



## **Windklimaatonderzoek realisatie hoogbouw te Utrecht**

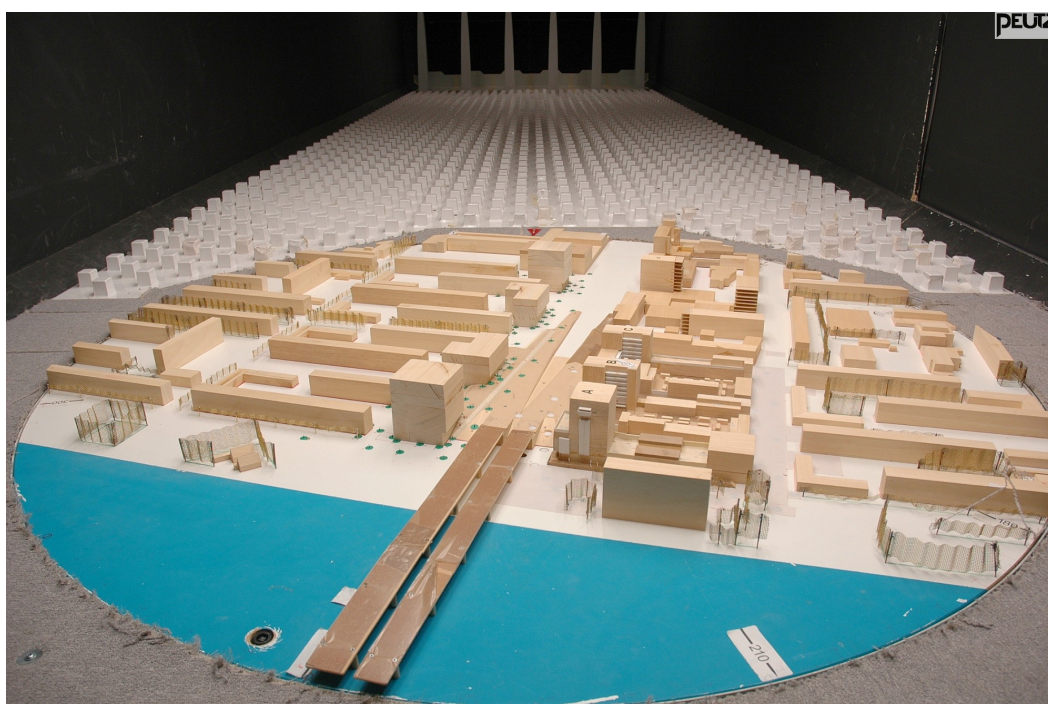
*Onderdeel van het bestemmingsplan voor deelgebied 4 en 5 van Kanaleneiland Centrum*

*Concept*

## Windklimaatonderzoek realisatie hoogbouw te Utrecht

*Onderdeel van het bestemmingsplan voor deelgebied 4 en 5 van Kanaleneiland Centrum*

*Concept*



opdrachtgever      GEM Kanaleneiland  
rapportnummer      HA 2963-22-RA  
datum                30 juli 2015  
referentie            KvdN/OO/JvL/HA 2963-22-RA  
verantwoordelijke   ir. K.V. van der Nat  
opsteller              O.E. Otten  
                             +31 24 3570767  
                             o.otten@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 24 357 07 07, info@peutz.nl, www.peutz.nl  
opdrachten volgens 'De nieuwe regeling 2011' (DNR 2011) ingeschreven kvk onder nummer 12028033  
lid NL-ingenieurs, iso-9001:2008 gecertificeerd

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon – sevilla

## Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2 Normstelling en opzet van het onderzoek</b>	<b>5</b>
2.1 Beslismodel NEN 8100	5
2.2 Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100	5
2.2.1 Windhinder	5
2.2.2 Windgevaar	6
2.3 Windklimaat op de locatie	7
2.4 Simulatie windsnelheden in de windtunnel	9
2.5 Schaalmodel	10
2.6 Onderzoek in de windtunnel	11
<b>3 Resultaten van het onderzoek</b>	<b>12</b>
3.1 Bestaande bebouwingssituatie	13
3.2 Minimale bouwhoogte	14
3.3 Maximale bouwhoogte	15
3.4 Voorkeurshoogte	16
<b>4 Samenvatting en conclusies</b>	<b>18</b>

## 1 Inleiding

In opdracht van GEM Kanaleneiland is in het kader van het op te stellen bestemmingsplan voor deelgebieden 4 en 5 van het gebied Kanaleneiland Centrum te Utrecht een windklimaatonderzoek op basis van windtunnelmetingen uitgevoerd.

Doel van het onderzoek was het geven van een eerste beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de vier hoogbouwdelen.

Voor de opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de Nederlandse norm NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het windtunnelonderzoek waarbij de volgende indeling is gehanteerd:

- hoofdstuk 2: beschrijving van de normstelling en de opzet van het onderzoek;
- hoofdstuk 3: weergave van de resultaten van het onderzoek;
- hoofdstuk 4: samenvatting van het onderzoek opgenomen en de conclusies.

## 2 Normstelling en opzet van het onderzoek

### 2.1 Beslismodel NEN 8100

De beoordeling van het windklimaat met betrekking tot windhinder en windgevaar, is in Nederland vastgelegd in de norm NEN 8100. Om te bepalen of windhinder en/of windgevaar te verwachten is kan in eerste instantie gebruik worden gemaakt van het beslismodel in de NEN 8100. Hierin wordt onder meer beschreven in welke situaties een windklimaatonderzoek nodig is. Voor gebouwen met een hoogte vanaf 30 meter wordt nader onderzoek met CFD- of windtunnelsimulatie als noodzakelijk gezien. Deze grens sluit aan bij de hoogbouwvisie van de gemeente Utrecht (zie paragraaf @@). Aangezien het bestemmingsplan nieuwbouw mogelijk maakt met een maximale bouwhoogte van 39 meter is een windklimaatonderzoek uitgevoerd.

### 2.2 Hoogbouwvisie gemeente Utrecht

De doelstelling van de Hoogbouwvisie (2005) is het leveren van een toetsingskader voor hoogbouwplannen, door ten eerste na te gaan wat de mogelijke bijdrage is die hoogbouw kan leveren aan de ontwikkeling van Utrecht, en ten tweede door het geven van een visie op de meest (on)wenselijke locaties voor hoogbouw. Voor de hoogbouwvisie is gewerkt met de volgende vaststaande uitgangspunten:

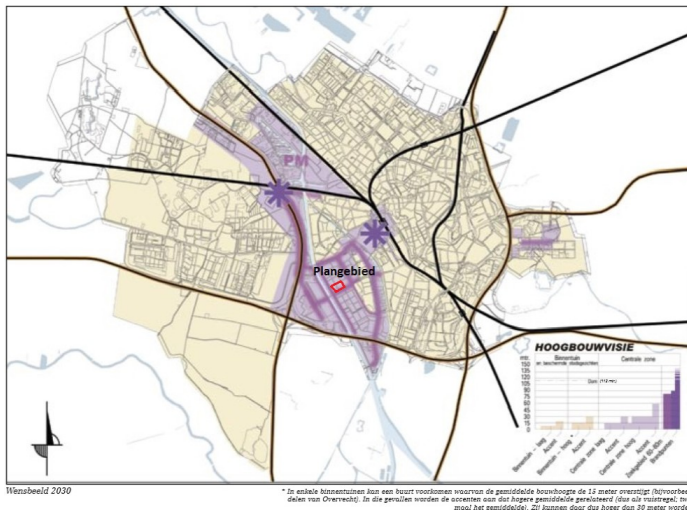
- hoogbouw wordt altijd in relatie tot de omgeving beoordeeld;
- behoud van het kleinschalige karakter van stadswijken;
- vanuit de stad dienen de zichtlijnen op de Dom behouden te blijven;
- hoogbouw als middel om de stad beter zichtbaar en herkenbaar te maken.

Utrecht wordt één stad met twee centra: het huidige centrum met stationsgebied en het toekomstige Centrum Leidsche Rijn. De kloof tussen de twee stadsdelen wordt in de toekomst gedicht door de zogeheten Centrale Zone, die ruwweg parallel loopt aan de A2 en het Amsterdam-Rijnkanaal.

In het Wensbeeld 2030 is de stad opgedeeld in een drietal categorieën:

- a. De Binnentuinen: deze categorie bevat een subcategorie "laag" met een basis van 9 meter en een subcategorie "hoog" met een basis van 15 meter, beiden met de mogelijkheid tot incidentele accenten tot (in principe) het dubbele van de omliggende bebouwingshoogte;
- b. De Centrale Zone: de basismaat bedraagt in dit gebied 15 of 30 meter. Er zijn accenten tot in het dubbele van de omliggende bebouwingshoogte mogelijk. In een beperkt zoekgebied, kunnen incidentele accenten van 60 tot 80 meter worden geplaatst;
- c. De Brandpunten: de maximale bebouwingshoogte bedraagt 90 meter, respectievelijk een niet gemaximaliseerde hoogte (Stationsgebied respectievelijk centrum Leidsche Rijn).

## f2.1 Uitsnede Utrecht hoogbouwvisie wensbeeld 2030, met daarin het plangebied gelegen



In de Hoogbouwvisie is opgenomen dat hoge bouwwerken, dat wil zeggen boven de 30 meter of minder dan 30 meter maar wel hoger dan 1,5 maal de gemiddelde omliggende bebouwing, niet mogen leiden tot nadelige zon/schaduw- en windklimaat-effecten. In het geval van bebouwing hoger dan 30 meter dient hier onderzoek naar gedaan te worden.

## 2.3 Windhinder en windgevaar volgens NEN 8100

De gevoeligheid van de mens voor wind is sterk afhankelijk van de activiteit waarmee men bezig is. Bij een laag activiteitsniveau (bijvoorbeeld wachten bij een bushalte, op een terrasje zitten) zullen lagere windsnelheden als hinderlijk ervaren kunnen worden dan bij een hoger activiteitsniveau. In de NEN 8100 wordt voor de beoordeling van het windklimaat derhalve onderscheid gemaakt tussen verschillende activiteitenklassen. Bij hogere windsnelheden kan tevens sprake zijn van gevaarlijke situaties zoals evenwichtsverlies bij het passeren van gebouwhoeken en dergelijke. Hiervoor wordt getoetst aan het specifieke gevaarcriterium.

### 2.3.1 Windhinder

Windhinder is iets wat in geen geval geheel te voorkomen is: als het stormt is de wind hinderlijk, wat voor maatregelen er ook getroffen worden. Het is daarom ook de kans op windhinder, die maatgevend gehouden wordt voor de beoordeling van het windklimaat. Voor windhinder wordt een drempelwaarde  $v_{DR,H}$  aangehouden van 5 m/s uurgemiddelde windsnelheid op loop- of verblijfsniveau. Bij deze windsnelheid gaan mechanische effecten bij de ervaring van het windklimaat een rol spelen zoals bijvoorbeeld het omslaan van paraplu's, in de ogen waaien van stof en in meer extreme vorm het dichtwaaien van een autoportier e.d.

Aan de hand van onderstaande tabel 2.1, afkomstig uit de NEN 8100, wordt een beoordeling gegeven van de te verwachten mate van windhinder.

## t2.1 Criteria windhinder volgens NEN 8100.

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,H}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwaliteitsklasse	Activiteit		
		I. Doorlopen	II. Slenteren	III. Langdurig zitten
< 2,5	A	Goed	Goed	Goed
2,5 – 5	B	Goed	Goed	Matig
5 – 10	C	Goed	Matig	Slecht
10 – 20	D	Matig	Slecht	Slecht
$\geq 20$	E	Slecht	Slecht	Slecht

Afhankelijk van de activiteitenklasse wordt de waardering van het lokale windklimaat gekwalificeerd met 'goed', 'matig' of 'slecht' (zie tabel 2.1). Bij een goed windklimaat ondervindt men geen overmatige windhinder. In een situatie zonder overmatige windhinder heeft het merendeel van het publiek onder normale omstandigheden geen last van windhinder. Bij een matig windklimaat ervaart men af en toe overmatige windhinder. In een slecht windklimaat ervaart men regelmatig overmatige windhinder. In een dergelijke situatie heeft het merendeel van het publiek last van windhinder.

Er wordt naar gestreefd, om binnen de verschillende activiteitenklassen, een goed, eventueel nog matig windklimaat te realiseren.

Activiteitenklasse 'langdurig zitten' is dusdanig kritisch dat deze met terughoudendheid wordt toegepast.

## 2.3.2 Windgevaar

Voor windgevaar wordt 15 m/s uurgemiddelde windsnelheid als drempelwaarde  $v_{\text{DR,G}}$  gehanteerd.

Op basis van tabel 2.2, afkomstig uit de NEN 8100, wordt bepaald of sprake is van windgevaar.

## t2.2 Criteria windgevaar volgens NEN 8100.

Overschrijdingskans $p(v_{\text{LOK}} > v_{\text{DR,G}})$ in procenten van het aantal uren per jaar	Kwalificatie
$0,05 < p < 0,30$	Beperkt risico
$p \geq 0,30$	Gevaarlijk

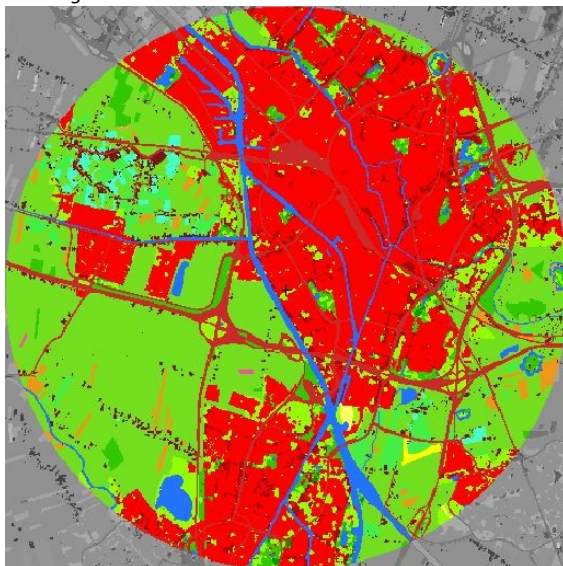
De norm stelt: "Situaties waarvoor een overschrijdingskans geldt van  $0,05 < p < 0,30$  mogen alleen worden geaccepteerd als deze vallen binnen activiteiten klasse I (doorlopen). Voor activiteiten klasse II en III geldt de eis  $p \leq 0,05$ .

Situaties met een overschrijdingskans van  $p \geq 0,30$  zijn evident gevaarlijk en behoren te allen tijde te worden vermeden; het publiek mag hier niet aan worden blootgesteld."

## 2.4 Windklimaat op de locatie

Voor de vertaling van de resultaten van de metingen aan een schaalmodel in de windtunnel naar de werkelijke situatie wordt gebruik gemaakt van een windstatistiek. De NEN 8100 verwijst voor de benodigde meteogegevens naar de NPR 6097:2006 *Toepassing van de statistiek van de uurgemiddelde windsnelheden voor Nederland*. Met behulp van de bijbehorende software wordt voor de specifieke locatie een windstatistiek berekend op basis van meteogegevens van een groot aantal meteostations en gegevens omtrent terreinruwheden tot 6 km afstand van het project. De terreinruwheden van het omliggend gebied worden per categorie weergegeven in figuur 2.2. De kleur geeft de terreinruwheid aan, rood staat bijvoorbeeld voor stedelijk bebouwd gebied.

f2.2 Terreinruwheid tot 6 km afstand volgens NPR 6097.

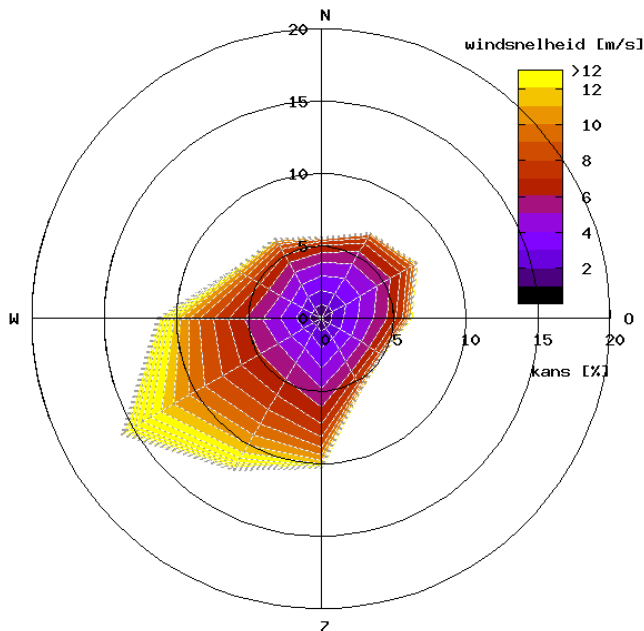


In figuur 2.3 is de op basis van de NPR 6097 berekende windroos op 60 meter hoogte boven de betreffende locatie weergegeven. In de windroos wordt de kans op het voorkomen van wind uit een bepaalde richting weergegeven alsmede de verdeling van windsnelheden binnen de betreffende richtingen. Uit de windroos en onderstaande windstatistiek (tabel 2.3) blijkt dat op de bouwlocatie met name bij wind uit het zuiden tot noordwesten de hoogste windsnelheden optreden en dat de wind relatief vaak uit het zuidwesten (210° en 240°) komt. De zuidwesten wind is hiermee bepalend voor het windklimaat op de bouwlocatie.



f2.3 Windroos betreffende locatie volgens NPR 6097.

Windroos voor locatie X134715 Y453866.



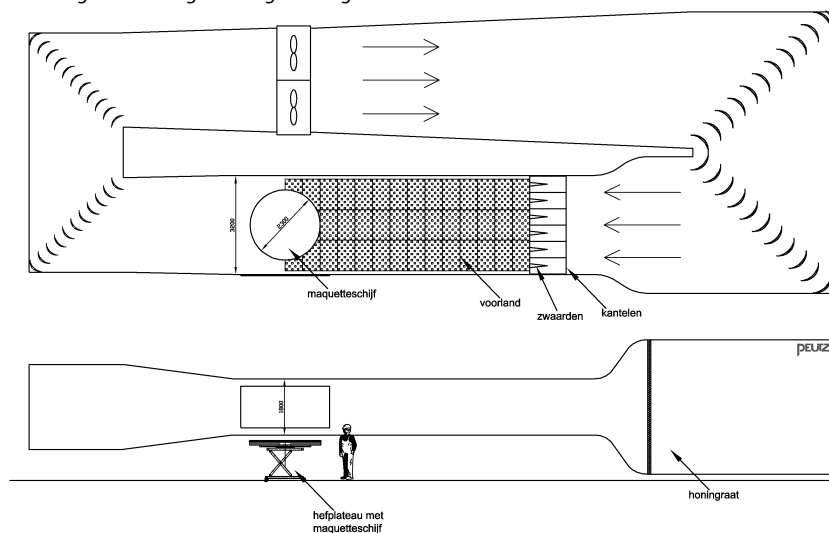
t2.3 Windstatistiek van de betreffende locatie volgens NPR 6097.

Distributief overzicht windsnelheden 60 meter op basis van NPR 6097 in uren per jaar												totaal aantal uren: 8786.0		
Positie X134715 Y453866 Jaar 1963-2002												gemiddelde windsnelheid (m/s): 6.0		
wind snelheid	30°	60°	Oost 90°	120°	150°	Zuid 180°	210°	240°	West 270°	300°	330°	Noord 360°		
0.0 - 0.9	19.8	19.3	17.2	15.5	14.8	17.8	10.1	11.3	16.8	14.4	17.5	19.0		
1.0 - 1.9	66.6	64.1	49.6	46.7	47.6	62.8	39.7	42.0	56.2	47.2	57.8	64.3		
2.0 - 2.9	87.7	87.3	73.6	70.9	73.3	99.2	66.1	64.9	77.8	65.9	78.0	86.3		
3.0 - 3.9	109.4	102.9	87.6	77.2	81.0	117.7	86.7	84.8	97.3	75.9	83.9	90.4		
4.0 - 4.9	97.4	117.5	92.0	71.6	81.8	122.2	104.3	100.3	103.3	78.9	81.6	79.9		
5.0 - 5.9	85.1	94.9	77.9	55.3	67.7	116.4	113.0	124.4	110.6	76.5	72.2	63.1		
6.0 - 6.9	60.1	66.3	54.4	42.3	45.1	99.6	109.6	131.9	99.7	62.6	52.3	42.8		
7.0 - 7.9	35.4	49.4	40.3	27.5	32.7	79.4	106.1	129.1	92.7	54.9	41.8	24.0		
8.0 - 8.9	21.1	34.2	24.7	14.6	22.6	64.0	94.8	122.4	81.1	41.8	28.0	12.9		
9.0 - 9.9	11.6	18.4	13.8	5.9	13.6	47.0	83.8	114.9	67.1	30.2	20.4	6.0		
10.0 - 10.9	4.8	12.0	7.8	2.3	7.8	31.0	66.2	102.7	51.2	22.6	12.2	2.8		
11.0 - 11.9	2.2	6.3	4.3	0.9	3.5	21.6	55.0	91.6	37.6	14.1	6.4	1.8		
12.0 - 12.9	1.0	1.5	1.4	0.3	1.8	12.1	38.5	72.5	29.8	9.0	3.3	0.8		
13.0 - 13.9	0.1	0.4	0.8	0.2	0.6	7.4	29.8	56.0	22.4	6.1	2.1	0.1		
14.0 - 14.9	0.0	0.2	0.3	0.0	0.3	3.6	21.0	47.1	15.9	2.5	1.3	0.0		
15.0 - 15.9	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	1.9	13.3	34.9	12.3	1.3	0.4	0.0		
16.0 - 16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	8.6	24.0	7.5	1.1	0.3	0.0		
17.0 - 17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	5.4	15.9	5.1	0.5	0.2	0.0		
18.0 - 18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.0	12.0	2.9	0.2	0.0	0.0		
19.0 - 19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	6.4	2.1	0.2	0.0	0.0		
20.0 - 20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	4.4	0.8	0.2	0.0	0.0		
21.0 - 21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.5	1.0	0.1	0.0	0.0		
22.0 - 22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0		
23.0 - 23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	0.2	0.1	0.0	0.0		
24.0 - 24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0		
25.0 - 25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0		
26.0 - 26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0		
27.0 - 27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0		
28.0 - 28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0		
29.0 - 29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0		
30.0 - 30.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0		
31.0 - 31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
32.0 - 32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
33.0 - 33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
34.0 - 34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
35.0 - 35.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
36.0 - 36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
37.0 - 37.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
38.0 - 38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
39.0 - 39.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
aantal uren	602.3	674.8	545.8	431.2	494.4	905.4	1058.9	1400.7	992.3	606.3	559.7	494.2		
gemiddelde snelheid	4.4	4.8	4.7	4.3	4.7	5.7	7.4	8.5	6.9	5.7	4.9	4.1		

## 2.5 Simulatie windsnelheden in de windtunnel

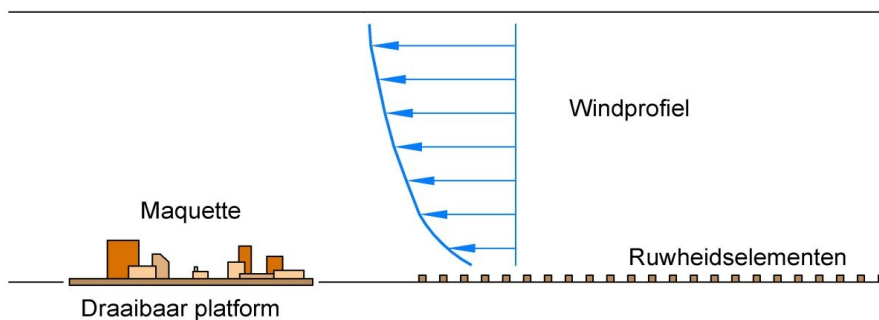
Voor het uitvoeren van windtunnelonderzoek beschikt Peutz over een eigen windtunnel. Dit betreft een gesloten grenslaagtunnel, speciaal ontworpen voor het simuleren van een atmosferische grenslaag. In figuur 2.4 is een schematische weergave van de windtunnel opgenomen.

f2.4 Schematische weergave van de gesloten grenslaagtunnel.



In de windtunnel wordt de grenslaagstroming die in de praktijk (bij neutrale stabiliteit t.a.v. het temperatuurprofiel) aanwezig is, op schaal opgewekt, zodat aan de rand van het schaalmodel het juiste windprofiel (afhankelijk van de terreinruwheid) wordt gesimuleerd. Verfijning van de lokale windsituatie vindt plaats door het mee modelleren van de direct omliggende bebouwing. Zie figuur 2.5.

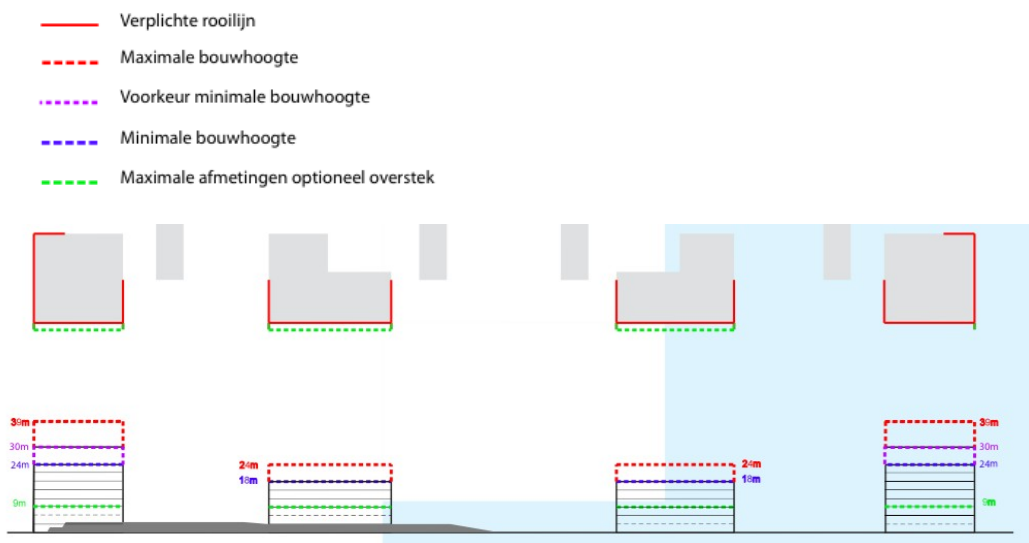
f2.5 Opwekken windprofiel in de windtunnel.



## 2.6 Schaalmodel

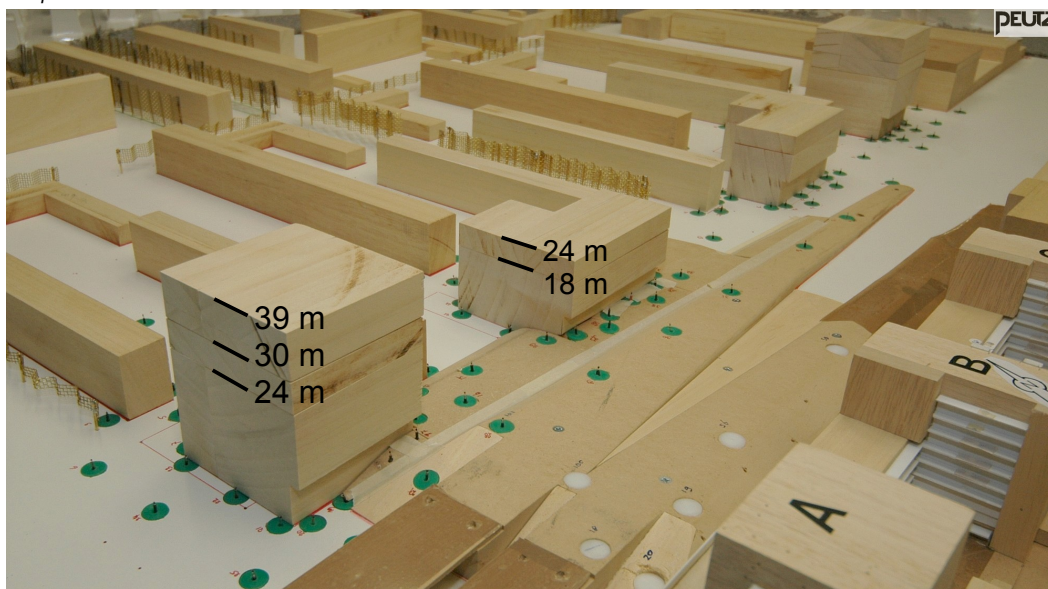
Ten behoeve van het windtunnelonderzoek is een 1:300 schaalmodel vervaardigd conform de uitgangspunten van het Stedenbouwkundig Programma van Eisen Kanaleiland Centrum. Conform de verbeelding in figuur 2.6 zijn drie varianten gemodelleerd, met de minimale, de voorkeurs- en de maximale bouwhoogte.

f2.6 Minimale, voorkeurs- en maximale bouwhoogte conform SPVE.



De bouwdelen zijn gepositioneerd op de bij Peutz aanwezige omgevingsmaquette. In totaal is een cirkelvormig gebied gemodelleerd met een straal van 345 meter.

f2.7 Maquette basissituatie.



## 2.7 Onderzoek in de windtunnel

Op 122 plaatsen rondom het project zijn de gemiddelde windsnelheden op loop- en verblijfsniveau gemeten, dat wil zeggen op een hoogte overeenkomend met ca. 1,75 meter boven plaatselijk niveau in werkelijkheid. Per punt is bekeken of het ligt in een gebied dat gezien wordt als doorloopgebied of als slentergebied.

Met behulp van de windtunnelmetingen zijn voor 12 verschillende windrichtingen voor alle meetpunten windsnelheidscoëfficiënten  $c_v$  bepaald, zijnde de verhouding tussen de windsnelheden op loop- en verblijfsniveau en de windsnelheid op 60 meter hoogte.

Met deze windsnelheidscoëfficiënten kan per windrichting bepaald worden bij welke snelheden op 60 meter hoogte de kritische uurgemiddelde windsnelheden van 5 en 15 m/s voor respectievelijk windhinder en windgevaar op de meetposities worden overschreden.

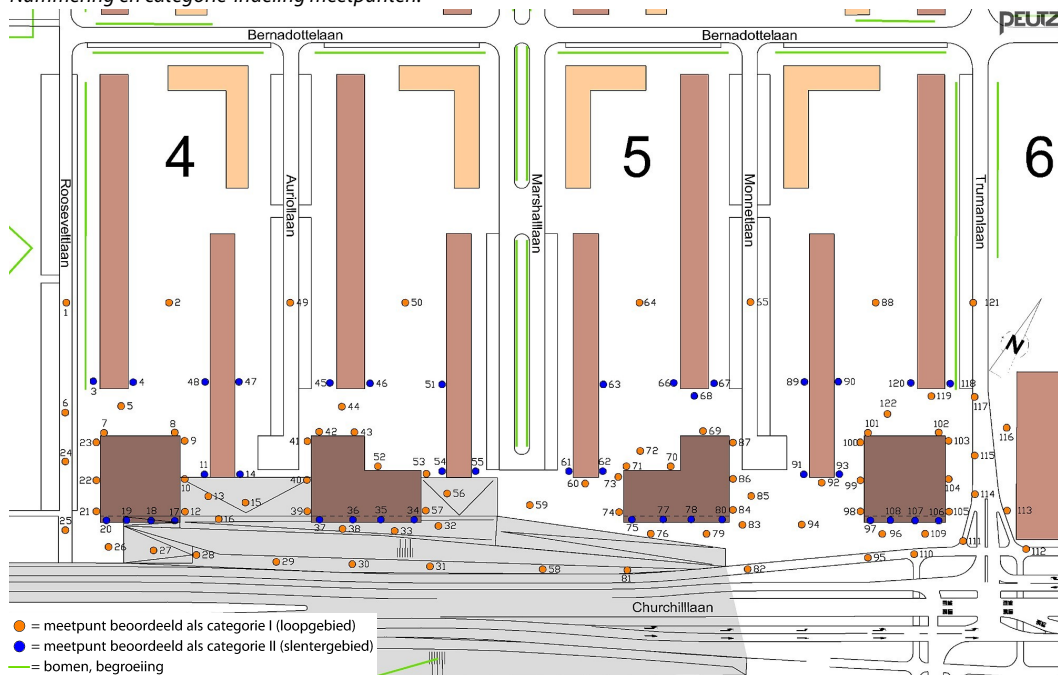
Met behulp van de windstatistiek voor de bouwlocatie, zoals berekend volgens de NPR 6097, die eveneens uitgaat van een referentiehoogte van 60 meter, wordt vervolgens per windrichting de overschrijdingskans voor deze kritische windsnelheid bepaald. De totale overschrijdingskans is de som van de overschrijdingskansen per windrichting, ook wel de hinderkans en de gevaarkans genoemd. Deze worden vervolgens getoetst aan de NEN 8100 om het lokale windklimaat te kunnen beoordelen.

## 3 Resultaten van het onderzoek

In de paragrafen 3.1 – 3.4 wordt een omschrijving gegeven van de doorgemeten situaties en worden de meetresultaten weergegeven. Het windklimaat wordt beoordeeld op basis van de meetgegevens uit de windtunnel, de windstatistiek van de betreffende locatie en de grenswaarden zoals beschreven in de paragrafen 2.3.1 en 2.3.2 betreffende windhinder en windgevaar. Hierbij worden de meetpunten onder het overstek aan de Churchillaan en de meetpunten bij de gevels van de omliggende woningen beoordeeld met het criterium voor slentergebied (categorie II). De overige meetpunten worden beoordeeld met het beoordelingscriterium voor loopgebied (categorie I).

Een overzicht van de categorie-indeling van meetpunten is opgenomen in figuur 3.1.

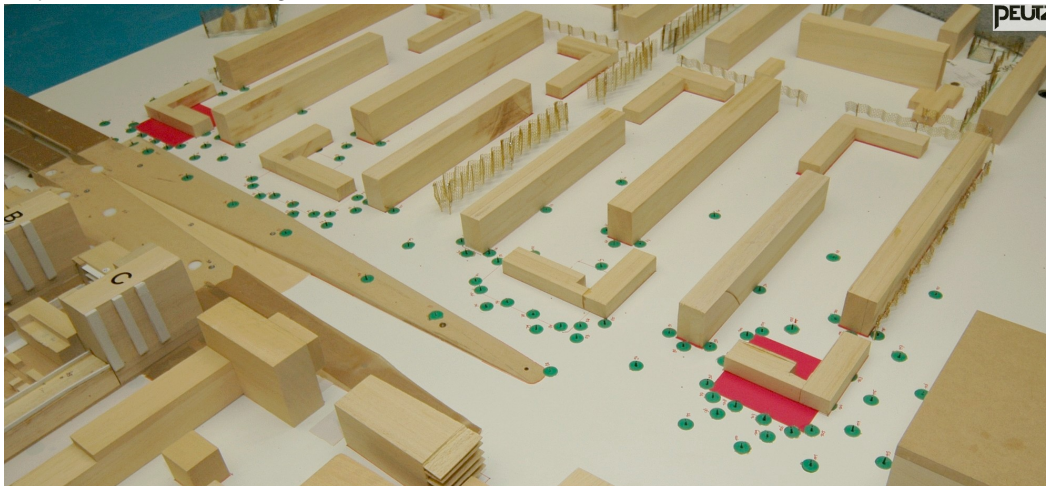
f3.1 Nummering en categorie-indeling meetpunten.



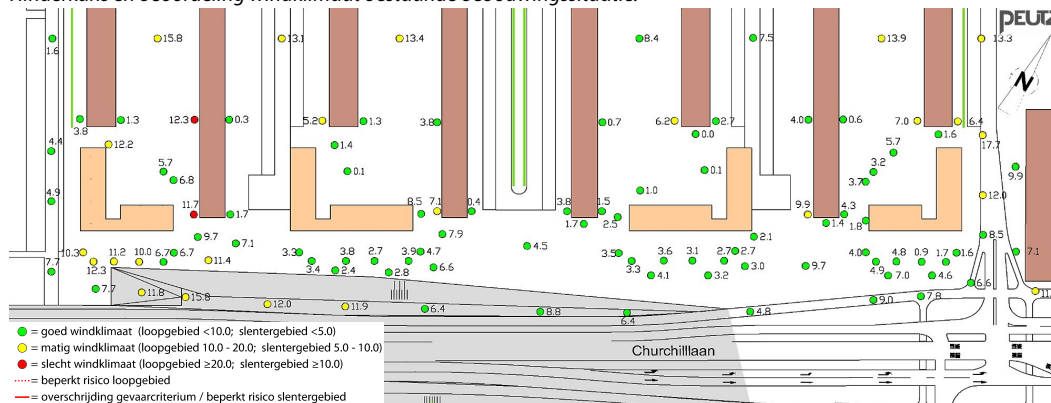
Teneinde de te verwachten windklimaatsituatie te kunnen relateren aan het momenteel heersende windklimaat is tevens de huidige bebouwingssituatie in de windtunnel onderzocht. Op de meetpunten aan de zijde van de Churchillaan is in deze situatie het beoordelingscriterium voor loopgebied gehanteerd.

## 3.1 Bestaande bebouingssituatie

f3.2 Maquette bestaande bebouingssituatie.



f3.3 Hinderkans en beoordeling windklimaat bestaande bebouingssituatie.



Als gevolg van de onbeschutte ligging is met name aan de westzijde van het plangebied plaatselijk sprake van een als matig te beoordelen windklimaat. Op enkele meetpunten bij de bestaande (te renoveren) woningen wordt het windklimaat met het strengere criterium voor slentergebied als slecht beoordeeld. Het afschermdende effect van aanwezige tuinrichting is hierbij buiten beschouwing gelaten.

Op de straat tussen het plangebied en het winkelcentrum is plaatselijk eveneens sprake van een beoordeling matig.

Verder wordt het heersende windklimaat rondom de bestaande bebouwing overwegend als goed gekwalificeerd.

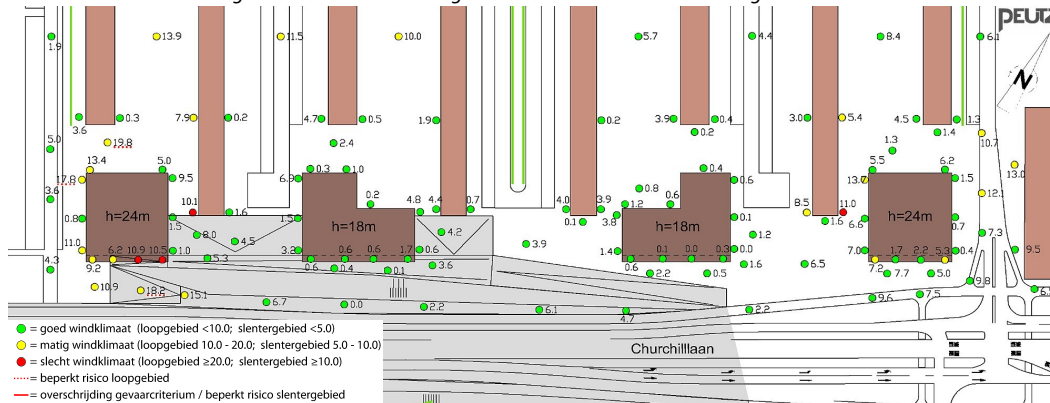


## 3.2 Minimale bouwhoogte

f3.4 Maquette geplande bebouwingssituatie met minimale bouwhoogte.



f3.5 Hinderkans en beoordeling windklimaat bebouwingssituatie met minimale bouwhoogte.



Met een grotere bouwhoogte neemt de hinderkans enigszins toe ten opzichte van de bestaande bebouwingssituatie. Aan de westzijde loopt het aantal meetpunten met een beoordeling matig verder op. Op een aantal van de meetpunten bij het westelijke bouwdeel is een beperkt risico op windgevaar vastgesteld. Het windklimaat onder het overstek van het geprojecteerde westelijke bouwvolume wordt beoordeeld met het criterium voor slentergebied als matig tot slecht beoordeeld. Bij enkele van de bestaande woningen is eveneens plaatselijk sprake van een beoordeling slecht voor slentergebied.

Bij 18 meter hoge bouwdelen wordt het te verwachten windklimaat als goed beoordeeld.

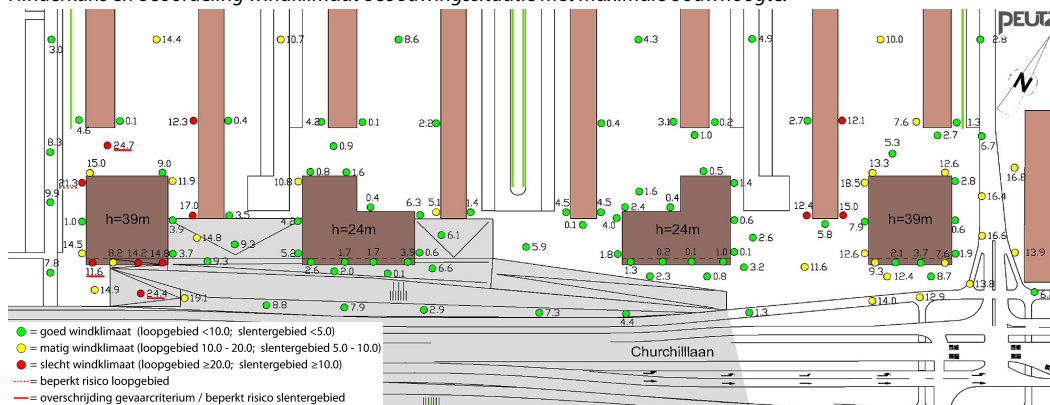
In de omgeving van het oostelijke bouwdeel is in beperkte mate sprake van een toename van de hinderkans.

### 3.3 Maximale bouwhoogte

f3.6 Maquette geplande bebouwingssituatie met maximale bouwhoogte.



f3.7 Hinderkans en beoordeling windklimaat bebouwingssituatie met maximale bouwhoogte.



Met een verdere toename van de bouwhoogte loopt de hinderkans verder op. Op een aantal van de meetpunten rondom het 39 meter hoge westelijke bouwdeel geeft dit een beoordeling slecht. Dit gaat op de trap naast de Churchilliaan en op het parkeerterrein samen met een overschrijding van het gevaaercriterium. Onder het overstek is plaatselijk een beperkt risico op windgevaar in slentergebied vastgesteld.

Bij het oostelijke bouwdeel is in deze situatie op diverse meetposities sprake van een matig windklimaat. Bij de meetpunten bij de bestaande woning naast dit bouwdeel is aan beide zijden van de woning een beoordeling slecht voor slentergebied vastgesteld.

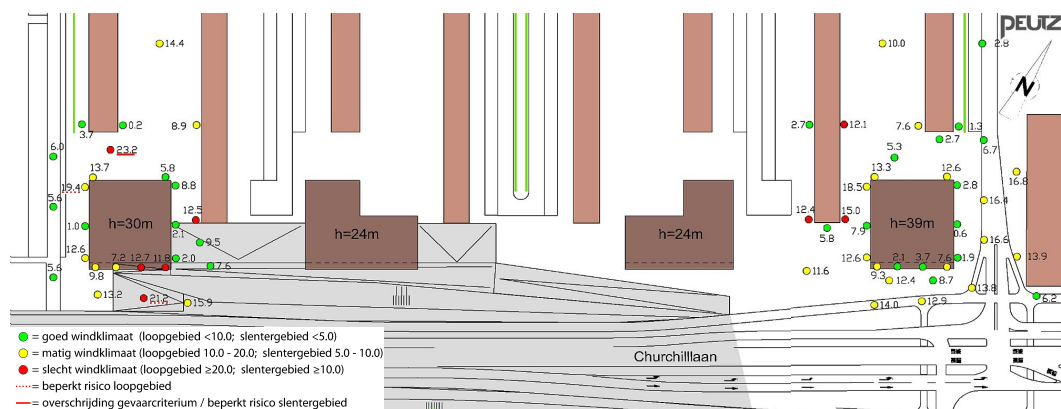
Rondom de twee 24 meter hoge bouwdelen is overwegend een goed windklimaat te verwachten.



## 3.4 Voorkeurshoogte

In eerste instantie is alleen het windklimaat met de minimale en de maximale bouwhoogte onderzocht. Gezien de ongunstige resultaten met de maximale bouwhoogte is in overleg met de gemeente bepaald om de maximale bouwhoogte van de westelijke toren te reduceren tot de hoogte zoals in het SPVE als voorkeurshoogte aangegeven is. Met een maximale bouwhoogte van 30 meter voor het westelijke bouwdeel is op enkele posities nog steeds een relatief hoge hinderkans te verwachten. De situatie is echter duidelijk gunstiger dan met een bouwhoogte van 39 meter.

f3.8 Hinderkans en beoordeling windklimaat bebouwingssituatie met voorkeurshoogte.



Met behulp van windafschermende maatregelen in de terreininrichting is een verdere verbetering van het windklimaat mogelijk. Daarnaast dient op gebouwniveau rekening gehouden te worden met het windklimaat bij de gebouwentrees. Bijvoorbeeld door het plaatsen van schermen, de entrees verdiept in de gevel te positioneren of een positie te hanteren met een lage vastgestelde hinderkans.

Daarnaast kan de windsituatie rondom de bouwdelen nog wijziging als gevolg van de definitieve gebouwvorm. Het heeft dan ook de voorkeur deze aspecten in een later stadium nader te onderzoeken.

## 4 Samenvatting en conclusies

In opdracht van GEM Kanaleneiland is in het kader van het op te stellen bestemmingsplan voor deelgebieden 4 en 5 van het gebied Kanaleneiland Centrum te Utrecht een windklimaatonderzoek op basis van windtunnelmetingen uitgevoerd.

Doel van het onderzoek was het geven van een eerste beoordeling van het te verwachten windklimaat rondom de vier hoogbouwdeelen.

Voor de opzet van het onderzoek en de beoordeling van het windklimaat is uitgegaan van de Nederlandse norm NEN 8100:2006 *Windhinder en windgevaar in de gebouwde omgeving*.

Uit de resultaten van het onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- In de bestaande bebouwingssituatie heersen met name in het westelijke deel van het plangebied relatief hoge windsnelheden. Het windklimaat wordt plaatselijk als matig tot slecht beoordeeld.
- Als gevolg van de geplande bebouwing is in dit gebied een verdere verslechtering van het windklimaat te verwachten, met name met de maximale variant van het SPVE.
- In overleg met de gemeente is vastgesteld de voorkeursbouwhoogte van 30 meter als maximale hoogte te hanteren voor het westelijke bouwdeel. Met behulp van windafschermende maatregelen in de terreininrichting is een verdere verbetering van het windklimaat mogelijk. Daarnaast dient op gebouwniveau rekening gehouden te worden met het windklimaat bij de gebouwentrees. Bijvoorbeeld door het plaatsen van schermen, de entrees verdiept in de gevel te positioneren of een positie te hanteren met een lage vastgestelde hinderkans.
- Gezien de nog te verwachten wijzigingen van de definitieve gebouwvorm heeft het de voorkeur in een later stadium nader onderzoek te verrichten naar het windafschermende effect van dit soort maatregelen.

Mook,

Dit rapport bevat 18 pagina's

Bijlage 1: Technisch inlegvel windtunnelsimulatie.

# Bijlage 1 Technisch inlegvel windtunnelsimulatie

Project		Projectgegevens		
Projectnaam	Windklimaatonderzoek realisatie hoogbouw te Utrecht			
Opdrachtgever	GEM Kanaleneiland			
Projectleider	O.E. Otten			
Datum	30 juli 2015			
Model		Algemene gegevens van het model		
Schaal	1 : 300			
Blokkeringsgraad	< 5%			
Omvang gemodelleerd gebied	een cirkel met een straal van 345 meter			
Kerngebied	gebied met de betreffende nieuwbouw			
Omgeving	stedelijk bebouwd gebied / west beperkt bebouwd			
Gemodelleerd groen	jaargemiddelde situatie d.m.v. gevouwen gaas			
Onderzochte configuraties	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huidige bebouwingssituatie</li> <li>• drie situaties SPVE</li> </ul>			
Meetopstelling		Informatie over de meetopstelling		
Gesimuleerde grenslaag	stedelijke bebouwing			
• kalibratiedatum	ijking conform kwaliteitssysteem			
Meetpunten en meethoogte	in totaal 122 meetpunten; meethoogte 1,75 m.			
Onderzochte windrichtingen (minimaal 12 over de windroos)	12 (rondom in stappen van 30 graden)			
Tunnelregeling				
• kalibratiedatum	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem			
• kalibratie-instantie	intern			
Instrumenten				
• kalibratiedatum	meetapparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd cq geijkt conform kwaliteitssysteem			
Gegevensverwerking en -beoordeling		Informatie voor locatie en beoordeling windklimaat		
Amersfoortse coördinaten van de locatie	X = 134715 Y = 453866			
Toegepaste eisen	$v_{DR}$ m/s	Gewenste kwaliteitsklasse	Overschrijdingskans %	Beoordeling
<b>Voor comfort</b>			$p(v_{LOK} > v_{DR,H})$	
Doorlopen	5,0	≤ D	< 20	≤ matig
Slenteren	5,0	≤ C	< 10	≤ matig
Zitten	5,0	≤ B	< 5	≤ matig
Regionale correctie	Geen correctie			
<b>Voor gevaar</b>			$p(v_{LOK} > v_{DR,G})$	
	15	n.v.t	$0,05 < p < 0,30$	beperkt risico
	15	n.v.t	$p \geq 0,30$	gevaarlijk
Gepresenteerde resultaten	meetresultaten worden per meting in figuurvorm gepresenteerd			
Opmerkingen en eventuele conclusies van proef overschrijdend belang	Er is met name bij het westelijke bouwdeel nadere aandacht nodig voor windafschermende maatregelen in de terreininrichting en bij de gebouwentrees			