

MARTS 2018
HENT AS

QUALITY HOTEL BODØ - VINDFORHOLD



COWI

MARTS 2018
HENT AS

QUALITY HOTEL BODØ - VINDFORHOLD

PROJEKTNR.

A107718

DOKUMENTNR.

VERSION

2.0

UDGIVELSESDATO

02.03.2018

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

SAMI

KONTROLLERET

ALN

GODKENDT

THAL

INDHOLD

1	Forord	7
2	Sammendrag	8
3	Indledning	10
3.1	Område	10
4	Metode og rammebetingelser	12
4.1	Vinddata	12
5	Vindkomfort	15
5.1	Komfortkriterier	15
5.2	Quality Hotel Bodø	16
6	Beregningsmodel	17
6.1	3D model	17
6.2	Modelopsætning	18
7	Resultater	20
7.1	Vindhastigheder	20
7.2	Vindkomfort	23
8	Afværgeforanstaltninger	31
9	Referencer	32

1 Forord

Det er ønsket at få belyst om etableringen af Quality Hotel på Sjøgata vil have konsekvenser for vindklimaet i nærområdet og derved om hotellet vil få negativ indvirkning på opholdskvaliteten. Til at afklare dette udføres 3D CFD simuleringer af vindforholdene for nogle typiske vindretninger for den eksisterende situation og for situationen med det nye hotel. Herved kan laves en direkte sammenligning og vurdering af konsekvenserne for vindmiljøet.

Simuleringerne er lavet for en totalhøjde af hotellet på 52 m.

2 Sammendrag

Der er lavet en vurdering af de ændringer i det lokale vindmiljø, som etableringen af det 52 m høje Quality Hotel Bodø vil medføre. Til brug for dette er der lavet 3D simuleringer af vindens forløb i lokalområdet for den eksisterende situation samt for hotellet.

Disse 3D simuleringer er udført med basis i en 3D CAD model. De lokale vindforhold er udtrukket af Meteorologisk Institutts online database eKlima for vindstationen i Bodø Lufthavn. Tre repræsentative vindretninger er derefter simuleret for hvert situation. De vigtigste resultater udgøres dels vindfeltet i nærmiljøet omkring hotellet, dels af overskridelsehyppighederne for en given komfortgrænse.

I studiet af nærområdet fokuseres på følgende typer aktiviteter:

- > **Gang/slentren:** vindhastigheden på stedet må ikke overskride 7,9 m/s i mere end 4% af tiden
- > **Siddende/v. indgangspartier/stående:** vindhastigheden på stedet må ikke overskride 5,4 m/s i mere end henholdsvis 1%, 6% og 6% af tiden.

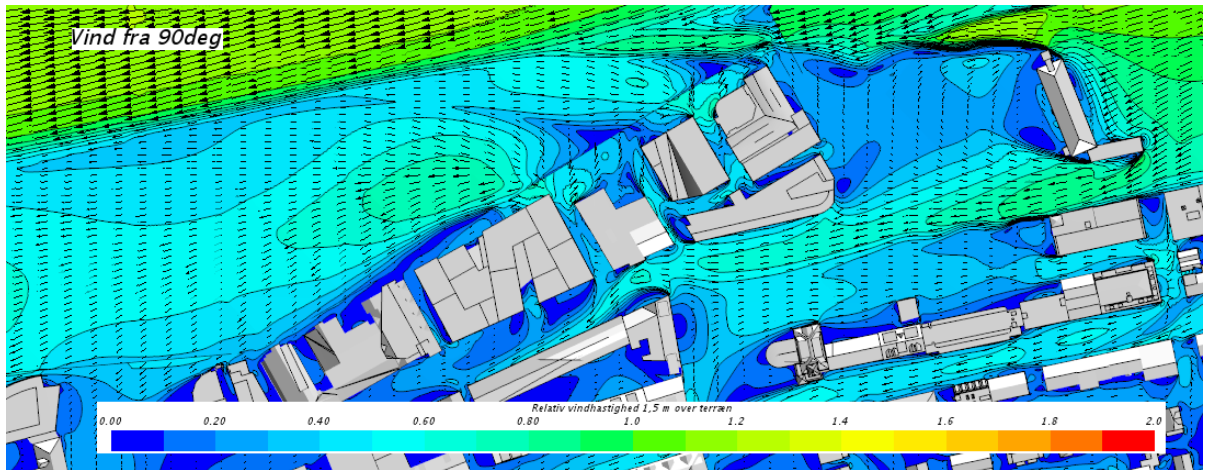
De angivne grænser er grænsen mellem tålelige og uacceptable forhold.

Forskellen mellem sommerhalvåret og hele året er ikke stor.

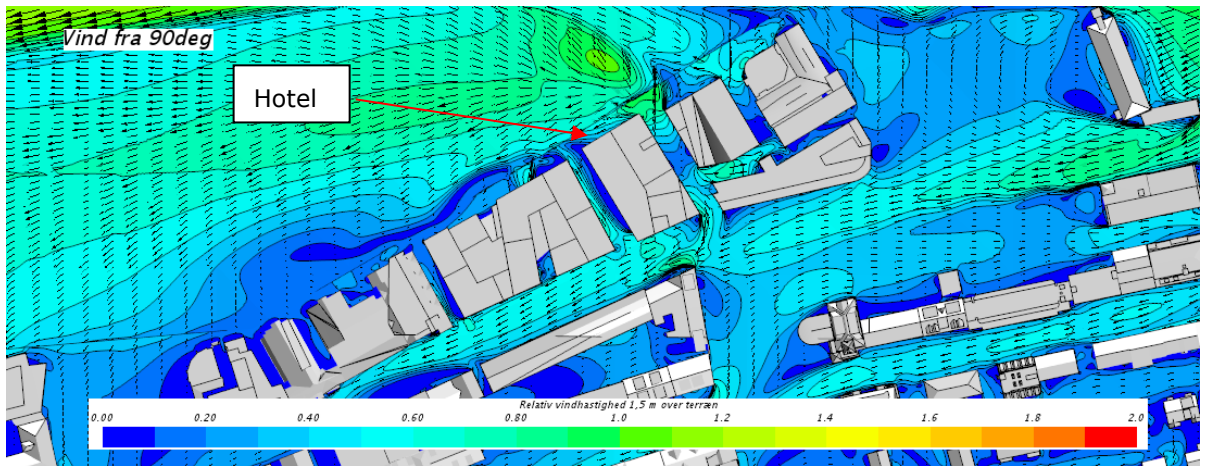
Simuleringerne giver anledning til følgende bemærkninger om vindkomforten.

- > Vind fra 90° (Ø): Denne meget hyppige vindretning er også den hvor hotellet har den største indvirkning med hensyn til vindforholdene i nærområdet, se Figur 2.1 og Figur 2.2. Både ud til vandet men især også i Sjøgata vest for hotellet, som oplever kraftigere vind. Hotellet betyder således, at vindkomforten forværres ud til vandet ved hotellets nordøstlige hjørne samt syd for hotellet på den modsatte side af gaden. Når man ser på det skrappeste krav, overskridelse af 5,4 m/s, ser vindkomforten desuden voldsomt forværrede ud i Sjøgata vest for hotellet, men ikke når man ser på det lidt mindre skrappe krav for gang/slentren på 7,9 m/s.
- > Vind fra 240° (VSV): For disse vinde ses lidt forværret vindkomfort ud til vandet nord for hotellet.
- > Vind fra 0° (N): For nordenvind, som er relativt sjælden, ses forværret/ændret vindkomfort i de to gader vinkelret på kajen ned langs hotellet. Når det blæser for nord er området meget udsat, men den relativt lave hyppighed ifølge vindrosen gør, at den generelle oplevelse af vindkomforten vurderes tålelig set over et år.

Samlet ser det ud fra de udførte simuleringer ud til, at hotellet især for vind fra den østlige sektor vil have en negativ indvirkning på vindmiljøet i nærområdet.



Figur 2.1 Konturer over relativ gust equivalent mean wind speed samt vindvektorer projiceret på 1,5m-fladen. Vind fra 90°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.



Figur 2.2 Konturer over relativ gust equivalent mean wind speed samt vindvektorer projiceret på 1,5m-fladen. Vind fra 90°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.

3 Indledning

3.1 Område

Figur 3.1 og Figur 3.2 viser et satellitbillede (overordnet og nærbillede) med hotellets beliggenhed i den røde cirkel.



Figur 3.1 Satellitbillede, Google Earth.



Figur 3.2 Nærbillede, Google Earth.

4 Metode og rammebetingelser

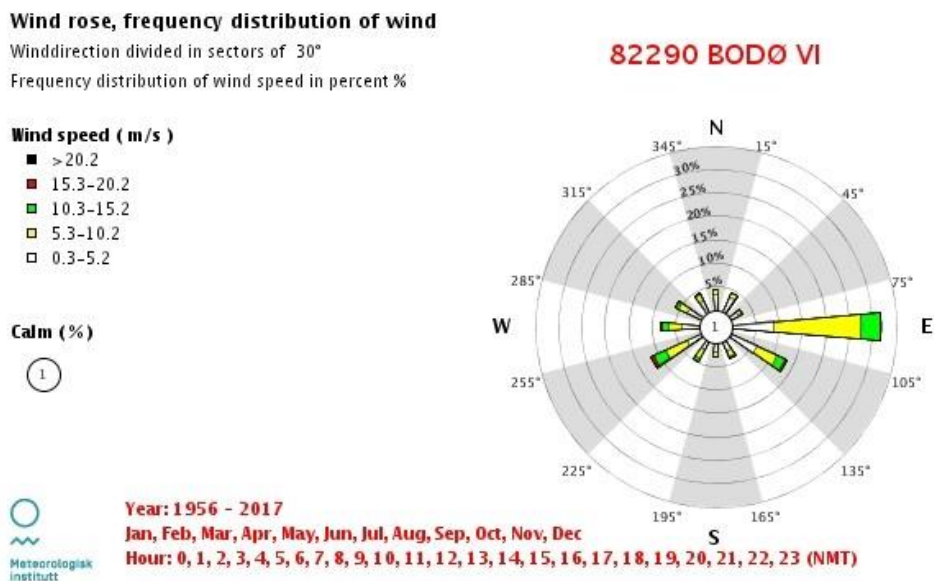
Til brug for vurderingen af vindforholdene udføres 3D vindstrømningssimuleringer af de mest betydende vindretninger (CFD, Computational Fluid Dynamics). Simuleringerne er lavet med basis i en 3D digital model af såvel by og terræn, hvori den eksisterende bygning på adressen let kan udskiftes med hotellet.

4.1 Vinddata

Fra Meteorologisk Institutts måledatabse eKlima er udtrukket vindrosen fra Bodø lufthavn, der ligger lige syd for byen, se Figur 3.1. Denne vindstation er helt ideel da den ligger så tæt på byen, er påvirket af nogenlunde samme terrænførhold og derfor må vurderes at have samme vindklima som byen.

Figur 4.1 viser årsvindrosen for perioden 1956 til 2017 (inkl.).

Det ses af vindrosen, at vindklimaet er stærkt domineret af østenvinde men også vind fra den sydvestlige sektor ses hyppigt.



Figur 4.1 Vindrose, Bodø lufthavn, hele året.

Dataene refererer til 10 min middelvind i et niveau 10 m over terræn.

Da vindkomforten må antages at være særlig relevant i sommerhalvåret, hvor der forventes (ønskes) et aktivt udeliv, er den tilsvarende sommervindrose for vist i Figur 4.2. Der ses at være meget lidt forskel på rosen for hele året og rosen for sommerhalvåret. Den relative betydning af sydvestlige og nordlige vinde

er en smule højere i sommerhalvåret.

Wind rose, frequency distribution of wind

Winddirection divided in sectors of 30°
 Frequency distribution of wind speed in percent %

Wind speed (m/s)

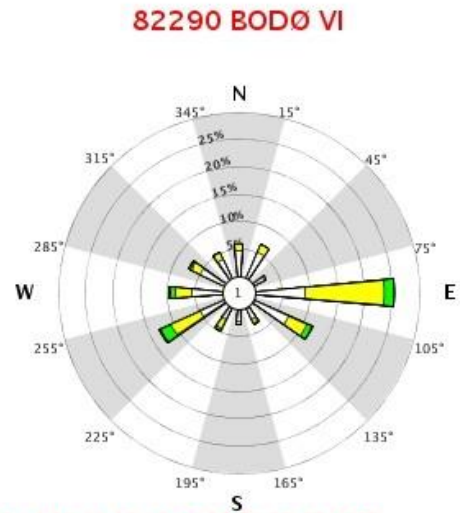
- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Calm (%)

1

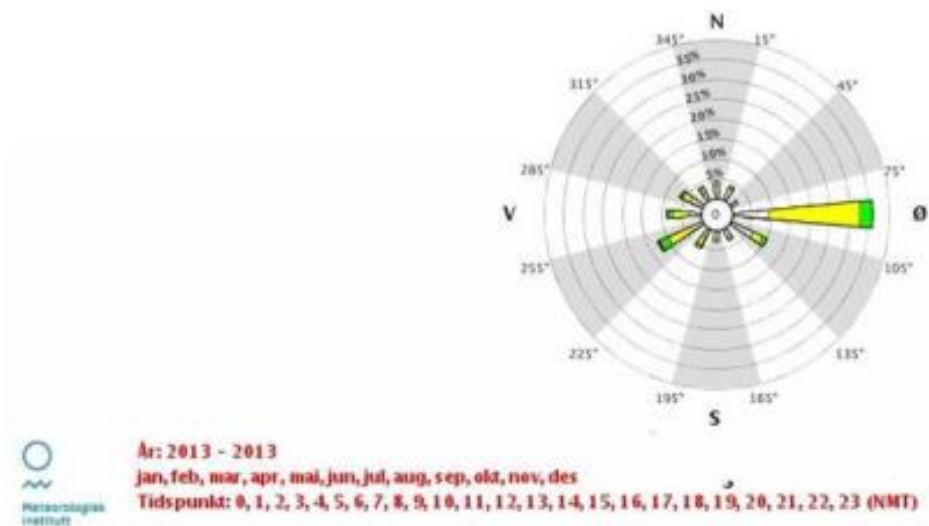


Year: 1956 - 2017
Mar, Apr, May, Jun, Jul, Aug, Sep
Hour: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)



Figur 4.2 Vindrose, Bodø lufthavn, sommerhalvåret.

Figur 4.3 viser årsvindrosen for 2013, som det ses er der ikke stor forskel mellem den og vindrosen baseret på perioden 1956-2017. For dette år haves vindhastighederne i en finere opløsning end vist i vindroserne (vindhastighedsspring på 2,5 m/s vs. 5 m/s), hvilket er en fordel ved fitning af Weibull-fordelinger til data.



Figur 4.3 Vindrose, Bodø lufthavn, 2013: hele året.

Weibull-fit kan nemlig bruges i vurderingerne af vindkomforten omkring hotellet. Derfor er 2013-dataene analyseret og fittet til Weibull-fordelinger. Fittene er lavet for vindhastigheder i 1,25 m/s-intervaller ved at dele 2,5 m/s intervallerne i to. Dette er selvsagt behæftet med nogen usikkerhed, men da fokus er på den relative forskel mellem den eksisterende situation og situation med hotellet, er

det uden betydning. Vindretningerne deles i 30°-intervaller. Resultatet fremgår af Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Weibull-parametre for Bodø lufthavn, 2013. Baseret på data hentet fra eKlima-databasen, Meteorologisk Institutt og let bearbejdet.

vindretning	parameter A (m/s)	faktor k	frekvens f (%)
0°	5,73	3,05	4,4
30°	6,17	3,85	3,6
60°	5,22	3,2	2,2
90°	9,42	4,11	36,3
120°	6,68	3,22	10,3
150°	6,21	3,4	3,3
180°	6,61	3,7	3,0
210°	8,59	2,91	5,6
240°	10,29	3,16	12,5
270°	9,34	2,55	8,7
300°	7,83	2,3	6,2
330°	7,73	2,52	3,8

Der simuleres i alt 3 vindretninger, som fremhævet i tabellen. Østenvind er valgt da det er den altdominerende vindretning, VSV (240°) er valgt som den næsthyppest hyppigste vindretning og nord er valgt for dels at have en vind fra vandsiden og dels for at have en vind i en helt anden sektor end de to andre.

Med kendskab til Weibull-parametrene er det muligt at estimere hyppigheden af overskridelser af en bestemt vindhastighed U fra en given vindretning ved brug af følgende udtryk:

$$h(V > U) = f \left[1 - \left[1 - \exp \left[- \left(\frac{U}{A} \right)^k \right] \right] \right]$$

Ovenstående udtryk giver det relative bidrag for én vindretning.

5 Vindkomfort

5.1 Komfortkriterier

Fodgængerkomforten kan vurderes ud fra Lawsons kriterier (Ref. /1/). Disse er baseret på mange års erfaring opbygget på University of Bristol. Der eksisterer også en række andre kriterier for vindkomfort i litteraturen, af grundlæggende samme tilsnit men med vekslende grad af detaljering og med andre grænseværdier, men en samlet konsensus er endnu ikke etableret. Lawsons kriterier ligger nogenlunde i midten af gruppen af kriterier, og er således hverken særligt konservative eller særligt bløde.

Lawson opererer med tre niveauer:

- > Uacceptabelt (forebyggende foranstaltninger er nødvendige)
- > Tåleligt (man er bevidst om vinden, men finder sig i forholdene, da det ikke opleves som noget der sker særlig tit. Kræver ikke forebyggende foranstaltninger, men man *kan* vælge at gøre det, hvis økonomi og øvrige forhold taler for det)
- > Acceptabelt (der føles intet ubehag).

For forskellige aktivitetsniveauer defineres grænserne til tålelige og uacceptable vindforhold for fodgængere som angivet i følgende skema. Oprindeligt er disse kriterier angivet i Beaufort men er her omregnet til m/s (derfor de skæve værdier).

Skemaet bruges som følger:

For rask gang fås uacceptable forhold hvis det blæser 10,7 m/s eller derover i mindst 2% af tiden. Stillesiddende aktivitet i længere tid går fra acceptabelt til tåleligt, hvis det blæser mere end 3,3 m/s i mere end 4% af tiden. Tåleligt (frem for acceptabelt) bruges ofte som kriterium for et givet byggeri, da forsøg og/eller beregninger ofte laves uden træer eller andre mindre elementer, som kan virke skærmende. Forholdene kan derfor ofte i virkeligheden være lidt bedre end målt i forsøg/estimeret i beregning.

Ses f.eks. på årsvindklimaet, skal "tiden" i ovenstående forstås som et år.

Tabel 5.1 Lawsons kriterier for fodgængerkomfort, Ref. /1/.

Område/Aktivitet (forventet/foreskrevet)		Kriterium for vindhastighed og overskridelse	
Beskrivelse	Beteg-nelse	Grænse ml. tåleligt og uacceptabelt	Grænse ml. acceptabelt og tåleligt
Veje, p-arealer	A	6% > 10,7 m/s	2% > 10,7 m/s
Rask gang med et formål, cykling	B	2% > 10,7 m/s	2% > 7,9 m/s
Gang, slentren	C	4% > 7,9 m/s	6% > 5,4 m/s
Stående	D	6% > 5,4 m/s	6% > 3,3 m/s
Indgangsområder, døre	E	6% > 5,4 m/s	4% > 3,3 m/s
Siddende	F	1% > 5,4 m/s	4% > 3,3 m/s

Vindhastighederne angives som den største værdi af middelvindhastigheden og den såkaldte "gust equivalent mean wind speed", som tager hensyn til turbulensen i vinden. En relativt svag men meget turbulent vind kan godt føles ubehageligere end en stærkere men ikke særlig turbulent vind, og det tages der højde for på denne måde.

"Gust equivalent mean wind speed" U_{eq} er den største værdi af enten 10 min. middelvinden (U_{10}) eller 3 sek. vindstød ($U_g / 1,85$).

Vindkomfort er, som mange andre menneskelige faktorer, ikke en absolut størrelse; men afhængig af lokale forhold. Det kan f.eks. tænkes at beboere i områder der generelt er blæsende (åbne landområder), er mindre følsomme for vind end beboere i relativt vindstille områder (byområder). Resultaterne i form af vurdering af komfortniveauerne i gade/terrænniveau skal ses i lyset af dette.

5.2 Quality Hotel Bodø

I studiet af nærområdet omkring hotellet fokuseres på følgende aktiviteter, typiske for byområder:

- > **Gang/slentren** (aktivitet C): vindhastigheden på stedet må ikke overskride 7,9 m/s i mere end 4% af tiden
- > **Siddende/v. indgangspartier/stående** (aktivitet F/E/D): vindhastigheden på stedet må ikke overskride 5,4 m/s i mere end 1% (F), 6% (E) og 6% (D) af tiden.

De angivne grænser er grænsen mellem tålelige og uacceptable forhold.

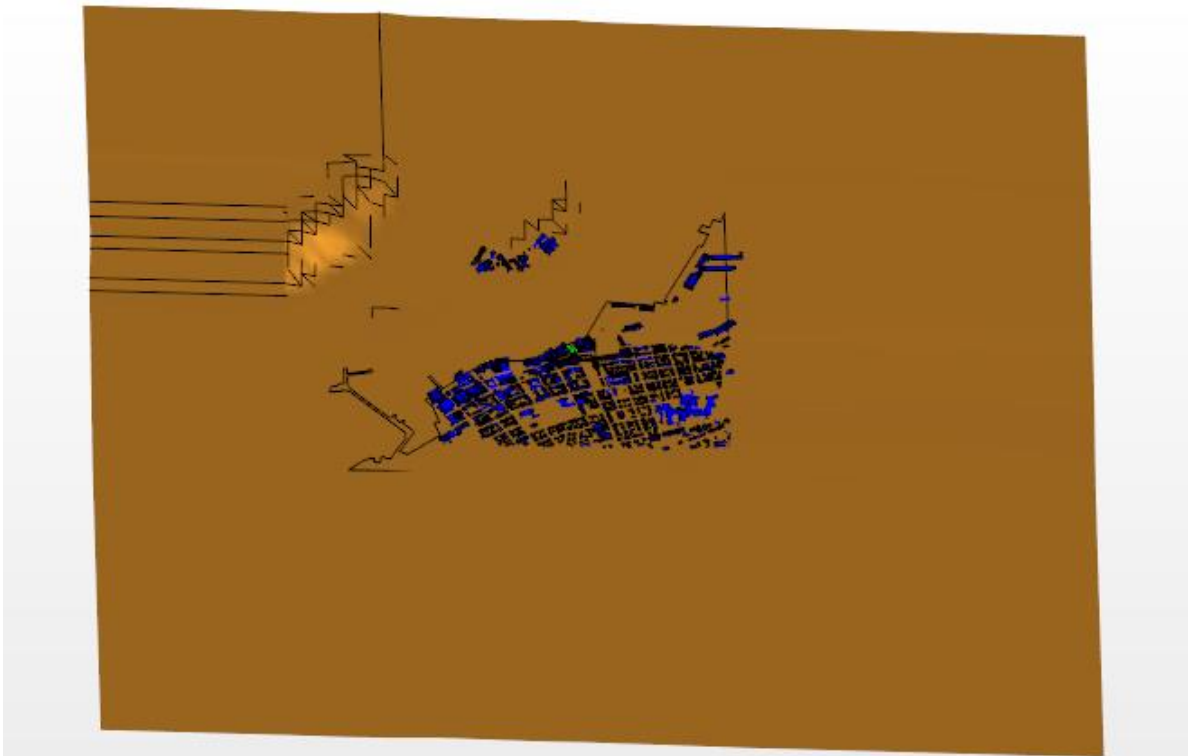
6 Beregningsmodel

Vindvurderingen baseres på CFD-simuleringer. Det kommercielle CFD programvare Star CCM+ (version 12.06.010) bruges til formålet.

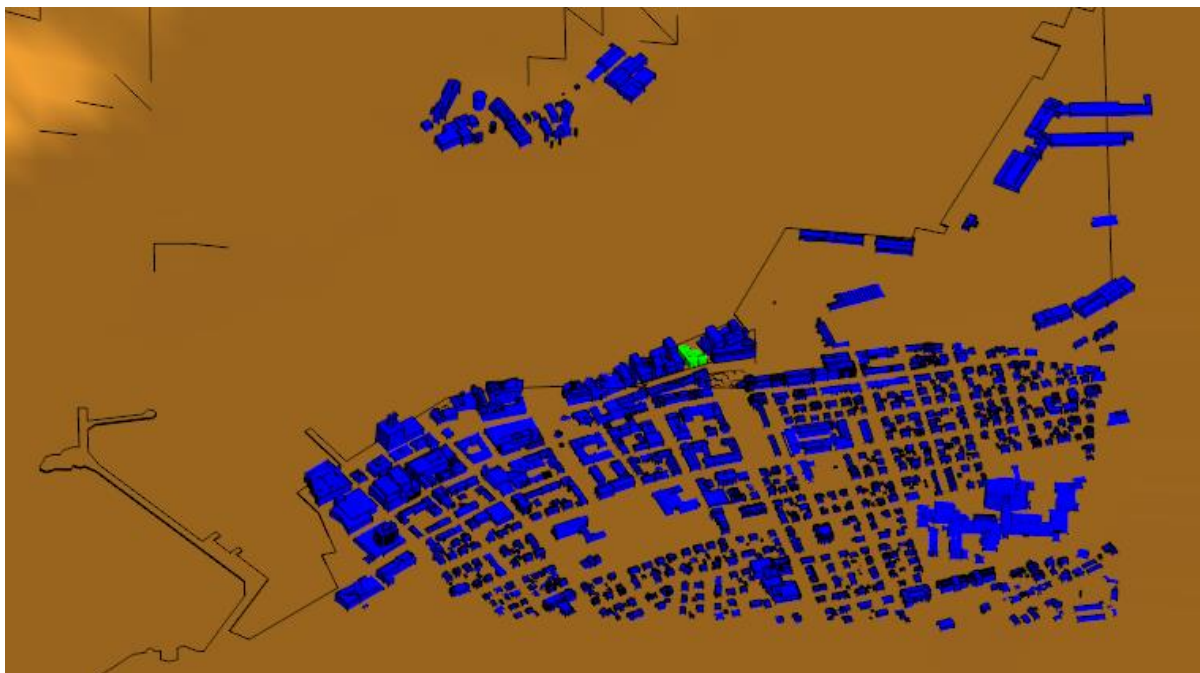
6.1 3D model

Hele 3D-modellen efter import i CFD-softwaren (eksisterende situation) er vist i Figur 6.1. Beregningsmodellen har størrelsen 4,1km x 4km m x 400 m (henholdsvis øst-vest, nord-syd og opad), hvori indgår en yderzone uden bygninger for at undgå modeltekniske problemer med randbetingelserne. Bemærk at denne yderzone blot er en ekstra forlængelse af terrænet omkring lokalområdet, og således ikke en modellering af det virkelige terræn her.

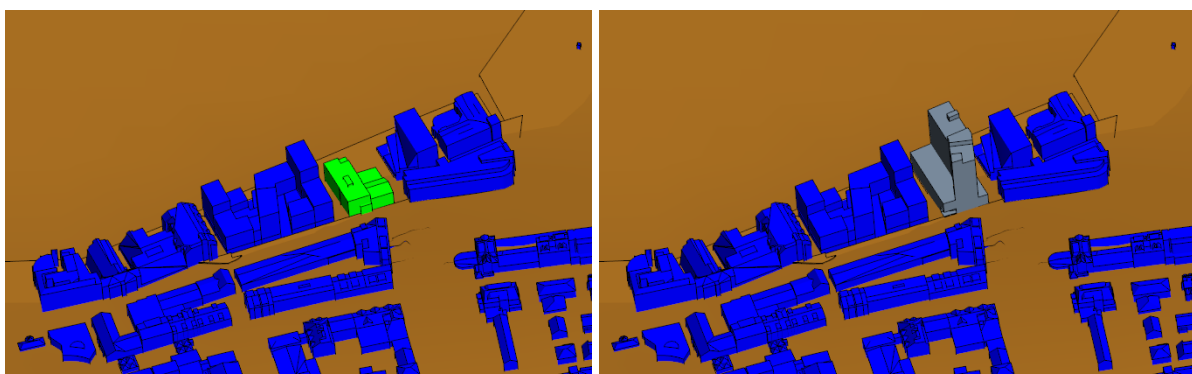
Figur 6.2 viser hvor meget af Bodø by, der er inkluderet i modellen. Nærbilleder af modellerne er vist i Figur 6.3.



Figur 6.1 3D-model i sin helhed, set oppefra / fra syd. Den eksisterende bygning på adressen kan skimtes med grønt. Stregerne mod nordvest er terrænlíner.



Figur 6.2 3D-model, nærbillede af den medtagne del af byen. Eksisterende bygning er grøn.



Figur 6.3 3D-modeller for eksisterende situation (til venstre) og med Quality Hotel Bodø (til højre).

6.2 Modelopsætning

Beregningerne er udført som tidsmidlede simuleringer af vind og turbulens. Alle simuleringer, 6 i alt (3 retninger, 2 konfigurationer), kører frem til stationære forhold.

Turbulensmodellen er en $k-\epsilon$ model (*realizable, two-layer model*). Luften modeleres under antagelse af konstant densitet ($1,25 \text{ kg/m}^3$), dvs. uden temperaturlagdeling.

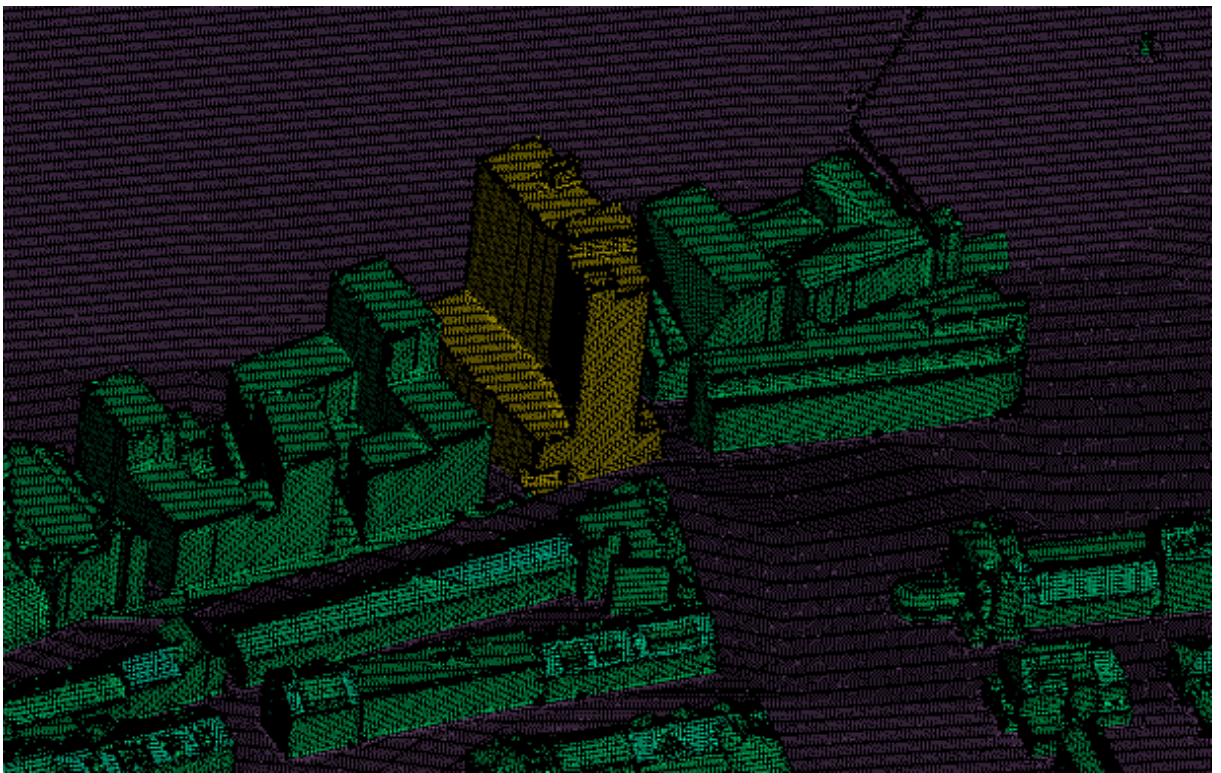
Der sættes logaritmiske profiler for vindhastighed og turbulensintensitet på modelrandene svarende til terrænklasse III (Eurocode) og med en vindhastighed på 10 m/s i 10 m højde over terræn. Det logaritmiske hastighedsprofil for vindhastighed og turbulensintensitet er angivet nedenfor.

$$u(z) = v \cdot k_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{og} \quad I(z) = \frac{1}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$

hvor $k_t = 0,215$, $v = 13,26$ m/s samt $z_0 = 0,3$ (gældende for terrænklasse III).

Det anvendte beregningsnet indeholder omkring 6,2 millioner celler (hexaeder). Da modellen dækker så stort et geografisk område, er nettet bygget op med et ydre område i grov opløsning og et område omkring hotellet i finere opløsning.

Figur 6.4 viser et nærbillede af beregningsnettet på overfladerne.



Figur 6.4 Beregningsnet i lokalområde. Med hotellet.

7 Resultater

I det følgende ses på forholdene 1,5 m over terrænniveau. Vindforholdene i en højde på 1,5 m over terræn giver erfaringsmæssigt et godt billede af påvirkningen af fodgængere.

7.1 Vindhastigheder

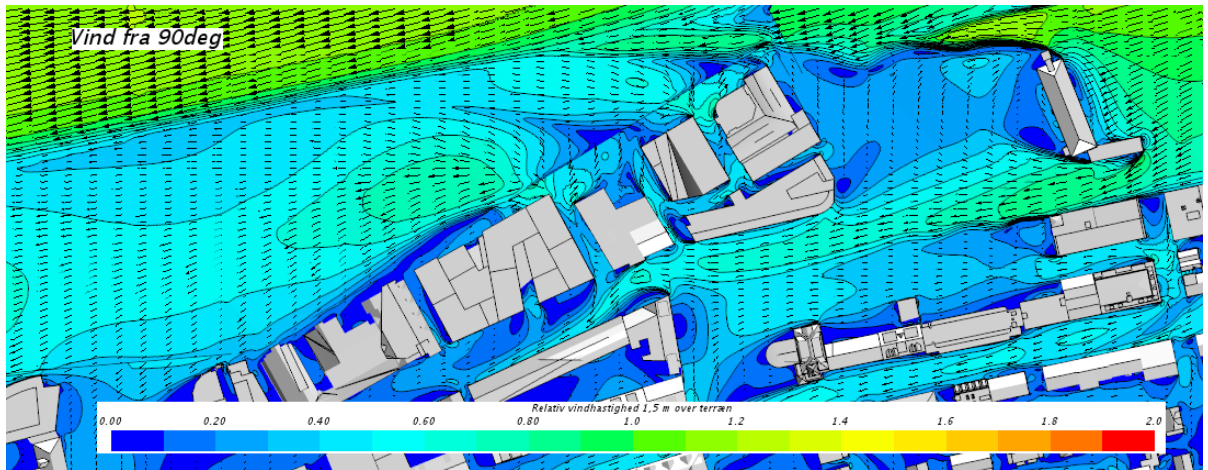
De vindhastigheder, der vises fra simuleringerne er "Gust equivalent mean wind speed", der præsenteres i form af konturplots. Vektorer, der angiver vindens retning, vises også. Hastighedsvektorerne er projiceret på fladen 1,5m over terræn.

Vindhastighederne er på disse plot divideret med den uforstyrrede vindhastighed i 10 m højde, som er sat til 10 m/s i simuleringerne.

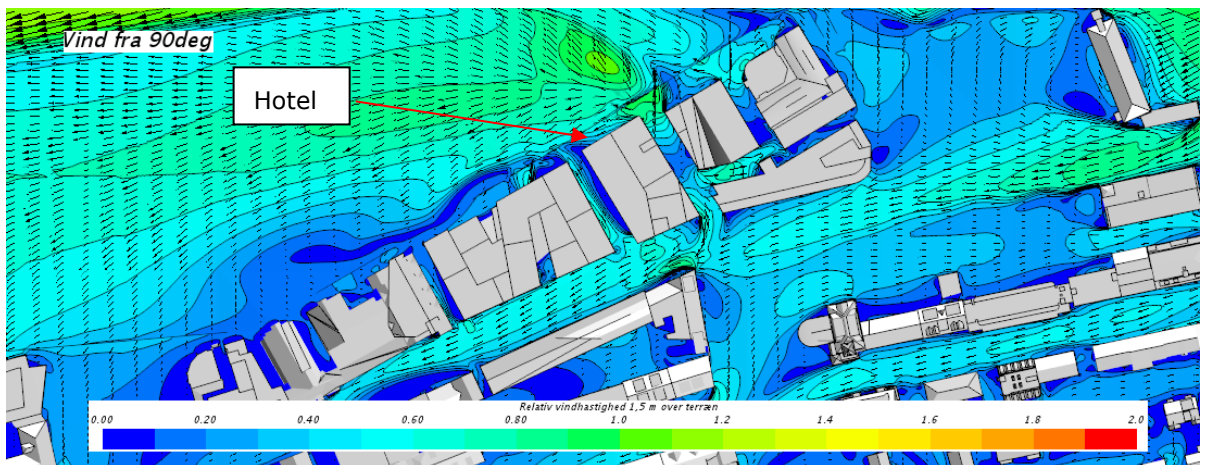
Resultatet angiver dermed en dæmpnings- eller forstærkningsfaktor for vinden. Er faktoren større end 1, betyder det, at vinden lokalt er forstærket i forhold til den uforstyrrede vindhastighed i 10 m højde, er den mindre end 1, betyder det at vinden lokalt er svagere end den uforstyrrede vindhastighed i 10 m højde.

7.1.1 Vindretning 90° (østenvind)

Dette er den mest dominerende vindretning, med en hyppighed på over 1/3 af året. Figur 7.1 og Figur 7.2 viser vindforløbet før og efter. Det ses at hotellet betyder noget forstærket vind omkring bygningen i forhold til før, specielt ved dets nordlige hjørne. Til gengæld er der lidt mere læ ved havnefronten øst for hotellet.



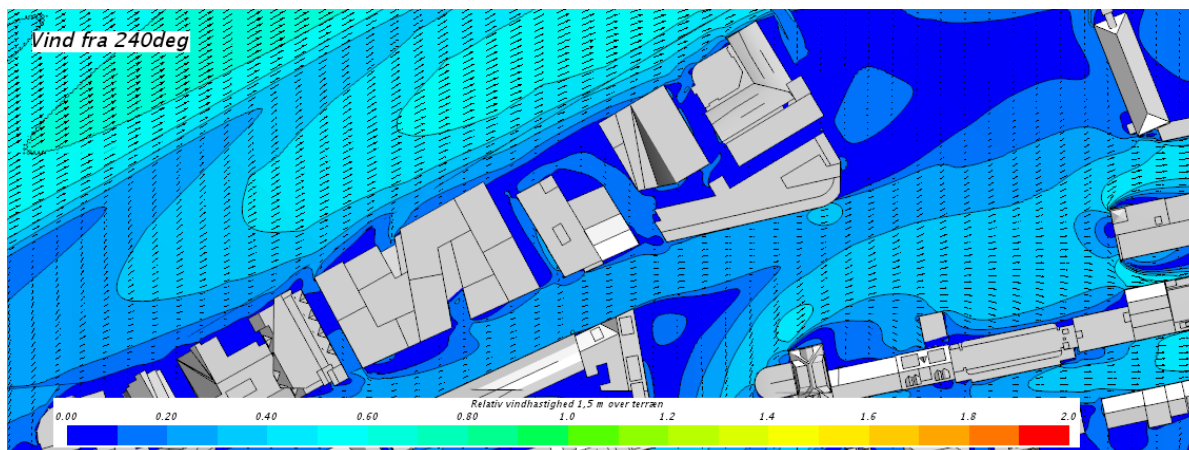
Figur 7.1 Konturer over relativ gust equivalent mean wind speed samt vindvektorer projiceret på 1,5m-fladen. Vind fra 90°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.



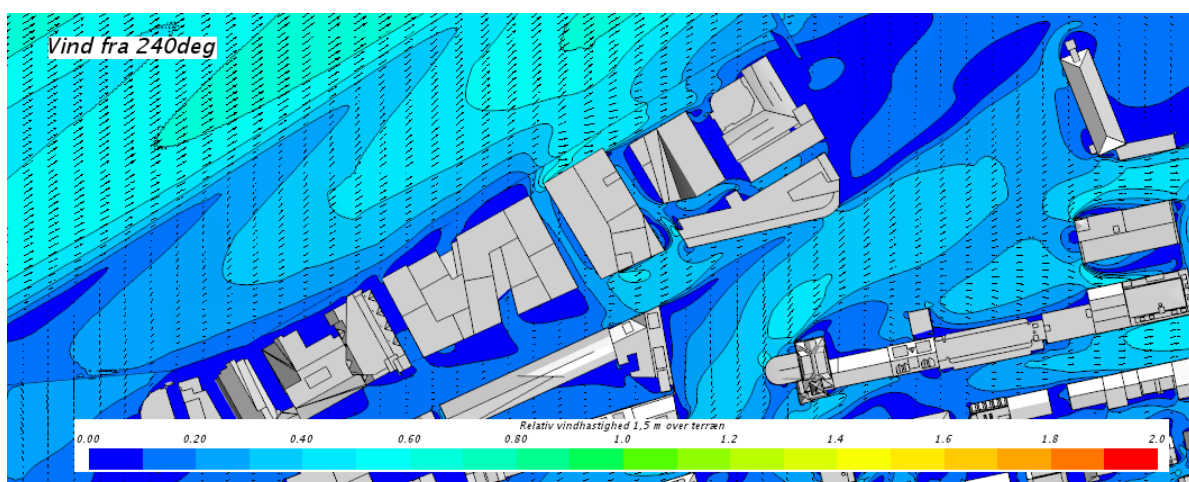
Figur 7.2 Konturer over relativ gust equivalent mean wind speed samt vindvektorer projiceret på 1,5m-fladen. Vind fra 90°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.

7.1.2 Vindretning 240° (vestsydvest)

For denne vindretning ses igen at hotellet giver mere vind lige rundt om bygningen. Hotellet ser ikke ud til at have den store indvirkning længere væk.



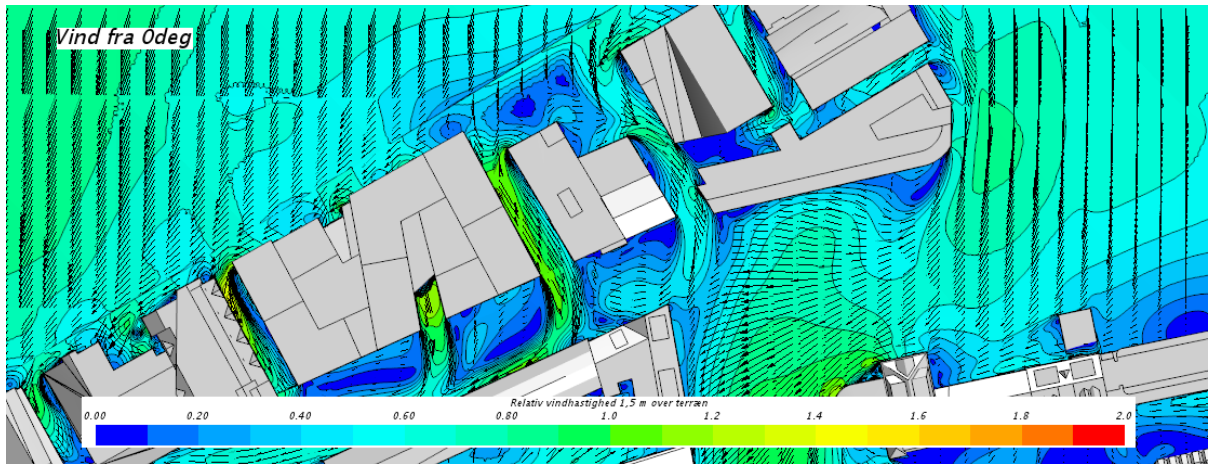
Figur 7.3 Konturer over relativ gust equivalent mean wind speed samt vindvektorer projiceret på 1,5m-fladen. Vind fra 240°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.



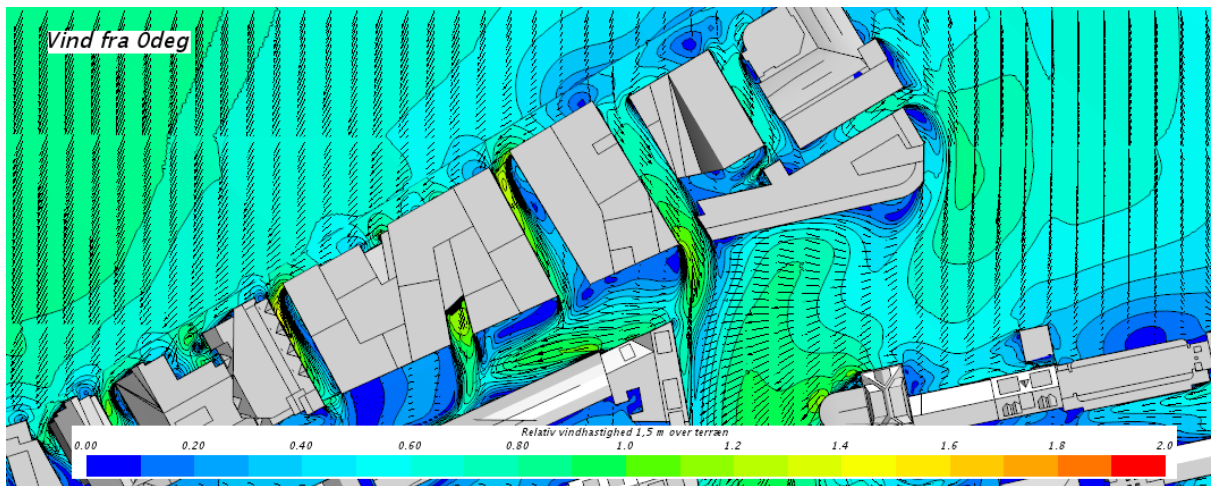
Figur 7.4 Konturer over relativ gust equivalent mean wind speed samt vindvektorer projiceret på 1,5m-fladen. Vind fra 240°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.

7.1.3 Vindretning 0° (nordenvind)

Nordenvinden, der kommer lige ude fra vandet, viser noget forskelligt vindmønster i de to situationer. Vinden vest for hotellet koncentrerer sig i et mindre område, men til gengæld blokerer hotellet mere for vindens passage ned langs hotellet hvor der så bliver mere læ. Øst for hotellet forstærkes vinden.



Figur 7.5 Konturer over relativ gust equivalent mean wind speed samt vindvektorer projiceret på 1,5m-fladen. Vind fra 0°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.



Figur 7.6 Konturer over relativ gust equivalent mean wind speed samt vindvektorer projiceret på 1,5m-fladen. Vind fra 0°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.

7.2 Vindkomfort

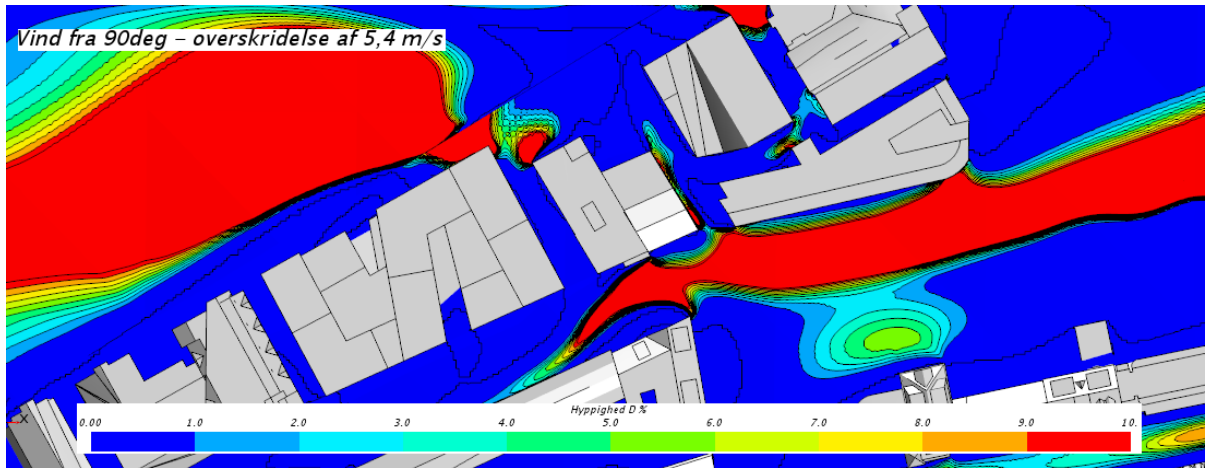
Effekten af de ændrede vindmønstre i de to situationer kan kvantificeres ved at se på vindkomforten i form af kort over hyppigheden for overskridelse af komfortgrænserne på 5,4 m/s og 7,9 m/s omtalt tidligere, gentaget nedenfor. Kortene er lavet på basis af de fittede Weibull-fordelinger.

Tabel 7.1 Fodgængerkomfort. Valgte kriterier.

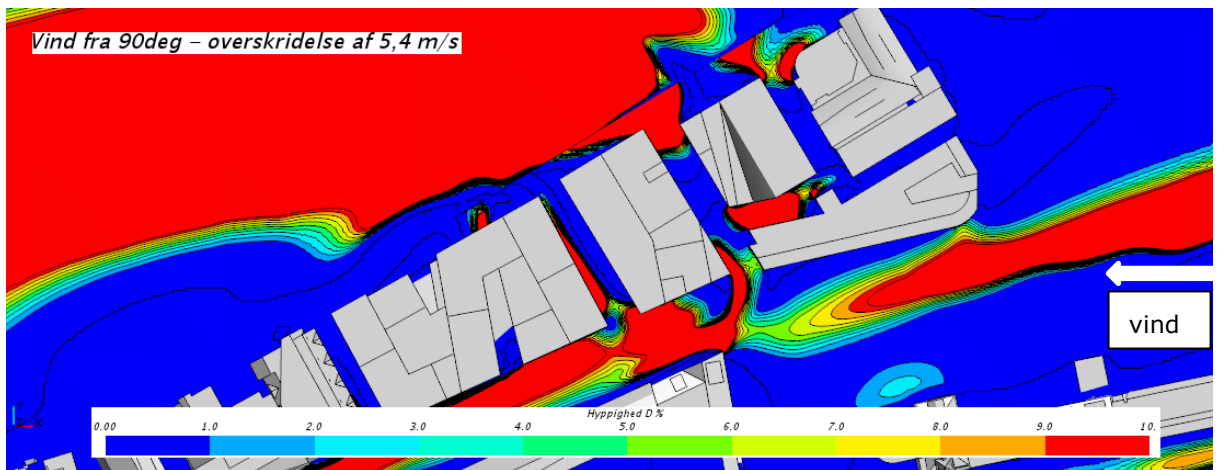
Område/Aktivitet (forventet/foreskrevet)		Kriterium for vindhastighed og overskridelse
Beskrivelse	Betegnelse	Grænse ml. tåleligt og uacceptabelt
Gang, slentren	C	4% > 7,9 m/s
Stående	D	6% > 5,4 m/s
Indgangsområder, døre	E	6% > 5,4 m/s
Siddende	F	1% > 5,4 m/s

7.2.1 Vindretning 90° (østenvind)

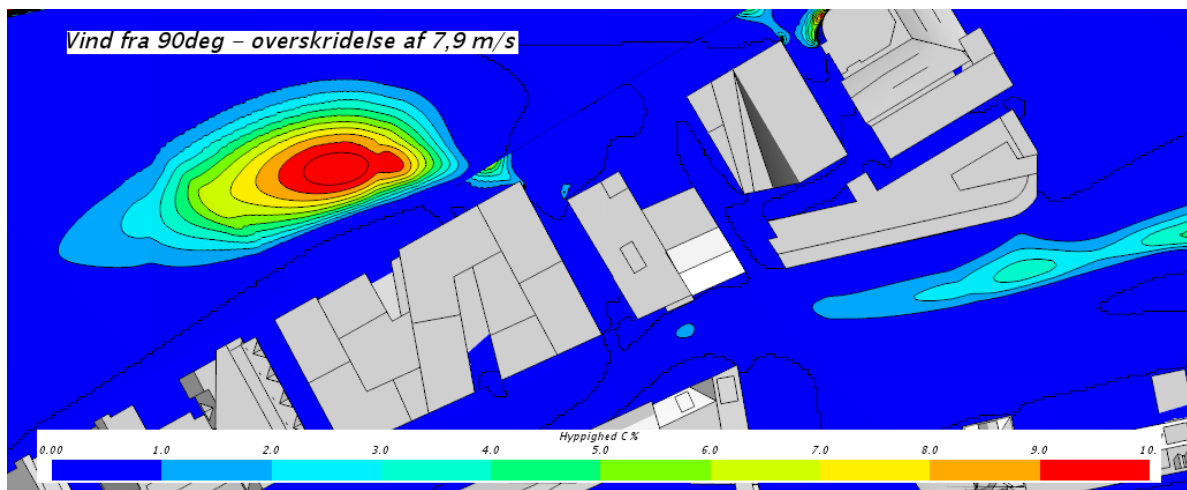
Hotellet ses at have en væsentlig effekt på vindkomforten for aktivitet D-F, se Figur 7.7 og Figur 7.8, og en mere lokal (der er to-tre mindre områder med dårlig vindkomfort), men dog tydelig effekt for aktivitet C, se Figur 7.9 og Figur 7.10. Der skal ses bort fra områderne på vandet.



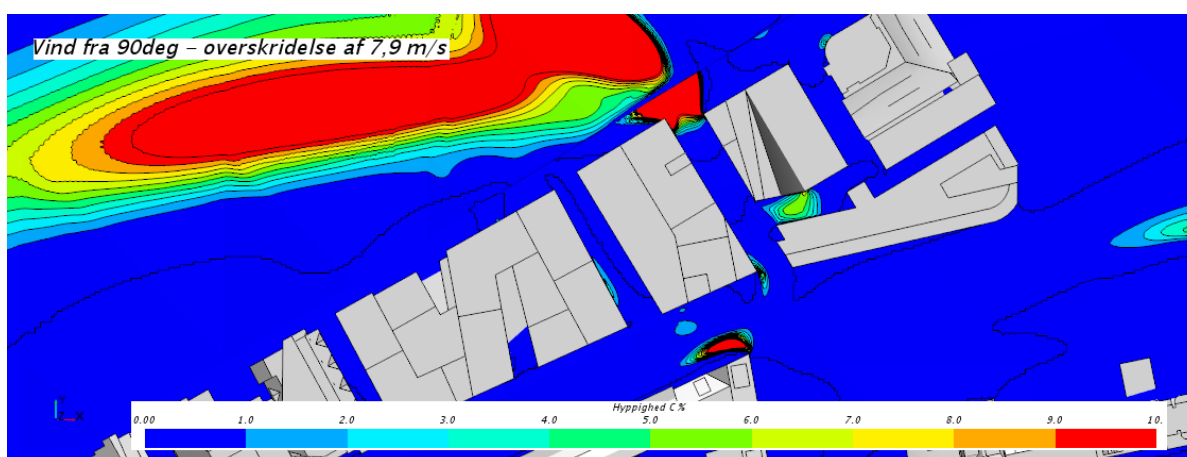
Figur 7.7 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 5,4. Vind fra 90°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.



Figur 7.8 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 5,4. Vind fra 90°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.



Figur 7.9 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 7,9. Vind fra 90°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.

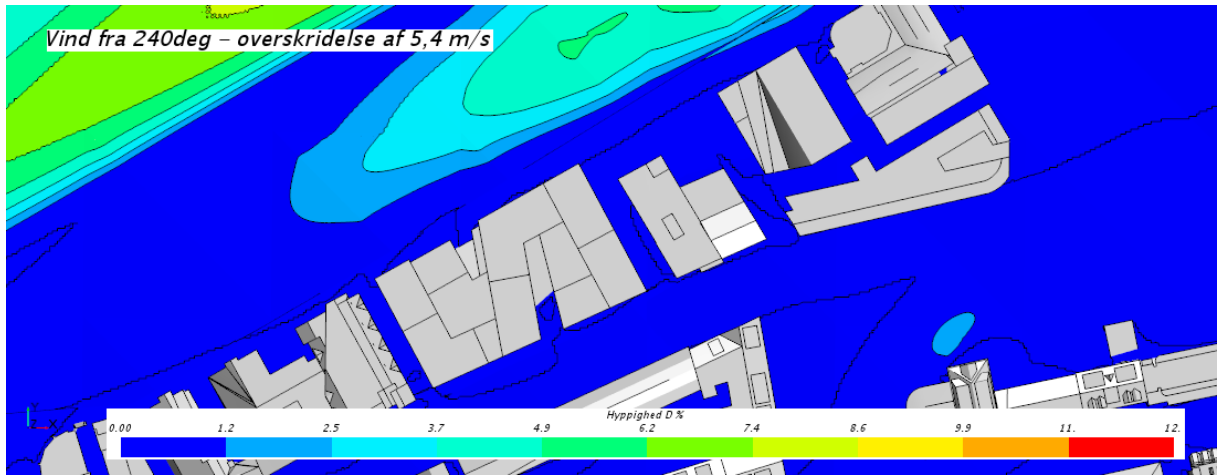


Figur 7.10 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 7,9. Vind fra 90°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.

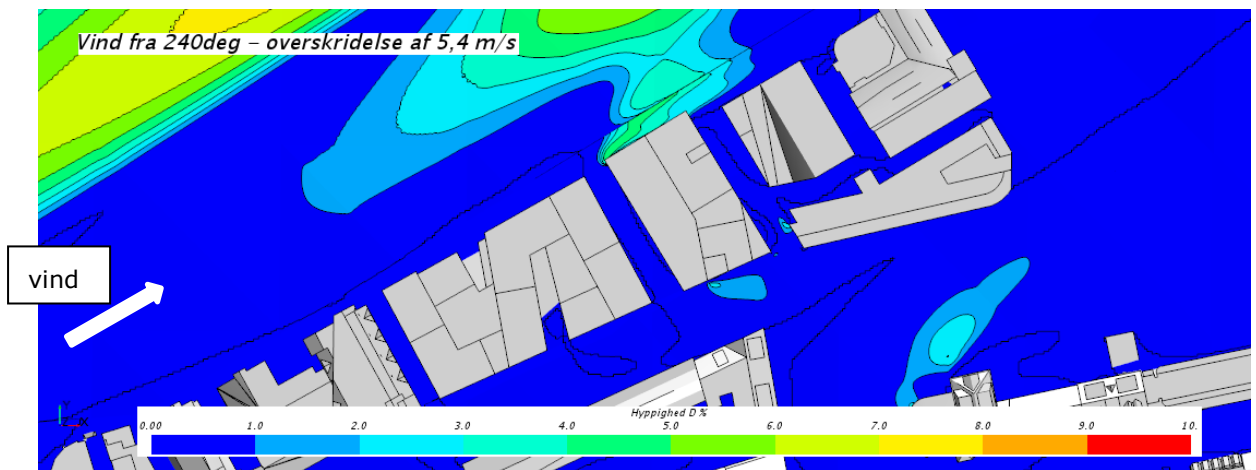
7.2.2 Vindretning 240° (vestsydvest)

Hotellet ses at have moderat effekt på vindkomforten for aktivitet D-F for denne vindretning, se Figur 7.11 og Figur 7.12. Kun det skrappeste krav (siddende aktivitet) overskrides ud til vandet ved nordgavlen.

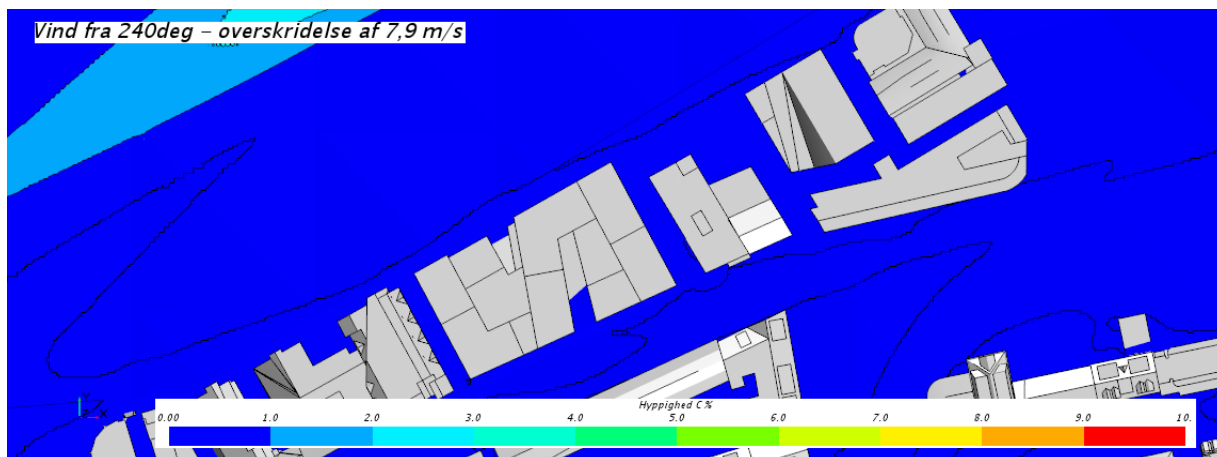
Der ses ingen særlig effekt for aktivitet C, se Figur 7.13 og Figur 7.14.



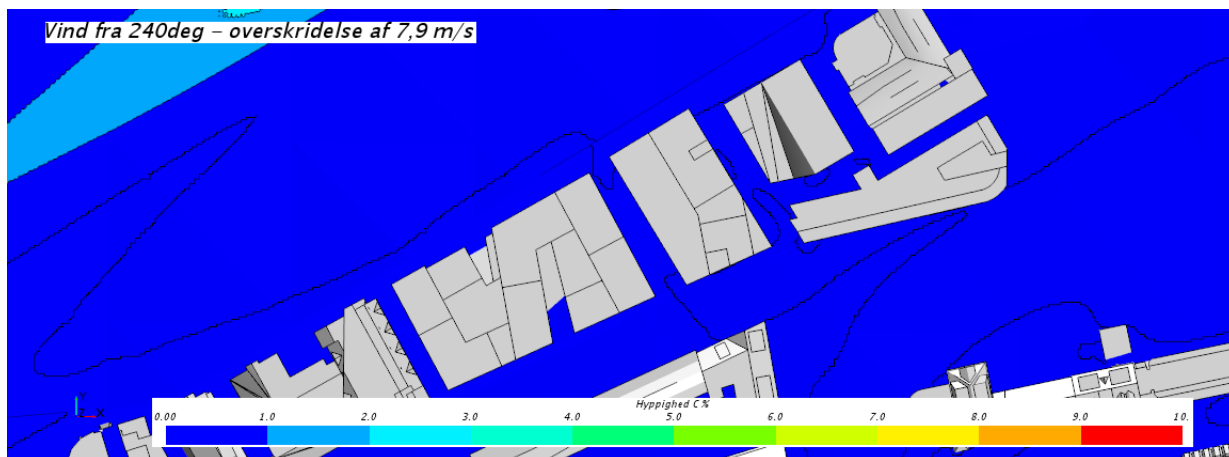
Figur 7.11 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 5,4. Vind fra 240°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.



Figur 7.12 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 5,4. Vind fra 240°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.



Figur 7.13 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 7,9. Vind fra 240°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.

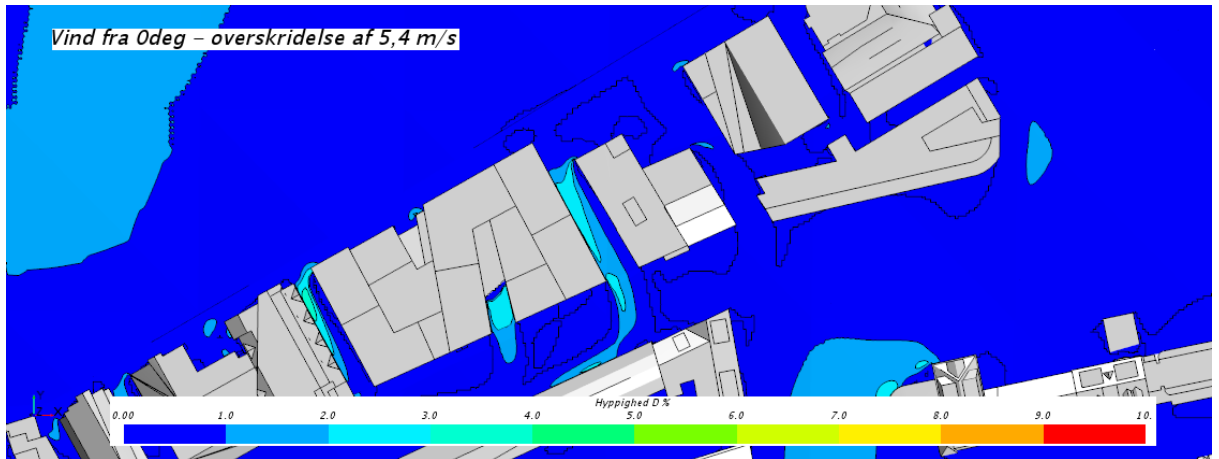


Figur 7.14 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 7,9. Vind fra 240°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.

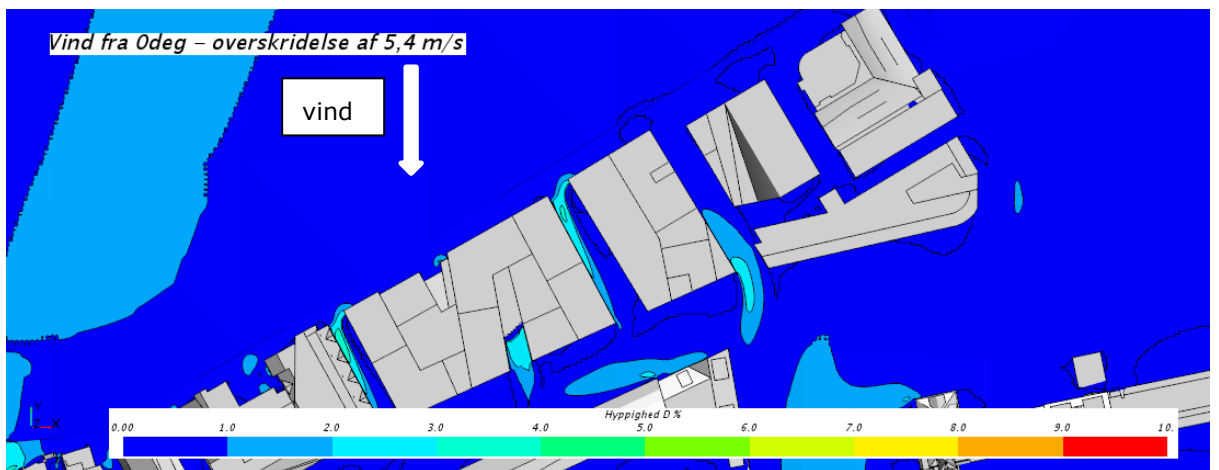
7.2.3 Vindretning 0° (nordenvind)

Hotellet ses at have beskeden effekt på vindkomforten for aktivitet D-F for denne vindretning, se Figur 7.15 og Figur 7.16. Forskellen ses primært ved hotellets sydøstlige hjørne samt i gaden langs vestsiden af hotellet.

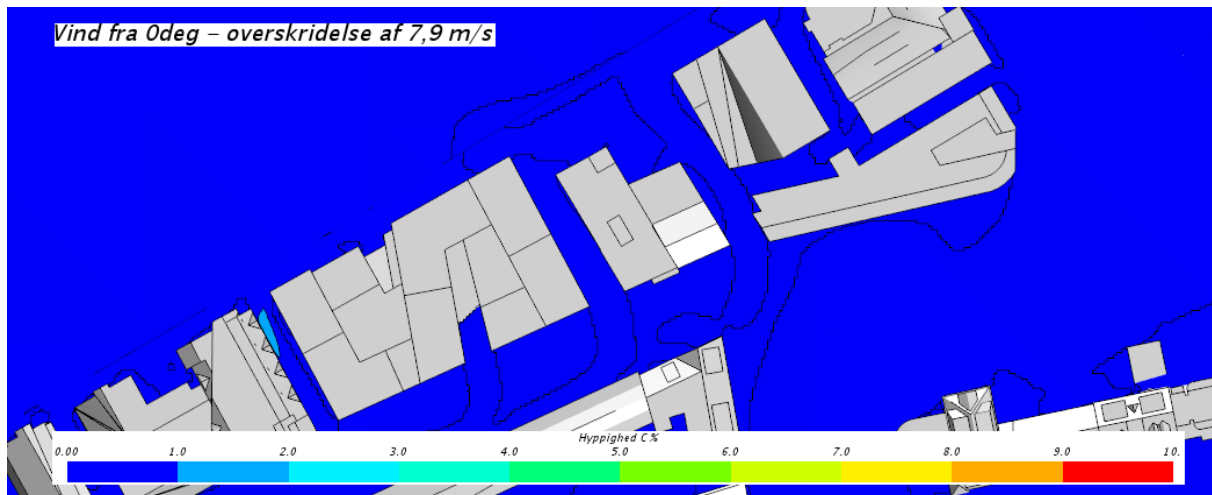
Der ses ingen særlig effekt for aktivitet C, se Figur 7.17 og Figur 7.18.



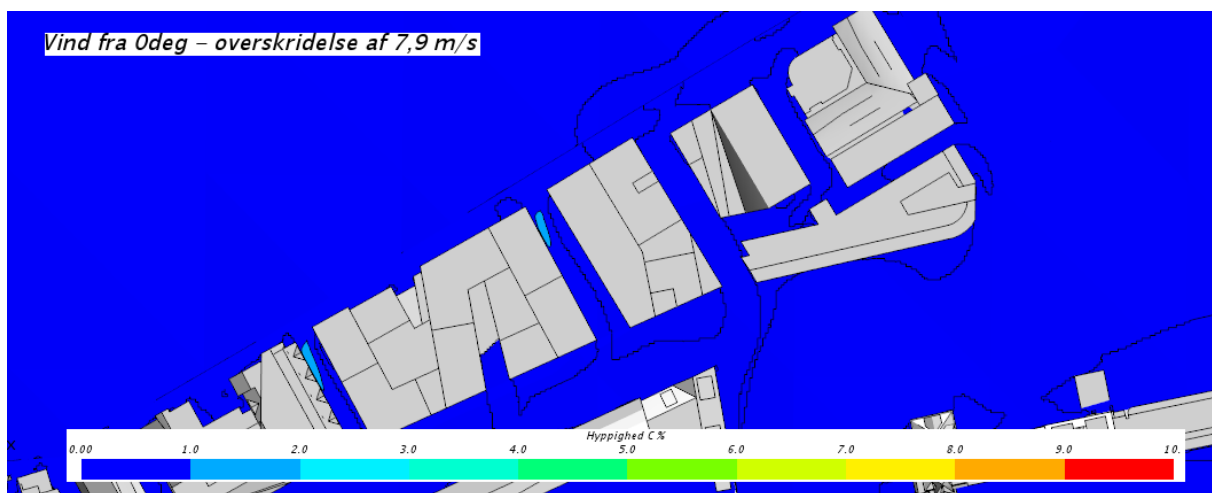
Figur 7.15 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 5,4. Vind fra 0°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.



Figur 7.16 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 5,4. Vind fra 0°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.



Figur 7.17 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 7,9. Vind fra 0°. 1,5 m over terræn. Eksisterende situation.



Figur 7.18 Konturer over hyppighed i % af vindhastigheder over 7,9. Vind fra 0°. 1,5 m over terræn. Med hotellet.

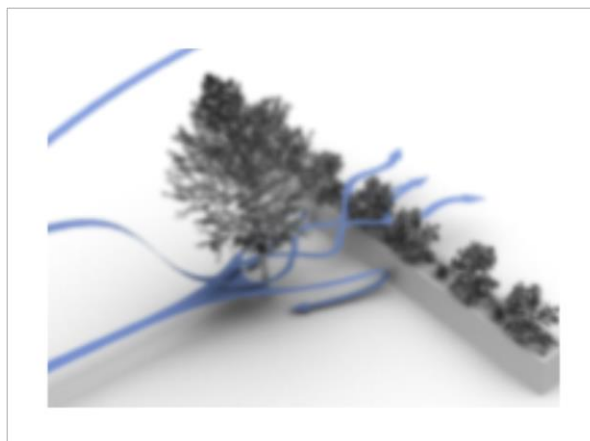
8 Afværgeforanstaltninger

Man kan til en vis grad afværgе eller mildne negative vindforhold, f.eks. ved at:

- > arbejde med geometrien af især høje bygninger (trække højhuse ind på en base, afrunde hjørner, ændre form). Det er opfattelsen at dette ikke vil være den primære mulighed i nærværende projekt.
- > introducere lægivere på særligt udsatte eller følsomme steder, i form af f.eks. beplantning eller skærme. Umiddelbart omkring hotellet vil dette kunne være en god mulighed for at afhjælpe vindgener på specifikke steder, f.eks. ud til vandet. I Sjøgata, som er udsat især for østlige vinde, vil beplantning langs vejen for at skærme fortove være en mulighed, men da vinden primært er i vejens retning er det ikke sikkert at effektivitet vil være stor.

Hvor god læeffekt man kan få ud af beplantning afhænger af typen og størrelsen af planterne. Man får ikke så meget effekt af et spinkelt løvfældende træ om vinteren, da tynde, bare grene ikke giver meget læ, men omvendt er det heller ikke altid en fordel med en meget tæt beplantning, da der så vil være en tendens til dannelse af bagsidehvirvler, som var det et solidt hegn, og lede vinden andre steder hen, hvor den måske heller ikke er ønsket. Ofte er det mest hensigtsmæssige at have en beplantning, der tillader en vist del af vinden at blæse igennem. Hermed bliver vindstrømningen mere diffus, der dannes ikke så stærke bagsidehvirvler og der hives energi ud af vinden til at bevæge blade og grene. Det samme gælder skærme.

Det kan også være en fordel med beplantning af varierende størrelse. Udelukkende at bruge slanke træer med en højtsiddende krone giver ofte ikke meget læ som ønsket i fodgængerniveau, selvom kronen kan give en vis opbremsning af vind og turbulens, der også kan mærkes længere nede.



Figur 8.1 Illustration af vindstrømning omkring/gennem beplantning.

Nærmere tiltag og effekten af disse vil være et emne for detailprojektet.

9 Referencer

- /1/ Lawson, T. (2001). Building Aerodynamics. Imperial College Press.
- /2/ Koss, H. H. (2006). On differences and similarities of applied wind comfort criteria. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 94, pp. 781-797.
- /3/ Simiu & Scanlan. Wind effects on structures, third edition, Wiley-Interscience 1996.