
RAPPORT

Sefa park - vindanalyse



Kunde: Sefa Park AS

Prosjekt:

Prosjektnummer:

Rev.: 0

Sammendrag:

Det er utført vindanalyse for bebyggelsen Sefa Park. Basert på vindkomfortkriteriene i «Lawson LDDC», og sammenlignet med dagens situasjon, har området en forventet økning i vind på bakkenivå, men likevel mindre enn det man vanligvis ville forventet av et høyhus av denne størrelsen. Dette skyldes primært en gunstig retning på fasadene relativt til de fremherskende vindretninger, at området ligger delvis skjermet i terrenget, samt at det er allerede noe skjermende bebyggelse i den eksisterende sentrumssonen. Ofte for tilsvarende høyhus ser man innslag av både grønne og røde vindkategorier (egnet for gående, ikke sittende, samt risiko for særlig høy vind). For å være et «første» høyhus, altså uten at andre høyhus i nærheten er sammen om å skjerme for vind, er resultatene å regne som spesielt gode. Det er å forvente at en fremtidig økning i byggehøyder eller oppføring av andre høyhus som skulle ligge i tilgrensende kvartaler, vil forbedre vindforholdene på bakken.

Rapporteringsstatus:

- ☒ Endelig
☐ Oversendelse for kommentar
☐ Utkast

Utarbeidet av: Kjetil Birkeland Moe	Sign.: KBM
Kontrollert av: Øyvind Vik Nygard	Sign.:
Prosjektleder:	Prosjekteier:

Revisjonshistorikk:

0	09.02.2024	Første utgave	KBM	ØVN
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	4
2	Situasjonsbeskrivelse	4
3	Lokale vindforhold.....	7
3.1	Vurdering av lokalklima og vindkomfort	8
3.2	Grad av skjerming	8
3.3	Vegetasjon	9
4	Resultater	10
4.1	Fremherskende vindretninger	12
4.1.1	Nordøstlig vindretning (~25% av tiden gjennom året).....	12
4.1.2	Sørvestlig vindretning (~35% av tiden gjennom året).....	14
5	Høyhus og effekten av det omkringliggende miljøet	16
6	Konklusjoner	18
7	Metode.....	19

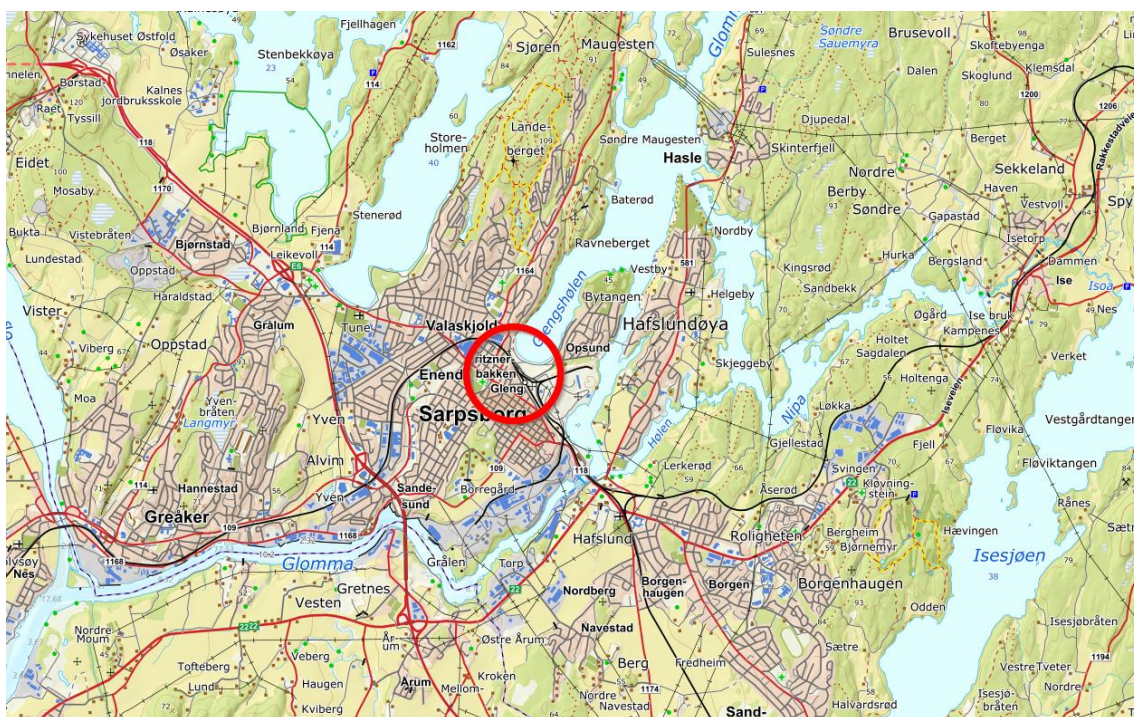
1 Bakgrunn

Sweco har blitt forespurt å gjennomføre en vindanalyse i forbindelse med planarbeid for prosjektet Sefa Park i sentrum av Sarpsborg, vendt mot Glengshølen.

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

2 Situasjonsbeskrivelse

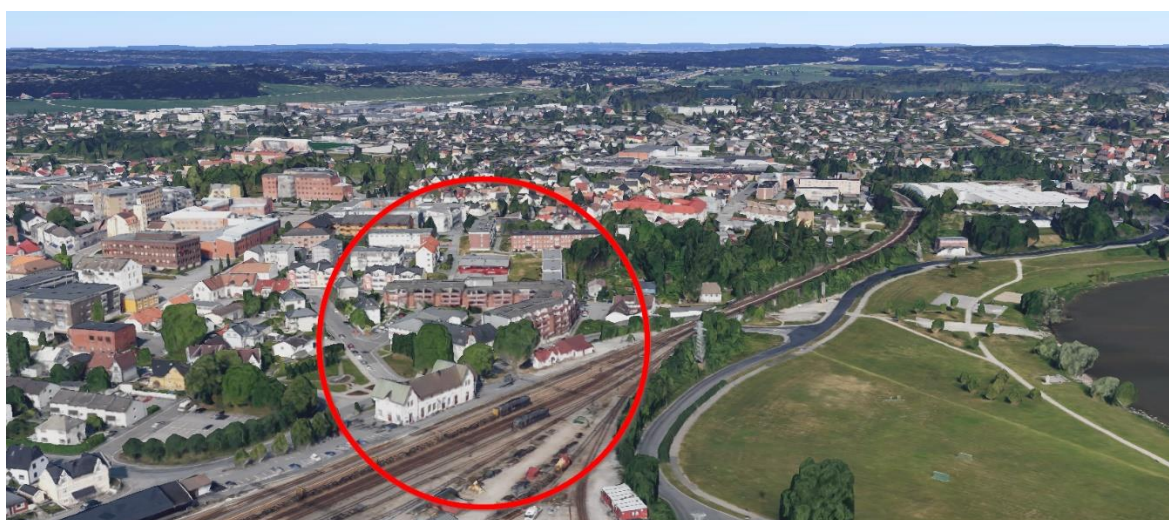
Området tilhører Sarpsborg sentrum, med urban bebyggelse i sør, vest og nord. Bukten Glengshølen ligger åpent til rett i nordøst, adskilt fra området Sefa Park av jernbanespor med tilhørende Sarpsborg stasjon rett i øst, og Opsundsveien.



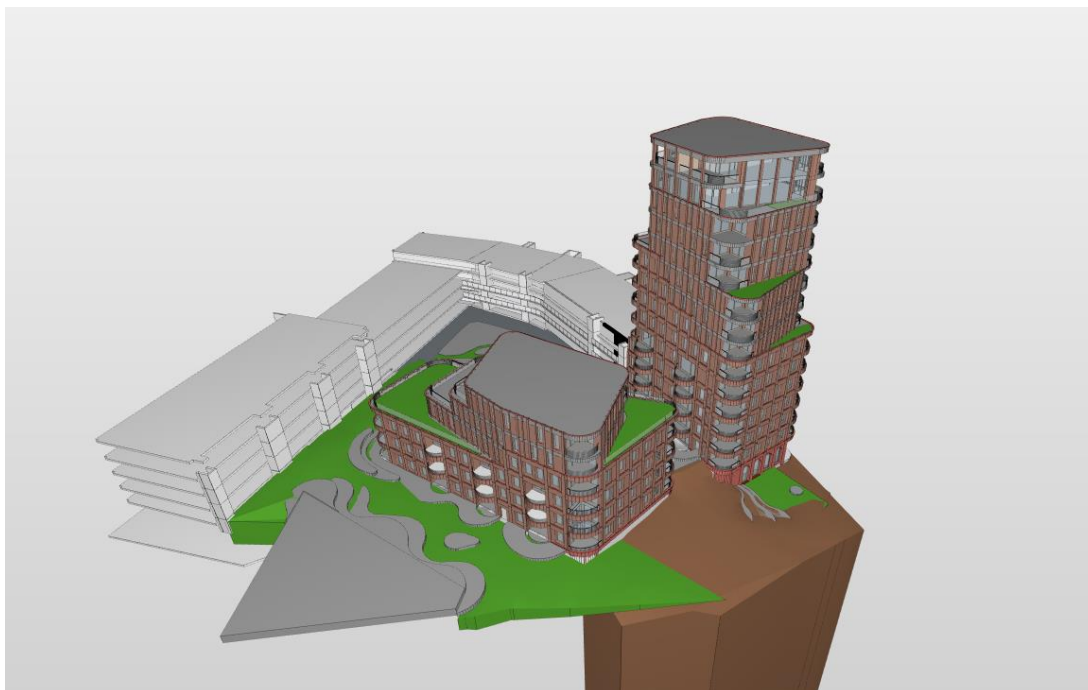
Figur 1: oversiktskart og plassering for Sefa Park.



Figur 2: oversiktskart og plassering, nærbilde.



Figur 3: plassering av Sefa Park, sett mot vest.

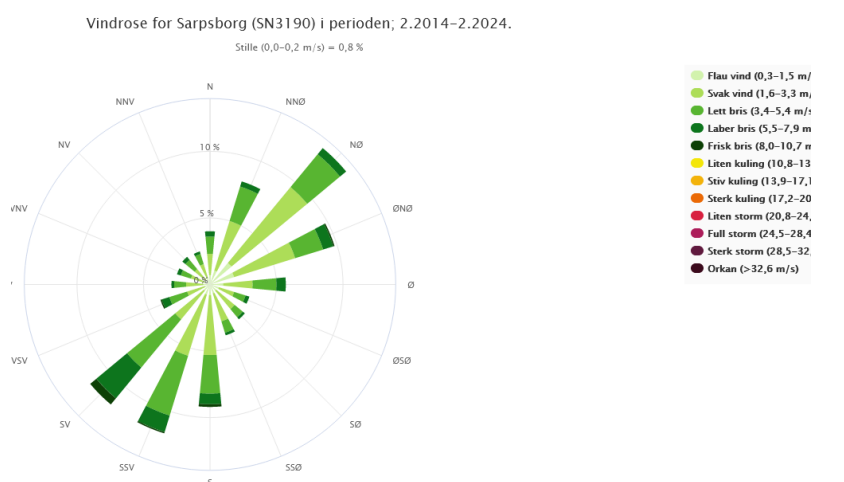


Figur 4: Nærbilde av prosjektet. Nord er oppover i bildet.

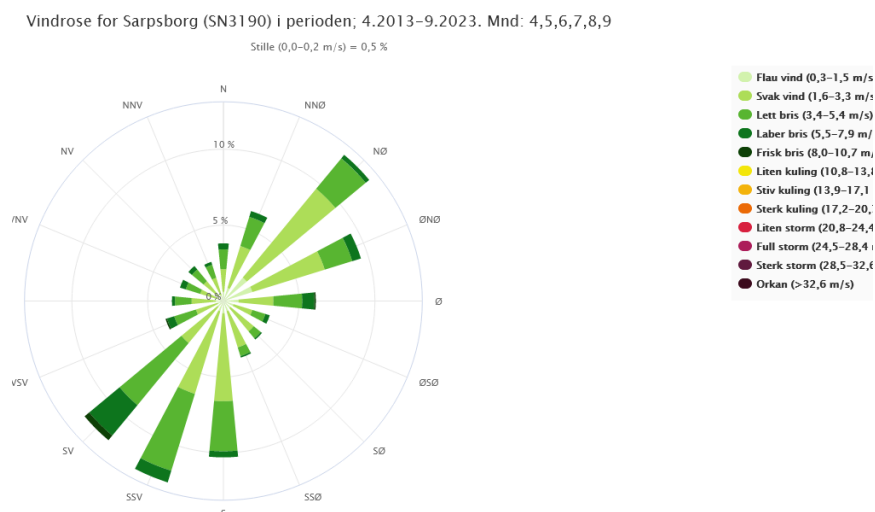
3 Lokale vindforhold

Som grunnlag for vindanalysen er det benyttet vindmålinger fra Sarpsborg sentrum. Denne ligger under 1 km unna, og gir et nesten unormalt godt og representativt grunnlag for vindanalyser (ofte ligger slike stasjoner mange kilometer unna.)

Vindstatistikken, presentert ved vindrosen i Figur 5 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 sørvestlige er den mest hyppige med knapp margin. Det er ellers omtrent ingen forskjell mellom sommerhalvåret og hele året under ett.



Figur 5: vindrose for Sarpsborg, ti år, hele året.



Figur 6: vindrose for Sarpsborg, 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 7: Lawson LDDC 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

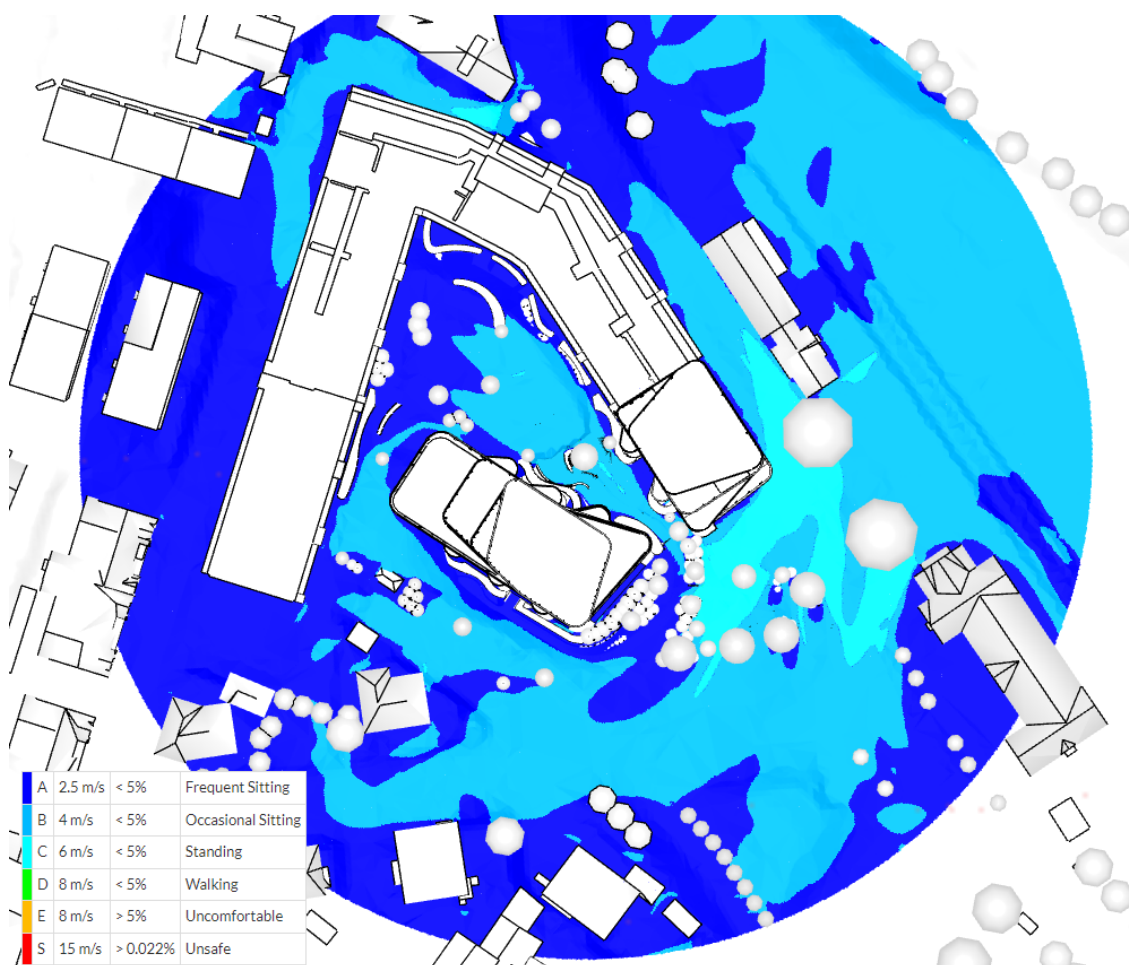
For å se på konsekvens fra enkeltstående vindretninger henvises til *grad av skjerming* fremfor absolutte vindhastigheter. Skjerming er her altså en betegnelse for i hvilken grad (ytre/) uhindret vind blir redusert (skjermet), og angis i prosent (Se Figur 10 og Figur 13 lenger nede). Eksempelvis vil 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

For å ha et enda mer realistisk resultat er det tatt med vegetasjon, både eksisterende og foreslått ny vegetasjon. Vegetasjon er representert som permeable volumetriske elementer, med et trykkfall/vindmotstand som ekte vegetasjon.

4 Resultater

Her vises de beregnede Lawson-plottene for hele området, for hele kalenderår (Figur 8), med vindkomfortkriterier *Lawson LDDC*. Fargeplottene baserer seg på vind 1,5m over bakken. Det er ikke utført egen beregning basert på vinddata for sommerhalvåret, da disse er såpass like som året under ett.



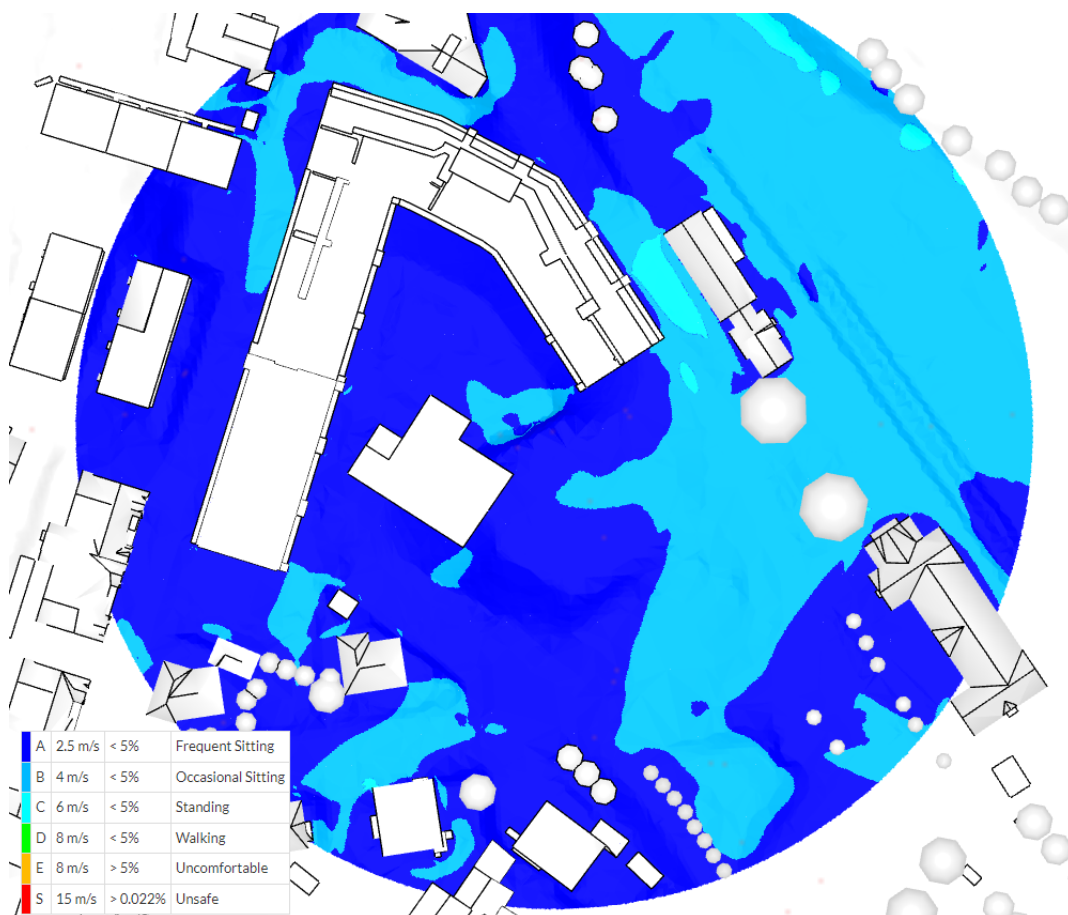
Figur 8: Lawsonplott for hele nærområdet. Nord er oppover i bildet.

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 prosentsats), 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.

I Figur 9 vises det samme Lawsonplottet som i forrige figur, men for dagens situasjon.



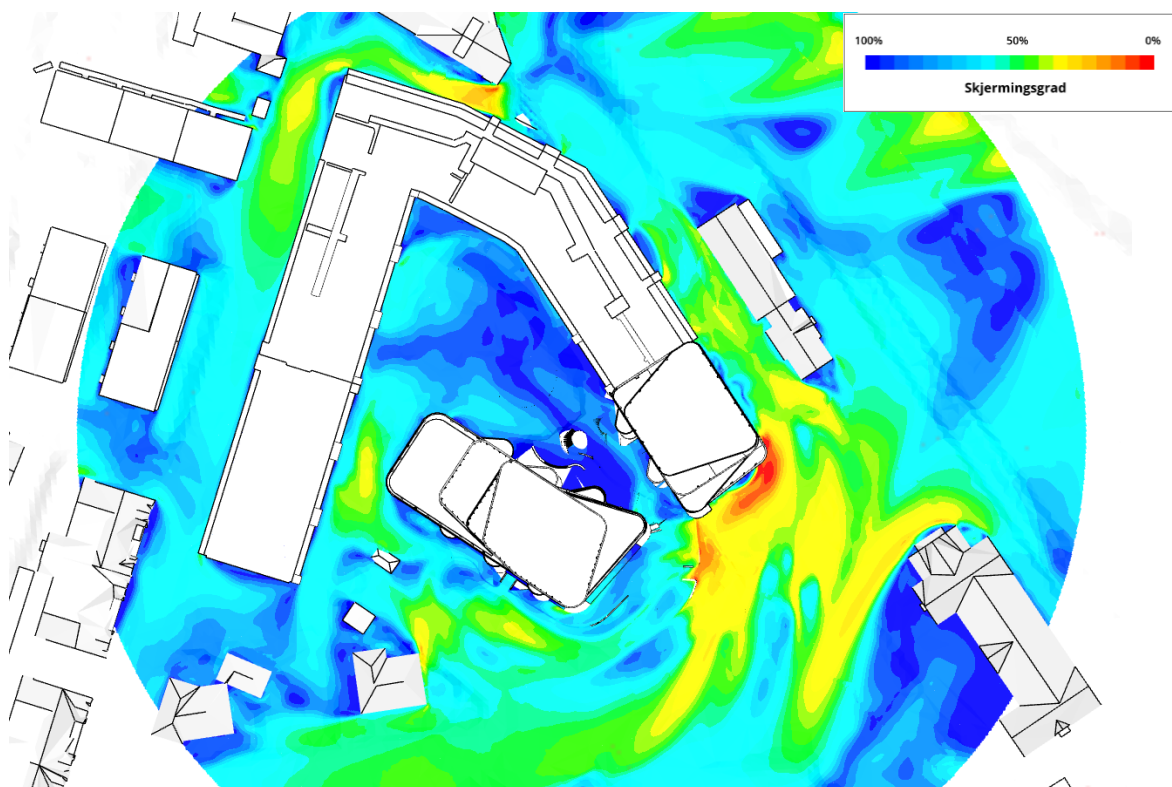
Figur 9: vindbelastning for dagens situasjon.

4.1 Fremherskende vindretninger

Vindrosene vist i kapittel 3 indikerer tydelig at sørvestlig og nord-nordøstlig vindretning opptrer mest hyppig, og av disse altså sørvestlig noe mer hyppig. Lawsonplottet i Figur 8 og 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. Av Figur 8 kan man skimle at vind som kommer fra nordøst er det som påvirker parkområdet i sør mest.

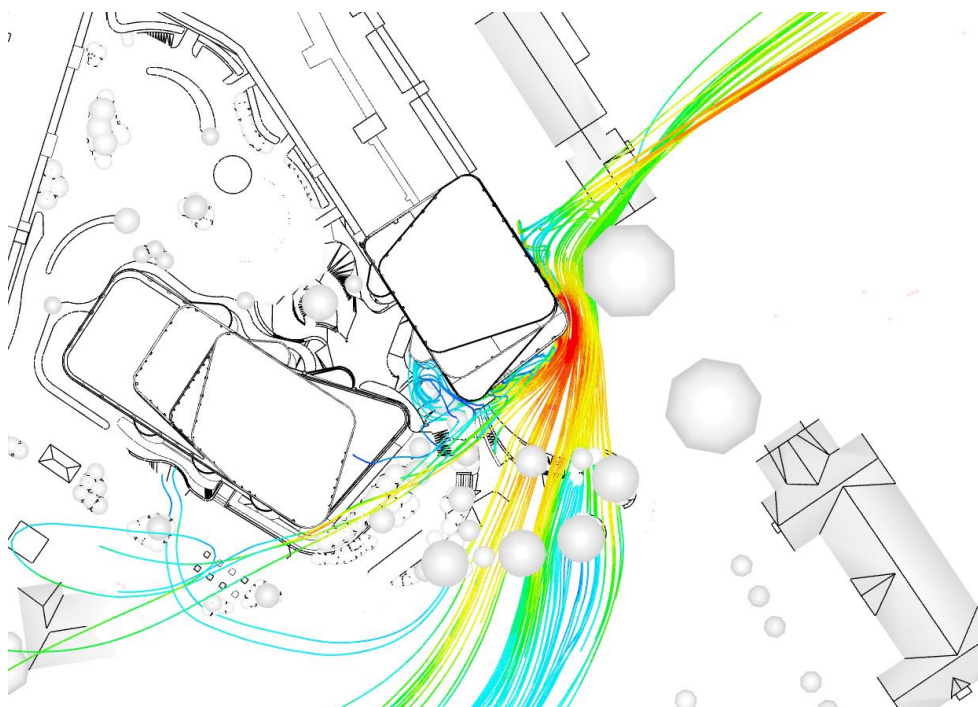
4.1.1 Nordøstlig vindretning (~25% av tiden gjennom året)

Dette er den vindretningen som påvirker området mest. Fra denne retningen er det ganske åpent, og de første hindringene som vinden treffer på er nettopp eksisterende bygningsmasse, samt det nye. Man kan finne noen av de samme utsatte områdene igjen i Lawson-plott i Figur 8, men disse vil fremstå som mindre dramatiske da de «vannes ut» av tidsaspektet (hvor hyppig hver vindretning forekommer.) Denne typen «utvanning» vil altså ikke skje når man ser på én bestemt vindretning, som her. Så selv om det forekommer sterke farger i denne visningen, må man alltid også se dette opp i mot hypotesen.

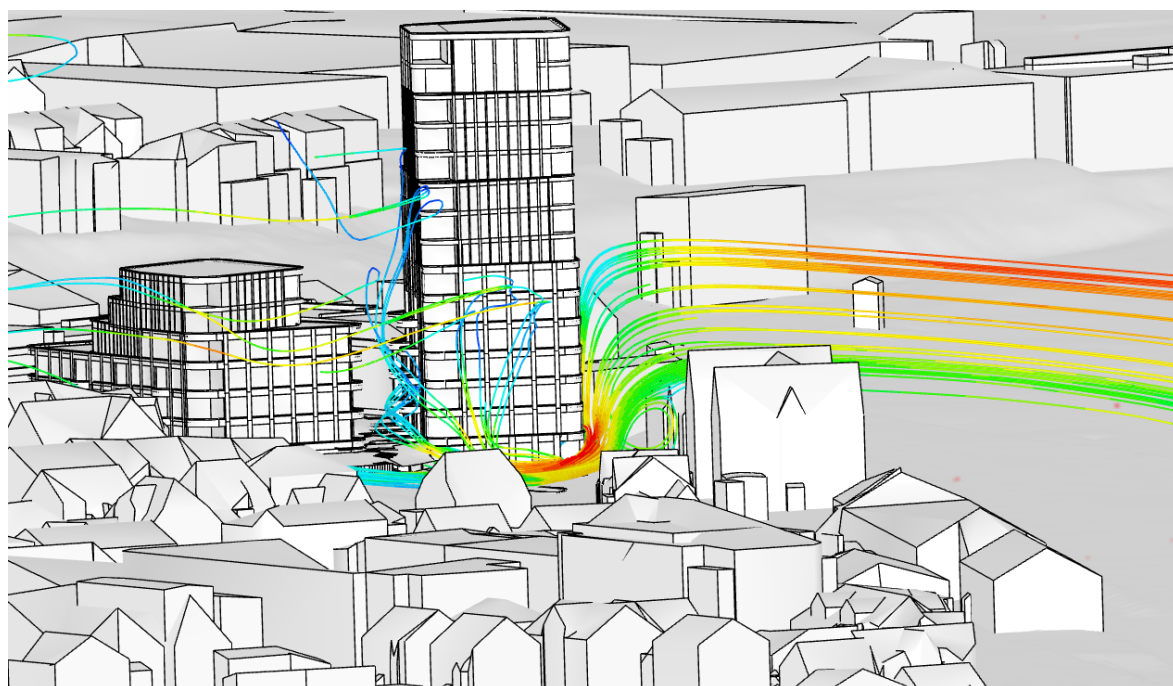


Figur 10: skjermingsgrad på bakkeplan ved vind fra sørøst. Nord er oppover i bildet.

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.



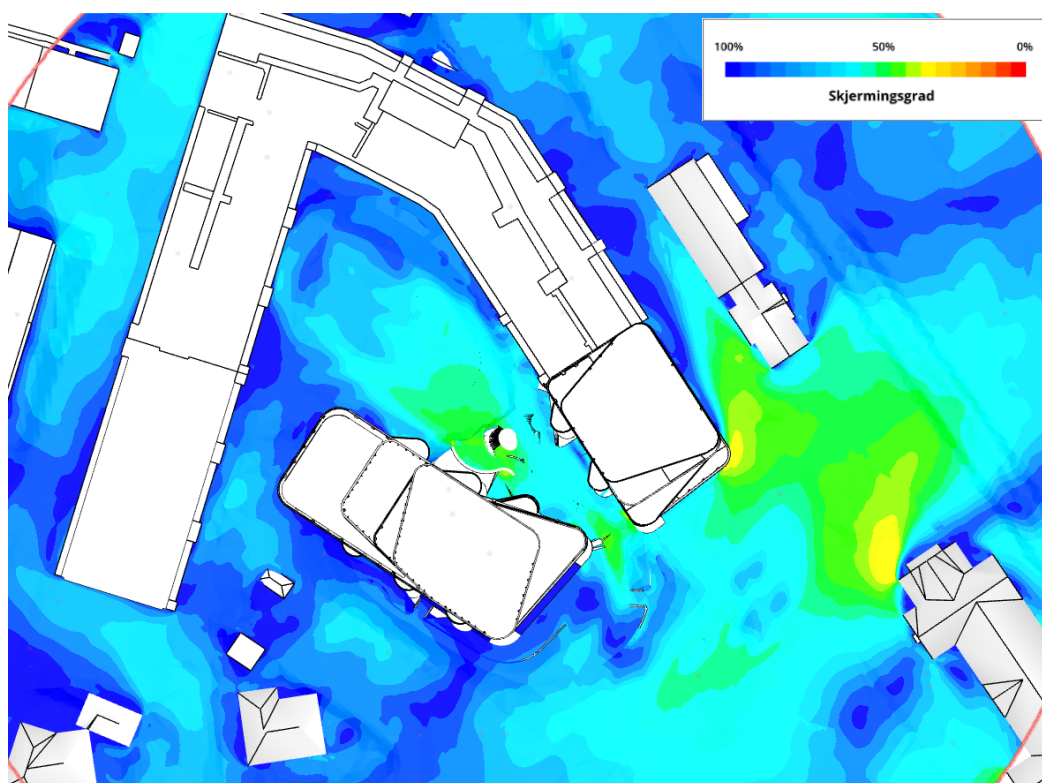
Figur 11: sporing av vind som passerer gjennom parkområdet i sør (det mest utsatte området i rød farge er brukt som utgangspunkt for sporingen.) Vind som passerer på bakkeplan rundt østlige hjørne av nybygget kommer inn nesten normalt på nederste halvdel av fasaden mot nordøst. Dersom en ønsker å skjerme dette området er det langs disse strømningslinjene en vil oppnå best effekt av skjermingstiltak.



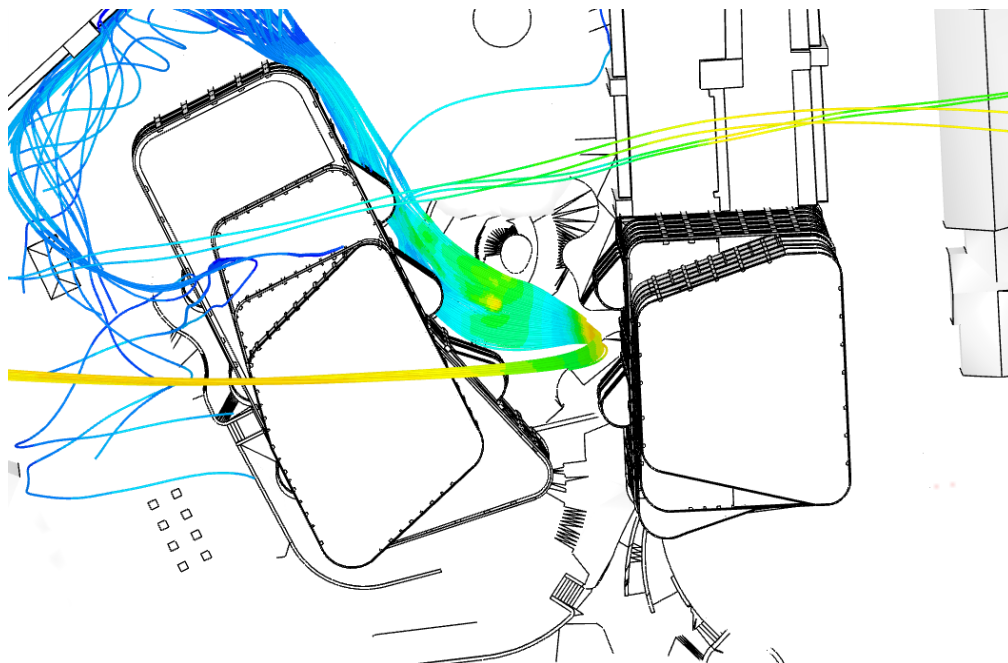
Figur 12: som forrige bilde, sett fra øst.

4.1.2 Sørvestlig vindretning (~35% av tiden gjennom året)

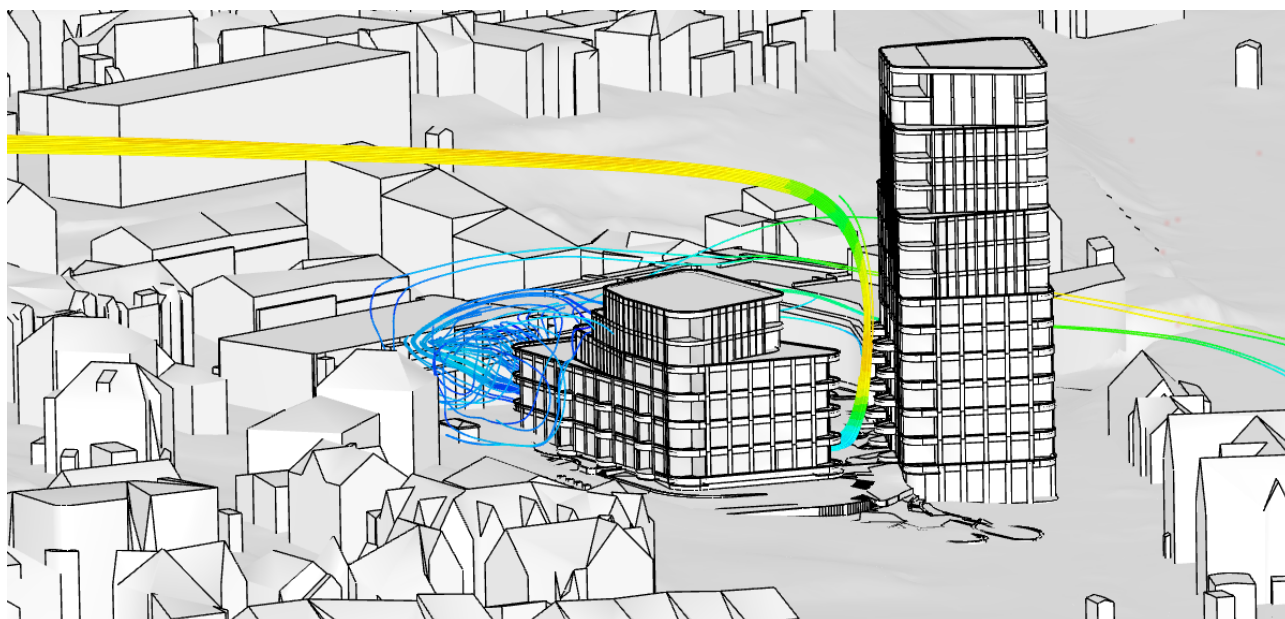
Fra denne vindretningen får man de høyeste vindnivåene, med omtrent 40-50% skjermingsgrad, i midten av området, samt i veien mot nordøst. Parkområdet er relativt lite påvirket her.



Figur 13: skjermingsgrad ved nordvestlig vind. Vegetasjon er med i simuleringen, men skjult i denne visningen.



Figur 14: sporing av vind som havner i det indre området.



Figur 15: som forrige bilde.

5 Høyhus 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.) 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 (gjør i samme eller tilgrensende kvartaler), og spesielt også om den relative høydeforskjellen til omgivelsene reduseres ved at det tillates høyere bygg generelt.

Disse betraktningene er viktige å ha i bakhodet, og spesielt gjøre vurderinger sett i lys av de langsiktige planene og prosjektene for et område.

Under vises to utsnitt som sier noe om mulige fremtidige situasjoner, som vil kunne påvirke vindforholdene ved Sefa Park. Primært er det høyere bygg i området rett sørvest for Sefa Park som vil ha mest å si, og som vil skjerme for vind som er presentert i denne rapporten, uavhengig av vindretning. Arena Sarpsborg ligger erfaringsmessig for langt unna til å ha en påvirkning.



Figur 16: Arena Sarpsborg, sett fra nord, med Sefa Park i midten til høyre i bildet.



Figur 17: sentrumshøyder. Områder med gul pil vil ha antatt størst påvirkning (og skjerming) av Sefa Park, uavhengig av vindretning. Sefa Park er innringet i midten.

6 Konklusjoner

Det er utført vindanalyse for bebyggelsen Sefa Park. Basert på vindkomfortkriteriene i «Lawson LDDC», og sammenlignet med dagens situasjon, har området en forventet økning i vind på bakkenivå, men likevel mindre enn det man vanligvis ville forventet av et høyhus av denne størrelsen. Dette skyldes primært en gunstig retning på fasadene relativt til de fremherskende vindretninger, at området ligger delvis skjermet i terrenget, samt at det er allerede noe skjermende bebyggelse i den eksisterende sentrumssonen. Ofte for tilsvarende høyhus ser man innslag av både grønne og røde vindkategorier (egnet for gående, ikke sittende, samt risiko for særlig høy vind). For å være et «første» høyhus, altså uten at andre høyhus i nærheten er sammen om å skjerme for vind, er resultatene å regne som spesielt gode. Det er å forvente at en fremtidig økning i byggehøyder eller oppføring av andre høyhus som skulle ligge i tilgrensende kvartaler, vil forbedre vindforholdene på bakken.

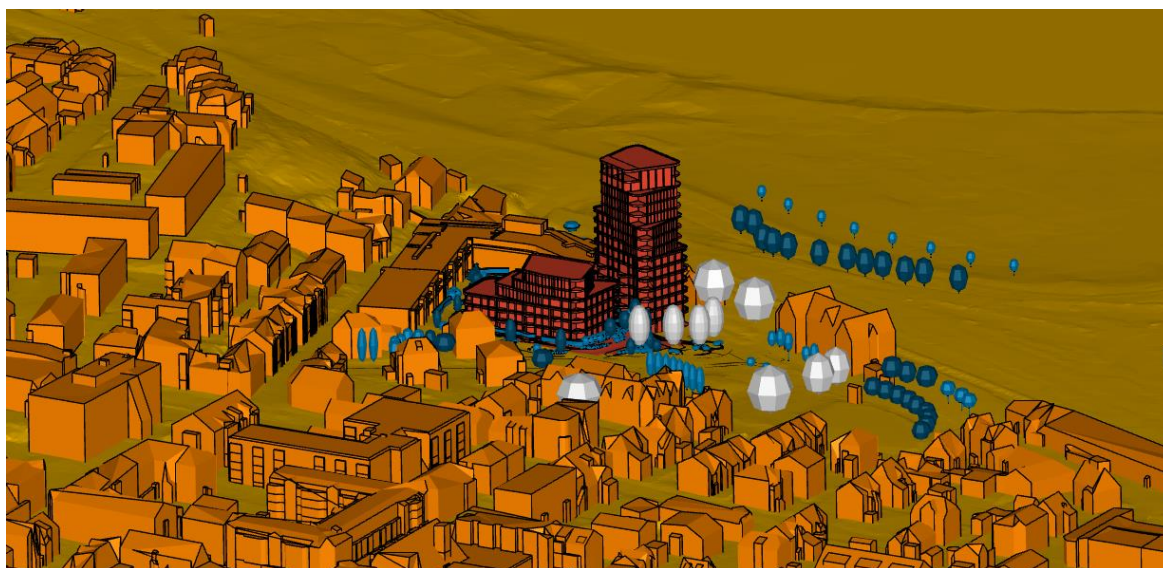
For parken rett sør av bebyggelsen vil det være noe økning i vind gjennom året, relativt til dagens situasjon. Dette må avstemmes med tiltenkte oppholdssoner som man gjerne må forsøke å oppnå ytterligere forbedringer i, f.eks med vegetasjon, hvilket også er indikert i videre arbeider hos LARK. Men det vil være nærliggende å tenke at områder som dette som grenser mot jernbanen, og som har store fasader og uten noen annen særlig skjerming i forkant, vil kunne oppleve at passasjer som vender mot nordøst vil få en viss vindtunneleffekt, altså en lokal opplevd høy vind i disse passasjene. Dette vil gjelde for alle høyhus langs togstasjonen slik det fremstår i eksempelvis Figur 16, ikke bare Sefa Park. Merk likevel at de lokale faktiske vindforhold later til å legge til rette for at dette likevel er mulig, i den forstand at den totale vindbelastningen som vist i vindkomfortplott ikke er spesielt høye, og at mye kan gjøres og bedres for eksempel med god beplantning.

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 5 og Figur 6.

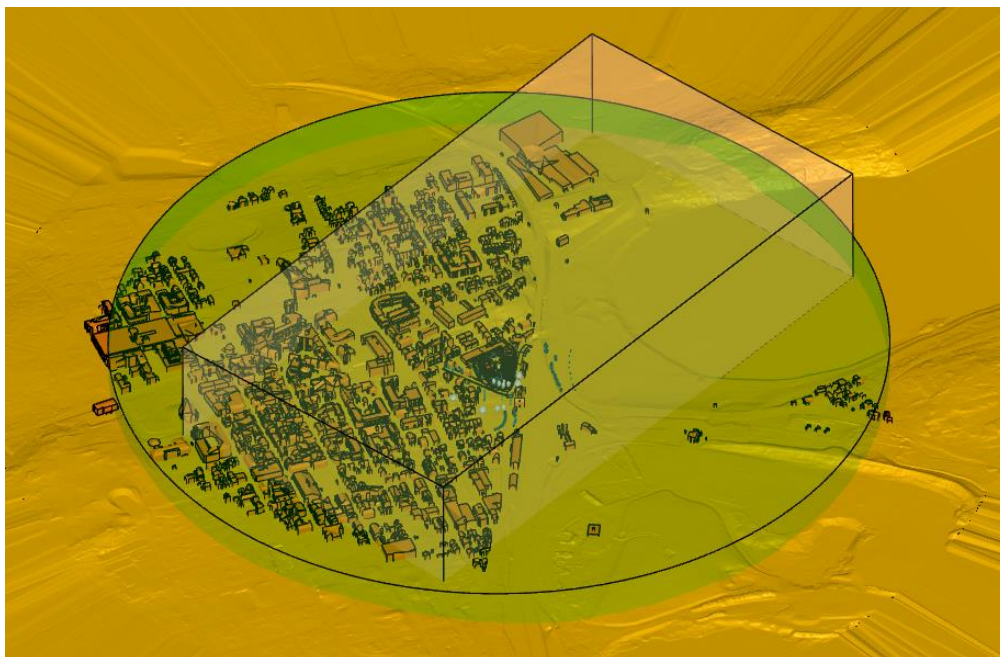
Vindanalysen utføres i simuleringsverktøyet Simscale. Det brukes en 3D-modell av all nærliggende bebyggelse, og i særstilling de som ligger opp- eller nedstrøms av fremherskende vindretninger. 3D-modellen av omkringliggende bebyggelse, samt terreng/topografi fra Kartverkets Høydedata.

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 19. 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 kortside, strømmer gjennom området som er av interesse, og videre ut på bakre kortside. Vindtunnelen har et tverrsnitt på omtrent 400m x 150m, og er ca 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 resultatusikkerhet.



Figur 18: 3D-modell brukt i vindsimulering. Terreng og bebyggelse er inkludert i en radius på omtrent 500m fra dette.

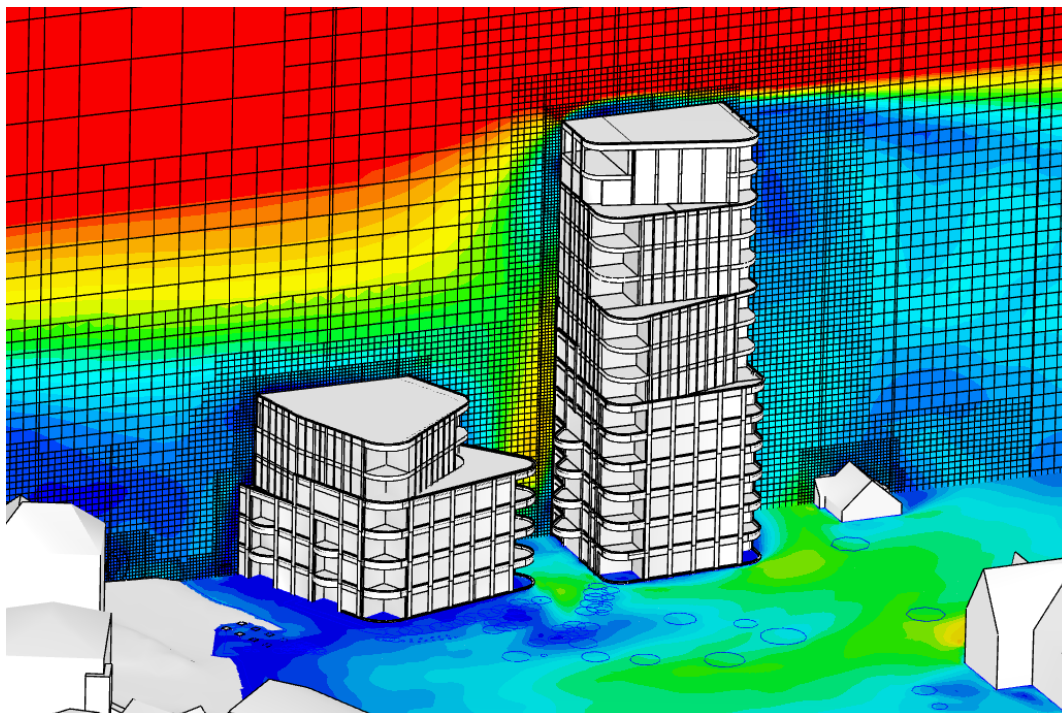
¹ Computational Fluid Dynamics



Figur 19: 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 20 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 20: eksempel på mesh. Det blir en finere inndeling i nærheten av fysiske overflater.