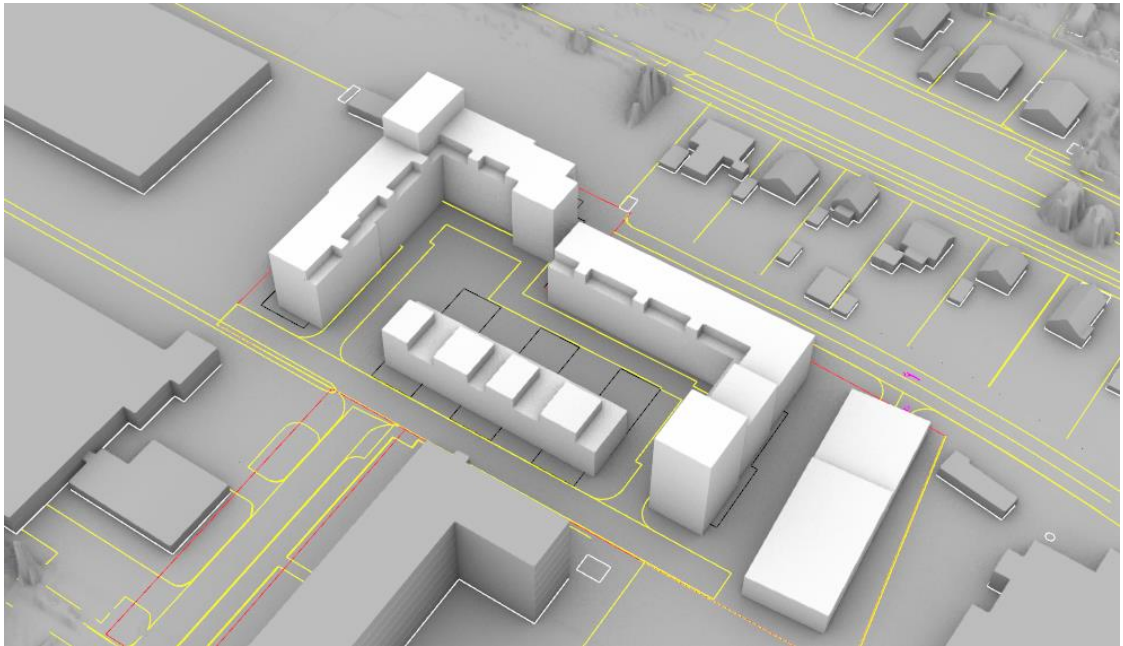


VIND | VIND

VINDNOTAT



Til:
AG Gruppen
Maj 2020
(Juni 2020)
Smedeland, Glostrup

Revision **01 (11.06.2020)**
Dato **06.05.2020**
Udarbejdet af **Vind-vind ApS**

Per Jørgen Jørgensen
Administrerende direktør, cand.scient. (phys.)

Leika Diana Jørgensen
Civilingeniør og HA

Kort om vindanalyser og Vind-Vind

Analysen af vindkomfort er de senere år kommet langt mere i fokus hos kommuner, politikere, arkitekter og bygherrer ved byplanlægning og større byggerier - på samme måde som diagrammer for sollys og skygge længe har været standard.

Årsagerne er, at der bliver bygget mere på vindudsatte områder, fx ved kyster, og at danskere og nordeuropæere opholder sig mere udendørs, fx i byer og boligområder. Desuden er udviklet it-løsninger i form af såkaldte CFD-programmer, som gør det meget lettere at kortlægge vind og opstille forslag til løsninger og forbedringer tidligt i processen med byplanlægning og/eller byggeri.

Vind-vind har siden 2012 gennemført analyser for offentlige myndigheder og andre samarbejdspartnere ved byplanlægning og større byggerier i fx udviklingsområder som Nordhavn i København, Irma-byen, et tidligere industriområde i Rødovre vest for København, Thomas B. Thriges Gade i Odense og Lighthouse i Århus.

Vind-vind er grundlagt af Per Jørgensen - uddannet fysiker med mange års speciale i programmering og computersimuleringer - og Leika Diana Jørgensen, civilingeniør og civiløkonom med erfaring fra større ingeniørkoncerner som Rambøll, Sweco (før Carl Bro/Grontmij), Moe og Abeo.

Læs mere om vindkomfort og om virksomheden på www.vind-vind.dk

INDHOLD

1. Vindkomfort Ved fremtidige forhold	4
Bilag 1 – Vindstatistik	7

1. VINDKOMFORT VED FREMTIDIGE FORHOLD

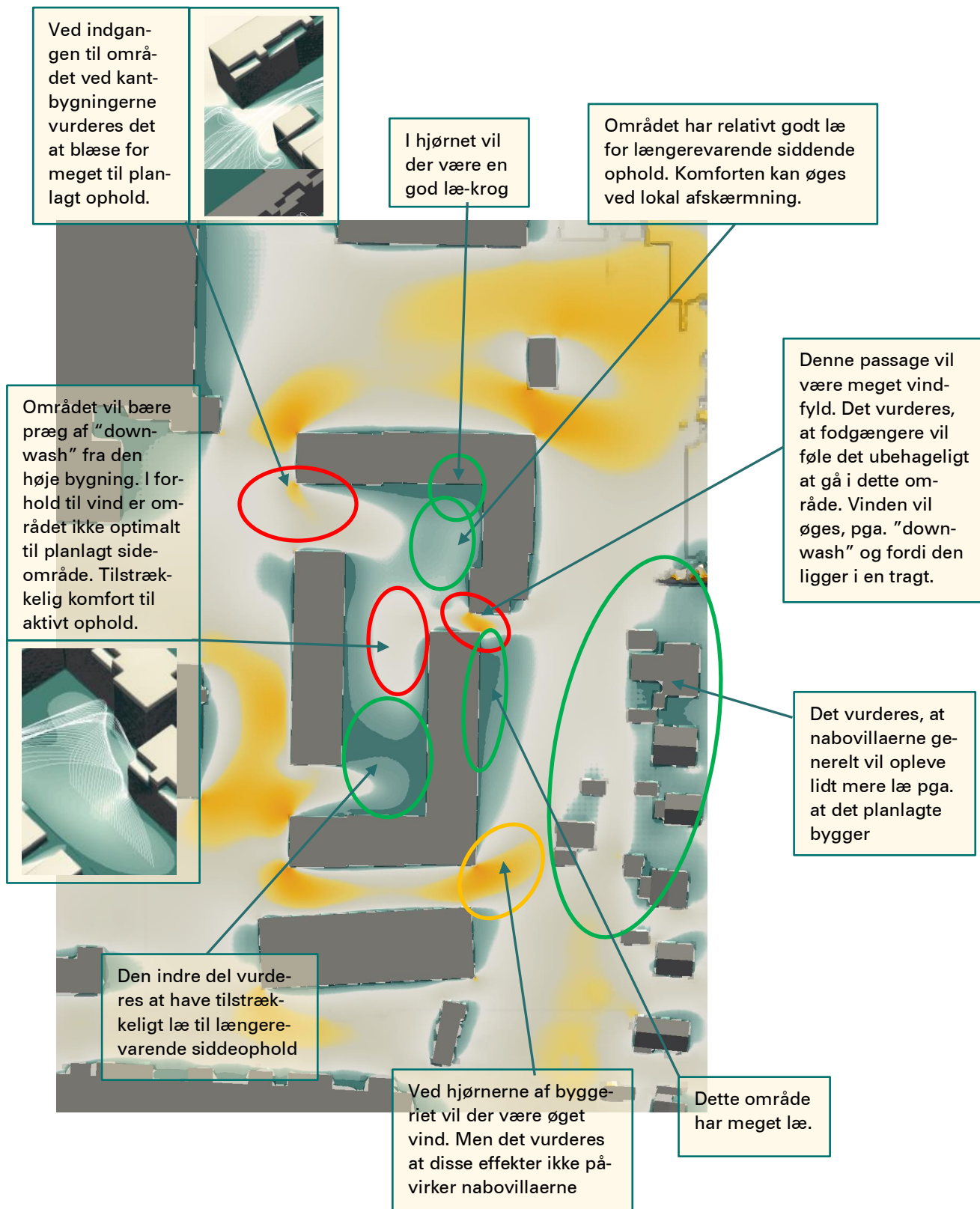
Vindkomforten for de fremtidige forhold for terræn og altaner, ses af Figur 1 og Figur 2.

Det vurderes ikke, at nabovillaerne vil opleve vindgener, på grund af det planlagte byggeri. De vil tværtimod opleve lidt mere læ. De hjørneeffekter, som byggeriet har, vurderes ikke at have en udbredelse, som vil påvirke nabovillaerne.

I området vil der være flere delområder med læ. I den sydlige del vil der ligge en zone med læ. Øst for byggeriet vil der ligeledes være en stor læområde samt i det nordøstlige hjørne. I den nordlige del af området vil der være læ ved facaden. Længere væk fra facaden vil der stadig være relativt god vindkomfort for længerevarende siddende ophold. Man kan med fordel øge komfort med lokal afskærmning.

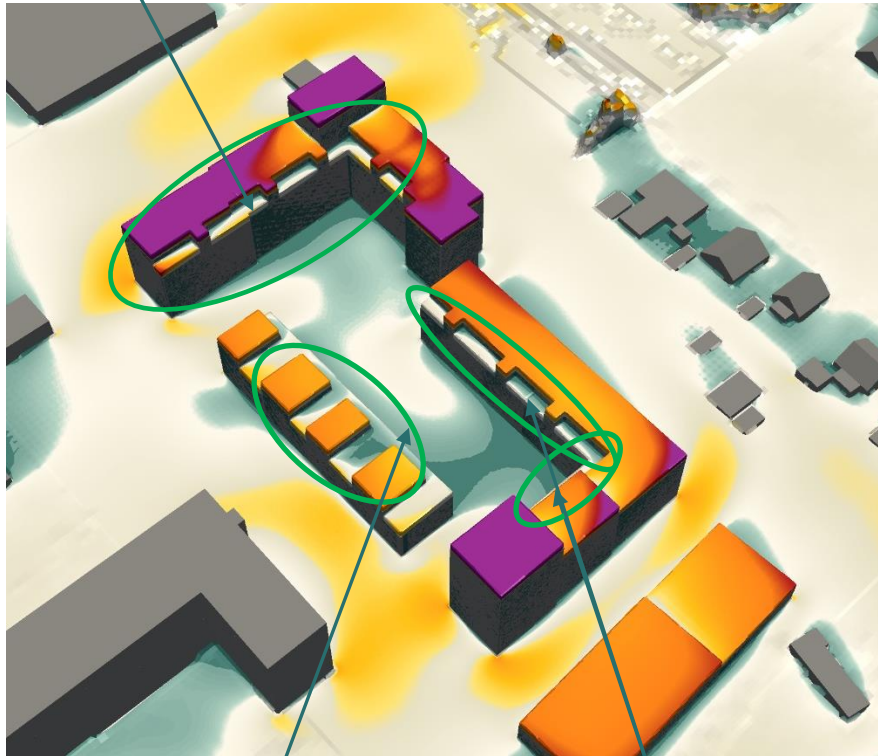
I den midterste del af gårdrummet vil der være vindnedfald fra kantbygningen, "down-wash". I forhold til vind vurderes det ikke være en optimal placering for en terrasse. Området vurderes imidlertid til at have tilstrækkelig vindkomfort til mere aktivt ophold.

Passagen mod øst vil opleve meget vind. Det vurderes, at fodgængere vil føle det ubehageligt at gå i dette område. Vinden vil øges, pga. "down-wash" og fordi den ligger i en tragt.



Figur 1 Beregninger af tilrettede fremtidige forhold på terræn uden beplantning. Total overskridelse af komfortkriterium. Procentvis periode, hvor komfortkrav på 6 m/s er overskredet i et punkt

Tagterrasserne vurderes, med undtagelse af den vestligste at have godt læ. Specielt, hvis værnene også skærmer



De lave tagflader vurderes de to midterste at være gode til ophold. Specielt, hvis der er skærmende værn. Folker intuitivt mere tolerante for vind, når de er på en tagterrasse. De yderste bør skærmes yderligere.

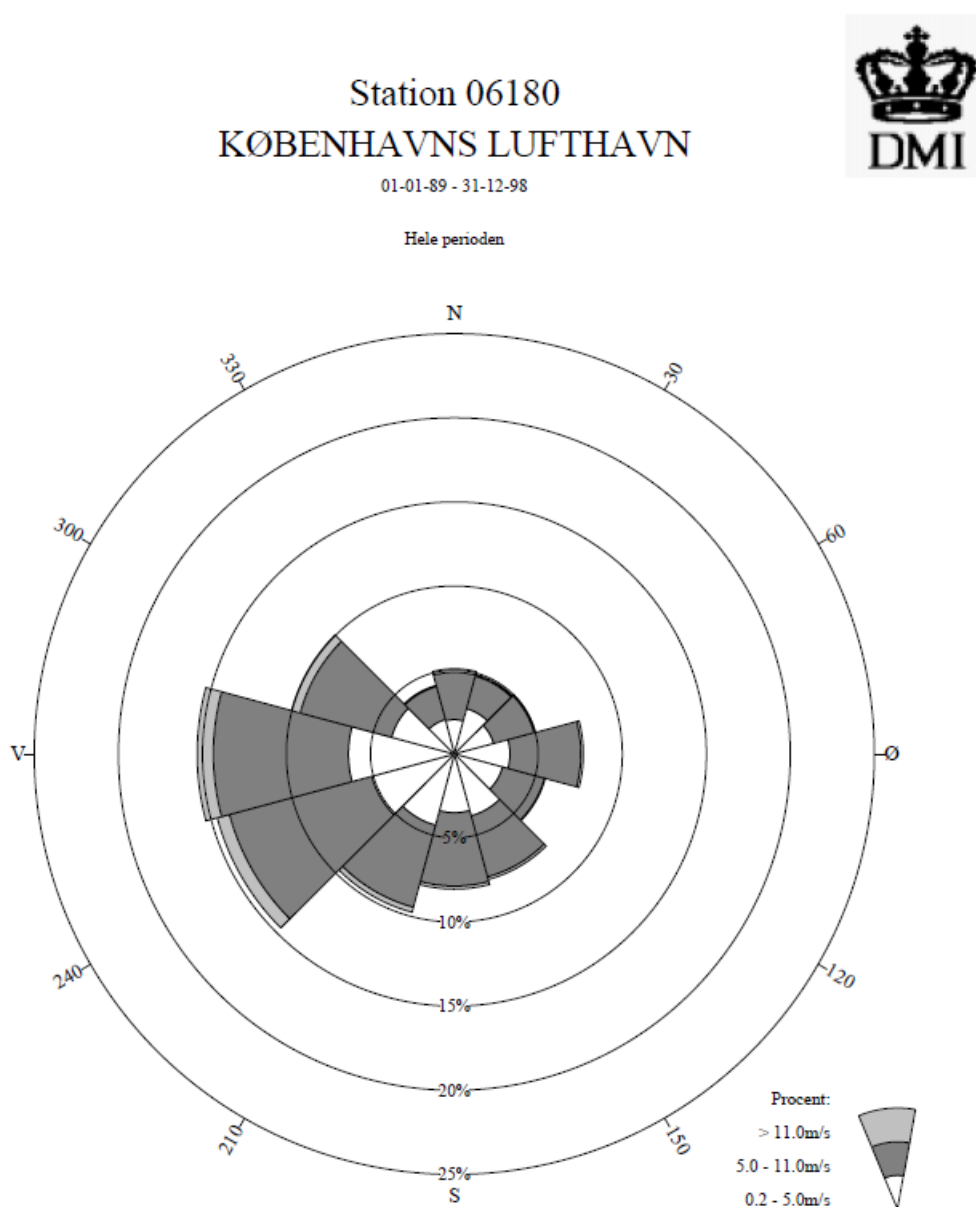
Tagterrasserne vurderes at have godt læ. Specielt, hvis værnene også skærmer

Figur 2 Beregninger af tilrettede fremtidige forhold på altaner uden beplantning. Total overskridelse af komfortkriterium. Procentvis periode, hvor komfortkrav på 6 m/s er overskredet i et punkt

BILAG 1 – VINDSTATISTIK

En af de nærmeste meteorologiske stationer er Københavns Lufthavn. Vindhastigheder og vindretninger er taget fra DMI's tekniske rapport "Observerede vindhastigheder og -retninger i Danmark – med klimanormaler 1961-90", Cappelen, J. og Jørgensen, B., Technical Report 99-13, Danish Meteorological Institute, 1999. Resultaterne af observationerne kan ses af Tabel 1.

Tabel 1 Vindhastigheder og vindretninger for Tirstrup lufthavn.



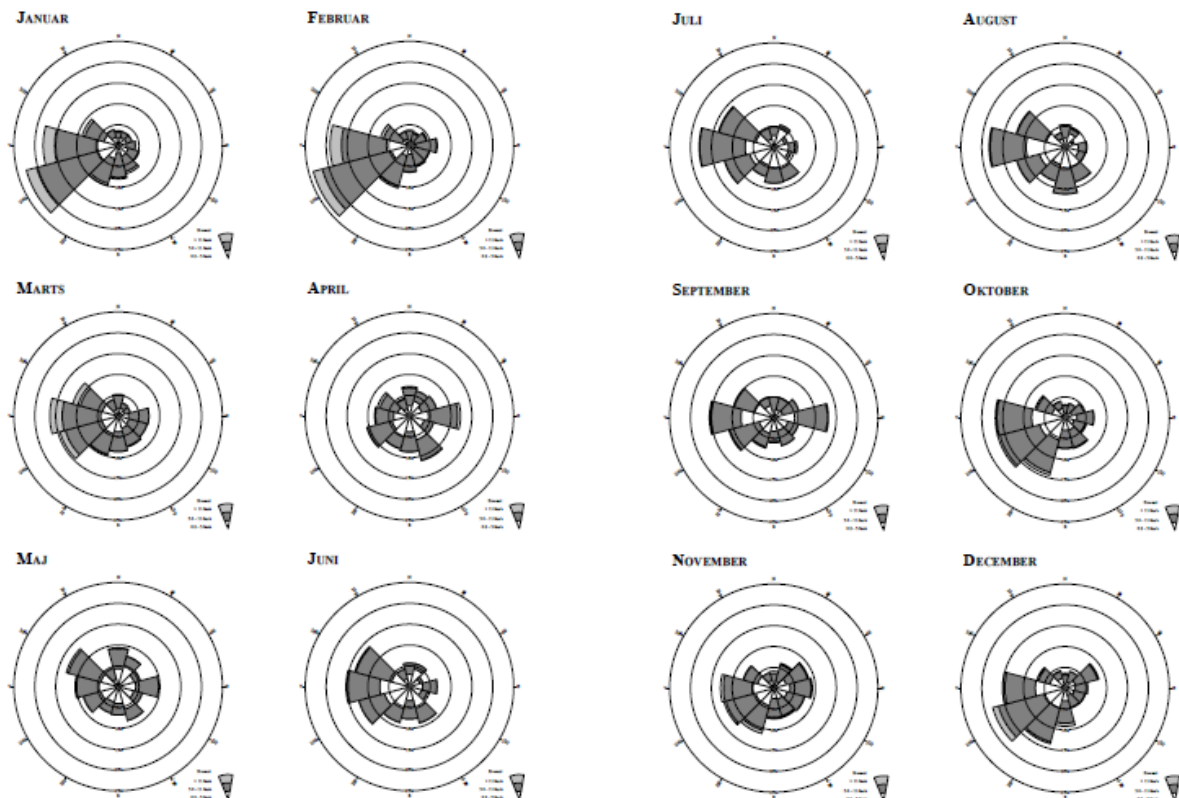
	N	30	60	Ø	120	150	S	210	240	V	300	330	Ialt
%	5.1	4.9	5.0	7.7	5.6	7.7	8.0	9.7	14.6	15.3	10.0	4.2	98.0
% 0.2-5.0m/s	2.1	2.8	2.4	3.3	3.0	3.8	3.5	4.4	5.1	6.3	3.9	2.1	42.7
% 5.0-11.0m/s	2.8	2.0	2.5	4.2	2.6	3.8	4.4	5.1	8.8	8.0	5.6	2.0	51.7
% > 11.0m/s	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.8	1.0	0.5	0.1	3.6
Middel hastighed	5.9	5.0	5.2	5.5	5.0	5.2	5.5	5.6	6.3	6.0	6.1	5.3	5.7
Største hastighed	18.0	16.5	13.9	17.0	12.9	15.0	16.5	14.9	21.6	19.6	18.0	14.4	21.6

Totalt antal observationer = 29189

Vindstille defineret som hastighed ≤ 0.2 m/s

Antal observationer med vindstille/varierende vind: 580 = 2.0%

Kilde: DMI



Vindhastigheder og frekvenser er baseret på observationer i perioden 1989-1998. De angivne vindhastigheder er "10 minutters middelvindhastigheden" observeret i 10 meters højde. Vindhastigheder og vindretninger varierer over året. I rapporten er årsgennemsnittet benyttet.

Input-data

Randbetingelserne for den numeriske beregning er den uforstyrrede strømning. Strømningsprofilen er givet ved:

$$U = \frac{U_*}{\kappa} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

Hvor U_* [m/s] er friktionshastigheden, κ [-] er von Karmans tal, z [m] er højden, og z_0 [m] er ruhedslængden. z_0 er sat til 0,5 m, svarende til bymiljø, hvilket i denne sammenhæng giver en konservativ beregning.

Ruhedslængder på overflader er undersøgt for 0,2 m og 0,02 m. Overfladernes ruhedslængde har ikke stor betydning for beregningerne.

Kriterier for komfort og sikkerhed

Komfort og sikkerhed er meget subjektive følelser, derfor vil ethvert forsøg på at opsætte kriterier være forbundet med en vis usikkerhed. Som udgangspunkt vil resultaterne blive vurderet i forhold til et komfortkriterium, som er blevet opsat af Bottema, A., "Method for optimisation of wind discomfort criteria", Building and Environment, 35, 2000.

Komfort: $U + \sigma_u > 6 \text{ m/s}$

Hvor σ_u er spredningen på hastigheden (turbulens). Til at bestemme turbulens benyttes turbulent kinetisk energi, k . Den anvendte turbulens er den lokale turbulens. Den globale turbulens er indarbejdet i det indkomne vindprofil.

Turbulens: $k = \frac{1}{2} \overline{u_i' u_i'} \rightarrow \sigma_u = 2\sqrt{k}$

Hvor u_i' er den fluktuerende del af strømningshastigheden.

Komfortkriteriet forholder sig til stillesiddende aktiviteter. I anden litteratur, fx Wellington City District Plan, vurderes det, at personer kan acceptere op til 10 m/s, hvis de skal stå i længere tid, og 15 m/s, når de går. At komfortkriterierne er overholdt, er ikke det samme som, at der er vindstille.

Overskridelsesfrekvensen vurderes i anvisninger i SBI 128, oprindeligt udarbejdet af A. Davenport, se **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** SBI 128/Davenport benytter et kriterium på 5 m/s. Denne vindhastighed er en faktisk vindhastighed. Bottemas har derimod indarbejdet turbulensen samt øget komfortkriteriet til 6 m/s. Variationer i vind (turbulens) giver dårligere komfort end jævn vind. De to kriterier er sammenlignelige.

Et område kan godt overordnet være komfortabelt, selv om komfortkriteriet er overskredet i perioder, fx hvis det ligger ud til vand, hvor man forventer, at det blæser. Det skal vurderes for de enkelte områder, hvor længe komfort- og sikkerhedskriterierne kan overskrides, hvor det stadig kan være acceptabelt.