
RAPPORT

Overvik - vindanalyse



Kunde: Østbyen Utvikling AS

Prosjekt: Overvik B3 - B5 og B6Nord - B9

Prosjektnummer: 77900221-002

Rev.: 1

Sammendrag:

Det er utført vindanalyse for planforslaget for Overvik, inkludert også noe vegetasjon. Fra vindkomfortplottene viser det at området for hele året under ett kommer godt ut, og havner hovedsakelig innenfor kategoriene A og B som tilsier sittende aktiviteter. Det er fokusert ekstra på den nordøstlige vinden som har en større absolutt innvirkning på området enn sørvestlige, og forsøkt å ytterligere redusere områder med høy vind ved bruk av vegetasjon. Det er ingen områder som markerer seg som spesielt utsatte i vindkomfortvisningen. For nordøstlig vind er det områder på B4 og B5 sør som har en vindreduksjon på omtrent 40-50%, som kunne vært redusert ytterligere om eksempelvis bruken tilsier langvarig opphold. Også lengst nordvest i planområdet, hvor bebyggelsen grenser mot det åpne jordet, ville det vært fordelaktig med skjerming mot vind fra nordøst.

Rapporteringsstatus:

- Endelig
- Oversendelse for kommentar
- Utkast

Utarbeidet av: Bjart Eriksen	Sign.: KBM
Kontrollert av: Øyvind Vik Nygard	Sign.:
Prosjektleder:	Prosjekteier:

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
1	11.12.2024	Utkast revidert, basert på nytt grunnlag	BE	ØVN
0	05.07.2024	Første utgave	KBM	

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	4
2	Situasjonsbeskrivelse	4
3	Lokale vindforhold.....	6
3.1	Vurdering av lokalklima og vindkomfort	7
3.2	Grad av skjerming	7
3.3	Vegetasjon	8
4	Resultater	9
4.1	Fremherskende vindretninger	11
4.1.1	Nordøstlig vindretning (~21% av tiden gjennom året).....	12
4.1.2	Sørvestlig vindretning (~53% av tiden gjennom året)	15
5	Fleretasjers volumer og effekten av det omkringliggende miljøet	16
6	Konklusjoner	17
7	Metode.....	18

1 Bakgrunn

Sweco har blitt forespurt å gjennomføre en vindanalyse i forbindelse med planarbeid for prosjektet Overvik på Ranheim i Trondheim.

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

2 Situasjonsbeskrivelse

Planforslaget ligger på Overvik ved Ranheim i Trondheim kommune. Området er i dag preget av jordbruk og noe tilgrensende boligbebyggelse i vest og nord. Videre mot nord ligger E6 og Trondheimsfjorden.



Figur 1: oversiktskart og plassering.



Figur 2: oversiktskart og plassering, nærbilde.

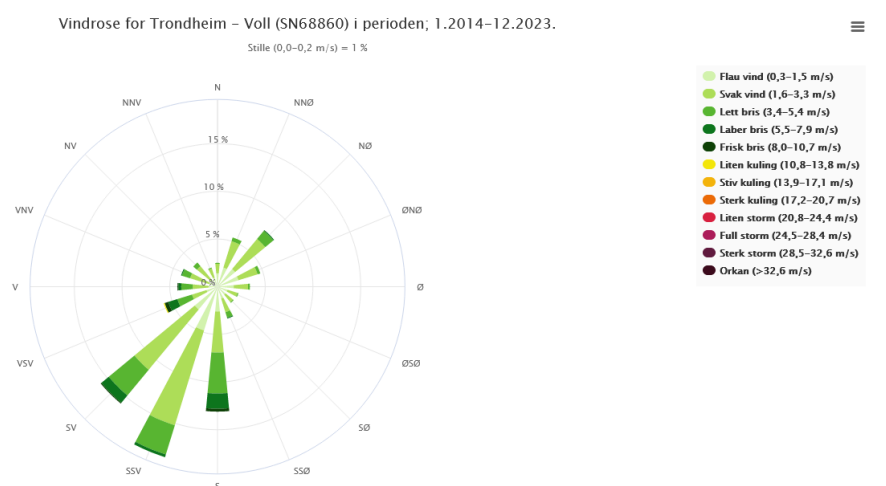


Figur 3: plassering sett i Google Earth, sett mot vest.

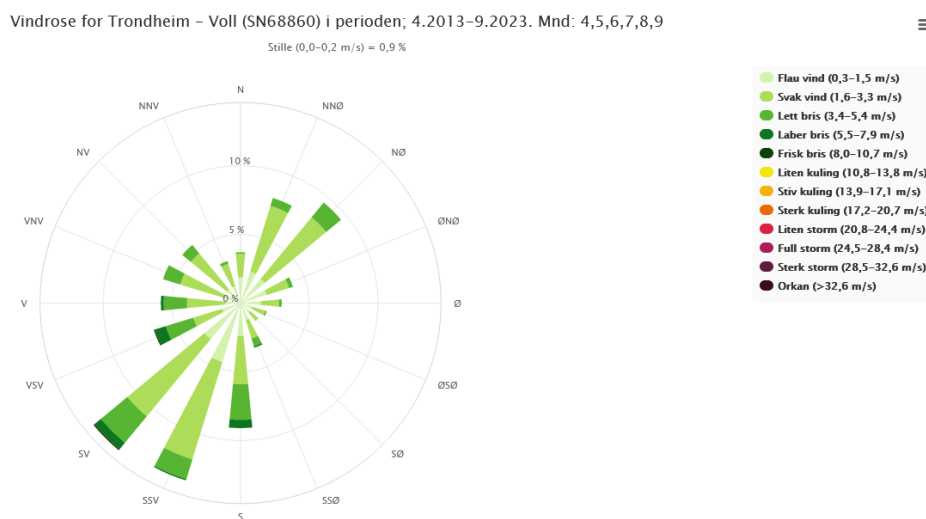
3 Lokale vindforhold

Som grunnlag for vindanalysen er det benyttet vindmålinger fra Trondheim, Voll. Denne ligger ca. 4km unna.

Vindstatistikken, presentert ved vindrosen i Figur 4 under, sier noe om både frekvensen på både vindretninger og vindstyrke. Det fremkommer at sørvestlig og nordøstlig vindretning er fremherskende gjennom året, hvorav den sørvestlige er den mest frekvente.



Figur 4: vindrose for Trondheim (Voll), ti år, hele året.



Figur 5: vindrose for Trondheim (Voll), ti år - sommerstid.

3.1 Vurdering av lokalklima og vindkomfort

De mest representative resultatene fra vindanalysen og lokalklima vil være de som baseres på lokal vindstatistikk gjennom hele 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 6: Lawson CoL (City of London) vindkomfortkriterier.

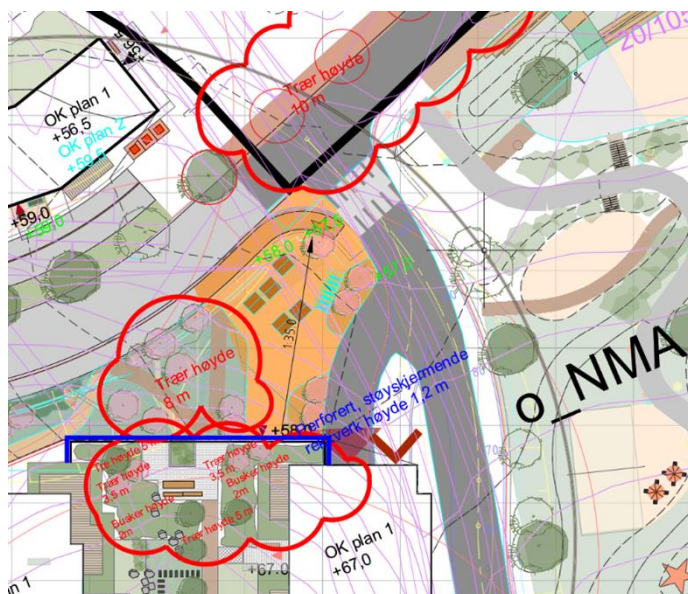
Vindresultater illustrert med Lawson-skala er altså en sum av vindbelastningen for alle vindretninger og -hastigheter. Fordelen med denne presentasjonsmåten er at dette vil kunne avdekke områder som er vindutsatte fra flere ulike vindretninger. Men man vil ikke like lett kunne fange opp nøyaktig *hvilken*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

3.2 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 16 lenger nede). 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*.

3.3 Vegetasjon

Det er tatt med vegetasjon på utvalgte steder, det være helt i sørvest, samt nederst mot nordøst.



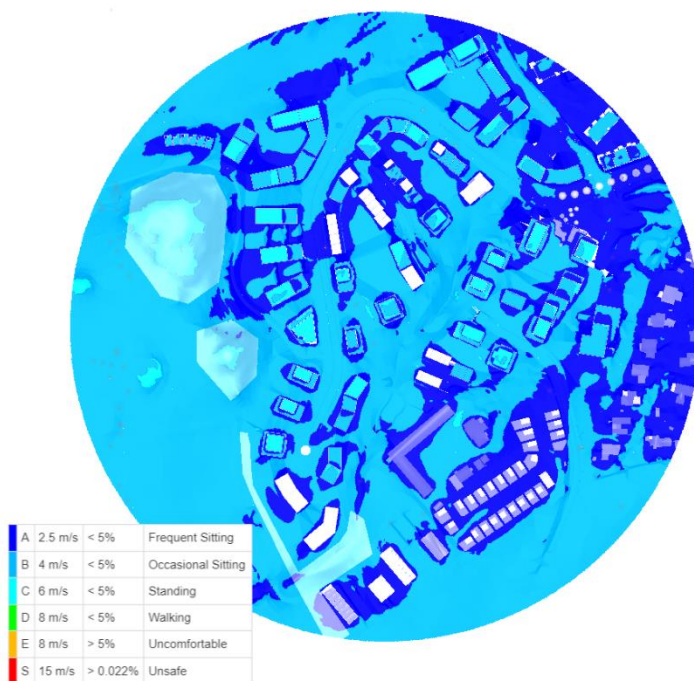
Figur 7: plassering av vegetasjon i nord.



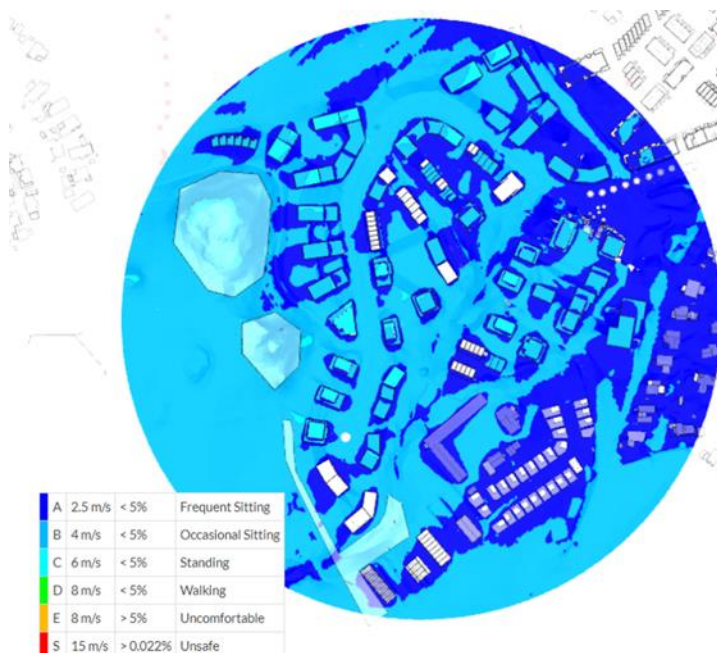
Figur 8: plassering av vegetasjon i sør.

4 Resultater

Her vises de beregnede Lawson-plottene for hele området, for hele kalenderår (Figur 9), med vindkomfortkriterier *Lawson CoL*, og inkludert effekten av vindkast, ikke bare middelvind. Fargeplottene baserer seg på vind 1,5m over bakken.



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



Figur 10: vindkomfortplott for sommerhalvåret. Så godt som ingen forskjell fra året under ett.

De blå fargenyansene er alle regnet som gode vindforhold. Den lyseste av dem antyder riktignok at det egner seg best for stående aktiviteter. Grønne felter betyr at man egentlig må holde seg i bevegelse for å ikke anse vinden som ukomfortabel.

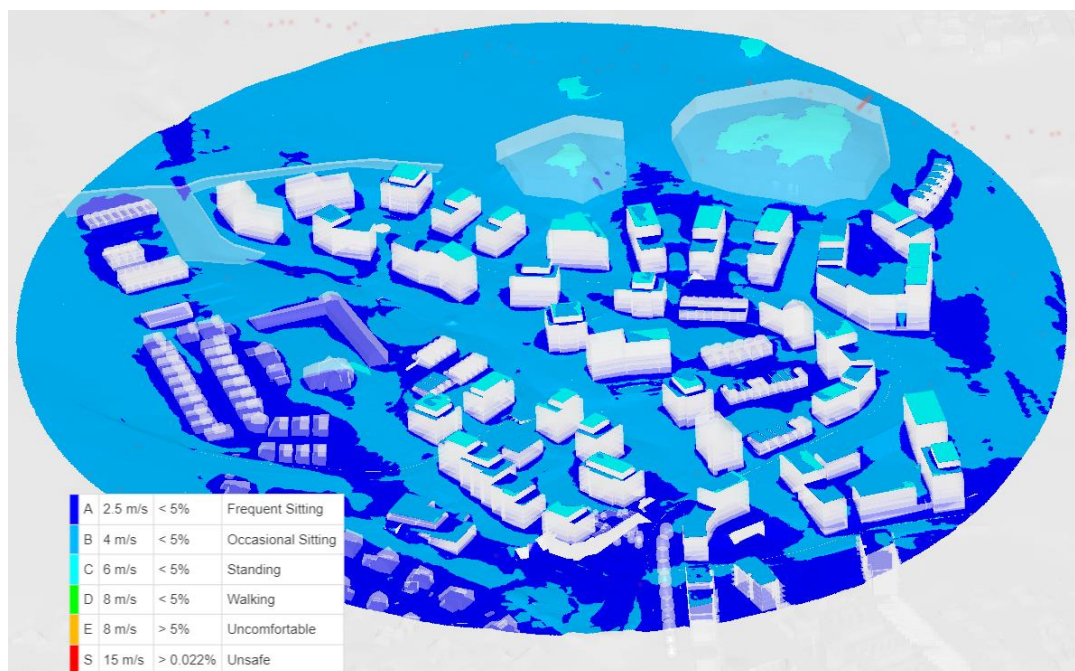
Betydningen av fargeskalaen (vindhastighet og prosentstørrelse), skal tolkes som at de ulike fargelagte områdene vil overstige aktuelle vindhastighet mindre enn 5% av tiden. Eksempel: for områder med kategori C (egnet for stående aktiviteter), kan det godt være at det er flau vind (Beaufort styrke 1, 0,3 - 1,5m/s) 90% av tiden. Dette kan man nesten kan tolke som en kategori A, den beste, men hvis den *samtidig* overskrider 4m/s 10% av tiden (og ikke overskrider 6m/s 5% av tiden), så vil det da falle i kategori C likevel. Det er altså sannsynligheten for (relativt korte) perioder med høy vind som i praksis avgjør hvilken kategori man havner i.

Røde områder er der hvor det i korte tidsrom kan komme sterk vind. Her vil det være uheldig å plassere ut gjenstander, møbler, osv. som kan fraktes med vinden, samt kunne oppleves spesielt uheldig for barn eller eldre.

Litt spesielt for akkurat området Overvik er måten det heller mot sjøen og nordøst. Dette sammenfaller også med fremherskende vindretning fra nord, nordøst, hvor man av vindrosene kan se de fremherskende vindretninger nettopp er akse nordøst-sørvest.

Resultatene viser at hele området faller inn under stort sett kategori B, som er å regne som bra, og mye også i kategori A som tilsier langvarig sitting. Ofte ser man et større spenn, med innslag av både grønt og rødt (fare for korte perioder med høy vind). Årsaken til disse gode resultatene kommer av at området ligger gunstig til med tanke på fremherskende vindretning, og hvordan terrenget heller mot nordøst.

Fordi vindbidraget fra nord, som riktignok skjer sjeldnere enn den sørligere vinden, har såpass mye større virkning, vil det i tillegg til selve vindkomfortplottene og den tidsmessige «utvanningen» av resultater, være nyttig å se på også det nordøstlige vindbidraget isolert. Det gjøres i de påfølgende avsnittene.

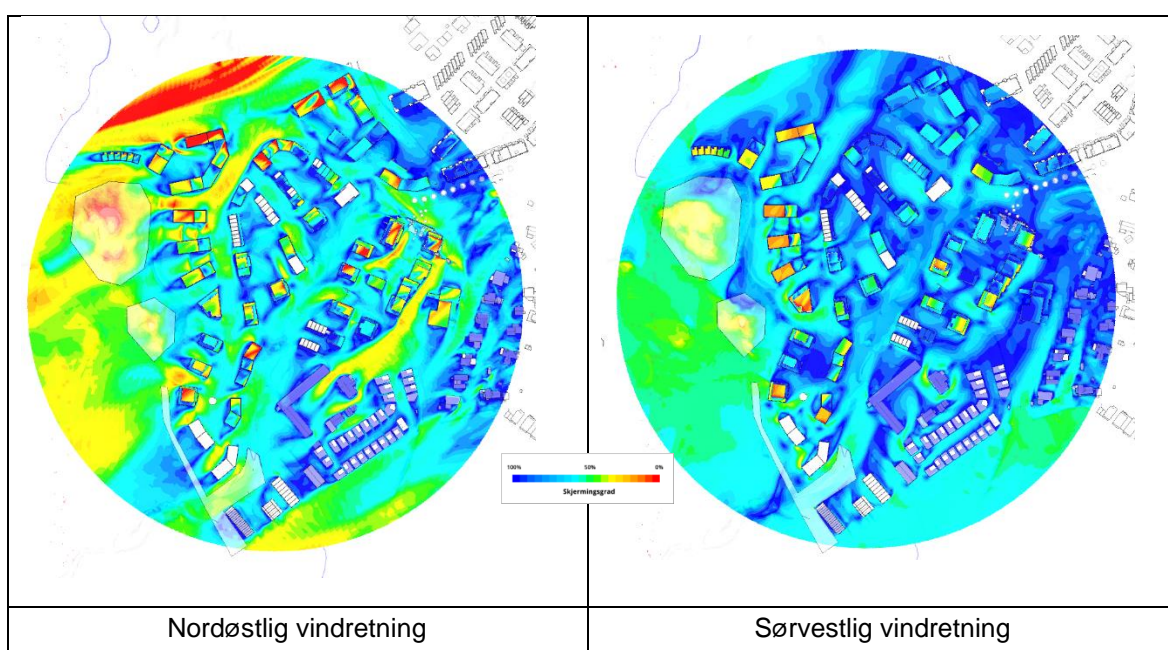


Figur 11: samme som Figur 9, sett på skrå fra nordøst.

4.1 Fremherskende vindretninger

Vindrosene vist i kapittel 3 indikerer tydelig at sørvestlig og nord-nordøstlig vindretning opptrer mest hyppig, og av disse er sørvestlig den vanligste. Lawsonplottet i Figur 9 til Figur 11 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.

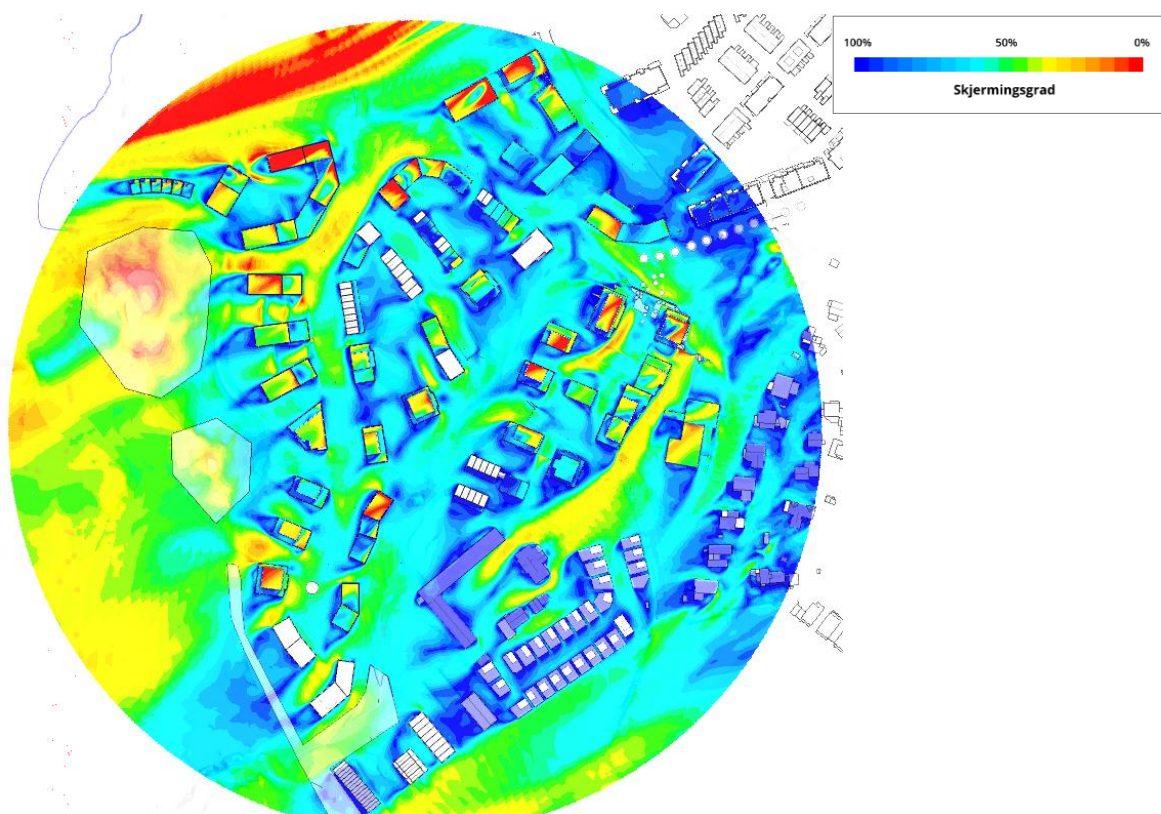
Forskjellen kommer godt til syne når man ser på disse to fremherskende vindretningene side ved side, som vist under. Blått indikerer god skjerming eller lite relativ vind, mens sterke og rødere farger tilsvarer mer og også helt uhindret vind (i rødt), som da vil tilsvare det som en værmelding tilsier, eller det vinden er på flatmark. Merk at rødt i noen tilfeller også kan bety en økning i vind, for eksempel hvor man har kanalisering, traktformasjoner, osv.



(Bildene over vises på nytt i større format i de påfølgende avsnittene.)

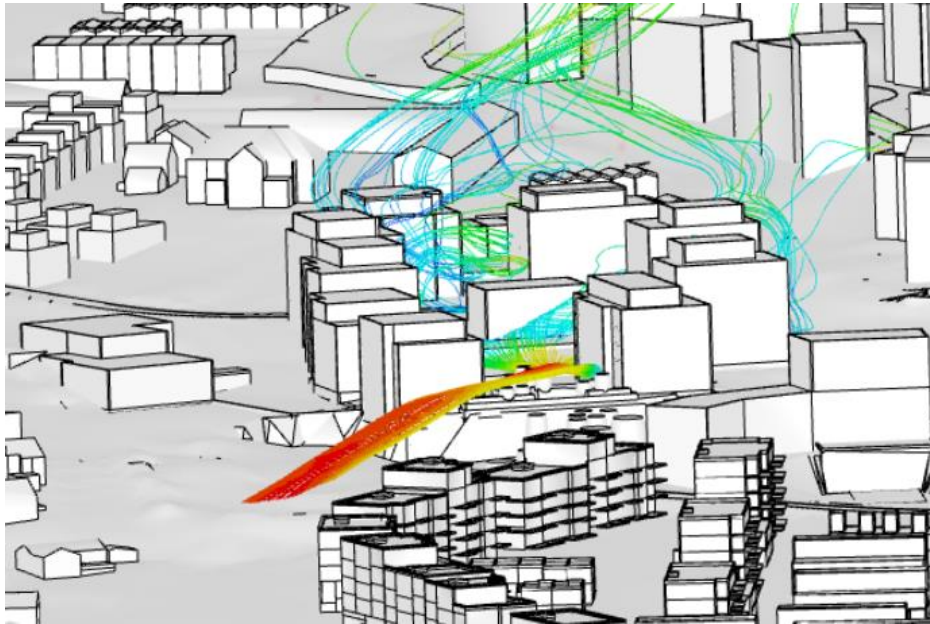
4.1.1 Nordøstlig vindretning (~21% av tiden gjennom året)

Denne vindretningen er ikke mest hyppig, men det er den som har størst absolutt vindpåkjenning på området av de to fremherskende vindretningene. Vindkomfortplottene i forrige avsnitt bruker altså de samme resultatene som vises her (i tillegg til 11 andre vindretninger), men vekter de samtidig etter tid/sannsynlighet, og dette gjør at den nordøstlige tilslutt har mindre å si i det store bildet.



Figur 12: skjermingsgrad på bakkeplan ved vind fra nordøst. Nord er oppover i bildet.

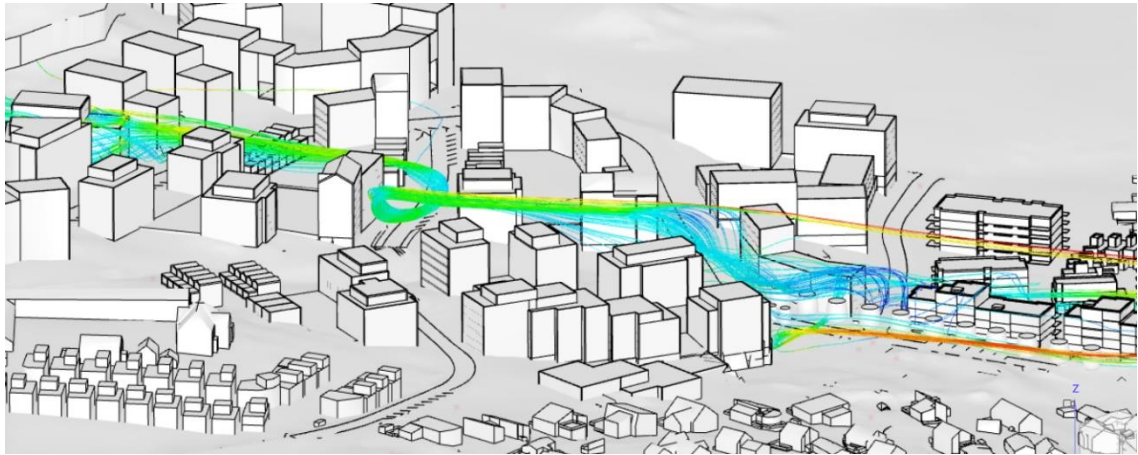
Det er også mulig å se nærmere på hvor vinden kommer fra i de enkelte tilfeller, hvilket kan være nyttig for å planlegge eventuell skjerming. Dette vises i de påfølgende illustrasjonene.



Figur 13: sporing av vind fra nordøst, gjennom B4.



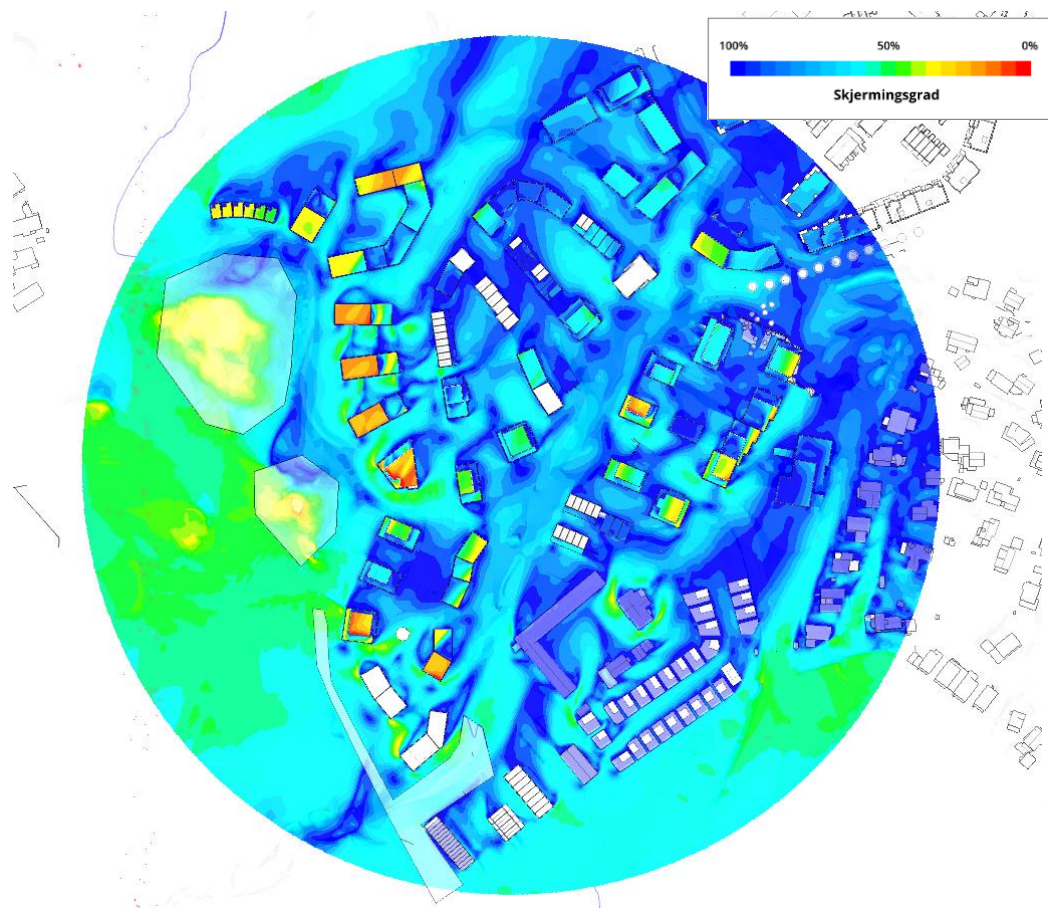
Figur 14: som over, sporing av vind fra nordøst, gjennom B4.



Figur 15: sporing av vind fra nordøst, gjennom B5 sør.

4.1.2 Sørvestlig vindretning (~53% av tiden gjennom året)

Fra denne vindretningen ligger området gunstig til og hvor vinden ikke later til å påvirke stort, mye da på grunn av hvordan terrenget heller mot nord. Det er mulig å se noe forhøyning i vindnivåer akkurat hvor vinden treffer i vest, for B9 sør og inngang bekkeløpet. Her er det foreslått beplantning, som også er tatt med i simuleringene.



Figur 16: skjermingsgrad ved sørvestlig vind for planforslaget.

5 Fleretasjers volumer og effekten av det omkringliggende miljøet

Det er et kjent faktum at høye og dominerende strukturer *generelt sett* vil medføre høyere vind på bakkenivå. Premisset av «høy og dominerende» er utelukkende relativt - den aktuelle høye strukturen må rage høyere enn de omkringliggende, det er ikke tilstrekkelig at (bygning)strukturen subjektivt kan omtales som dominerende, f.eks har et fotavtrykk som fyller flere kvartaler. Strukturen må samtidig være vesentlig høyere enn de omkringliggende, og man ser dette gjerne i form av en fasade som rager høyt.

Om dette så først er tilfelle, vil de lokale vindforholdene siden bestemme i absolutt målestokk selve vindbelastningen på bakkenivå. Langs norskekysten er det mer værhardt og man har høyere dimensjonerende vind(last)hastigheter (29m/s) enn eksempelvis i innlandet (22m/s). Et høyt bygg alene vil trekke ned, relativt sett, like mye vind begge steder, men i absolutt målestokk vil ulempen og påkjenningen være større der vinden faktisk er sterkere. For å navigere i dette landskapet er de nevnte vindkomfortkriteriene til stor hjelp, som produserer objektive og sammenlignbare resultater som hensyntar lokale vindforhold. Den eneste variabelen i dette er valget av vindkomfortkriterie, for her finnes det flere, og mange har hørt om Lawson (som riktignok har 3 helt ulike sett kriterier), og i disse analysene brukes såkalte *Lawson CoL*. Men nederlandske NEN8100 bør også nevnes. Og nettopp valget av vindkomfortkriterie henger sammen med den aktuelle befolkningen. Her til lands har man enda til gode å se myndigheter eller kommuner ta et bevisst valg av dette, noe som hadde gjort denne typen analyser og vurderinger vesentlig enklere og forutsigbare.

Et høyt og dominerende bygg vil altså i utgangspunktet kunne medføre høyere vind på bakkenivå. Det er nå to ting, utover lokale vindforhold, som har stor påvirkning på denne vindbelastningen:

1. **Byggenes utforming.** For «ordinære» bygg med 4 fasader så vil en fasade som *ikke* står vendt direkte mot en fremherskende vindretning redusere vindbelastningen betraktelig på bakkenivå. I enkelte tilfeller vil bygg ha en irregulær form som minsker dominerende fasaders størrelse sett fra de fremherskende vindretningene. Sirkulær form, avrundede hjørner osv., er eksempler på dette.
2. **Det omkringliggende bygningsmiljøet.** Steder hvor det allerede finnes høybygg eller andre strukturer med relativt lik høyde, vil se mye *færre* negative endringer (økt vind på bakkenivå) når det blir introdusert nye høyhus. Og forklaringen er enkel – grupperinger av høyhus eller lignende vil medføre et samlet sett stort hinder for vinden, og mer vil gå *over* byggene, enn å treffe enkeltfasader og siden ned på bakken.

Med andre ord vil høyhus som står alene eller langt fra hverandre lokalt sett, og vanligvis, medføre en økning av vind på bakkenivå.

Tilsvarende vil man kunne se at vindnivåene som produseres av ett enkelt høyhus, bli redusert når det i fremtiden kommer flere tilsvarende i samme området (gjerne i samme eller tilgrensende kvartaler), og spesielt også om den relative høydeforskjellen til omgivelsene reduseres ved at det tillates høyere bygg generelt.

6 Konklusjoner

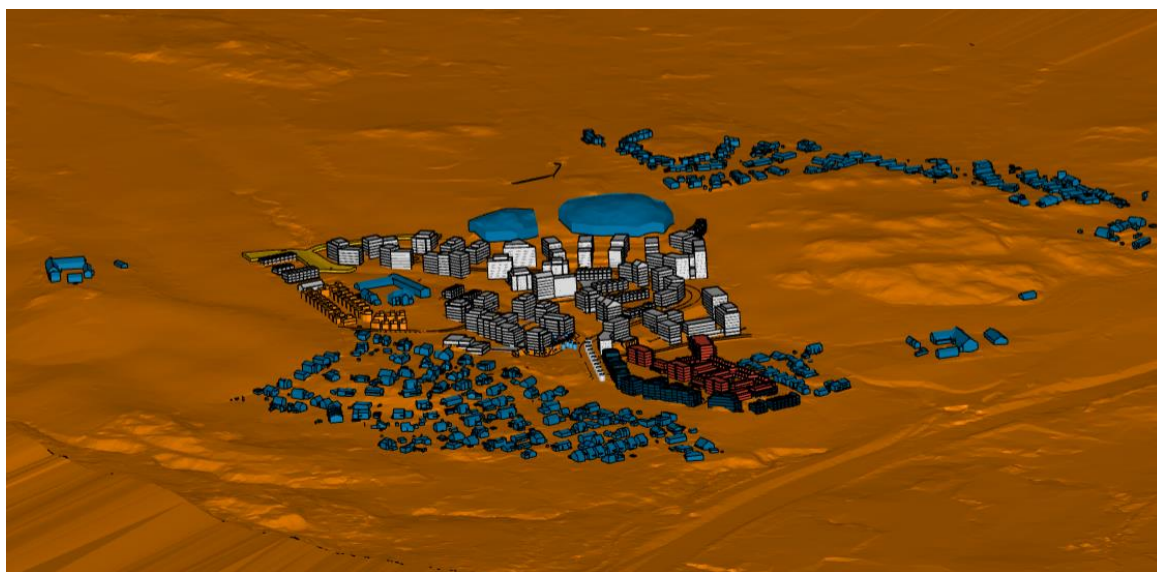
Det er utført vindanalyse for planforslaget for Overvik, inkludert også noe vegetasjon. Fra vindkomfortplottene viser det at området for hele året under ett kommer godt ut, og havner hovedsakelig innenfor kategoriene A og B som tilsier sittende aktiviteter. Det er fokusert ekstra på den nordøstlige vinden som har en større absolutt innvirkning på området enn sørvestlige, og forsøkt å ytterligere redusere områder med høy vind ved bruk av vegetasjon. Det er ingen områder som markerer seg som spesielt utsatte i vindkomfortvisningen. For nordøstlig vind er det områder på B4 og B5 sør som har en vindreduksjon på omtrent 40-50%, som kunne vært redusert ytterligere om eksempelvis bruken tilsier langvarig opphold. Også lengst nordvest i planområdet, hvor bebyggelsen grenser mot det åpne jordet, ville det vært fordelaktig med skjerming mot vind fra nordøst.

7 Metode

Vindanalysen er utført som en CFD¹-simulering fra 12 ulike vindretninger. Som nevnt i kapittel 3 er vindobservasjoner over en 10-årsperiode lagt til grunn, og hyppigheten av ulik vindstyrke og retning fordeler seg som vist i vindrosene i Figur 4 og Figur 5.

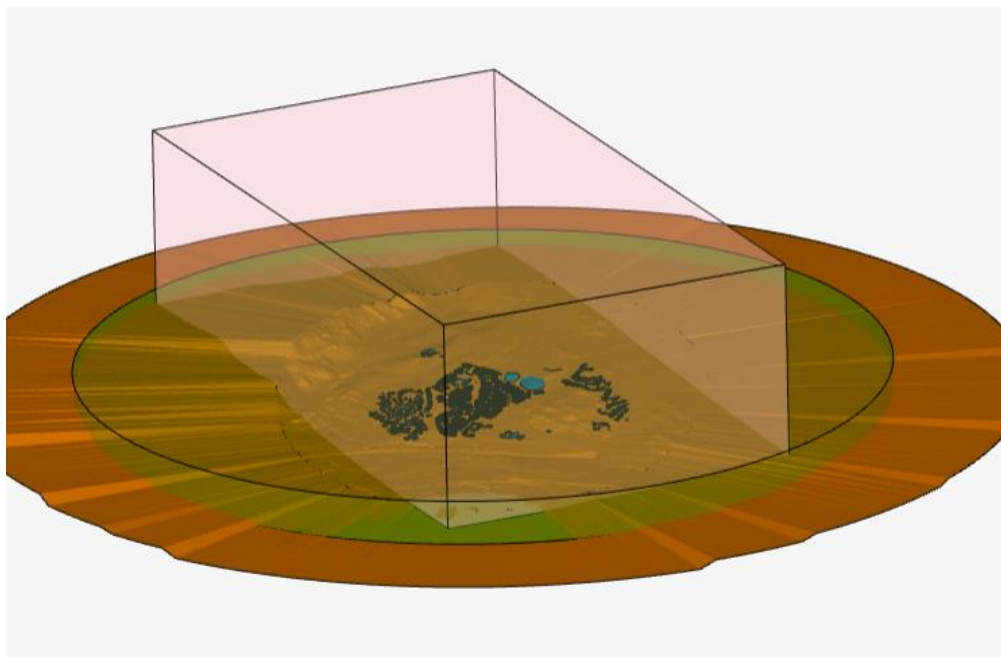
Vindanalysen utføres i simuleringsverktøyet Simscale. Det brukes en 3D-modell av all nærliggende bebyggelse, og i særstilling de som ligger opp- eller nedstrøms av fremherskende vindretninger. 3D-modellen av omkringliggende bebyggelse, samt terreng/topografi fra Kartverkets Høydedata.

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 18. Denne vindtunnelen er relativ til den faktiske vindretningen som til enhver tid undersøkes, og vil altså roteres for hver av de 12 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 1560 x 886m (BxH), og er ca. 2760m 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 resultatusikkerhet.



Figur 17: 3D-modell brukt i vindsimulering. Terreng og bebyggelse er inkludert i en radius på omtrent 500m fra dette.

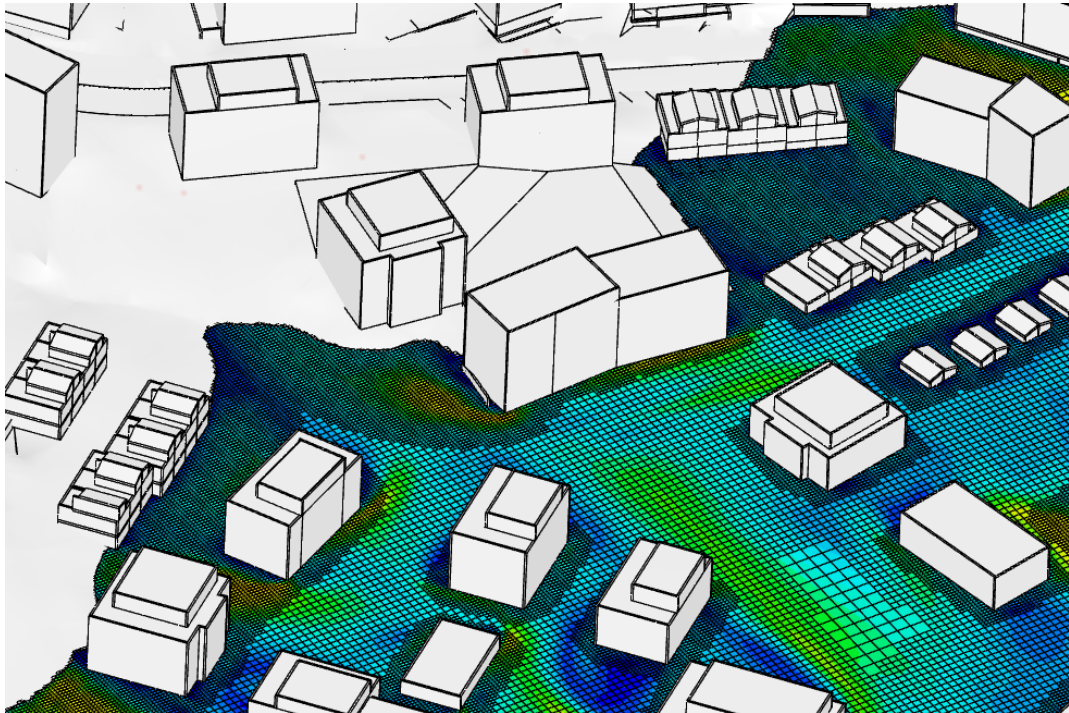
¹ Computational Fluid Dynamics



Figur 18: 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 19 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 kapittel 3.



Figur 19: eksempel på mesh. Det blir en finere inndeling i nærheten av fysiske overflater.