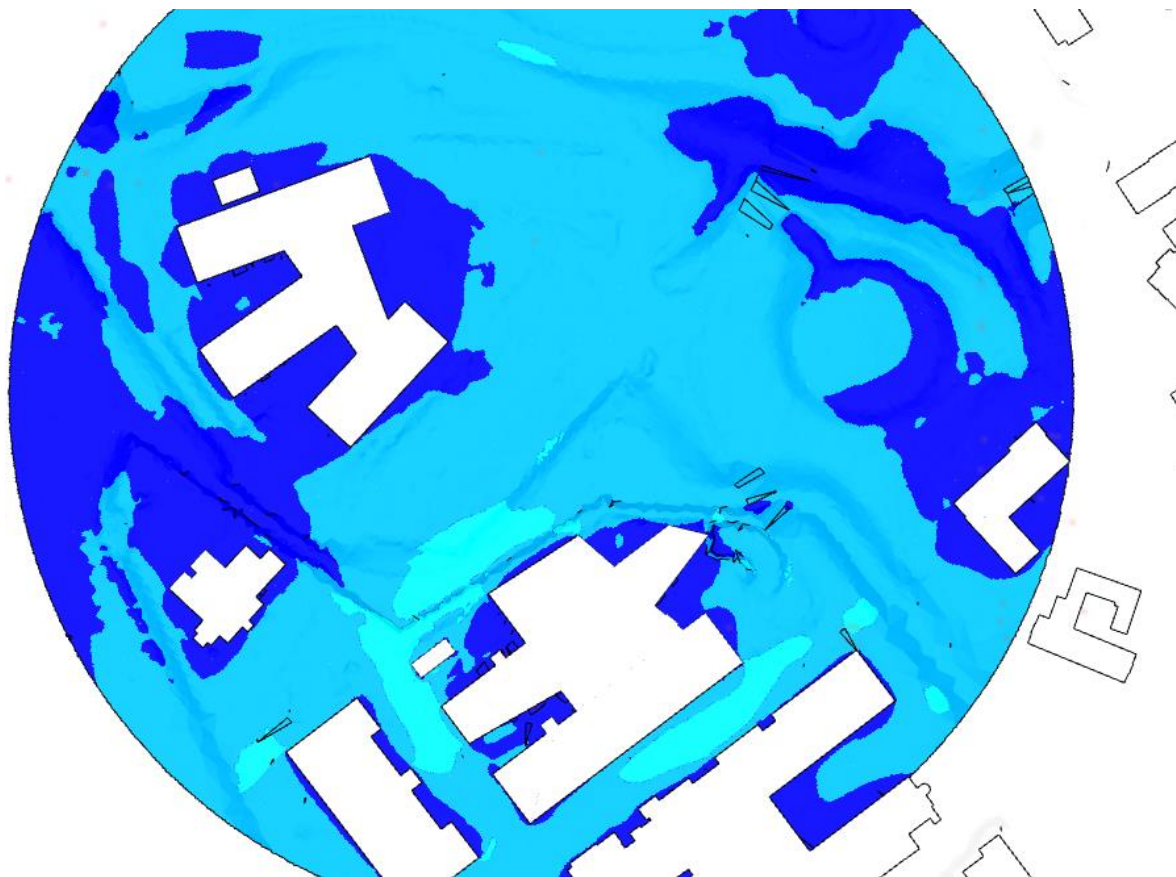
Her vises først forskjellen i vindbelastning for dagens situasjon, og ved oppføring av planlagt nybygg. Vindsimuleringene er utført likt, og er dermed innbyrdes sammenlignbare.

Disse resultatene vises i Figur 9 og Figur 10, og er de som på en objektiv måte best belyser faktisk vindbelastning for dagens situasjon og planlagt fremtidig situasjon. Lawson-plott inneholder altså vindbelastning vektet etter vindretningshyppighet, og gjenspeiler dermed de faktiske vindforhold. Et øyeblikksbilde av kun vindhastigheter fra én bestemt vindretning vil ikke være sammenlignbart på samme måte.

Resultatene viser at det i umiddelbar nærhet til Vard3n vil være en noe økt vind, her ser vi at Lawson-kategori C og D blir mest vanlig, mens B og C er mest vanlig i dag. Dette er som forventet, men samtidig regnet som en moderat økning. Den irregulære formen på Vard3n er fordelaktig, og gjør at generelt lite vind trekkes ned på bakken slik man typisk ser på høytragende bygninger med sammenhengende slette fasader.

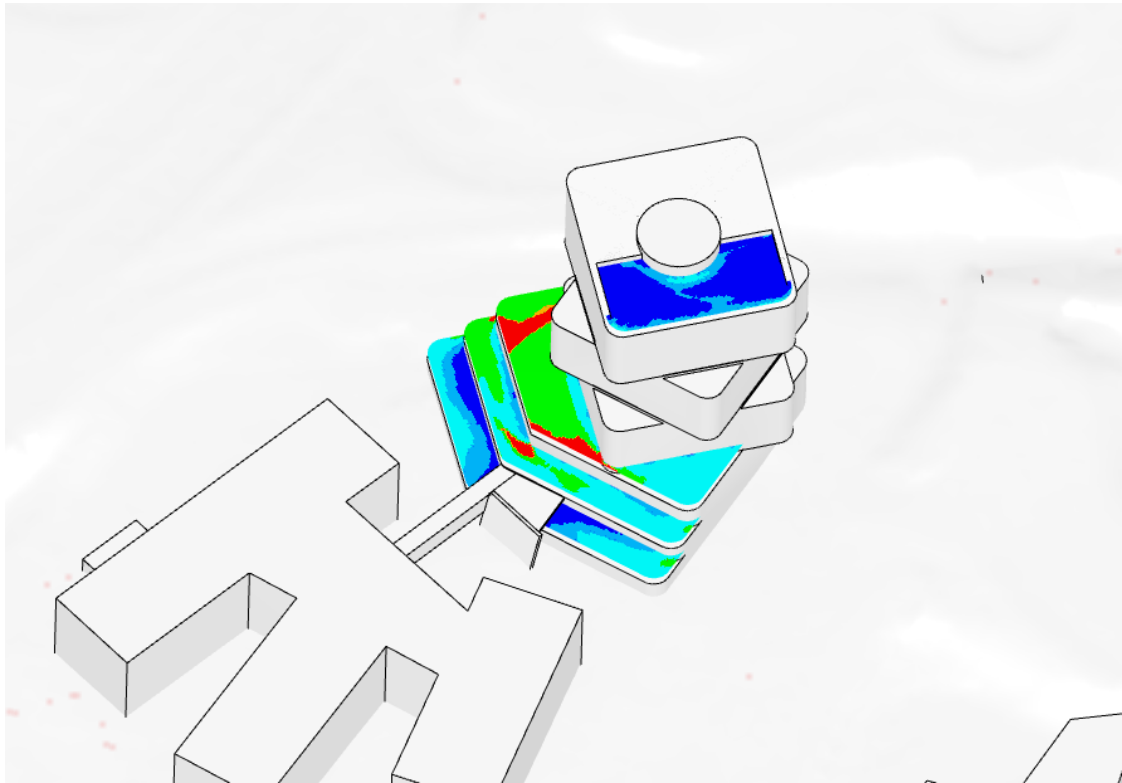


Figur 9: Lawsonplott for hele nærområdet. Nord er oppover i bildet.



Figur 10: Lawson-plott for dagens situasjon. Nord er oppover i bildet.

I Figur 11 vises vindbelastning for nedre terrasser på nybygget, samt utkikkspunkt øverst. De røde områdene antyder ikke en vedvarende fare, men heller at det kan oppstå høy vind i svært korte tidsrom, og som kan være uheldig for sårbare grupper (barn, eldre). Slike områder bør gjerne tas en ekstra vurdering på, og sikre løse gjenstander (f.eks utemøblement) eller andre ting som kan utgjøre en risiko for omgivelsene ved sterk vind.



Figur 11: vindbelastning for utvalgte terrasser.

## 5.1 Fremherskende vindretninger

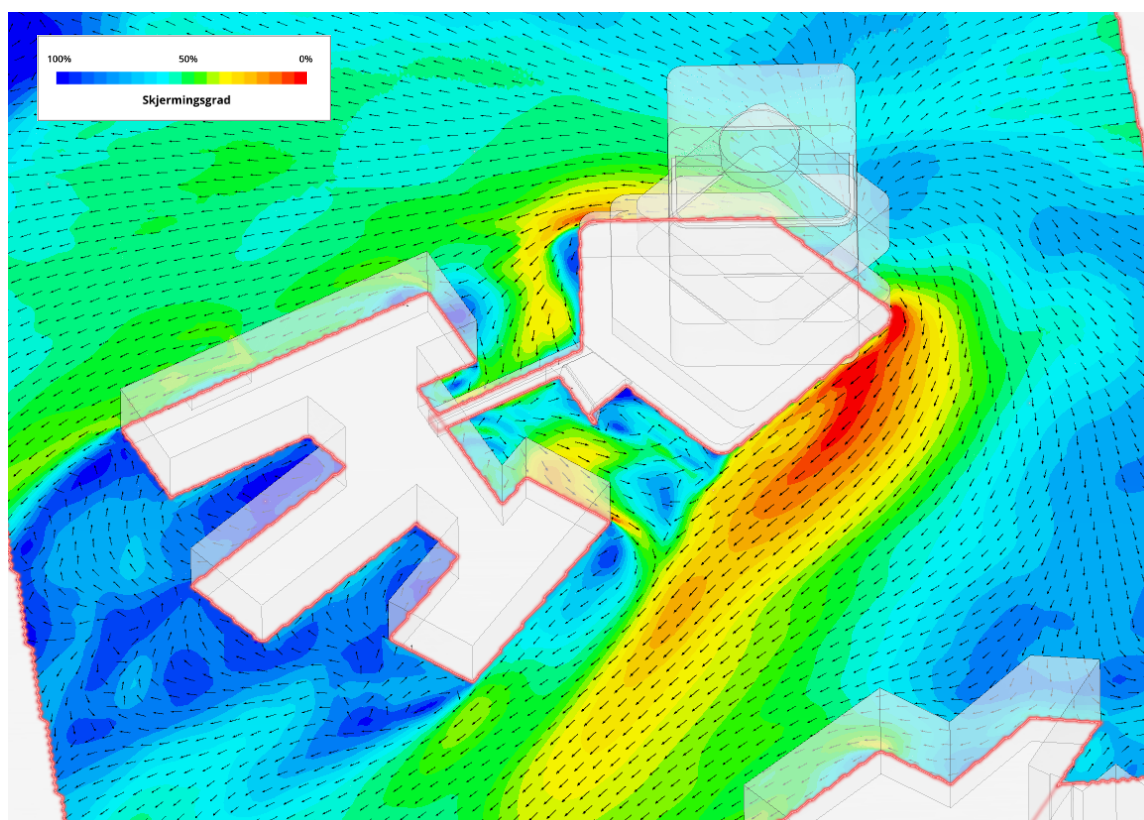
Vindrosene vist i kapittel 3 indikerer tydelig at nordøstlig og sørvestlig vindretning opptrer mest hyppig, og av disse altså nordøstlig som mest fremherskende vindretning i sommerhalvåret. Lawsonplottet i Figur 9 viser områder som er spesielt vindutsatte, og vi kan finne igjen de samme vindutsatte områdene når man går i dybden på de hyppigst fremkomne vindretningene.

### 5.1.1 Nordøstlig vindretning

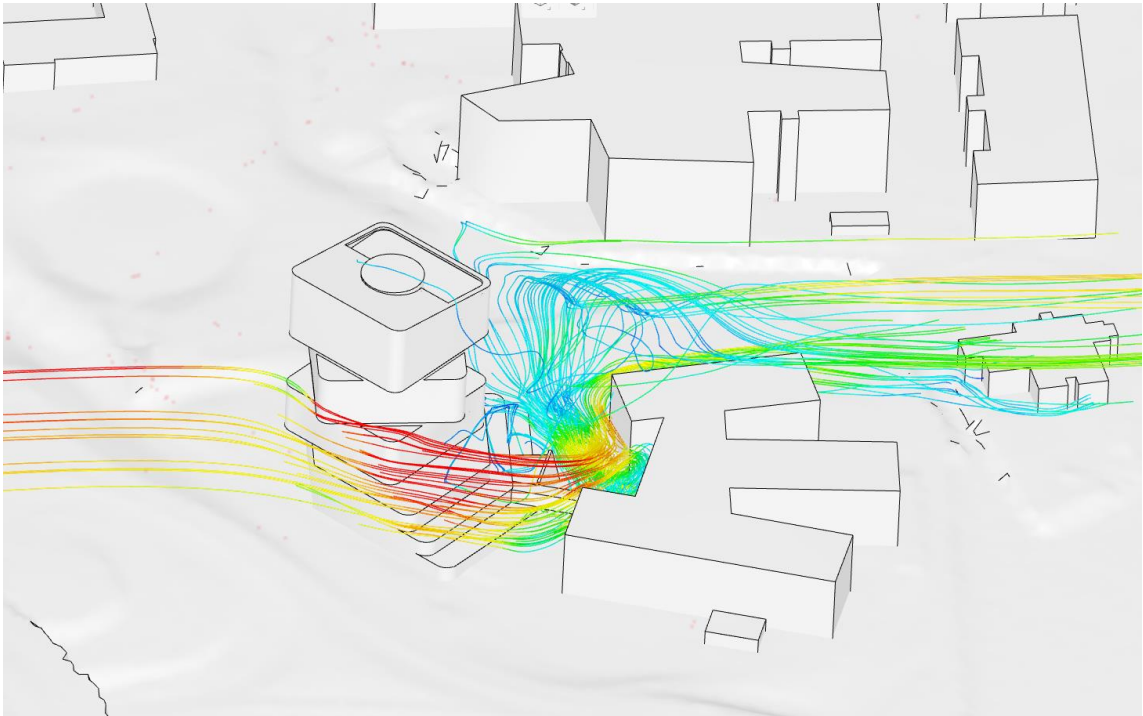
Dette er den vindretningen som påvirker mest de bakkenære områdene ved Vard3n-prosjektet. Vinden treffer altså baksiden av bygget (mot nord), men lar seg også føre dels over foten av bygningsmassen, og mot de indre områdene. Dette illustreres også i Figur 13, hvor man ser strømlinjer som går ut på nordsiden, og siden søker sørover mot det indre området mellom eksisterende og nytt bygg.

Vi ser altså at vinden på sørsiden av bygget gir grunn for at også Lawson-plott i Figur 9 også viser moderat høy vindbelastning (kategori D) i dette området.

På det indre området mellom byggene kan det vurderes ytterligere tiltak for vindskjerming, ettersom skjermingsgraden fra simuleringen er kun på omtrent 30% for visse områder. Det anbefales å se eventuelle avbøtende tiltak i sammenheng med faktisk vindretning, og bruke permeable flater fremfor tette vegger, da disse er mer effektive skjermingsmidler.



Figur 12: skjermingsgrad på bakkeplan ved vind fra nordøst. Sett på skrå mot øst.

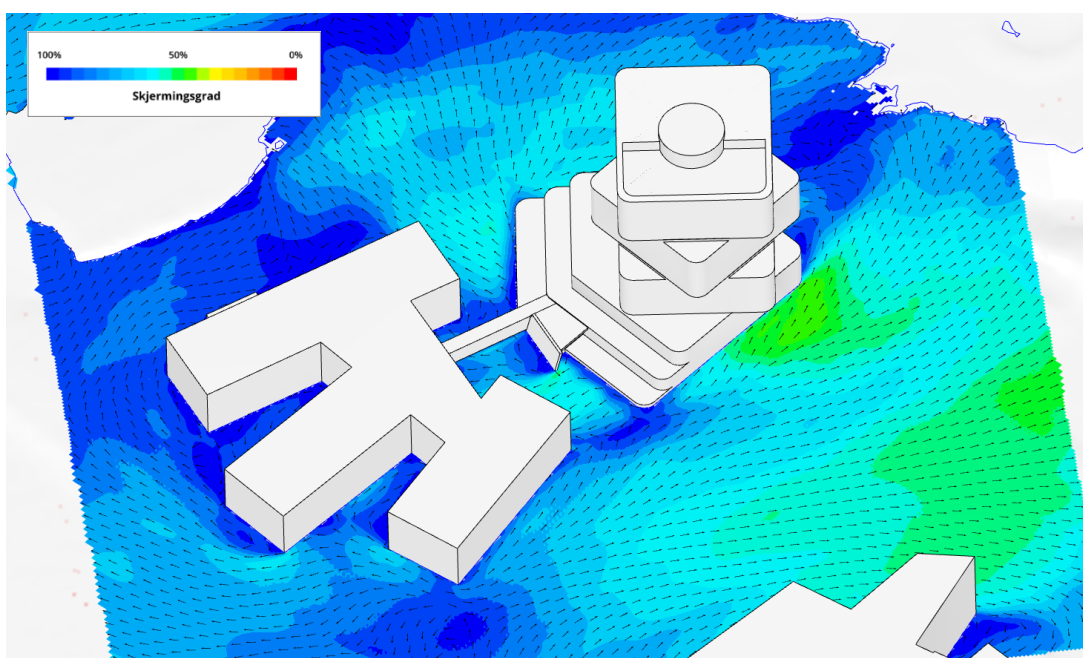


Figur 13: sporing av vind fra sørøst som passerer de mest vindbelastede områdene på bakkeplan.

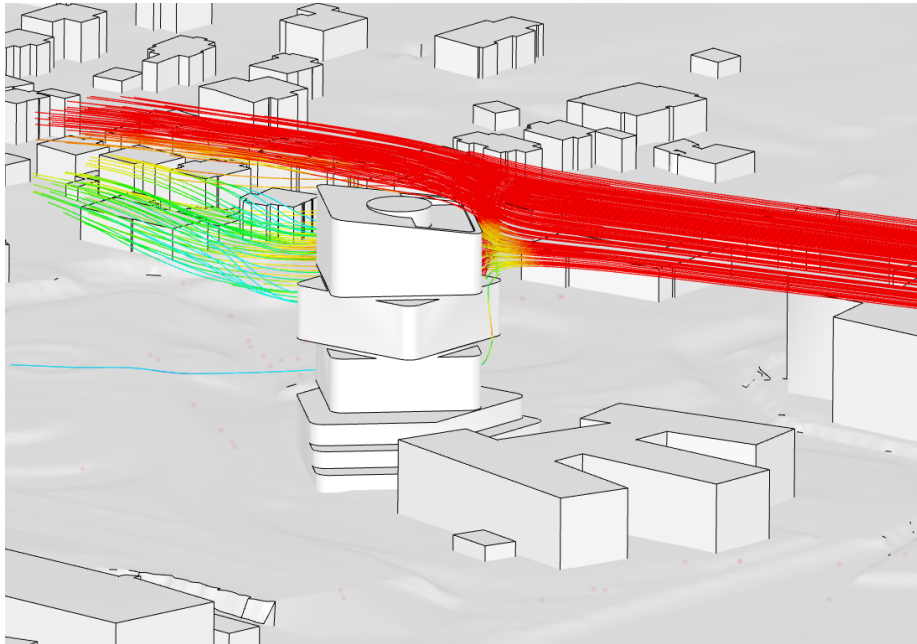
### 5.1.2 Sørvestlig vindretning

Fra sørvestlig retning er vindbelastningen på området generelt liten. Vinden treffer i hovedsak eksisterende bebyggelse på området, og går i liten grad utover vindkomfort på bakkeplan. Dette gjelder også området mellom gammel og ny bebyggelse.

I Figur 15 vises vindbelastning på topterrassen, noe som ikke synes å være et videre stort problem. Fra denne vindretningen går vinden over eller langsetter fasaden. Terrassen er godt skjermet fra nordvest.



Figur 14: skjermingsgrad ved sørvestlig vind. Omkringliggende bebyggelse later til å skjerme godt.



*Figur 15: strømmlinjer på topterrassen ved rett sørlig vind.*



## 6 Konklusjoner

Det er utført vindanalyse for dagens situasjon og ved nybygget Vard3n. Det oppstår en moderat økning i vindbelastning på bakkenivå, men mindre enn det man typisk ser ved oppføring av høye bygg. Byggets irregulære form (ingen sammenhengende slette fasader) gjør at mindre vind vil trekkes ned på bakkenivå.

I sum er vindbelastningen på indre områder mellom gammel og nytt bygg i Lawson-kategori A til C, egnet til sittende aktiviteter, mens terrasser er noe mer utsatte, spesielt de høyereliggende og lengst nordlige delene av disse.