

Prosjektnotat

SINTEF Community
Postadresse:
Postboks 124 Blindern
0314 Oslo
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Foretaksregister:
NO 919303808 MVA

Tidligfase vindanalyse S. P. Andersens veg

VERSION

1

DATO

2024-08-06

FORFATTER(E)

Johannes Brozovsky
Are Simonsen

OPPDRAAGSGIVER(E)

SINTEF Eiendom

OPPDRAAGSGIVERS REFERANSE

Fred Horghagen

PROSJEKTNUMMER

102031675

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

10+ Bilag/vedlegg

Sammendrag

Det er utført en forenklet tidligfase vindanalyse av strømningsforholdene rundt S. P. Andersens veg i Trondheim for dominerende vindretning i Trondheim (225° fra nord). Analysen er utført med Computational Fluid Dynamics (CFD) verktøyet OpenFOAM samt tilgjengelige bygningsdata, geografiske data, og metrologiske data for området.

UTARBEIDET AV

Johannes Brozovsky

SIGNATUR**PROSJEKTNOTAT NR**

1

Historikk

VERSJON	DATO	Versjonsbeskrivelse
1	2024-08-09	Første versjon av notatet

Innholdsfortegnelse

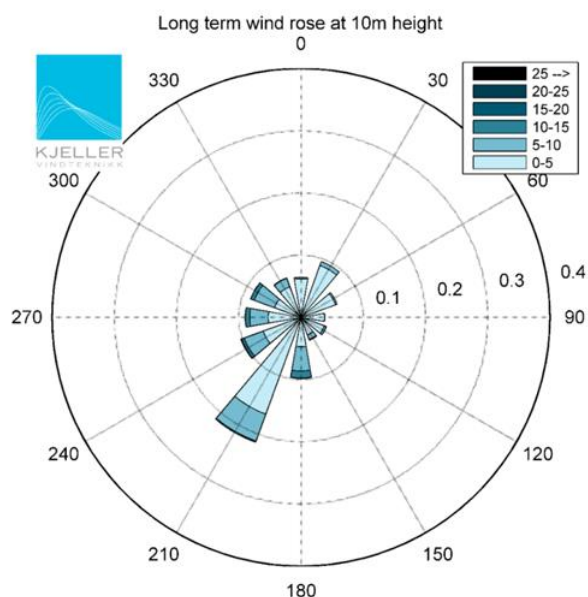
1	Bakgrunn	4
2	Simuleringer.....	5
3	Resultater	7
	3.1 Vindhastighet	7
	3.2 Turbulens	9
4	Konklusjon	10
5	Referanser	10

1 Bakgrunn

I forbindelse med byutviklingen i Lerkendal området i Trondheim (se Figur 1), er det planlagt ny bebyggelse i S. P. Andersens veg. Byutviklingen skal tilrettelegge for utendørs oppholdsarealer som kan være utsatt for uønskede store lokale vindhastigheter på grunn av «kanalisert» vind som følge av «uheldig», i vindsammenheng, geometrisk utforming av den nye bygningsmassen. En forenklet og tidligfase vindanalyse er derfor gjennomført for å undersøke vindforholdene og bidra til løsninger som begrenser en mulig negativ virkning på folk som oppholder seg utendørs i planområdet. Hovedvindretning i Trondheim er sørvest (se Figur 2).



Figur 1: Planområde for vindanalysen med hovedvindretning fra sørvest (225°).

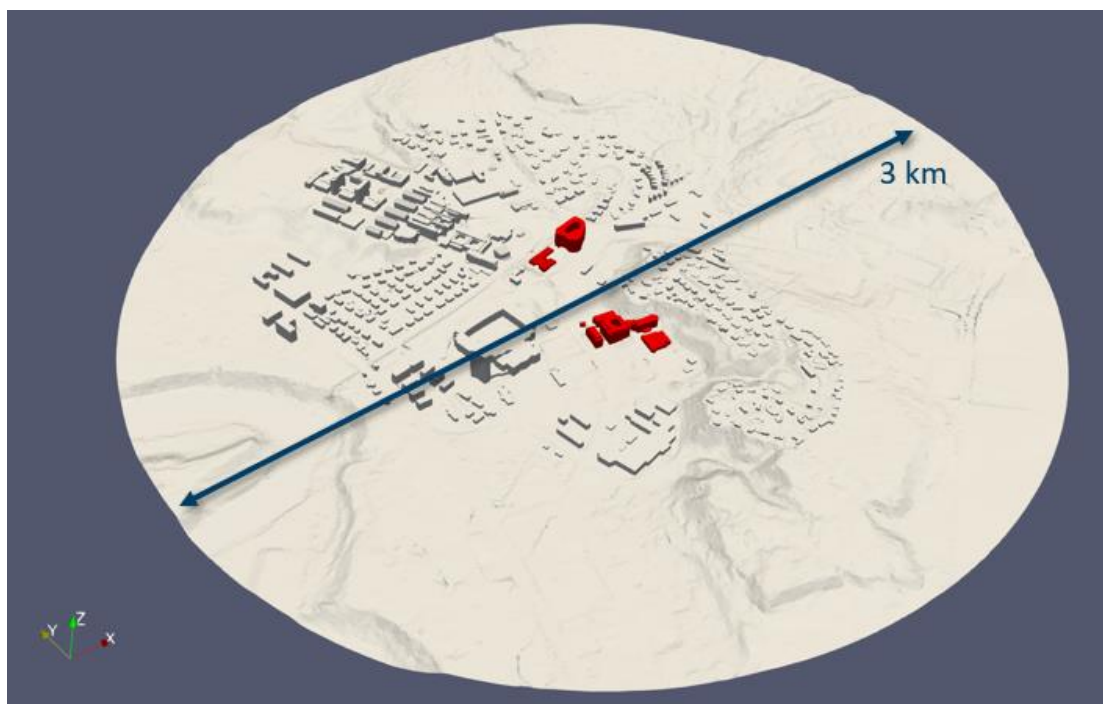


Figur 2: Vindrose for Trondheim (© Kjeller Vindteknikk).

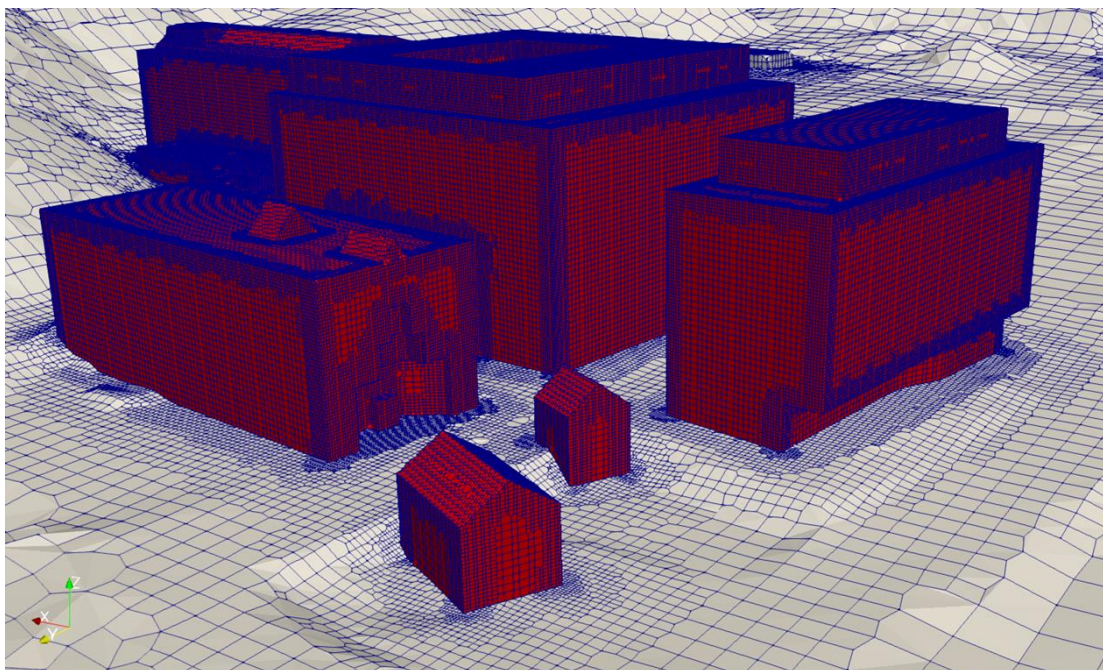
2 Simuleringer

I utredningen er det benyttet OpenFOAM, et åpent Computational Fluid Dynamics (CFD) simuleringsverktøy for å studere strømningsmønstre over terreng, gjennom gaterom og rundt bygg. OpenFOAM er et numerisk beregningsverktøy som er meget godt egnet til å beregne vind og turbulens i komplekse urbane rom med god nøyaktighet.

Basis for simuleringene er et 3D modell av Trondheim kommune over eksisterende bygg og terreng. Eksisterende modell er supplert med de planlagte bygninger levert av arkitektene Øystein Thommesen AS. I simuleringene ble det tatt hensyn til omgivende bebyggelse i en radius på 500 m rundt planområdet. Det ble brukt et rundt domene for enkelt å kunne endre vindretningen i videre analyser dersom dette skulle være nødvendig (Figur 3). Vindprofilen satt ved inngangen av domenet tar hensyn til at planområdet befinner seg i et ganske tett bebygget strøk og er derfor utformet slik at det er lav vindhastighet ved bakkenivå og at den øker (logaritmisk funksjon) med høyden over bakken. Figur 4 viser både eksisterende og ny bebyggelse i planområdet ved S. P. Andersens veg med visualisert beregningsgrid, som er finere på hjørnene og langs kantene av byggene og blir gradvis grovere lengre unna. Vegetasjon er her ikke tatt med i simuleringene slik at resultatene vil representere et «worst case» scenario.



Figur 3: Rundt domene med 3 km diameter som inneholder terreng og omgivende bebyggelse i 500 m omkrets rundt planområdet (røde bygg i nedre halvdel av domenet) sett fra sørvest.



Figur 4: Planområdet i S. P. Andersens veg som modellert i simuleringverktøyet og visualisert beregningsgrid sett fra nordvest.

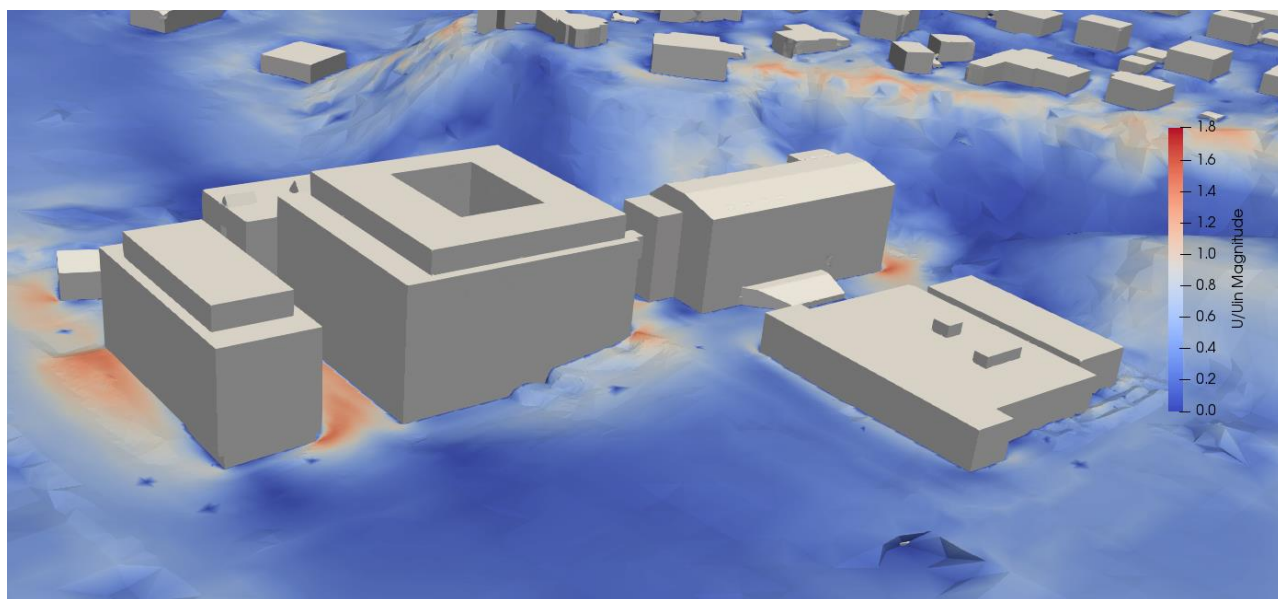
3 Resultater

3.1 Vindhastighet

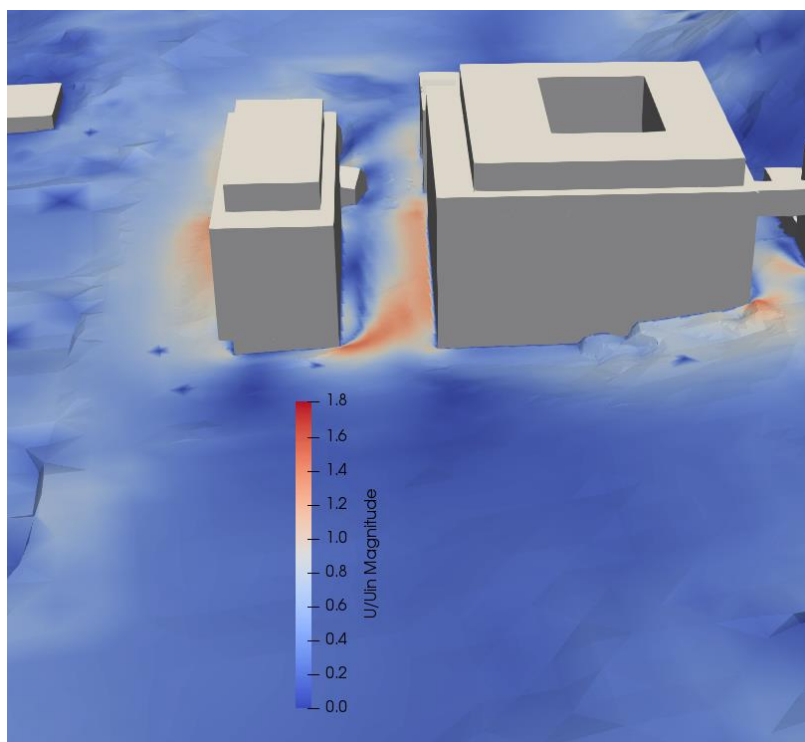
Figur 5 – Figur 7 viser «vindhastighetsfaktor» i planområdet. Skalaen er her normalisert ved å dividere lokal vindhastighet med en referanse hastighet (hastigheten i 10 meters høyde ved innløp) for å få en forsterknings- eller akselerasjonsfaktor i stedet for et absolutt tall. Denne faktoren er uavhengig av vindhastigheten på enhver tid, men viser områder som vil oppleve høyere eller lavere akselerasjon. Jo mer akselerasjon, jo rødere er fargen i figurene. Målet i planleggingen er generelt å holde akselerasjonsfaktoren så lavt som mulig.

Som vist i figurene er arealet mellom de to nye byggene fremst i utsnittet spesielt utsatt for høye akselerasjoner. Med vind fra hovedvindretningen sørvest, deler luftstrømmen seg opp ved det sørvestlige bygget og blir, som i en vindtunnel, presset mellom de to byggene. Etter Bernoulliprinsippet, når et flytende medium passerer en innsnevring, blir trykket mindre, samt som hastigheten øker. Akselerasjonen når en faktor på opptil 1.6 i dette området, ca. 4–8 ganger så høyt som på parkeringsplassen foran bygget som er preget av blå og mørkeblå farge i figurene, med en vindhastighetsfaktor på omtrent 0.2–0.4.

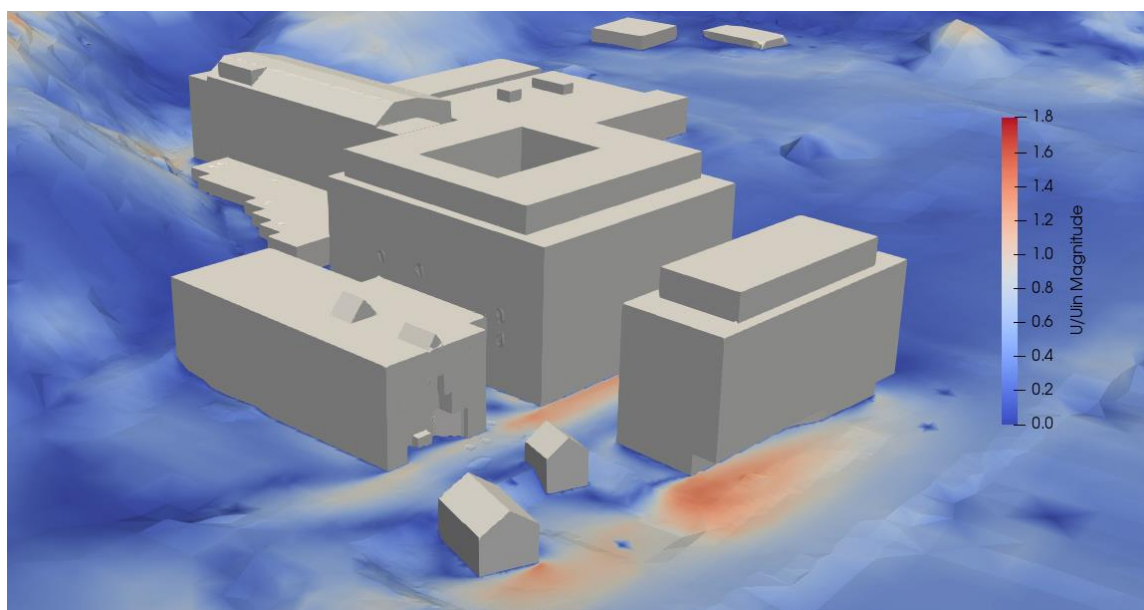
Vi ser også at man får akselerasjon med en faktor på opptil 1.4 (se også Figur 7) langs det sørvestlige bygget.



Figur 5: Vindhastighetsfaktor i planområdet på fotgjengernivå (1.5 m over bakken) sett fra sørvest.



Figur 6: Vindhastighetsfaktor i planområdet på fotgjengernivå (1.5 m over bakken) sett fra sør.



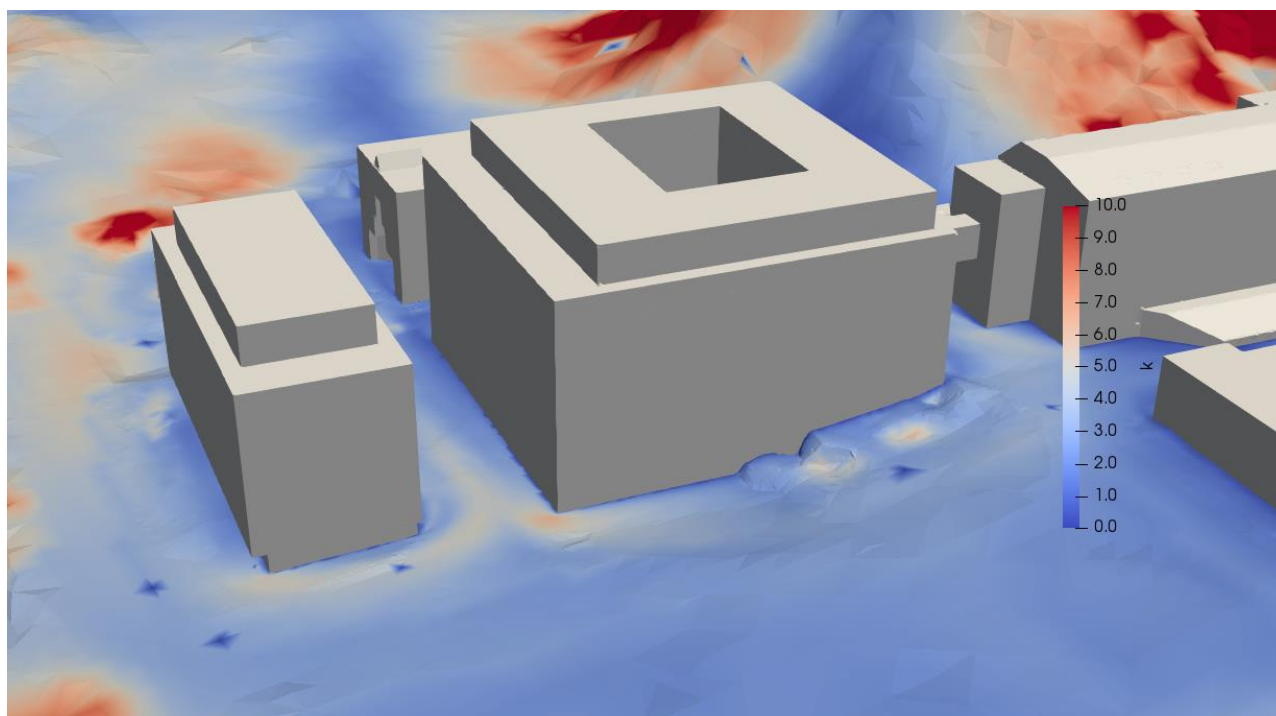
Figur 7: Vindhastighetsfaktor i planområdet på fotgjengernivå (1.5 m over bakken) sett fra nordvest.

3.2 Turbulens

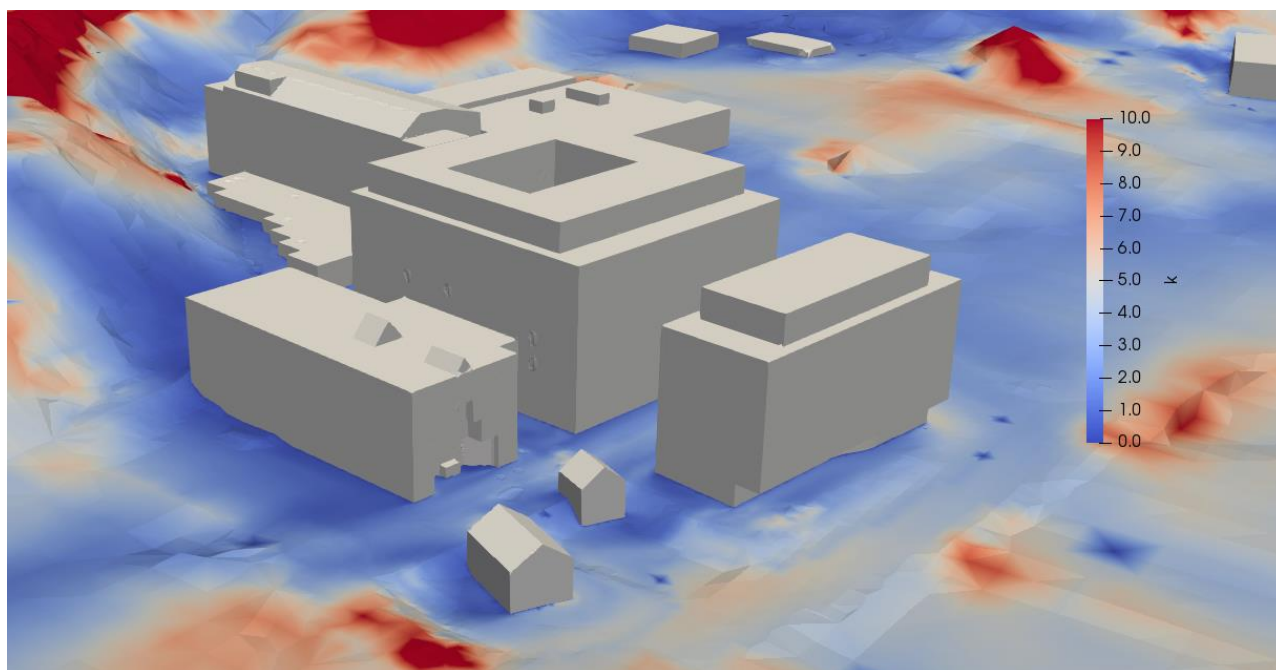
Turbulens er her gjengitt som turbulent kinetisk energi (k), som er et mål på energien i de turbulente bevegelsene i en fluidstrøm. I praksis vil en vil høy turbulens i luften lokalt oppleves som at vinden hyppig skifter retning og kommer i «kast» fra ulike retninger. k er i Figur 8 og Figur 9 kvantifisert i absolutt verdi $[(\text{m/s})^2]$, men kan også beregnes prosentandelen av den totale middelvindhastigheten kvadrert.

Middelvindhastigheten er 10 m/s og med formelen $k [\%] = \left(\frac{k}{\frac{1}{2}U^2} \right) \times 100 \%$ kan man altså se at den

turbulente kinetiske energien k utgjør opptil omtrent 3 % (for $k = 6$) i arealet mellom de to nye byggene. Lengre unna i kjølvannet av bygningen går verdiene opp til over 5 %. Etter generell oppfatning (se Tabell 1) er den turbulente intensiteten middels til middels høy.



Figur 8: Turbulent kinetisk energi i planområdet på fotgjengernivå (1.5 m over bakken) sett fra sørvest.



Figur 9: Turbulent kinetisk energi i planområdet på fotgjernivå (1.5 m over bakken) sett fra nordvest.

Tabell 1: Turbulent intensitet og generell vurdering [1].

Turbulent intensitet	Generell vurdering
0.05 – 1 %	Lav
1 – 5 %	Middels
5 – 20 %	Høy til veldig høy

4 Konklusjon

Resultatene viser områder der akselerert vind er sannsynlig og der det kan oppstå økt turbulent intensitet, noe som er ukomfortabel for personer å oppholde seg i. Det er anbefalt å vurdere plassering av vegetasjon som hekker, busker og trær for å begrense negative virkninger i området. Videre burde også inngangene til byggene være plassert etter forholdene vist overfor.

5 Referanser

[1] CFD Online Wiki: Turbulence intensity. https://www.cfd-online.com/Wiki/Turbulence_intensity.