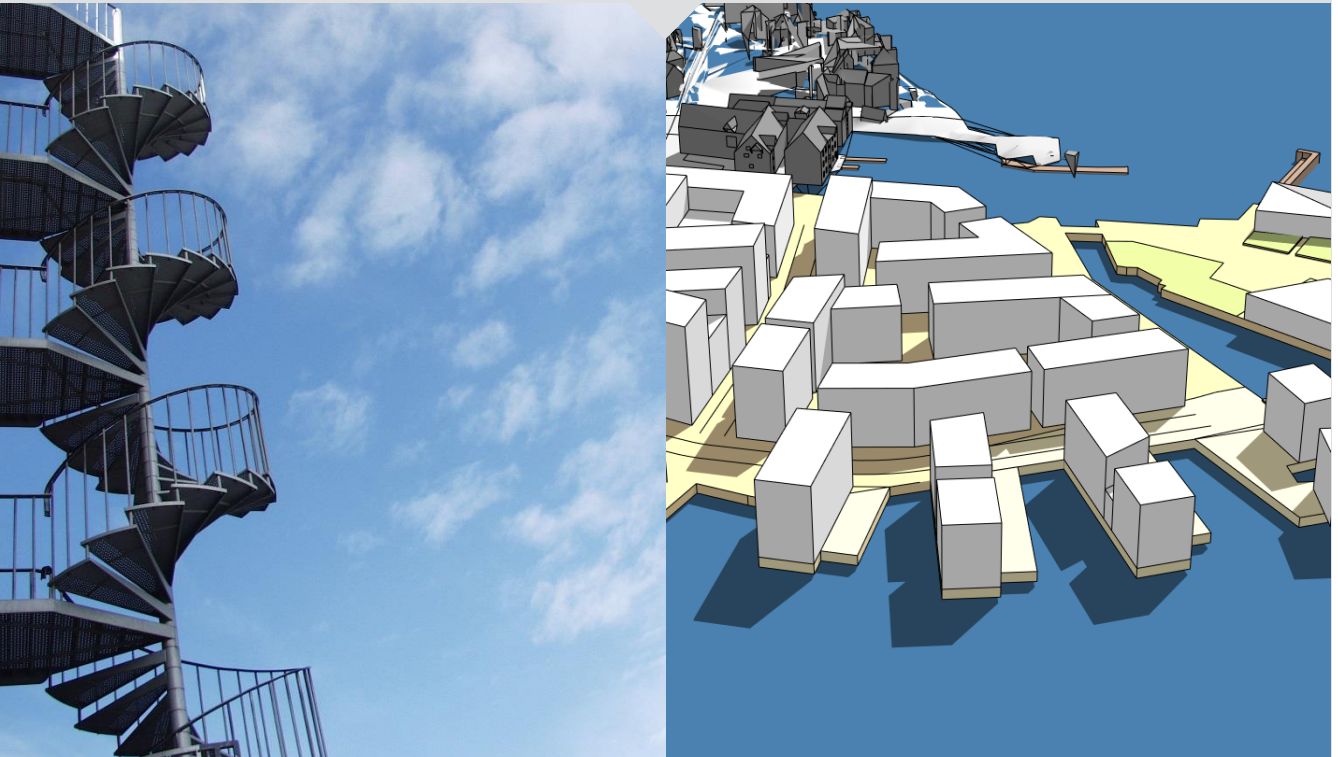


Bergen kommune  
Etat for plan og geodata

# Vurdering av vindforhold

Kristiansholm, Rosegrenden og Sandvikstorget  
Områdereguleringsplan



Oppdragsnr.: 5124522 Dokumentnr.: 01 Versjon: 01  
2016-03-07

**Oppdragsgiver:** Bergen kommune  
 Etat for plan og geodata

**Oppdragsgivers kontaktperson:** Magne Grostad

**Rådgiver:** Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika

**Oppdragsleder:** Marit Mienna

**Fagansvarlig:** Bård Venås

**Andre nøkkelpersoner:** Nick Pedersen

01	2016-03-07	Endelig rapport	Nick Pedersen	Anders Welde Vikan	Marit Mienna
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Introduksjon</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Kort om vind</b>	<b>5</b>
2.1	Vind over terreng	5
2.2	Strømningsbildet rundt bygg	5
2.3	Vindkomfort	6
<b>3</b>	<b>Beliggenhet og vindstatistikk for området</b>	<b>8</b>
3.1	Beliggenhet	8
3.2	Vindstatistikk	8
3.3	Topografi	11
<b>4</b>	<b>Vurdering av lokale vindforhold i planområdet</b>	<b>12</b>
4.1	Lokale vindretninger og hastighet for planområdet	12
4.2	Beskrivelse av planlagte bygg	14
4.3	Effekt av vind fra fremherskende vindretning sør	15
4.4	Effekt av vind fra fremherskende vindretning nordvest	16
4.5	Overordnet vurdering av vindkomfort	17
<b>5</b>	<b>Konklusjoner</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>19</b>

# 1 Introduksjon

Det planlegges nye bolig- og sentrumsfunksjoner ved Kristiansholm i Sandviken, en del av Bergen kommune i Hordaland. Analyseområdet omfatter transformasjonsområdet på Kristiansholm som inngår i områdereguleringsplan for Kristiansholm, Sandvikstorget og Rosegrenden. Det er gjort en vurdering av de lokale vindforholdene på Kristiansholm, i denne rapporten omtalt som planområdet. 3D vindsimuleringer med CFD («Computational Fluid Dynamics») er ikke utført.

Vindforholdene rundt bebyggelse er et samspill mellom lokal vindstatistikk, nærliggende terreng, kilder av vindskjerming og, ikke minst, utforming av bygningene på det aktuelle planområdet.

Bygninger kan ha stor påvirkning på vinden. Utformingen og plasseringen av bygg kan endre vindfeltet når det strømmer mot og inn i et område. Store fasader kan "dra ned" vind til gatenivå og akselerere vindfeltet rundt byggets hjørner. Lokale detaljer eller elementer på bygninger kan ha uventede effekter på strømmingen, og bygninger som står nær hverandre kan ha en interaksjon som endrer vindfeltet (gater kan f. eks. virke som vindpassasjer). Disse faktorene påvirker komforten, og i enkelte tilfeller sikkerheten, i områder rundt bygg.

Begrepet vindkomfort omhandler hvor ofte de mekaniske kreftene påført av vinden oppleves av folk som plagsom. Ideelt sett bør nye bygg planlegges med mål om å skape god vindkomfort både på planområdet og nabolaget forøvrig. Det er derimot urimelig å forvente at man oppnår god vindkomfort alle dager i året, da ekstremvær og spesielt vindutsatte steder vil alltid gi en utfordring.

Denne rapporten inneholder en beskrivelse av vindstatistikken og terrenget i området rundt Kristiansholm, og gir en kvalitativ vurdering av de planlagte byggenes påvirkning på det lokale vindfeltet.

## 2 Kort om vind

### 2.1 Vind over terreng

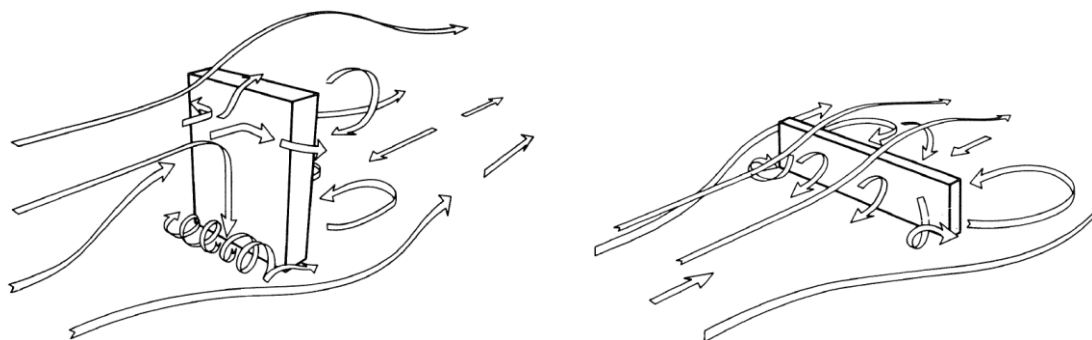
Vind er bevegelser av luft i atmosfæren som på fundamentalt nivå dannes ved ujevn varmefordeling på jordens overflate. Disse luftbevegelsene kan bli svært kompliserte, og styres av kompleks fluiddynamikk.

Med tanke på vindens innflytelse i urbane områder er det tre egenskaper som kan fremheves:

1. Vindens retning langs bakken er i stor grad påvirket av det lokale terrenget, og dette er spesielt viktig i Norge der landskapet er dominert av høye fjell og lange fjorder.
2. Vinden kan bli lokalt akselerert eller bremsset av skarpe endringer i terreng eller av f.eks. bygninger.
3. Vinden bremses av friksjon nær bakkens overflate, og et hastighetsprofil dannes i høyden. Vindhastigheter er som oftest oppgitt i vanlig referanse høyde, 10 m over bakken. Den opplevde vindhastigheten i kroppshøyde (1.8 m over bakken) er lavere, og er avhengig av bl.a. bakkens ruhet. En passende tilnærming i mange tilfeller er at hastighet i kroppshøyde er ca. 75 % av den ved 10 m. Dette er tilfelle hvis vinden blåser uhindret over flatt terreng.

### 2.2 Strømningsbildet rundt bygg

Strømningsbildet rundt et bygg som står alene avhenger av proporsjonen mellom byggets bredde og høyde, og vinkelen mellom vinden og hovedfasaden. Vindfeltet rundt et forholdsvis lavt og et forholdsvis høyt bygg vises i figur 1 (med vind rettet inn mot hovedfasaden) [Beranek og Van Koten, 1979].



Figur 1: Typisk vindfelt rundt et forholdsvis høyt og et forholdsvis lavt bygg, vind rettet inn mot hovedfasaden [Beranek og Van Koten, 1979].

Når luften treffer den vindeksponerte fasaden dannes det et overtrykk, og luften blir delt slik at den strømmer opp over taket, rundt sidene, og ned mot bakken.

Luften som strømmer ned møter raskt bakken og blir presset fremover mot den innkommende vinden. Luften rulles opp i en virvel over byggets bredde. Strømningen her er ustabil, preget av turbulens og vindkast. Samtidig fortsetter vinden å bli presset nedover byggets fasade, og luften ved bakken blir forskjøvet ut mot sidene. Når den nærmer seg byggets ytterkanter blir luften raskt revet med i

nedstrøms retning, og akselerert rundt hjørnene. Denne akselerasjonen kan bli kraftig slik at hastighetene på bakken ved byggets hjørner kan være vesentlig høyere enn vindhastigheten i det fri.

Vinden som ikke strømmer nedover, men heller over taket og rundt sidene, separerer fra byggets skarpe kanter og fortsetter videre nedstrøms. En separasjonssone dannes bak bygget, karakterisert som en bakevje med et undertrykk. I denne bakevjen er lufthastigheten kraftig redusert, men strømmingen er ustabil med svingninger i både retning og hastighet. Spesielt i sjiktet mellom bakevjen og den passerende vinden vil det oppstå turbulens, og langs bakken vil dette kunne oppleves som varierende vindkast.

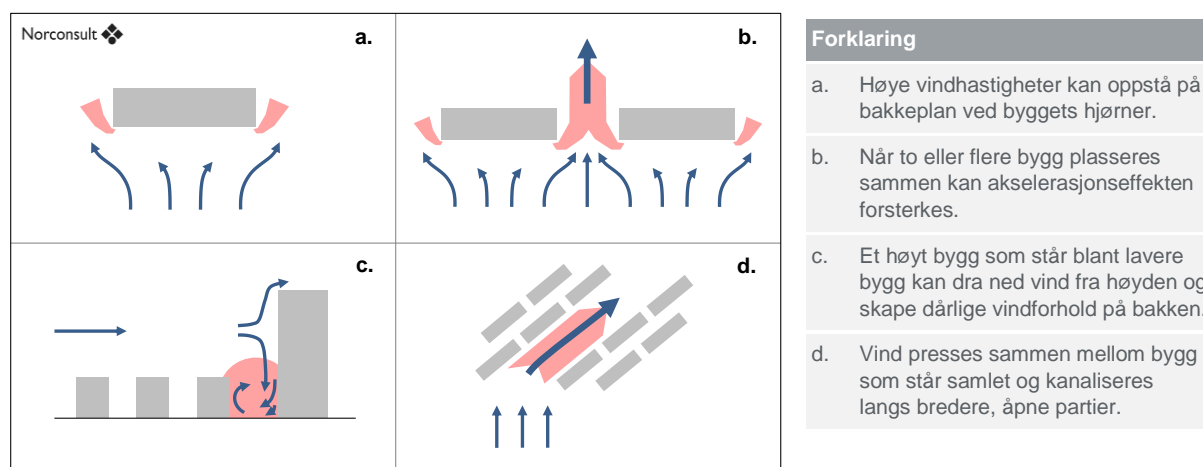
Det finnes ingen konkret grense som skiller "lave" og "høye" bygg med tanke på vind, men lave bygg kan typisk anses som å være på  $\leq 5 - 8$  etasjer, og høye på  $\geq 12 - 15$  etasjer. Forskjellen på lave og høye bygg ligger i styrken av overtrykket som dannes på den vindeksponerte siden av bygget; et høyt bygg "fanger" mer av vinden. Det dannes et høyere overtrykk og mer vind presses ned mot bakken.

Vindforhold på bakken (dvs. hastigheter, virvelstyrker og turbulensnivåer) er dermed generelt sett mer problematisk ved et høyt bygg sammenlignet med et lavt. Vindpåvirkningen kan, overordnet sett, begrenses ved å redusere det vindeksponerte arealet av bygget (ved å f.eks. redusere bredden eller avrunde skarpe kanter).

Når flere bygg står nær hverandre og vinden strømmer inn med varierende vinkel blir strømningsbildet svært komplisert. I mange tilfeller kan dette skape uforutsigbare effekter.

I slike tilfeller er det anbefalt å gjennomføre CFD-simuleringer for å analysere strømmingen.

Typiske problemstillinger med vind rundt bygg oppsummeres i figur 2:



Figur 2: Typiske problemstillinger. Røde felt viser økt hastighet sammenlignet med vind i det fri.

## 2.3 Vindkomfort

Utover vindens hastighet er måten den oppleves av mennesker viktig i en forståelse av vindforhold. *Vindkomfort* beskriver effekten av de mekaniske kreftene utøvd av vinden. Mer presist, vindkomfort beskriver hvorvidt og hvor ofte disse kreftene blir plagsomme eller forhindrer folk å gjennomføre forskjellige aktiviteter (stillesittende folk på en benk opplever vind annerledes enn folk som går raskt ned en gate).

En persons opplevelse og bedømmelse av når vinden begynner å bli plagsom er et subjektivt begrep, og det finnes dermed flere metoder for analyse av vindkomfort (se f.eks. [Blocken and Carmeliet, 2004]). Begrepet tar ikke for seg komfort relatert til f.eks. termiske eller akustiske effekter, men disse faktorene kan også spille en viktig rolle i overordnet «komfort».

Et av de mest utbredte sett med komfortkriterier brukt som industristandard for vindanalyser i dag er fra Lawson [Lawson, 1990]. Disse kriteriene definerer seks komfortklasser basert på maksimal timemidlet vindhastighet opplevd i kroppshøyde 95 % av året.

Komfortklassene definerer akseptable hastighetsgrenser for forskjellige aktiviteter og områder (tabell 1). Grensene er et resultat av omfattende forskning.

Maksimal timemidlet vindhastighet opplevd i kroppshøyde 95 % av året	Komfort-klasse	Aktivitetskategori	Områdebeskrivelse
< 2 m/s	A	Stå eller sitte – lengre opphold; ekstra utsatt	Steder for stillesittende bruk som er behagelig stort sett hele året. Bra egnet for utsatte aktiviteter som uteservering.
2 – 4 m/s	B	Stå eller sitte – lengre opphold	Steder for stillesittende bruk som er behagelig store deler av året. Utendørs oppholdsarealer som parker og fellesområder med sittegruppe.
4 – 6 m/s	C	Stå eller sitte – korte opphold	Steder der man vil være ute, men godtar noe økt vind. Inngangspartier for bygninger, holdeplasser for kollektivtransport, lekeplasser.
6 – 8 m/s	D	Spasere	Steder der folk skal kunne spasere uten ubehag. På fortau, ned promenader, gjennom shoppingområder.
8 – 10 m/s	E	Rask gange	Steder som er vindutsatt men der man kun skal bevege seg gjennom. Eksponerte områder som veier og parkeringsplasser.
> 10 m/s	F	Ukomfortabelt for alle	Steder det kan bli vanskelig å gå når det blåser sterkt; men ikke ansett som farlig.

Tabell 1: Lawsons kriterier for vindkomfort [Lawson, 1990].

Hvis det blåser med vindstyrke over grenseverdiene i tabell 1 på et sted mer enn 5 % av året, klassifiseres det området som ukomfortabelt for de forskjellige aktivitetskategoriene.

For en fullstendig kartlegging av vindkomfort på et sted må dermed en statistisk beregning gjennomføres med bruk av CFD og meteorologisk data. Da kan vindfeltet i et område simuleres i 3D, og hastighetene over terreng og rundt bygninger beregnes.

I enklere vurderinger kan man forenkle disse kriteriene, og anslå gjennomsnittlig hastighet der vinden blir ukomfortabel for to aktivitetskategorier: «sittende» og «spaserende».

Hastighetsgrensene kan da sammenlignes med lokal vindstatistikk for å anslå forventet vindkomfort på et sted.

Aktivitetskategori	Gjennomsnittlig vindhastighet ved kroppshøyde	Tilsvarende hastighet ved 10 m
For sittende	ca. 4 m/s	ca. 5,5 m/s
For spaserende	ca. 8 m/s	ca. 10,5 m/s

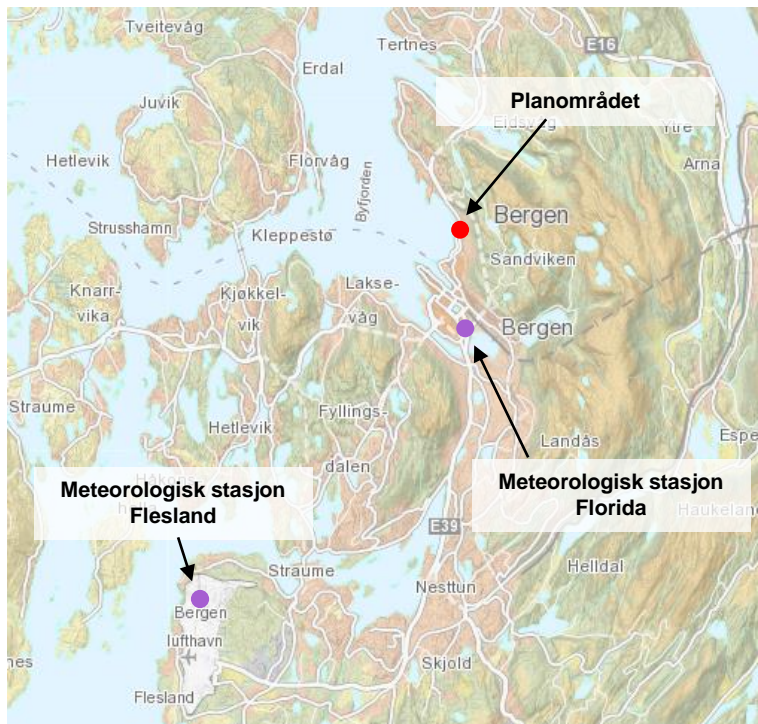
Tabell 2: Lawsons kriterier for vindkomfort [Lawson, 1990].

## 3 Beliggenhet og vindstatistikk for området

### 3.1 Beliggenhet

Planområdet ligger på Kristiansholm i Sandviken, en del av Bergen kommune i Hordaland. Planområdet ligger 2 km nord for Bergen sentrum og ca. 14 km nordøst for Flesland lufthavn.

Planområdets plassering vises i figur 3.



Figur 3: Kart over området (fra Kartverket). Planområdet vises med rød prikk, de to nærmest meteorologiske stasjoner med lilla prikker.

### 3.2 Vindstatistikk

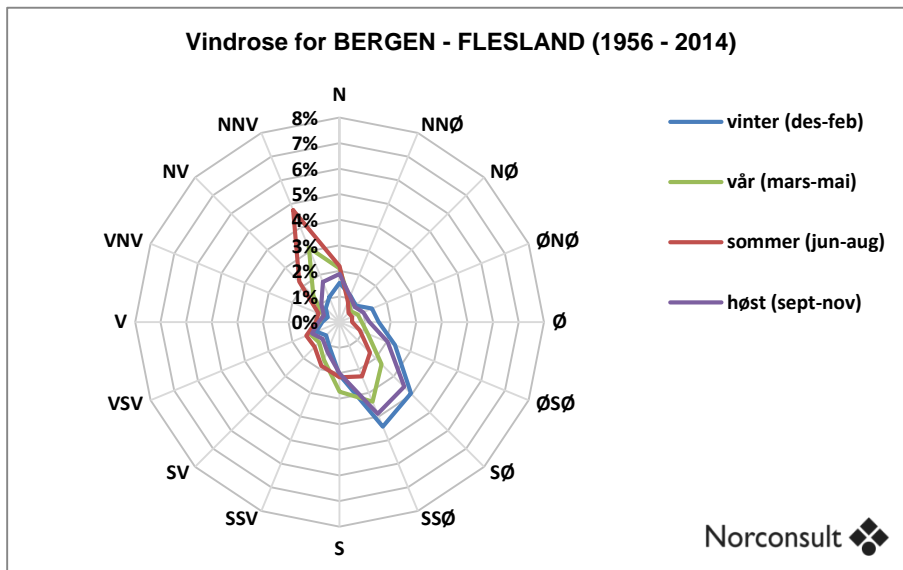
Vindroser for området er vist i figur 4 og figur 5. Vindroser viser statistisk fordeling av vindretninger som prosentvise andeler av tiden det blåser fra ulike retninger. I figurene er de også delt etter årstid.

Vindrosene er basert på data fra Meteorologisk institutt ved Flesland lufthavn (i perioden 1956-2014) og ved Florida (i perioden 1957 – 2015). Plassering av målestasjoner er vist i figur 3.

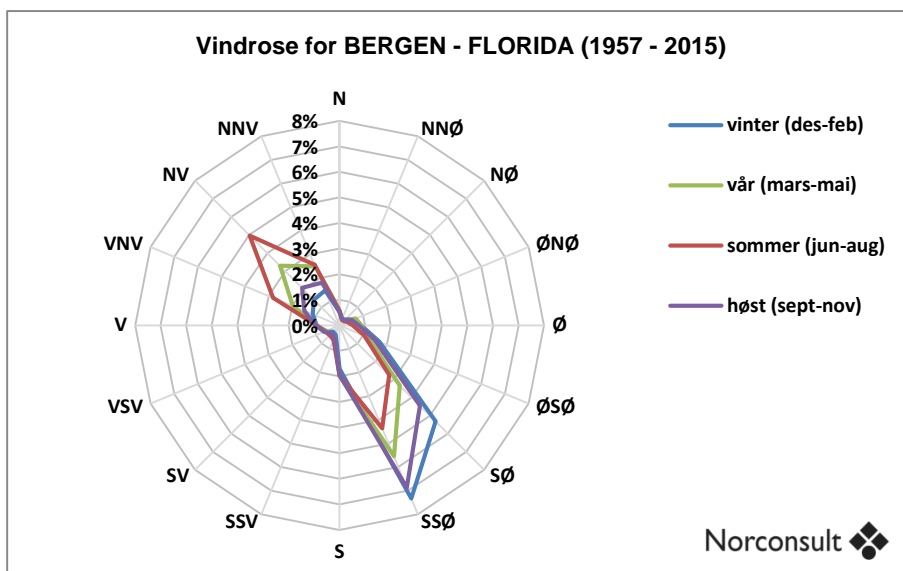
De fremherskende vindretningene målt ved Flesland er nord-nordvest (NNV) og sør-sørøst (SSØ). Om sommeren er det vind fra NNV som er dominant, og om vinteren er det vind fra SSØ – men dette er ikke et entydig bilde, vind fra andre retninger forekommer hele året. En kan derimot se at vindretninger fra vestlige og østlige retninger er sjeldne.

Vindretningene målt ved Florida er sammenlignbar med de for Flesland, men vinden fra NNV kommer nå mer fra NV. Vindrosen viser en spissere, mer konsentrerte retningsmåling, spesielt ved vind fra SSØ. Det blåser sjeldnere fra andre retninger enn de to dominante retningene ved Florida enn ved Flesland. Dette pga. påvirkning av den lokale topografien.





Figur 4: Vindrose delt på årstid, målt ved Flesland.



Figur 5: Vindrose delt på årstid, målt ved Florida i Bergen.

Gjennomsnittlig vindhastighet over hele året er lik 3,7 og 3,4 m/s for målestasjonene (tabell 3). Disse er middels høye verdier, og ansett som typiske for Norges vestkyst.

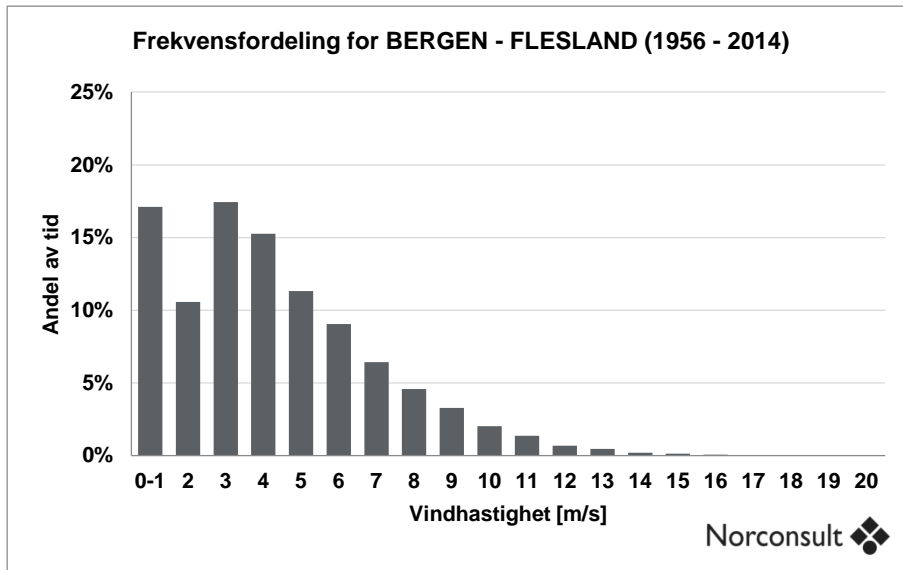
Hastighetene kan f.eks. sammenlignes med gjennomsnittlig vindhastighet i Oslo på 2,7 m/s eller i Bodø på 6,3 m/s.

Meteorologisk stasjon	Observert middelvind (m/s)
FLESLAND	3,7
BERGEN – FLORIDA	3,4

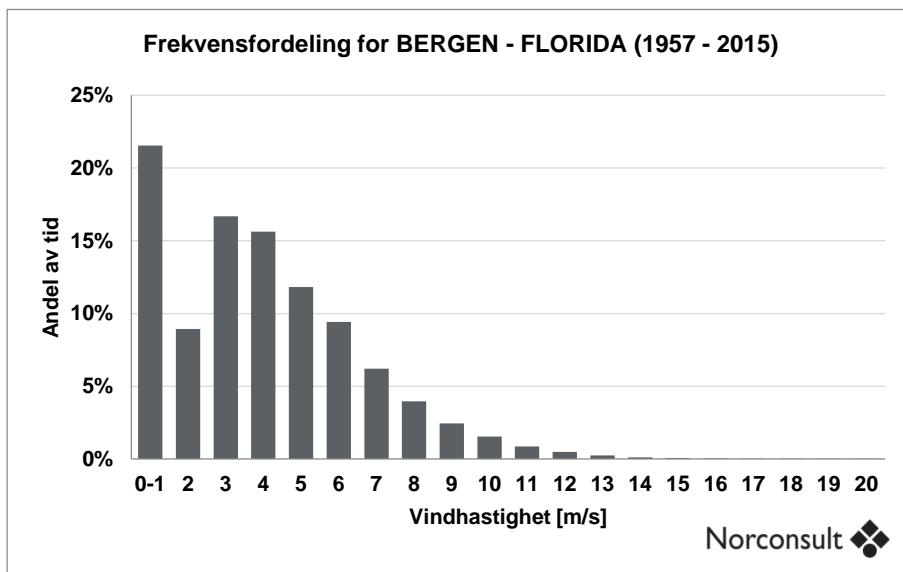
Tabell 3: Observert middelvind over året.

Fordeling av vindhastighet mot andel av tid vises i figur 6 og figur 7. Året kan deles inn i tre: det blåser med svak vindstyrke (< 2,0 m/s) for ca. 30 % av tiden, det blåser med styrke rundt gjennomsnittet (2,0 – 5,0 m/s) ca. 45 % av tiden, og det blåser med høyere vindstyrke (> 5,0 m/s) ca. 25 % av tiden.

Vindhastighetene det refereres til her er vind i vanlig referanse høyde, 10 m over bakken.



Figur 6: Andel av året ulike vindhastigheter forekommer.



Figur 7: Andel av året ulike vindhastigheter forekommer.

Med tanke på vindkomfort er det hastighetene som beskrevet i delkapittel 2.3 som er interessant:

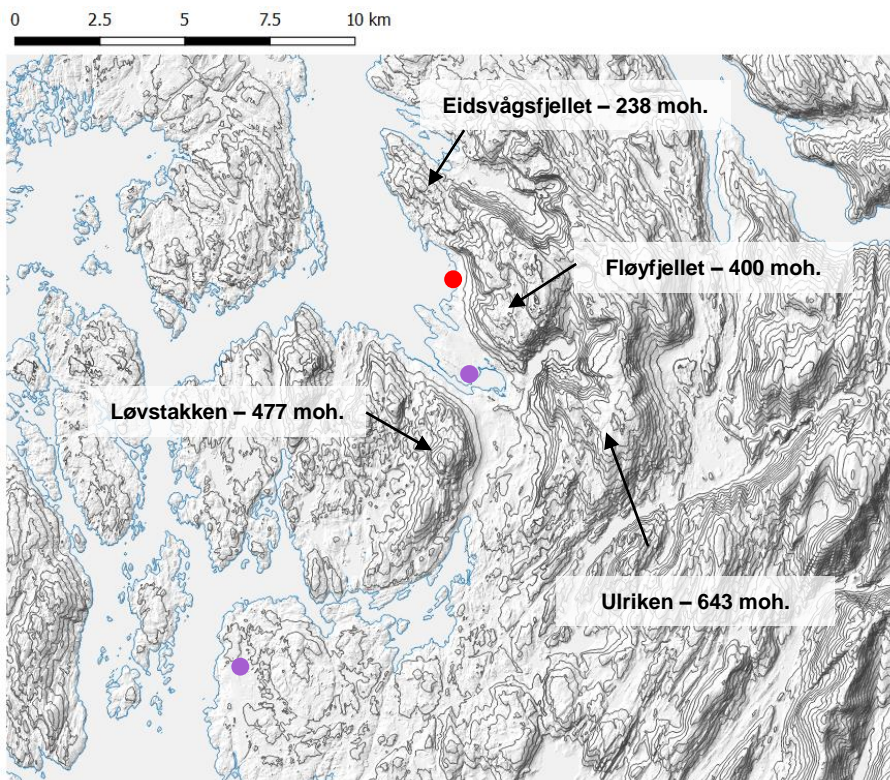
Anslått komfortgrense for:	Vindhastighet (m/s)	Andel av året grense overskredet (FLESLAND)	Andel av året grense overskredet (FLORIDA)
Sittende	≥ 5,5	28 %	25 %
Spaserende	≥ 10,5	3 %	2 %

Tabell 4: Andel av året det blåser med vindstyrke over anslått komfortgrenser for sittende og spaserende (summert over alle vindretninger).

Altså ved åpent, flat terreng i området kan man forvente at vinden skaper ukomfortable forhold for sittende ca. 25,0 % av tiden, og for spaserende ca. 2,0 – 3,0 % av tiden.

### 3.3 Topografi

Topografien for området vises i figur 8.



Figur 8: Topografi i området, vist med høydekurver på 50 m. Planområdet vises med rød prikk, de to nærmest meteorologiske stasjoner med lilla prikker. Kart basert på data fra Kartverket.

Bergen sentrum danner en lavtliggende korridor mellom Løvestakken i vest, og Ulriken og Fløyfjellet i øst. Byfjorden kommer inn fra nord og nordvest mot sentrum og Sandviken.

Målestasjonen ved Flesland er plassert vekk fra store høydeendringer i landskapet, og ligger i relativt åpent terreng sammenlignet med resten av Bergensområdet. Terrengen kan beskrives som et jevnt dekke av enten vegetasjon (i form av permanent skog) eller spredt bebyggelse mot nord, øst og sør. Mot nordvest og vest er det fjord.

Målestasjonen ved Florida derimot ligger midt i korridoren mellom Bergensfjellene, med bykjerne både mot nordvest og mot sørøst. På grunn av tett bebyggelse har terrenget dermed en høy relativ ruhet. Vindmålinger her vil påvirkes i både retning og hastighet sammenlignet med åpent, flatt terreng.

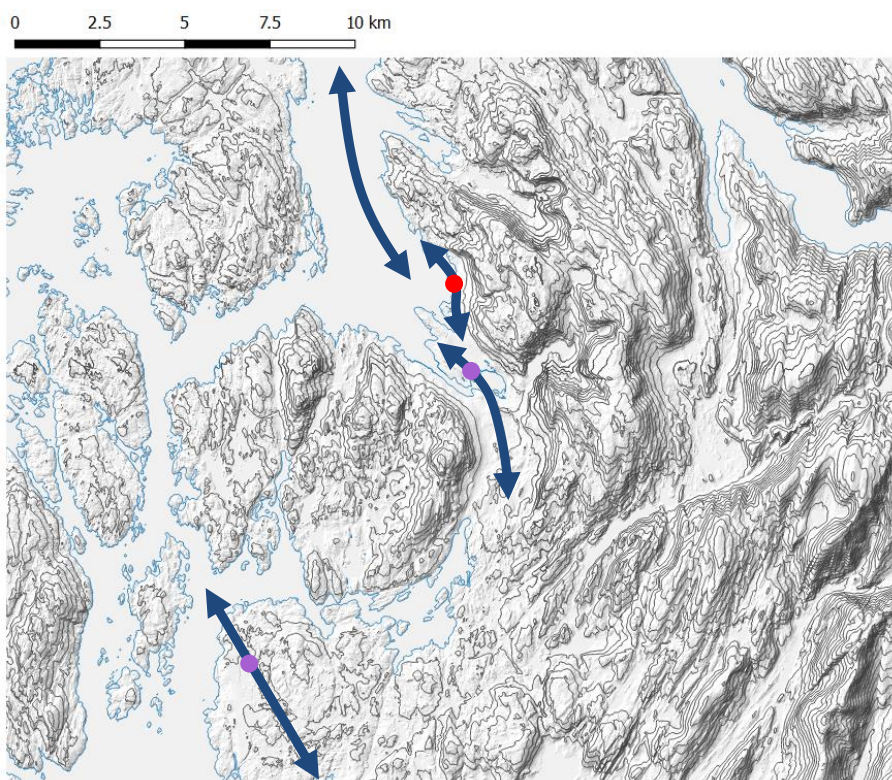
Planområdet kan karakteriseres som en blanding av de to målestasjonene – Kristiansholm ligger med åpen fjord mot vest, med et belte med høyt terreng i øst, og med bykjerne mot sør og sørøst.

## 4 Vurdering av lokale vindforhold i planområdet

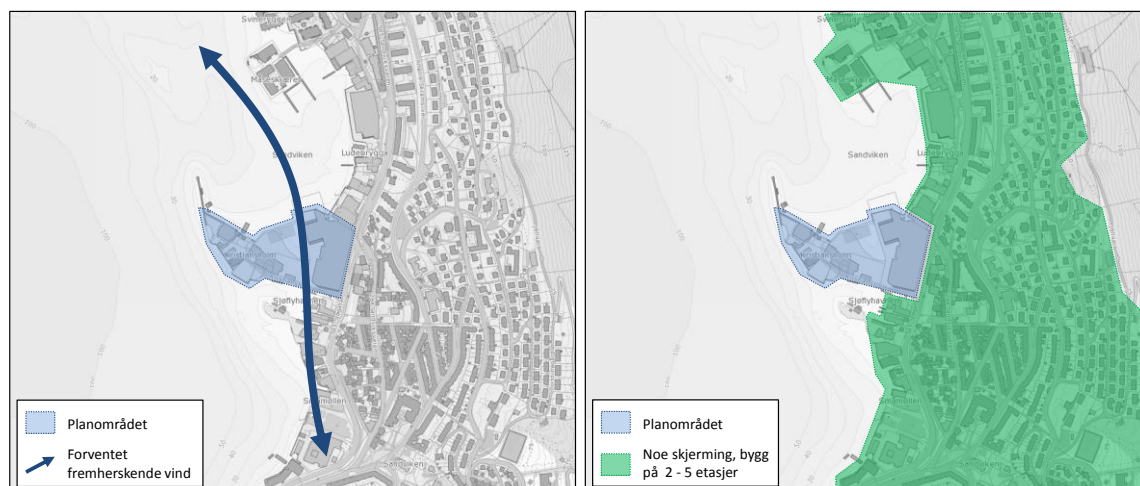
### 4.1 Lokale vindretninger og hastighet for planområdet

Vindretning og vindhastighet på et konkret sted påvirkes av det lokale terrenget. Overordnet forventet vindmønster gjennom sentrumsområdet og Sandviken vises i figur 9.

Forventet fremherskende vindretninger lokalt ved planområdet, samt vindskjermingsbidrag fra nabobygg, vist i figur 10.



Figur 9: Forventet fremherskende vindmønster i området, vurdert med basis i den relevante topografien. Planområdet vises med rød prikk, de to nærmest meteorologiske stasjoner med lilla prikker.



Figur 10: Forventet lokal vindretning (t.v.) og skjermingseffekt av nabobygg (t.h.).

Fremherskende vindretninger over planområdet forventes å være fra nordvest og fra sør.

Den innkommende vinden fra sør vil være noe dempet i styrke sammenlignet med vind over åpen lende pga. den bremsende effekten av bykjernens ruhet.

Det antas at hastighetene mot planområdet ved vind fra fremherskende retning sør er lik de målt ved Florida målestasjon.

Utover dette er planområdet ikke spesielt skjermet fra vind av andre bygg eller terreng. Mot sørvest, vest og nordvest er det åpent mot fjord. Vind fra disse retningene vil kunne blåse inn uhindret mot planområdet.

Det antas at hastighetene mot planområdet ved vind fra fremherskende retning nordvest er lik de målt ved Flesland målestasjon.

Forventet hyppighet av overskridelser av vindkomfort-relaterte hastigheter:

Anslått komfortgrense for:	Vindhastighet (m/s)	Andel av året grense overskredet (ved vind fra sør)	Andel av året grense overskredet (ved vind fra nordvest)
Sittende	≥ 5,5	15 %	6 %
Spaserende	≥ 10,5	1 %	1 %

Tabell 5: Andel av året det blåser med vindstyrke over anslått komfortgrenser for sittende og spaserende. Der prosentandelen overskrider 5 % anses vindforholdene å være ukomfortabel.

Statistikken i tabell 5 sier at områder ved planområdet som er eksponert for uhindret vind vil kategoriseres som «ukomfortabel» for sittende, men «komfortabel» for spaserende, iht. Lawsons komfortkriterier og grensen på 5 % (tabell 1).

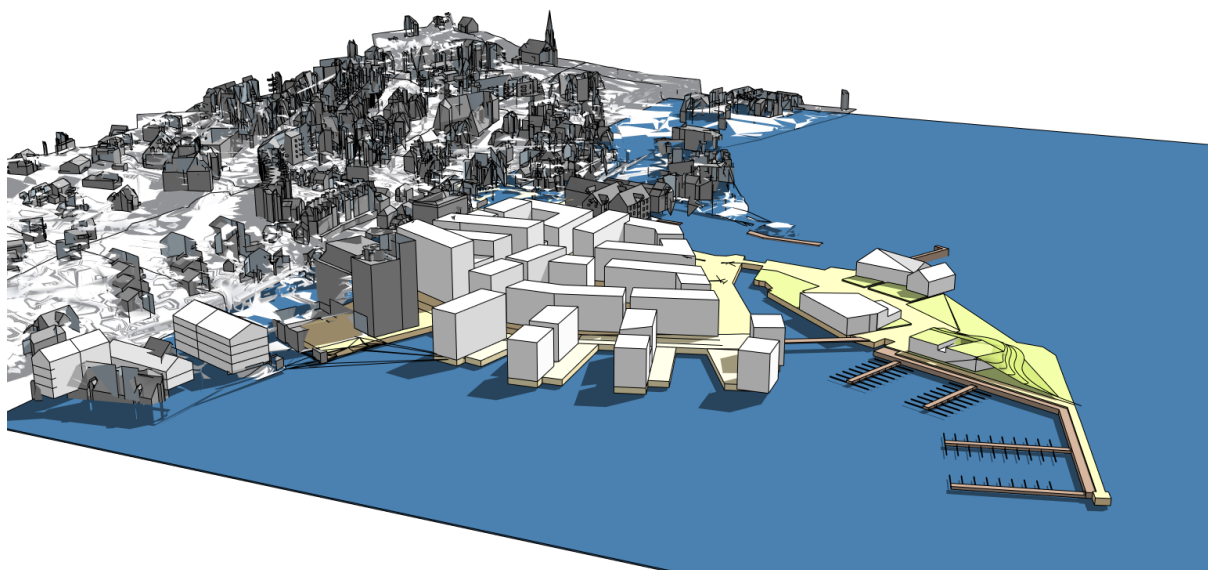
Det kan da forventes at alle eksponerte uteområder som ikke ligger i le av f.eks. bygninger og der det planlegges lengre sittestillende opphold vil ha behov for vindskjermende tiltak.

## 4.2 Beskrivelse av planlagte bygg

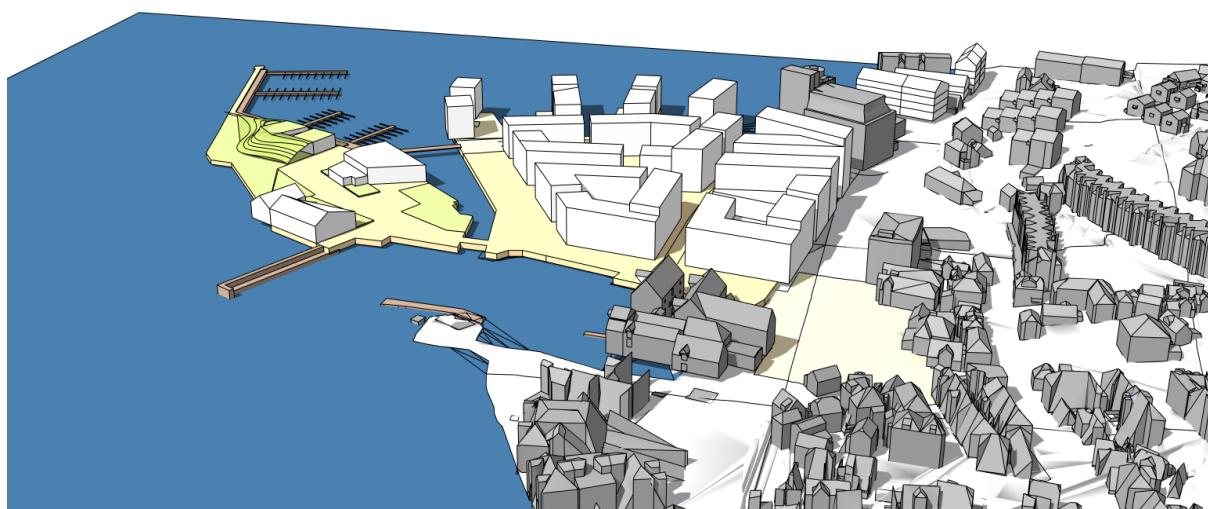
Planområdet består av relativt tett-samlede bygningsmasser på mellom 4 og 6 etasjer. Byggene danner flere innelukkete områder og gater mot midten av tomten.

I nordlig ende finnes det fire «byggningsfingre» som stikker ut mot vannet, og i vestlig del er det et åpent brygge/grøntområde.

Det finnes ingen aerodynamiske «høye» bygg (ut fra beskrivelsen i delkapittel 2.2), eller bygg med eksponerte brede fasader vinklet mot fremherskende vindretninger.



Figur 11: Planområdet sett fra nordvest.



Figur 12: Planområdet sett fra sørøst.

### 4.3 Effekt av vind fra fremherskende vindretning sør

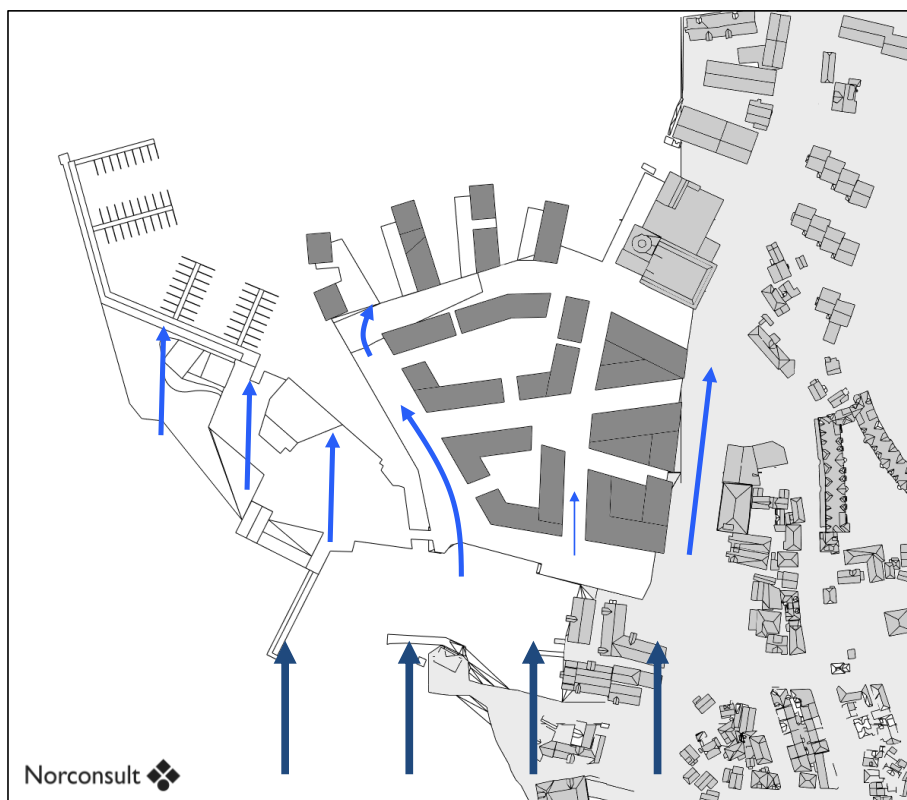
Vind fra sør vil for det meste deles av bygningsmassen og strømme på hver side av planområdet. Vinden vil føres langs kaipromenaden ved vestlig side av hovedbyggene og langs Sjøgaten rett øst for planområdet.

Vinden møter ingen høye eller brede fasader, og de forskjellige problematiske forholdene oppsummert i delkapittel 2.2 unngås i stor grad.

Gatene mellom byggene og de sentrale områdene inne på planområdet vil være bra skjermet fra vinden.

Det vestlige brygge/grøntområde vil derimot være vindekspontert, siden det for denne delen av planområdet blåser vind fra sør uhindret inn over vannet.

Et område kan nevnes spesielt: den ytterste «fingeren» av de nordlige blokkene vil kunne forårsake noe akselerasjon av vinden i åpningen som dannes mellom dette bygget og bygget i det nordvestlige hjørnet av hovedkvartalet. Her vil vinden presses gjennom passasjen, og en økt hastighet sammenlignet med vind i det fri kan forekomme.



Figur 13: Typisk strømningsbilde ved vind fra sør. Mørke piler viser den innkommende vinden i høyden, lyse piler vind langs bakken.

#### 4.4 Effekt av vind fra fremherskende vindretning nordvest

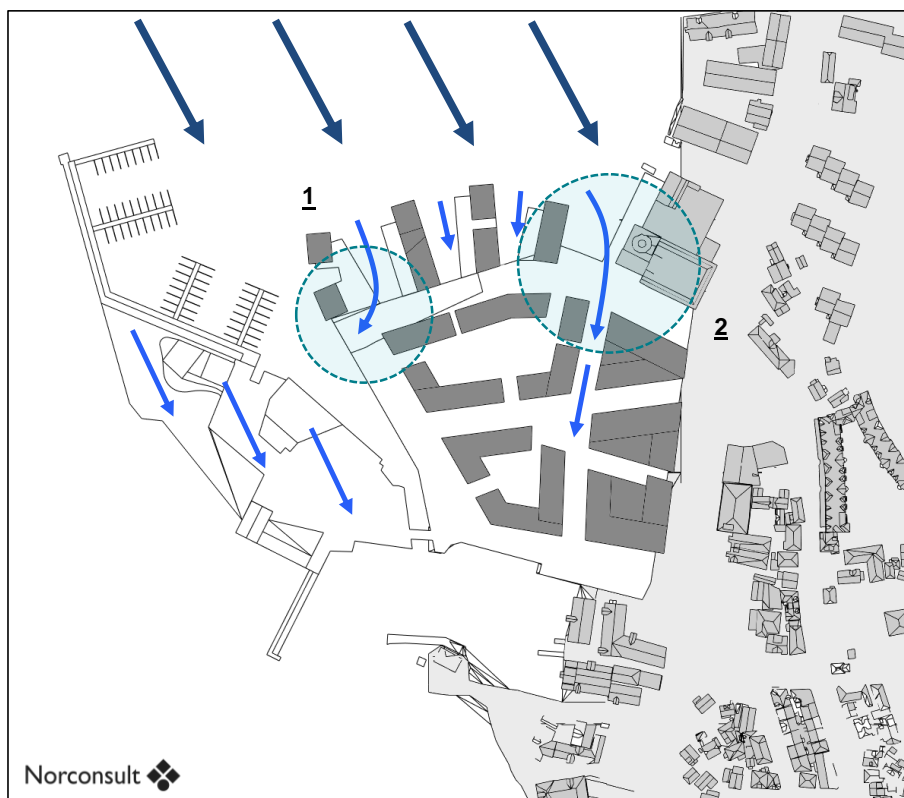
Byggene i nordlig del er orientert langs den innkommende vinden som blåser inn uhindret over vannet. Luften vil treffe og deles av disse «fingerene». Vinden vil kanaliseres mellom byggene for å så bli ført utover de langsgående fasadene av de nordligste blokkene i hovedkvartalet – «vindpassasjer» vil kunne oppstå.

Som med vind fra sør vil den ytterste nordlige «fingeren» forårsake en omdirigering og akselerasjon av luften gjennom passasjene mellom bygget mot sitt sørøstlig hjørne (område 1 i Figur 14).

Et annet område som kan nevnes er hovedgaten ned gjennom planområdet på østlig side. Her vil vinden samles mellom den østlige «fingeren» og Bergen Arkitektthøgskole, og bli ført sørover ned gaten (område 2 i Figur 2).

Det vestlige bryggeområdet vil være vindeksponert også ved vind fra nordvest, siden for denne delen av planområdet blåser vinden inn uhindret over vannet.

Vinden treffer ellers ingen høye eller brede fasader. Det forventes ikke andre områder med spesielt sterk vindakselerasjon forårsaket av de planlagte byggene.



Figur 14: Typisk strømningsbilde ved vind fra sør. Mørke piler viser den innkommende vinden i høyden, lyse piler viser vind langs bakken.



## 4.5 Overordnet vurdering av vindkomfort

Forventet vindkomfort på forskjellige steder i planområdet vises i figur 15.



Figur 15: Forventet vindkomfortnivåer i planområdet.

Det forventes en *god vindkomfort* for de indre delene av planområdet. Disse stedene er bra skjermet fra vind fra de fremherskende retningene, og her vil det være komfortabelt for sittende og for spaserende mesteparten av året.

Ellers forventes det en *middels god vindkomfort* på alle andre steder.

På disse stedene vil det fortsatt være komfortabelt for spaserende for store deler av året, men for sittende vil vinden bli plagsom i de periodene med høyere enn gjennomsnittlig vindstyrke (ca. 25 % av tiden). Der lengre sittestillende opphold er planlagt i disse områdene bør lokale skjermingstiltak vurderes.

Uteområdene mellom de nordligste byggene, samt deres fasader, vil kunne oppleves som vindutsatte når det blåser sterkt fra nordvest. Ved sterk vind fra sør vil dette også gjelde for kaipromenaden langs vestlig side av hovedbyggene. Det store åpne vestlige brygge/grøntområdet vil kunne oppleves som vindutsatt ved sterk vind fra både nordvest og fra sør da det ligger åpent og eksponert.

Hvorvidt beboere og folk flest vil la seg forstyrre av disse områdene med en noe redusert vindkomfort er en subjektiv bedømmelse. Eksponerte områder i Norge som ligger langs kysten eller ut mot åpen fjord vil nødvendigvis måtte akseptere ett generelt redusert vindkomfortnivå sammenlignet med et godt skjermet sentrumsområde.

To områder ble utpekt som problematiske med tanke på vindakselerasjonen og/eller kanalisering (passasjen ved den vestlige fingeren og Sjøgaten i øst). Disse områdene er de mest utfordrende på planområdet med tanke på vindkomfort, men det er derimot ikke forventet at disse effektene vil være sterke nok til å forårsake omklassifisering fra middels til dårlig komfortnivå.

Det forventes derfor ingen områder med *dårlig vindkomfort* som følge av de planlagte byggene.

## 5 Konklusjoner

Det planlegges nye bolig- og sentrumsfunksjoner ved Kristiansholm i Sandviken, en del av Bergen kommune i Hordaland. På bakgrunn av dette er det gjort en kvalitativ vurdering av de fremtidige vindforholdene i planområdet. 3D vindsimuleringer med CFD er ikke utført.

Det er hentet vindstatistikk fra de nærmeste meteorologiske stasjonene, Flesland lufthavn og Florida i Bergen sentrum. Fremherskende vindretninger er fra nordvest og fra sørøst, med en årlig middelvind på mellom 3,4 og 3,7 m/s.

Planområdet består av relativt tett-samlede bygningsmasser på mellom 4 og 6 etasjer. Byggene danner flere innelukkete områder og gater mot midten av tomten. Det finnes ingen aerodynamiske «høye» bygg, eller bygg med eksponerte brede fasader vinkelrett på fremherskende vindretninger.

Vindforholdene inn på planområdet er i stor grad påvirket av topografien og terrengruheten i Bergensområdet. Vind fra sør vil være noe redusert i styrke sammenlignet med vind i åpen lende pga. bykjernen som ligger mot sørøst. Planområdet er ikke spesielt skjermet fra andre retninger. Planområdet er utsatt for vind fra nordvest, da vinden blåser inn uhindret over åpen fjord.

Konklusjonene fra vurderingen er at det forventes en god eller middels god vindkomfort alle steder på planområdet.

Det forventes en god vindkomfort for de indre delene av planområdet, og her vil det være komfortabelt for sittende og for spaserende mesteparten av året. For alle andre steder på planområdet er det forventet en middels vindkomfort – det vil være komfortabelt for spaserende for mesteparten av året, men for sittende vil vinden kunne oppleves som plagsom i perioder. Dette gjelder områder langs vannkanten: blant de nordlige byggene, langs kaipromenaden ved vestlig side av hovedbyggene, og på det vestlige brygge/grøntområdet. Der lengre sittestillende opphold er planlagt i disse områdene bør lokale skjermingstiltak vurderes.

For kvantitativ viten om de vindmessige konsekvensene av utbyggingen må man ty til CFD-beregninger.

## 6 Referanser

Blocken B. and Carmeliet J., 2004. Pedestrian wind environment around buildings: Literature review and practical examples. *Journal of Thermal Envelope and Building Science* 28(2): 107-159.

Lawson, T.V., 1990. The Determination of the wind environment of a building complex before construction, Department of Aerospace Engineering, University of Bristol, Report Number TVL 9025.