

# Vindkomfortanalyse

---

Bilag til miljøvurdering af lokalplan

Smedeland 8b og 22

Dato: 14. november 2024

<b>Rev.nr.</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Udarbejdet af</b>	<b>Kontrolleret af</b>	<b>Godkendt af</b>
02	20240909	2. revision	TEB	OUG/PEHA	TEB
03	20241104	3. revision	TEB	OUG	TEB
04	20241114	4. revision	OUG	TEB	OUG

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Introduktion .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Sammenfatning .....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
3.1.	Middelvind - årgennemsnit.....	9
3.2.	Middelvind - sommergennemsnit .....	12
3.3.	Planområdets påvirkning af omgivelserne.....	14
3.4.	Følsomhedsanalyse.....	15
3.4.1.	Scenarie 1 – planområdet og tagterrasser med forventet omkringliggende byudvikling.....	17
3.4.2.	Scenarie 2 – planområdet, nuværende forhold .....	19
3.4.3.	Scenarie 3 – planområdet uden højhus, med nuværende omkringliggende bebyggelse.....	22
<b>4.</b>	<b>Vindreducerende foranstaltninger .....</b>	<b>23</b>
<b>5.</b>	<b>Referencer.....</b>	<b>25</b>

---

## Appendix

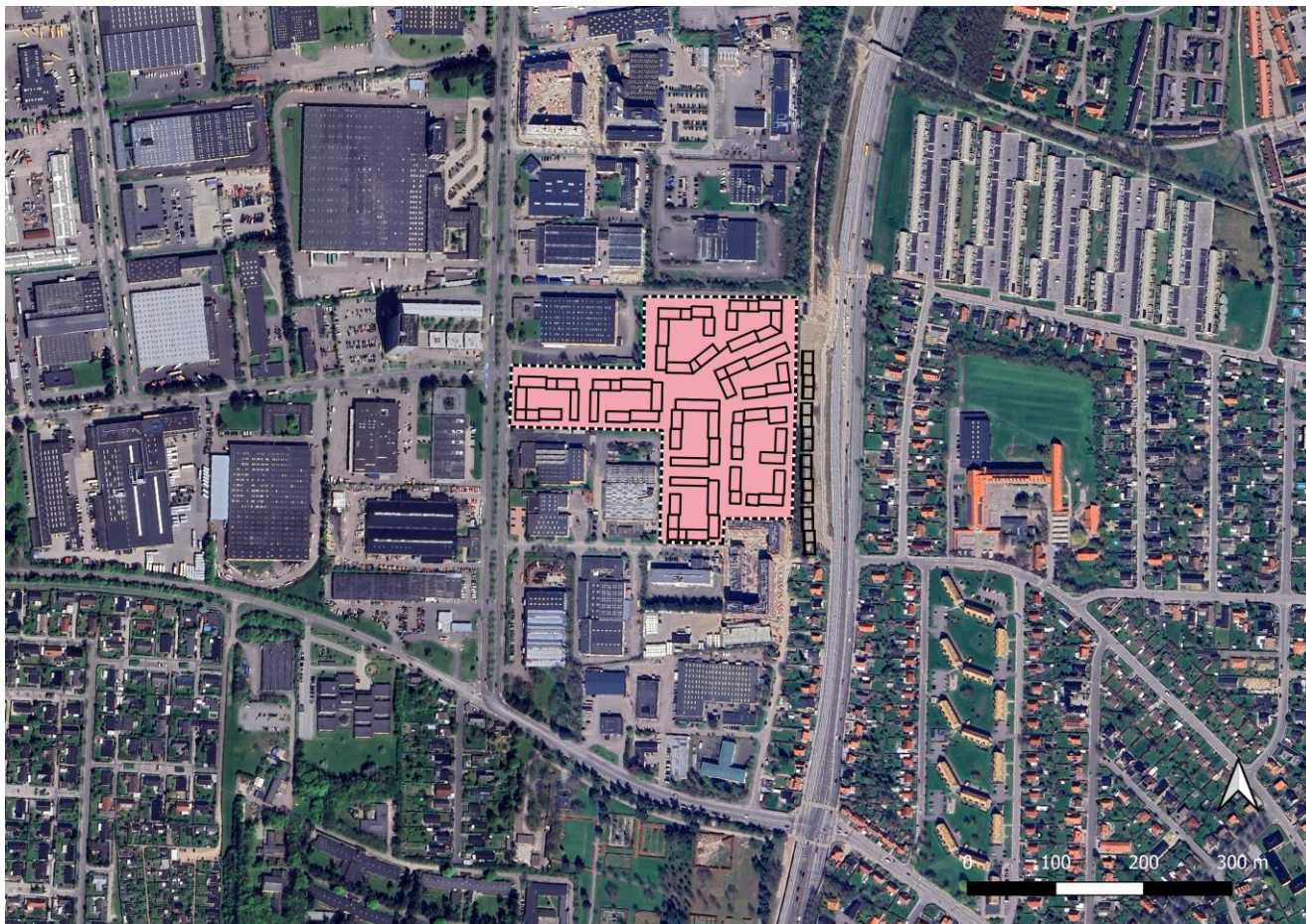
Appendix 1 Metode

Appendix 2 Baggrundsdata

Appendix 3 CFD-model (modellering af vind)

# 1. Introduktion

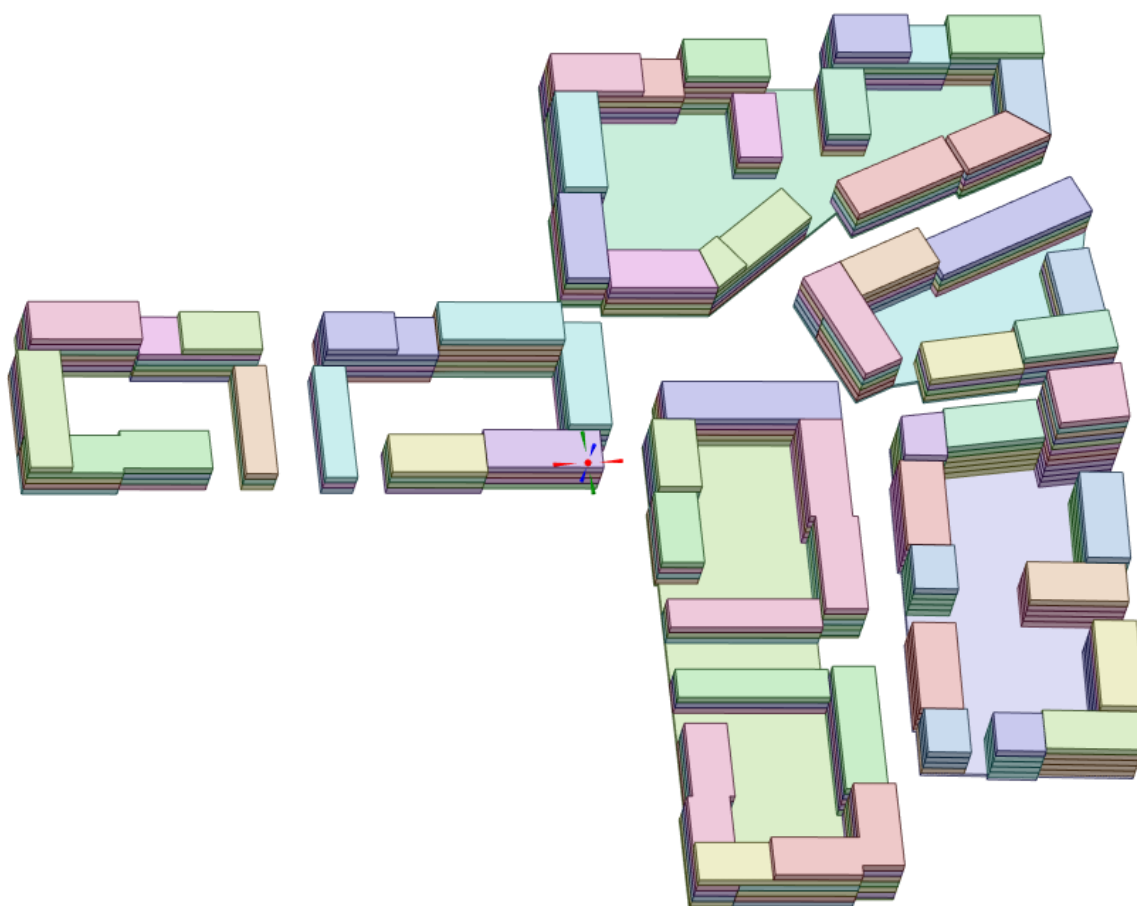
Nærværende undersøgelse har til formål at undersøge vindforholdene/komfortkriterierne omkring de planlagte bygninger i udkast til lokalplan for Smedeland 8B og 22 beliggende inden for området markeret med rødt på Figur 1.1.



Figur 1.1: Smedeland 8b og 22 – lokalplanområde, der indgår i vindanalysen, er markeret med rødt.

Arealerne mod vest, nord og syd er relativt tæt bebygget, mens der mod øst ud mod Nordre Ringvej er mere åbent.

Det planlagte byggeri består af bygninger i ca. 10-22 meter samt et tårn på ca. 37 m (12 etager) beliggende mod øst. Se 3D visualisering af området i Figur 1.2. Bygningerne er placeret, så der dannes i alt otte gårdrum med en, to eller tre åbninger i bebyggelsen.



Figur 1.2: 3D visualisering af planlagte bygninger på Smedeland 8B og 22. Venstre: vest, Højre: øst, Top: nord.

Komfortkriterierne for diverse person aktiviteter mht. vind med hastigheder højere end 5 m/s iht. SBI anvisning 128 er angivet i Tabel 1.1. Det fremgår, at komfortkriteriet for udendørs restaurant er opfyldt, hvis vinden ikke er højere end 5 m/s i mere end 0,1 % af tiden svarende til ca. 9 timer om året. Et område er acceptabelt til brug for parker og pladser, hvis vinden ikke er højere end 5 m/s i mere end 6% af tiden svarende til ca. 22 dage pr. år.

Tabel 1.1: Komfortkriterier (vind 5 m/s, 1,5 m over terræn) [1]

Aktivitet	Areal	Acceptabelt	Ubehageligt	Meget ubehageligt
<b>Hurtig gang</b>	Fortov, stier	43%	50%	53%
<b>Slentre</b>	Parker, butiksgader	23%	34%	53%
<b>Stå eller sidde i kort tid</b>	Parker, pladser	6%	15%	53%
<b>Stå eller sidde i længere tid</b>	Udendørs restaurant	0,1%	3%	53%

Der er valgt en højde på 1,5 m over terræn, da det vurderes retvisende for den oplevede komfort.

## 2. Sammenfatning

Til at beskrive vindforholdene for området omkring Smedeland 8B og 22 er der opstillet en CFD-model, og for vindretningsintervaller af 30° er der bestemt en normeret vindhastighed. Denne er efterfølgende brugt til bestemmelse af hyppigheden af vind større end 5 m/s, som igen er sammenholdt med komfortkriterierne i SBI Anvisning 128 [1].

En CFD-model (Computational Fluid Dynamics) er en numerisk model, som løser Navier-Stokes ligninger inklusive turbulens til i dette tilfælde at beskrive, hvorledes vinden interagerer med terræn og bygninger. Ved Smedeland 8B og 22 er der ikke nogen stationer, der måler vindhastigheder. De tætteste stationer er hhv. Roskilde Lufthavn, Jægersborg og Københavns Lufthavn, hvorfor det er valgt at bruge vind modelleret af EMD trukket fra en position nordvest for Smedeland 8B og 22 i åbent terræn.

Den gennemsnitlige årsvindhastighed 10 m over terræn er på denne lokalitet er 3,6 m/s og for sommerperioden 3,5 m/s. Da terrænet er åbent, vil vinden være højere end en vind i tættere bebygget område. For at kompensere for dette dækker modellen et større område inklusive de omkringliggende bygninger, således at modellen kan simulere effekten af disse, hvilket giver et mere retvisende billede af vindforholdene i planområdet.

Da der pågår udvikling af flere omkringliggende ejendomme, indgår der i modellen de omkringliggende planlagte bebyggelser, der forventes at være udviklet efter ca. 10 år fra vedtagelse af udkastet til lokalplan for Smedeland 22 og 8B. Der er udført en fuld vindkomfortanalyse af dette primære scenarie.

Modellen er opstillet uden hensyntagen til vegetation og andet tilsvarende med læ givende effekt i terræn. Dermed giver modellen et konservativt billede af vindsituationen.

Det er valgt at benytte middelvind 1,5 m over terræn og at vurdere komfortkriterierne for henholdsvis et sommer- og årsgennemsnit.

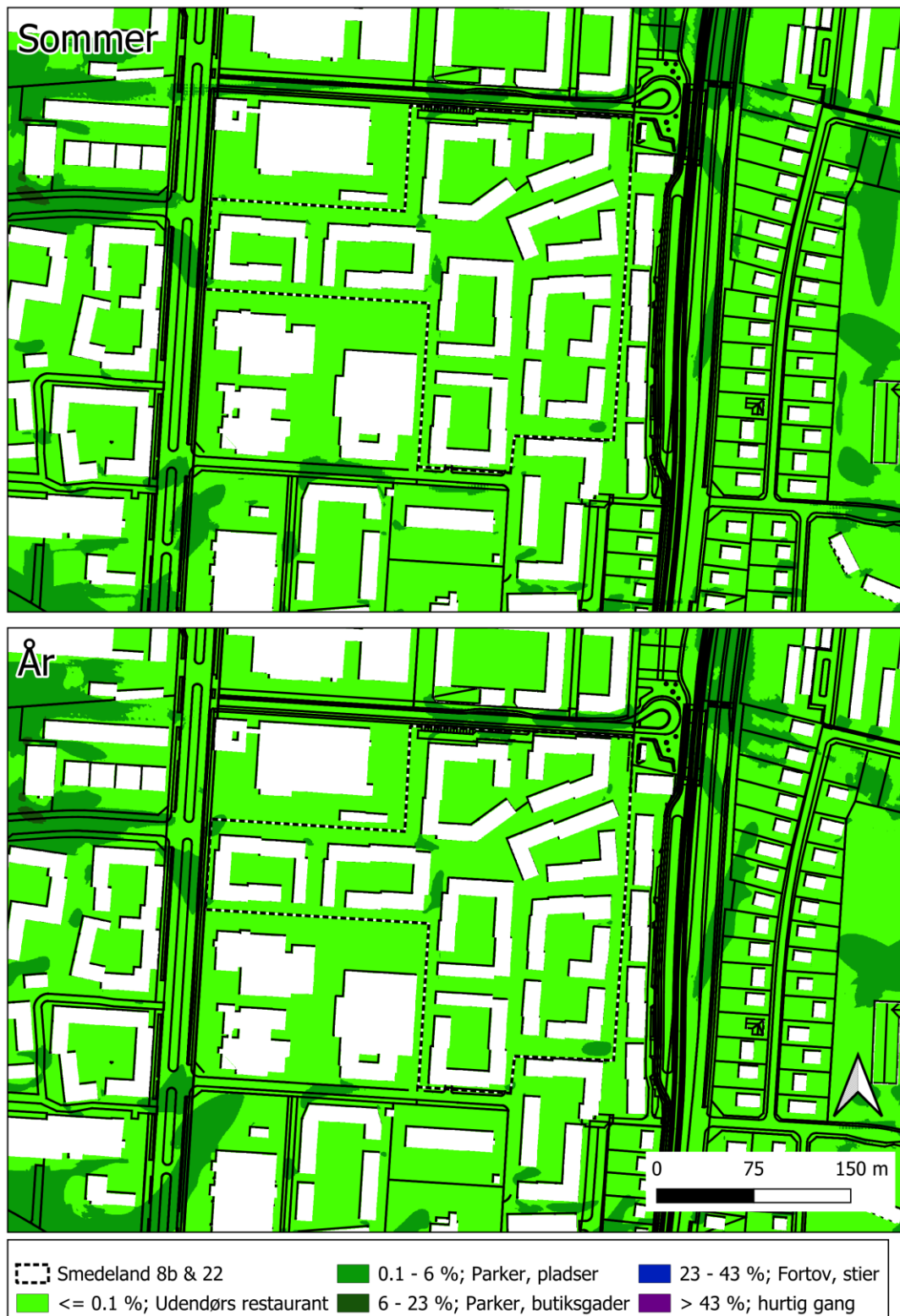
Figur 2.1 viser et samlet resultat af vindsimuleringen i planområdet sammenholdt med komfortkriteriet "Acceptabelt" for de 4 aktiviteter **Udendørs Restaurant, Parker og Pladser, Parker/Butiksgade og Fortov/stier**.

Figuren viser følgende resultater:

- "**Udendørs Restaurant**": Arealer acceptable til dette formål forekommer i hele planområdet med undtagelse af visse passager mellem bygningerne samt i åbningerne til gårdrummene, hvor det ikke forventes relevant at indrette udendørs restaurant.
- "**Parker og Pladser**": Hele planområdet er acceptabelt til dette formål.
- "**Parker/Butiksgade**": Hele planområdet er acceptabelt til dette formål.
- "**Fortov/stier**": Hele planområdet er acceptabelt til dette formål.

Analysen er udført for hhv. årsgennemsnit og sommergennemsnit, og det fremgår, at der kun er mindre og ikke betydelige forskelle på vindforholdene ved sommer- og årsgennemsnittet.

Afhjælpende foranstaltninger som vegetation og tilsvarende vurderes generelt at kunne øge størrelsen af de acceptable områder.



Figur 2.1: Middelvind. Sommer- (Top) og årgennemsnit (Bund) , Komfortkriteriet "Acceptable" for **Udendørs Restaurant, Parker/Pladser, Parker/Butiksgader og Fortov/stier.**

Albertslund Kommuneplan 2022-2034 fastsætter i retningslinje 8.11, at en del af de fælles opholdsarealer skal anlægges med legeområde med mulighed for siddeophold og med gode læ- og solforhold. Med hensyn til

vindforholdene vurderes områder, der opfylder komfortkriteriet for "udendørs restaurant" og "parker og pladser" at leve op til retningslinje 8.11 i kommuneplanen. Det vurderes, at fx legepladser som minimum bør opfylde komfortkriteriet for "parker og pladser", mens områder, der skal bruges til længerevarende siddende ophold, bør overholde komfortkriteriet for "udendørs restaurant".

Ud over vindforholdene i planområdet viser vindanalysen også vindforholdene i de nærmeste omgivelser. Det fremgår, at vindforholdene også i omgivelserne opfylder komfortkriteriet for udendørs restaurant i størstedelen af området, og komfortkriteriet for parker og pladser, butiksgader, fortov, stier og hurtig gang er opfyldt alle steder i nærområdet.

For at belyse vindforholdene på potentielle tagterrasser i planområdet og i situationen, hvor de planlagte omkringliggende bebyggelser ikke realiseres, samt for at belyse vindpåvirkningen fra tårnet på Smedeland 8B er modellen suppleret med en følsomhedsanalyse af vindforholdene baseret på vestenvind for følgende scenarier:

- Scenarie 1: Belysning af vindpåvirkning på tagterrasser. Der anvendes en model, hvor bebyggelsen i planområdet realiseres, og de omkringliggende bygninger svarer til den forventede byudvikling om ca. 10 år. Scenariet svarer til det primære scenarie beskrevet oven for, men der indgår kun vestenvind, og desuden indgår der potentielle tagterrasser med læskærm på 1,5 m nogle steder og 1,8 m andre steder.
- Scenarie 2: Vurdering af vinden i planområdet, hvis der ikke udvikles på nabogrundene. Der anvendes en model, hvor der indgår de planlagte bygninger i lokalplanområdet inklusive de nuværende omkringliggende bygninger samt de allerede godkendte bygninger mod øst mellem projektet og Ringvejen Figur 3..
- Scenarie 3: Vurdering af vindpåvirkning fra 12-etagers bygning (tårnet), beliggende på Smedeland 8B i den østlige del af planområdet. Der anvendes en model med de eksisterende omkringliggende bygninger, og udføres vindsimuleringer for vestenvind, hhv. med tårnet og en situation, hvor tårnet er reduceret til en højde svarerende til de omkringliggende ejendomme på Smedeland 8B.

Følsomhedsanalysen er baseret på vestenvind, som er den mest hyppige vindretning.

Analyserne viser, at vinden på tagterrasserne kun for to af de potentielle tagterrasser vil komme over 5 m/s i 1,5 m over niveau, og da kun på en mindre del af tagterrassen og for den værste af de to kun i 36 timer om året. Det vurderes at være tilstrækkeligt til at opfylde kommuneplanens krav om gode læforhold.

Simuleringen af vindforholdene med hhv. de planlagte bebyggelser og eksisterende omkringliggende bebyggelser viser, at de omkringliggende bebyggelser har en meget begrænset betydning for vindforholdene i planområdet ved en vestenvind. Ændringerne vil primært ske i udkanten af lokalplanområdet, især ved hjørnerne af de nordvestlige og vestlige bygninger. Det forventes dog ikke, at disse ændringer vil påvirke vindkomforten nævneværdigt, da middelvindhastigheden sjældent overstiger kriteriet på 5 m/s 1,5 m over terræn; således overskrides kriteriet mindre end 3% af tiden på de mest udsatte steder og i det meste af området er det mindre end 0,1% af tiden.

Med hensyn til den 12 etagers bygning på Smedeland 8B, "tårnet", viser beregninger, at det øger middelvinden i områder omkring tårnet med op til 1,1 m/s, og middelvinden reduceres i andre områder op til 0,5 m/s. De største ændringer vil ses ved tårnets bund mod nord, øst og syd, hvor vindstyrken vil øges, mens gårdrummet sydvest for tårnet vil opleve en reduktion i vinden. Ændringerne vurderes ikke at medføre betydelige forskelle i vindkomforten, og komfortkriteriet for "udendørs restaurant" er overholdt i hele området omkring tårnet.

Det forventes ikke, at den nye bebyggelse i planområdet vil forringe vindkomforten i omgivelserne, da den nye bygninger vil afskærme bebyggelsen øst for planområdet for de dominerende vindretninger. Der vurderes ikke at være en påvirkning af bebyggelserne mod syd, nord og vest for planområdet.

Overordnet set viser vindanalyserne, at vindforholdene i og omkring planområdet vil være acceptable, og på de få steder i åbninger og passager til bebyggelsen, hvor der forekommer vind oftere end komfortkriteriet for udendørs restaurant, forventes det ikke relevant at etablere arealer til længerevarende udendørs ophold. Skulle der alligevel være ønske herom, forventes en afskærmning at kunne skabe den nødvendige læ til den ønskede anvendelse.

### 3. Resultater

Metode, baggrundsdata og opstilling af model er beskrevet i hhv. Appendix 1, Appendix 2 og Appendix 3.

Beregningsresultaterne i afsnit 3.1 og 3.2 er præsenteret i forhold til komfortkriterierne givet i SBI anvisning 128 [1], som listet i Tabel 3.1 for det udbygningsscenarie, som vurderes at være det mest sandsynlige om 10 år.

I henhold til Tabel 3.1 er et område acceptabelt til brug for parker og pladser, hvis vinden ikke er højere end 5 m/s 1,5 m over terræn i mere end 6% af tiden svarende til ca. 22 dage pr. år. Det mest restriktive krav er, hvis området skal bruges til udendørs restaurant, hvor vinden kun må være over 5 m/s i 0,1% af tiden (ca. 9 timer/år).

Tabel 3.1: Komfortkriterier i procent af tiden (vindhastighed 5 m/s, 1,5 m over terræn) [1].

Aktivitet	Areal	Acceptabelt	Ubehageligt	Meget ubehageligt
Hurtig gang	Fortov, stier	43%	50%	53%
Slentre	Parker, butiksgader	23%	34%	53%
Stå eller sidde i kort tid	Parker, pladser	6%	15%	53%
Stå eller sidde i længere tid	Udendørs restaurant	0,1%	3%	53%

Afsnit 3.4 omfatter en vurdering af vindforholdene på tagterrasserne samt hvordan lokalplanen med og uden højhus indvirker på de omkringliggende matrikler.

#### 3.1. Middelvind - årgennemsnit

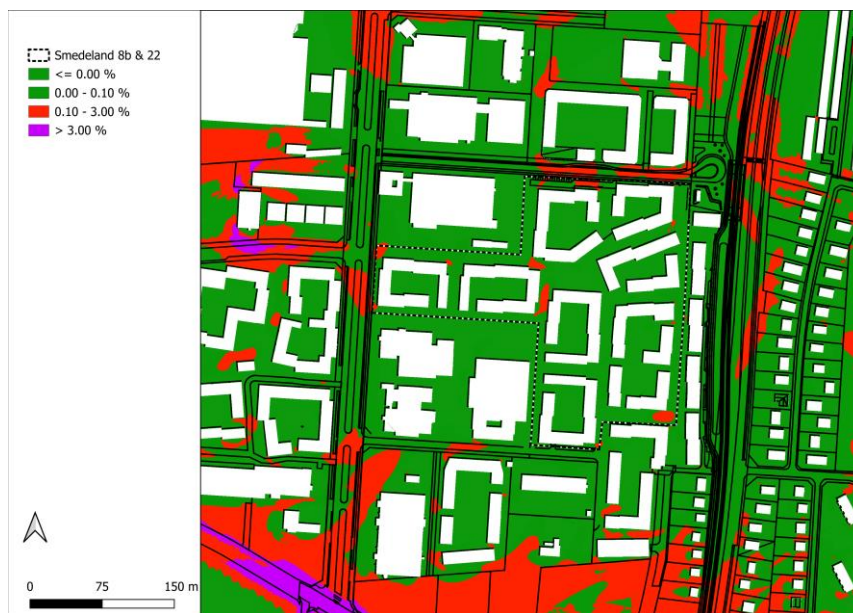
Vindforholdene baseret på årsmiddelvind omkring Smedeland 8B og 22 er beregnet og præsenteres i forhold til de 4 komfortkriterier samt samlet for de 4 acceptkriterier.

På Figur 3.1, Figur 3.2, Figur 3.3 og Figur 3.4 er komfortkriteriet iht. Tabel 3.1 vist som grønt, hvis vindniveauet er acceptabelt, rødt for ubehageligt og violet, hvis meget ubehageligt.

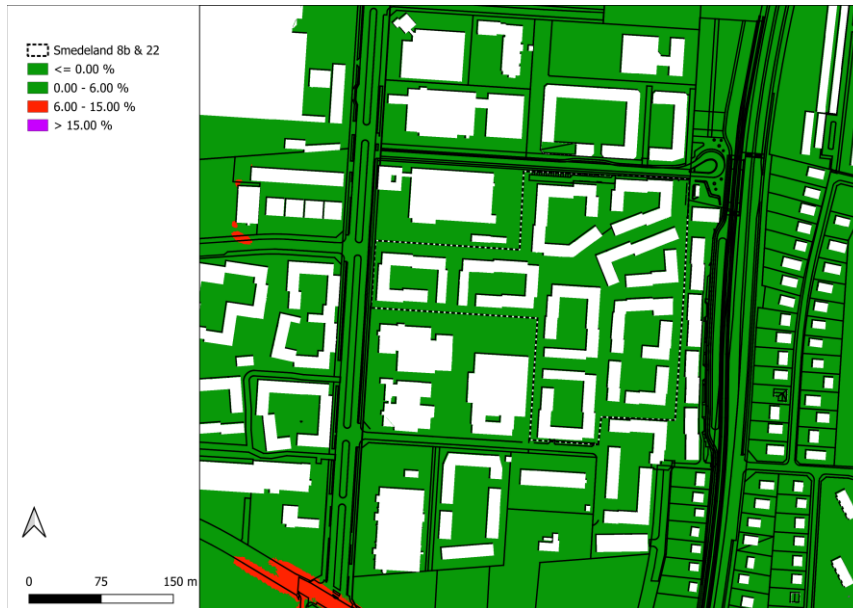
Vindsimuleringerne viser følgende resultater for opfyldelse af komfortkriterierne:

- "Udendørs Restaurant" er opfyldt i hovedparten af området med få undtagelser, primært i passager mellem bygningerne.
- "Park og Pladser" er opfyldt i hele området.
- "Pladser og Butiksgader" er opfyldt i hele området.
- "Fortov og stier" er opfyldt i hele området.

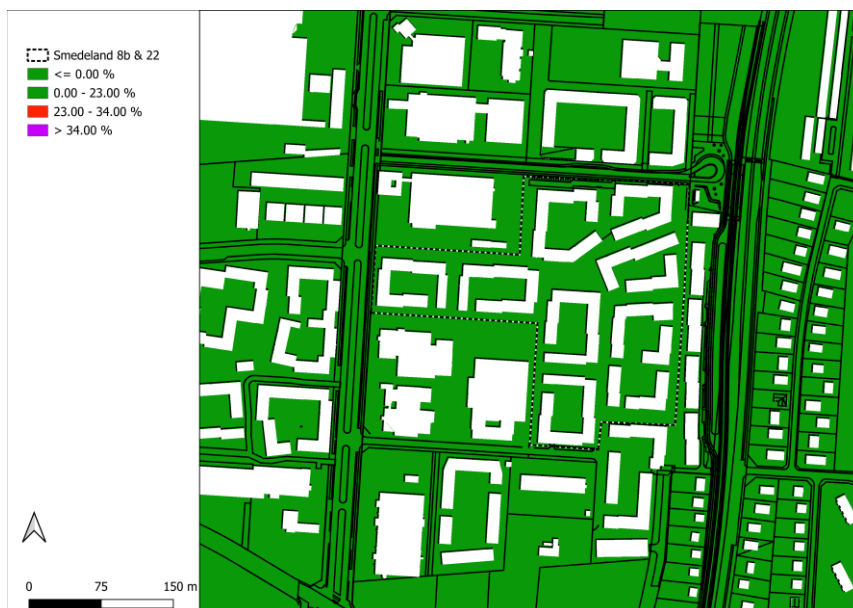
Samlet set fremgår det af resultaterne, at alle vindkomfortkriterierne vil være opfyldt i planområdet bortset fra enkelte passager mellem bygningerne og ud til Smedeland, hvor det vil være "ubehageligt" at bruge til "Udendørs restaurant", mens det vil være acceptabelt til "Park og Pladser", "Pladser og Butiksgader" samt "Fortov og stier". Hvis nogle af disse områder ønskes anvendt til udendørs restaurant eller anden form for længerevarende siddende ophold, forventes komfortkriteriet at kunne opnås ved etablering af afskærmning. I afsnit 4 ses en række eksempler på afskærmende foranstaltninger.



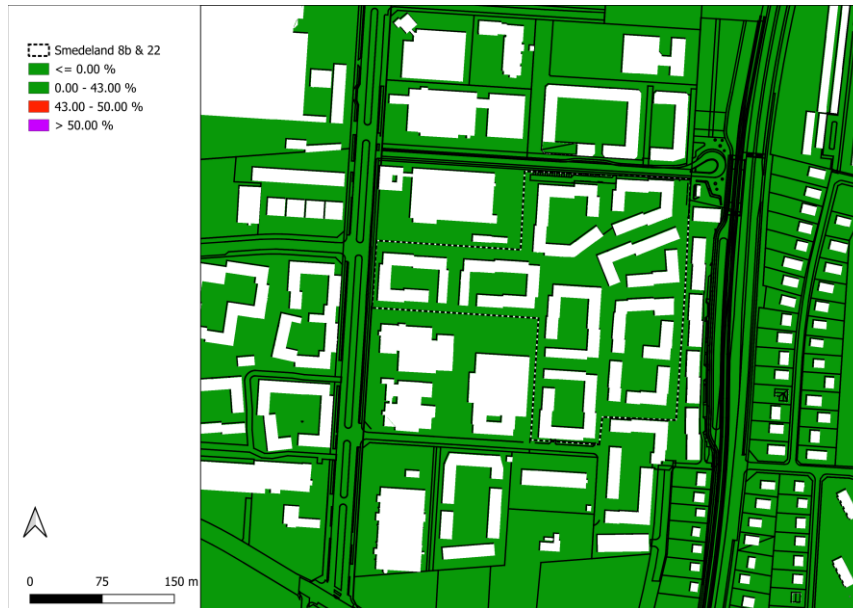
Figur 3.1: Middelvind (årsmiddel), Komfortkriteriet for **Udendørs Restaurant** (grøn: Acceptabelt (<0.1%), rød: Ubekvemt, violet: Meget ubekvemt).



Figur 3.2: Middelvind (årsmiddel), Komfortkriteriet for **Parker og Pladser** (grøn: Acceptabelt (<6%), rød: Ubehageligt, violet: Meget ubehageligt).



Figur 3.3: Middelvind (årsmiddel), Komfortkriteriet for **Pladser og Butiksgader** (grøn: Acceptabelt (<0,1%), rød: Ubehageligt, violet: Meget ubehageligt).



Figur 3.4: Middelvind (årsmiddel), Komfortkriteriet for **Fortov og Stier** (grøn: Acceptabelt ( $< 0,1\%$ ), rød: Ubehageligt, violet: Meget ubehageligt).

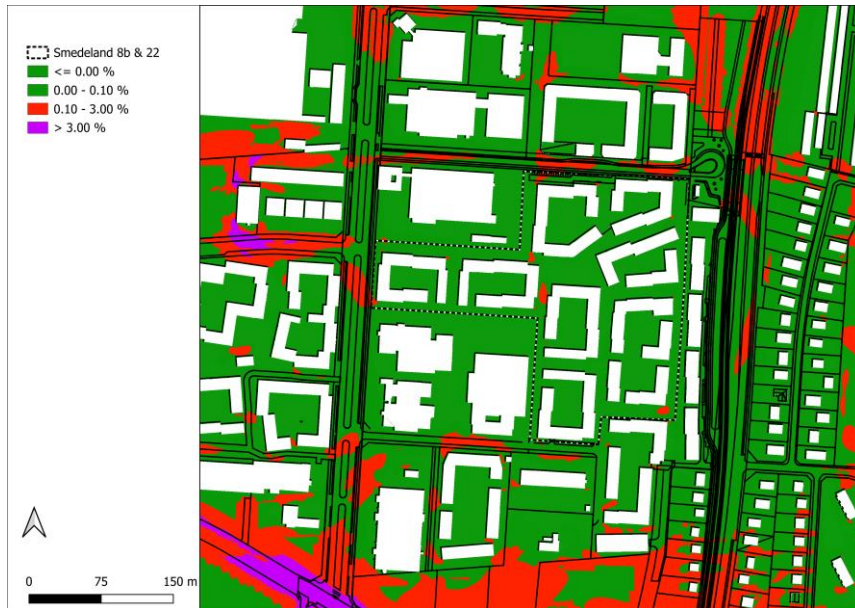
### 3.2. Middelvind - sommergennemsnit

Da det er mest relevant at benytte de potentielle udendørs opholdsarealer til ophold om sommeren, er der udført en simulering, der viser, hvordan komfortkriterierne er opfyldt, hvis det alene er baseret på middelvinden om sommeren. Forskellen mellem års- og sommermiddelvinden er dog meget lille; kun 0,2 m/s til forskel.

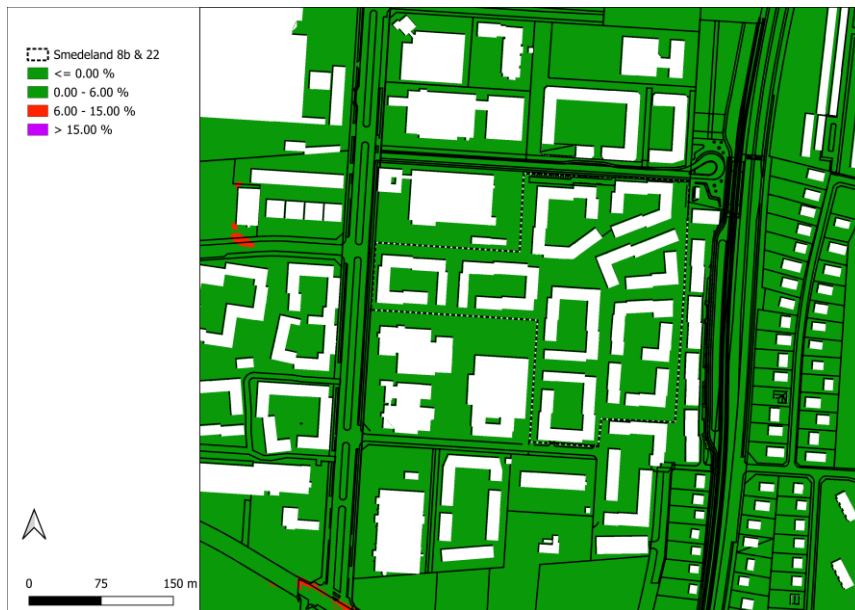
Resultatet af komfortanalysen viser derfor kun en lille reduktion i den beregnede vindpåvirkning, hvorfor konklusionen fra afsnit 3.1 kan gentages her:

Vindsimuleringerne på baggrund af sommergennemsnit viser følgende resultater for opfyldelse af komfortkriterierne:

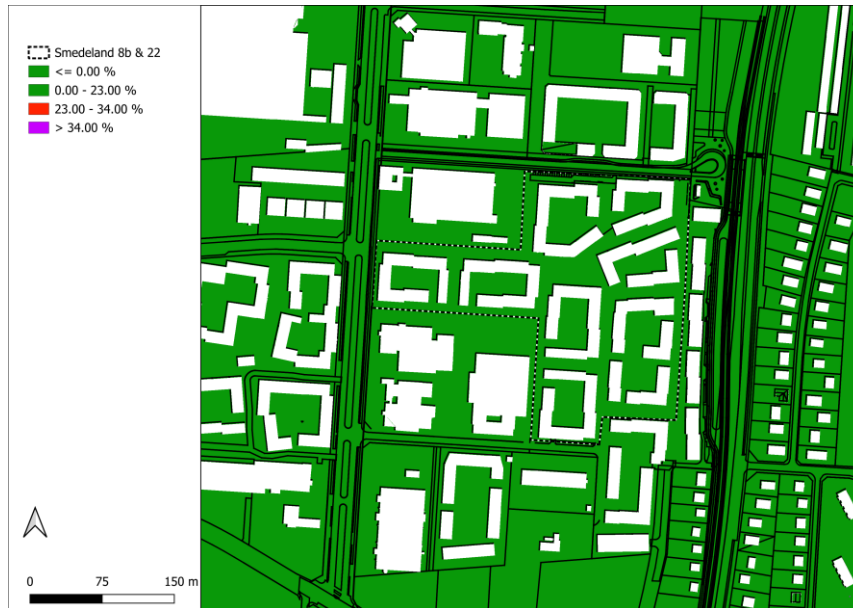
- "Udendørs Restaurant" er opfyldt i hovedparten af området med få undtagelser, primært i passager mellem bygningerne.
- "Park og Pladser" er opfyldt i hele området.
- "Pladser og Butiksgader" er opfyldt i hele området.
- "Fortov og stier" er opfyldt i hele området.



Figur 3.5: Middelvind (sommerrmiddel), Komfortkriteriet for **Udendørs Restaurant** (grøn: Acceptabelt (<0.1%), rød: Ubehageligt, violet: Meget ubehageligt).



Figur 3.6: Middelvind (sommerrmiddel), Komfortkriteriet for **Parker og Pladses** (grøn: Acceptabelt (<6%), rød: Ubehageligt, violet: Meget ubehageligt).



Figur 3.7: Middelvind (sommerrmiddel), Komfortkriteriet for **Pladser og Butiksgader** (grøn: Acceptabelt (<0,1%), rød: Ubehageligt, violet: Meget ubehageligt).



Figur 3.8: Middelvind (sommerrmiddel), Komfortkriteriet for **Fortov og Stier** (grøn: Acceptabelt (<0,1%), rød: Ubehageligt, violet: Meget ubehageligt).

### 3.3. Planområdets påvirkning af omgivelserne

Som illustreret i den ovennævnte vindkomfortanalyse er vinden forholdsvis svag i hele planområdet og de omkringliggende områder. Generelt er vindforholdene i planområdet og de nærmeste omgivelser acceptable for kategorien "Parker og Pladser," som er det næstmest kritiske vindkomfortkriterium, og i store dele også for kriteriet "Udendørs Restaurant," der anses som det mest kritiske. Det svarer til, at middelvinden generelt for planområdet og de nærmeste omgivelser kun er over 5 m/s i højst 22 dage om året. På denne baggrund vurderes det, at planområdets indvirkning på vindforholdene i omgivelserne er minimal.

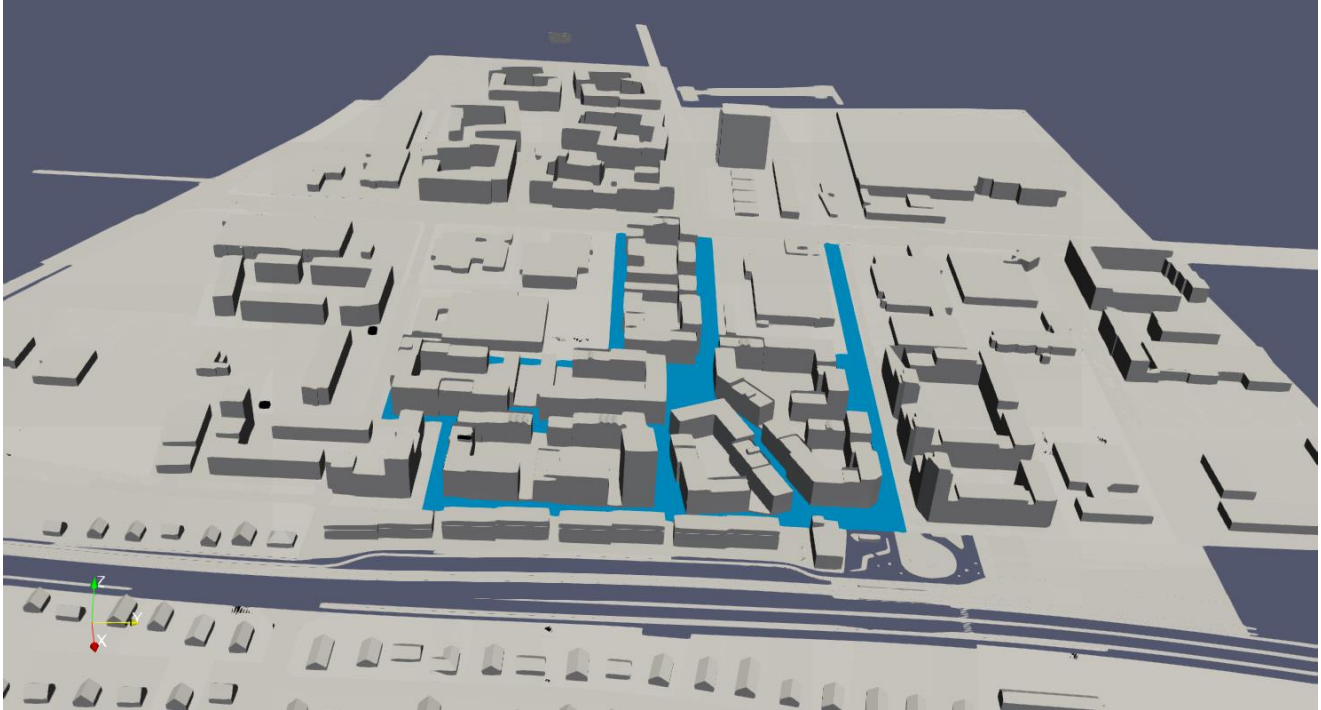
### 3.4. Følsomhedsanalyse

For at belyse vindforholdene på potentielle tagterrasser i planområdet og i situationen, hvor de planlagte omkringliggende bebyggelser ikke realiseres, samt for at belyse vindpåvirkningen fra "tårnet" på Smedeland 8B er modellen suppleret med en følsomhedsanalyse af vindforholdene baseret på vestenvind for følgende scenarier:

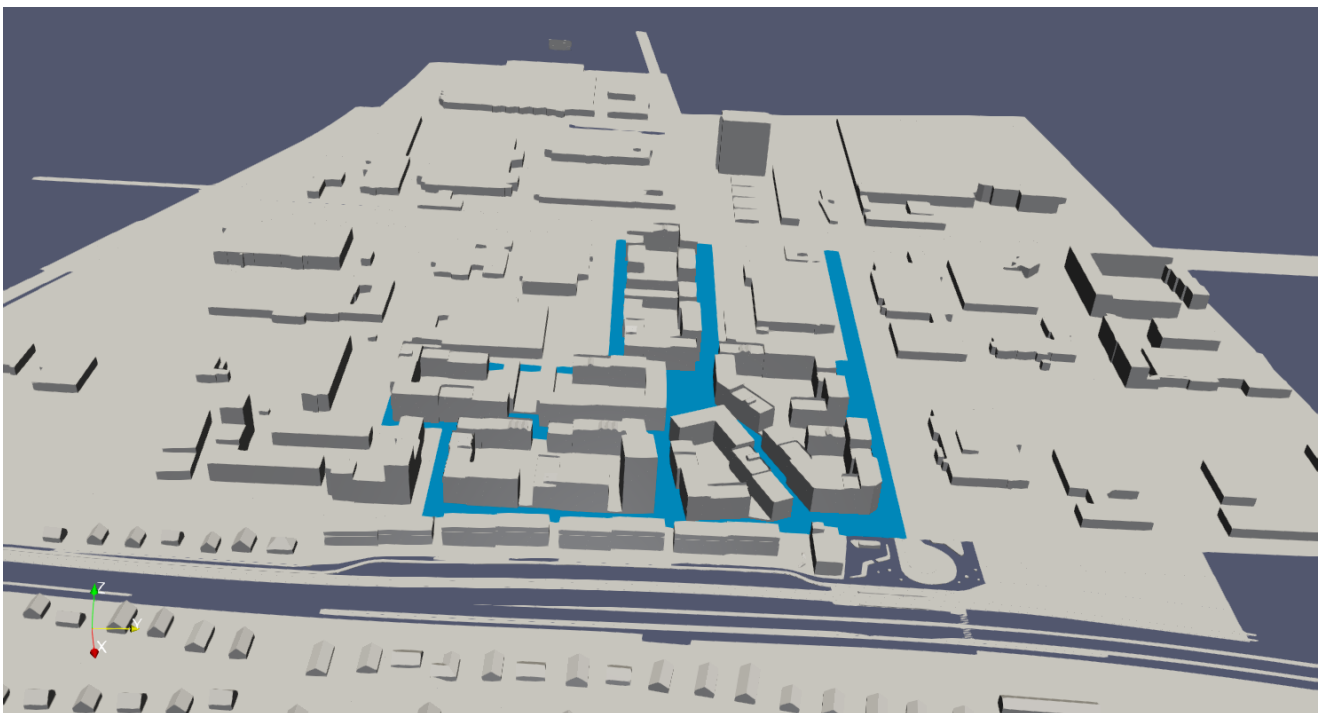
- Scenarie 1: Belysning af vindpåvirkning på tagterrasser. Der anvendes en model, hvor bebyggelsen i planområdet realiseres, og de omkringliggende bygninger svarer til den forventede byudvikling om ca. 10 år. Scenariet svarer til det primære scenarie beskrevet oven for, men der indgår kun vestenvind og desuden indgår der potentielle tagterrasser med læskærm på 1,5 m nogle steder og 1,8 m andre steder.
- Scenarie 2: Vurdering af vinden i planområdet, hvis der ikke udvikles på nabogrundene. Der anvendes en model, hvor der indgår de planlagte bygninger i lokalplanområdet inklusive de nuværende omkringliggende bygninger samt de allerede godkendte bygninger mod øst mellem projektet og Ringvejen.
- Scenarie 3: Vurdering af vindpåvirkning fra 12-etagers bygning (tårnet), beliggende på Smedeland 8B i den østlige del af planområdet. Der anvendes en model med de eksisterende omkringliggende bygninger, og udføres vindsimuleringer for vestenvind, hhv. med tårnet og en situation, hvor tårnet er reduceret til en højde svarende til de omkringliggende ejendomme på Smedeland 8B.

Da vestenvinden er den hyppigst forekommende vindretning, vurderes den repræsentativ for en worst case vurdering af vindpåvirkningen.

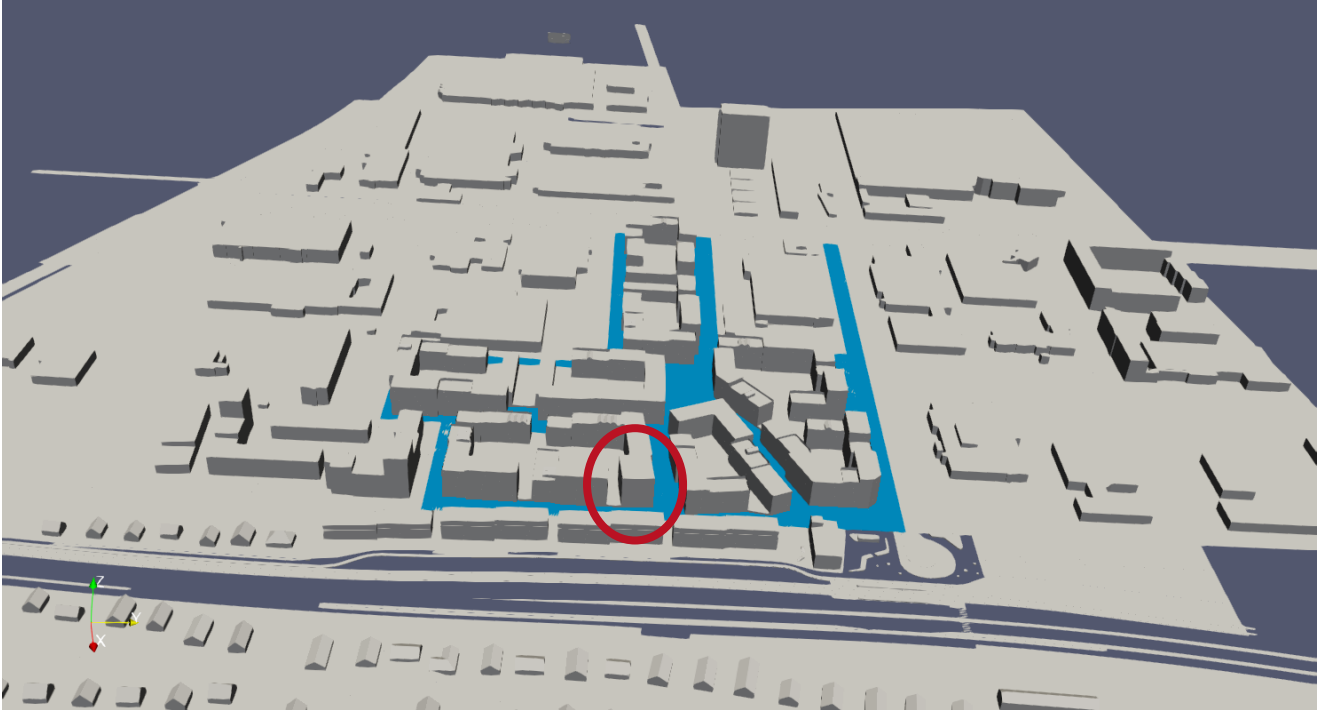
Resultaterne af beregningerne er beskrevet i de følgende tre underkapitler. Det første fokuserer på tagterrasserne inden for planområdet (Scenarie 1), det andet hvordan vindforholdene inden for planområdet ændres fra den nuværende omkringliggende bebyggelse til den mulige fremtidige (Scenarie 1 minus Scenarie 2) og til sidst analyseres, hvordan tårnets højde påvirker den lave bebyggelse øst for projektområdet (Scenarie 2 minus Scenarie 3). I Figur 3.9 - 3.11 ses bebyggelserne i de tre scenarier anvendt i følsomhedsanalysen.



Figur 3.9: Planområdet og forventet kommende omkringliggende bebyggelse. Vejene for Smedeland 8B+22 er markeret med blåt. View: set fra Ringvejen mod vest.



Figur 3.10: Planområdet og nuværende omkringliggende bebyggelse. Vejene for Smedeland 8B+22 er markeret med blåt. View: set fra Ringvejen mod vest.

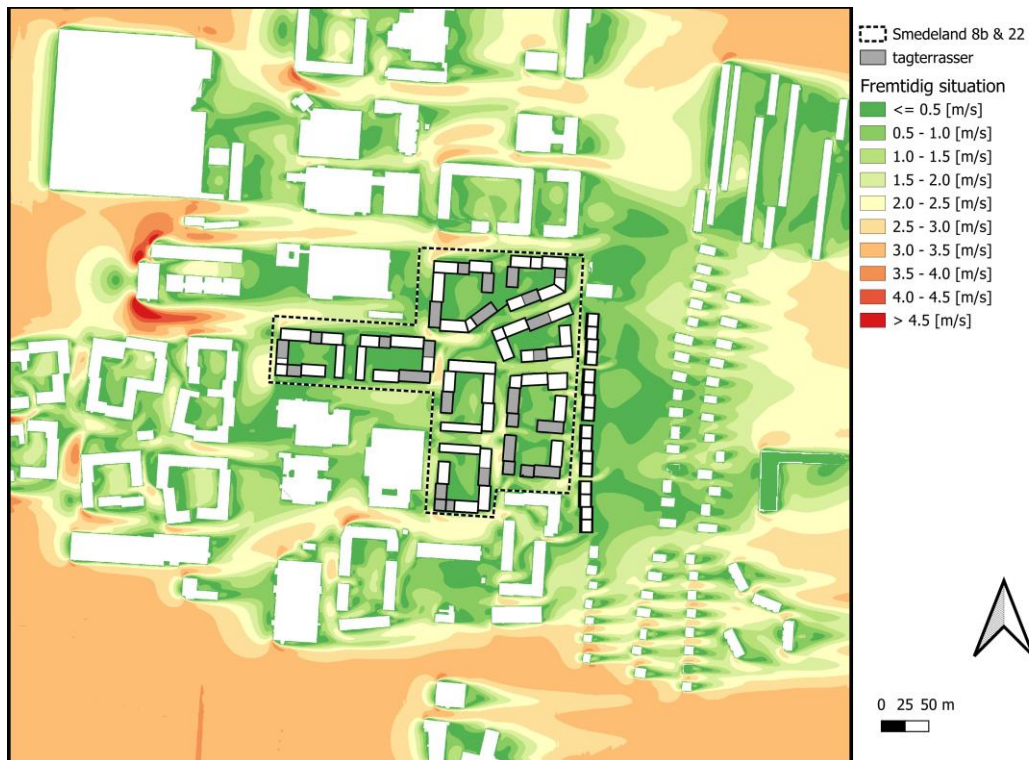


Figur 3.11: Planområdet uden tårn (rød cirkel) i nuværende omkringliggende bebyggelse. Vejene for Smedeland 8B+22 er markeret med blå. View: set fra Ringvejen mod vest.

### 3.4.1. Scenarie 1 – planområdet og tagterrasser med forventet omkringliggende byudvikling

I scenarie 1 belyses vindforholdene på de potentielle tagterrasser i planområdet med den forventede fremtidige omkringliggende bebyggelse, svarende til vindkomfortanalysens primære scenarie i afsnit 3.1. Der anvendes vestenvind i simuleringerne, da vestenvinden er den hyppigst forekommende vindretning, og derfor vurderes repræsentativ for en worst case vurdering af vindpåvirkningen.

Figur 3.12 viser, hvordan en middelvind fra vest på 3,5 m/s forløber ind gennem planområdet og de omkringliggende bebyggelser. Det fremgår, hvordan vinden øges omkring det eksisterende højhus på Naverland 2, og hvordan vinden i planområdet reduceres med 0 til 3 m/s på grund af afskærmningen fra bebyggelsen på Smedeland 3 til 5. Figur 3.13 viser samme simulering som Figur 3.12, men der er nu zoomet ind på planområdet.



Figur 3.12: Scenarie 1, vindhastighed 1,5 m over terræn for en baggrundsvind fra vest på 3,5 m/s ligeledes 1,5 m over terræn.

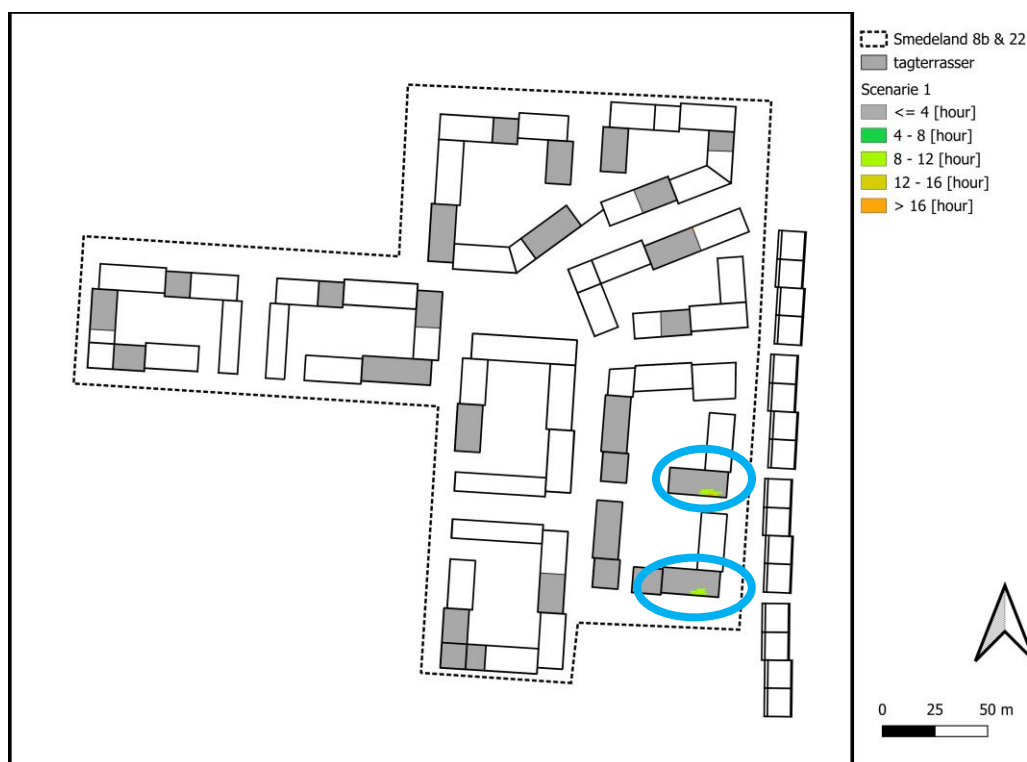


Figur 3.13: Scenarie 1, vindhastighed 1,5 m over terræn for en baggrundsvind fra vest på 3,5 m/s ligeledes 1,5 m over terræn.

Til beskyttelse mod vinden er der omkring tagene med potentielle tagterrasser opsat en læskærm på 1,8 m på tagterrasser, der ligger åbent mod vest, mens der mod øvrige retninger er der opsat en skærm på 1,5 m. Ni-veauet for tagterrasserne er mellem ca. 10 m og 16 m over terræn.

For en gennemsnitlig sommersituation, maj til og med september er baggrundsvinden fra vest (225° til 315°) i ca. 45% af tiden (68 dage), hvoraf vindhastigheden i ca. 11% af tiden (17 dage) er over 5 m/s i niveauet på tagterrasserne. Men bygninger og afskærmning betyder, at vestenvinden yderst sjældent vil være over 5 m/s i planområdet.

Betragtes vinden i lokalplanområdet 1,5 m (svarende til højden af læskærmen) over niveauet for de potentielle tagterrasser vil vinden overstige 5 m/s i ca. 1% og 0,3% af tiden svarende til hhv. 36 timer og 12 timer for en mindre del på 2 af tagterrasserne. De to tagterrasser, hvor dette forekommer, er markeret i Figur 3.14. Af de resterende tagterrasser kommer vinden ikke over 5 m/s. I gennemsnit på tværs af hver af tagterrasserne anses komfortkriteriet for en udendørs restaurant med hensyn til middelvinden at være opfyldt.



Figur 3.14: Scenarie 1, antal timer med vind over 5 m/s 1,5 m over tagterrasseniveauet. Lyseblå cirkel marker de berørte tagterrasser.

### 3.4.2. Scenarie 2 – planområdet, nuværende forhold

På samme vis som i afsnit 3.4.1 viser Figur 3.15 og Figur 3.16, hvordan vestenvinden forløber ind gennem lokalplanområdet, her med den nuværende omkringliggende bebyggelse.

Billedet er meget tilsvarende forholdene for planområdet med den fremtidige byudvikling med mindre variation. Forskellen mellem vindforholdene med den eksisterende omkringliggende bebyggelse og den forventede fremtidige bebyggelse om 10 år er vist på Figur 3.17.

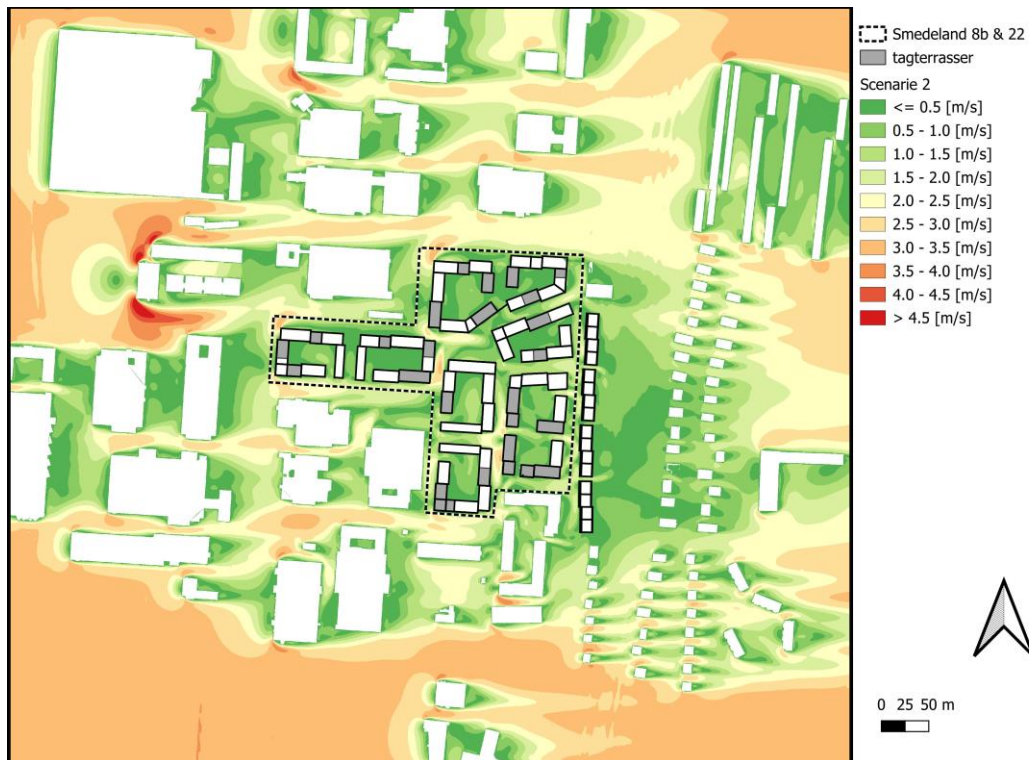
Blandt andet kommer der en mindre stigning omkring hjørnet på bygningerne placeret i den nordøstlige og østlige del af Smedeland 22, men samtidigt er der områder med reduceret vind i det sydvestlige hjørne af

Smedeland 22. Inden for planområdet er hovedparten af området uændret med et par undtagelser med hhv. stigende og aftagende vind med op til +/- 1.0 m/s.

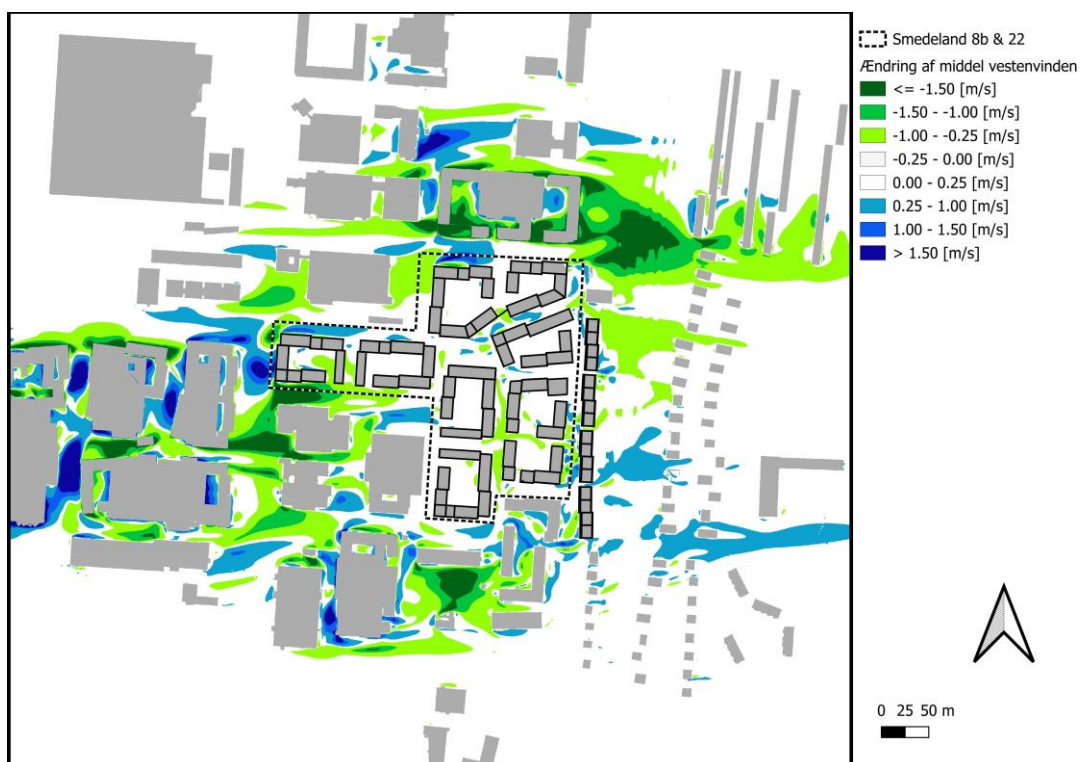
De konstaterede forskelle inden for planområdet vurderes umiddelbart at være af en størrelse, der ikke vil medføre mærkbare ændringer i vindkomforten, da den gennemsnitlige vindhastighed generelt kun sjældent overstiger 5 m/s i en højde på 1,5 meter over terræn, som det fremgår af afsnit 3.1 og 3.2.



Figur 3.15: Scenarie 2, vindhastighed 1,5 m over terræn for en baggrundsvind fra vest på 3,5 m/s ligeledes 1,5 m over terræn med den eksisterende omkringliggende bebyggelse. Tårn: blå cirkel.



Figur 3.16: Scenarie 2, vindhastighed 1,5 m over terræn for en baggrundsvind fra vest på 3,5 m/s ligeledes 1,5 m over terræn.



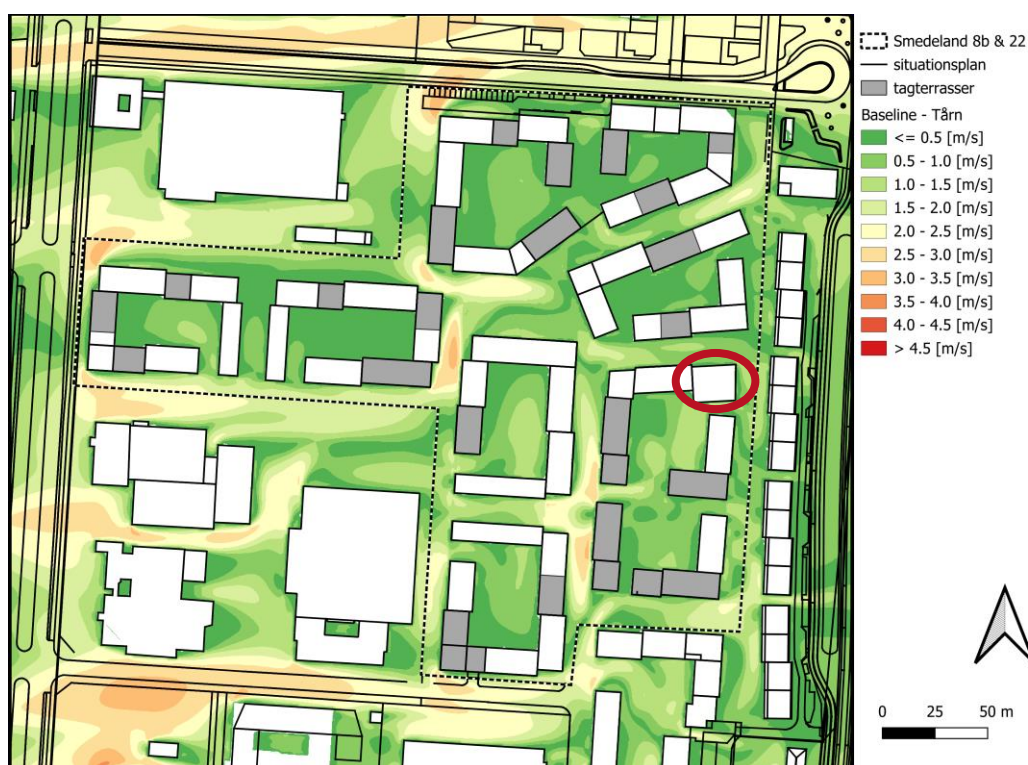
Figur 3.17: Differensplot. (Scenarie 1 minus scenarie 2). Ændring i vestenvinden 1,5 m over terræn som følge af ny bebyggelse i omgivelserne. Grønne markeringer viser områder, hvor vinden aftager som følge af den nye omkringliggende nye bebyggelse, mens blå markeringer viser områder, hvor vinden øges som følge af den nye omkringliggende bebyggelse.

### 3.4.3. Scenarie 3 – planområdet uden højhus, med nuværende omkringliggende bebyggelse

Vindforholdene for planområdet med den eksisterende omkringliggende bebyggelse fremgår af Figur 3.15 i foregående afsnit, hvor den 12-etagers bygning på Smedeland 8B er markeret. I Figur 3.18 neden for er de tilsvarende vindforhold vist uden den planlagte 12-etagers bygning. I stedet indgår en bebyggelse med en højde svarende til de omkringliggende huse på Smedeland 8B. Forskellen mellem de to situationer er vist på Figur 3.19, hvor de blå markeringer betyder, at vinden er højere med tårnet og grønne markeringer, at den er mindre.

Som det fremgår, er der områder med både højere og lavere vind. Den største forskel observeres i området omkring tårnets base, hvor vinden øges på strækninger nord og syd for tårnet samt i passagen til gårdrummet mod sydvest, mens vinden reduceres i visse dele af gårdrummet samt i bebyggelsen øst for Ringvejen. Denne reduktion ses også i mindre områder mod syd, nord og vest for tårnet. Der ses reduktioner i middelvinden op til 0,5 m/s, og stigninger op til 1,1 m/s.

På grund af den generelt lave vindhastighed vurderes ændringerne i vinden omkring tårnet ikke at påvirke vindkomforten væsentligt, da middelvinden generelt kun sjældent kommer over komfortkriteriet på 5 m/s 1,5 m over terræn, som det fremgår af afsnit 3.1 og 3.2. Komfortkriteriet for udendørs restaurant er overholdt omkring "tårnet" på Smedeland 8B (som vist i afsnit 3.1), og etableringen af den 12 etagers bygning har derfor ikke nævneværdig betydning for vindkomforten i området.



Figur 3.18: Scenarie 3, vindhastighed 1,5 m over terræn for en baggrundsvind fra vest på 3,5 m/s ligeledes 1,5 m over terræn. Tårn: rød cirkel.



Figur 3.19. Scenarie 2 minus 3, ændring i vindhastighed 1,5 m over terræn for en baggrundsvind for en middel vestenvind. Tårn: rød cirkel. Grønne markeringer viser en reduktion i vinden som følge af højhuset, og blå markeringer viser en forøgelse af vinden som følge af højhuset.

## 4. Vindreducerende foranstaltninger

Følgende er eksempler på vindreducerende foranstaltninger, der kan tages i brug i forbindelse med den detaljerede planlægning af udendørs opholdsarealer.

### Vindskærme og barrierer:

Træer og vegetation: Plantning af rækker af træer eller tætte buske kan fungere som naturlige læhegn, der reducerer vindhastigheden og turbulensen.

Hegn og mure: Strategisk placerede hegn eller mure kan afbøje og reducere vinden i bestemte områder.

### Bygningsdesign og -orientering:

Aerodynamiske bygningsformer: At designe bygninger med afrundede kanter eller tilspidsede former kan hjælpe med at reducere vind og turbulens.

Podium-strukturer: Inddragelse af podier eller aftrappede bygningsdesigns kan bryde vinden og reducere vindhastighederne i gadeniveau.

### **Byplanlægning og layout:**

Gadeorientering: Hvis man orienterer gaderne vinkelret på de fremherskende vindretninger, kan det hjælpe med at reducere vindhastighederne i by-korridorer.

Åbne rum og pladser: Oprettelse af åbne pladser eller torve kan hjælpe med at sprede vindenergi og reducere vindhastighederne i de omkringliggende områder.

### **Grønne tage og vægge:**

Grønne tage: Installation af vegetation på tagene kan reducere vindhastighederne og give ekstra isolering til bygninger.

Grønne vægge: Lodrette haver eller grønne vægge kan fungere som læhegn og forbedre luftkvaliteten.

### **Vindskærme og baldakiner:**

Vindskærme: Installation af gennemsigtige eller halvgennemsigtige skærme kan reducere vindhastighederne uden at hindre udsigten.

Baldakiner: Overdækkede baldakiner eller markiser kan give læ for vinden og skabe mere behagelige fodgængerområder.

### **Niveauforskelle:**

Terrænregulering: Nedsænkning af pladser i forhold til omkring liggende terræn kan give læ for vinden.

## 5. Referencer

- [1] SBI 128, »VINDMILJØ OMKRING BYGNINGER, SBI anvisning 128«.
- [2] EMD, »EMD - Metoscale Time Series,« 01 07 2024. [Online]. Available: <https://www.emd-international.com/data-services/mesoscale-time-series/>.
- [3] openfoam.org, »openFOAM version 12,« 10 07 2024. [Online]. Available: <https://openfoam.org/version/12/>.
- [4] H. T.-O. a. G. KET, »Pedestrian Wind Comfort Assessment Using Computational Fluid Dynamics Simulations With Varying Number of Wind Directions,« 2022.
- [5] Lateb, M., Masson, C., Stathopoulos, T., & Bédard, C, »Comparison of various types of k-epsilon models for pollutant emissions around a two-building configuration,« *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 115, pp. 9-21, 2013.

## Appendix 1 Metode

Til at belyse, hvordan det lokale vindklima udformer sig omkring de planlagte bygninger, anvendes der en CFD-model (Computational Fluid Dynamics) til at bestemme vinden pr. 30° for et område på 1200 m parallelt med vinden og 800 m vinkelret på vinden til en højde 250 m over terræn.

Der påsættes et vindhastighedsprofil på den ene ende af modellen, hvor vinden i 10 meters højde er 5 m/s. Når modellen har kørt færdig, divideres resultatet med 5 for at finde områder, hvor hastigheden er hhv. over og under 5 m/s – dette kaldes den normerede vind. Herefter anvendes en hyppighedsanalyse, der er baseret på observeret vind data. Hyppighedsanalysen fortæller hvor ofte (målt i %) vinden kommer fra en bestemt retning samtidigt med, at den overskrider en given hastighed. Denne procentdel multipliceres så på de områder med vindhastigheder over 5 m/s.

Den procentvise tid med vind over 5 m/s er summeret op over de betragtede vindretninger som anvist i Ligning 1.

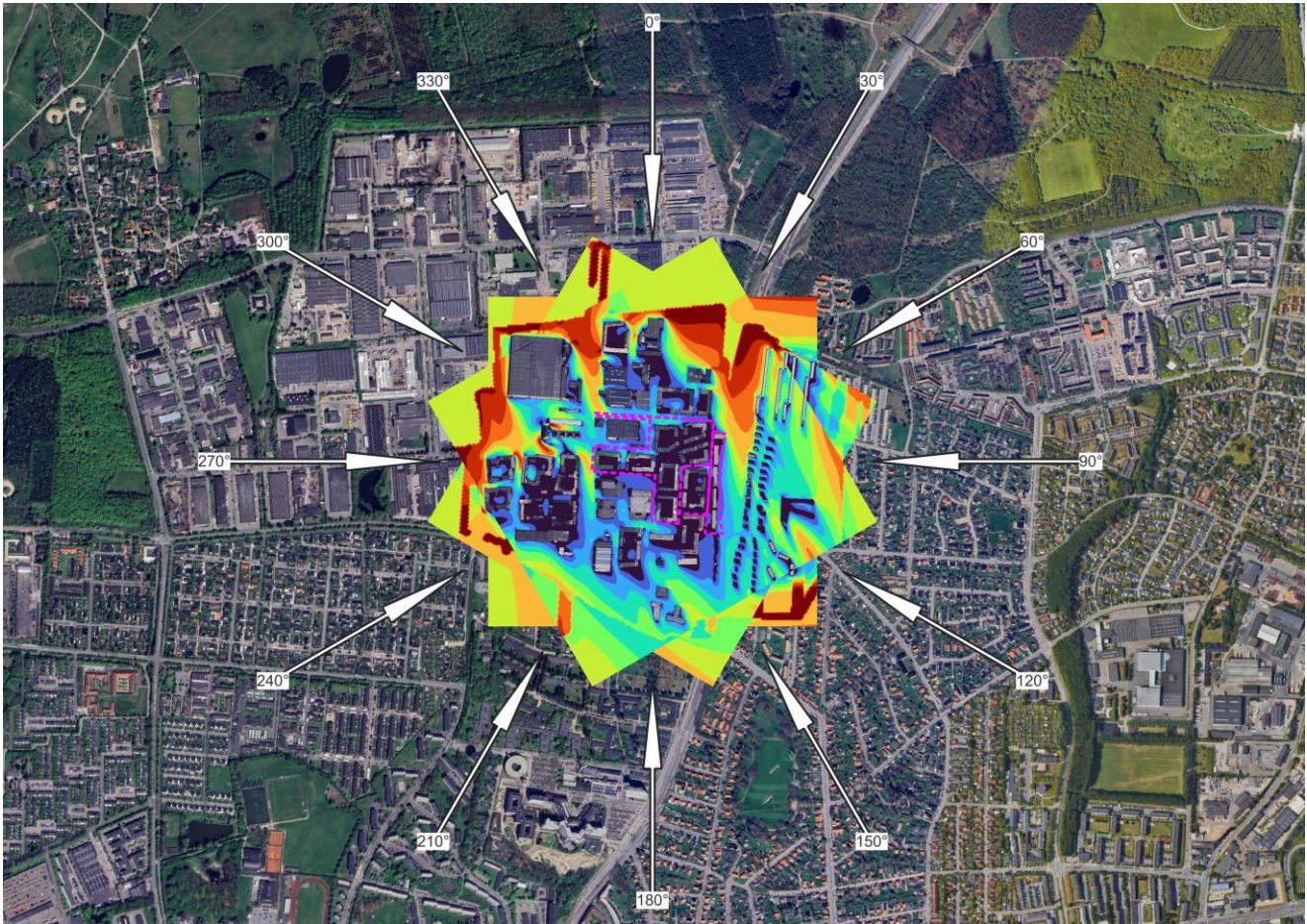
$$\sum_{i=1}^{15} \sum_{\theta=0}^{360} V(\theta)_{norm} \cdot F(\theta, U(i))_{obs, vind} \cdot 100\% \text{ for } V(\theta)_{norm} \cdot F(\theta, U(i))_{obs, vind} > 5$$

*Ligning 1, Hyppighed i procent af vind større end 5 m/s*

Hvor

- $\theta$  er vindretningen
- $U$  er vindhastighed
- $i$  er vindhastighedsintervallerne fra 1 til 15
- $V(\theta)_{norm}$  er den normerede vind per vindretning
- $F(\theta, U)_{obs, vind}$  er hyppigheden af observeret vind per retning per hastighedsinterval

Resultatet af den modelleret vind over de forskellige vindretninger er illustreret på nedenstående figur.



Eksempel på normeret vind 1,5 m over terræn for hver af de betragtede vindretninger.

Resultatet er et 2D plot visende procent af tiden eller tid pr. år med 10 minutters middelvind for 5 m/s 1,5 m over terræn, som sum af baggrundsvinden og den eventuelle forøgelse/reduktion forårsaget af bl.a. bygningerne. De 5 m/s er den grænseværdi, som er angivet i SBI Anvisning [1] for, hvornår vinden begynder at være til gene for diverse aktiviteter så som "at stå eller sidde" til "hurtig gang".

Derudover er der lavet en vurdering af vindforholdene på tagterrasserne, effekten på vindforholdene i planområdet for den aktuelle byudvikling sammenlignet med den forventede byudvikling samt, hvordan tårnet påvirker vindforholdene. Dette er gjort ved at analysere en situation med vestenvind.

## Appendix 2 Baggrundsdata

Følgende afsnit redegør for de data, der er anvendt til bestemmelsen af vindforholdene omkring de planlagte bygninger på Smedeland 8B og 22.

### Vinddata

Da den nærmeste vindstation er beliggende fra 13 til 20 km, se nedenstående figur, er det valgt at benytte modellede vind fra EMD fra et punkt beliggende nordvest for Smedeland.



Placering af nærmest DMI stationer i forhold til Smedeland 8b og 22.

I det følgende afsnit præsenteres først vinden omkring Smedeland og dernæst sammenholdes EMD modellede vind med observeret vind i Roskilde Lufthavn.

### Smedeland 8b og 22

Der er anvendt simulerede vindhastigheder og -retninger af EMD, [2] – "EMD-WRF Europe+ MesoScale Data Set", til at vurdere, hvor ofte vindhastighederne overstiger 5 m/s, da der ikke forefindes data inden for planområdet.

Det nærmest modellerede punkt er beliggende ca. 1730 m fra centrum af Smedeland 8b og 22 som vist på nedenstående figur.



Placering af EMD vind i forhold til Smedeland 8b og 22.

Som det fremgår af nedenstående tabel, er tiden med vindhastigheder over 5 m/s 10 m over terræn 25,3% for punktet beliggende som vist på ovenstående figur. Den dominerende vindretning, med lidt mere end 50% af tiden, er vestenvind kommende fra en retning mellem 195° til 315° med 270° som den hyppigste retning. Mindst hyppigt forekommende er vindretninger fra nord. Middelvindhastigheden på årsbasis er 3,6 m/s og med maksimum på 18.7 m/s i perioden 1999 til 2024.

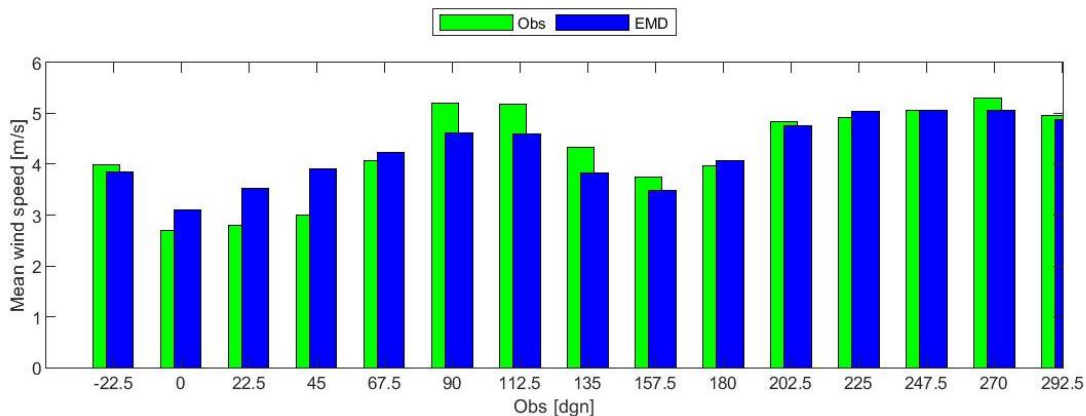
EMD 10 minutters middelvind 10 m over terræn, Procent af tiden for udvalgte hastigheds- og retningsintervaller (1999-01-01 til 2024-01-01)

		Hastighed [m/s]																			Sum		
From	To	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0		19.0	
Retning [°dgn]	-15	15	0.59%	0.64%	0.59%	0.57%	0.45%	0.25%	0.12%	0.05%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.27%
	15	45	0.55%	0.74%	0.77%	0.66%	0.46%	0.25%	0.08%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.52%
	45	75	0.67%	1.13%	1.28%	1.27%	1.05%	0.54%	0.21%	0.07%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.24%
	75	105	0.74%	1.21%	1.57%	1.86%	1.46%	0.95%	0.53%	0.22%	0.05%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.63%
	105	135	0.73%	0.95%	1.14%	1.28%	1.04%	0.79%	0.43%	0.19%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.59%
	135	165	0.87%	1.07%	1.51%	1.86%	1.74%	1.05%	0.41%	0.13%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.66%
	165	195	1.26%	1.25%	1.63%	1.67%	1.26%	0.72%	0.31%	0.11%	0.05%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.29%
	195	225	1.96%	1.23%	1.35%	1.52%	1.47%	1.31%	0.84%	0.44%	0.15%	0.04%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.32%
	225	255	1.64%	1.25%	1.30%	1.59%	1.83%	1.72%	1.18%	0.67%	0.33%	0.15%	0.06%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.74%
	255	285	1.70%	3.19%	2.32%	1.82%	1.92%	1.79%	1.53%	1.20%	0.72%	0.36%	0.19%	0.09%	0.04%	0.02%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	16.91%
	285	315	1.03%	1.77%	1.55%	1.57%	1.71%	1.46%	1.02%	0.66%	0.36%	0.18%	0.10%	0.04%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.48%
	315	345	0.68%	0.74%	0.78%	0.68%	0.63%	0.42%	0.24%	0.11%	0.04%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.34%
Sum			12.42%	15.17%	15.77%	16.36%	15.02%	11.25%	6.91%	3.85%	1.77%	0.78%	0.38%	0.16%	0.07%	0.03%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	99.99%	
Sum, Akkumuleret			99.99%	87.57%	72.40%	56.63%	40.27%	25.25%	14.00%	7.08%	3.23%	1.46%	0.68%	0.30%	0.14%	0.07%	0.03%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	-	

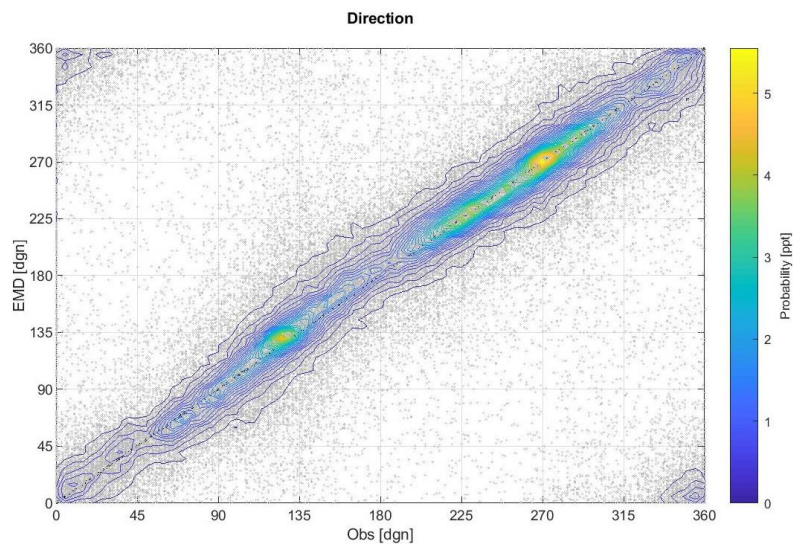
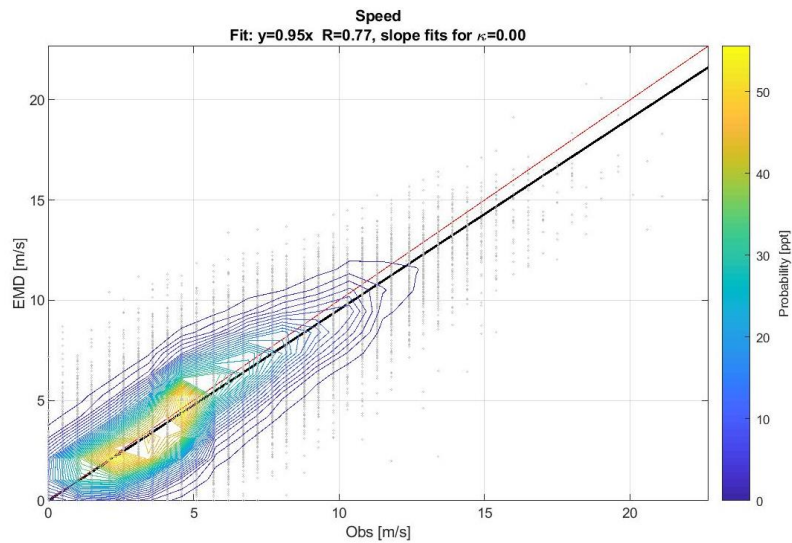
### Kontrol af EMD vinddata

Som tjek af EMD modellerede vind er denne sammenholdt med den observerede vind målt i Roskilde Lufthavn (begge 10 m over terræn), og resultatet fremgår af nedenstående figurer. Først nævnte viser hhv. middelvinden for observeret og modelleret vind per 22,5° vindretning med en rimelig overensstemmelse, mens sidste nævnte viser korrelationen mellem vindhastighed og vindretning ligeledes med en acceptabel overensstemmelse.

Konklusionen med baggrund i ovenstående er, at EMD med en acceptabel afvigelse kan modellere vinden ved Roskilde Lufthavn, hvorfor det antages, at tilsvarende er gældende i planområdet.



Observeret (DMI) vs. modelleret (EMD) vind for Roskilde Lufthavn. Sammenligning af middelvindhastighed per 22,5°. For perioden 2000 til 2022.



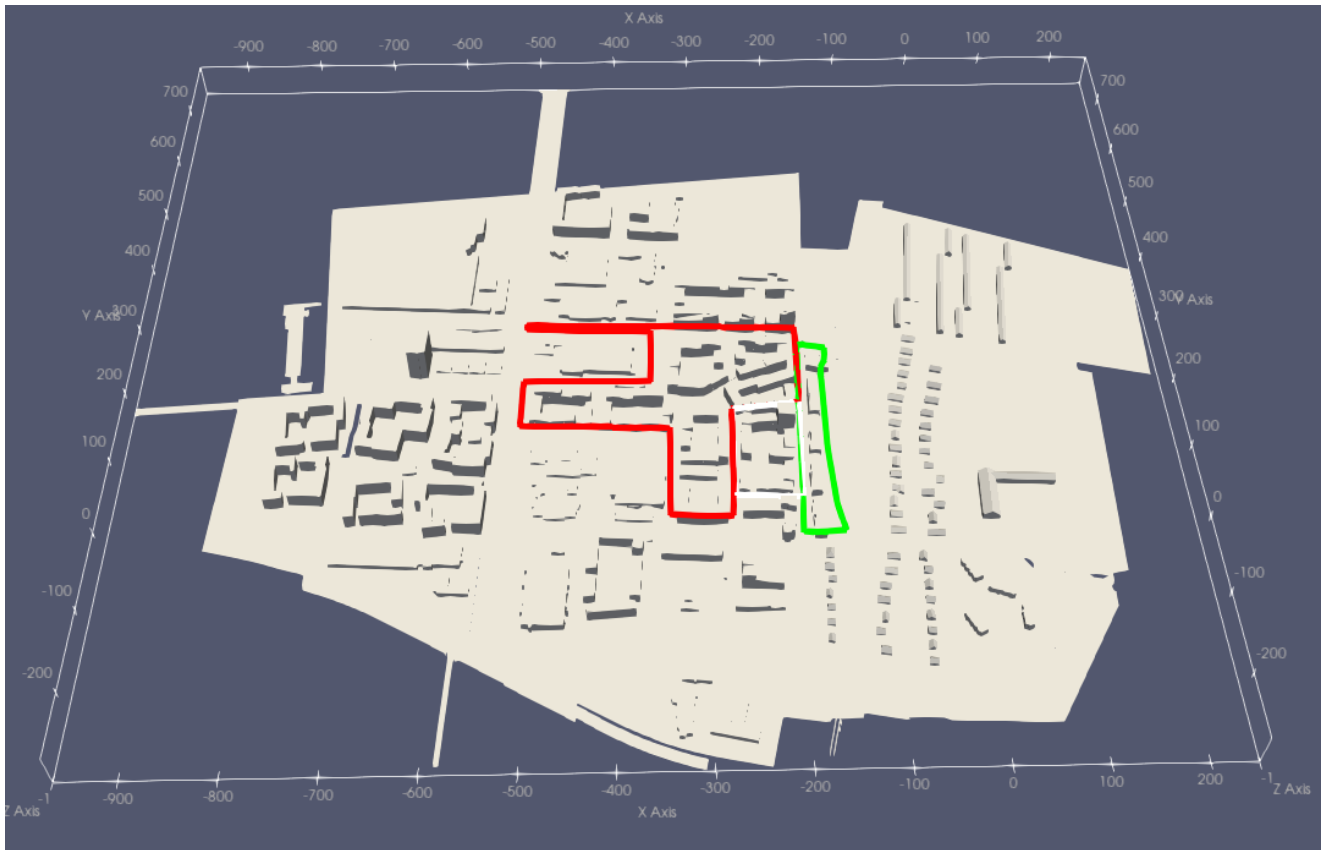
Roskilde Lufthavn, korrelation mellem observeret (DMI) og modelleret (EMD) vind. Perioden 2000 til 2022.

## Vind i model

Udgangspunktet for den betragtede vind er middelvinden i 1,5 m over terræn.

## Bygninger og terræn

De planlagte bygninger på Smedeland 8B og 22 samt omegn er vist på nedenstående figur med planområdet markeret.

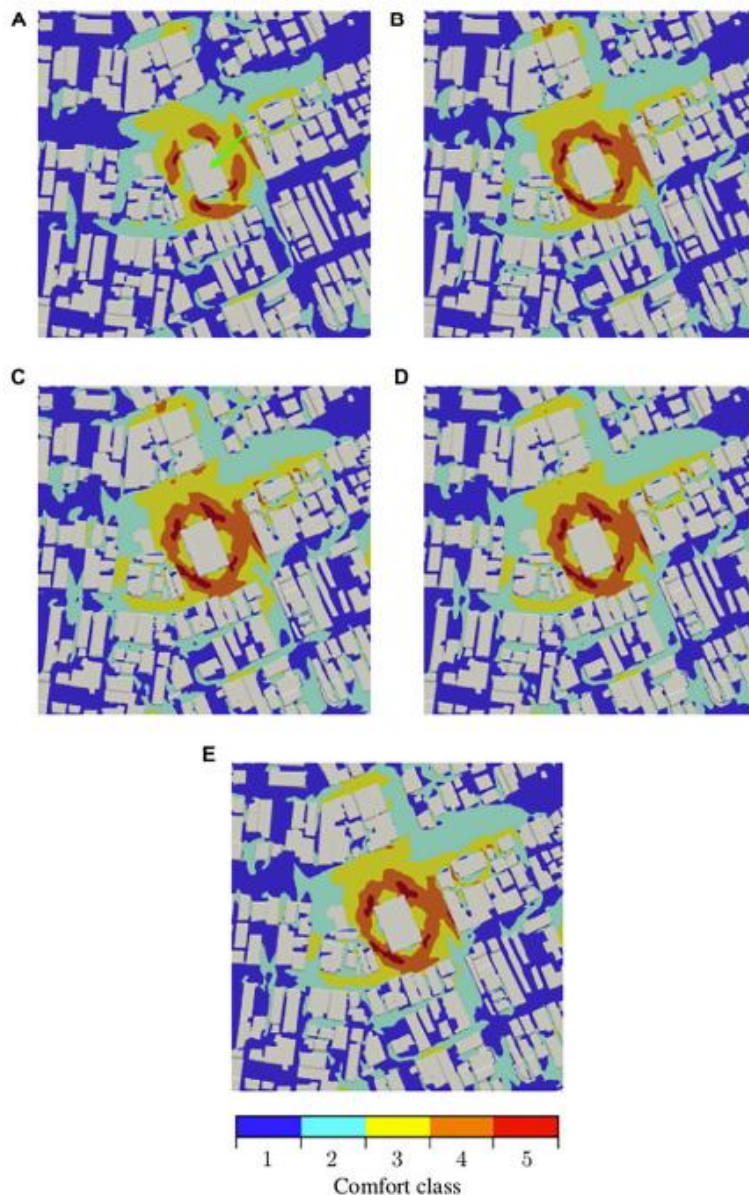


Modtaget 3D model med markering af Smedeland 8b (hvid) og 22 (rød). Grøn markering er nabomatrikel, der også er under udvikling.

## Appendix 3 CFD-model (modellering af vind)

Til beregning af vindforholdene omkring den planlagte bygning og for området omkring bygningen er der anvendt en steady state CFD-model (OpenFOAM – incompressibleFluid [3])

Resultatet af vindkomfort studiet afhænger af hvor mange vindretninger, der undersøges for, hvilket er vist i nedenstående figur [4]. Scenarierne A, B, C, D og E viser den samlede ændring i vindhastigheder, hvor der er anvendt hhv. 4, 8, 16, 32 og 64 vindretninger. Det ses, at ved anvendelse af 8 retninger er resultatet meget tilsvarende resultatet for 64 vindretninger.

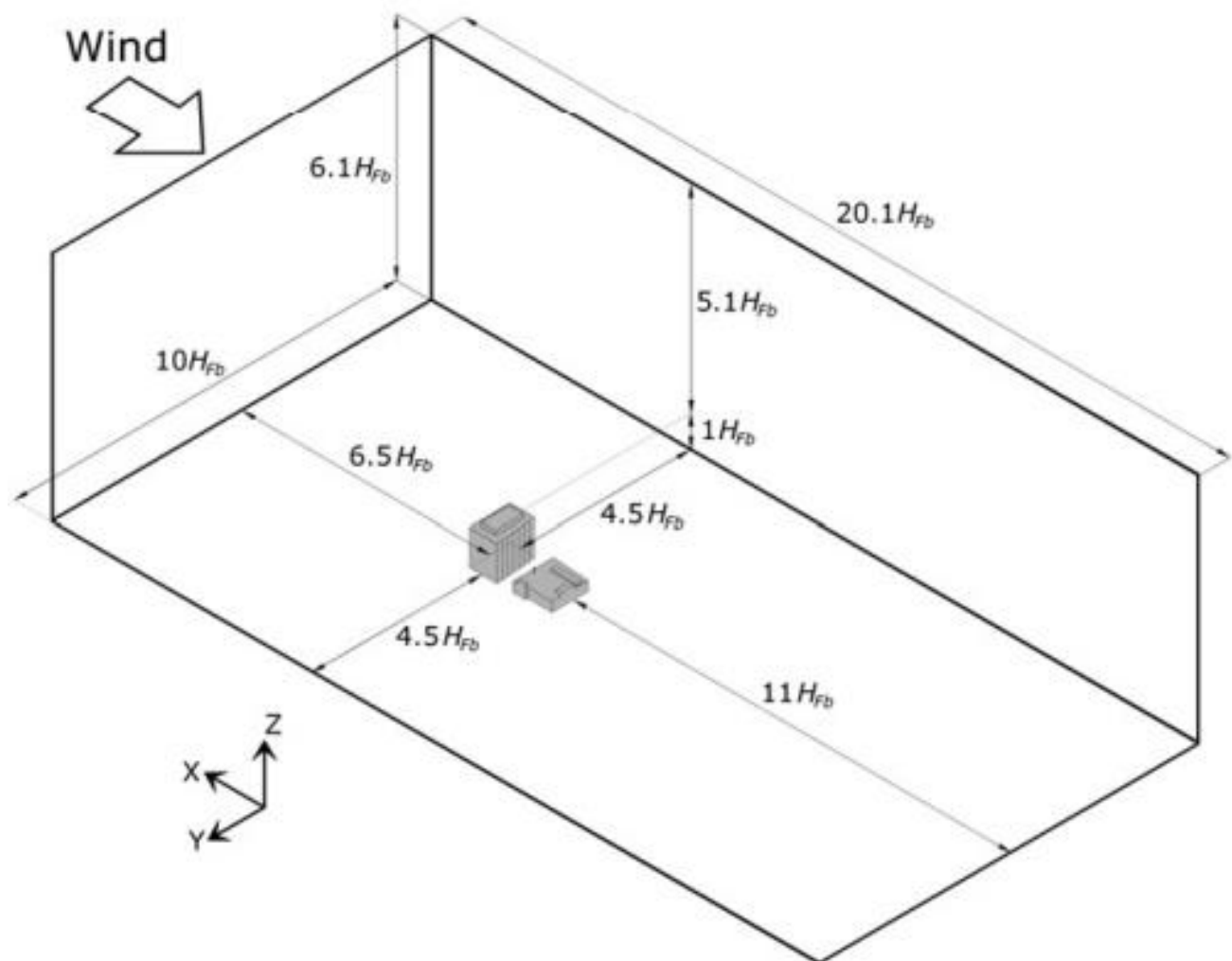


Eksempel på ændring i vindhastighed som funktion af antallet af undersøgte vindretninger. Den grønne pil i scenarie A viser den bygning der forårsager ændringerne. Antallet af vindretninger der undersøges for er for: A=4 retninger, B=8 retninger, C=16 retninger, D=32 retninger og E=64 retninger.

I dette projekt undersøges der for 12 vindretninger for at sikre en god nok opløsning af vindhastighederne.

### Model mesh

Som tommelfingerregel for simulering af vind omkring bygninger skal modellen som minimum have en dimension som vist i nedenstående figur.



Minimum omfang af model mesh som funktion bygningshøjden,  $H_{FB}$  [5]

Det planlagte højhus på Smedeland 8B har en højde på ca. 37 m og det eksisterende højhus på Naverland 2 er 46 m over niveau, hvorved beregningsdomænet som - med bygningens lokation som reference - minimum skal være

- x-retning: -240 til +407 m
- y-retning: +/- 163 m
- z-retning:  $46 + 5.1 \times 46 = 280$  m

Af hensyn til omfanget af det planlagte byggeri er der valgt et noget større domæne med følgende dimensioner:

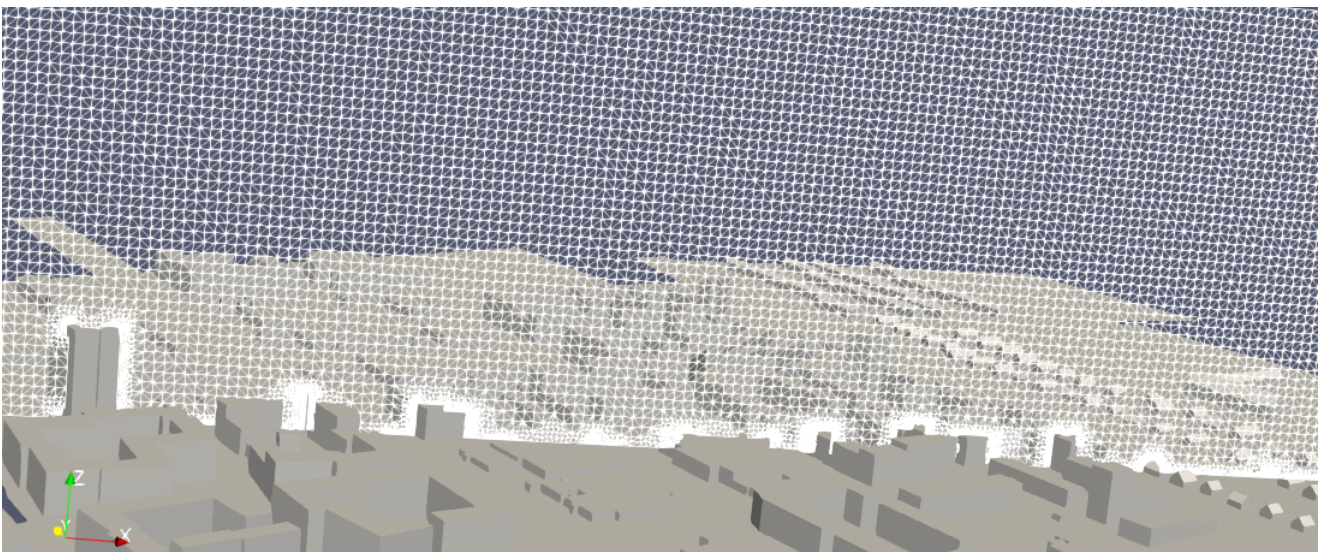
x-retningen= - 600 m til + 600 m,

y-retningen= +/-400 m og

z-retningen= +280 m.

Den globale opløsning af beregningsnettet er 5 m, imens domænet lokalt over terrænet er opløst ned til 1,25 m og omkring bygningen ned til 0,3 m.

Beregningsnettet sammen med bygningen og terræn er vist nedenfor.



Snit gennem beregningsnettet omkring Smedeland.

### CFD-model parameter

OpenFOAM løser Navier-Stokes ligningssystem mht. hastighed, tryk og turbulens for hver celle i beregningsnettet givet ved:

- $U_x, U_y, U_z$  : vindhastighed [m/s];
- $p$ : tryk [ $m^2/s^2$ ];

Turbulensen er modelleret ved brug af RAS (Reynolds Average Model), SST (Shear Stress Transport) i form af en k- $\omega$  formulering, til bestemmelse af:

- k: turbulens kinetisk energi;
- $\omega$ : dissipation rate;
- nut: turbulens viskositet;

Shear Stress Transport (SST) formuleringen kombinerer det bedste af to verdner ved at bruge en k- $\epsilon$  beskrivelse tæt på væggen (grænselaget) for at skifte til en k-  $\omega$  model i den frie-strøm.

## **Randbetingelse, Inlet**

Til at beskrive den påsatte vind er der anvendt en prædefineret randbetingelse beskrivende et atmosfærisk grænselag givet ved

- $z_0$ : ruhed – sat til 0,1 svarende til lav bevoksning med få større forhindringer – konservativ betragtning da området generelt er tæt bebygget bortset nord for hvor der er skov;
- $U_{ref}$ : vindhastighed i referencehøjden – sat til 5 m/s;
- $Z_{ref}$ : højde for  $U_{ref}$  – sat til 10 m (højde for vinden præsenteret i afsnit 0);
- $Z_{Ground}$ : niveau for terræn. Sat til nul svarende til niveauet for modellen.

## **Randbetingelse, Terræn mm.**

Udover, at bygningerne er medtaget via terrænmodellen, er der påsat en ruhed svarende til ovenfor nævnte  $z_0$ .